

# PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA LITORÂNEA



**PRODUTO 08:  
PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO**

---

Revisão 0  
Dezembro 2017

## SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS.....	4
Lista de Siglas E Abreviaturas .....	5
1. INTRODUÇÃO.....	7
2. SELEÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA PARA O ENQUADRAMENTO .....	8
3. IDENTIFICAÇÃO DOS USOS E FONTES DE POLUIÇÃO.....	13
4. DIVISÃO DA HIDROGRAFIA EM TRECHOS.....	16
5. PROPOSTA INICIAL DE ENQUADRAMENTO BASEADA NOS USOS PREPONDERANTES .....	18
5.1. MATRIZ DE DIAGNÓSTICO .....	23
5.2. ANÁLISE QUANTITATIVA DA CLASSIFICAÇÃO INICIAL PROPOSTA COM BASE NOS USOS.....	25
6. CARGAS POLUIDORAS ATUAIS E FUTURAS.....	27
6.1. Metodologia de Estimativa das Cargas Poluidoras .....	27
6.2. Cargas Remanescentes Estimadas.....	30
7. MODELAGEM QUALI-QUANTITATIVA .....	46
7.1. Estrutura do Modelo .....	46
7.2. Balanço Hídrico Quali-quantitativo.....	53
7.3. Cargas Remanescentes a Serem Reduzidas .....	67
8. REFERÊNCIAS .....	81

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Dados Utilizados para a Seleção da Hidrografia .....	9
Figura 2.2 – Rede Hidrográfica Seleccionada para o Enquadramento.....	12
Figura 3.1 - Principais usos do solo na BHL .....	13
Figura 3.2 – Uso do Solo por AEG.....	14
Figura 4.1 - Dados utilizados para a seleção da hidrografia.....	16
Figura 5.1 - Proposta Inicial de Enquadramento Baseada nos Usos Preponderantes.	22
Figura 5.2 – Explicação da Matriz de Diagnóstico.....	24
Figura 5.3 – Distribuição das Classes de Enquadramento.....	25
Figura 5.4 – Trechos enquadrados por AEG.....	26
Figura 6.1– Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Atual.....	33
Figura 6.2 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Residente.....	34
Figura 6.3 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Residente .....	35
Figura 6.4 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Projeção Atlas– População Residente .....	36
Figura 6.5 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Flutuante .....	37
Figura 6.6 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Flutuante .....	38
Figura 6.7 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Projeção Atlas– População Flutuante.....	39
Figura 6.8 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Residente.....	40
Figura 6.9 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Residente.....	41
Figura 6.10 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Residente.....	42
Figura 6.11 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Flutuante.....	43
Figura 6.12 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Flutuante.....	44
Figura 6.13 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Flutuante.....	45
Figura 7.1. Valores Mínimos de Salinidade.....	48
Figura 7.2. Valores Máximos de Salinidade .....	48
Figura 7.3 Esquema da análise acumulada das simulações de DBO .....	50
Figura 7.4. Dados de Entrada do Modelo e suas respectivas fontes.....	52
Figura 7.5 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Atual.....	54
Figura 7.6 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Residente .....	55
Figura 7.7 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Residente.....	56
Figura 7.8 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Projeção Atlas– População Residente .....	57

Figura 7.9 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Flutuante.....	58
Figura 7.10 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Flutuante.....	59
Figura 7.11 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Projeção Atlas– População Flutuante .....	60
Figura 7.12 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Residente .....	61
Figura 7.13 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Residente.....	62
Figura 7.14 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Residente .....	63
Figura 7.15 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Flutuante .....	64
Figura 7.16 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Flutuante .....	65
Figura 7.17 – Classe de Enquadramento Simulada na $Q_{95\%}$ para o Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Flutuante .....	66
Figura 7.18 – Carga a ser Removida no Cenário Atual.....	68
Figura 7.19 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Residente.....	69
Figura 7.20 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Residente.....	70
Figura 7.21 – Carga a ser Removida no Cenário Projeção Atlas– População Residente .....	71
Figura 7.22 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Flutuante.....	72
Figura 7.23 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Flutuante.....	73
Figura 7.24 – Carga a ser Removida no Cenário Projeção Atlas– População Flutuante .....	74
Figura 7.25 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Residente.....	75
Figura 7.26 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Residente.....	76
Figura 7.27 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Residente .....	77
Figura 7.28 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Flutuante.....	78
Figura 7.29 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Flutuante.....	79
Figura 7.30 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Flutuante.....	80

## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1– Condições e Padrões de Qualidade de Água da Resolução CONAMA 357/05 Para os Parâmetros de Análise.....	8
Quadro 2.2– Rios Principais por AEG.....	10
Quadro 2.3– Usos Futuros.....	11
Quadro 3.1– Lançamentos Pontuais Identificados.....	14
Quadro 6.1 – Informações da população e índices de atendimento por município.....	27
Quadro 6.2 – Coeficientes de exportação e taxas de abatimento para DBO.....	29
Quadro 6.3 - Empreendimentos considerados na estimativa de cargas.....	30
Quadro 6.4 – Cargas Poluidoras Remanescentes de DBO (kg/dia) Estimadas por AEG .....	31
Quadro 6.5 – Cargas Poluidoras Remanescentes de DBO (kg/dia) Estimadas por Município .....	32
Quadro 7.1 – Pontos de acompanhamento das marés .....	46
Quadro 7.2 – Variação média das marés em metros .....	47

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- AEG – Área Estratégica de Gerenciamento
- AGUASPARANÁ – Instituto das Águas do Paraná
- ANA – Agência Nacional de Águas
- ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
- APA – Área de Proteção Ambiental
- COPEL – Companhia Paranaense de Energia Elétrica
- IAC – Instituto Agrônômico de Campinas
- IAP – Instituto Ambiental do Paraná
- IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- ITCG – Instituto de Terras Cartografia e Geociências do Paraná
- PLERH – Plano Estadual de Recursos Hídricos
- RPPN – Reserva Particulares do Patrimônio Natural
- SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
- UC – Unidades de Conservação
- UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
- SANEPAR – Companhia de Saneamento do Paraná
- SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente
- SPD – Sistema de Plantio Direto

## APRESENTAÇÃO

O presente documento corresponde ao *Produto 08: Proposta de Enquadramento*, que visa enquadrar os cursos d'água em estudo para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea, relativo ao Contrato celebrado entre o AGUASPARANÁ e a Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos (COBRAPE).

O Termo de Referência, parte integrante do contrato, estabelece os seguintes produtos a serem desenvolvidos:

- *Produto 00: Plano de Trabalho Revisado;*
- *Produto 01: Caracterização Geral;*
- *Produto 02: Disponibilidades Hídricas;*
- *Produto 03: Demandas Hídricas;*
- *Produto 04: Balanço Hídrico Superficial e Subterrâneo e Definição das UEGs;*
- *Produto 05: Diagnóstico do Uso e Ocupação do Solo;*
- *Produto 06: Eventos Críticos;*
- *Produto 07: Cenários;*
- *Produto 08: Proposta de Enquadramento;*
- *Produto 09: Programa de Intervenções na Bacia;*
- *Produto 10: Rede de Monitoramento;*
- *Produto 11: Prioridades para Outorga;*
- *Produto 12: Diretrizes Institucionais;*
- *Produto 13: Indicadores de Avaliação do Plano de Bacia;*
- *Produto 14: Análise da Transposição Capivari – Cachoeira;*
- *Produto 15: Cobrança pelo Direito de Uso;*
- *Produto 16: Programa de Intervenções;*
- *Relatório sobre a Consulta Pública;*
- *Relatório Final;*
- *Relatório Executivo.*

A *Proposta de Enquadramento* tem o objetivo de classificar os diferentes trechos d'água que compõe a Bacia Litorânea, conforme as análises de seus parâmetros de influência bem como seus usos preponderantes.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente produto tem o objetivo estudar os trechos dos corpos d'água da Bacia Litorânea, de forma a permitir a avaliação dos parâmetros que impactem diretamente a sua qualidade e usos. Segundo a Lei nº 9.433/1997, o enquadramento visa mais especificamente assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. Para isso, a Resolução CONAMA nº 357/2005, define cinco diferentes grupos aos quais os corpos hídricos de água doce podem ser enquadrados: Classe Especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4. Para os corpos d'água salobros e salinos, desse grupo, exclui-se a Classe 4. Cada subgrupo possui, além de seus usos preponderantes, limites para parâmetros orgânicos e inorgânicos de modo a definir padrões de qualidade de água.

Para este fim, o *Capítulo 2* compreende a definição de diretrizes norteadoras para a seleção dos trechos de corpos hídricos da Bacia Litorânea que foram estudados mais profundamente para o enquadramento. Os trechos não selecionados são enquadrados automaticamente na Classe 2.

No *Capítulo 3* são detalhados os usos preponderantes identificados para cada trecho selecionado, o uso preponderante de cada trecho define qual a classe de qualidade da água exigida para o mesmo, conforme a CONAMA 357/05, sendo, portanto, a base para a proposta inicial de enquadramento da BHL.

Uma vez que um mesmo rio pode ter mais que um uso preponderante e assim exigir diferentes classes de qualidade, foi realizada uma divisão da hidrografia selecionada no *Capítulo 2*, para facilitar a definição das classes de qualidade. O processo de divisão e os critérios utilizados são apresentados no *Capítulo 4*.

A proposta inicial do enquadramento para a BHL, levando-se em consideração os usos preponderantes é apresentada no *Capítulo 5*. A fim de detalhar as características da hidrografia selecionada.

O *Capítulo 6* apresenta de forma resumida as cargas remanescentes para os cenários trabalhos no plano. Esses resultados fazem parte do *P02* e *P06* do PBH Litorânea, onde estão mais detalhados do que no presente relatório.

O balanço hídrico quali-quantitativo, incluindo uma descrição do modelo matemático utilizado e as cargas remanescentes a serem reduzidas para se alcançar o enquadramento proposto no *Capítulo 5* é apresentado no *Capítulo 7*.

## 2. SELEÇÃO DA REDE HIDROGRÁFICA PARA O ENQUADRAMENTO

A rede hidrográfica selecionada para um estudo mais detalhado do enquadramento na BHL foi estabelecida com base nos dados disponíveis e com os critérios definidos no Termo de Referência (itens i a iv). Adicionalmente, foi incluído o item (v), pois a questão do enquadramento de rios que atravessam áreas indígenas foi levantada em outras bacias do estado do Paraná e a Consultora julgou prudente fazer essa inclusão.

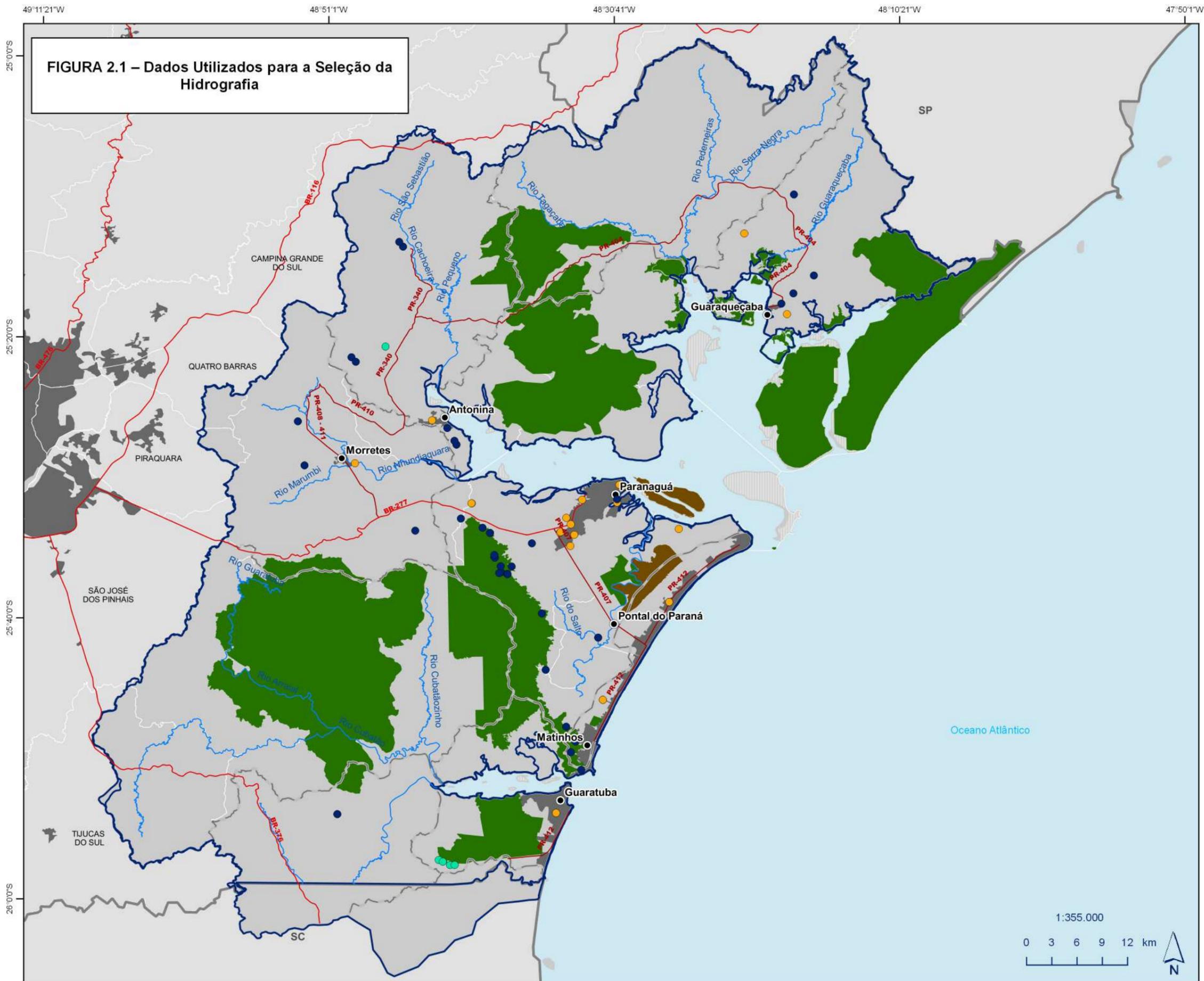
- i. Rios principais e seus afluentes de primeira ordem;
- ii. Rios que cruzam áreas urbanas e são receptores de efluentes industriais ou domésticos;
- iii. Rios que atravessam Unidades de Conservação (UCs);
- iv. Rios mananciais de abastecimento público (atual e futuro); e
- v. Rios que atravessam Áreas Indígenas.

O Quadro 2.1 detalha os dados e as respectivas fontes utilizadas no processo de seleção, realizado por meio de programa de geoprocessamento. Esses dados estão representados na Figura 2.1.

**Quadro 2.1– Condições e Padrões de Qualidade de Água da Resolução CONAMA 357/05 Para os Parâmetros de Análise**

Dado	Fonte
Rio principal e afluentes de primeira ordem	Hidrografia ottocodificada nível nove (AGUASPARANÁ, 2017a).
Áreas Urbanas	Uso do solo (Elaborado pela Consultora).
Lançamento de efluentes	Cadastro de Outorga de Efluentes (AGUASPARANÁ, 2017b); Pontos de Lançamento (SANEPAR, 2017a).
Unidades de Conservação	Dados Georreferenciados (MMA, 2017).
Mananciais de abastecimento público	Cadastro de Outorgas de Captação (AGUASPARANÁ, 2017c); Captações Superficiais (SANEPAR, 2017b).
Áreas Indígenas	Shapes (FUNAI, 2017).

**Fonte:** Elaborado pela Consultora



**FIGURA 2.1 – Dados Utilizados para a Seleção da Hidrografia**

- Legenda**
- Captações Atuais
  - Captações Futuras
  - Lançamentos Totais
  - Áreas Indígenas
  - Unidades Conservação (PI)

Fonte: AGUASPARANÁ (2017).  
 SANEPAR (2017).  
 MMA (2017).  
 FUNAI (2017).

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Limites Estaduais
  - Limite Municipal
  - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
  - Rodovias
  - Hidrografia Principal
  - Reservatórios
  - Áreas Urbanas
  - Ilhas
- Datum: SIRGAS 2000.

Uma vez que a hidrografia da BHL é bastante detalhada e com pequenos trechos, no critério (i) foram considerados os rios de maior extensão em cada AEG e seus afluentes de primeira ordem, cujo comprimento era superior a 2km. Nessa categoria, foram selecionados 813 km de corpos hídricos, distribuídos em 1.294 trechos de rio, conforme o Quadro 2.2. É necessário salientar que o critério (i) não impacta, de maneira alguma, nos demais critérios estabelecidos (ii a iv).

**Quadro 2.2– Rios Principais por AEG**

<b>AEG</b>	<b>Nome do Rio</b>	<b>Comprimento (km)</b>
AEG.L1	Rio das Canoas - 1	2,38
AEG.L1	Rio do Costa - 1	2,40
AEG.L1	Rio Guaraqueçaba - 1	55,23
AEG.L1	Rio Ipanema do Norte - 1	2,62
AEG.L1	Rio Taquara - 1	7,65
AEG.L1	Sem Nome - 775118998	3,22
AEG.L2	Rio Açungui - 1	25,95
AEG.L2	Rio Bromado - 1	2,98
AEG.L2	Rio Cedro - 1	6,15
AEG.L2	Rio Pederneiras - 1	21,60
AEG.L2	Rio Potinga - 1	14,10
AEG.L2	Rio Serra Negra - 1	57,70
AEG.L2	Rio Tagaçaba - 1	28,50
AEG.L3	Rio do Cedro - 2	6,83
AEG.L3	Rio do Pinto - 2	2,43
AEG.L3	Rio Faisqueira - 1	16,38
AEG.L3	Rio Itaqui - 1	6,84
AEG.L3	Rio Pacotuva - 1	12,08
AEG.L3	Rio Tapera - 1	4,60
AEG.L4	Rio Cacatu - 1	3,75
AEG.L4	Rio Cachoeira - 1	18,23
AEG.L4	Rio Cachoeira - 3	2,46
AEG.L4	Rio Cachoeira - 4	30,21
AEG.L4	Rio da Madre ou da Sorte - 1	3,53
AEG.L4	Rio Pequeno - 1	10,87
AEG.L4	Rio São Sebastião - 1	8,21
AEG.L4	Rio Xaxim - 2	11,16
AEG.L5	Rio Marumbi - 1	3,02
AEG.L5	Rio Nhundiaquara - 1	15,64
AEG.L5	Rio Nhundiaquara - 3	5,71
AEG.L6	Rio Guaraguaçu - 1	40,39
AEG.L6	Rio Itiberê - 3	8,99
AEG.L6	Sem Nome - 77515821	5,71
AEG.L7	Sem Nome - 77515923	3,30
AEG.L7	Sem Nome - 77515927	7,94
AEG.L7	Sem Nome - 77515941	8,42
AEG.L9	Rio Alegre - 1	6,07
AEG.L9	Rio Arraial - 1	45,62
AEG.L9	Rio Caçada - 1	3,68
AEG.L9	Rio Canavieiras - 1	22,08
AEG.L9	Rio Castelhanos - 1	9,95
AEG.L9	Rio Cubatão - 1	30,40
AEG.L9	Rio Cubatãozinho - 1	29,29
AEG.L9	Rio do Henrique - 1	7,43
AEG.L9	Rio do Meio - 5	2,49
AEG.L9	Rio Guaratuba - 1	11,00

AEG.L9	Rio Guaratubinha - 1	8,63
AEG.L9	Rio Panelas - 1	5,32
AEG.L9	Rio Preto - 1	3,17
AEG.L9	Rio Rasgadinho - 1	2,61
AEG.L9	Rio Rasgado - 1	2,85
AEG.L9	Rio São João - 2	41,21
AEG.L10	Rio do Melo - 2	8,85
AEG.L10	Rio São João - 1	58,17
AEG.L11	Rio Boguaçu - 1	10,22
AEG.L11	Rio Descoberto - 1	5,27
AEG.L12	Ribeirão Barrinha - 1	16,53
AEG.L12	Rio Sai-Guaçu - 1	14,74

Fonte: Elaborado pela Consultora.

Optou-se por selecionar todos os trechos de rio que cruzam as áreas urbanas e não só os que possuem lançamento identificado pelo fato de que normalmente essas áreas estão expostas à maior degradação da qualidade da água.

Para os lançamentos futuros foram utilizadas as informações de outorgas solicitadas no AGUASPARANÁ e para as captações futuras, as informações de outorgas solicitadas nas planilhas fornecidas pela SANEPAR, conforme Quadro 2.3.

#### Quadro 2.3– Usos Futuros

Município	Requerente	Curso d'água	Uso Futuro
Guaratuba	SANEPAR	sem nome	Captação Futura
Guaratuba	SANEPAR	sem nome	Captação Futura
Guaratuba	SANEPAR	sem nome	Captação Futura
Guaratuba	SANEPAR	sem nome	Captação Futura
Antonina	Prefeitura Municipal de Antonina	sem nome	Lançamento Futuro
Paranaguá	Coamo Agroindustrial Cooperativa	Canal do Chumbo	Lançamento Futuro
Paranaguá	CAB Águas de Paranaguá S.A	Rio da Vila	Lançamento Futuro
Paranaguá	CAB Águas de Paranaguá S.A	Canal do Chumbo	Lançamento Futuro

Fonte: AGUASPARANÁ (2017b); SANEPAR (2017).

Uma vez que a resolução CONAMA 357/05 prevê Classe Especial apenas para unidades de conservação de proteção integral, decidiu-se incluir na seleção para a hidrografia do enquadramento apenas os trechos de rio que cruzam essa categoria de UC e não os trechos de todas as UCs conforme previsto no termo de referência. Dessa forma, apenas os trechos abrangidos dentro das áreas do Parque Estadual do Boguaçu, do Parque Nacional Guaricana, do Parque Estadual do Rio da Onça, da Reserva Biológica Bom Jesus, da Estação Ecológica do Guaraguaçu, do Parque Nacional do Superaguí, da Estação Ecológica de Guaraqueçaba e do Parque Nacional de Saint-Hilaire/Langue foram contemplados.

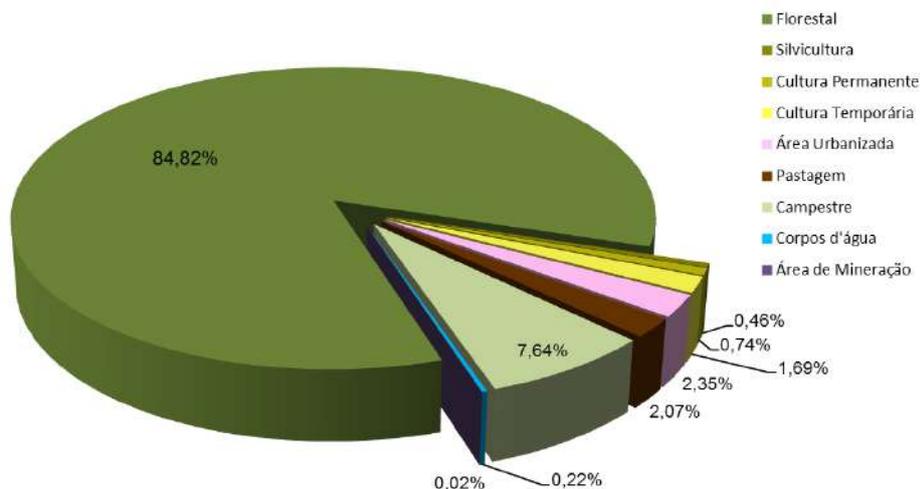
Como resultado do cruzamento dessas informações com a hidrografia disponibilizada pelo AGUASPARANÁ (2017a) foram selecionados 5.246 ottotrechos, totalizando uma extensão de 4.256,34 km, que estão ilustrados na Figura 2.2.



### 3. IDENTIFICAÇÃO DOS USOS E FONTES DE POLUIÇÃO

Para que seja possível a compreensão de como a qualidade da água dos corpos hídricos da BHL se comporta em relação às utilizações e posteriormente alterações decorrentes das atividades humanas, foram identificadas inicialmente todas as atividades que fazem uso dos recursos hídricos superficiais, conforme indicado na Figura 3.1.

**Figura 3.1 - Principais usos do solo na BHL**

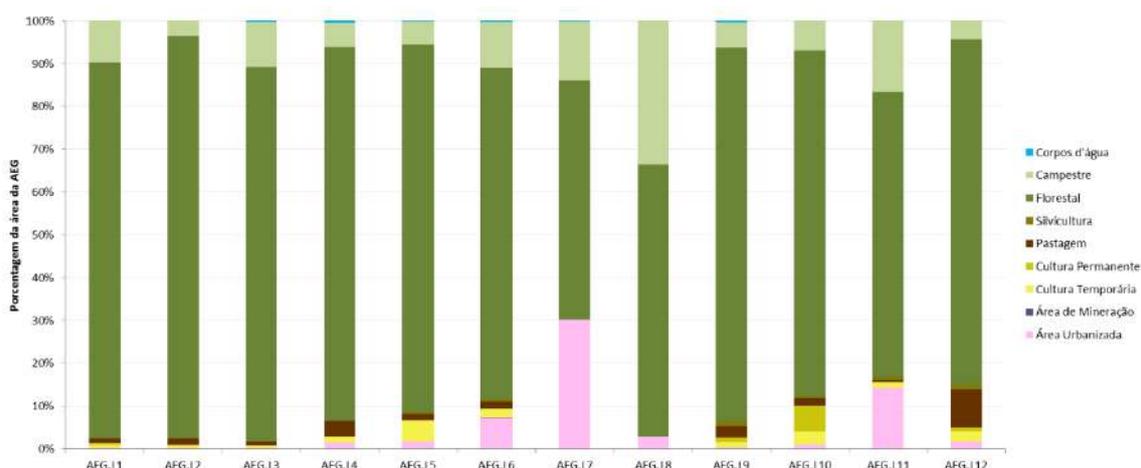


Fonte: Elaborado pela Consultora.

A área da Bacia Hidrográfica Litorânea é, em quase sua totalidade, ocupada por coberturas florestais ou campestres, sendo essas duas categorias representantes de mais de 5.400 km<sup>2</sup> do território em estudo. Enquanto isso, as áreas urbanizadas representam apenas 137 km<sup>2</sup> e as áreas de mineração pouco menos de 1 km<sup>2</sup>. Esse cenário indica a preponderância de áreas naturais em relação às modificadas por ação antrópica, indicando, assim, que a maioria dos trechos de rio possivelmente não possui tanta degradação.

Quando analisados os usos do solo por AEGs, a proporção é relativamente mantida. Em termos de áreas urbanizadas, a maior discrepância é destacada na AEG.L7, que possui 30,13% do seu território preenchido pela população residente em parte dos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos. Antagonicamente, 94,02% da área da AEG.L2 é composta de áreas de florestas naturais. As informações detalhadas dos usos do solo por AEG podem ser analisadas na Figura 3.2.

**Figura 3.2 – Uso do Solo por AEG**



Fonte: Elaborado pela Consultora.

Assim como a identificação dos usos da água, as fontes de poluição desempenham papéis relevantes quanto ao enquadramento, no entanto, esses dois parâmetros impactam os corpos hídricos de maneira completamente oposta. Enquanto o primeiro grupo demanda uma qualidade mínima para desempenhar suas atividades, o segundo degrada em maior ou menor grau as condições naturais dos rios.

Para as fontes pontuais, foram levantadas as informações de lançamentos domésticos e industriais e de outros usuários disponibilizados pelo Cadastro de Outorga de Lançamento de Efluentes do ÁGUASPARANÁ e pela SANEPAR, sendo que foram identificados ao todo 29 pontos distintos. Ao ser analisado o uso final, 15 pontos são utilizados para saneamento ou então para diluição de efluentes industriais. Por fim, apenas 5 pontos foram classificados como lançamentos de comércio ou outros fins. O município com a maior quantidade de informações foi Paranaguá, com um total de 16 pontos de lançamentos distribuídos por seu território. O Quadro 3.1 ilustra a identificação desses pontos.

**Quadro 3.1– Lançamentos Pontuais Identificados**

Município	Requerente	Finalidade
Guaraqueçaba	FRATELLI INDUSTRIA E COMERCIO LTDA.	ETE Privada
Guaratuba	SANEPAR	ETE Pública
Matinhos	SANEPAR	ETE Pública
Paranaguá	CAB ÁGUAS DE PARANAGUÁS.A	ETE Pública
Pontal do Paraná	SANEPAR	ETE Pública
Paranaguá	CAB ÁGUAS DE PARANAGUÁS.A	ETE Pública
Paranaguá	CAB ÁGUAS DE PARANAGUÁS.A	ETE Pública
Paranaguá	CAB ÁGUAS DE PARANAGUÁS.A	ETE Pública
Paranaguá	BRF S.A.	ETE Privada
Pontal do Paraná	SUBSEA7 DO BRASIL SERVIÇOS LTDA	ETE Privada
Paranaguá	CAB ÁGUAS DE PARANAGUÁS.A	ETE Pública
Paranaguá	PSC EMPREENDIMENTOS LTDA	ETE Privada
Paranaguá	PSC EMPREENDIMENTOS LTDA	ETE Privada

<b>Município</b>	<b>Requerente</b>	<b>Finalidade</b>
Pontal do Paraná	SANEPAR	ETE Pública
Morretes	SANEPAR	ETE Pública
Matinhos	SANEPAR	ETE Pública
Paranaguá	JM TRATAMENTO DE RESÍDUOS LTDA	ETE Privada
Morretes	J. M. TRATAMENTOS DE RESÍDUOS LTDA - ME	ETE Privada
Antonina	PREFEITURA MUNICIPAL DE ANTONINA	ETE Pública
Paranaguá	CAB Águas de Paranaguá S.A	ETE Pública
Paranaguá	Fertilizantes Heringer S.A	ETE Privada
Paranaguá	Auto Posto Mediterrâneo Ltda.	ETE Privada
Paranaguá	Fortesolo Serviços Integrados Ltda.	ETE Privada
Paranaguá	Andali Operações Industriais S.A.	ETE Privada
Paranaguá	Coamo Agroindustrial Cooperativa	ETE Privada
Antonina	Fratelli Indústria e Comércio Ltda.	ETE Privada
Antonina	Copel Geração e Transmissão S.A.	ETE Pública
Paranaguá	CAB Águas de Paranaguá S.A	ETE Pública
Guaraqueçaba	SANEPAR	ETE Pública

Fonte: AGUASPARANÁ (2017b); SANEPAR (2017)

#### 4. DIVISÃO DA HIDROGRAFIA EM TRECHOS

Como já foi citado anteriormente, a Resolução CONAMA 357/05 tem por objetivo prevenir a poluição e assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes. Contudo, um mesmo rio pode apresentar diversos usos que demandem uma qualidade mínima variada. Além disso, as fontes de poluição também interferem na qualidade dos corpos hídricos, uma vez que seus lançamentos degradam a água alterando a classe atual para uma pior, o que requer um investimento para que a classe almejada seja alcançada.

Assim, fica evidente a importância da segmentação dos corpos hídricos em trechos para facilitar o estudo e a determinação das classes de enquadramento mais adequadas para cada uso. A Figura 4.1 demonstra um exemplo de segmentação de um mesmo rio em trechos que se adequam ao uso atual.

**Figura 4.1 - Dados utilizados para a seleção da hidrografia**



**Fonte:** Elaborado pela Consultora.

Este 'Rio São João' apresenta usos distintos de sua água. A análise foi realizada do trecho mais a montante para jusante. Sendo assim, percebe-se que o primeiro trecho encontra-se em uma área florestada inserida em uma unidade de conservação, portanto sua classe necessariamente precisa atender aos parâmetros da Classe Especial. Na sequência, observa-se uma captação para abastecimento público da cidade localizada perto do rio. Usualmente, a classe selecionada para trechos de abastecimento público é a Classe 2, que considera qualidade razoável e um menor investimento de tratamento se comparada à Classe 3. O último trecho, localizado a jusante dos anteriores, recebe o produto do consumo da água na cidade, ou seja, todos os seus efluentes. A carga inserida diminui ainda mais a qualidade do rio, que a este ponto atinge o patamar de Classe 4.

De maneira prática, na BHL, a identificação desses segmentos de rios foi realizada por meio da elaboração de uma codificação alfanumérica baseada no nome de cada corpo hídrico acrescido de um número correspondente ao trecho.

Pode-se citar como exemplo o trecho do Rio das Canoas e seus afluentes, localizados na AEG.L1. Conforme os dados analisados, a montante está localizada uma ETE Industrial em operação, portanto, este trecho foi enquadrado como Classe 3. Visto que os parâmetros de cargas lançadas não necessitaram de mais trechos para atingir os limites da Classe 2, os três trechos seguintes foram enquadrados nesta classe. No entanto, logo após esses trechos, está localizada uma Unidade de Conservação de Proteção Integral (Estação Ecológica de Guaraqueçaba). Como já foi discutido, as UCs exigem o maior grau de qualidade de água, portanto esse último trecho foi enquadrado na Classe Especial.

Além da segmentação dos trechos, foi realizada uma nomenclatura padronizada para os corpos hídricos. Nesse sentido, foram analisados primeiramente todos os trechos que não apresentaram lançamento e nem usos diferentes, esses rios permaneceram como sendo um trecho único e receberam o número 1 no fim do nome (por exemplo: “Rio Bananal – 1”). Já os corpos hídricos que tiveram mais usos foram subdivididos e sua numeração se deu de montante a jusante (por exemplo: “Ribeirão Matarazzo - 1”; “Ribeirão Matarazzo - 2”). Por fim, os corpos hídricos que não possuíram nomes definidos nos arquivos do AGUASPARANÁ (2017), foram nomeados de maneira a concatenar seu nome e sua ottobacia (por exemplo: “Sem Nome - 775117964”)

## 5. PROPOSTA INICIAL DE ENQUADRAMENTO BASEADA NOS USOS PREPONDERANTES

A determinação dos parâmetros analisados anteriormente - usos do solo e fontes de poluição - traçam um panorama mais abrangente da dinâmica da bacia hidrográfica em termos populacionais e socioeconômicos. Assim, é possível uma análise da qualidade da água exigida por cada corpo hídrico em estudo. Portanto, como ferramenta de análise, utiliza-se o Artigo 4º da Resolução CONAMA 357/05, no qual classifica as águas doces em:

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário; e
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação; e
- b) à harmonia paisagística.

A análise iniciou-se com os trechos de rio que necessitam de maior qualidade hídrica, enquadrados como Classe Especial. Portanto, foram identificados todos os trechos que fossem internos as Unidades de Conservação de Proteção Integral. Dessa forma, foram contemplados os trechos interiores a: Estação Ecológica de Guaraqueçaba; Estação Ecológica do Guaraguaçu; Parque Estadual do Boguaçu; Parque Estadual do Rio da Onça; Parque Nacional de Saint-Hilaire/Lange; Parque Nacional do Superagui; Parque Nacional Guaricana; Reserva Biológica Bom Jesus. Esse processo resultou em 3.377 trechos de rio selecionado, somando 2.799,02 km de extensão.

Dando sequência, foi necessária a determinação dos corpos d'água enquadrados na Classe 1, para isso foram identificadas as áreas indígenas localizadas na BHL. Nesse sentido apenas uma área foi delimitada, Sambaqui, contemplando 6 trechos de rio e 16,74 km de extensão.

A próxima etapa consistiu na determinação da classe dos rios que recebem lançamentos de efluentes, trechos de pior qualidade da água, onde se preferiu adotar a Classe 3. Essa medida foi conservadora, uma vez que no *Produto 02*, embora numa simulação simplificada, muitos dos trechos que recebem efluente estão com qualidade equivalente à Classe 4. Essa metodologia foi realizada, uma vez que esses são os trechos com maior degradação devido à interferência humana direta e, portanto, necessitam de maior restrição para seu uso, contudo, como se trabalhará ainda com simulações nos cenários pode-se ir estabelecendo melhorias com o passar do tempo, por meio da definição de metas intermediárias de enquadramento.

Foram analisados os pontos exatos de lançamento de efluentes bem como foram definidas as quantidades de trechos de rio imediatamente após o lançamento que seriam necessárias para degradar a matéria orgânica de modo a atingir os limites

permitidos na Classe 2. Para a determinação da extensão dos trechos em Classe 3 após os lançamentos, foram comparadas as vazões requeridas para a diluição da DBO presente no efluente tratado de cada uma das ETEs com as vazões disponíveis em cada ponto de lançamento. A vazão requerida foi estimada com base na relação de balanço de massa, dada pela equação de mistura apresentada por Von Sperling (2005).

$$Q_r = \frac{Q_e(C_e - C_m)}{(C_m - C_r)} \quad (1)$$

onde,

$Q_r$  é a vazão requerida para a diluição (L/s);

$Q_e$  é a vazão de lançamento do efluente tratado (L/s);

$C_e$  é a concentração do efluente tratado (mg/L);

$C_m$  é a concentração do ponto de mistura (mg/L); e,

$C_r$  é a concentração natural do corpo receptor (mg/L).

Como concentração natural, adotou-se o valor de 1 mg/L, o mesmo adotado no modelo quali-quantitativo a ser trabalhado nas simulações do enquadramento. Assim, foram classificados 30 trechos na Classe 3, que contemplaram 46,63 km de extensão.

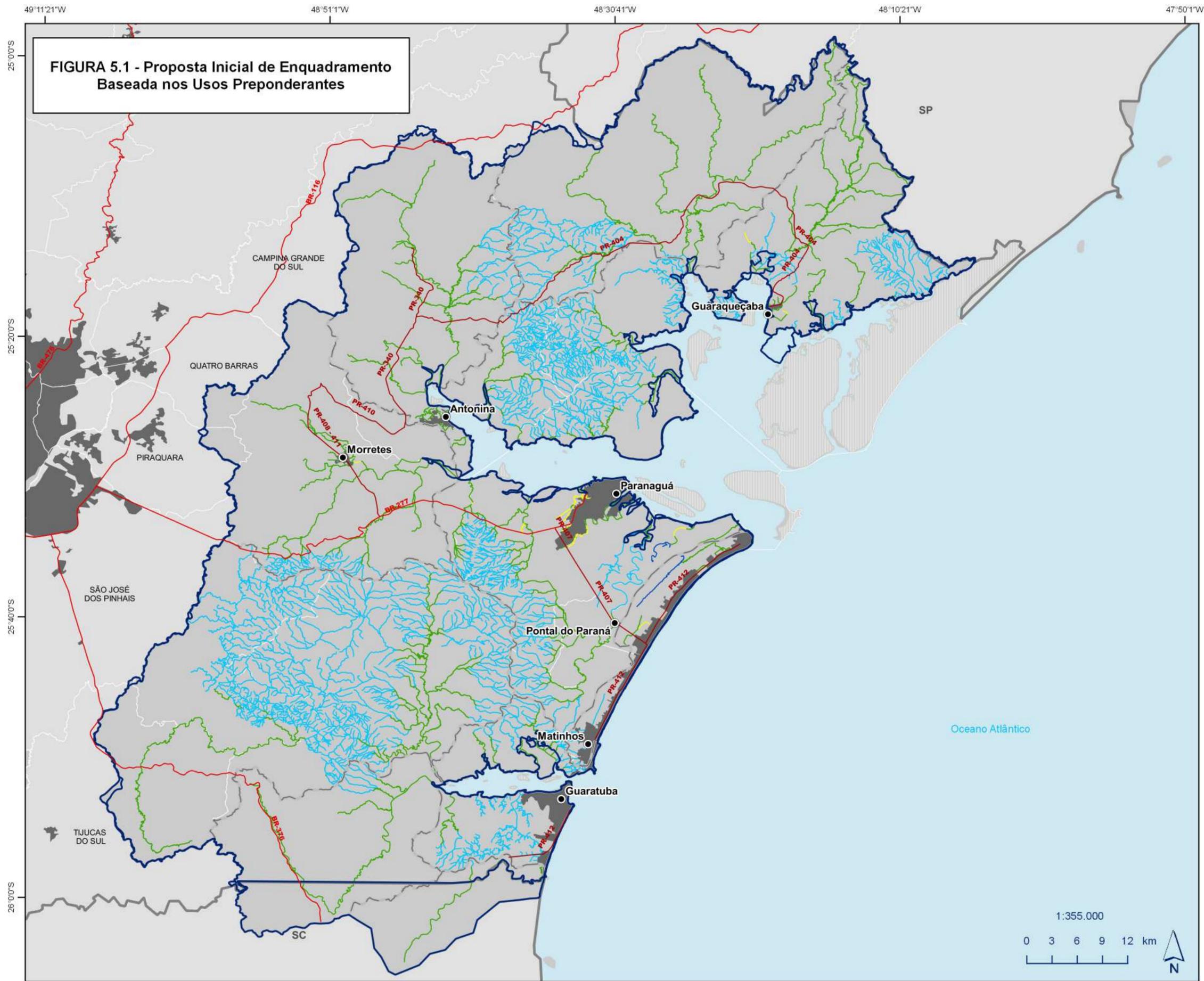
Nessa etapa foi identificado um conflito de uso, que precisará ser analisado com cautela nas próximas etapas. A ETE Matinhos, localizada no Canal DNOS está a montante do Parque Estadual Rio da Onça, unidade de conservação de proteção integral. Acredita-se que nessa condição, o corpo hídrico ao passar pela UC não atenderá ao padrão da Classe Especial.

Para os demais trechos (1.833) foi indicada como mais apropriada a Classe 2, esta é uma classe considerada intermediária de qualidade da água, que serve para múltiplos fins, o que permite o desenvolvimento de certas atividades econômicas, mas que requer comprometimento dos usuários para que os limites dos parâmetros definidos para essa classe não sejam ultrapassados. Nesse sentido, para os trechos selecionados para o enquadramento para esta classe ficaram 1.393,94 km de corpos hídricos. Cabe lembrar que os rios não selecionados para o estudo do enquadramento, são automaticamente enquadrados na Classe 2.

Na Figura 5.1 está apresentada a classificação proposta com base nos usos preponderantes, que deve ser a base para a definição do enquadramento de acordo com a Resolução CONAMA 357/05. Lembrando que o mesmo deve estar atrelado à uma ou mais vazões de referência e que apesar de o estudo ser desenvolvido de

forma detalhada para a DBO, a partir do momento que se estabelece uma classe, todos os padrões precisam atender aos limites da Resolução.

A partir da articulação das cargas e concentrações estimadas para o cenário atual e cenários futuros, podem-se sugerir alterações nesse enquadramento, ou variações dos mesmos ao longo do horizonte de planejamento, por meio do estabelecimento de metas progressivas.



**FIGURA 5.1 - Proposta Inicial de Enquadramento Baseada nos Usos Preponderantes**

- Legenda**
- Classe de Enquadramento**
- Classe Especial
  - Classe 1
  - Classe 2
  - Classe 3

Fonte: Elaboração Própria (2017).

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Limites Estaduais
  - Limite Municipal
  - Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
  - Rodovias
  - Hidrografia Principal
  - Reservatórios
  - Áreas Urbanas
  - Ilhas
- Datum: SIRGAS 2000.



## 5.1. MATRIZ DE DIAGNÓSTICO

De maneira a contemplar todas as informações relevantes para o enquadramento dos trechos dos corpos hídricos da Bacia Litorânea, está sendo elaborada uma Matriz de Diagnóstico que inclui todas as características da hidrografia selecionada. Sendo assim, os parâmetros apresentados nessa matriz são: nome do município e da AEG a qual o trecho está inserido, nome do rio, do trecho, descrição espacial do trecho, uso da água, classificação inicial proposta com base no uso, pontos de monitoramento, condição da qualidade da água e as fontes de poluição de cada trecho de rio.

A Figura 5.2 apresenta a explicação detalhada acerca dessas diretrizes citadas, a matriz será apresentada quando a proposta de enquadramento for finalizada, uma vez que sua elaboração é complexa.

Figura 5.2 – Explicação da Matriz de Diagnóstico



Município	Área Estratégica de Gestão (AEG)	Curso Hídrico	Trecho	Descrição do trecho	Uso da Água no Trecho	Classificação Inicial com Base nos Usos da Água	Pontos de Monitoramento	Condição atual (2012 - 2016)	Fontes de Poluição
Guaratuba	AEG.L11	Rio do Cedro	Rio do Cedro - 1	Da nascente nas coordenadas (7133003,659 m S; 733390,7099 m E) até o mar		Classe Especial			Pastagem; Cobertura Florestal; Uso Misto; Área Urbana
Guaraqueçaba	AEG.L1	Rio Guaraqueçaba	Rio Guaraqueçaba - 1	Da nascente nas coordenadas (7228504,71 m S; 777647,7398 m E) até o trecho 'Rio Ipanema do Norte - 1' de coordenadas (7206120,149 m S; 769398,4282 m E)		Classe Especial	EQ-1 e EQ-2	0%	Agricultura; Pastagem; Cobertura Florestal
Entre Morretes e Paranaguá	AEG.L6	Sem Nome - 775152513	Sem Nome - 775152513	Do trecho 'Sem Nome - 77515253' de coordenadas (7171615,338 m S; 731662,3099 m E) até o trecho 'Sem Nome - 775152511' de coordenadas (7173124,099 m S; 732222,9598 m E)	Captação Atual	Classe 2			Cobertura Florestal; Uso Misto

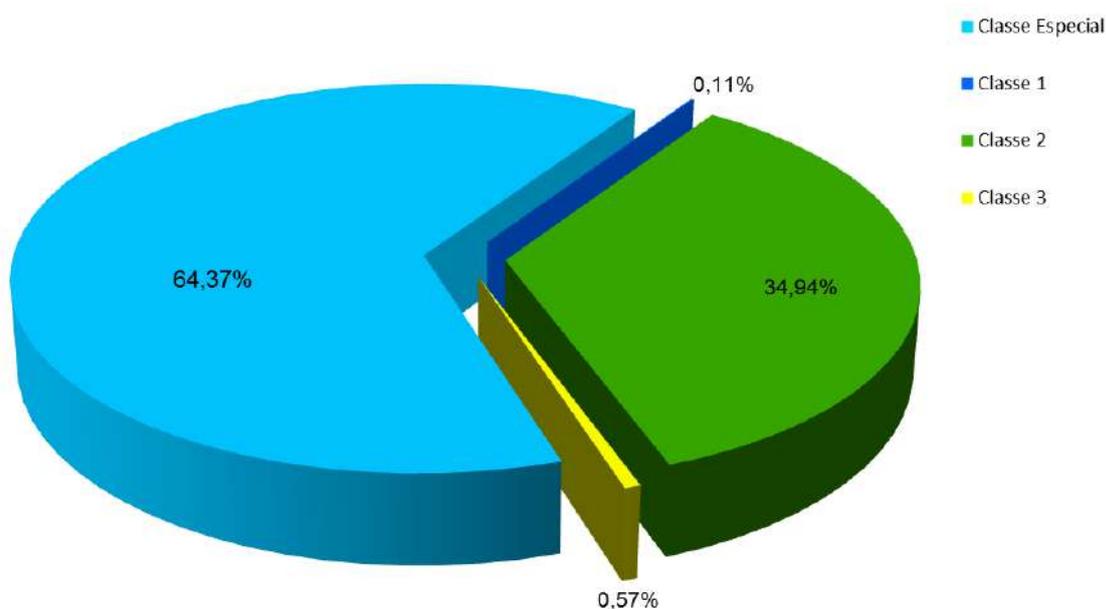


## 5.2. ANÁLISE QUANTITATIVA DA CLASSIFICAÇÃO INICIAL PROPOSTA COM BASE NOS USOS

A partir da Matriz de Diagnóstico, foi possível a definição da quantidade de trechos de rios enquadrados em cada uma das quatro classes, conforme indica a Figura 5.3. Aproximadamente 2.800 km de rios estão inseridos dentro de limites de Unidades de Conservação, o que exigiu enquadramento em Classe Especial. Nesse uso mais exigente foram classificados 3.377 trechos, que representaram 64,37% do total da Bacia Litorânea.

As demais classes (1, 2 e 3) contemplam 35,63% dos rios, sendo a Classe 2 representante de 34,94%. Nesta classe ficaram 1.833 trechos com extensão total de mais de 1.300 km distribuídos pela bacia. Por fim, as classes 1 e 3 juntas contemplam 0,69% da quantidade de trechos e pouco mais de 60 km.

Figura 5.3 – Distribuição das Classes de Enquadramento



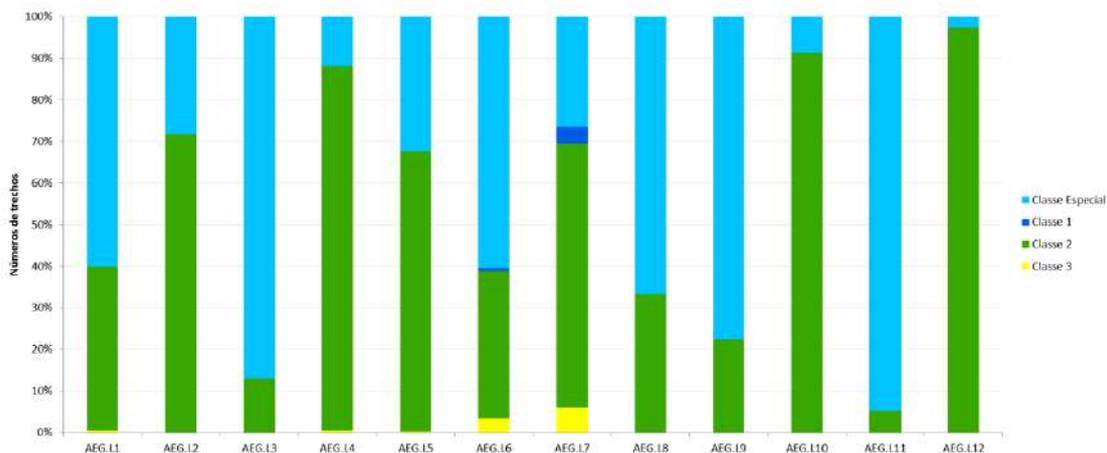
Fonte: Elaborado pela Consultora.

Em uma análise mais específica, a porcentagem referente a cada classe de rio é relativamente oscilante, no entanto de maneira geral pode-se verificar a quase totalidade de trechos selecionados para o enquadramento na Classe Especial ou Classe 2. Os corpos hídricos não selecionados para o processo de classificação foram automaticamente inseridos na Classe 2.

A AEG.L11 é a região que contempla maior porcentagem de trechos de rios classificados com uso mais exigente (88,5%), representando 130,63 km de extensão. A AEG.L9 segue a mesma tendência, possuindo 82,7% de seus trechos com Classe Especial. Pode-se ainda observar a preponderância das Classes 2 nas AEGs 4, 10 e

12. A primeira região possui 180 km de trechos enquadrados nesta classe, o que representa o montante de 75,6% dos seus rios. Aproximadamente com a mesma porcentagem (76,9%), a AEG.L10 possui 77,9 km de trechos. Por fim, a AEG.L12 é a região de preponderância quase absoluta de trechos Classe 2, com 37,3 km.

**Figura 5.4 – Trechos enquadrados por AEG**



Fonte: Elaborado pela Consultora.

## 6. CARGAS POLUIDORAS ATUAIS E FUTURAS

As cargas poluidoras na BHL foram estimadas tanto para o Cenário Atual quanto para os Futuros, conforme metodologia descrita no *P02: Disponibilidades Hídricas* e no *P07: Cenários*. A título de memória, essa metodologia será descrita de forma resumida no presente Capítulo.

### 6.1. Metodologia de Estimativa das Cargas Poluidoras

Por meio do processamento das informações disponíveis, a análise das cargas foi realizada para quatro tipologias de diferentes origens: doméstica; agrícola e uso do solo; pecuária e industrial. A base de cálculo das cargas foi trabalhada no nível das 19.382 células de análise, formadas pelo cruzamento das otobacias nível nove da base hidrográfica do AGUASPARANÁ (2017a), com os setores censitários dos municípios da bacia, traçados pelo IBGE para o ano de 2010, considerando a distribuição por 'tipo' (urbano e rural).

Cabe destacar, que apenas a carga doméstica variou entre os cenários, uma vez que os mesmos foram articulados com fatores referentes à alteração da população no decorrer dos anos.

#### A. Carga doméstica

O cálculo da carga de origem doméstica da situação atual teve o objetivo de quantificar as características do esgotamento sanitário observadas nos municípios da BHL, por meio da utilização dos índices de atendimento de coleta e tratamento de esgoto, conforme o Quadro 6.1.

**Quadro 6.1 – Informações da população e índices de atendimento por município**

Município	Prestador	Coletado e Tratado	Fossa Séptica	Coletado e Não Tratado	Sem coleta
Antonina	SAMAE	0,00%	29,40%	46,60%	24,00%
Guaraqueçaba	SANEPAR	91,82%	4,40%	0,00%	4,10%
Guaratuba	SANEPAR	80,39%	19,20%	0,00%	0,00%
Matinhos	SANEPAR	54,67%	44,90%	0,00%	0,00%
Morretes	SANEPAR	59,55%	24,20%	0,00%	16,00%
Paranaguá	CAB Águas de Paranaguá	44,00%	8,30%	26,00%	21,70%
Piraquara	SANEPAR	71,30%	11,20%	0,00%	17,50%
Pontal do Paraná	SANEPAR	32,08%	55,00%	0,00%	13,00%
Quatro Barras	SANEPAR	70,70%	17,00%	0,00%	12,30%
São José dos Pinhais	SANEPAR	60,20%	16,90%	0,00%	22,90%
Tijucas do Sul	Prefeitura Municipal	0,00%	61,90%	7,10%	31,00%

FONTE: SANEPAR (2017), ANA (2017).

Para o cálculo da carga de origem doméstica nos cenários tendenciais foram utilizados os mesmos índices de atendimento de esgoto da situação atual, tabelados acima. Dessa forma, considerou-se um aumento de população, mas uma taxa de atendimento constante. Para a estimativa das cargas nos cenários alternativos, considerou-se que os municípios da BHL atenderiam as metas de índices de atendimento do Plansab, prevista pelo Ministério das Cidades (2014), sendo para a região Sul:

- Índice de coleta urbana e rural, incluindo fossa séptica de 96%;
- Índice de coleta e tratamento de 94%.

A partir da espacialização da população urbana do Censo Demográfico de 2010 nas células de análise, foram aplicados os índices de coleta e tratamento dos municípios da Bacia, resultando na divisão de quatro parcelas populacionais:

- População com coleta e com tratamento – Grupo A;
- População com coleta e sem tratamento – Grupo B;
- População sem coleta e com fossa séptica – Grupo C; e
- População sem coleta e sem tratamento – Grupo D.

Para o cálculo da carga gerada, foram utilizados como referência os valores de contribuição *per capita* de 54 g/hab.dia para DBO (VON SPERLING, 2005). Em relação ao cálculo da carga remanescente, a análise foi realizada de forma distinta para cada um dos Grupos. Para os grupos B e D, não foi considerado abatimento da carga gerada, portanto, o valor da carga remanescente é igual ao da carga gerada. Para o Grupo C, o abatimento considerou uma eficiência de remoção na ordem de 30% para DBO, de acordo com Von Sperling (2005), essa é a eficiência prevista para efluentes domésticos encaminhados a fossas sépticas. Para o Grupo A, a carga remanescente foi calculada considerando as eficiências de remoção de DBO e os padrões de cada tipo de tratamento das Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) existentes na BHL.

#### B. - Carga Pecuária

Para a análise das cargas pecuárias, foi considerado o conceito de bovinos equivalentes, BEDA (Bovinos Equivalentes para Demanda de Água), metodologia utilizada no Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (SUDENE, 1980) e que vem sendo aplicada em outros estudos a nível nacional, como o Plano de Bacia do Rio Paranaíba (ANA, 2013), estadual – Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás (SECIMA, 2015) e estudos locais, como no Plano de Bacia do Rio Tibagi (ÁGUASPARANÁ, 2013a); Plano de Bacia do Rio Jordão (ÁGUASPARANÁ, 2013b).

O cálculo da carga gerada toma como referência o valor unitário de 10 g/BEDA.dia de DBO, conforme apresentado por Omernik (1977) no estudo do EPA (*Environmental Protection Agency U.S*). Como a maior parte destas cargas fica retida no solo, e depende de escoamento superficial para atingir os cursos d'água, foi considerado um abatimento de 95% para DBO. Essa mesma condição foi utilizada nos estudos já citados anteriormente.

#### C. – Carga agrícola e de uso do solo

A metodologia utilizada nesse estudo consistiu no cruzamento do uso do solo de cada célula com um coeficiente de exportação. Para tanto, foi realizada a espacialização do mapa de uso e ocupação do solo no nível de célula para a obtenção das áreas agrícolas, de pastagem, de florestas e urbanas, que entraram no cálculo das fontes de poluição difusa.

Uma vez que não foram identificados coeficientes de exportação específicos para a área da Bacia Hidrográfica Litorânea, a Consultora optou por utilizar como referência os valores utilizados na elaboração de outros Planos de Bacias, dentre eles o Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (COMITÊS PCJ, 2011) para o período de 2008-2020, no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paranaíba (ANA, 2013) para o período de 2010 a 2030, no Plano de Bacia do Rio Tibagi (AGUASPARANA, 2013a), Plano de Bacia do Rio Jordão (AGUASPARANA, 2013b), Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás (SECIMA, 2015).

Para a carga remanescente de DBO, adotou-se um abatimento de 95% sobre a carga gerada, de modo que representasse o decaimento deste parâmetro ao longo dos trechos de rio até atingir os cursos d'água principais nas situações com menor escoamento superficial. No Quadro 6.2 são apresentados os critérios adotados para a estimativa das cargas oriundas do uso do solo.

**Quadro 6.2 – Coeficientes de exportação e taxas de abatimento para DBO**

Uso do Solo	Carga Unitária (kg/ha dia)	Taxa de remoção
Agricultura	0,04910	0,95
Urbano	0,16000	0,95
Pastagem e Campos	0,01080	0,95
Cobertura Florestal	0,01170	0,95

**FONTE:** Adaptado de COMITÊS PCJ (2011); ANA (2013); AGUASPARANA (2013a); AGUASPARANA (2013b); SECIMA (2015); Gomes *et al.* (1998).

#### D. Industrial

A estimativa das cargas de origem industrial foi realizada para os estabelecimentos que possuem lançamentos superiores a 1,8 m<sup>3</sup>/h, identificados a partir dos dados

contidos no Cadastro de Outorga de Lançamento de Efluentes do ÁGUASPARANÁ, conforme Quadro 6.3.

A carga remanescente foi obtida multiplicando-se a vazão solicitada, o lançamento horas/dia e a concentração de DBO. É importante ressaltar que esses dados industriais podem não representar a realidade da região, devido aos poucos usuários identificados com dados possíveis de tratamento para a estimativa de cargas.

**Quadro 6.3 - Empreendimentos considerados na estimativa de cargas**

<b>Usuário</b>	<b>Município</b>
PSC Empreendimentos Ltda.	Paranaguá
PSC Empreendimentos Ltda.	Paranaguá
Subsea7 do Brasil Serviços Ltda.	Pontal do Paraná
BRF S.A.	Paranaguá
JM Tratamento de Resíduos Ltda.	Paranaguá
JM Tratamento de Resíduos Ltda.	Morretes
Fratelli Indústria e Comércio Ltda.	Guaraqueçaba
COAMO Agroindustrial Cooperativa	Paranaguá

**FONTE:** AGUASPARANÁ (2017b).

## 6.2. Cargas Remanescentes Estimadas

As cargas remanescentes de DBO estimadas para cada cenário estão apresentadas por AEG no Quadro 6.4 e por município no Quadro 6.5. Em todos os cenários a AEG com maiores cargas é a L.6, que abrange a área mais urbanizada, incluindo o município de Paranaguá, o de maior população e também atividades cadastradas no cadastro de outorgas.

Da Figura 6.1 à Figura 6.13 são apresentadas as cargas remanescentes de DBO estimadas por ottobacias para cada um dos cenários. Pelos mapas nota-se claramente que as áreas críticas da bacia são próximas às áreas urbanas, caracterizando o impacto da ocupação humana sobre os corpos hídricos. Destacam-se os altos valores de carga mesmo nos cenários alternativos que consideram os índices de atendimento do Plansab. Uma vez que a carga oriunda do esgoto doméstico é a de maior dimensão, a mesma precisa ser olhada com mais detalhes no processo de definição do enquadramento e nas ações a serem propostas para melhoria da qualidade da água na bacia.

Quadro 6.4 – Cargas Poluidoras Remanescentes de DBO (kg/dia) Estimadas por AEG

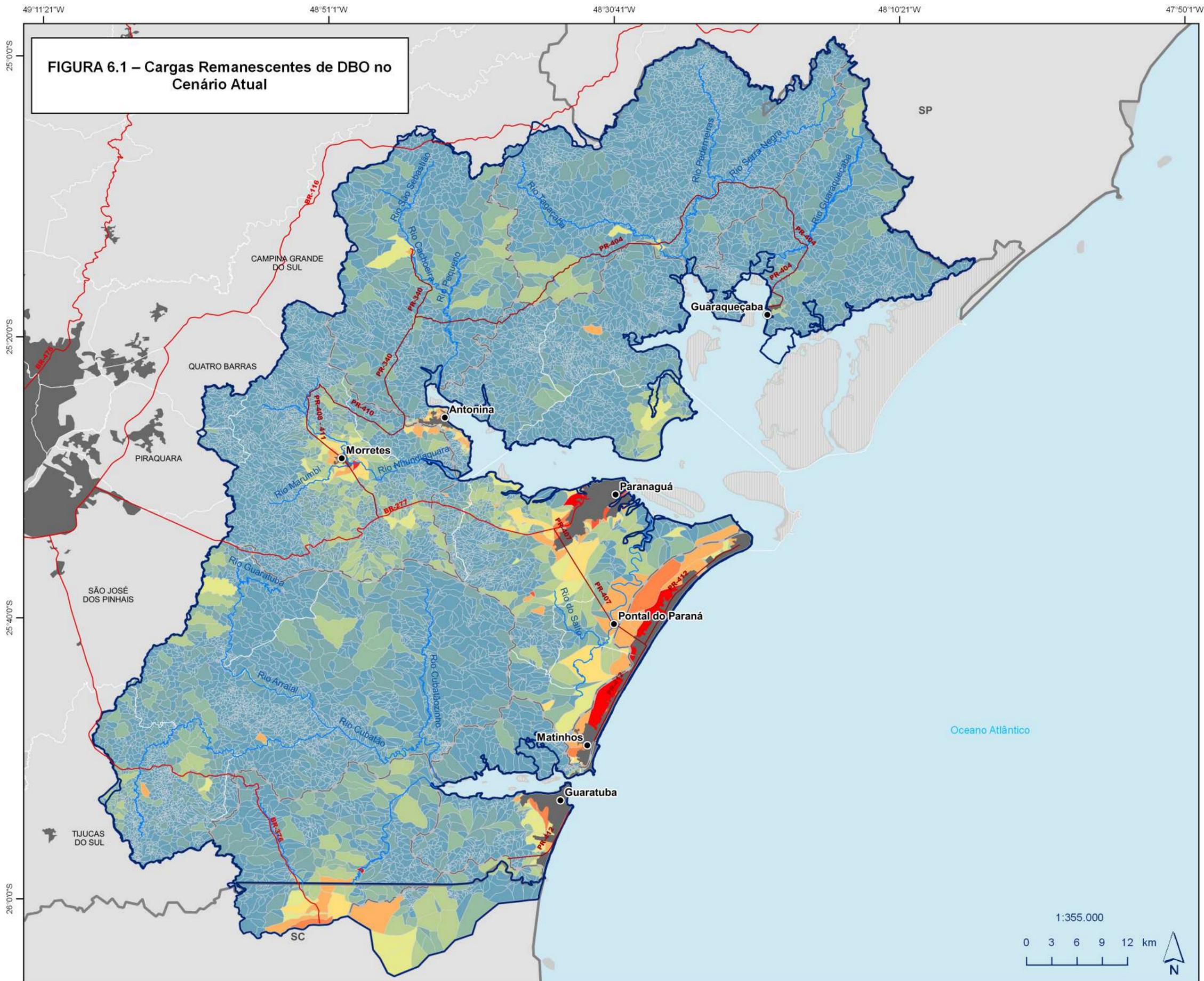
AEG	Localização do Município por AEG		CENÁRIO ATUAL	CENÁRIO TENDENCIAL						CENÁRIO ALTERNATIVO					
	Integral	Parcial		População Residente			População Flutuante			População Residente			População Flutuante		
				Extrap. Longo Prazo (2000-2016)	Extrap. Curto Prazo (2010-2016)	Projeção Atlas	Extrap. Longo Prazo (2000-2016)	Extrap. Curto Prazo (2010-2016)	Projeção Atlas	CENÁRIO 1 (Paranaguá)	CENÁRIO 2 (Guaratuba)	CENÁRIO 3 (ambos)	CENÁRIO 1 (Paranaguá)	CENÁRIO 2 (Guaratuba)	CENÁRIO 3 (ambos)
L1	-	Guaraqueçaba	74,53	124,19	135,01	112,61	36,58	35,16	34,87	126,13	126,13	126,13	35,87	35,87	35,87
L2	-	Guaraqueçaba	101,3	118,23	125,92	109,97	55,66	53,58	53,41	109,59	109,56	109,59	54,18	54,17	54,18
L3	-	Antonina, Guaraqueçaba, Paranaguá	145,65	190,23	199,73	178,13	121,90	106,80	105,79	190,53	171,55	190,53	112,81	110,92	112,81
L4	-	Antonina	833,54	877,23	961,02	792,50	1.147,15	1.126,02	1.095,49	574,73	398,25	574,73	501,80	476,33	501,80
L5	-	Antonina, Morretes, Piraquara, Quatro barras	816,75	851,10	917,07	781,24	896,25	746,83	729,96	940,89	691,57	940,89	706,11	675,70	706,11
L6	-	Matinhos, Morretes, Pontal do Paraná, Paranaguá	5.222,27	6.667,19	6.952,69	6.074,74	2.157,43	2.120,32	2.081,85	3.497,51	3.105,50	3.499,77	1.119,06	1.105,77	1.119,68
L7	-	Matinhos, Pontal do Paraná	1.695,90	2.362,94	2.160,11	1.728,21	4.719,09	4.658,26	4.513,06	1.600,19	1.441,04	1.648,22	3.067,24	3.020,57	3.080,39
L8		Guaratuba	72,59	126,34	126,36	104,89	252,11	228,69	222,58	61,04	72,35	72,35	118,63	121,55	121,55
L9	São José dos Pinhais	Guaratuba, Tijucas do Sul, Morretes	313,13	553,14	550,45	488,48	275,34	231,87	229,31	460,55	475,07	476,44	243,50	247,36	247,52
L10	-	Garuva, Guaratuba	960,44	1.191,62	1.186,59	1.108,51	1.591,28	1.505,49	1.485,15	880,96	904,45	904,45	1.022,02	1.027,97	1.027,97
L11	-	Guaratuba	1.130,49	898,15	910,49	767,42	1.808,07	1.793,03	1.750,09	876,42	1.116,47	1.116,47	1.743,56	1.804,38	1.804,38
L12	Itapoá	Garuva	48,08	103,73	102,21	86,01	181,12	139,23	135,81	74,68	76,86	76,86	129,84	130,39	130,39
<b>Total</b>	-	-	<b>11.414,69</b>	<b>11.870,58</b>	<b>12.128,36</b>	<b>10.370,76</b>	<b>9.661,51</b>	<b>9.307,53</b>	<b>9.066,31</b>	<b>7.561,16</b>	<b>6.591,01</b>	<b>7.638,66</b>	<b>5.959,20</b>	<b>5.848,24</b>	<b>5.979,91</b>

Fonte: Elaborado pela Consultora.

Quadro 6.5 – Cargas Poluidoras Remanescentes de DBO (kg/dia) Estimadas por Município

Nome	AEG	Cenário Atual	CENÁRIO TENDENCIAL						CENÁRIO ALTERNATIVO					
			População Residente			População Flutuante			População Residente			População Flutuante		
			Extrap. Longo Prazo (2000-2016)	Extrap. Curto Prazo (2010-2016)	Projeção Atlas	Extrap. Longo Prazo (2000-2016)	Extrap. Curto Prazo (2010-2016)	Projeção Atlas	CENÁRIO 1 (Paranaguá)	CENÁRIO 2 (Guaratuba)	CENÁRIO 3 (ambos)	CENÁRIO 1 (Paranaguá)	CENÁRIO 2 (Guaratuba)	CENÁRIO 3 (ambos)
Antonina	L3; L4; L5	923,35	982,94	1.076,26	888,66	1.285,84	1.246,16	1.212,57	658,77	457,82	658,77	577,38	548,38	577,38
Campina Grande do Sul	L2; L4; L5	1,70	2,96	3,07	2,70	0,34	0,34	0,34	2,48	2,48	2,48	0,34	0,34	0,34
Campo Alegre	L10	0,03	0,04	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Garuva	L10; L12	239,46	464,08	456,05	380,98	822,30	759,39	739,78	149,18	149,18	149,18	253,39	253,39	253,39
Guaraqueçaba	L1; L2; L3	254,26	328,61	350,77	304,90	149,21	144,75	144,21	317,74	317,74	317,74	146,32	146,32	146,32
Guaratuba	L8; L9; L10; L11	1.991,74	1.880,48	1.895,99	1.716,11	3.024,60	2.879,33	2.828,38	1.811,46	2.101,80	2.101,80	2.860,25	2.933,80	2.933,80
Itapoá	L12	3,15	3,84	3,69	3,35	2,95	2,95	2,95	3,53	3,53	3,53	2,95	2,95	2,95
Matinhos	L6; L7	973,88	1.007,42	1.001,07	820,06	2.029,78	2.020,34	1.963,71	537,05	589,93	589,93	1.070,08	1.084,55	1.084,55
Morretes	L5; L6; L9	785,04	811,04	873,29	747,61	855,87	705,25	690,14	941,21	694,18	941,21	717,45	687,62	717,45
Paranaguá	L3; L6	5.110,56	6.459,88	6.766,47	5.922,35	1.695,54	1.688,33	1.662,38	3.420,65	3.036,44	3.420,65	941,06	930,44	941,06
Piraquara	L5	4,61	10,07	9,66	8,91	1,06	1,06	1,06	7,82	7,82	7,82	1,06	1,06	1,06
Pontal do Paraná	L6; L7	888,19	1.668,08	1.450,79	1.147,03	3.292,00	3.214,87	3.109,35	1.179,59	964,12	1.179,59	2.201,85	2.139,64	2.201,85
Quatro Barras	L5	5,63	11,53	11,40	10,59	1,23	1,23	1,23	9,22	9,22	9,22	1,23	1,23	1,23
São José dos Pinhais	L9	79,68	162,19	156,04	142,24	28,30	28,30	28,30	128,64	128,64	128,64	28,30	28,30	28,30
Tijucas do Sul	L9	153,40	270,93	273,04	237,14	52,97	52,97	52,97	225,84	225,84	225,84	52,97	52,97	52,97
<b>Total</b>	-	<b>11.414,69</b>	<b>14.064,08</b>	<b>14.327,64</b>	<b>12.332,70</b>	<b>13.241,98</b>	<b>12.745,28</b>	<b>12.437,37</b>	<b>9.393,22</b>	<b>8.688,79</b>	<b>9.736,44</b>	<b>8.854,62</b>	<b>8.810,99</b>	<b>8.942,65</b>

Fonte: Elaborado pela Consultora.



**FIGURA 6.1 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Atual**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

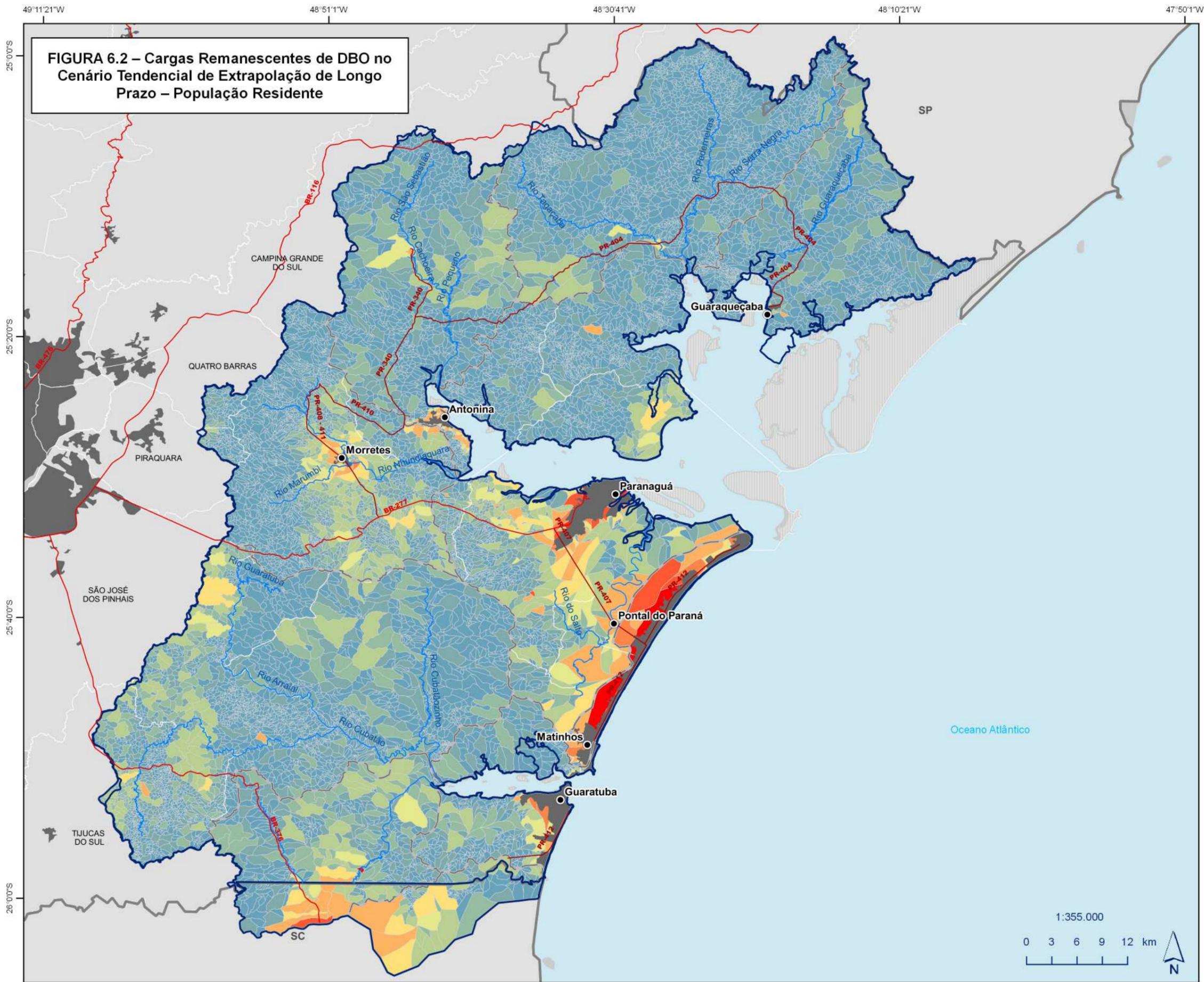
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.2 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

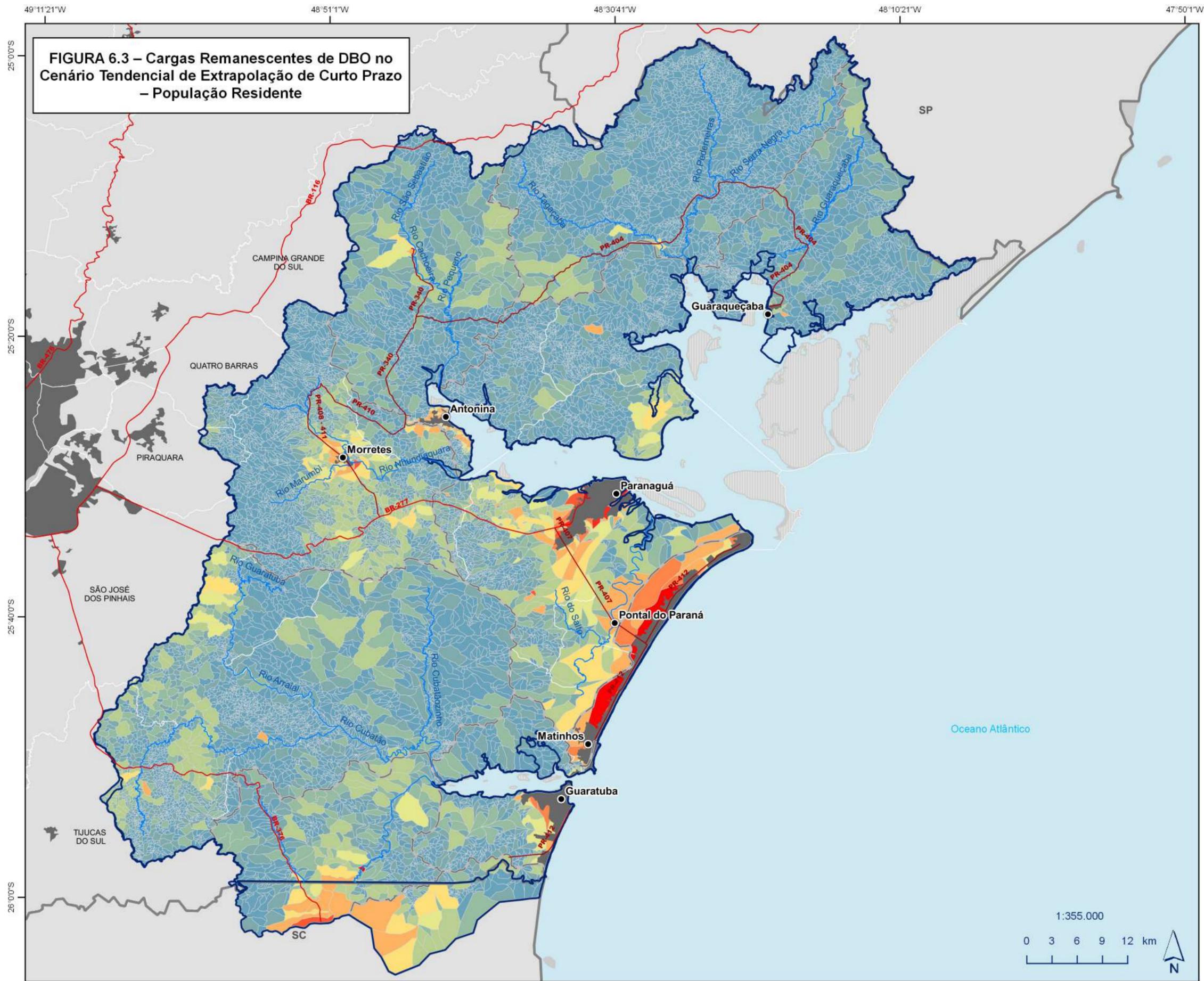
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.3 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

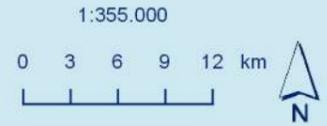
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

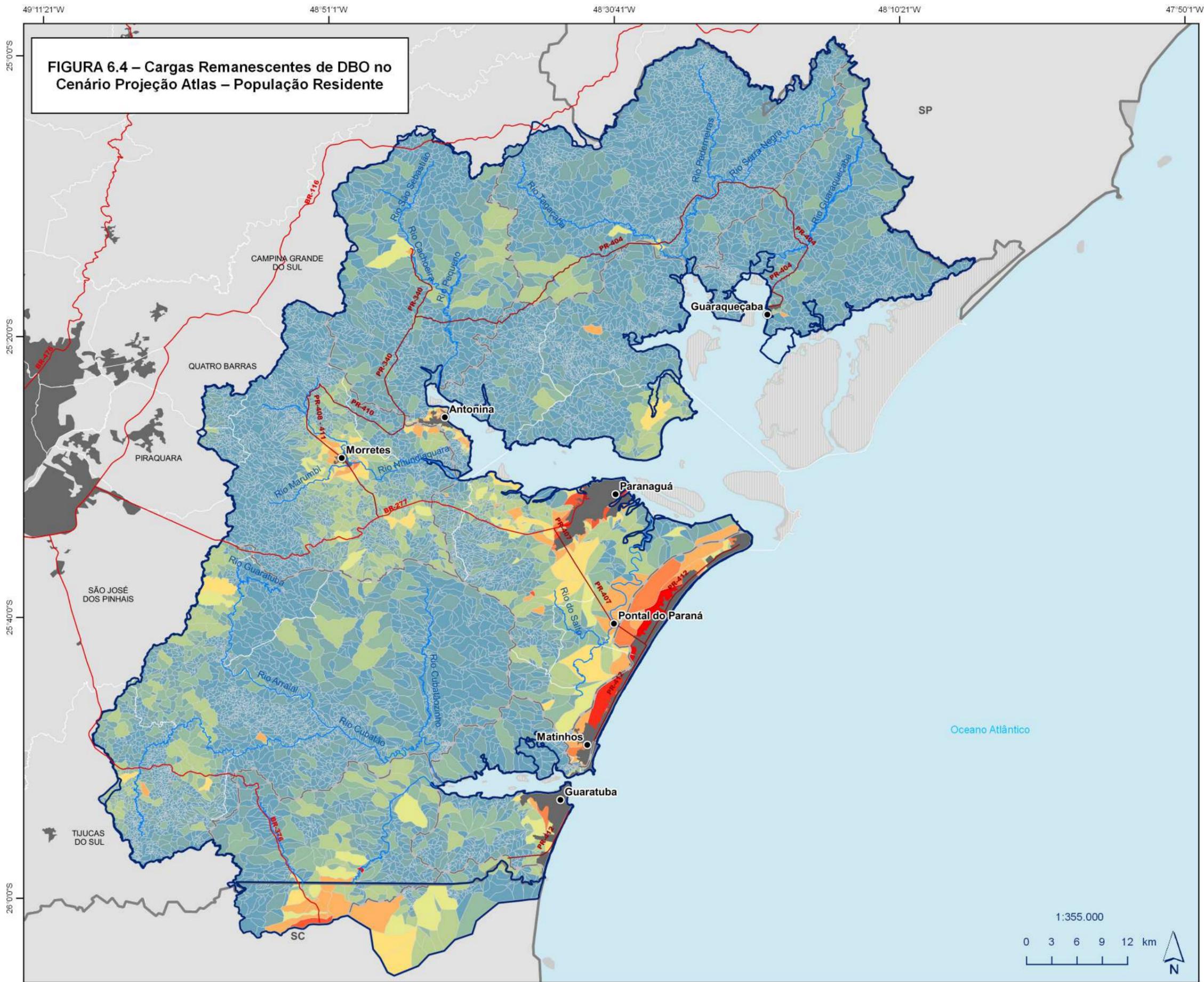
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.4 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Projeção Atlas – População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

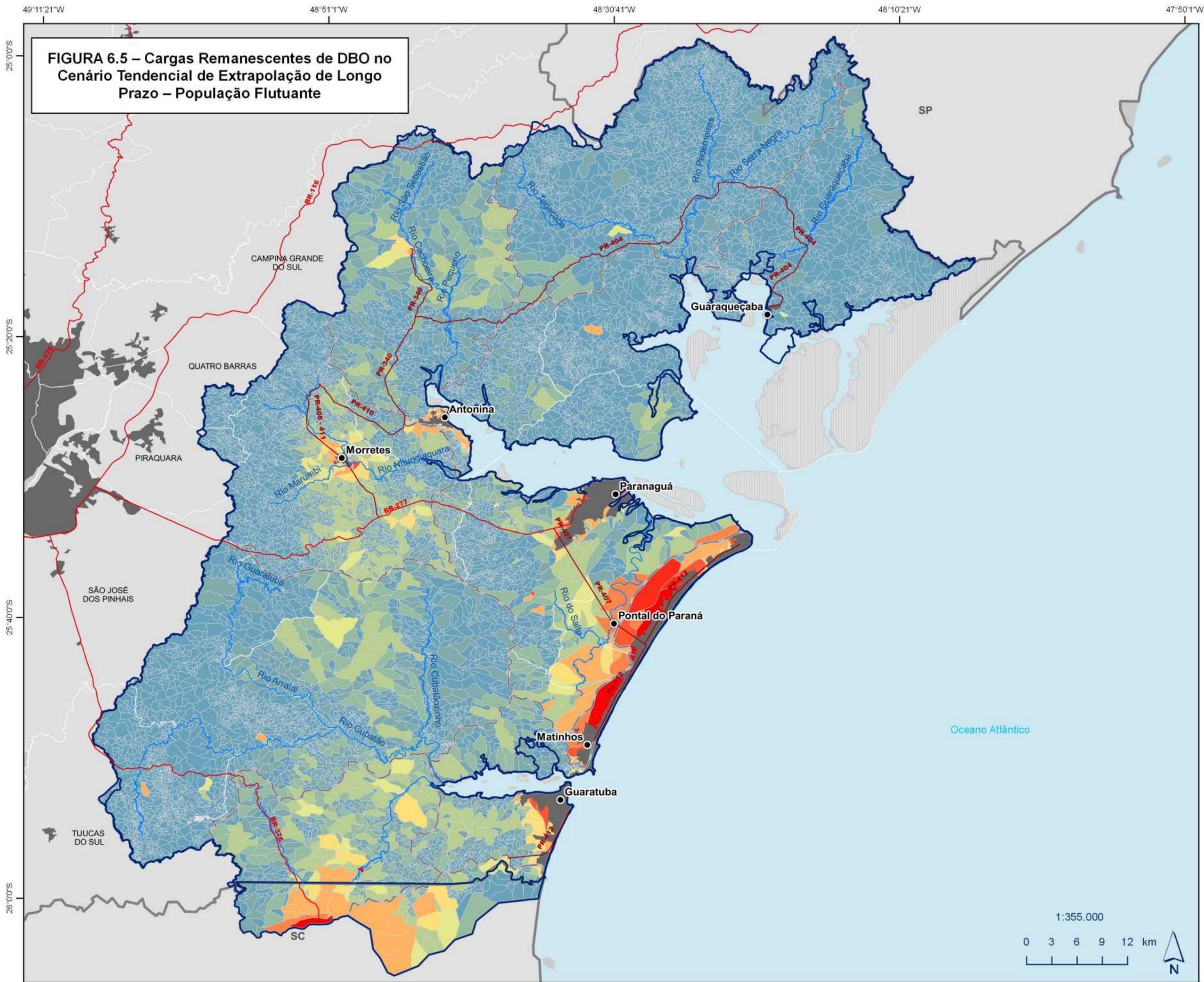
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.5 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

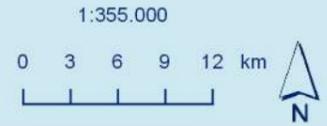
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

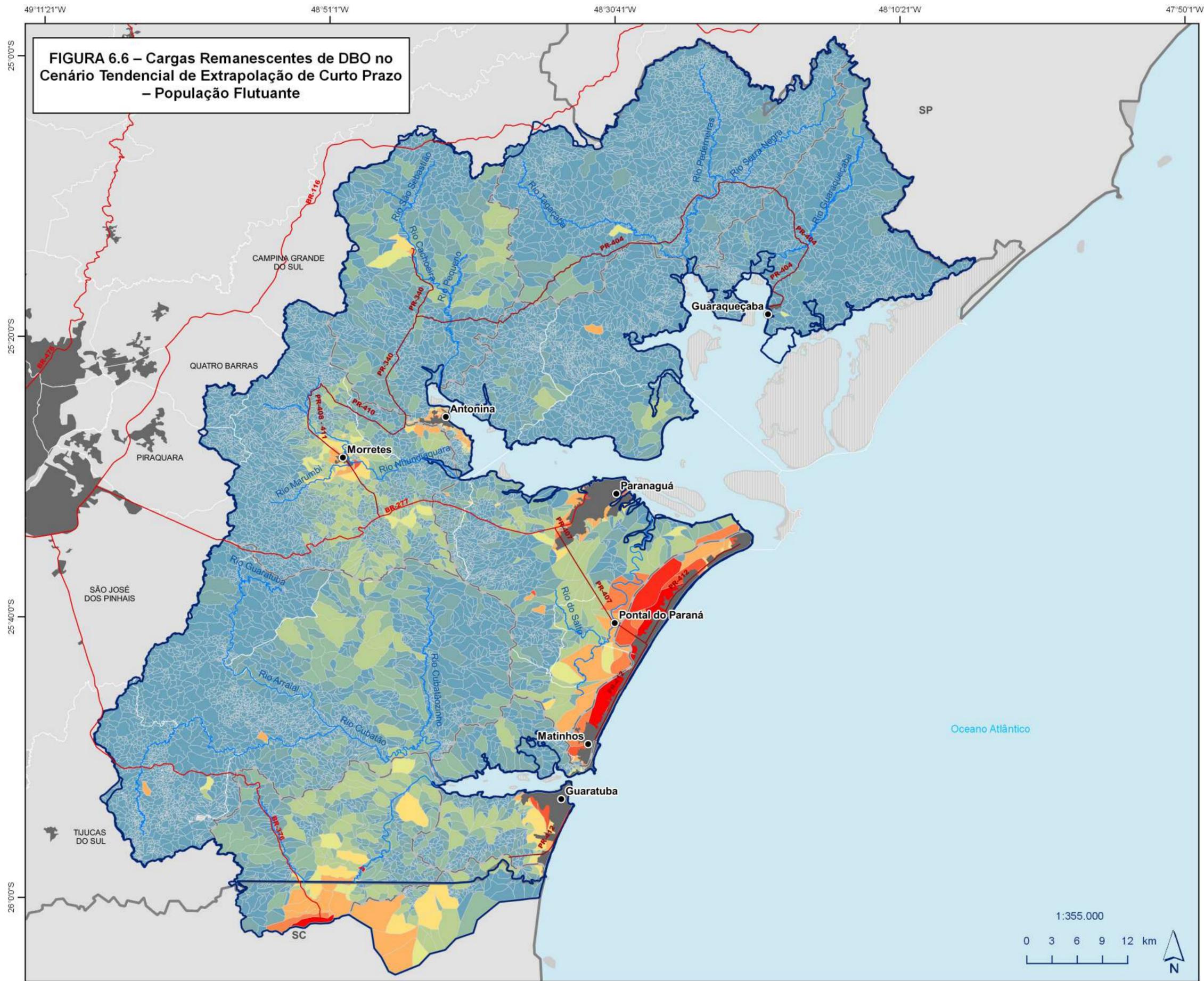
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.6 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

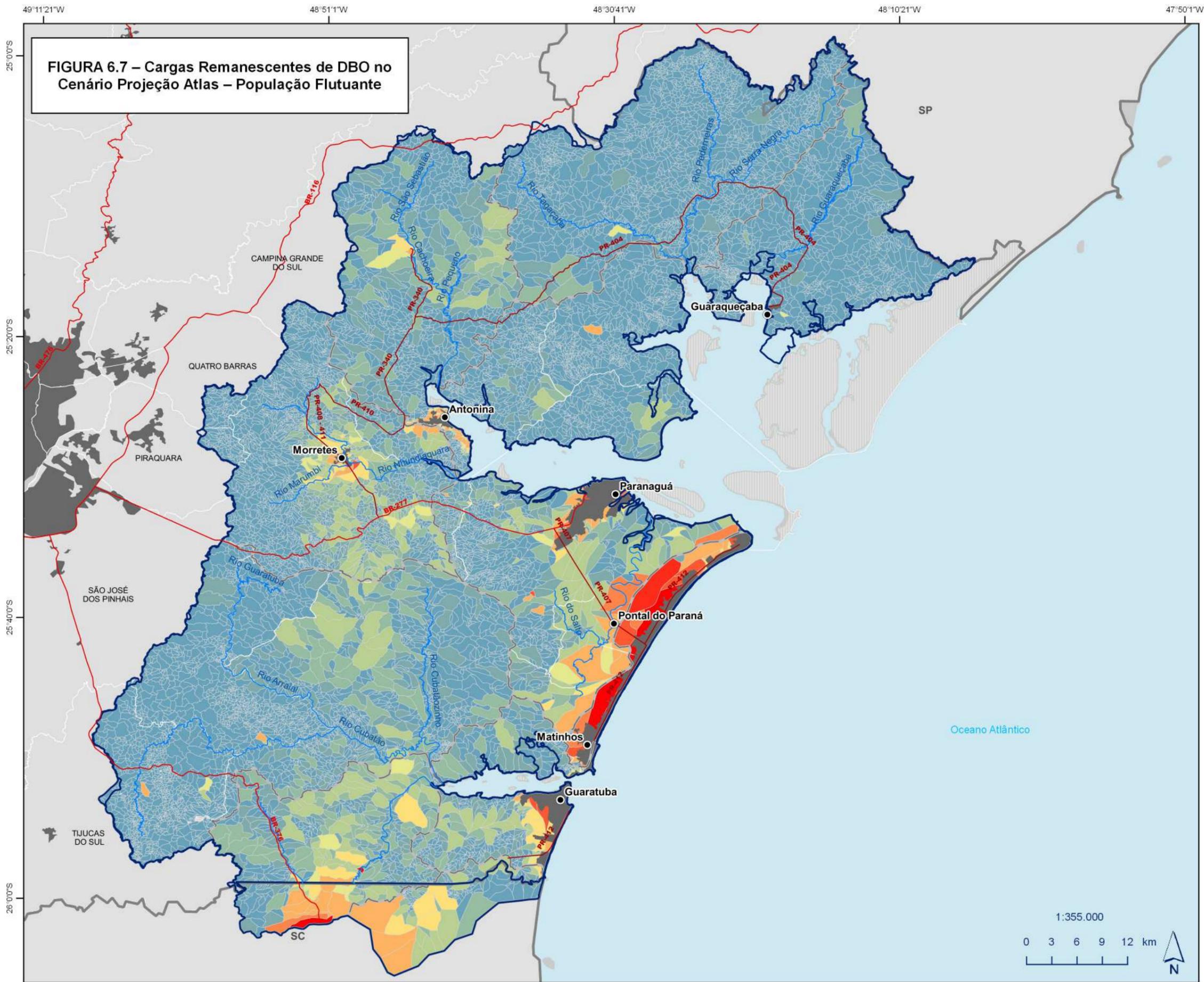
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.7 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Projeção Atlas – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

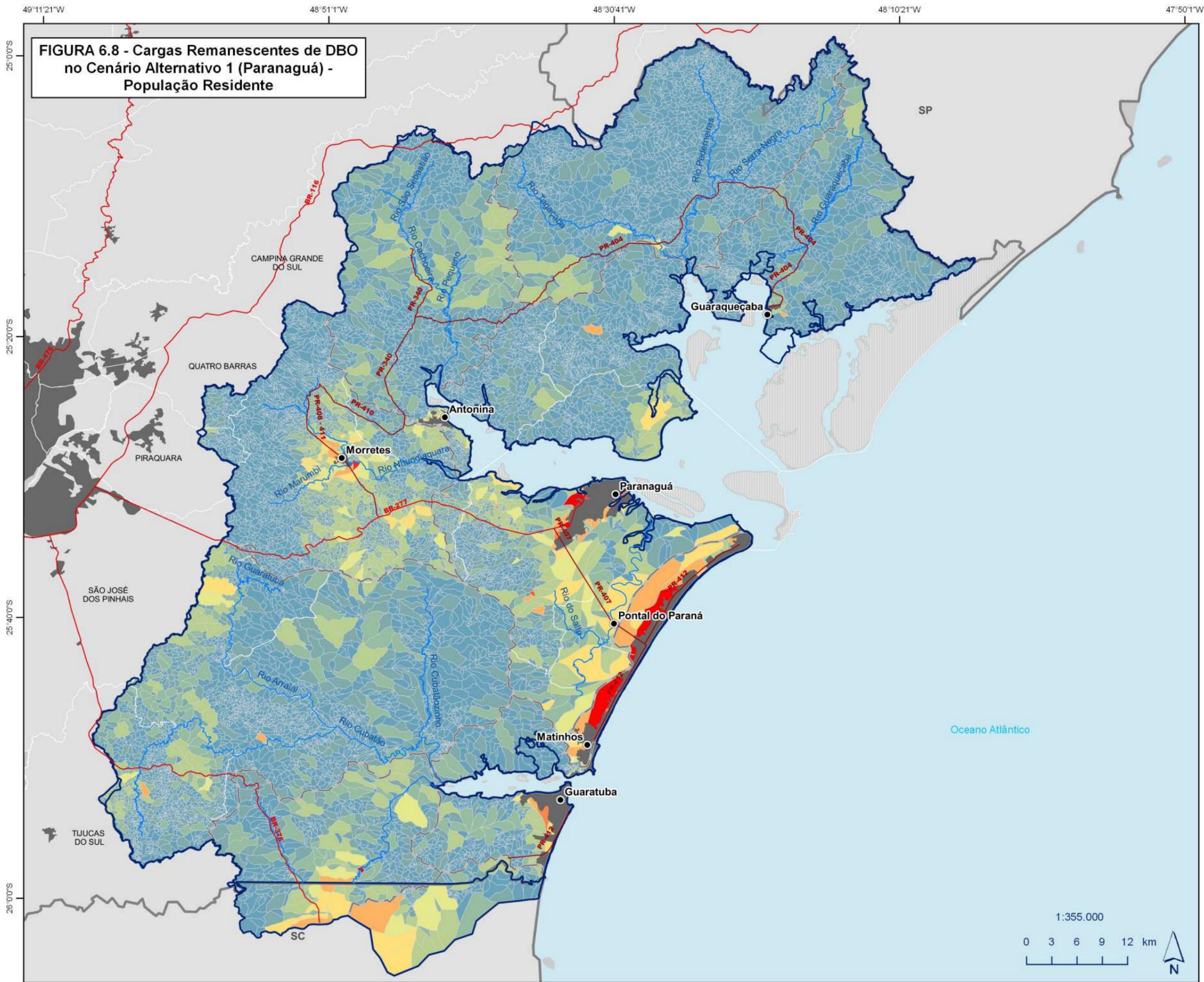
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.8 - Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) - População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

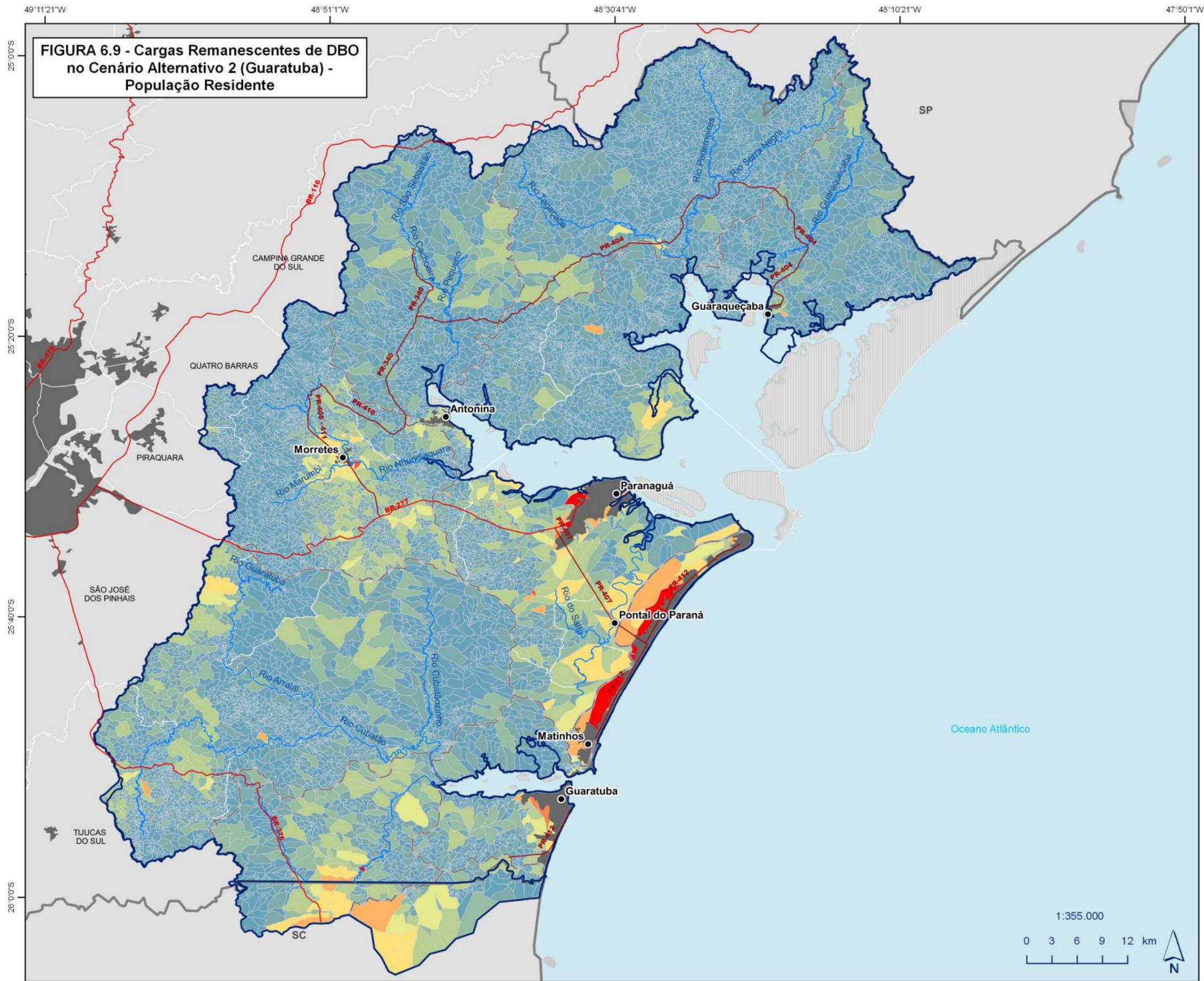
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.9 - Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) - População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

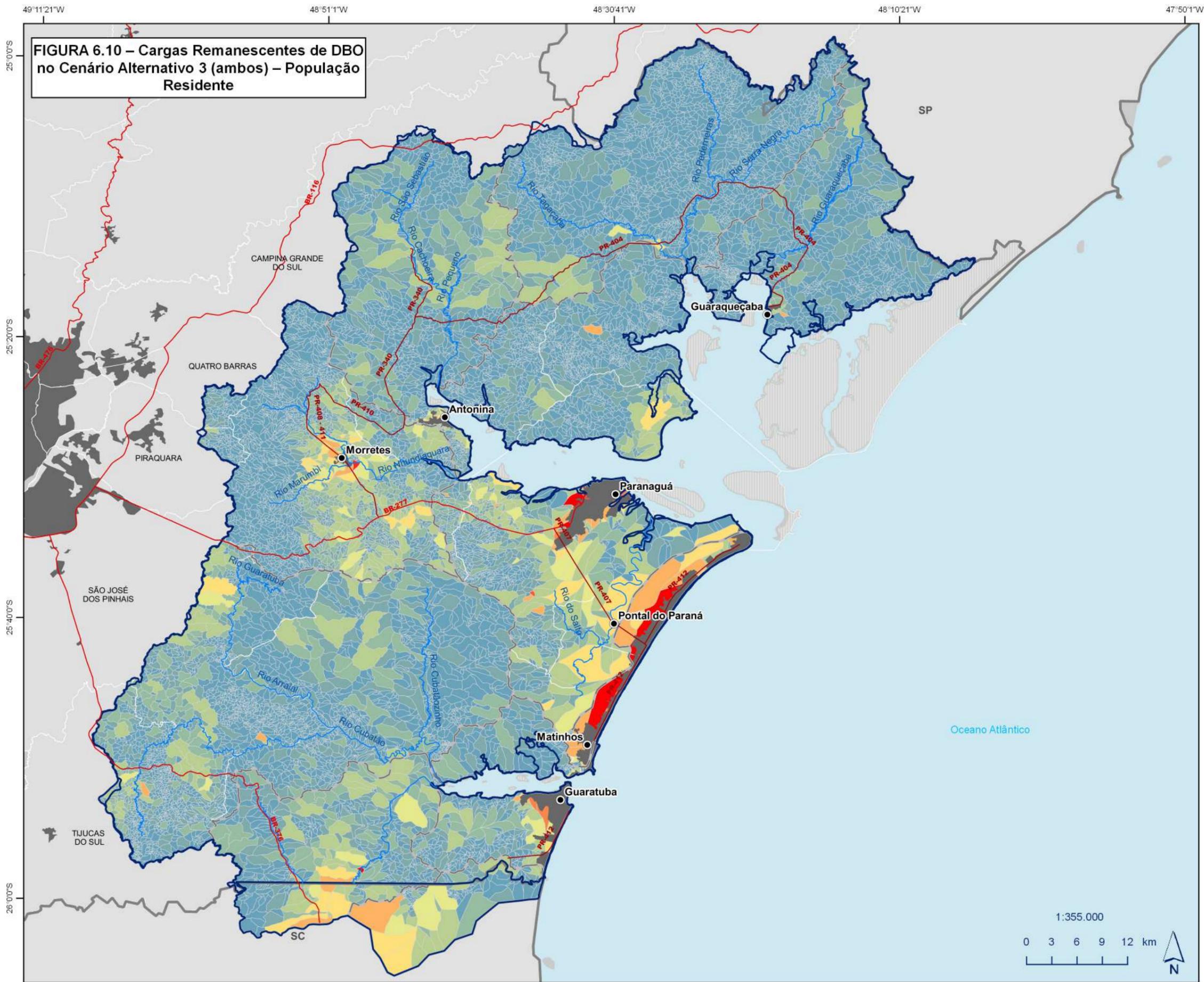
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.10 – Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

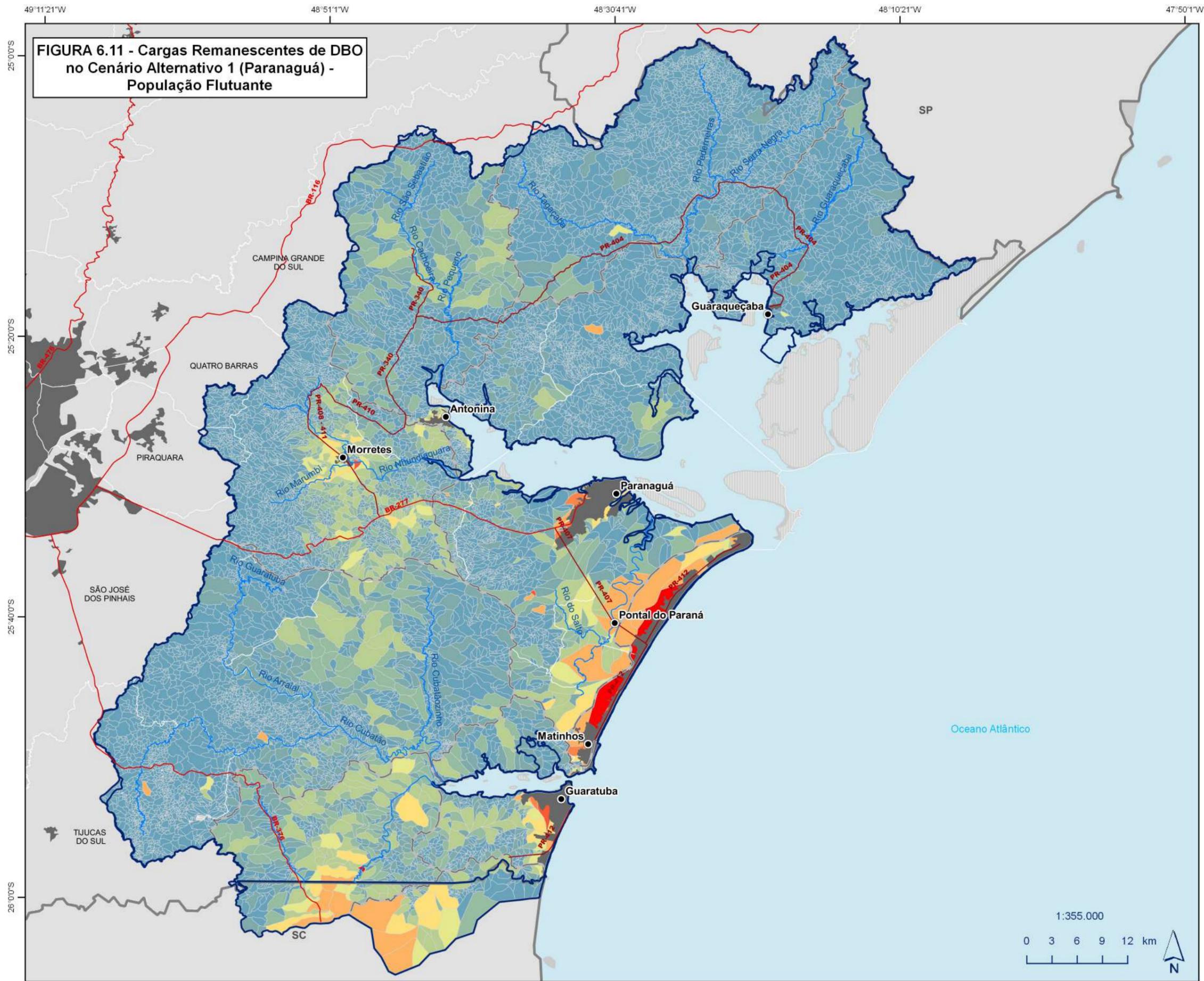
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.11 - Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) - População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

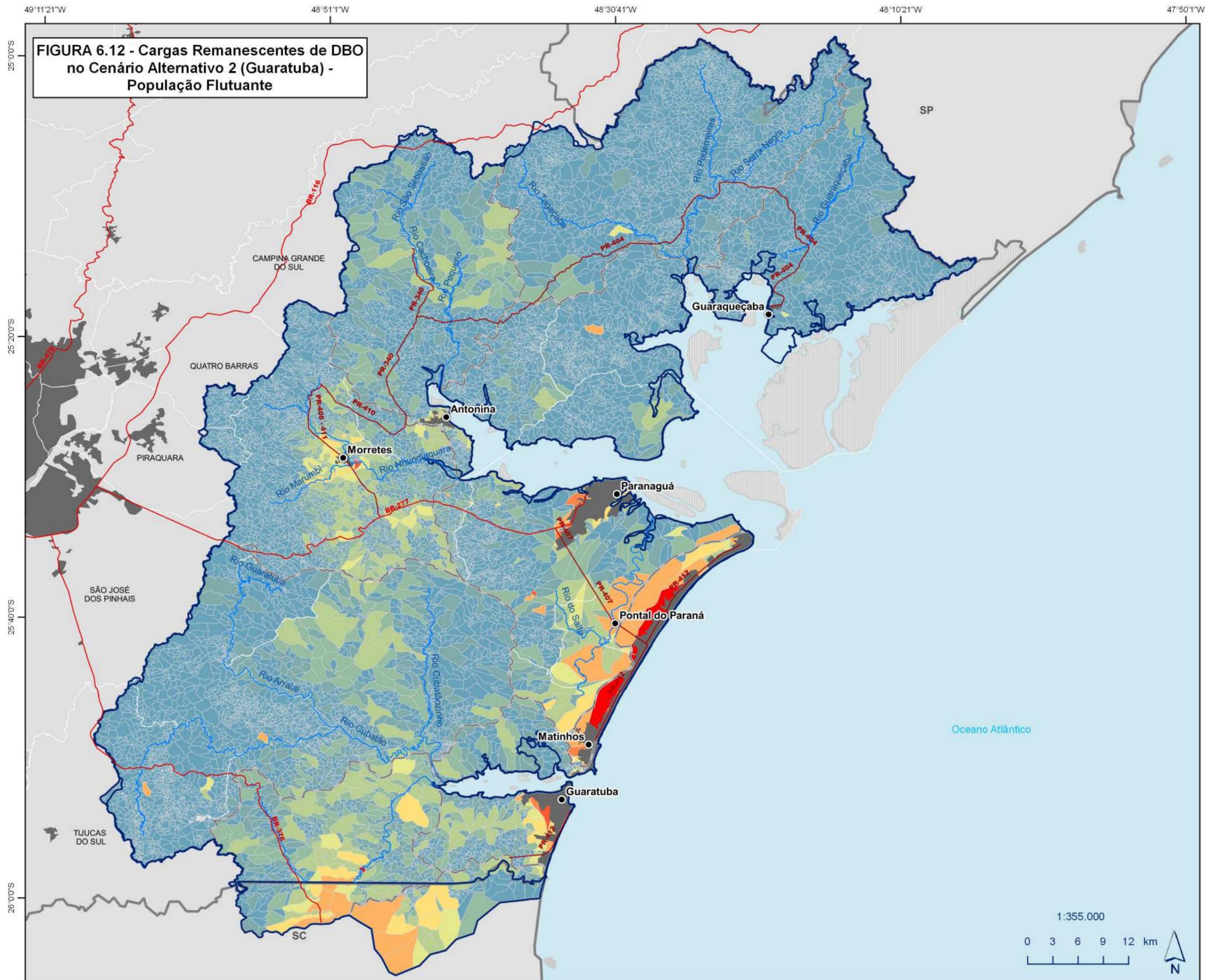
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 6.12 - Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) - População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

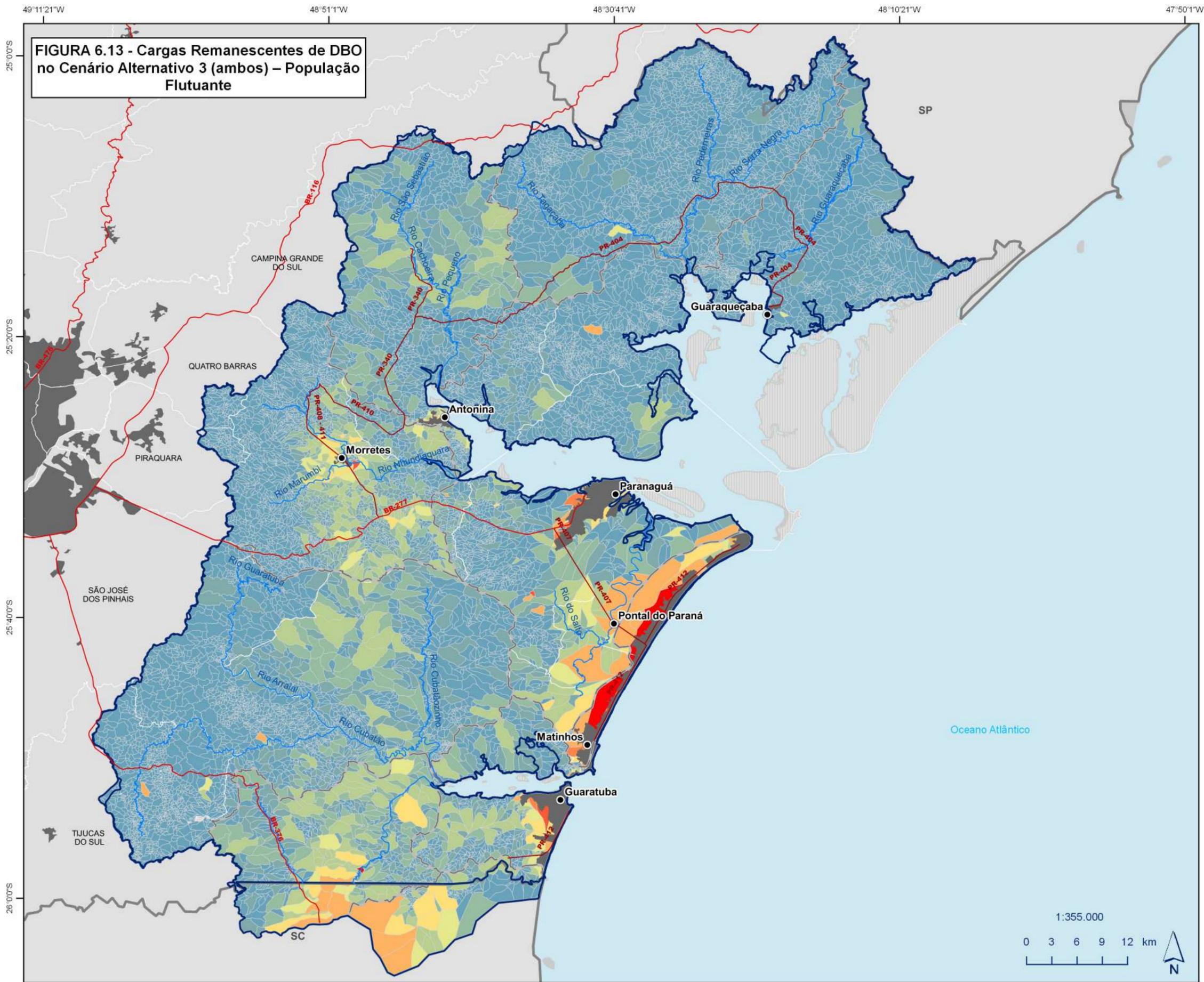
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 6.13 - Cargas Remanescentes de DBO no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

## 7. MODELAGEM QUALI-QUANTITATIVA

Para o balanço quali-quantitativo e estimativa das cargas poluidoras a serem reduzidas, fez-se uma adaptação de um modelo matemático desenvolvido pela Consultora e utilizado no Atlas (ANA, 2017) e no Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Norte do Estado do Paraná (SANEPAR, *em andamento*). O modelo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o impacto dos lançamentos nos corpos hídricos, sendo que essa análise foi realizada tanto para a condição atual como para os cenários futuros propostos. O parâmetro simulado foi a DBO que vêm sendo abordada ao longo do presente Plano. O efeito das cargas poluidoras remanescentes foi avaliado na vazão de referência  $Q_{95\%}$  e, de forma complementar na  $50\%Q_{95\%}$ . Cabe aos gestores estabelecerem como querem trabalhar com essas vazões e fontes de poluição nas próximas etapas do PBH Litorânea.

### 7.1. Estrutura do Modelo

Embora o Termo de Referência não prevesse a abordagem de águas salobras e salinas no enquadramento, buscou-se inserir de forma simplificada as variáveis salinidade e variação de marés na elaboração da proposta do enquadramento da BHL. Evidentemente, estudos mais aprofundados serão recomendados no Plano de Ações e ficará a cargo do Comitê.

Para identificação da variação da maré foram utilizados os quatro pontos de previsão e acompanhamento existentes na BHL, conforme o Quadro 7.1, sendo que um deles é acompanhado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) e três pela Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA).

**Quadro 7.1 – Pontos de acompanhamento das marés**

Ponto	Latitude	Longitude	Instituição	Período de Dados
Barra de Paranaguá - Canal Sueste	25°32,4'S	48°17,7'W	DHN	2005 - 2017
Barra de Paranaguá - Canal da Galheta	25°34,0'S	48°19,0'W	APPA	2005 - 2017
Porto de Paranaguá - Cais Oeste	25°30,1'S	48°31,5'W	APPA	2005 - 2017
Terminal Portuário da Ponta do Félix	25°27,3'S	48°40,7'W	APPA	2005 - 2017

Fonte: DHN (2017)

Esses pontos estão associados à variação de marés na Baía de Paranaguá, mas podem ser utilizados para estimar uma variação nas demais localidades influenciadas pelo fenômeno. Analisando os dados de variação de maré para os últimos três anos, encontra-se uma variação máxima média de 1,5 m, conforme Quadro 7.2. Dessa forma, os pontos de lançamento com nível igual ou inferior a essa medida tiveram sua análise diferenciada dos demais trechos de rio.

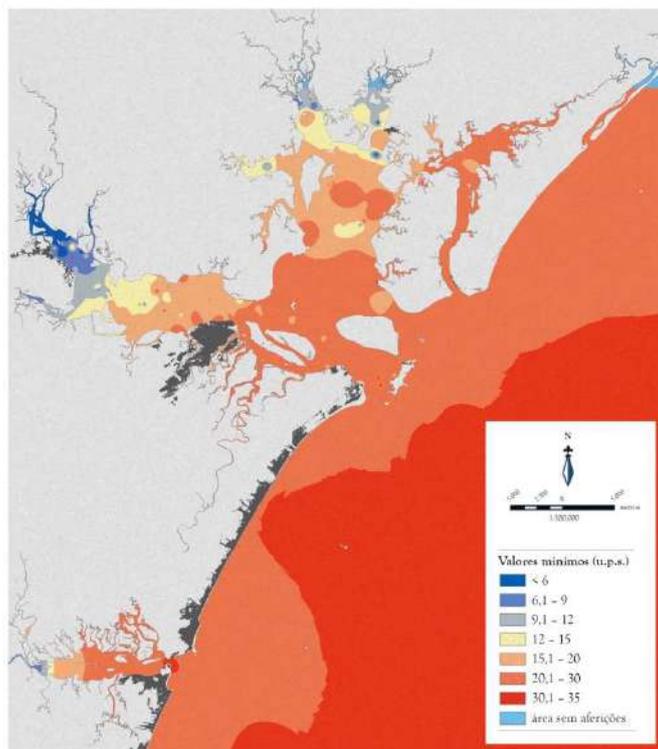
**Quadro 7.2 – Variação média das marés em metros**

2015												
PONTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Canal da Galheta	1,18	1,19	1,22	1,26	1,25	1,24	1,25	1,26	1,24	1,22	1,22	1,22
	0,46	0,43	0,40	0,38	0,42	0,42	0,41	0,38	0,39	0,41	0,44	0,45
Canal Sudeste	1,18	1,16	1,18	1,16	1,15	1,17	1,20	1,18	1,15	1,14	1,13	1,15
	0,40	0,42	0,40	0,46	0,42	0,42	0,40	0,41	0,41	0,43	0,44	0,45
Cais Oeste	1,49	1,48	1,53	1,53	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,52	1,52	1,48
	0,46	0,47	0,42	0,43	0,43	0,44	0,43	0,43	0,41	0,44	0,46	0,49
Ponta do Félix	1,67	1,70	1,71	1,71	1,69	1,69	1,68	1,72	1,68	1,67	1,71	1,67
	0,48	0,44	0,44	0,44	0,51	0,52	0,47	0,45	0,46	0,48	0,47	0,54
Média de enchente	1,38	1,38	1,41	1,41	1,41	1,41	1,42	1,43	1,40	1,39	1,39	1,38
Média de vazante	0,45	0,44	0,41	0,43	0,44	0,45	0,43	0,42	0,42	0,44	0,45	0,48
2016												
PONTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Canal da Galheta	1,24	1,23	1,21	1,20	1,17	1,21	1,22	1,25	1,23	1,22	1,18	1,17
	0,41	0,41	0,41	0,43	0,45	0,45	0,42	0,40	0,39	0,40	0,45	0,45
Canal Sudeste	1,17	1,18	1,15	1,18	1,16	1,09	1,13	1,12	1,16	1,18	1,15	1,09
	0,41	0,41	0,42	0,42	0,45	0,48	0,44	0,44	0,41	0,40	0,43	0,49
Cais Oeste	1,50	1,53	1,51	1,53	1,52	1,51	1,53	1,55	1,54	1,54	1,52	1,51
	0,49	0,43	0,42	0,44	0,44	0,48	0,47	0,43	0,44	0,40	0,44	0,48
Ponta do Félix	1,66	1,71	1,70	1,71	1,68	1,68	1,66	1,72	1,70	1,67	1,67	1,68
	0,53	0,44	0,48	0,49	0,51	0,50	0,53	0,47	0,43	0,46	0,48	0,52
Média de enchente	1,39	1,41	1,39	1,40	1,38	1,37	1,39	1,41	1,41	1,41	1,38	1,36
Média de vazante	0,46	0,42	0,43	0,44	0,46	0,48	0,47	0,43	0,42	0,42	0,45	0,48
2017												
PONTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Canal da Galheta	1,22	1,23	1,24	1,22	1,14	1,14	1,15	1,21	1,22	1,24	1,21	1,16
	0,41	0,39	0,39	0,41	0,48	0,47	0,49	0,40	0,40	0,38	0,42	0,46
Canal Sudeste	1,16	1,19	1,15	1,12	1,11	1,12	1,12	1,15	1,13	1,17	1,13	1,09
	0,43	0,40	0,42	0,45	0,46	0,45	0,45	0,43	0,42	0,40	0,45	0,49
Cais Oeste	1,51	1,53	1,56	1,52	1,49	1,49	1,46	1,51	1,53	1,57	1,52	1,51
	0,48	0,46	0,41	0,42	0,45	0,48	0,53	0,49	0,43	0,38	0,42	0,46
Ponta do Félix	1,64	1,71	1,75	1,69	1,65	1,65	1,65	1,69	1,71	1,74	1,70	1,67
	0,53	0,47	0,41	0,47	0,51	0,54	0,55	0,50	0,47	0,42	0,45	0,49
Média de enchente	1,38	1,42	1,42	1,39	1,35	1,35	1,35	1,39	1,40	1,43	1,39	1,36
Média de vazante	0,46	0,43	0,41	0,44	0,47	0,49	0,50	0,45	0,43	0,39	0,44	0,48

Fonte: DHN, 2017.

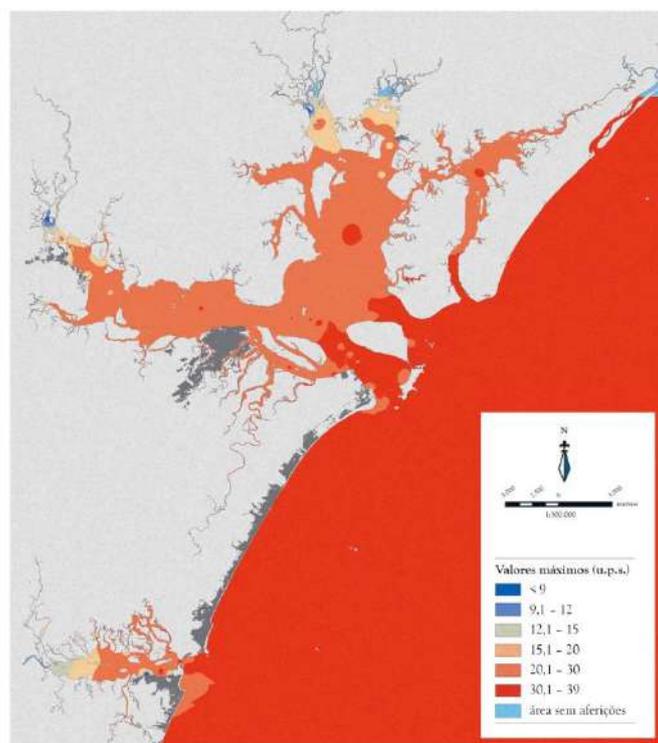
Para quantificar o efeito da água salgada sobre os corpos hídricos que sofrem influência da maré foram considerados os valores máximos e mínimos apresentados no estudo Paraná Mar e Costa (SEMA, 2006), conforme Figura 7.1 e Figura 7.2.

**Figura 7.1. Valores Mínimos de Salinidade**



Fonte: Adaptado de SEMA (2006).

**Figura 7.2. Valores Máximos de Salinidade**



Fonte: Adaptado de SEMA (2006).

Dessa forma, os trechos da hidrografia do AGUASPARANÁ (2017a) que interceptam essa área de salinidade ou que estão até 1,5 m de altitude foram classificados em doces, salobros ou salinos, de acordo com a definição do Artigo 2º da Resolução CONAMA 357/05:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰.

A diluição do efluente no seu ponto de lançamento ou da carga remanescente que chega a uma ottobacia é estimada por meio da Equação (2):

$$C = \frac{M}{Q_d} \quad (2)$$

onde,

C é a concentração da substância no trecho (mg/L);

M é a carga de DBO (kg/dia); e

$Q_d$  é a vazão para diluição (m<sup>3</sup>/s). Para os trechos classificados como doce, a vazão de diluição é a vazão de referência calculada para a ottobacia. Por sua vez, para os trechos considerados salobros ou salinos essa vazão pode ser calculada pela Equação 3, conforme definido em um modelo simplificado de dispersão unidimensional proposto por Fisher *et. al* (1979).

$$Q_d = Q_o + Q_e + Q_t \quad (3)$$

onde,

$Q_o$  é a vazão proveniente do oceano (m<sup>3</sup>/s);

$Q_e$  a vazão do lançamento de efluente; e,

$Q_t$  a vazão proveniente dos tributários que chegam ao trecho de rio analisado.

Dessa forma, é possível realizar uma análise do comportamento do poluente até chegar ao oceano, levando em consideração a variação da maré.

Sabendo-se ainda que o balanço de massa requer:

$$Q_o S_o = (Q_o + Q_e + Q_t) S \quad (4)$$

onde,

S a salinidade média no ponto de análise (‰); e,

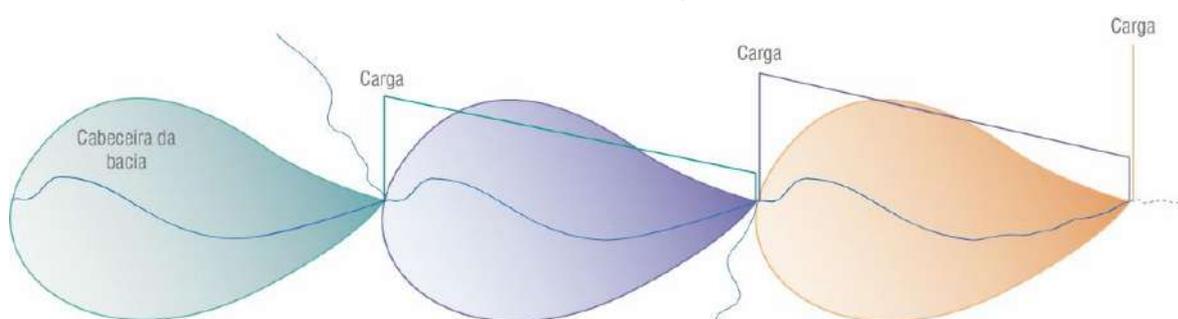
$S_0$  é a salinidade do oceano (‰), neste caso foi adotado o valor 37,5‰ SEMA (2006).

Dessa forma, obtêm-se relação da Equação 5 para ser utilizada na Equação 2 e assim estimar a concentração de DBO em cada ottobacia da rede hidrográfica simulada.

$$Q_o = \frac{S}{(S_o - S)} (Q_e + Q_t) \quad (5)$$

O modelo foi estruturado com o objetivo de calcular a concentração no final de cada ottobacia da base hidrográfica do ÁGUASPARANÁ através de um esquema de análise acumulada, como mostra a Figura 7.3.

**Figura 7.3 Esquema da análise acumulada das simulações de DBO**



**FONTE:** Elaborado pela Consultora

Nessa estrutura, as cargas são lançadas no final das suas respectivas ottobacias e possuem um abatimento na ottobacia de jusante. No final da ottobacia de jusante, a carga representa a soma do que foi abatido de montante mais o que é gerado na própria ottobacia correspondente. E a análise de cada trecho é feita considerando essa carga final. O abatimento da carga de DBO é feito através da solução analítica de decaimento de primeira ordem, como apresentado por Von Sperling (2007) na Equação 6.

$$C = C_0 e^{-k_d t} \quad (6)$$

onde:

C é a concentração da substância (mg/L) no tempo  $t$ ;

$C_0$  é a concentração inicial da substância (mg/L);

$k_d$  é o coeficiente de decaimento ( $d^{-1}$ ); e,

$t$  é o tempo (dias).

Para a definição do coeficiente de decaimento de DBO, considerou-se que quanto maior a concentração de matéria orgânica, mais rápido ocorre a decomposição da mesma. Dessa

forma, onde as concentrações de montante são inferiores a 5 mg/L, o valor estabelecido no trecho é de 0,15 d<sup>-1</sup> e quando superior a 5 mg/L, de 0,25 d<sup>-1</sup>.

Dessa forma é possível calcular a concentração de DBO em cada trecho de rio selecionado para o enquadramento e assim avaliar a classe de qualidade da Resolução CONAMA 357/05 que estaria compatível com essa concentração. Uma vez que a simulação foi realizada para DBO e que esse parâmetro não tem limites por classe definidos para águas salobras e salinas, a partir da DBO realizou-se uma estimativa da concentração de Carbono Orgânico Total (COT), conforme Equação (7) definida por Jesus (2006).

$$C_{COT} = \frac{C_{DBO}}{2,667} \quad (7)$$

De acordo com a resolução CONAMA 357/05, os limites de COT para água salobra e salina é de 3 mg/L para Classe 1, 5 mg/L para Classe 2 e 10 mg/L para Classe 3.

O modelo foi desenvolvido em Excel, para cada cenário há uma planilha e em cada planilha sete abas:

- *Lançamentos Pontuais*: é a aba de apoio que contém as informações de vazão de lançamento outorgada por ottobacia. Desta aba sai para o modelo a informação se a ottobacia tem lançamento, o código da COBACIA de jusante e a vazão do efluente.
- *Carga Remanescente de DBO*: é a aba das cargas remanescentes de DBO calculadas por células nos Produtos 2 e 7 e apresentadas resumidamente no *Capítulo 6*.
- *Modelo quali-quantitativo*: é a aba do modelo propriamente dito, onde são realizados os cálculos descritos para quatro vazões de referência: Q<sub>95%</sub>, Q<sub>70%</sub>, Q<sub>med</sub> e 50%Q<sub>95%</sub>.
- *Shape*: arquivo que resume os resultados de concentração, classe de enquadramento equivalente, vazão necessária para que houvesse diluição para o trecho ficar enquadrado na classe proposta com base nos usos preponderantes e cargas que precisam reduzidas.

As colunas da aba modelo, bem como a fonte de informação e considerações adotadas estão listados na Figura 7.4.

Figura 7.4. Dados de Entrada do Modelo e suas respectivas fontes

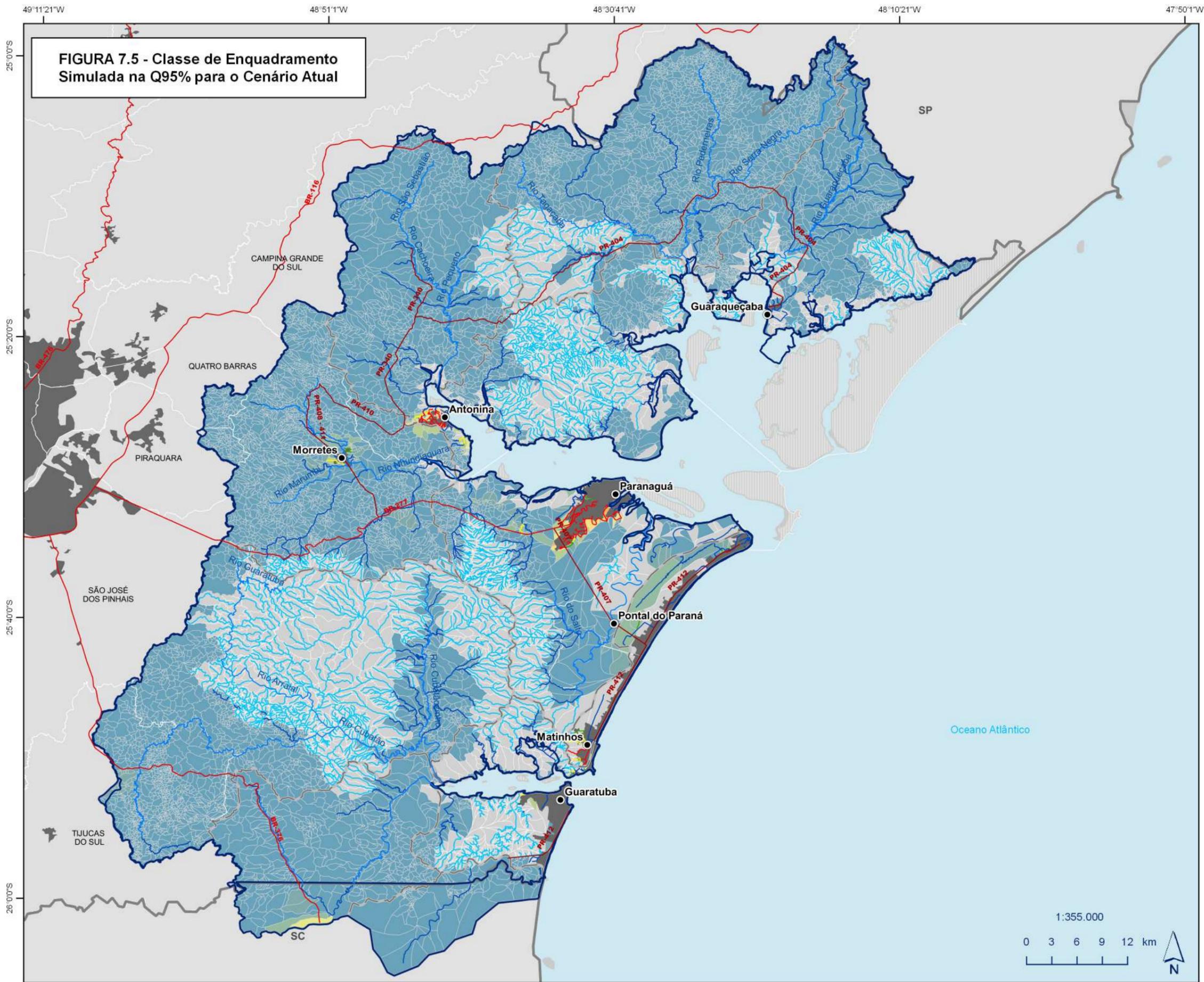
	SIGLA	SIGNIFICADO	FONTE	OBSERVAÇÃO	
DADOS HIDROGRAFIA	COBACIA	Código da Ottobacia	Base hidrográfica AGUASPARANÁ	Foi utilizado o nível 9	
	BACIAJUSANTE	Código da COBACIA de Jusante	Calculado a partir da base hidrográfica ÁGUASPARANÁ		
	CARACTERÍSTICA	Água Doce, salobra ou salina	Calculado a partir de SEMA (2006)		
	CANAL	Identifica com um x se a ottobacia representa um canal do DNOS	Portarias de lançamento em canais da SANEPAR		
	NOME_ADO	Nome do rio adotado	Base hidrográfica AGUASPARANÁ		
	TIPO	Indica se é água doce, salobra ou salina	Consideração	"0" indica água doce, "1" indica água salobra e "2" indica água salina	
	COMP (m)	Comprimento do trecho de rio em metros	Base hidrográfica ÁGUASPARANÁ		
REGIONALIZA	Salinidade	Salinidade média do trecho	Calculado a partir de SEMA (2006)		
	Q95_M3S	Vazão da Ottobacia em m³/s	Calculada pelo Regionaliza	Em cada aba do modelo esse valor equivale à $Q_{95\%}$ , $Q_{70\%}$ ou $Q_{med}$ ou $50\%Q_{95\%}$	
OUTORGAS	Q_PL_M3S	Vazão do ponto de lançamento em m³/s	Cadastro de outorgas de lançamento de efluentes	Se houver lançamento na ottobacia, esse campo faz a soma da vazão dos efluentes que estão sendo lançados na ottobacia	
CONSIDERAÇÃO	VELO_QX(m/s)	Velocidade do rio em m/s	Calculada pelo Hidroweb	Em cada aba do modelo esse valor equivale à velocidade na $Q_{95\%}$ , $Q_{70\%}$ ou $Q_{50\%}$	
	CLASSE_USO	Classe inicial proposta com base nos usos	Consideração	Classe inicial proposta com base nos usos preponderantes	
	CNDBO	Concentração natural de DBO em mg/l	Consideração	Adotado como sendo igual a 1 mg/l	
CÁLCULO	TEMPO_QX (dia)	Indica o tempo que a DBO ou o fósforo demora pra percorrer a ottobacia	Calculado	O valor é calculado para cada vazão (vazão/velocidade)	
CARGA REMANESCENTE - Cenário Y	CR_PSCT (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da população sem coleta e sem tratamento em kg/dia	Calculado	Valores obtidos para o cenário atual e cenários projetados	
	CR_ETE (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da população com coleta e tratamento em kg/dia	Calculado		
	CR_IND (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da indústria em kg/dia	Calculado		
	CR_US (kg/dia)	Carga remanescente de DBO do uso do solo em kg/dia (apenas nas vazões Q70% e Q50%)	Calculado		
	CR_PEC (kg/dia)	Carga remanescente de DBO da pecuária em kg/dia (apenas nas vazões Q70% e Q50%)	Calculado		
ANÁLISE DE CARGA NA QX	KD (1/dia)	Coefficiente de decaimento de DBO em $d^{-1}$	Consideração	Se a carga de montante for inferior ou igual a 5 mg/l é adotado o valor de $0,15 d^{-1}$ , se não adota-se $0,25 d^{-1}$	
	MONT (kg/dia)	Carga de montante de DBO em kg/dia	Calculado	Calculado com base nas colunas Carga Remanescente DBO	
	ABAT (kg/dia)	Carga abatida de DBO no trecho em kg/dia	Calculado	Considera-se um decaimento de primeira ordem	
	JUSA (kg/dia)	Carga de jusante de DBO em kg/dia	Calculado	É a carga que vai para a ottobacia seguinte	
ANÁLISE DE CONCENTRAÇÃO E CLASSE NA QX	CTFDBO_QX (mg/L)	Concentração final de DBO na ottobacia em mg/l	Calculado	Indica a classe que o corpo hídrico de água doce seria enquadrado considerando a DBO em cada vazão analisada	
	CLDBO_QX (mg/L)	Classe de DBO na ottobacia em mg/L	Calculado		
	CTFCOT_QX (mg/L)	Concentração final de COT na ottobacia em mg/l	Calculado		Estimado a partir da concentração de DBO
	CLCOT_QX (mg/L)	Classe de COT na ottobacia em mg/L	Calculado		Indica a classe que o corpo hídrico de água salobra ou salina seria enquadrado considerando o COT em cada vazão analisada
	QDILCOT_QX	Número de vezes que a vazão deveria ter para alcançar a classe proposta com base nos usos preponderantes	Calculado		
CARGA A SER REDUZIDA (kg/dia)	Limite_Classe_QX (kg/dia)	Carga suporte de DBO do trecho para que ele se mantenha na classe proposta com base nos usos preponderantes	Calculado		
	CR_ENQ_QX (kg/dia)	Carga que precisa ser removida para que o trecho fique na classe proposta com base nos usos preponderantes	Calculado		
Fonte de Poluição (%)	Montante	% da carga de montante que impacta o corpo hídrico	Calculado		
	Doméstica	% da carga doméstica que impacta o corpo hídrico	Calculado		
	Industrial	% da carga industrial que impacta o corpo hídrico	Calculado		

FONTE: Elaborado pela Consultora

## 7.2. Balanço Hídrico Quali-quantitativo

Os resultados do modelo quanto à classe de qualidade em que os corpos hídricos se enquadrariam, bem como quantas vezes a vazão atual precisaria ser acrescida para que o rio se enquadrasse na proposta inicial de classificação baseada nos usos são apresentados, para cada cenário da Figura 7.5 à Figura 7.17. Nos mapas, as vazões necessárias são mostradas por isotobacias e apenas a hidrografia selecionada para o enquadramento está classificada. A análise é para a vazão de referência  $Q_{95\%}$ , adicionalmente, poderão ser apresentadas análises para outras vazões de referências, conforme a CTINS achar pertinente. Neste caso, podem-se incluir ainda as cargas difusas, que na análise da  $Q_{95\%}$  não é considerada, por se tratar de uma condição de menor disponibilidade hídrica do rio.

De maneira geral, nota-se que nas áreas urbanas ocorre em todos os cenários rios com a condição de Classe 4, uma vez que essa classe não tem limite de DBO estabelecido pela CONAMA 357/05, fica difícil avaliar em qual cenário a condição é pior ou melhor. Fato é que, principalmente nesses trechos, a condição está bem distante da proposta inicialmente no Capítulo 5. Esses resultados denotam a importância de no Plano para Efetivação do Enquadramento, estabelecer-se metas de melhoria contínua da qualidade, com foco em remoção de cargas domésticas.



**FIGURA 7.5 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Atual**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

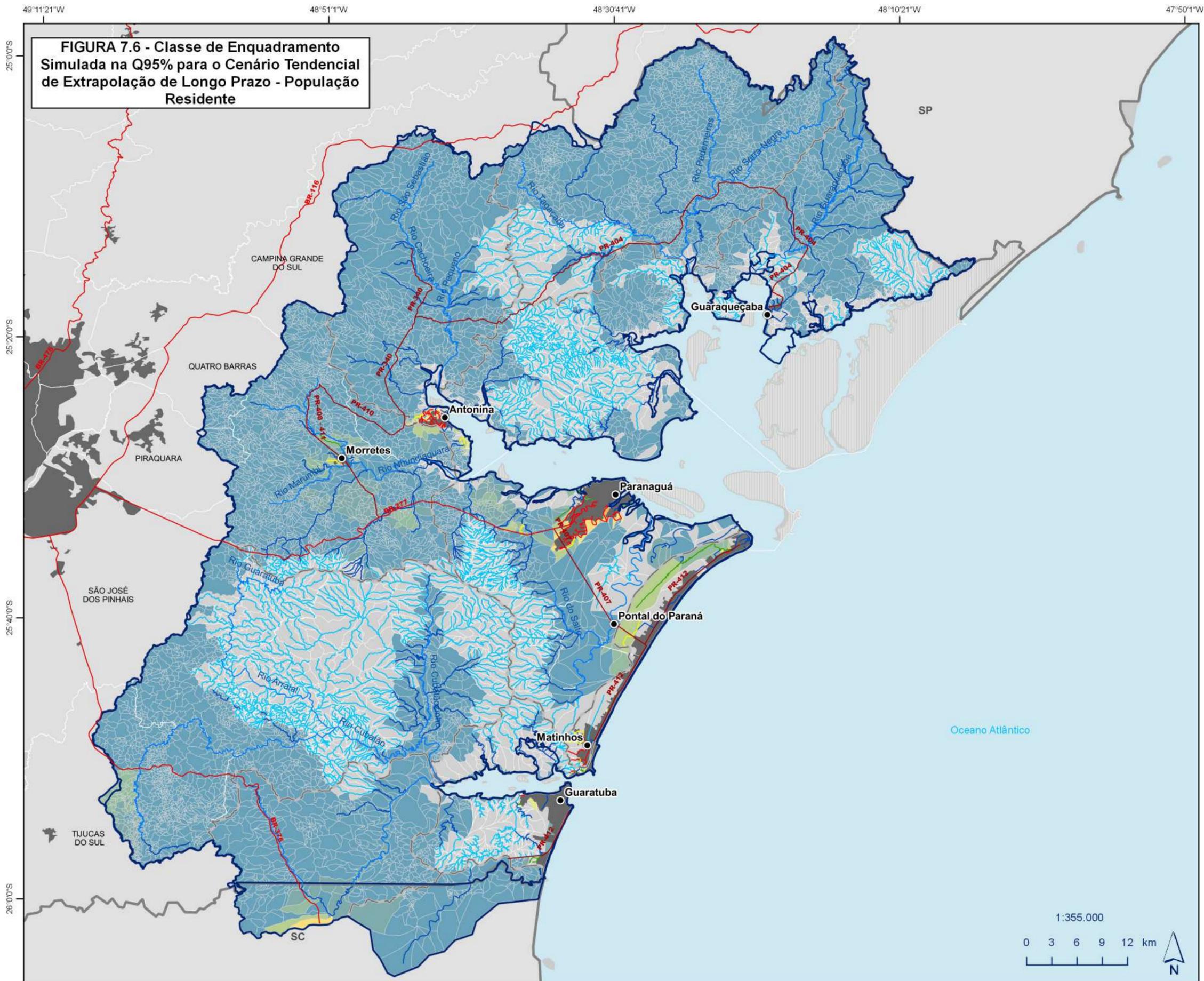
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.6 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

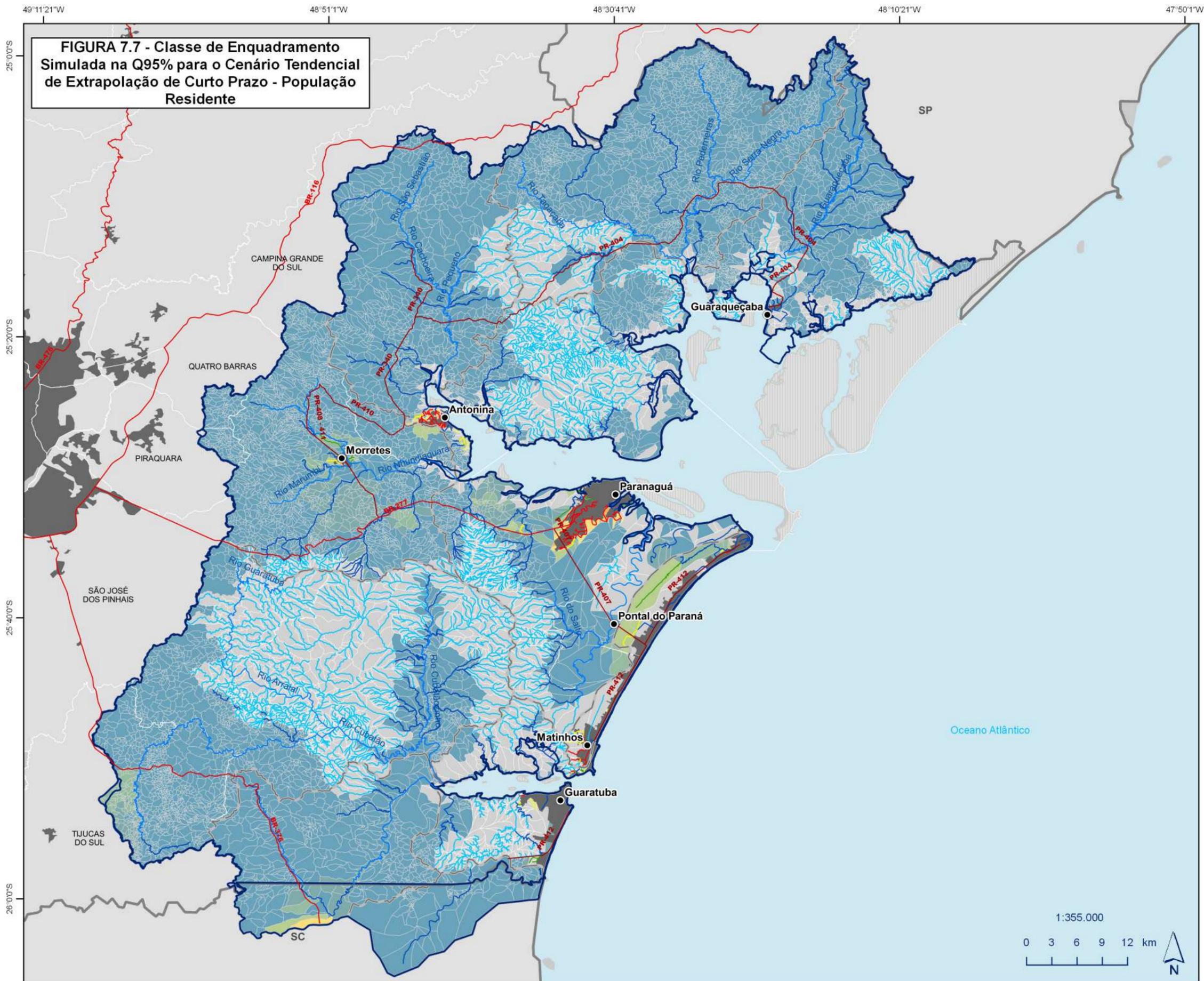
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.7 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

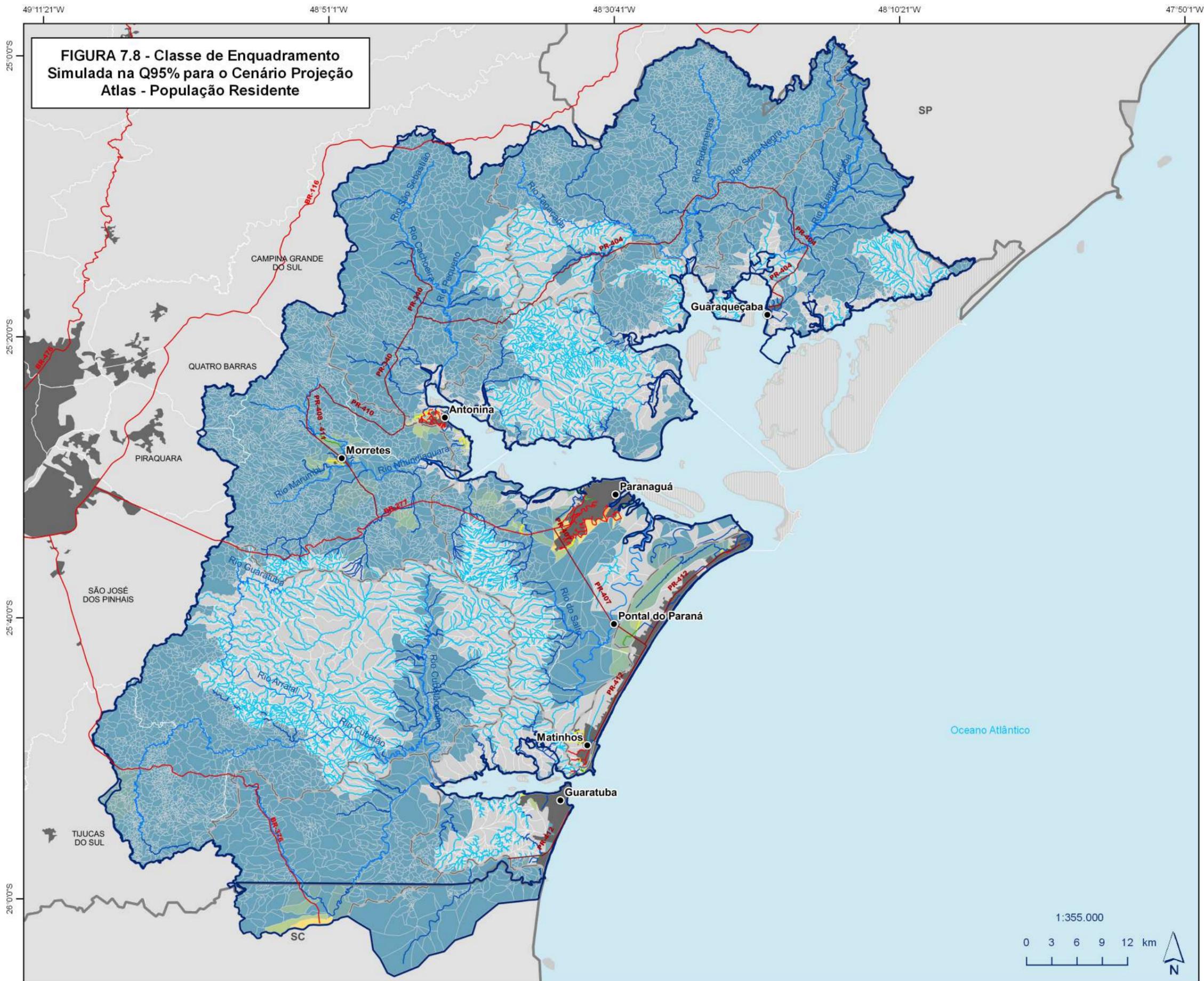
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.8 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Projeção Atlas - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

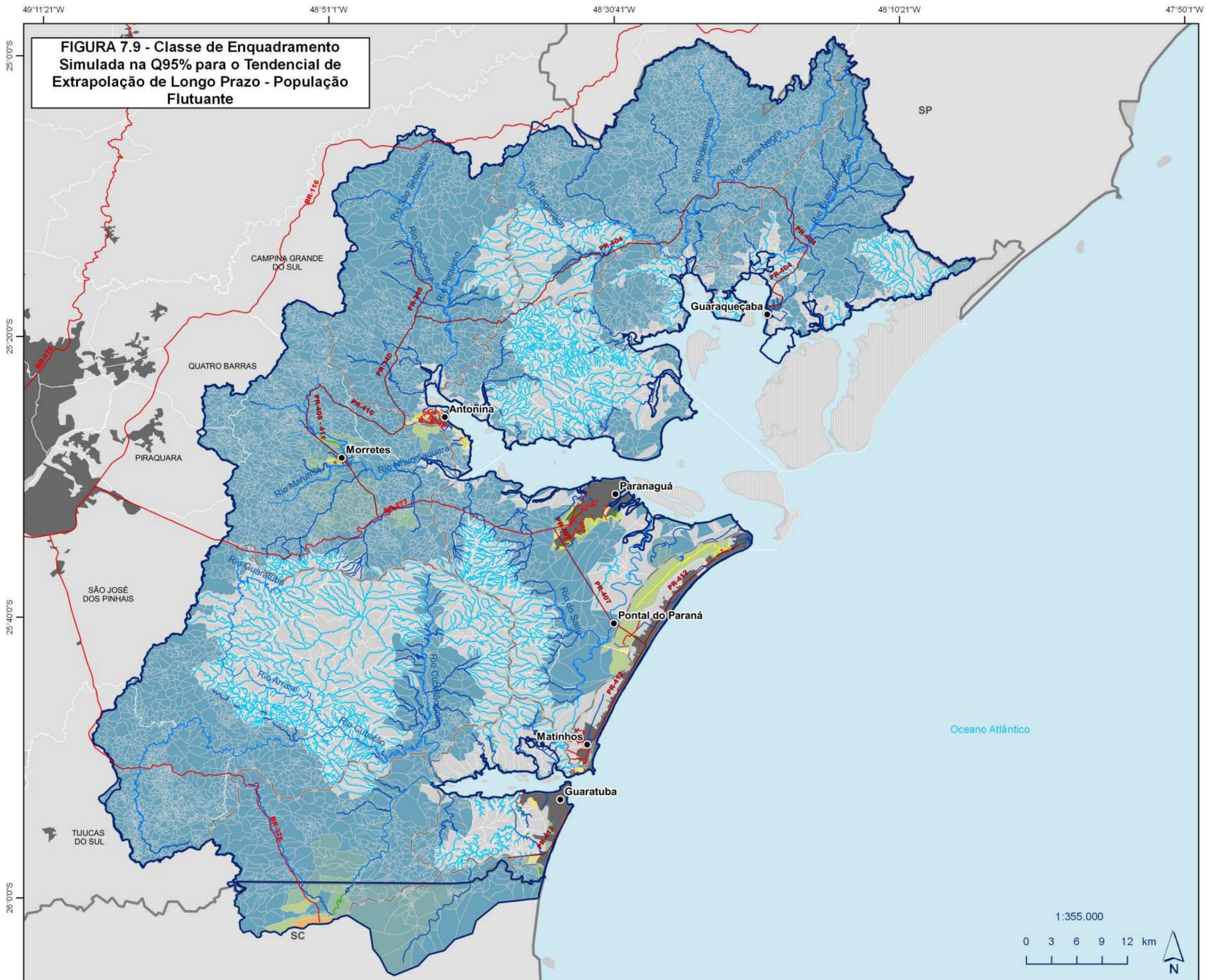
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.9 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

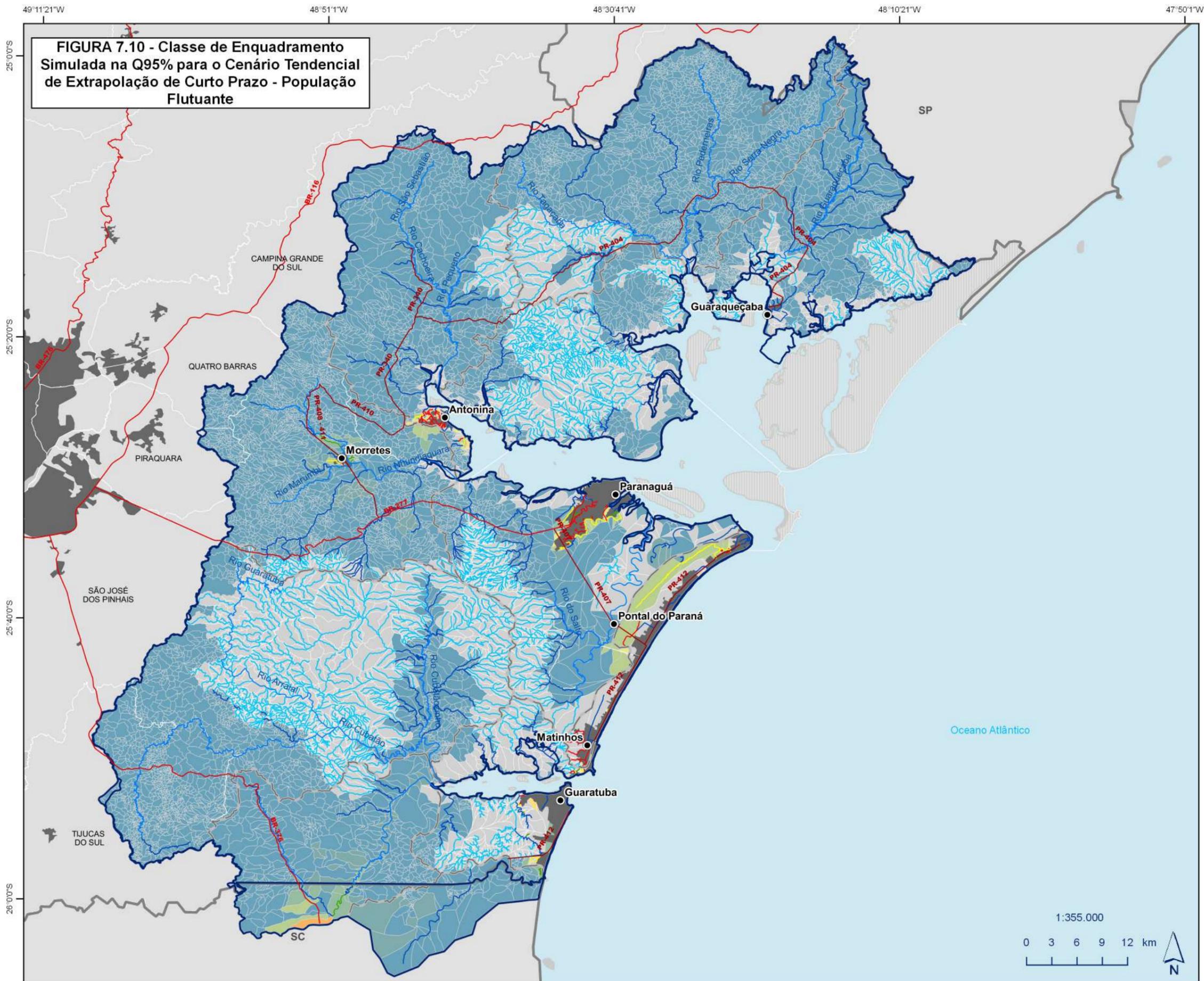
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.10 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

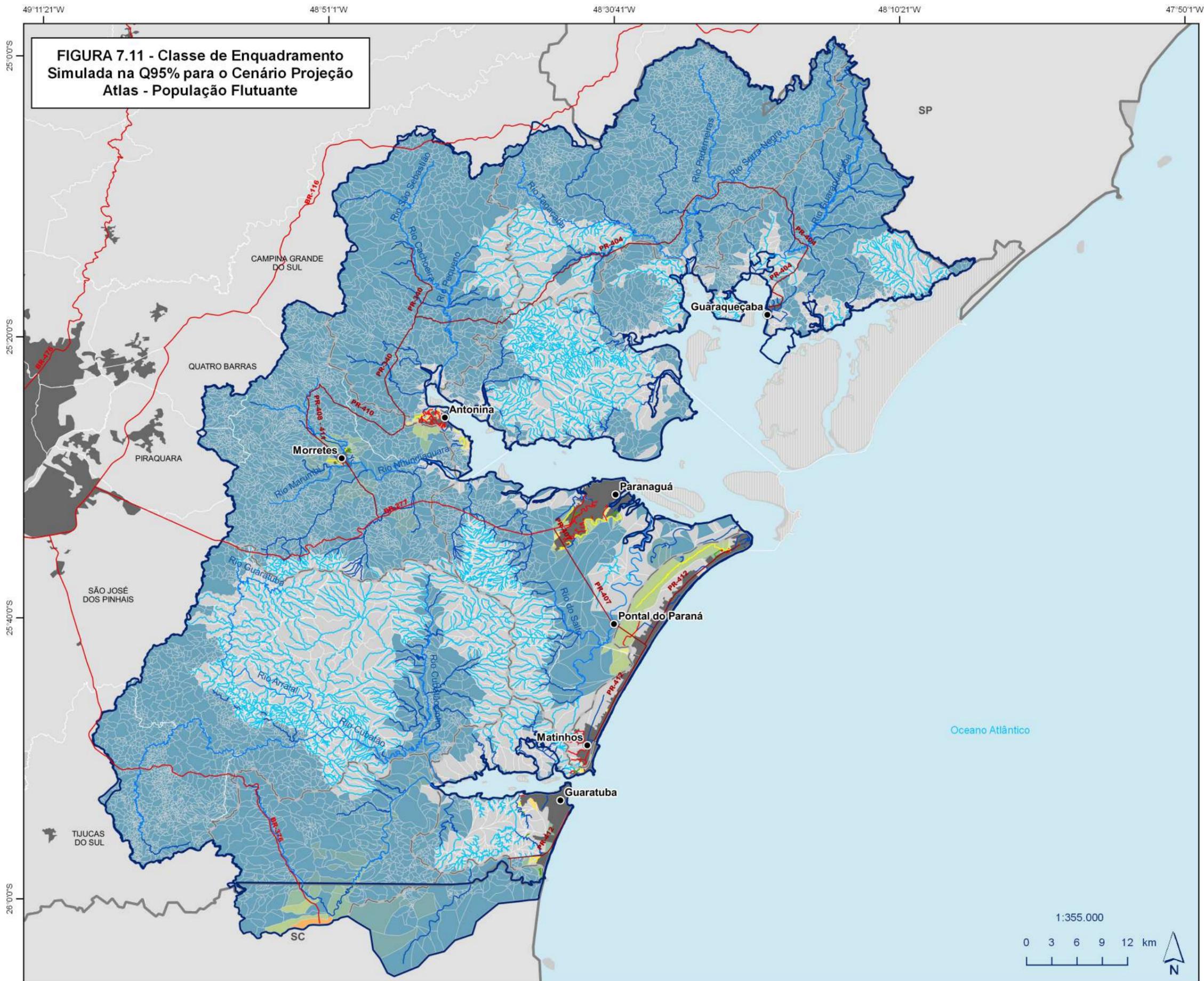
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.11 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Projeção Atlas - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

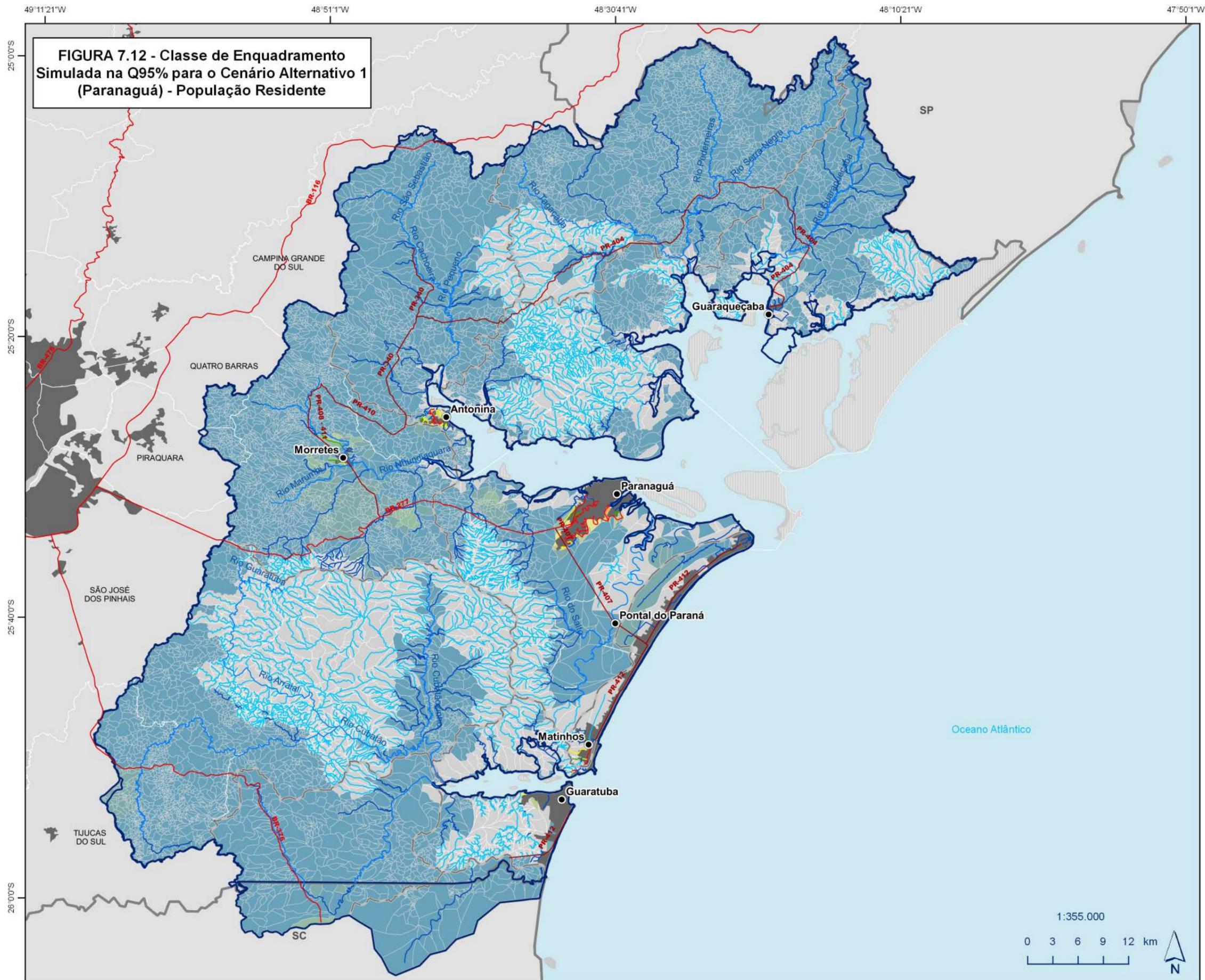
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.12 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

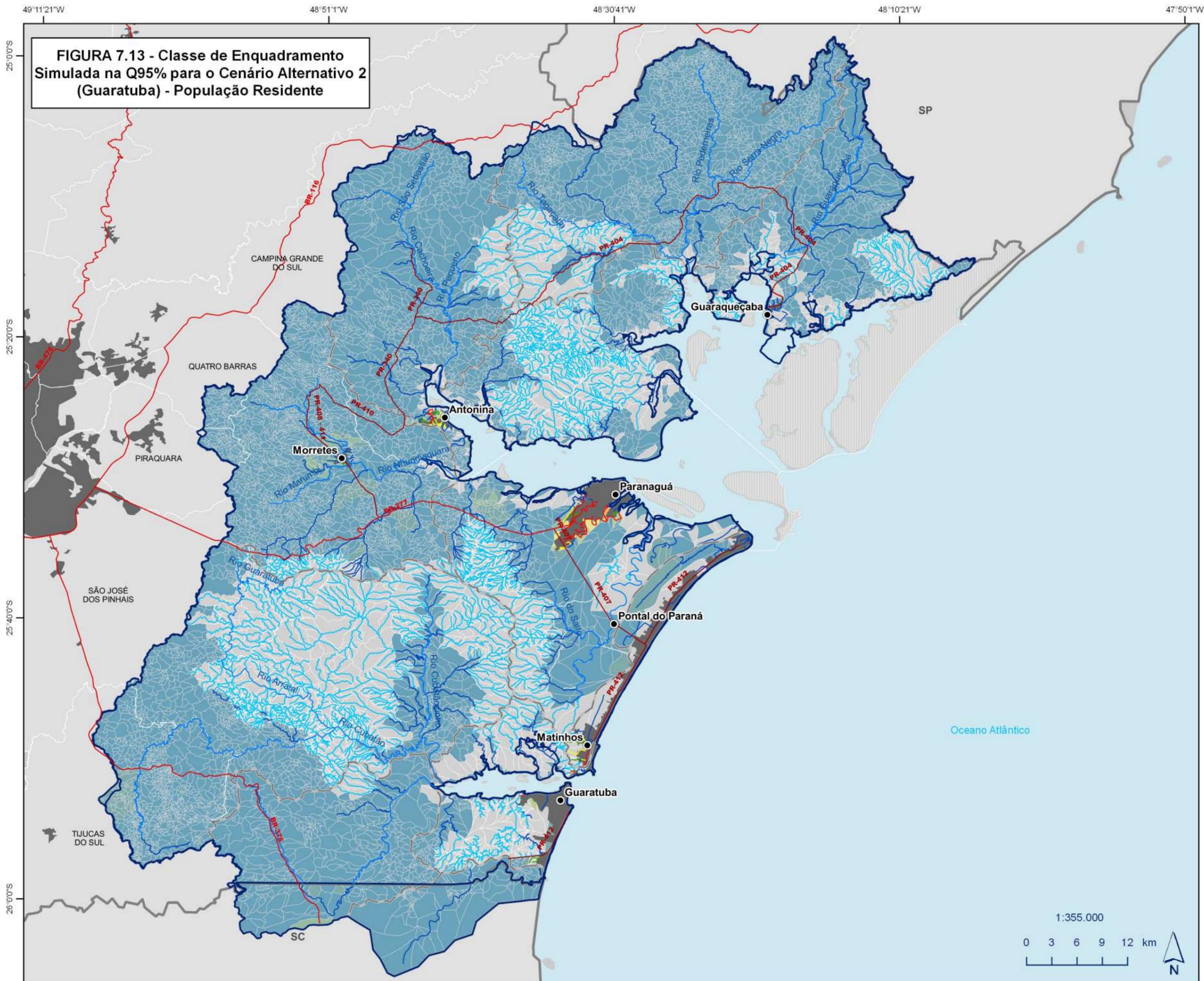
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.13 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

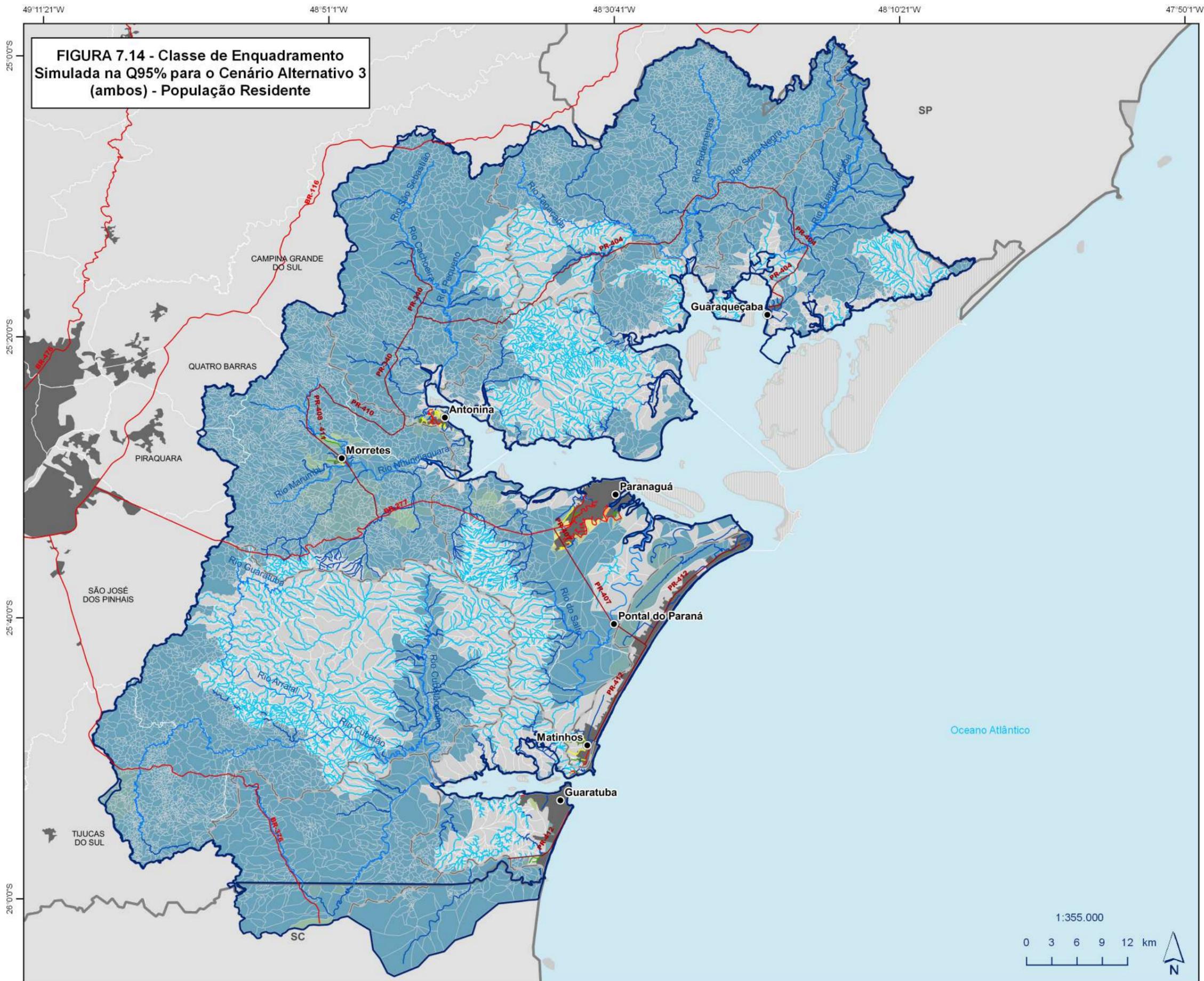
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.14 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 3 (ambos) - População Residente**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

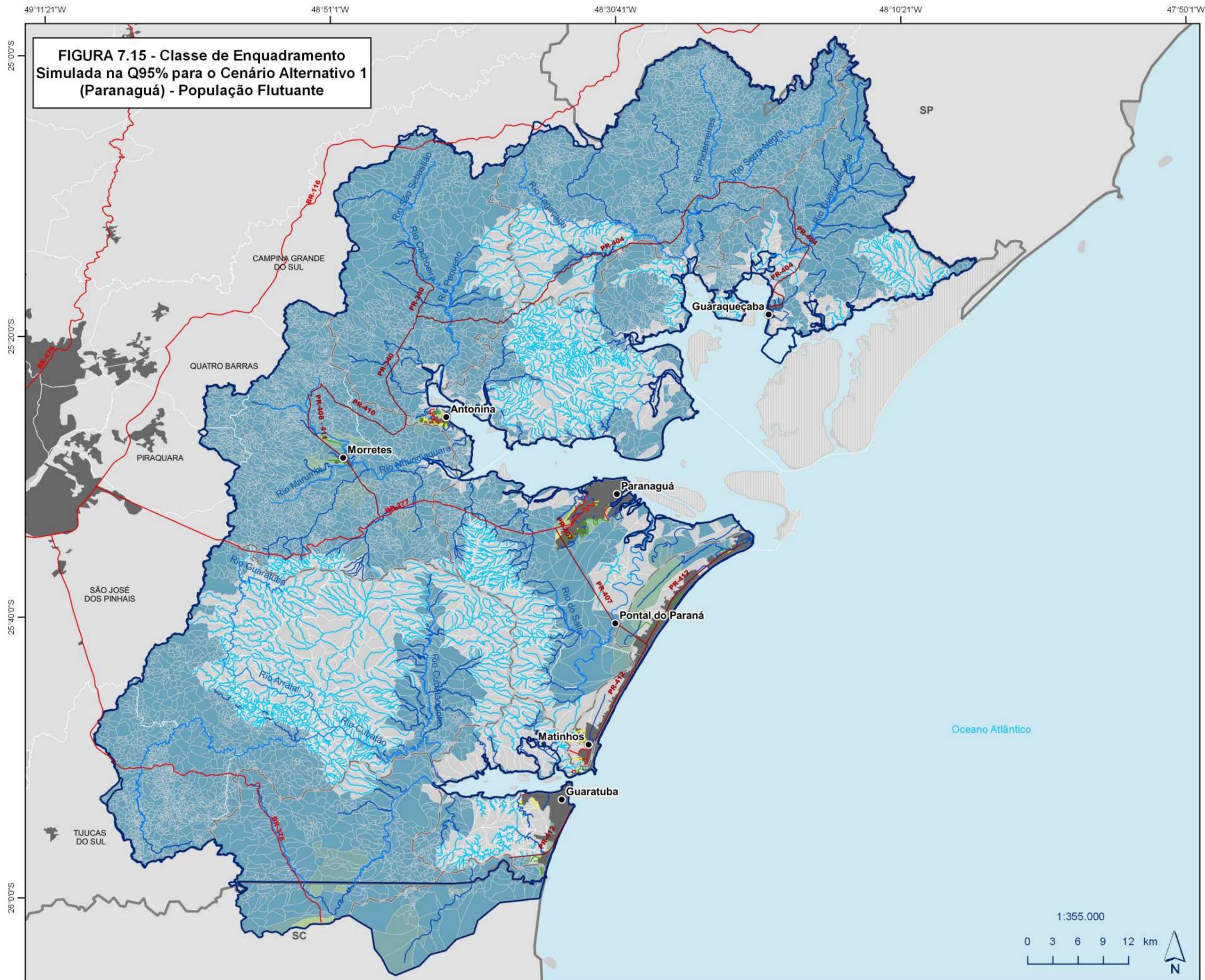
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.15 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

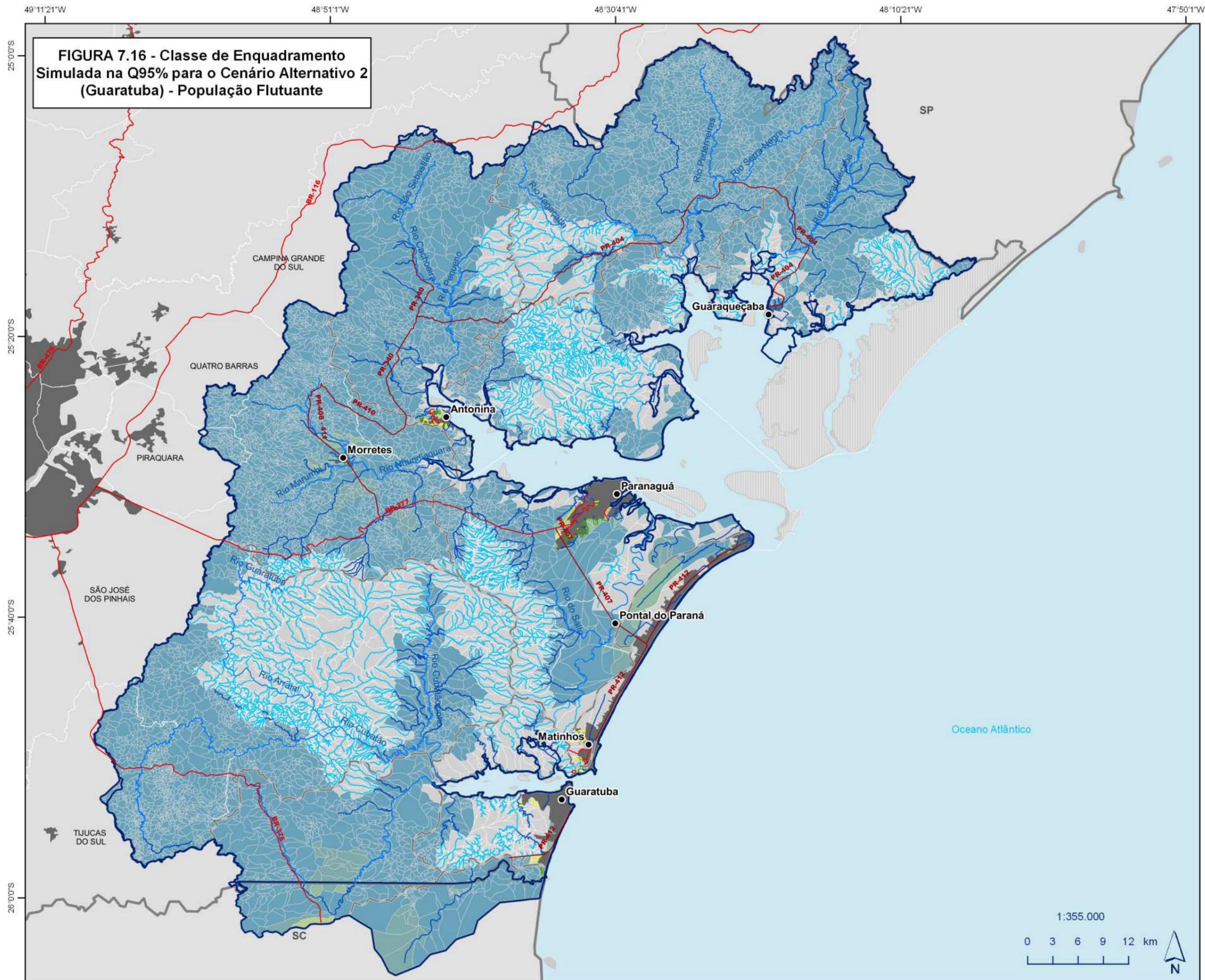
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.16 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

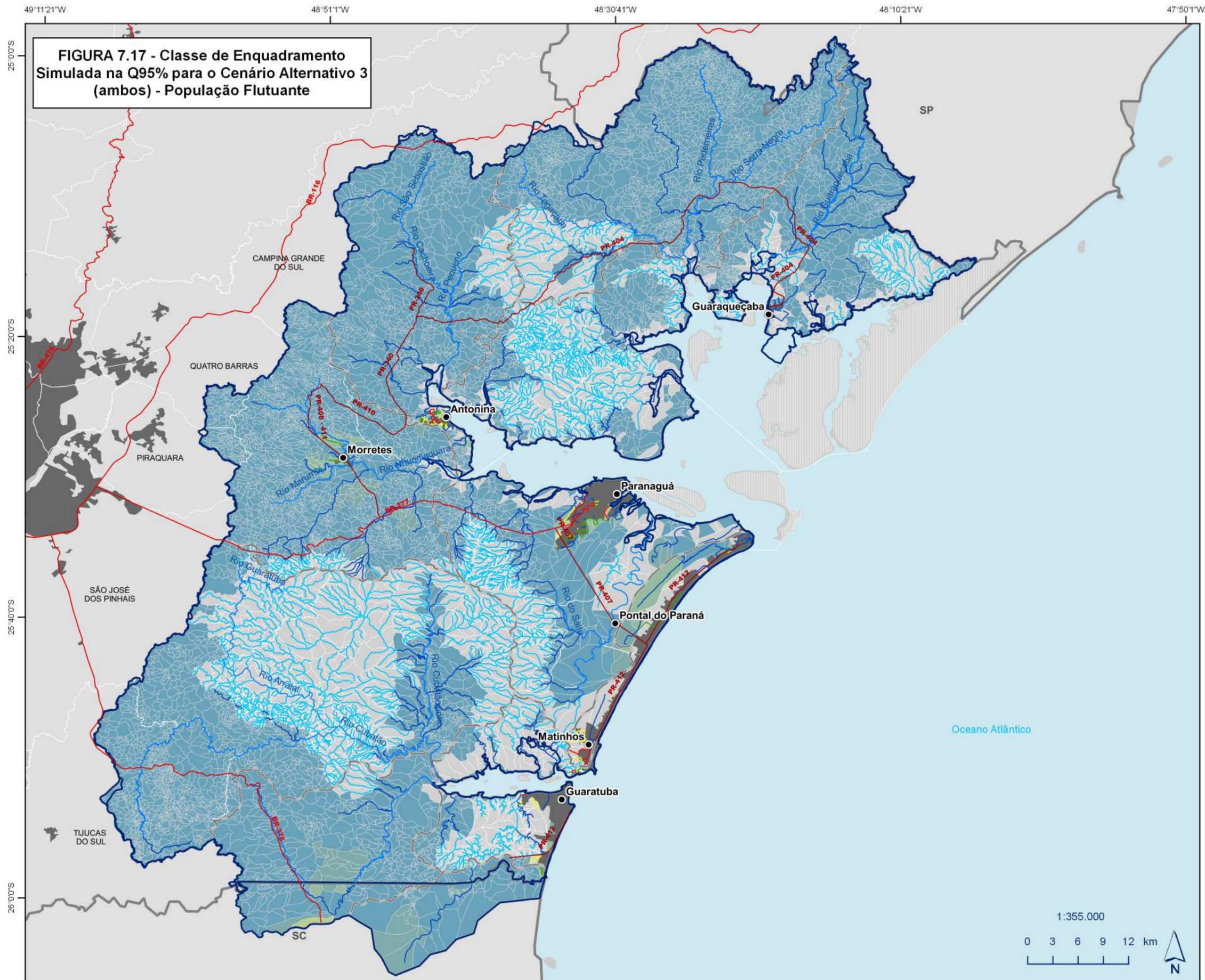
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.17 - Classe de Enquadramento Simulada na Q95% para o Cenário Alternativo 3 (ambos) - População Flutuante**

**Legenda**

**Classes de Enquadramento**

- Classe Especial
- Classe 1
- Classe 2
- Classe 3
- Classe 4

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

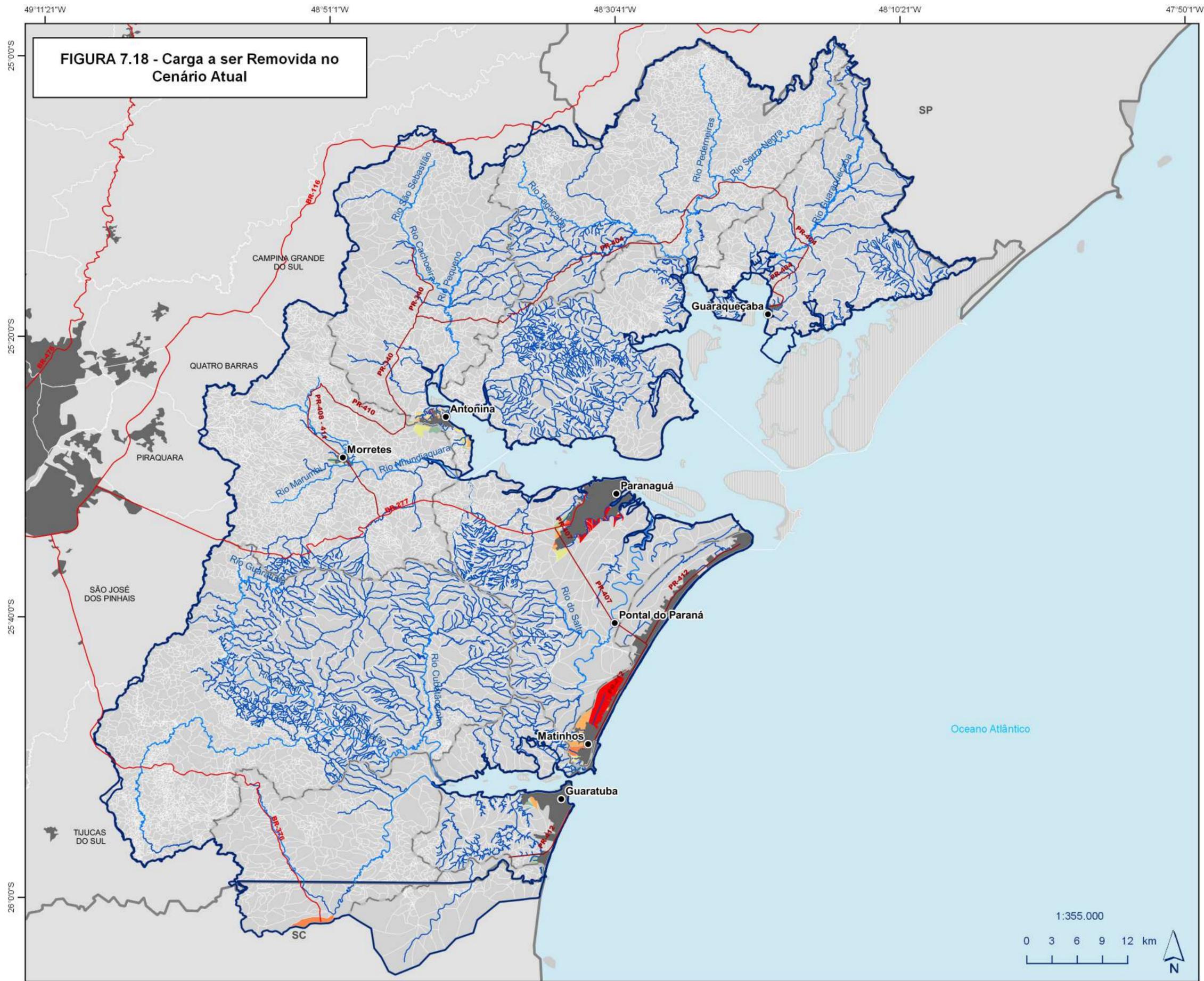
**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.

### 7.3. Cargas Remanescentes a Serem Reduzidas

Os resultados do modelo quanto carga remanescente à ser reduzida em cada cenário para que o enquadramento proposto inicialmente com base nos usos fosse atendido são apresentados da Figura 7.18 Figura 7.19 à Figura 7.30. A partir dessas cargas e do cenário de trabalho definido, serão calculados os custos de remoção das mesmas e propostas as ações a serem realizadas na BHL no horizonte de planejamento do Plano.



**FIGURA 7.18 - Carga a ser Removida no Cenário Atual**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**  
**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

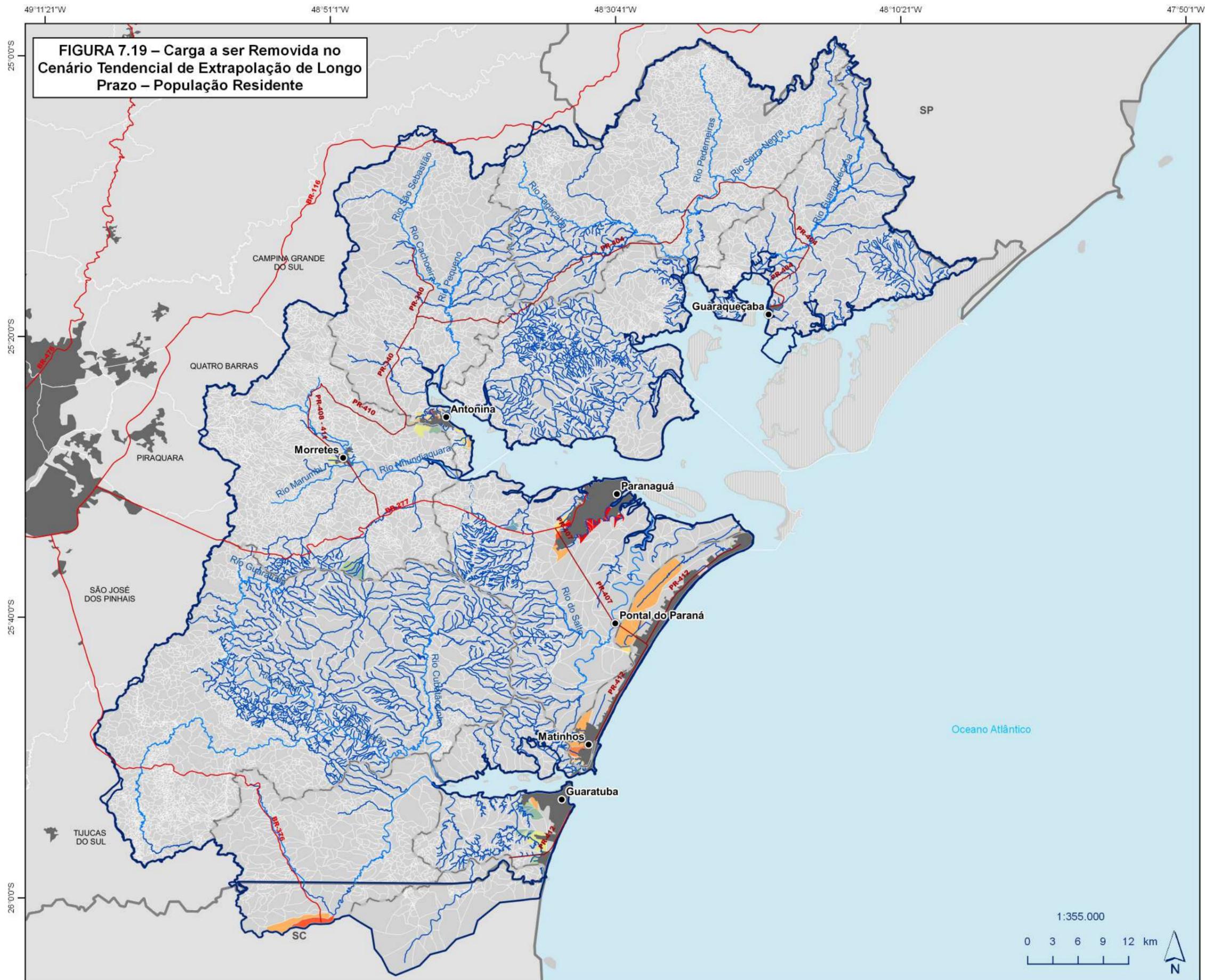
0,0
0,0 - 0,25
0,25 - 0,50
0,5 - 1,0
1,0 - 3,0
3,0 - 5,0
5,0 - 10,0
10,0 - 50,0
50,0 - 100,0
100,0 - 200,0
200,0 - 300,0
> 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.19 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Residente**

**Legenda**

**Cargas Remanescentes (kg/dia)**  
**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

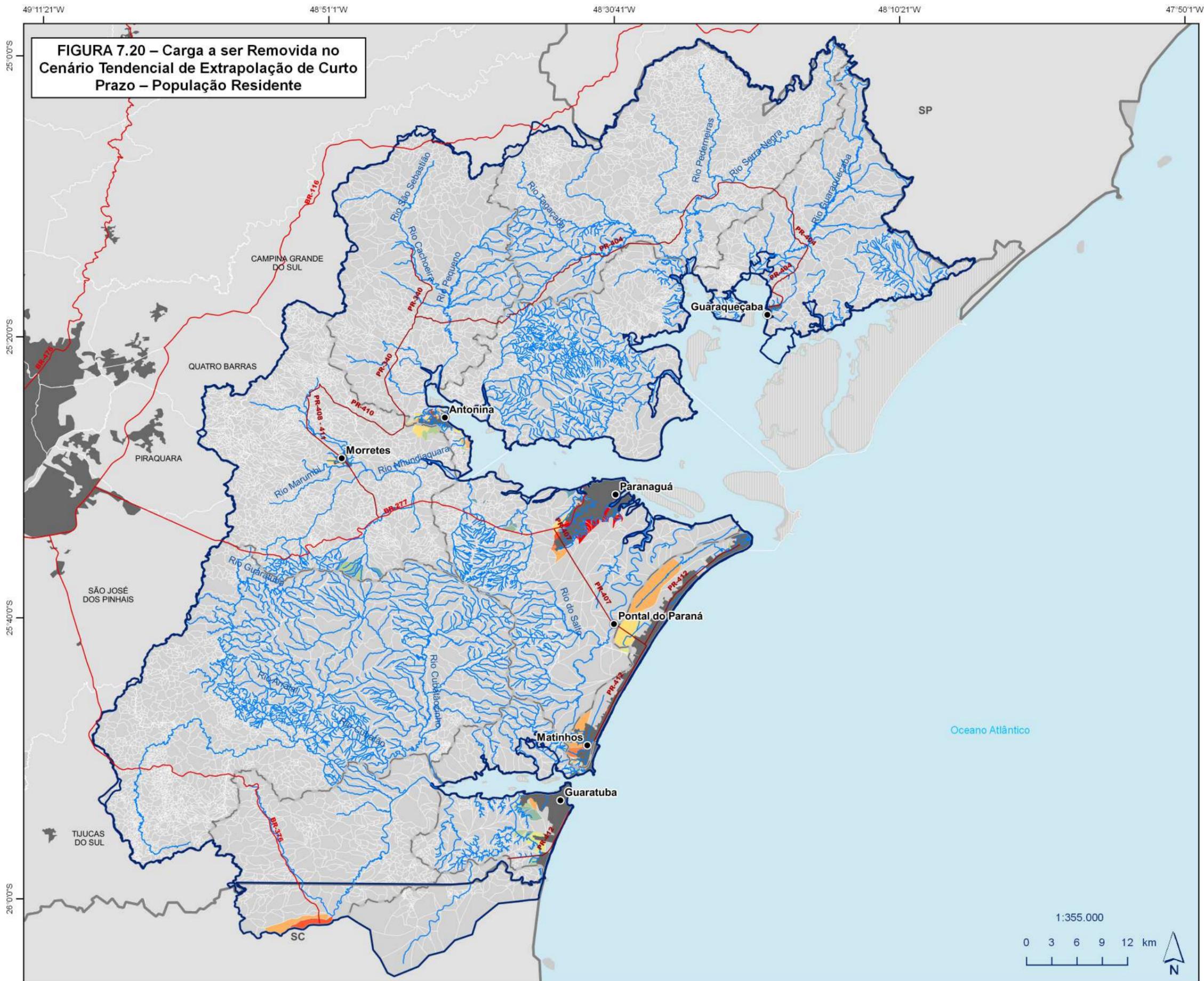
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.20 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Residente**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

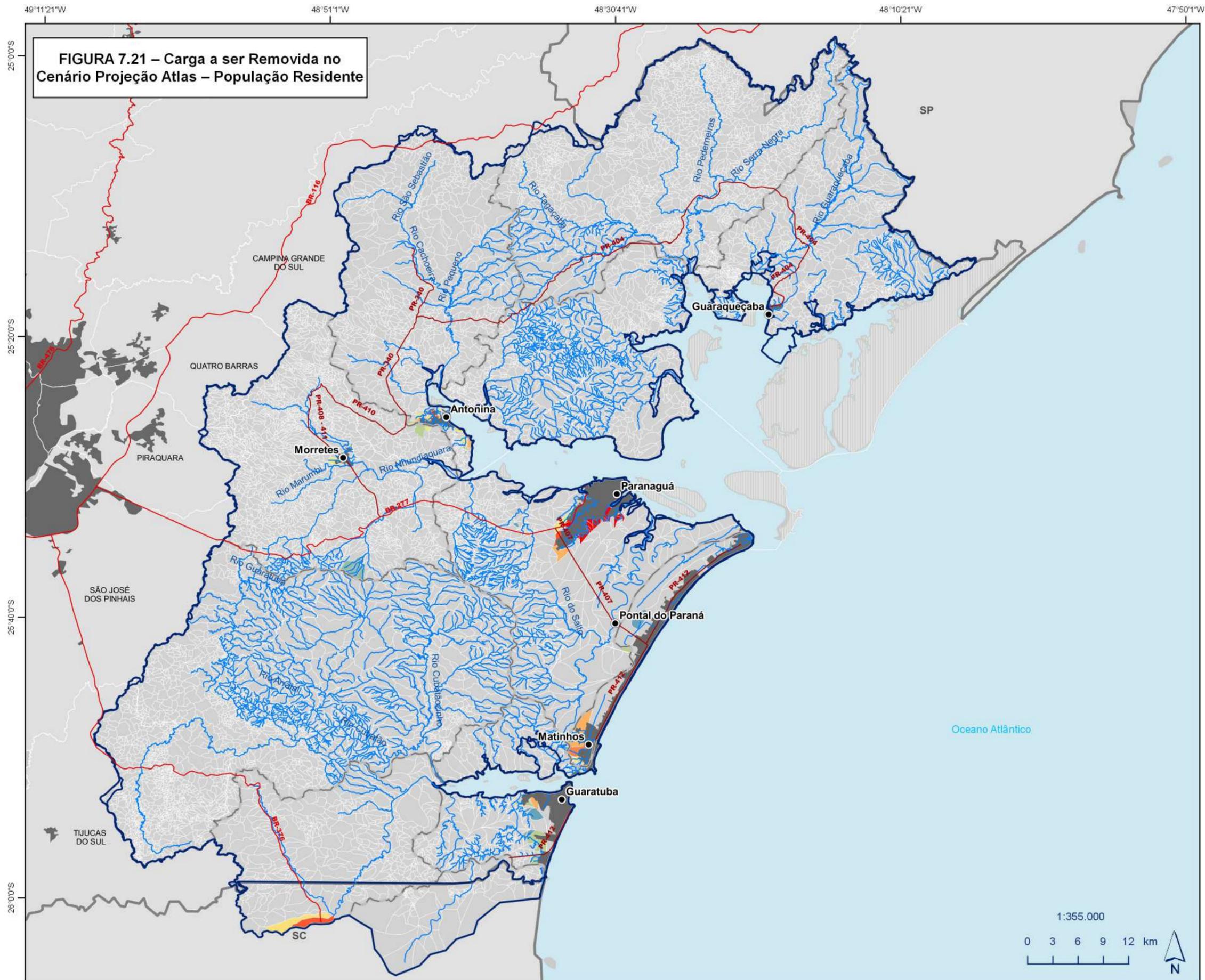
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.21 – Carga a ser Removida no Cenário Projeção Atlas – População Residente**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

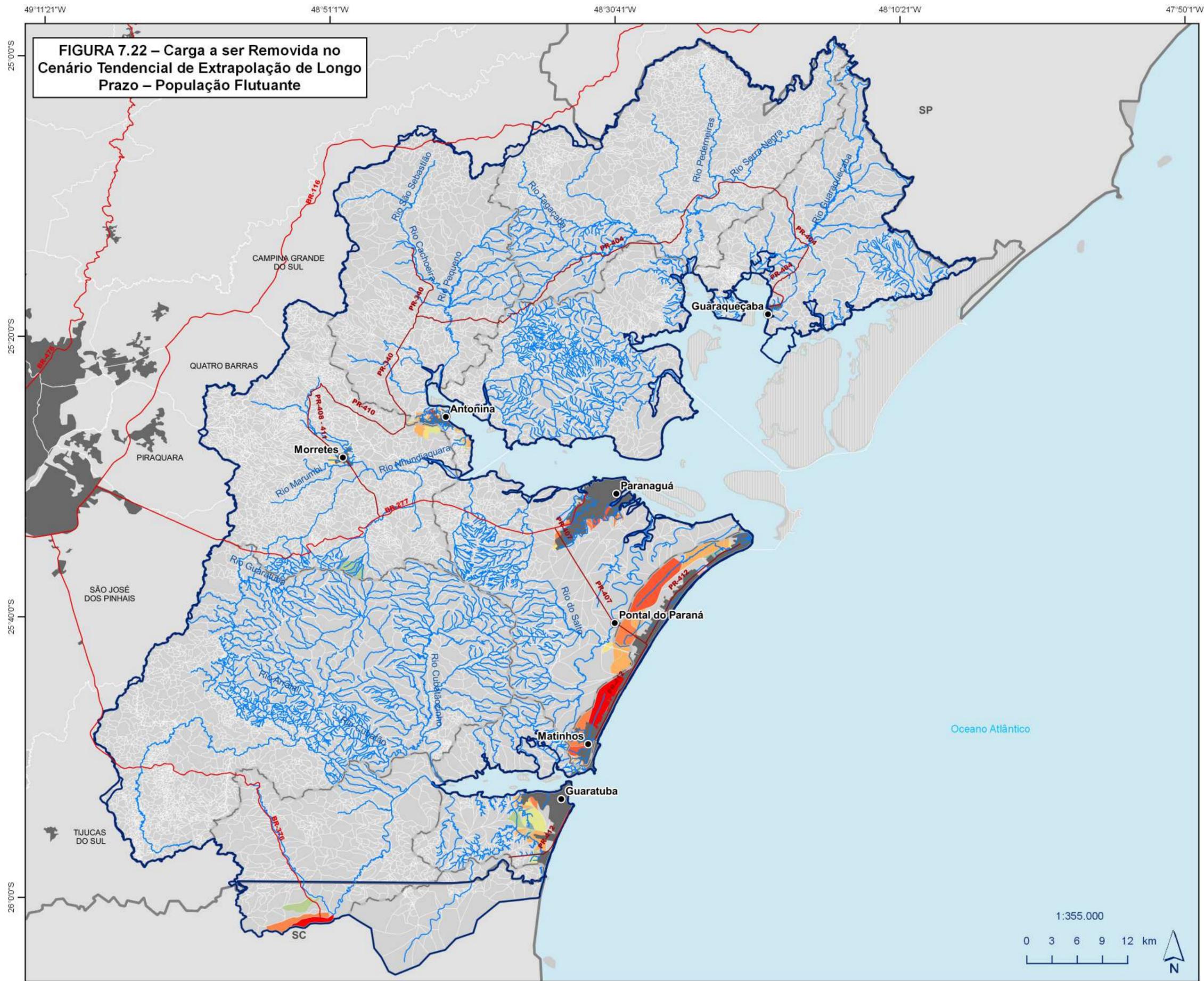
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.22 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Longo Prazo – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

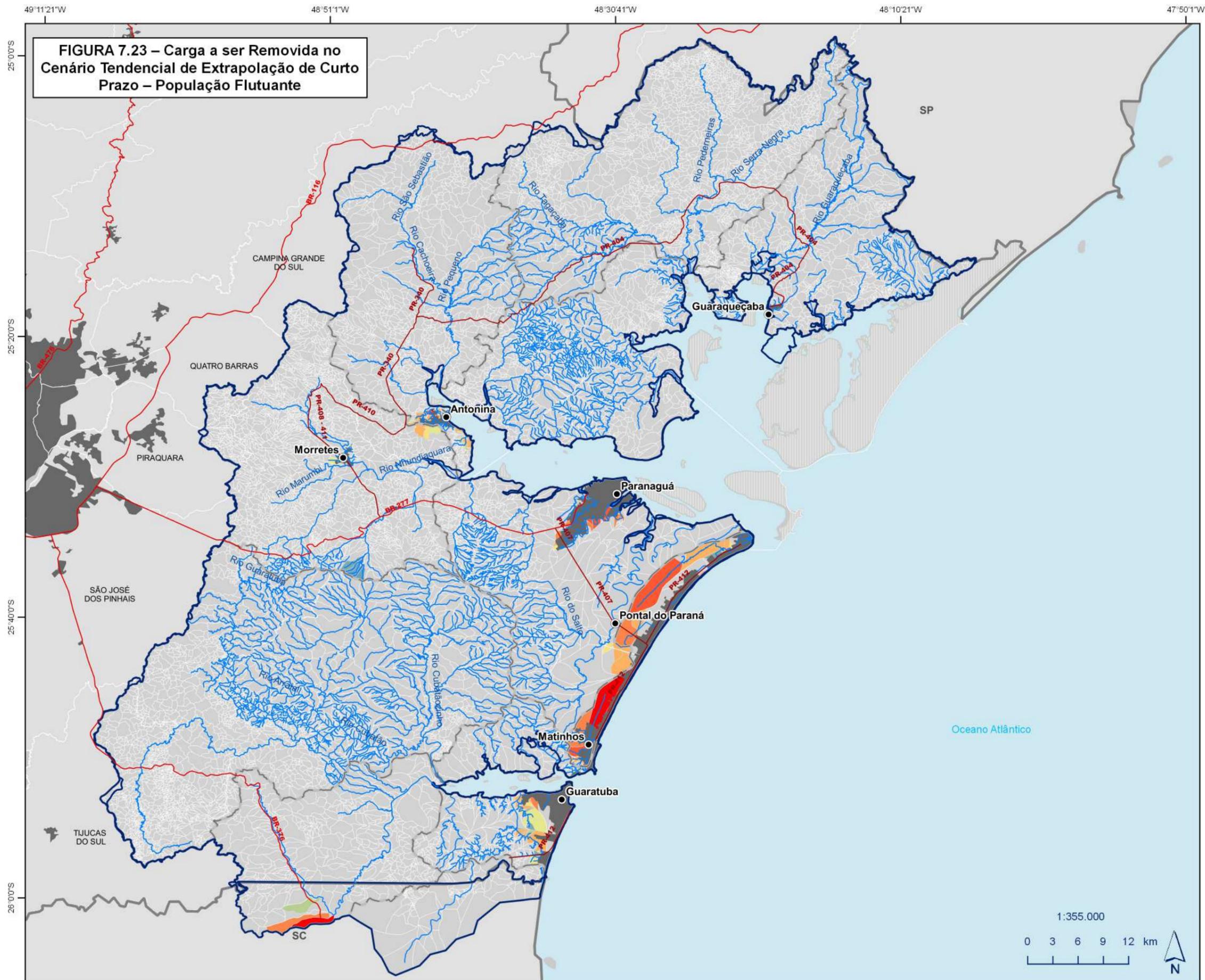
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.23 – Carga a ser Removida no Cenário Tendencial de Extrapolação de Curto Prazo – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

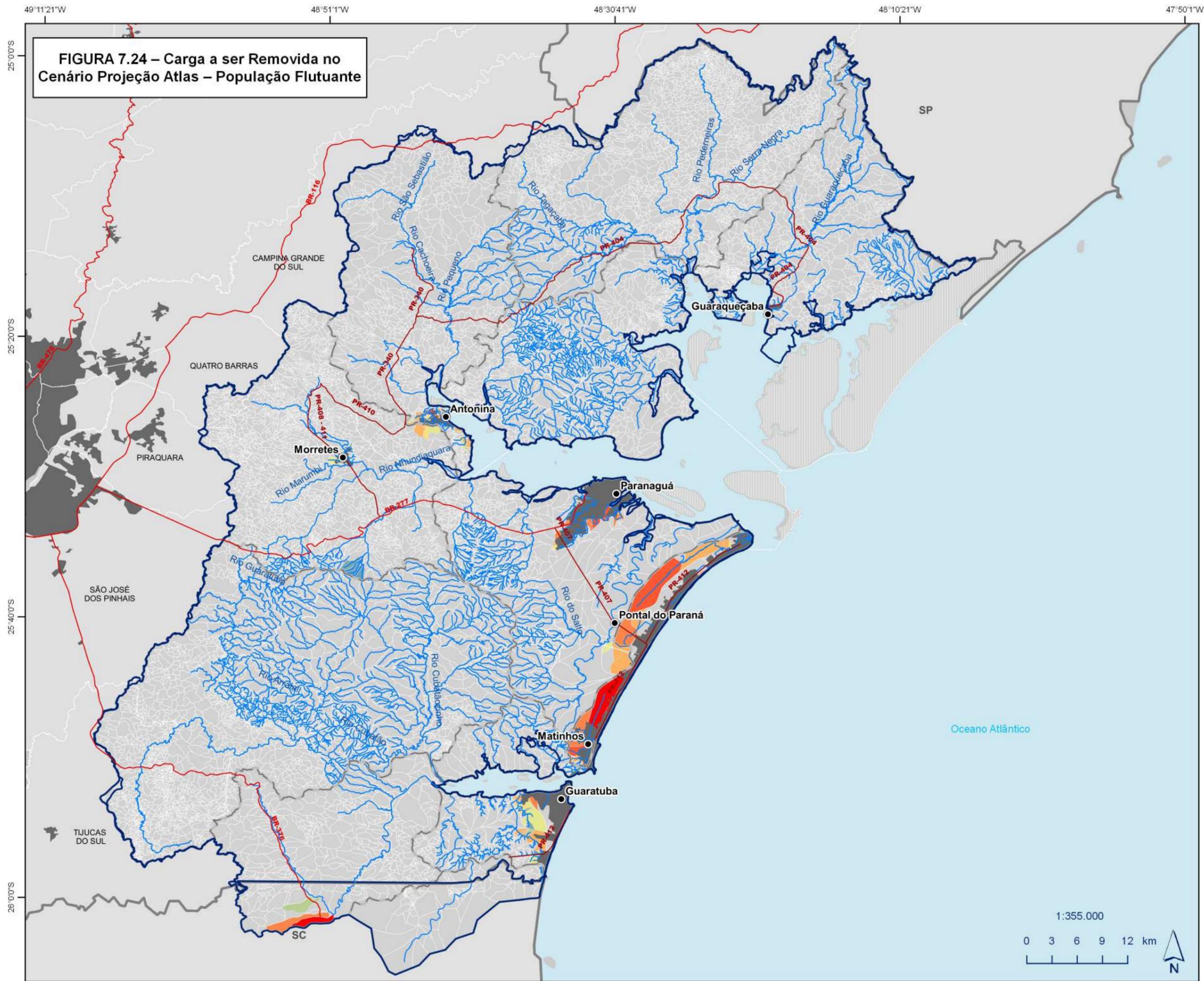
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.24 – Carga a ser Removida no Cenário Projeção Atlas – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

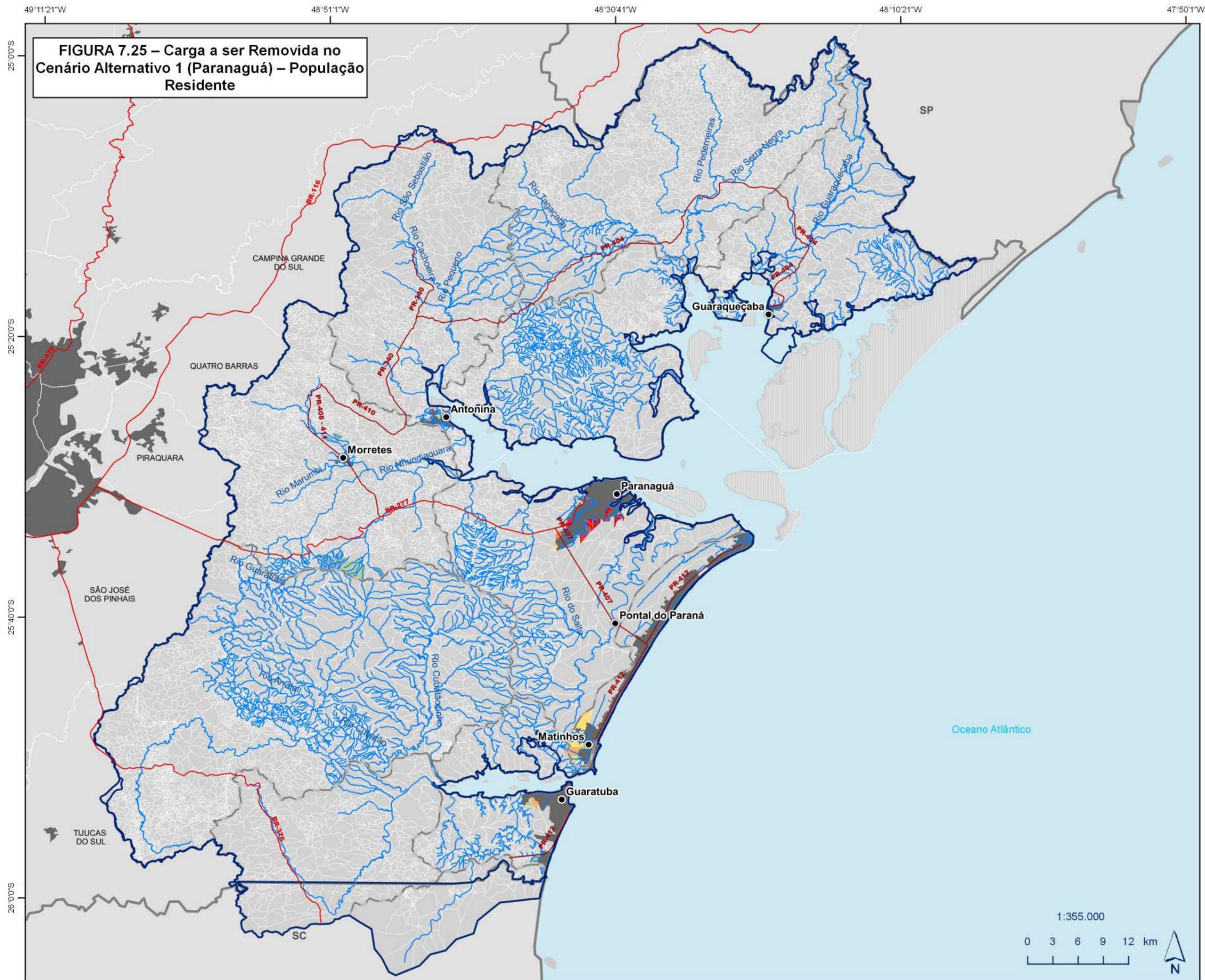
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.25 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Residente**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

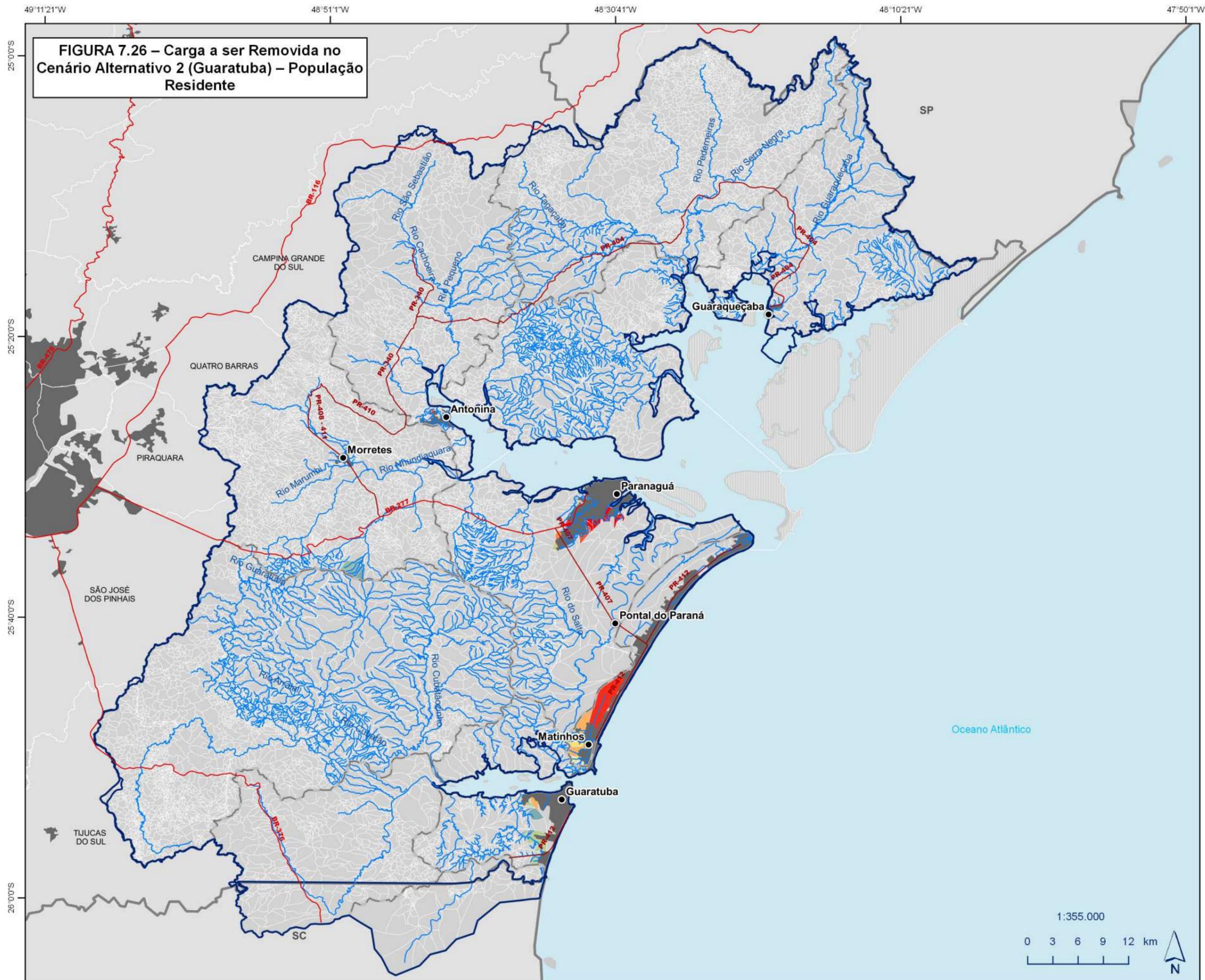
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.26 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Residente**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

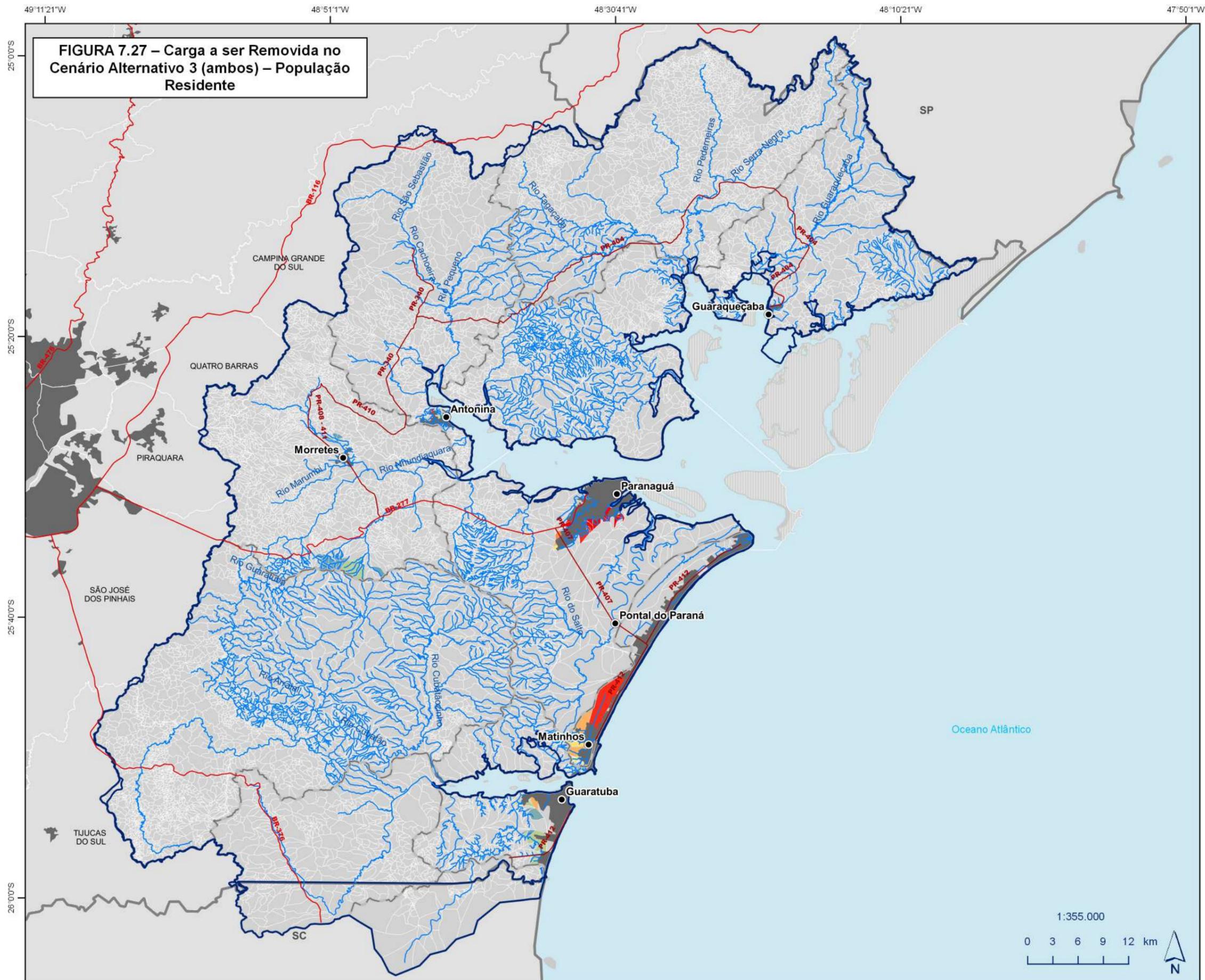
Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.





**FIGURA 7.27 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 3 (ambos) – População Residente**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

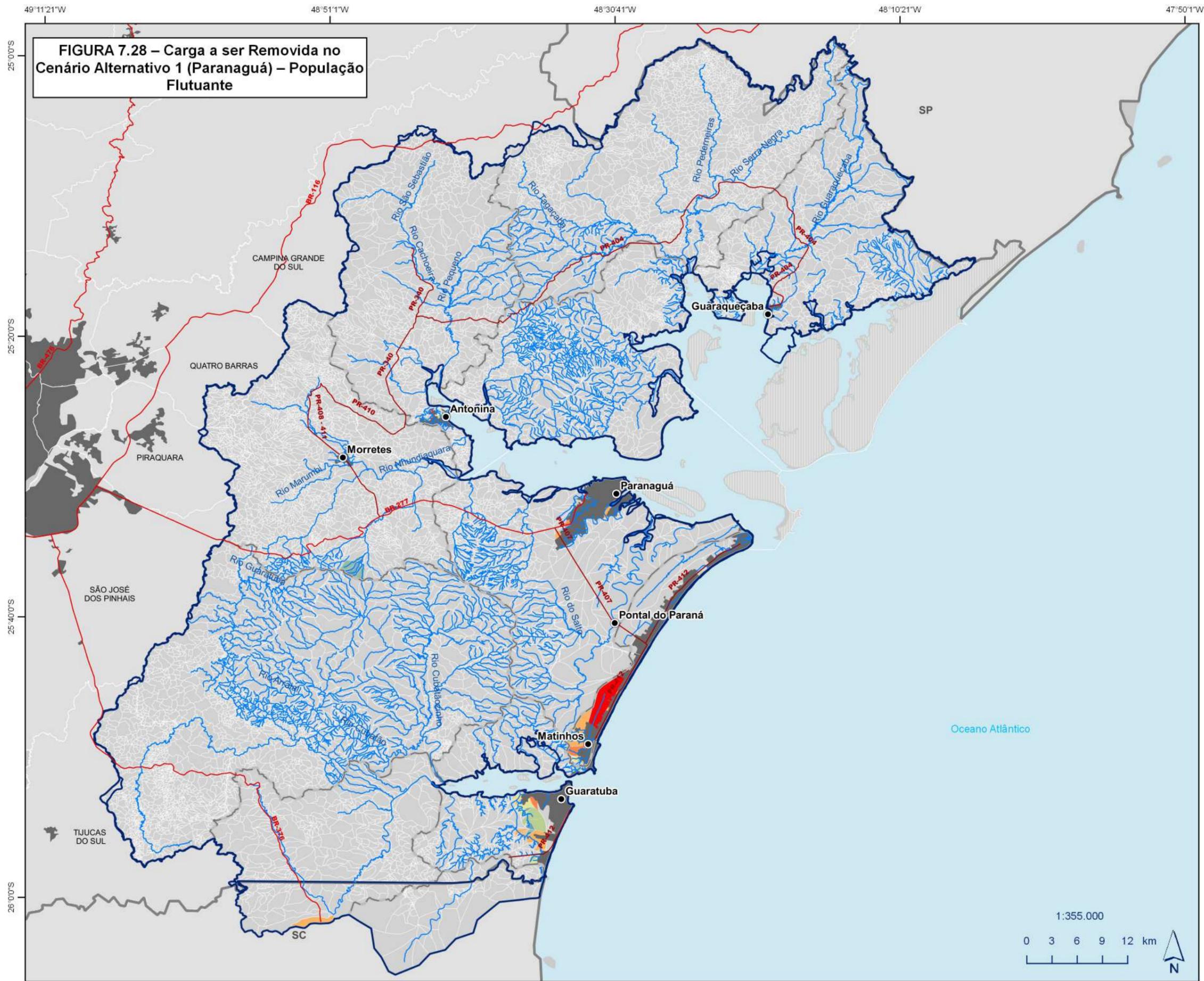
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.28 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 1 (Paranaguá) – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

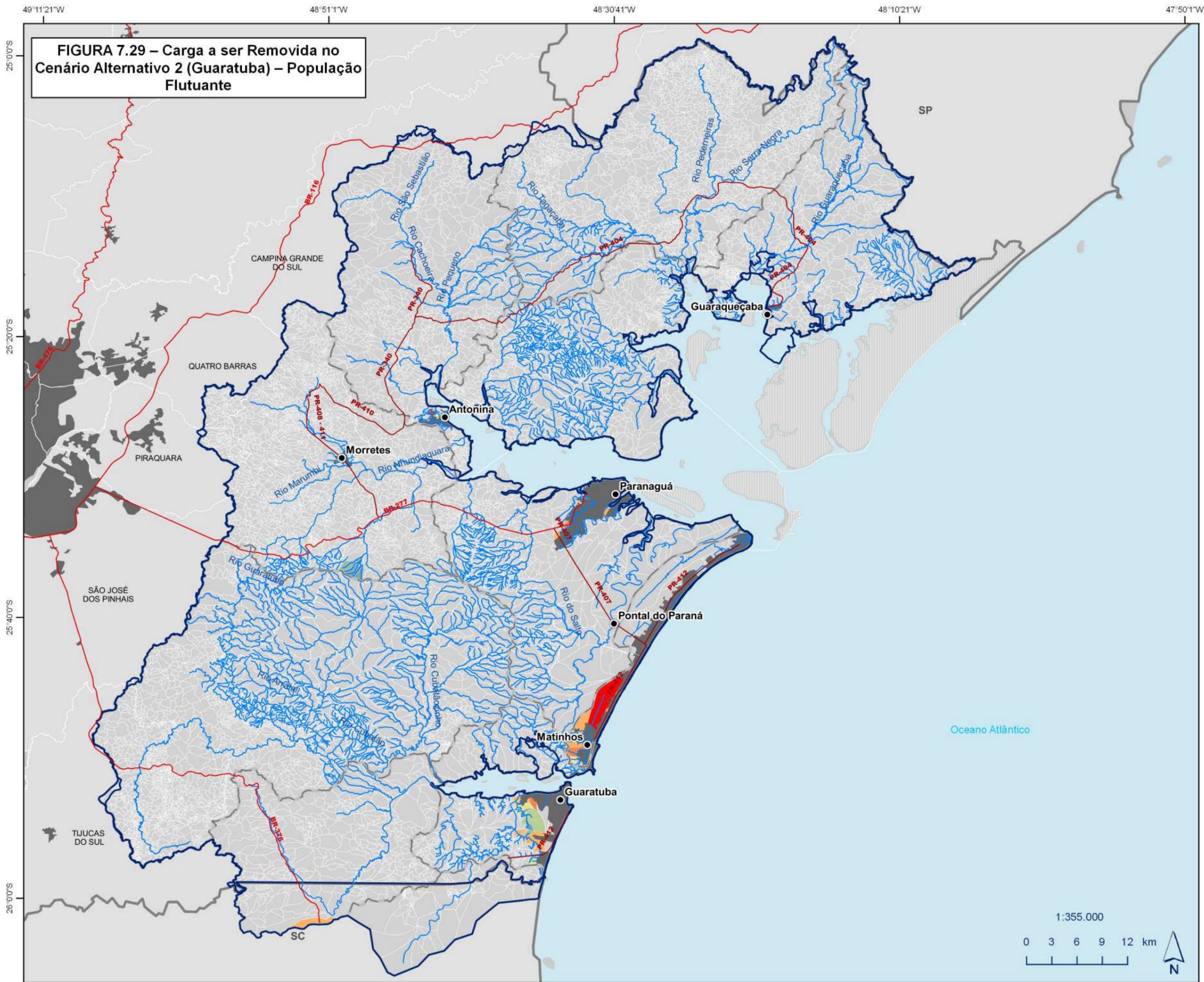
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**FIGURA 7.29 – Carga a ser Removida no Cenário Alternativo 2 (Guaratuba) – População Flutuante**

**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**

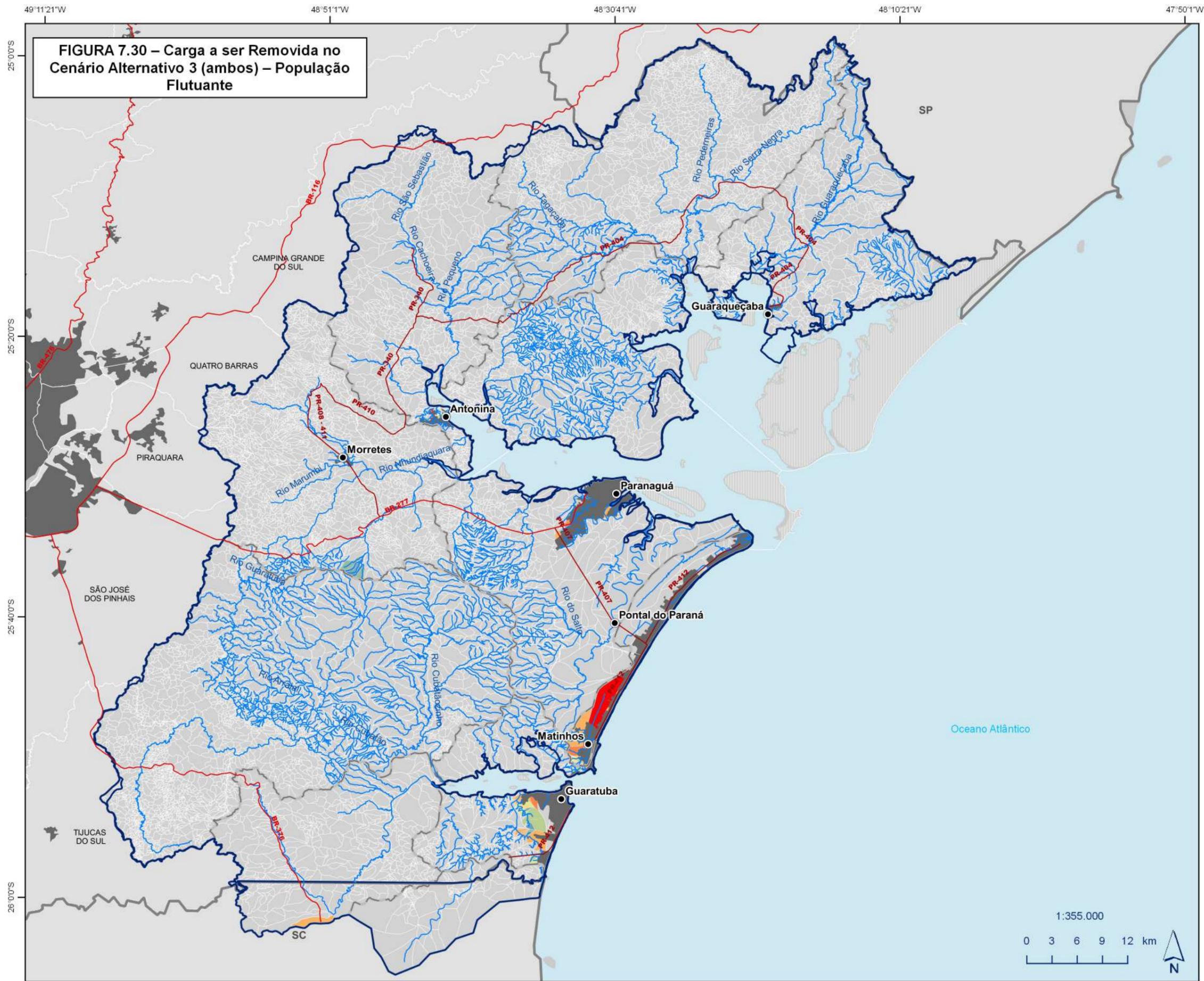
- 0,0
- 0,0 - 0,25
- 0,25 - 0,50
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- 10,0 - 50,0
- 50,0 - 100,0
- 100,0 - 200,0
- 200,0 - 300,0
- > 300,0

Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**

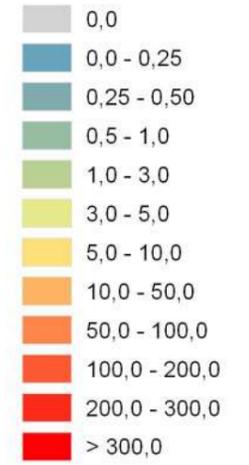
- Sedes Municipais
- Limites Estaduais
- Limite Municipal
- Limite da Bacia Hidrográfica Litorânea
- Rodovias
- Hidrografia Principal
- Reservatórios
- Áreas Urbanas
- Ilhas

Datum: SIRGAS 2000.



**Legenda**

**Cargas a ser Removida (kg/dia)**



Fonte: Elaboração Própria (2017).

**Convenções Cartográficas**



Datum: SIRGAS 2000.

## 8. REFERÊNCIAS

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba-PR, 2013a

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Jordão*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba-PR, 2013b

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *Base hidrográfica ottocodificada*. Curitiba, 2017b.

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *Cadastro de Outorgas de Efluentes*. Curitiba, 2017b.

AGUASPARANÁ. Instituto das Águas do Paraná. *Cadastro de Outorgas de Captação*. Curitiba, 2017c.

ANA. Agência Nacional de Águas. *Tomo III Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. In: Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2013.

ANA. Agência Nacional da Água. *Atlas Esgotos*. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília. DF, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo Populacional 2010*. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/censo/>>. Último acesso em Maio 2017.

COMITÊS PCJ. Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá e Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba e Jaguari. *Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá*. 2011.

FISCHER, H.B.; IMBERGER, J.; LIST, E.J.; BROOKS, N.H. *Mixing in Inland and Coastal Waters* – Academic Press, Inc. 1979

FUNAI. Fundação Nacional do Índio. *Shapes*. Disponível em <http://www.funai.gov.br/index.php/shape>. < Último acesso em Agosto 2017.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução nº 357 de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes.

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil. *Previsões de Maré*. Disponível em <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-previsao-mare/tabuas/>>. Último acesso em outubro de 2017.

GOMES, M. C. A. D. A.; PEREZ, L. S. N.; CURCIO, R. L. S. *Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao reservatório Guarapiranga*. São Paulo: SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. São Paulo. SP, 1998.

JESUS, J.A.O de. *Utilização de Modelagem Matemática 3D na Gestão da Qualidade da Água em Mananciais – aplicação no Reservatório Billings*. Programa de Pós Graduação em Saúde Pública (Tese) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. *Plansab – Plano Nacional de Saneamento Básico Mais Saúde com Qualidade de Vida*. Brasília, 2014.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. *Dados Georreferenciados*. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/cadastro-nacional-de-ucs/dados-georreferenciados>>. Último acesso em Agosto 2017.

OMERNIK, J. M. *Nonpoint source-stream nutrient level relationships: a nationwide study*. U.S. EPA Report Nº. EPA-600/3-77-105. U.S. Environmental Protection Agency. Corvallis. Oregon, 1977.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. *Pontos de Lançamento*. Curitiba, 2017a.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. *Captações Superficiais*. Curitiba, 2017b.

SECIMA. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos. *P3 Prognóstico dos Recursos Hídricos no Estado*. In: *Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás*. Colaboradora: Cobrape. Goiânia, 2015

SEMA – Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. *Paraná - Mar e Costa Subsídios ao Ordenamento das Áreas Estuarina e Costeira do Paraná*. Curitiba, 2006.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. *Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste*. Recife, 1980.

VON SPERLING, M. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. In: *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte. MG. vol. 3 ed. 2005

VON SPERLING, M. *Estudos e Modelagem da Qualidade da Água de Rios*. In: *Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuais*. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. 3ª Ed. Belo Horizonte. Minas Gerais. 2007.