

**PRODUTO 06 – RELATÓRIO DE CONTEXTUALIZAÇÃO FINAL**  
Volume 2 – Meio Ambiente | REVISÃO 2 - NOVEMBRO 2019



## **PLANO DA METRÓPOLE PARANÁ NORTE**

## APRESENTAÇÃO

O presente documento é o *Produto 06 – Relatório de Contextualização Final*, do *Plano da Metrópole Paraná Norte - Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável do Eixo das Metrópoles de Londrina, Apucarana e Maringá*.

Esta etapa do estudo – Fase 2: Contextualização – tem por objetivo conhecer e tornar pública a realidade presente na região compreendida pelo Plano, descrevendo e analisando a região, por meio de levantamento de dados e pesquisas, diagnósticos e oficinas.

Mais do que uma descrição estática, a contextualização procurou realizar análises dinâmicas comparativas, permitindo situar a Metrópole Paraná Norte em relação a outras metrópoles do Brasil, de tal forma que permita dimensionar o seu grau de desenvolvimento e competitividade. Também traz experiências internacionais para ilustrar e auxiliar na elaboração de estratégias para consolidar a região metropolitana, principalmente no que se refere a questões intermunicipais e regionais.

Conforme está descrito no Termo de Referência do Projeto, a fase de Contextualização “deverá descrever e analisar a região estudada, através de metodologia adequada, que permita, utilizando-se a linguagem da metodologia SWOT, reconhecer as Forças (S), Fraquezas (W), Oportunidades (O) e Ameaças (T) ao desenvolvimento regional e; a partir desta compreensão, adotar as medidas e ações necessárias para reforçar os aspectos positivos e enfrentar e superar os adversos”.

As análises realizadas em linguagem SWOT proporcionam um caráter mais específico das peculiaridades locais, vocações, ênfases e necessidades que dificilmente seriam captadas por meio de dados secundários, sendo de fundamental importância para a fase seguinte do Plano – Cenários e Visão de Futuro.

Por exigir o cumprimento dos itens que constam no Termo de Referência, o documento a seguir é extenso e detalhado, dividido em quatro volumes para facilitar a organização e leitura. As referências bibliográficas são apresentadas ao final do Volume 4. A intenção é não excluir, na elaboração do material, aspectos que poderão ser relevantes em análises integradas que serão realizadas ao longo das fases seguintes do Plano.

## SUMÁRIO

1. SOLO, SUBSOLO E TOPOGRAFIA .....	1
1.1. Solos .....	1
1.2. Subsolo e mineração .....	7
1.3. Topografia .....	12
2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA .....	15
2.1. Bacias Hidrográficas .....	18
2.1.1. Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi .....	19
2.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí .....	20
2.1.3. Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó .....	21
2.1.4. Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 3 .....	22
2.2. Planos de Recursos Hídricos .....	22
2.3. Precipitação .....	23
2.4. Disponibilidades Hídricas .....	26
2.4.1. Disponibilidades Hídricas Superficiais .....	26
2.4.2. Relação entre disponibilidade hídrica e abastecimento urbano .....	28
2.4.3. Aspectos qualitativos das águas superficiais .....	29
2.4.4. Importância das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas .....	38
2.4.5. Geologia e geomorfologia .....	40
2.4.6. Hidrogeologia .....	40
2.4.7. Qualidade da água subterrânea .....	43
2.4.8. Disponibilidade das águas subterrâneas .....	47
2.4.9. Demanda de água subterrânea .....	48
2.4.10. Vulnerabilidade ambiental relacionada às águas subterrâneas .....	51
2.4.11. Instrumentos de gerenciamento das águas subterrâneas .....	54
2.4.12. Conclusões e recomendações relacionadas com águas subterrâneas .....	54
3. FAUNA E FLORA .....	56
3.1. Introdução .....	56
3.2. Metodologia .....	56
3.3. Flora .....	56
3.3.1. Floresta Estacional Semidecidual .....	59
3.3.2. Floresta Ombrófila Mista .....	60
3.3.3. Cobertura Vegetal e Uso do Solo Atual .....	61
3.4. Fauna .....	66
3.4.1. Ictiofauna .....	67
3.4.2. Herpetofauna .....	68

3.4.3. Avifauna.....	69
3.4.4. Mastofauna.....	70
3.5. Forças, fraquezas, oportunidades e ameaças na região .....	72
3.5.1. Ambiente Interno – Forças.....	72
3.5.2. Ambiente Interno – Fraquezas.....	74
3.5.3. Oportunidades .....	75
4. INVENTÁRIO DE EMISSÕES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS .....	79
4.1. Metodologia .....	79
4.2. Resultados .....	83
4.3. Comparativo de Emissões.....	89
4.4. Adaptação e Mitigação.....	90
4.5. Qualidade do ar.....	93
5. EVENTOS CRÍTICOS .....	95
5.1. Introdução .....	95
5.2. Alagamentos, inundações e enxurradas.....	96
5.2.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.....	96
5.2.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID).....	101
5.2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações .....	105
5.2.4. Defesa Civil do Paraná .....	108
5.2.5. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas .....	114
5.2.6. Enxurradas entre 8 e 13 de Janeiro de 2016 .....	119
5.2.7. Sistema de Informações para Gestão dos riscos a desastres naturais (SIGrisco) .....	123
5.3. Movimento de massa .....	123
5.3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais.....	126
5.3.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID).....	126
5.3.3. Defesa Civil.....	126
5.4. Secas e estiagens.....	128
6. RESÍDUOS SÓLIDOS.....	129
6.1. Instrumentos de Gestão Municipais .....	129
6.2. Resíduos Sólidos Urbanos.....	130
6.3. Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde.....	138
6.4. Resíduos Sólidos de Construção Civil.....	139
6.5. Resíduos Sólidos de Saneamento .....	139
6.6. Avaliação do Setor .....	140
REFERÊNCIAS .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Porcentagem dos tipos de solo presentes na região da Metrópole Paraná Norte .....	2
Figura 1.2 – Pedologia na Metrópole Paraná Norte .....	3
Figura 1.3 – Classificação dos solos quanto à aptidão agrícola .....	5
Figura 1.4 – Aptidões de Solo na Metrópole Paraná Norte .....	6
Figura 1.5 – Fases de Autorização das Lavras de Mineração .....	9
Figura 1.6 – Substâncias Exploradas.....	10
Figura 1.7 – Declividade dos Municípios da Metrópole Paraná Norte .....	13
Figura 1.8 – Hipsometria dos Municípios da Metrópole Paraná Norte.....	14
Figura 2.1 - Localização das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.....	18
Figura 2.2 - Precipitação Média Anual .....	23
Figura 2.3 - Precipitação Média Mensal.....	24
Figura 2.4 – Comparativo entre precipitação e uso e ocupação do solo .....	25
Figura 2.5 - Localização das Estações Fluviométricas Utilizadas .....	26
Figura 2.6 – Grau de Atendimento à Demanda.....	29
Figura 2.7 - Usos da água conforme as classes de enquadramento.....	30
Figura 2.8 – Carga Remanescente de DBO por Município.....	33
Figura 2.9 – Carga Remanescente de Fósforo por Município .....	34
Figura 2.10 – Resultado da Modelagem na Q95% para DBO .....	36
Figura 2.11 – Resultado da Modelagem na Q95% para Fósforo Total.....	37
Figura 2.12 – Formações geológicas .....	41
Figura 2.13 – Formações hidrogeológicas .....	45
Figura 3.1 – Formações Fitogeográficas presentes na área de estudo.....	58
Figura 3.2 - Remanescente florestal conservado .....	62
Figura 3.3 – Cobertura Vegetal na Mata Atlântica.....	64
Figura 3.4 – Mapa de uso do solo.....	65
Figura 3.5 – Unidades de Conservação Estaduais e Municipais.....	73
Figura 3.6 -- Áreas Estratégicas para a Conservação e Recuperação da Biodiversidade no Estado do Paraná.....	78
Figura 4.1 - Distribuição de Emissões por Escopo.....	84
Figura 4.2 – Emissões municipais por setor.....	87
Figura 4.3 – Emissões per capita por município.....	88
Figura 4.4 - Emissões por real por município .....	89
Figura 4.5 – Comparativo de emissões baseadas no GPC .....	90
Figura 4.6 – Fundamentos da estratégia de adaptação MTS.....	91

Figura 5.1- Frequência anual de registros de desastres por alagamentos, enxurradas e inundações .....	97
Figura 5.2 – Alagamentos entre 1991 e 2012 .....	99
Figura 5.3 – Enxurradas entre 1991 e 2012.....	100
Figura 5.4 – Alagamentos entre 2013 e 2018 .....	103
Figura 5.5 – Enxurradas entre 2013 e 2018.....	104
Figura 5.6 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação .....	105
Figura 5.7 – Vulnerabilidade a Inundações (mapa).....	107
Figura 5.8 – Frequência anual de registros de alagamentos pela Defesa Civil .....	108
Figura 5.9 – Frequência mensal de registros de alagamentos pela Defesa Civil.....	109
Figura 5.10 – Frequência anual de registros de enxurradas pela Defesa Civil.....	110
Figura 5.11 – Frequência mensal de registros de enxurradas pela Defesa Civil .....	110
Figura 5.12 – Alagamentos entre 1992 e 2017 .....	112
Figura 5.13 – Enxurradas entre 1992 e 2017 .....	113
Figura 5.14 – Série Histórica de Alagamentos e Enxurradas .....	114
Figura 5.15 – Série Histórica de Alagamentos e Enxurradas .....	115
Figura 5.16 – Comparativo da Contabilização de Alagamentos por Fonte .....	116
Figura 5.17 – Comparativo da contabilização de Enxurradas por Fonte .....	116
Figura 5.18 – Análise Integrada de alagamentos, enxurradas e inundações .....	118
Figura 5.19 – Municípios paranaenses que decretaram estado de emergência.....	120
Figura 5.20 – queda de barreira na zona Sul de Londrina.....	120
Figura 5.21 – Estação de captação de água da SANEPAR em Maringá inundada após cheia do rio Pirapó.....	121
Figura 5.22 – Casa destruída pelas chuvas em Rolândia – PR. ....	122
Figura 5.23 – Eventos de deslizamentos e corridas de massa por município .....	127
Figura 5.24 – Frequência mensal de registros de deslizamentos e corridas de massa pela Defesa Civil.....	127
Figura 6.1 – Geração de resíduos por município .....	131
Figura 6.2 – Cobertura da coleta seletiva em relação à população urbana .....	132
Figura 6.3 – Condição e locais de disposição final de RSU .....	135
Figura 6.4 – Potencial de implantação de unidades de disposição final .....	137

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Tipos de Solo nos municípios que integram o Plano da Metrópole Paraná Norte .....	1
Tabela 1.2 – Arrecadação da CFEM por grupo de substância e município. ....	11
Tabela 2.1 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi .....	19
Tabela 2.2 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Alto Ivaí .....	20
Tabela 2.3 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Baixo Ivaí.....	20
Tabela 2.4 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó.....	21
Tabela 2.5 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Paranapanema 3 ...	22
Tabela 2.6 - Estações fluviométricas utilizadas.....	27
Tabela 2.7 - Disponibilidade Hídrica .....	27
Tabela 2.8 – Cargas Geradas e Remanescentes Conforme a Origem .....	32
Tabela 2.9 – Percentuais das captações por município .....	48
Tabela 2.10 – Dados populacionais e de aumento de demanda de água .....	49
Tabela 2.11 – Abastecimento superficial nos cenários atual e futuro .....	50
Tabela 2.12 – Percentual de cidades atendidas por rede coletora de esgoto e por fossas.....	53
Tabela 4.1 - Relação de dados utilizados e respectivas fontes.....	80
Tabela 4.2 - Resultado Geral de Emissões.....	83
Tabela 4.3 - Emissões GEE no Formato GPC .....	85
Tabela 5.1 – Dados de precipitação diária, em milímetros (mm), para os municípios do PDRS-Norte, disponíveis no SIH, que desencadearam o evento em 2016. ....	122
Tabela 5.2 – Características dos principais tipos de escorregamento.....	125
Tabela 5.3 – Principais fatores deflagradores de movimento de massa.....	126
Tabela 6.1 – Municípios que possuem PMSB e PMGIRS .....	130
Tabela 6.2 – Panorama da geração e coleta de resíduos na região .....	133
Tabela 6.3 – Metodologia de classificação das áreas de disposição final de RSU....	134

## 1. SOLO, SUBSOLO E TOPOGRAFIA

### 1.1. Solos

A descrição dos solos que integram o Plano da Metrópole Paraná Norte foi feita com base em informações disponibilizadas pela Embrapa, que utiliza o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.

A classificação dos tipos de solo, bem como seu mapeamento, é importante para avaliação do potencial e da aptidão agrícola, na qualidade das áreas avaliadas e na ocorrência de processos erosivos. Conforme os dados disponíveis, a região em estudo é formada por Argissolos, Gleissolos, Latossolos, Neossolos, Nitossolos, além das áreas urbanas e corpos de água continentais.

A seguir, são descritas as classes de solo encontradas na região (Tabela 1.1 e Figura 1.1), com suas características, e na sequência é apresentada a espacialização dos tipos de solo da região de acordo com o 3º nível taxonômico do Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos, conforme pode ser observado na Figura 1.2.

**Tabela 1.1 – Tipos de Solo nos municípios que integram o Plano da Metrópole Paraná Norte**

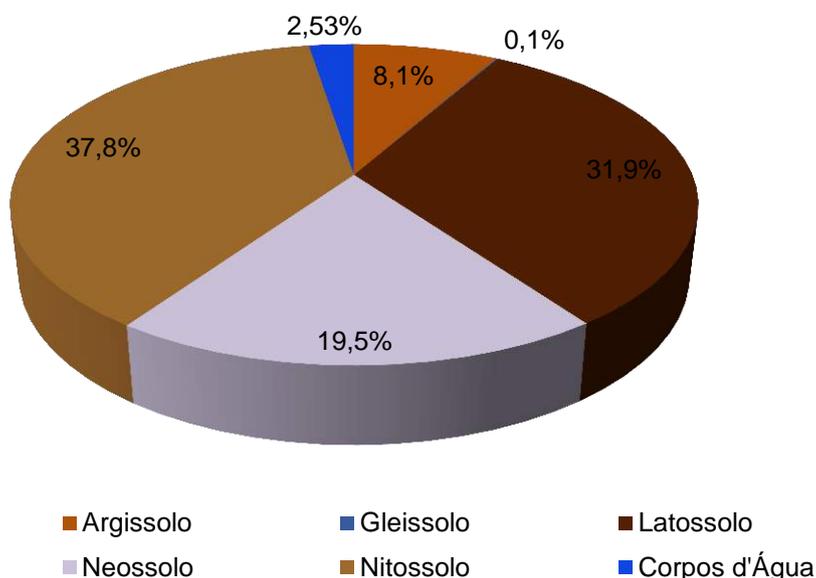
<b>Tipo de Solo</b>	<b>Características</b>
Argissolo	Normalmente apresenta acúmulo de argila em profundidade e baixa atividade de argila. Na região abordada por este estudo, ocorre a presença de Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos, Argissolos Vermelhos Distróficos e Argissolos Vermelhos eutróficos, sendo que o Argissolo Vermelho-Amarelo associado à Alissolo, Latossolo e Neossolo. Os solos distróficos (de baixa saturação) possuem baixas proporções de cátions básicos trocáveis, logo, são associados à baixa fertilidade natural. Os eutróficos, com alta saturação, possuem maior fertilidade.
Gleissolo	Solo normalmente encontrado em locais de relevos planos de várzea e encontram-se permanente ou periodicamente saturados por água. Na região de estudo são encontrados os Gleissolos Háplicos, solos distróficos, de baixa fertilidade pela baixa acidez e teores elevados de sais de alumínio, sódio e enxofre.
Latossolo	Solos de maior ocorrência no território brasileiro, normalmente associados a relevos planos e suavemente ondulados. Na região são encontrados os Latossolos Vermelho distroférico e distrópico, variantes menos férteis, eutróférico e eutrófico, mais férteis. Também são verificadas associações de Latossolo Vermelho com Argissolo e Nitossolo. Apresentam alto potencial agrícola pelas condições de relevo em que se inserem, porém, podem apresentar baixa fertilidade e baixa retenção de umidade.
Neossolo	Abrangem desde áreas de relevo muito movimentadas (onduladas a montanhosas) até áreas planas. Na região é encontrado o Neossolo Litolítico eutrófico com alta saturação por bases, acidez e altos teores de alumínio e sódio, típico de regiões mais planas. Apresentam maior

Tipo de Solo	Características
	fertilidade natural e melhor potencial agrícola do que os Nossolos distróficos.
Nitossolo	Região abordada neste estudo contém Nitossolo Vermelho, com predominância de Nitossolo Vermelho Eutroférrico. Os Nitossolos Vermelhos correspondem ao que antigamente era denominado Terra Roxa Estruturada e ocorrem em extensas áreas nos planaltos basálticos, que se estendem do Rio Grande do Sul a São Paulo. São solos férteis e de grande importância agrônômica.
Áreas Urbanas e Corpos de Água	Áreas urbanas e submersas sob a forma de corpos d'água não apresentaram classificação quanto ao tipo de solo.

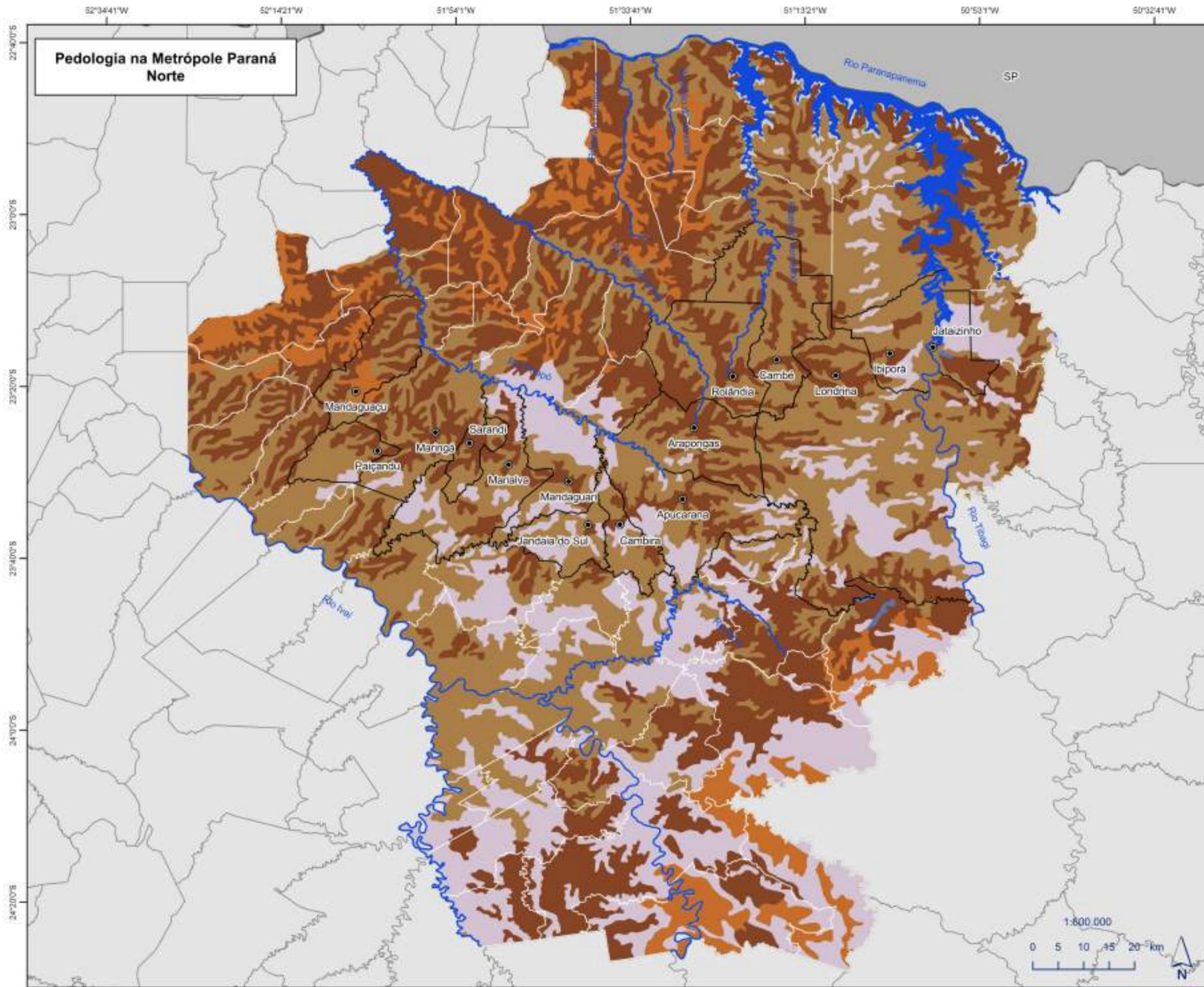
Fonte: EMBRAPA, 1999.

Com base nas informações disponibilizadas pelo ITCG, foram obtidas as porcentagens para cada tipo de solo encontrado na região, conforme a Figura 1.1. Pode-se observar que o solo predominante na região é o Nitossolo, seguido pelo Latossolo. Estes dois tipos de solo compõem 69,7% de todo o solo da região.

**Figura 1.1 – Porcentagem dos tipos de solo presentes na região da Metrópole Paraná Norte**



Fonte: ITCG, 2008.



**Legenda**

**Tipos de Solos**

- Argissolo
- Gleissolo
- Latossolo
- Neossolo
- Nitossolo
- Corpos d'Água

Fonte: ITCG, 2008.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

A metodologia de classificação do solo por aptidão agrícola busca identificar solos que possam ser utilizados de acordo com sua aptidão natural sem gerar danos ao meio ambiente. Depois de muitas adaptações e evoluções de metodologias internacionais ou nacionais mais antigas, o IPARDES propôs, em 1995, uma metodologia de classificação para os solos paranaenses. Fatores como nível de manejo, limitação, aptidão agrícola e classes de aptidão agrícola devem ser levados em consideração, para a aplicação e entendimento desta metodologia (UNIOESTE, 2014).

Os níveis de manejo levam em consideração o comportamento do solo frente a diferentes tipos de tecnologias empregadas em sua manipulação. Os níveis de manejo são classificados em primitivo “A”, com práticas agrícolas de baixo nível técnico cultural; pouco desenvolvido “B”, com nível tecnológico intermediário e desenvolvido “C” de alto nível tecnológico (FILHO; BEEK, 1995b).

Segundo FILHO e BEEK (1995b), os fatores de limitação demonstram as condições agrícolas dos solos, sendo:

- (f) – Deficiência de fertilidade;
- (h) – Deficiência de água;
- (o) – Excesso de água ou deficiência de oxigênio;
- (e) – Suscetibilidade a erosão e
- (m) – impedimentos de mecanização.

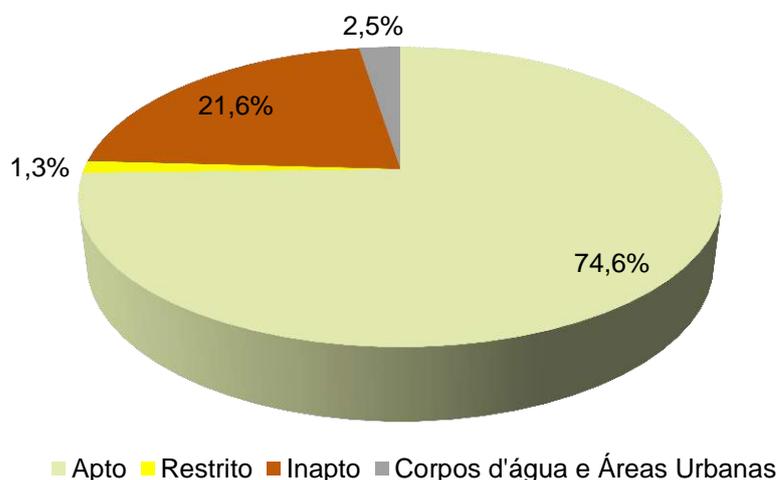
Ainda segundo BEEK e FILHO (1995b), os grupos de aptidão do solo são definidos de acordo com o tipo de utilização mais empregado, sendo a representação dos grupos feita de 1 a 6, conforme a possibilidade de utilização do solo. Os grupos de 1 a 3 indicam o tipo de utilização como lavoura e representam as melhores classes de aptidão, indicadas conforme o nível de manejo. Os grupos de 4 a 6 indicam os tipos de utilização como pastagem plantada (grupo 4), silvicultura e/ou pastagem natural (grupo 5) e preservação de fauna e flora (grupo 6).

As classes de aptidão agrícola mostram a aptidão do solo de acordo com a utilização e um tipo de manejo definido, dentro do subgrupo Aptidão. A Classe 1, “Boa”, apresenta poucas restrições à agricultura, considerando o tipo de manejo aplicado, engloba solos sem limitações significativas para produção; a Classe 2, “Regular”, envolve solos com limitações moderadas, também levando em conta o tipo de manejo adotado. Nessa classe, há necessidade de utilização de insumos e não se permite a plantação de culturas anuais de modo constante. A Classe 3, “Restrita”, engloba os solos com fortes limitações para produção, exigindo maior número de insumos e, conseqüentemente, impondo maiores restrições ao uso dos solos. Terrenos muito acidentados, com declividades de 20 a 40%, não são indicadas para culturas, sendo mais empregadas para pastagens e reflorestamento. Por fim, a Classe 4, “Inapta”, envolve os solos que são impróprios e não agricultáveis (BEEK; FILHO, 1995b; UNIOESTE, 2014).

Em 2008, foi publicado pelo ITCG o mapa de Aptidão do Solo do Estado do Paraná, tendo como base informações levantadas pelo IPARDES (Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social). Esta publicação demonstra a aptidão do solo para o cultivo agrícola segundo o Sistema Agroflorestal de Manejo de Solo e Plantas (SAFn). O

gráfico a seguir demonstra a classificação dos solos quanto à aptidão agrícola para os municípios contemplados neste estudo.

**Figura 1.3 – Classificação dos solos quanto à aptidão agrícola**



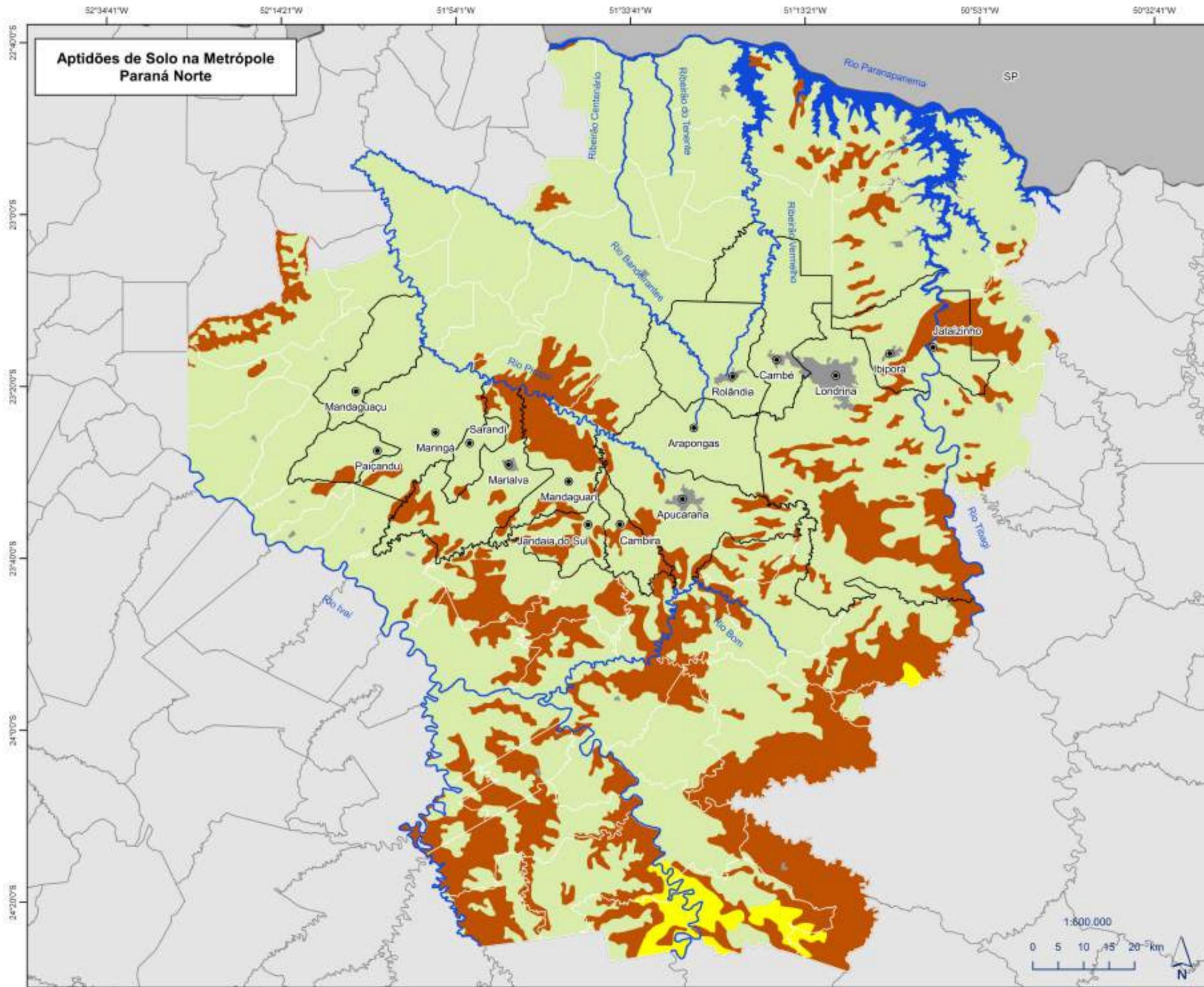
**Fonte: ITCG, 2008.**

Neste gráfico, é possível observar que 74,6% de todo o solo englobado na área que diz respeito a este estudo é apta à prática agrícola, apenas 21,6% é inapta e 1,3% é de uso restrito. Com relação à inaptidão, dos 21,6% dos solos, a causa é excesso hídrico e erosão. As áreas restritas (1,3%) não estão concentradas nos municípios que contemplam o Plano e englobam solos com baixa fertilidade, erodíveis ou com excesso de água.

Com base na figura acima ainda foram detalhadas as classificações do solo de acordo com o SAFn, em que há classificação quanto à aptidão e também com relação à qualidade do solo.

Segundo FILHO e BEEK (1995a), a classificação da aptidão agrícola é feita conforme fatores limitantes para o uso do solo em estado natural. O grau de limitação é determinante para o estabelecimento de práticas de manejo com emprego de recursos em maior ou menor intensidade.

Na sequência, por meio da próxima figura, é possível visualizar a espacialização das aptidões dentro da área em análise.



**Aptidões de Solo na Metrópole Paraná Norte**

**Legenda**

**Aptidão do Solo Segundo a Classificação SAFn**

- Apto
- Inapto
- Restrito
- Corpos d'Água e Áreas Urbanas

Fonte: ITCG, 2008.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

Ao realizar o cruzamento das informações apresentadas no mapa da composição dos solos com as informações disponibilizadas no mapa de aptidão do solo, pode-se perceber que majoritariamente a porção de solo inapta para a agricultura é composta por Nitossolo.

A limitação dos Neossolos com relação à agricultura se dá pelo fato desses solos terem pouca profundidade, por apresentarem muitas rochas e declives acentuados, dificultando o crescimento das raízes das plantas, limitando o potencial para utilização de máquinas e aumentando o risco de erosão. Normalmente, os Neossolos eutróficos são mais férteis pela sua composição química privilegiada, sendo os fatores limitantes a formação e disposição, conforme dito anteriormente. Esses solos são normalmente indicados para a preservação de fauna e flora, podendo também ser utilizados para outras finalidades.

Cabe ressaltar que, apesar das restrições de agricultura impostas pelos Neossolos, estes podem ser utilizados para a preservação de fauna e flora por meio do enriquecimento e adensamento com espécies nativas. Isso pode ser feito principalmente em locais que apresentam declives entre 25° e 45°. Desse modo, a economia seria movimentada por meio de técnicas extrativistas não predatórias. Também há possibilidade de haver produções sustentáveis exploradas por meio de sistema agroflorestal.

Outra região de inaptidão dos solos pode ser verificada sobre a formação de Argissolos, mais especificamente Argissolos vermelhos eutróficos abruptos, concentrados quase que inteiramente no município de Nova Esperança. Embora o fato de serem eutróficos caracterize maior fertilidade para estes solos, a característica de serem abruptos promove uma diferença de texturas, o que dificulta a percolação de água, aumentando a suscetibilidade à erosão. Por isso a inaptidão para a agricultura.

Algumas porções de inaptidão foram observadas sobre áreas de ocorrência de Latossolos de formação distroférrica típica e de textura argilosa. Estes solos apresentam baixa fertilidade e altos teores de ferro. As limitações destes solos se dão pela tendência à compactação e à baixa disponibilização de água para o bom desenvolvimento das plantas. Estes solos também podem apresentar grandes problemas relacionados com a erosão.

De modo geral, as áreas de ocorrência de Nitossolos apresentaram-se aptas à agricultura.

É recomendada a utilização do Sistema de Plantio Direto Integrado, quando se trata do interesse em promover o uso sustentável de áreas com os principais grupos de solo. Este sistema, em conjunto com técnicas de controle de escoamento superficial de água, produção da lavoura, pecuária e floresta em suas modalidades de integração e prática agropecuária em declives que permitam mecanização e pecuária associada com floresta, em declives entre 20% e 45%, permitem o melhor aproveitamento econômico e ao mesmo tempo sustentável dos solos.

Cabe ressaltar que áreas com grupos de solo inaptos para a agricultura devem ser preservadas.

## **1.2. Subsolo e mineração**

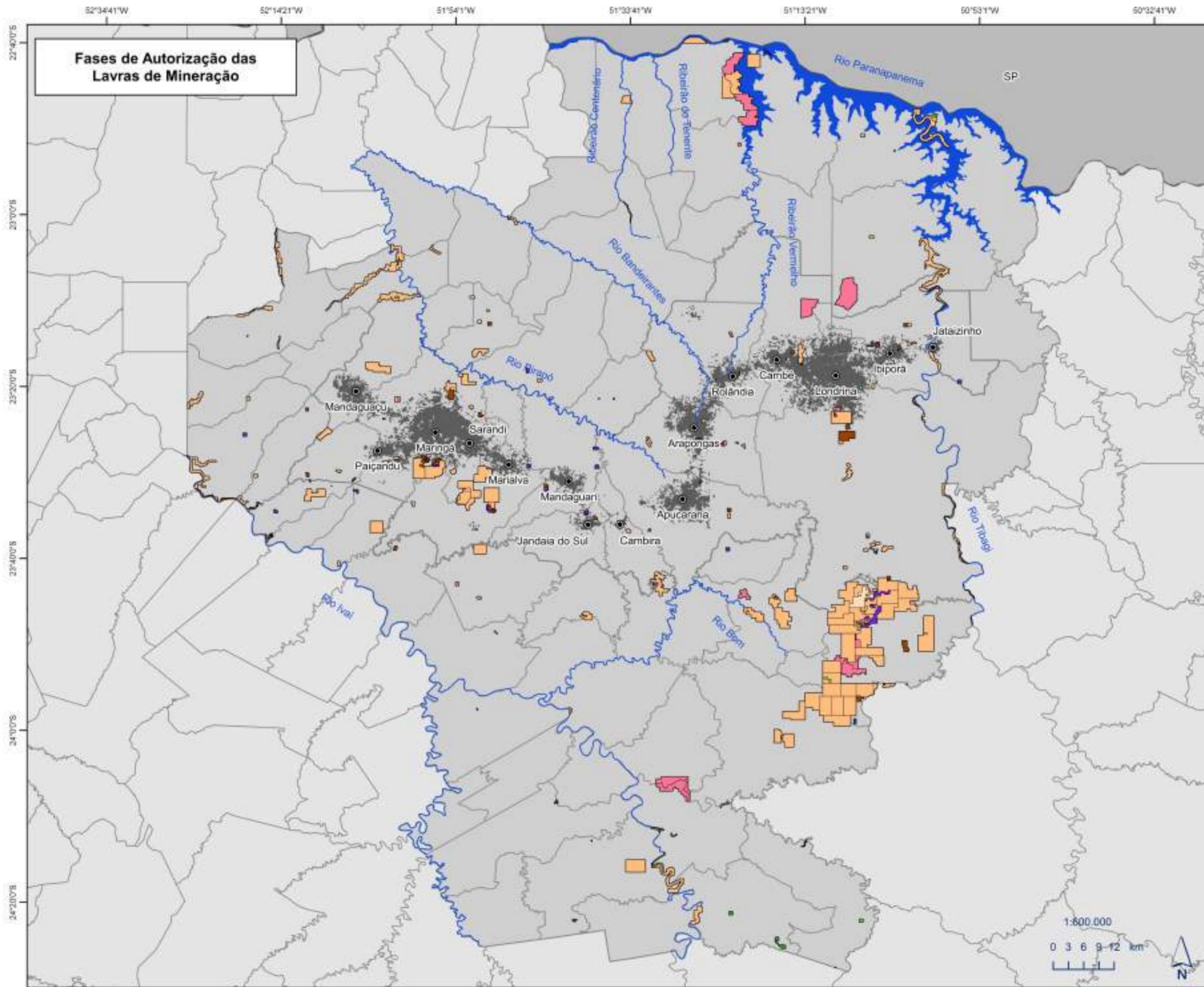
No que diz respeito aos recursos minerais no Estado do Paraná, com o objetivo de saber como estão distribuídas as áreas dos processos minerários ao longo dos 74 municípios, foram obtidos dados sobre lavras de exploração de recursos minerais por meio do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE). Os dados disponibilizados pelo SIGMINE envolvem informações atualizadas sobre áreas com processos minerários cadastradas no Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) associadas a outras

informações geográficas. Com base nestas informações, foi possível classificar as áreas de exploração de recursos minerais nos 74 municípios que compõem este plano.

Os principais dados obtidos correspondem ao número do processo, ano de concessão da lavra, área, fase do processo, nome da empresa responsável pela exploração, substância explorada e uso. Das 321 outorgas, 186 correspondem a autorização ou requerimento para pesquisa, 65 estão em fase de concessão de lavra, 4 em fase de disponibilidade, 16 em fase de licenciamento ambiental, 32 em fase de requerimento de lavra, 16 em fase de requerimento de licenciamento ambiental e 2 em fase de requerimento de registro de extração.

Entre as substâncias listadas estão água mineral, água potável de mesa, areia, arenito, argila, argila refratária, basalto, basalto para brita, cascalho, diabásio, saibro, siltito e turfa.

Por meio das figuras 1.5 e 1.6, é possível observar como estão distribuídas as lavras com suas respectivas fases de processo e o tipo de substância explorada, para a região em estudo.

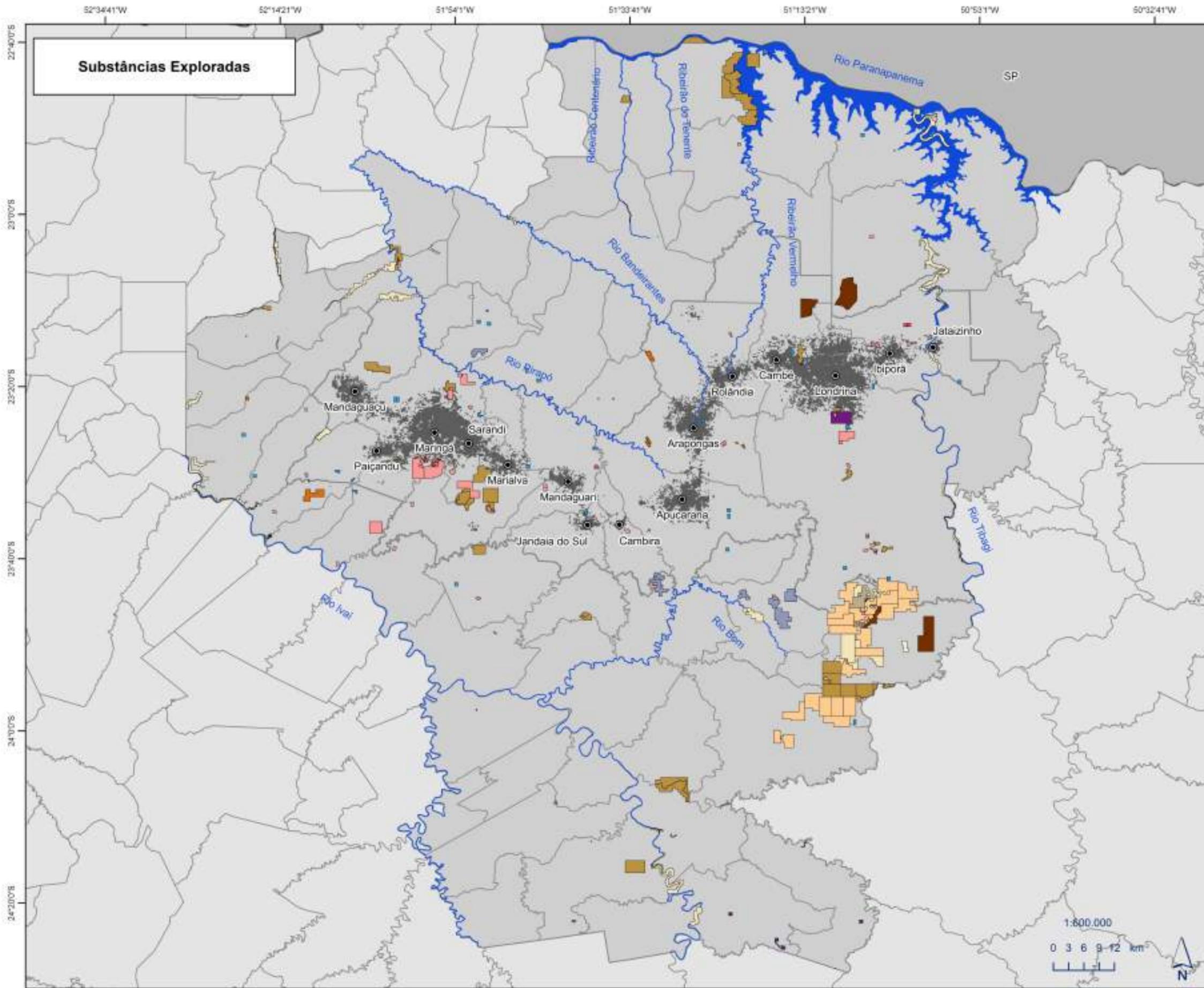


**Fases de Autorização das Lavras de Mineração**

- Legenda**
- Situação**
- Autorização de pesquisa
  - Concessão de Lavra
  - Disponibilidade
  - Licenciamento
  - Requerimento de Lavra
  - Requerimento de Licenciamento
  - Requerimento de Pesquisa
  - Requerimento de Registro de Extração

Fonte: SIGMINE, 2018.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.



**Legenda**

**Tipos de Substância**

- Água Mineral
- Água Potável de Mesa
- Areia
- Arenito
- Argila
- Argila Refratária
- Basalto
- Basalto para Brita
- Cascalho
- Diabásio
- Saibro
- Silito
- Turfa

Fonte: SIGMINE, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

Pode-se observar que maior parte das lavras situa-se ao sul do município de Londrina, nos municípios de Tamarana, Mauá da Serra, Faxinal, Marialva, Maringá e Sarandi. Cabe ressaltar que a quase totalidade destas áreas é de autorização para pesquisa, não sendo permitida extração e comercialização dos minerais. Entre as substâncias mais abundantes estão areia, arenito, argila e basalto.

Essa aglomeração de áreas de lavras ao sul de Londrina e nos municípios subjacentes e também ao sul de Maringá e municípios vizinhos, mostra que há um grande potencial de crescimento econômico decorrente da exploração de minérios que possa vir a ocorrer nestas regiões, embora essas áreas ainda sejam destinadas à pesquisa.

Ainda com relação aos recursos minerais, pode-se dizer que a geologia do Estado influencia diretamente na produção mineral, bem como em seus pontos de extração. Segundo dados do ITCG, em 2004 a produção mineral foi registrada em 148 dos 399 municípios paranaenses, sendo que, destes 148, 32 foram responsáveis por mais de 90% da produção, tanto em termos de quantidade, quanto em termos de valores arrecadados. Os valores de ICMS e CFEM recolhidos são calculados em função do tipo de substância produzida. Cada substância possui valor intrínseco próprio, que, associado a outros fatores, estabelece os preços finais de comercialização.

Foi realizado um levantamento sobre os principais tipos de substâncias produzidas pelos 15 municípios que compõem este Plano e também para os 59 municípios que compõem as regiões metropolitanas das principais cidades. A base de dados consultada foi fornecida pelo IPARDES e englobou a arrecadação da CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais) para o ano base de 2017. Dos 74 municípios, apenas 15 apresentaram dados sobre a exploração mineral. Por meio da tabela a seguir, é possível observar tipo e o valor da produção e os principais tipos de recursos minerais explorados.

**Tabela 1.2 – Arrecadação da CFEM por grupo de substância e município.**

<b>Município</b>	<b>Substância Explorada</b>	<b>Arrecadação da CFEM (em R\$ 1,00)</b>
Apucarana	Rocha para Brita	30.386,81
Arapongas	Rocha para Brita	63.056,68
Assaí	Areia	108,85
Ibiporã	Areia	1.104,57
Ibiporã	Rocha para Brita	241.005,27
Iguaraçu	Água Mineral	5.103,60
Itambé	Rocha para Brita	1.528,27
Ivaiporã	Rocha para Brita	4.561,51
Lidianópolis	Rocha para Brita	17.522,17
Londrina	Água Mineral	18.963,24
Londrina	Areia	12.291,70

<b>Município</b>	<b>Substância Explorada</b>	<b>Arrecadação da CFEM (em R\$ 1,00)</b>
Londrina	Rocha para brita	197.443,40
Mandaguari	Rocha para brita	67.526,73
Marialva	Rocha para brita	129.797,21
Marilândia do Sul	Argila	167,9
Marilândia do Sul	Rocha para brita	71.641,18
Maringá	Água Mineral	5.931,99
Maringá	Rocha para brita	14.611,82
Novo Itacolomi	Rocha para brita	45.497,26
Rio Branco do Ivaí	Rocha para brita	3.116,32
Tamarana	Argila	225,28

**Fonte: IPARDES, 2018.**

Pode-se observar que o mineral mais explorado é a rocha para brita, seguido de areia e água mineral. Em termos de arrecadação, os maiores valores foram obtidos da exploração de rocha para brita. Merecem destaque os municípios de Ibiporã, Londrina e Marialva, que juntos contribuíram com 61% de todo valor arrecadado para o ano de 2017, com valor de R\$ 568.245,88.

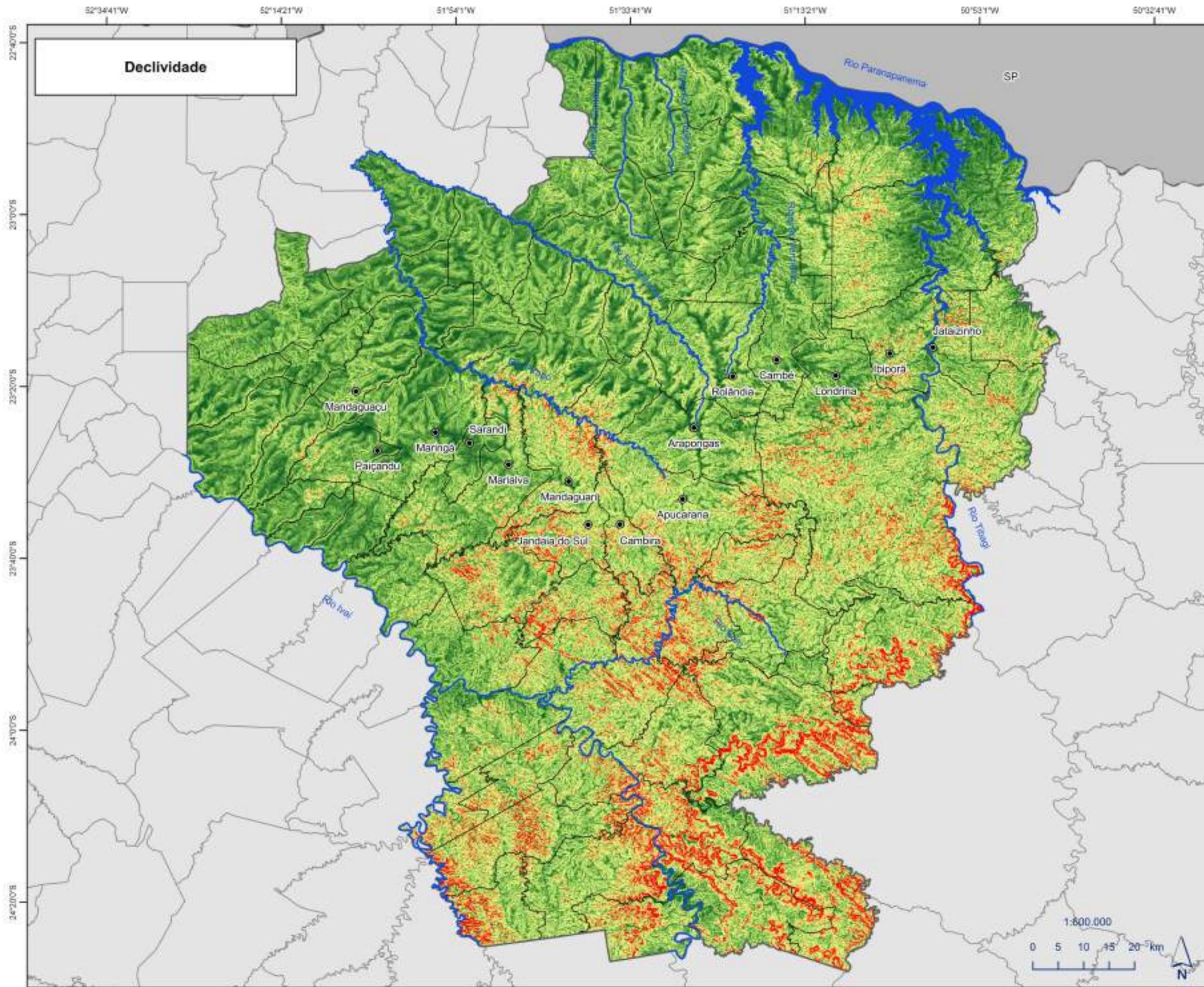
### **1.3. Topografia**

Com relação à topografia, pode-se dizer que os municípios englobados nesta análise estão situados nos locais mais altos e também nos pontos divisores de bacias. Estes municípios fazem parte da Bacia Sedimentar do Paraná, mais especificamente no Terceiro Planalto Paranaense, local onde a morfologia predominante é composta por topos alongados e aplainados com vertentes predominantemente convexas e côncavas, altitudes variando entre 120 m e 1340 m (MINEROPAR, 2006).

A análise da declividade foi realizada para os 15 municípios que compõem o Plano da Metrópole Paraná Norte. Foram identificadas declividades variando de 0° a 35°, sendo os municípios de Londrina e Mandaguari os que registraram os maiores valores. Como quase a totalidade dos municípios apresentou declividade mínima igual a zero, a variação de declividade dentro do mesmo município ficou igual ou muito próxima à declividade máxima. A declividade média variou entre 3° e 6°.

Quanto à altimetria, a menor altitude foi verificada para o município de Marialva, 295 m, e a maior chegando a 873 m, em Apucarana. As altitudes médias para cada município variaram de 419 m a 705 m, sendo a menor variação observada para o município de Paiçandu e a maior para o município de Londrina.

Com o objetivo de facilitar a apresentação visual dos fatores topográficos acima descritos, a Figura 1.7 representa a declividade para a região e a Figura 1.8 a hipsometria.



**Legenda**

**Declividade**

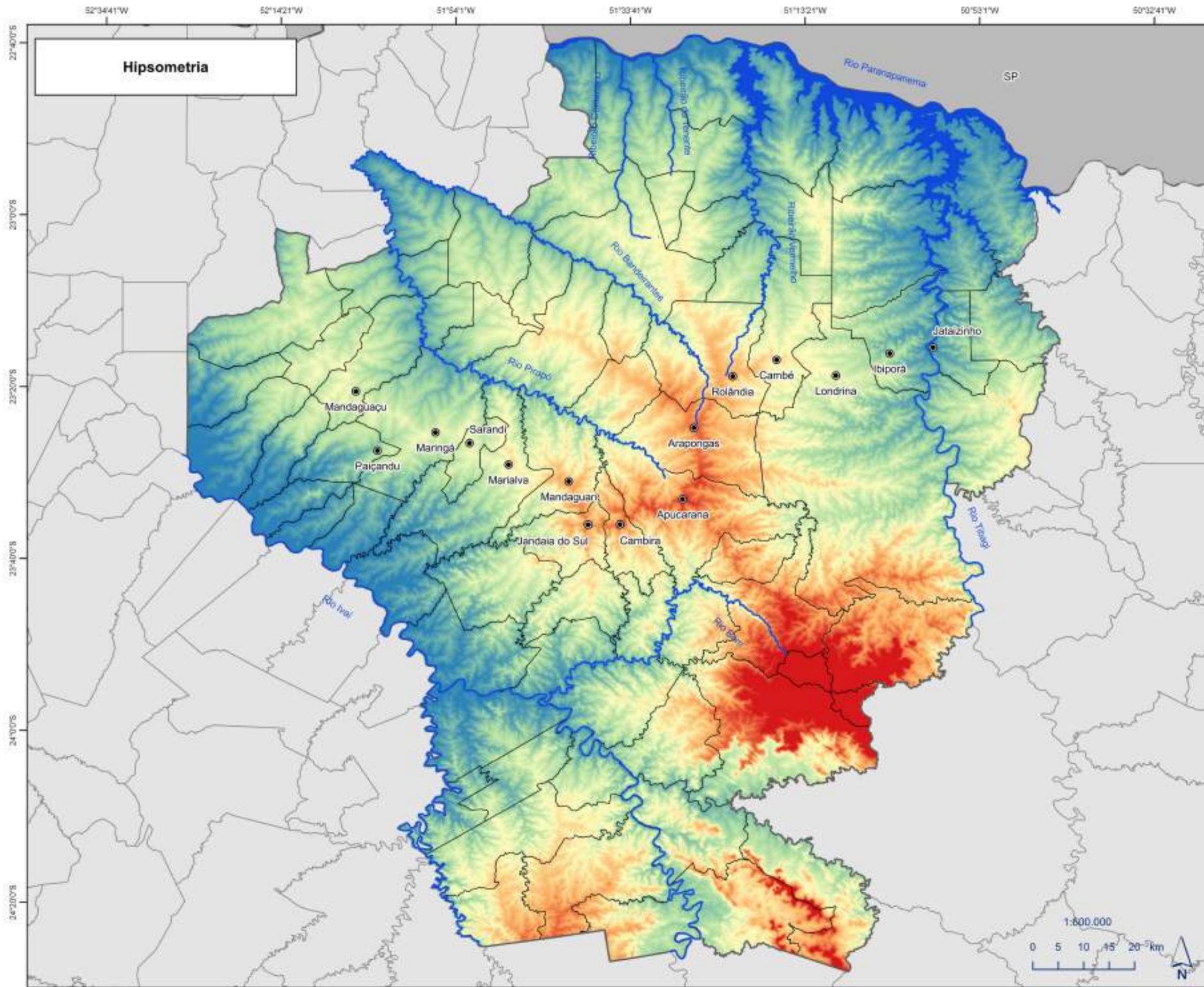
- 0° a 5°
- 5° a 10°
- 10° a 20°
- 20° a 30°
- Acima de 30°

Fonte: EMBRAPA, 2005.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.



**Hipsometria**

**Legenda**

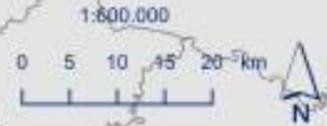
- altimetria**
- 0 m a 250 m
  - 250 m a 500 m
  - 500 m a 1000 m
  - 1000 m a 1200 m
  - Acima de 1200 m

Fonte: EMBRAPA, 2005.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.



#### 1.4. Vulnerabilidade geoambiental

O mapeamento da Vulnerabilidade Geoambiental do Estado do Paraná é um estudo realizado pela Mineropar e Universidade Federal do Paraná (MINEROPAR, UFPR, 2007). Para cada unidade morfoescultural<sup>1</sup> foram mapeados os problemas esperados e sua aptidão de uso, baseando-se nas três classes de vulnerabilidade do meio físico obtidas a partir do mapeamento: baixa, intermediária e alta. Os resultados oferecem subsídios para o planejamento e gestão ambiental do Estado do Paraná.

O método adotado baseia-se no estudo da Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados (SANTOS et al., 2007), que sistematiza uma hierarquia nominal de fragilidade representada por valores ou pesos: muito fraca (peso: 1), fraca (peso: 2), média (peso: 3), forte (peso: 4) e muito forte (peso: 5).

A sequência dos procedimentos operacionais executados no trabalho foram:

- 1) Organização das informações geomorfológicas, utilizando como unidade de análise as unidades morfoesculturais;
- 2) Adaptação do mapa de solos, escala 1:600.000 da EMBRAPA, considerando o primeiro nível categórico (ordem). Para a hierarquização das unidades de solos foram considerados os tipos de solo e suas vulnerabilidades, assim como as texturas (argilosa, siltosa, arenosa e combinações) típicas de cada tipo de solo. Nessa avaliação de atribuição dos pesos, foram consideradas as vulnerabilidades aos processos de erosão, movimentos de massa, colapsos e contaminação dos solos.
- 3) Mapeamento da declividade obtido de modelo digital de elevação construído a partir de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Os intervalos de declividades adotados seguem a classificação dos valores a seguir: <5%, 5-12%, 12-30%, 30-47% e >47%, enquadrados como declividades muito baixa, baixa, intermediária, alta e muito alta, respectivamente.
- 4) O mapa de vulnerabilidade foi definido pela composição de pesos de 1 a 5 de cada uma das variáveis acima descritas, compondo uma hierarquização crescente da vulnerabilidade, originando três classes de vulnerabilidade geoambiental: baixa, que engloba as classes de muito fraca e fraca fragilidade; moderada, que corresponde a classe de média fragilidade e alta, que engloba forte e muito forte fragilidade.
- 5) Foram identificadas, no mapa geológico escala 1:600.000 da MINEROPAR, todas as unidades geológicas do Estado do Paraná e identificados os processos geoambientais predominantes em cada uma das unidades geomorfológicas que abrangem o Estado, a partir das relações pedológicas, geomorfológicas e de geologia.

Considerando todas as variáveis descritas, entende-se que o estudo é capaz de produzir, em escala regional, uma análise adequada de estabilidade geotécnica que pode ser confrontado pela ocupação atual do solo, e que já aponta diretrizes para as unidades morfoesculturais.

---

<sup>1</sup> Classificação do relevo baseada em fatores climáticos passados ou atuais de esculturação do relevo, não somente questões geológicas de estruturação da superfície.

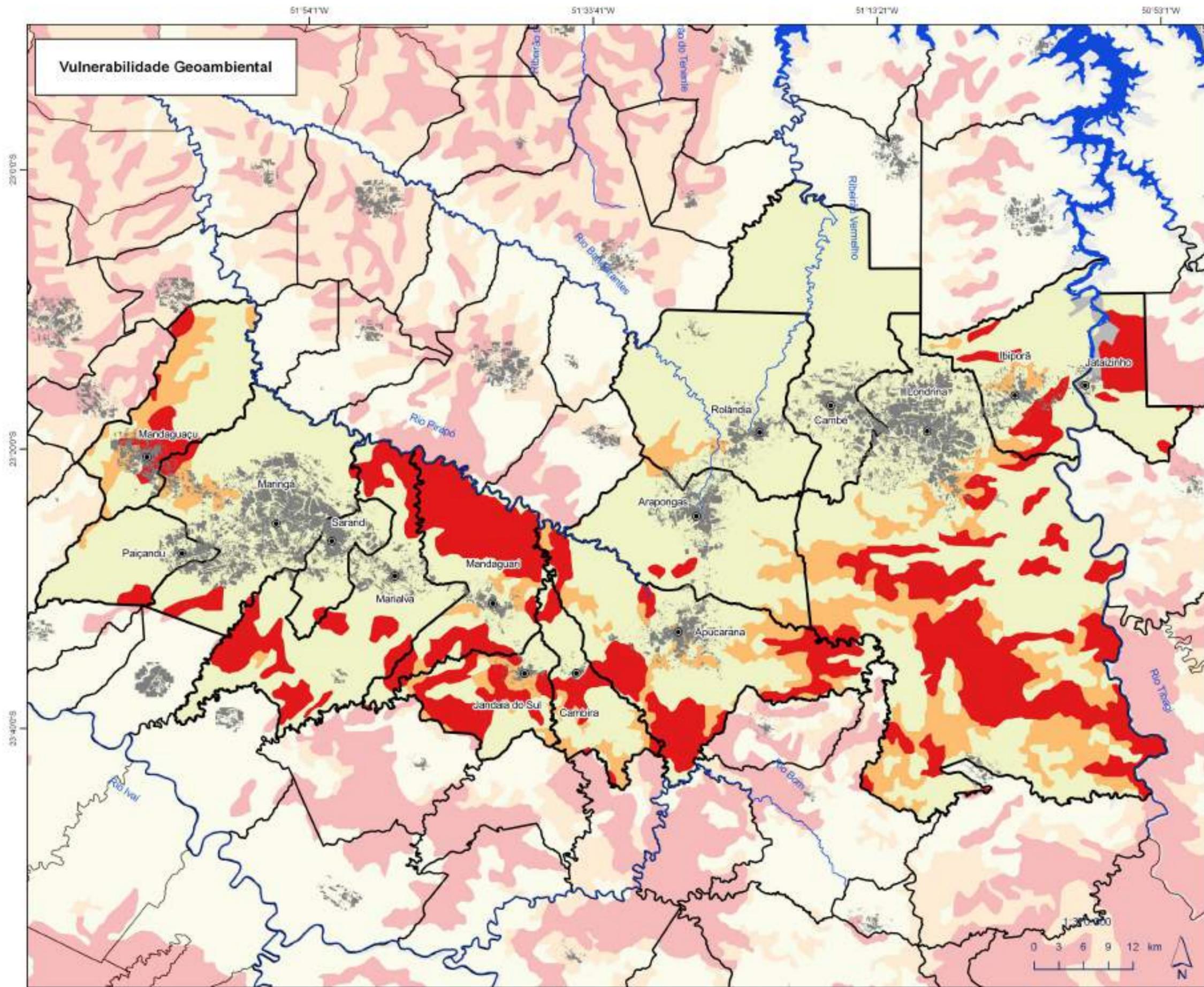
Nas unidades que abrangem a região de Londrina e Apucarana, o estudo sugere práticas conservacionistas para a ocupação do solo, como a proteção vegetal em aterros e cortes no terreno. Também aponta para restrições nas áreas onde os neossolos litólicos se sobrepõem às altas declividades.

Já na região de Maringá, o estudo aponta que as áreas de baixa suscetibilidade podem ser ocupadas por usos rurais e urbanos, inclusive com loteamentos residenciais, comerciais e industriais. A região também oferece facilidade para a implantação de infraestrutura enterrada. Por outro lado, nas áreas de média e alta suscetibilidade, deve-se evitar tipos de ocupação que concentrem água superficial, por estarem situadas sobre rocha do Grupo Bauru.

Quando o mapa de vulnerabilidade geoambiental é comparado às ocupações urbanas do eixo da Metrópole Paraná Norte, nota-se que, devido ao processo histórico de ocupação da área, as manchas urbanas estão localizadas em regiões de baixa vulnerabilidade potencial, uma vez que foram constituídas em regiões de baixa declividade influenciadas pelo traçado da linha férrea, que demanda esse tipo de terreno.

Porém, alguns municípios possuem partes de suas áreas urbanas sobre manchas de média e/ou alta vulnerabilidade e merecem ressalvas. As cidades de Apucarana e Jandaia do Sul possuem as maiores porções sobre média vulnerabilidade e Ibiporã, Londrina, Rolândia e Maringá ocupam pequenas parcelas sobre o mesmo potencial, demandando estudos mais detalhados sobre as condições dessas ocupações. Já os municípios de Jataizinho e Mandaguaçu possuem uma significativa sobreposição às áreas de alta vulnerabilidade e necessitam de estudos locais de maior precisão que possam contribuir para o adequado planejamento do uso do solo.

A distribuição das manchas de vulnerabilidade e as ocupações urbanas estão apresentadas no mapa a seguir.



**Legenda**

**Classes de vulnerabilidade potencial**

- Alta
- Média
- Baixa

Fonte: Mineroper, 2007.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Rodovias Federais
- Rodovias Estaduais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

## 2. HIDROGRAFIA E HIDROLOGIA

### 2.1. Bacias Hidrográficas

O Estado do Paraná está inserido em 16 bacias hidrográficas: Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia do Cinzas, Bacia do Iguaçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé e Bacias do Paranapanema 1, 2, 3 e 4.

Os 15 municípios do presente estudo fazem interseção com quatro delas:

- Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi;
- Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó;
- Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí, e;
- Bacia Hidrográfica do Paranapanema 3.

A Figura 2.1 mostra todas as bacias do Estado do Paraná e a localização dos 15 municípios, destacando as quatro bacias citadas acima.

Figura 2.1 - Localização das Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

### 2.1.1. Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi

A Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (BHT) possui uma área de aproximadamente 25.000 km<sup>2</sup> e faz divisa com as Bacias do Paranapanema 2, Cinzas, Itararé, Ribeira, Iguaçu, Ivaí, Pirapó e Paranapanema 3, em sentido horário a partir do ponto mais ao norte da bacia, conforme pode ser observado na figura anterior.

A Resolução CERH/PR nº 49, de 20 de dezembro de 2006, divide a Bacia em duas unidades hidrográficas, do Alto e Baixo Tibagi, onde, de acordo com o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi (AGUASPARANÁ, 2010), a Unidade Hidrográfica do Alto Tibagi compreende a partir das nascentes do Rio Tibagi até imediatamente a jusante da foz do Ribeirão das Antas, no município de Curiúva e a Unidade Hidrográfica do Baixo Tibagi, da jusante da foz do Ribeirão das Antas no município de Curiúva.

Dentre os 15 municípios do presente estudo, Cambé, Rolândia, Araongas e Apucarana possuem parte de suas áreas urbanas na Bacia do Rio Tibagi; já Londrina, Jataizinho e Ibiporã estão integralmente inseridos na bacia, com destaque para o município de Londrina, que representa cerca de 30% da população dentro da Bacia do Rio Tibagi.

Os sete municípios inseridos na bacia estão localizados na Unidade Hidrográfica do Baixo Tibagi, que de acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná – PLERH/PR (AGUASPARANÁ, 2010), apresenta restrições e oportunidades, conforme mostra a Tabela 2.1.

**Tabela 2.1 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi**

Uso do Solo	Restrições/Oportunidades em relação aos recursos hídricos	
Uso Rural	Restrições	Potencial de contaminação por poluição difusa; Prática de agricultura intensiva sobre áreas inaptas por erosão; Potencial conflito entre os usos múltiplos da água e o abastecimento público.
	Oportunidades	Predomínio de áreas aptas à atividade antrópica; Área de grande produção agrícola (milho, café, soja e trigo); Produção pecuária de larga escala; Manancial de abastecimento de diversos pontos de captação da SANEPAR.
Uso Urbano	Restrições	Áreas de concentrações urbanas – impermeabilização do solo; Conflitos entre as áreas de mananciais e usos urbanos - fragilidade da sustentabilidade hídrica (quantidade x qualidade); Áreas de déficit habitacional; Baixa infraestrutura de esgotos e drenagem.
	Oportunidades	Aglomerações urbanas com função estratégica na rede de cidades; Polo atrator de fluxos migratórios; Área de concentração da Produção Estadual – Valor Adicionado Fiscal (VAF); Área prioritária de modernização socioeconômica (PRDE).

Fonte: PLERH/PR, 2010.

### 2.1.2. Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí

A Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí possui uma área de aproximadamente 36.500 km<sup>2</sup>, fazendo divisa com as bacias dos rios Pirapó, Tibagi, Iguaçu, Piquiri, Paraná 2, Paraná 1 e Paranapanema 4.

Assim como a bacia do Tibagi, a Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí também é dividida em duas Unidades Hidrográficas, o Alto Ivaí e o Baixo Ivaí. Dos 15 municípios detalhados neste estudo, oito tem parte de sua área inserida na bacia, sendo eles, Mandaguaçu, Maringá, Sarandi, Marialva, Mandaguari, Jandaia do Sul, Cambira e Apucarana.

De acordo com Bacias Hidrográficas Paraná (SEMA, 2013), o Rio Ivaí nasce no município de Prudentópolis e percorre 680 km até chegar ao Rio Paraná, em Doutor Camargo.

O PLERH/PR define as restrições e oportunidades da Bacia, relacionados com os recursos hídricos, de acordo com a Tabela 2.2 para o Alto Ivaí e com a Tabela 2.3 para o Baixo Ivaí.

**Tabela 2.2 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Alto Ivaí**

Uso do Solo	Restrições/Oportunidades em relação aos recursos hídricos	
Uso Rural	Restrições	Potencial de contaminação por poluição difusa; Prática de agricultura intensiva sobre áreas inaptas por erosão.
	Oportunidades	Área de grande produção agrícola (café, cana-de-açúcar e soja).
Uso Urbano	Restrições	Baixa infraestrutura urbana (carência quanto aos sistemas de drenagem, abastecimento de água e esgotamento sanitário); Área de intensa exclusão econômica e social (concentração de municípios com grandes proporções de pobreza); Evasão populacional.
	Oportunidades	Área prioritária para o desenvolvimento de pluriatividades rurais e industriais. Previsão para a implantação de uma rede regional de acessibilidade (PRDE).

Fonte: PLERH/PR, 2010.

**Tabela 2.3 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Baixo Ivaí**

Uso do Solo	Restrições/Oportunidades em relação aos recursos hídricos	
Uso Rural	Restrições	Potencial de contaminação por poluição difusa; Vulnerabilidade à contaminação - Aquífero Caiuá; Núcleo com alto volume de agrotóxicos comercializados.
	Oportunidades	Produção agrícola e pecuária de larga escala; Predominam áreas de boa aptidão para uso antrópico.
Uso Urbano	Restrições	Evasão populacional; Baixo desenvolvimento socioeconômico; Concentração de indústrias com alto potencial de contaminação; Baixa infraestrutura de esgotos.
	Oportunidades	Área prioritária para o desenvolvimento de pluriatividades rurais e industriais. Previsão para a implantação de uma rede regional de acessibilidade (PRDE).

Fonte: PLERH/PR, 2010.

### 2.1.3. Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó possui cerca de 5.000 km<sup>2</sup> e faz divisa com as Bacias do Paranapanema 3, Tibagi, Ivaí e Paranapanema 4.

O Rio tem seu início no município de Apucarana e sua foz no Rio Paranapanema, em Jardim Olinda. Nove municípios, dos 15 da área de estudo estão inseridos parcialmente na bacia, sendo eles: Mandaguaçu, Maringá, Sarandi, Mandaguari, Jandaia do Sul, Cambira, Apucarana, Araongas e Rolândia.

O PLERH/PR define restrições e oportunidades sob os aspectos dos recursos hídricos da região conforme mostra a Tabela 2.4.

**Tabela 2.4 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó**

Uso do Solo	Restrições/Oportunidades em relação aos recursos hídricos	
Uso Rural	Restrições	Potencial de contaminação por poluição difusa; Vulnerabilidade à contaminação - Aquífero Caiuá; Núcleo com alto volume de agrotóxicos comercializados.
	Oportunidades	Predominam áreas de boa aptidão para uso antrópico; Área de grande produção da avicultura; Área de grande produção agrícola (café, milho, trigo e cana-de-açúcar).
Uso Urbano	Restrições	Áreas de concentrações urbanas – impermeabilização; Conflitos entre as áreas de mananciais e os usos urbanos; Grande volume de resíduos sólidos domiciliares destinados a lixões; Áreas de déficit habitacional.
	Oportunidades	Aglomerações urbanas com função estratégica na rede de cidades; Polo atrator de fluxos migratórios; Área de concentração da produção estadual – Valor Adicionado Fiscal (VAF); Área direcionada à consolidação econômica e inclusão social (PRDE).

Fonte: PLERH/PR, 2010.

### 2.1.4. Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema 3

A Bacia do Paranapanema 3 possui um pouco mais de 3.000 km<sup>2</sup> e de acordo com o Bacias Hidrográficas Paraná (SEMA, 2013), é formada por 12 tributários do Rio Paranapanema, entre a foz do rio Tibagi e a foz do rio Pirapó.

Na área de estudo, dos 15 municípios, apenas Rolândia e Cambé possuem parte de suas áreas inseridas na Bacia, não chegando a cruzar o Rio Paranapanema em questão, mas seus afluentes.

O PLERH/PR define as restrições e oportunidades da Bacia sob a ótica dos recursos hídricos de acordo com a Tabela 2.5

**Tabela 2.5 - Restrições/Oportunidades da Bacia Hidrográfica do Paranapanema 3**

Uso do Solo	Restrições/Oportunidades em relação aos recursos hídricos	
Uso Rural	Restrições	Baixa precipitação no trimestre mais seco (junho, julho e agosto); Vulnerabilidade à contaminação - Aquífero Caiuá.
	Oportunidades	Predominam áreas de boa aptidão para uso antrópico; Potencial para turismo e lazer náutico; Aptidão para a diversificação da produção agropecuária.
Uso Urbano	Restrições	Evasão populacional; Área de baixo desenvolvimento econômico; Baixa infraestrutura de esgotos e drenagem.
	Oportunidades	Área de influência externa imediata (São Paulo).

Fonte: PLERH/PR, 2010.

### 2.2. Planos de Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos (PRHs) são tidos como um importante instrumento de planejamento, avaliando de forma integrada os fatores que venham a interferir nas disponibilidades hídricas das bacias hidrográficas, garantindo a conservação dos recursos naturais aliada ao desenvolvimento econômico-social. Com o intuito de nortear as ações relacionadas aos recursos hídricos, os PRHs devem subsidiar a harmonia entre os usuários de água através da implementação dos instrumentos de gestão que estabelece a Política de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná (PLERH/PR).

Todas as bacias citadas acima possuem Planos de Recursos Hídricos, com exceção do Alto Ivaí. A parcela do Baixo Ivaí foi elaborada em conjunto com a Bacia do Paraná I, mesmo caso do Paranapanema 3, que foi integrado ao Pirapó, formando o Plano de “Bacia do Piraponema”. A bacia do Rio Tibagi possui um plano exclusivo.

A incompatibilidade de datas das publicações dos planos, além das diferentes abrangências geográficas, que não representam toda a área do estudo, não tornou possível a utilização das informações detalhadas de disponibilidade hídrica dos PRHs.

Apesar da não utilização dos planos especificamente para cálculos de disponibilidades hídricas, eles devem ser acessados, pois darão subsídios às tomadas de decisão, levando em conta a devida importância do planejamento ambiental territorial, principalmente no norte paranaense, onde a área urbana está praticamente toda nos divisores de bacias

hidrográficas, locais onde a disponibilidade hídrica é menor e composta por diversas nascentes de água.

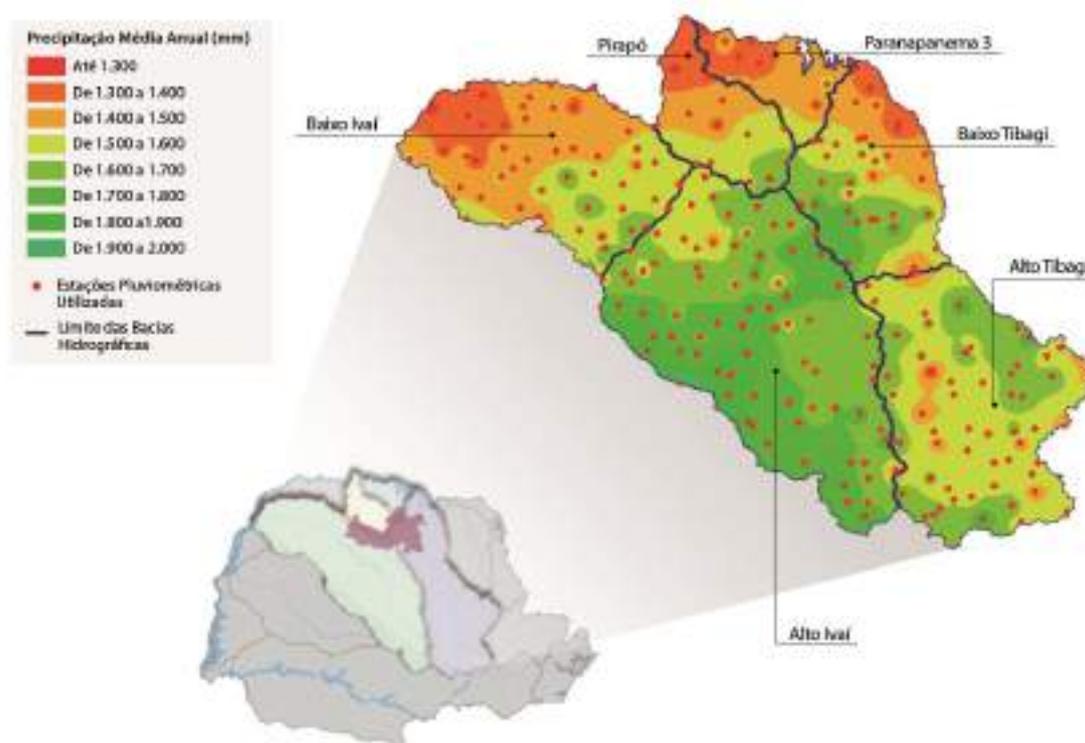
### 2.3. Precipitação

A média anual da precipitação nas bacias hidrográficas onde a região do estudo está inserida apresenta padrões bem definidos. A metodologia utilizada para definição do mapa da média anual das chuvas foi a de interpolação pelo inverso da distância das precipitações medidas pelas estações pluviométricas da região. O resultado é apresentado na Figura 2.2.

A Bacia do Alto Ivaí tem maiores valores de precipitação média anual, de até 2.000 mm por ano, já as Bacias do Baixo Ivaí, Pirapó, Paranapanema 3 e Baixo Tibagi, possuem precipitações médias anuais menores ao norte das respectivas bacias.

Quanto ao padrão sazonal mensal das precipitações, o gráfico a seguir mostra o comportamento sazonal das chuvas na região entre Londrina, Apucarana e Maringá.

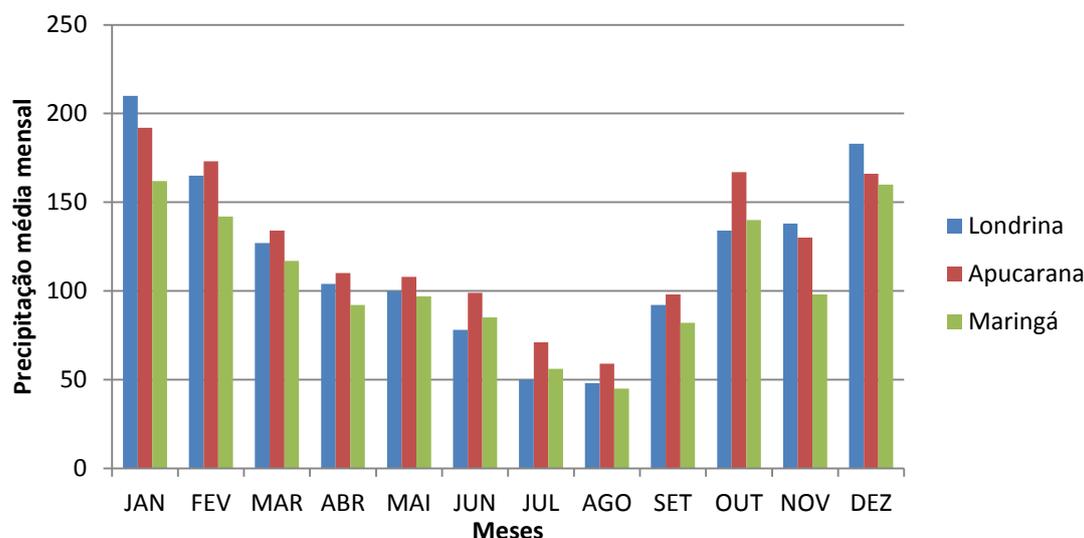
**Figura 2.2 - Precipitação Média Anual**



**Fonte: PDRH (2017)**

Quando analisada a área do estudo dos 15 municípios, percebe-se que ela não possui dimensões geográficas que justifiquem a ocorrência de grandes variabilidades espaciais na precipitação média anual, conforme pode ser observado no gráfico a seguir.

**Figura 2.3 - Precipitação Média Mensal**



Fonte: pt.climate-data.org (2018)

O volume de água precipitado pode trazer respostas diferentes em cada tipo de uso e ocupação do solo. Onde estão as coberturas naturais há uma grande permeabilidade do solo, possibilitando a infiltração da água para o aquífero, além de haver uma redução da velocidade de escoamento superficial, o que diminui o arraste de matéria e aumenta a referida infiltração. Porém, algumas atividades antrópicas, como a agropecuária, passam a representar uma tipologia inadequada à infiltração, onde é retirada boa parte da cobertura vegetal natural, aumentando a velocidade de escoamento, causando erosão do solo, assoreamento de cursos d'água, bem como carreamento de fósforo, potássio, defensivos agrícolas, entre outros oriundos da atividade aos rios, prejudicando a qualidade das águas. Por fim, a expansão urbana aumenta a impermeabilidade do solo, de forma que nessas áreas a urbanização provoca o aumento do volume de escoamento superficial, com a redução da capacidade de infiltração da água no solo, geralmente resultando em eventos de inundações e alagamentos. Dessa forma, valores idênticos de precipitação que ocorram em áreas rurais e urbanas irão produzir efeitos muito diferentes, especialmente em chuvas de grande intensidade e curta duração, típicas de estações de verão. A tabela a seguir classifica o uso e ocupação do solo dos municípios do estado.

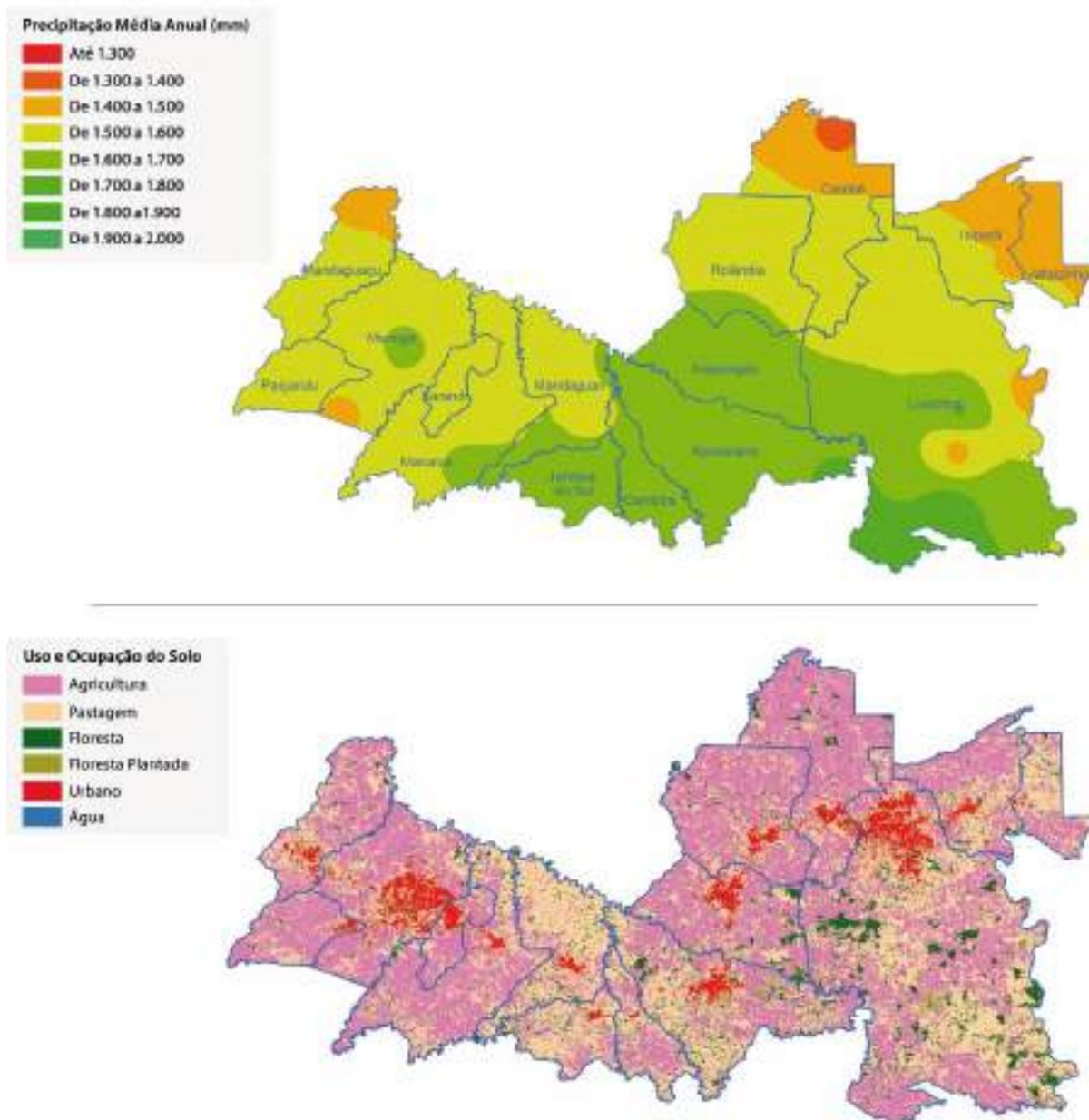
**Tabela 2.6 – Uso e ocupação do solo**

Município	Permeável			Inadequado			Impermeável	Total
	Água	Floresta	Floresta Plantada	Agricultura	Agricultura ou Pastagem	Pastagem	Urbano	
Arapongas	24	4.300	253	21.821	7.464	1.776	2.585	<b>38.222</b>
Apucarana	25	8.333	671	21.026	16.225	7.172	2.386	<b>55.839</b>
Cambé	15	3.172	4	35.119	7.516	1.732	1.929	<b>49.487</b>
Cambira	1	1.779	53	7.618	4.485	2.252	151	<b>16.339</b>
Ibiporã	554	2.126	8	16.114	7.620	2.264	1.087	<b>29.774</b>
Jandaia do Sul	2	2.187	39	5.909	6.370	3.831	423	<b>18.760</b>
Jataizinho	317	1.213	0	6.356	5.427	2.420	185	<b>15.918</b>
Londrina	750	23.360	1.078	68.140	46.234	17.925	7.815	<b>165.300</b>
Mandaguari	1	3.588	200	6.816	10.745	11.465	766	<b>33.582</b>
Mandaguaçu	5	1.813	28	16.870	7.494	2.052	1.141	<b>29.402</b>
Marialva	0	2.811	13	28.771	10.447	4.639	874	<b>47.557</b>
Maringá	22	2.109	0	25.360	11.590	2.622	7.003	<b>48.705</b>

Município	Permeável			Inadequado			Impermeável	Total
	Água	Floresta	Floresta Plantada	Agricultura	Agricultura ou Pastagem	Pastagem	Urbano	
Paçandu	4	582	0	12.561	3.207	285	500	17.138
Rolândia	15	3.170	60	31.518	8.376	1.213	1.550	45.903
Sarandi	0	325	0	6.223	1.997	482	1.320	10.346
<b>Total</b>	<b>1.735</b>	<b>60.868</b>	<b>2.406</b>	<b>310.222</b>	<b>155.197</b>	<b>62.129</b>	<b>29.716</b>	<b>622.273</b>

Fonte: Mapbiomas, 2018.

Figura 2.4 – Comparativo entre precipitação e uso e ocupação do solo



Fonte: Adaptado de pt.climate-data.org e Mapbiomas, 2018.

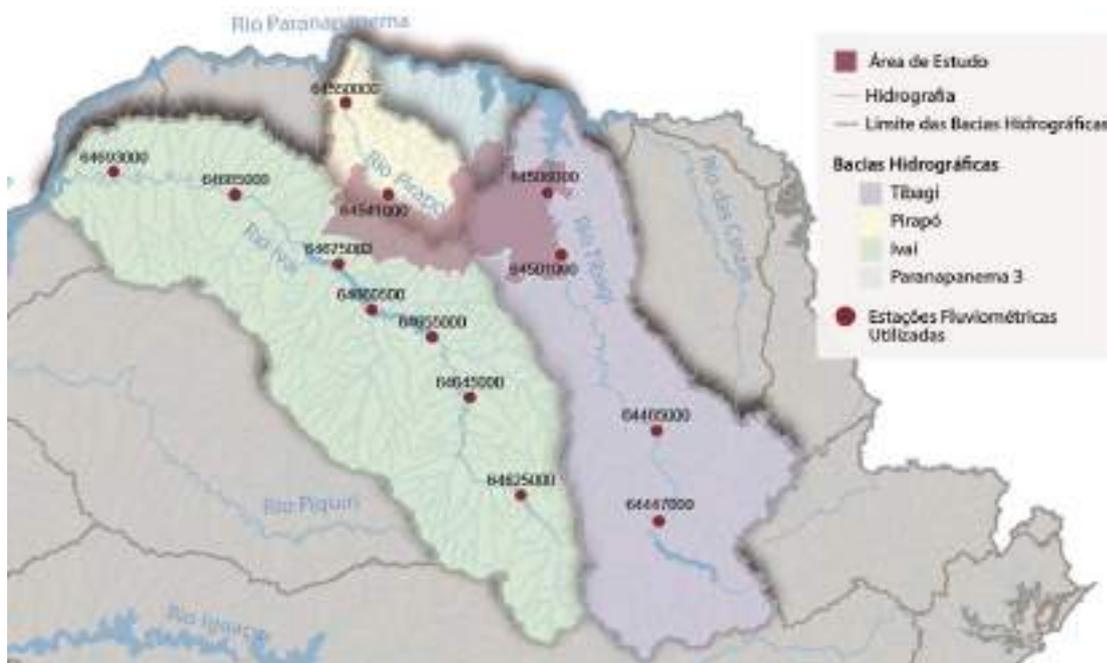
Assim sendo, o eixo de urbanização formado pelos municípios da Metrópole Paraná Norte exige o planejamento adequado dos sistemas de drenagem urbana, para que inundações, alagamentos e outros prejuízos causados por eventos pluviiais intensos, sejam evitados.

## 2.4. Disponibilidades Hídricas

### 2.4.1. Disponibilidades Hídricas Superficiais

Para análise das disponibilidades hídricas nas bacias, foram consultadas as estações disponibilizadas pelo aplicativo *Hidroweb*<sup>2</sup> para os trechos principais da hidrografia por bacia. A Figura 2.5 mostra os pontos espacializados.

Figura 2.5 - Localização das Estações Fluviométricas Utilizadas



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

Na Bacia Hidrográfica do Paranapanema 3 não foram utilizadas informações de medições na calha principal do Rio Paranapanema, por não existirem pontos próximos à área de estudo, nem nos afluentes do rio principal, que mais importante que o Rio Paranapanema, compõem a área com potencialidade para captação de água e lançamento de efluentes.

Na Bacia do Rio Ivaí, por existirem dados com períodos de observações mais longos e consistidos, foi possível utilizar um período fixo entre 1985 a 2014. Já na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó, por existirem apenas duas estações em concordância com a área de estudo, foram utilizados os períodos totais de cada uma delas. A Tabela 2.7 mostra as estações e os períodos utilizados.

As vazões médias e vazões de 95% do tempo de permanência, calculadas para os locais descritos acima estão apresentadas na Tabela 2.8. Também são apresentadas as vazões específicas, que correspondem à vazão aferida, para cada quilômetro quadrado.

<sup>2</sup> Agência Nacional de Águas - ANA. **Hidroweb**. Disponível em: <[www.snirh.gov.br/hidroweb/](http://www.snirh.gov.br/hidroweb/)>. Acesso em: agosto, 2018.

**Tabela 2.7 - Estações fluviométricas utilizadas**

COD	ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	PERÍODO
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ</b>			
64625000	TEREZA CRISTINA	CÂNDIDO DE ABREU	jan/85 a dez/14
64645000	PORTO ESPANHOL	RIO BRANCO DO IVAÍ	jan/85 a dez/14
64655000	UBÁ DO SUL	CRUZMALTINA	jan/85 a dez/14
64660500	VILA RICA	SÃO PEDRO DO IVAÍ	jan/85 a dez/14
64675002	PORTO BANANEIRA	FLORESTA	jan/85 a dez/14
64685000	PORTO PARAÍSO DO NORTE	PARAÍSO DO NORTE	jan/85 a dez/14
64693000	NOVO PORTO TAQUARA	SANTA ISABEL DO IVAÍ	jan/85 a dez/14
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ</b>			
64550000	VILA SILVA JARDIM	PARANACITY	out/67 a dez/14
64541000	MARINGÁ MTE. ETA SANEPAR	MARINGÁ	set/01 a dez/14
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBAGI</b>			
64506000	CHACARA ANA CLAÚDIA	IBIPORÃ	mai/90 a dez/14
64501000	PORTO LONDRINA	SÃO JERÔNIMO DA SERRA	jan/78 a dez/14
64465000	TIBAGI	TIBAGI	jan/78 a dez/14
64447000	ENGENHEIRO ROSALDO LEITÃO	TIBAGI	jan/78 a dez/14

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2018.

**Tabela 2.8 - Disponibilidade Hídrica**

COD	ESTAÇÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )	Q <sub>MED</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>MED</sub> (L/s.km <sup>2</sup> )	Q <sub>95%</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>95%</sub> (L/s.km <sup>2</sup> )
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IVAÍ</b>						
64625000	TEREZA CRISTINA	3560	83,25	23,38	9,52	2,67
64645000	PORTO ESPANHOL	8540	209,00	24,47	36,50	4,27
64655000	UBÁ DO SUL	12700	286,00	22,52	45,10	3,55
64660500	VILA RICA	19400	429,00	22,11	67,60	3,48
64675002	PORTO BANANEIRA	23100	486,00	21,04	94,50	4,09
64685000	PORTO PARAÍSO DO NORTE	28400	565,50	19,91	155,00	5,46
64693000	NOVO PORTO TAQUARA	34400	689,50	20,04	218,00	6,34
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ</b>						
64541000	MARINGÁ MTE. ETA SANEPAR	1240	15,70	12,66	4,35	3,51
64550000	VILA SILVA JARDIM	4490	68,60	15,28	29,60	6,59
<b>BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIBAGI</b>						
64447000	ENGENHEIRO ROSALDO LEITÃO	5710	110,00	19,26	21,00	3,68
64465000	TIBAGI	8840	176,00	19,91	39,20	4,43
64501000	PORTO LONDRINA	18700	362,00	19,36	85,60	4,58
64506000	CHACARA ANA CLAÚDIA	21900	403,00	18,40	134,00	6,12

Fonte: Adaptado de SNIRH, 2018.

Através da tabela, é possível observar a coerência na escolha das estações pelo aumento das vazões e áreas de acordo com a direção do fluxo de água, onde as estações a jusante possuem uma área de drenagem e vazões maiores que as estações a montante.

#### **2.4.2. Relação entre disponibilidade hídrica e abastecimento urbano**

O fato de a maioria dos municípios possuírem a ocupação urbana em áreas de divisores de bacias, onde a disponibilidade de água é menor por não ter recebido muitas contribuições da malha hídrica, faz com que a água se torne um dos principais eixos estratégicos do Plano, com o desafio de desenvolver a região e não sofrer com problemas de abastecimento urbano.

O Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Norte do Estado do Paraná – PDRH (SANEPAR, 2017) avaliou a criticidade dos Sistemas de Abastecimento de Água de diversos municípios do Norte do Estado, incluindo os 15 municípios do presente estudo. Para essa análise, foi utilizada uma metodologia baseada no Atlas de Abastecimento de Água (ANA, 2010), através do cálculo da criticidade dos mananciais, levando em consideração o balanço entre oferta e demanda de água.

É importante destacar que essa metodologia leva em consideração apenas as disponibilidades hídricas superficiais, agrupadas em “ottobacias” nível 6, que são pequenas áreas de contribuição dos rios. O cálculo do “Grau de Atendimento da Demanda” (GAD) é razão entre a demanda hídrica de uma área em relação à sua disponibilidade hídrica (expressa pela vazão  $Q_{95\%}$ ) da mesma área. Para a estimativa das vazões de permanência em 95% do tempo ( $Q_{95\%}$ ), foram subtraídas as vazões de captação e de diluição existentes nas Bacias.

De acordo com o PDRH (SANEPAR, 2017) esse resultado pode ser interpretado como um subsídio para planejamento. Essa afirmação se dá porque o resultado da análise mostra a situação, principalmente das áreas urbanas, ou seja, para os municípios que apresentarem disponibilidade hídrica superior à demanda urbana, conclui-se que apenas os córregos urbanos já atendem as necessidades da população.

A análise apresentada não levou em consideração a possibilidade de captação de água em pontos mais distantes, que é o caso da cidade de Londrina, a qual capta água do Rio Tibagi, com uma disponibilidade hídrica suficiente para o atendimento da população. Porém, os córregos urbanos da mesma cidade já estão vulneráveis para a demanda existente. Por esse motivo, essa análise é fundamental, principalmente em municípios onde a concentração urbana está majoritariamente em divisores de bacias.

A Figura 2.6 mostra um recorte do GAD, realizado pelo PDRH (SANEPAR, 2017), para os 15 municípios do presente estudo.

Figura 2.6 – Grau de Atendimento à Demanda



Fonte: PDRH (SANEPAR, 2017).

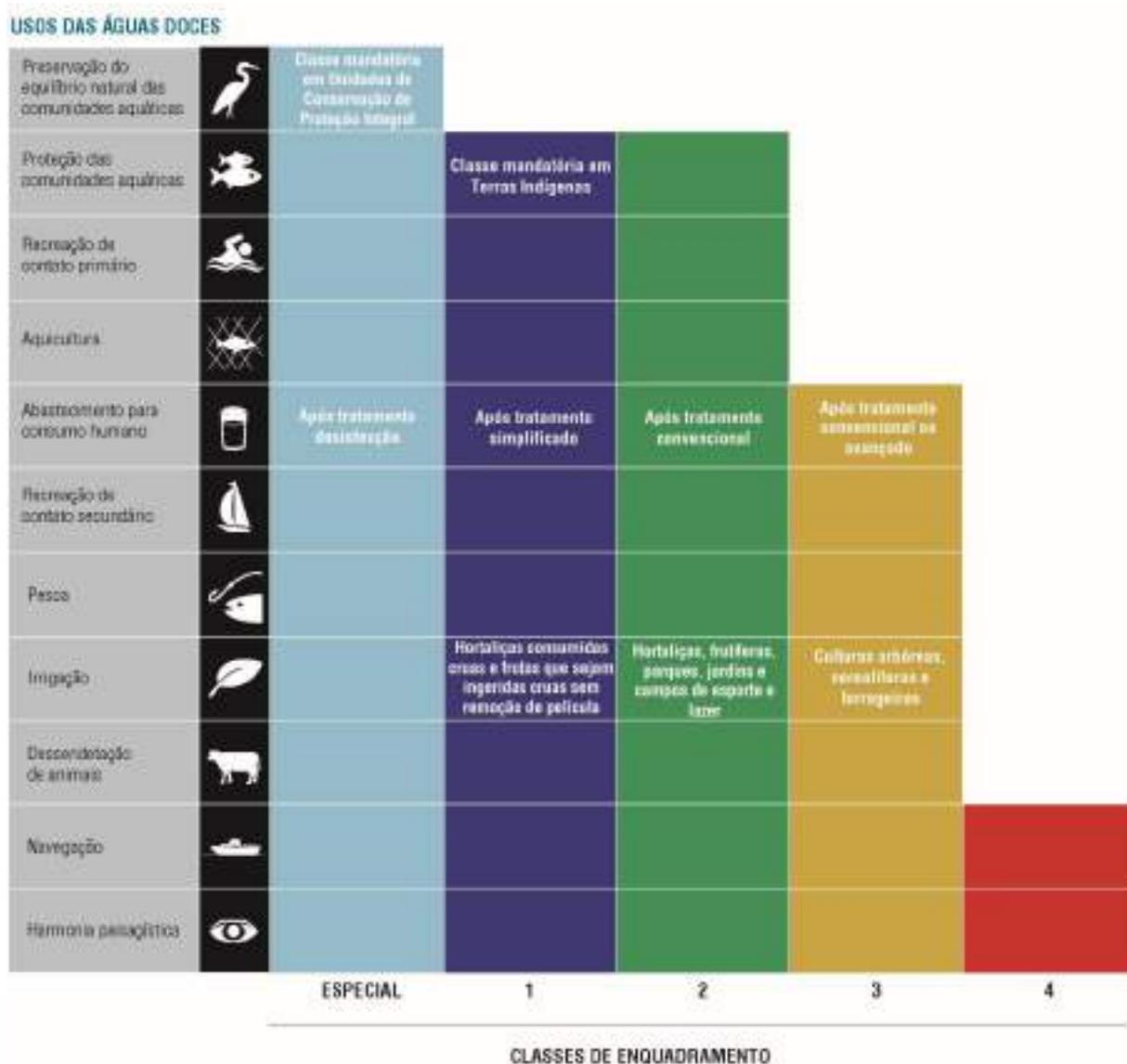
A figura mostra uma coerência nos resultados apresentados, olhando principalmente para municípios de grande porte localizados em divisores de bacia, como por exemplo, Maringá, que possui áreas muito vulneráveis, ressaltando ainda mais a importância do vetor hídrico no planejamento e desenvolvimento da região.

### 2.4.3. Aspectos qualitativos das águas superficiais

Uma das análises complementares de um diagnóstico regional envolve a avaliação da condição qualitativa dos corpos hídricos da região. Isso porque a poluição oriunda das diferentes atividades humanas, ao chegar na água, pode estar associada a origens distintas, podendo impactar a qualidade hídrica em diferentes graus, pois a assimilação de uma carga poluidora depende das características físicas, químicas e biológicas do curso d'água. Nesse sentido, a vazão do corpo hídrico está diretamente relacionada com a capacidade de diluição do poluente lançado.

Segundo os aspectos legais, a Resolução CONAMA Nº 357/2005 visa traçar limites mínimos e máximos de concentrações de poluentes, que por sua vez devem ser analisadas conforme uma vazão de referência previamente especificada. Dessa forma, para cada categoria de uso da água, existem condições específicas de qualidade da água a serem atendidas para que o uso não seja prejudicado. A manutenção da vida aquática em unidades de conservação de proteção integral, por exemplo, é o uso considerado mais exigente, e em oposto está a navegação e a harmonia paisagística. A figura a seguir mostra as cinco classes de enquadramento estabelecidas pela Resolução CONAMA 357, bem como suas restrições de uso em cada uma das classes.

Figura 2.7 - Usos da água conforme as classes de enquadramento



Fonte: Adaptado de ANA (2009)

Sendo assim, a fim de estimar o impacto das cargas poluidoras sobre os corpos hídricos do Plano da Metrópole Paraná Norte, utilizou-se um modelo matemático quali-quantitativo desenvolvido inicialmente para o Atlas Esgotos (ANA, 2017) com as devidas adaptações para a região. Esta modelagem considera um acúmulo de cargas ao longo do curso do rio, considerando ainda um abatimento de primeira ordem entre um trecho e outro. Foram simuladas as cargas de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e fósforo total ( $P_t$ ) geradas na região e que efetivamente chegam aos corpos hídricos, bem como as concentrações desses parâmetros nos rios. Para tanto, utilizou-se como vazão de referência a mesma utilizada para outorga no Estado do Paraná, definida pelo Manual Técnico de Outorgas (SUDERHSA, 2006) como 50% da vazão com 95% de permanência.

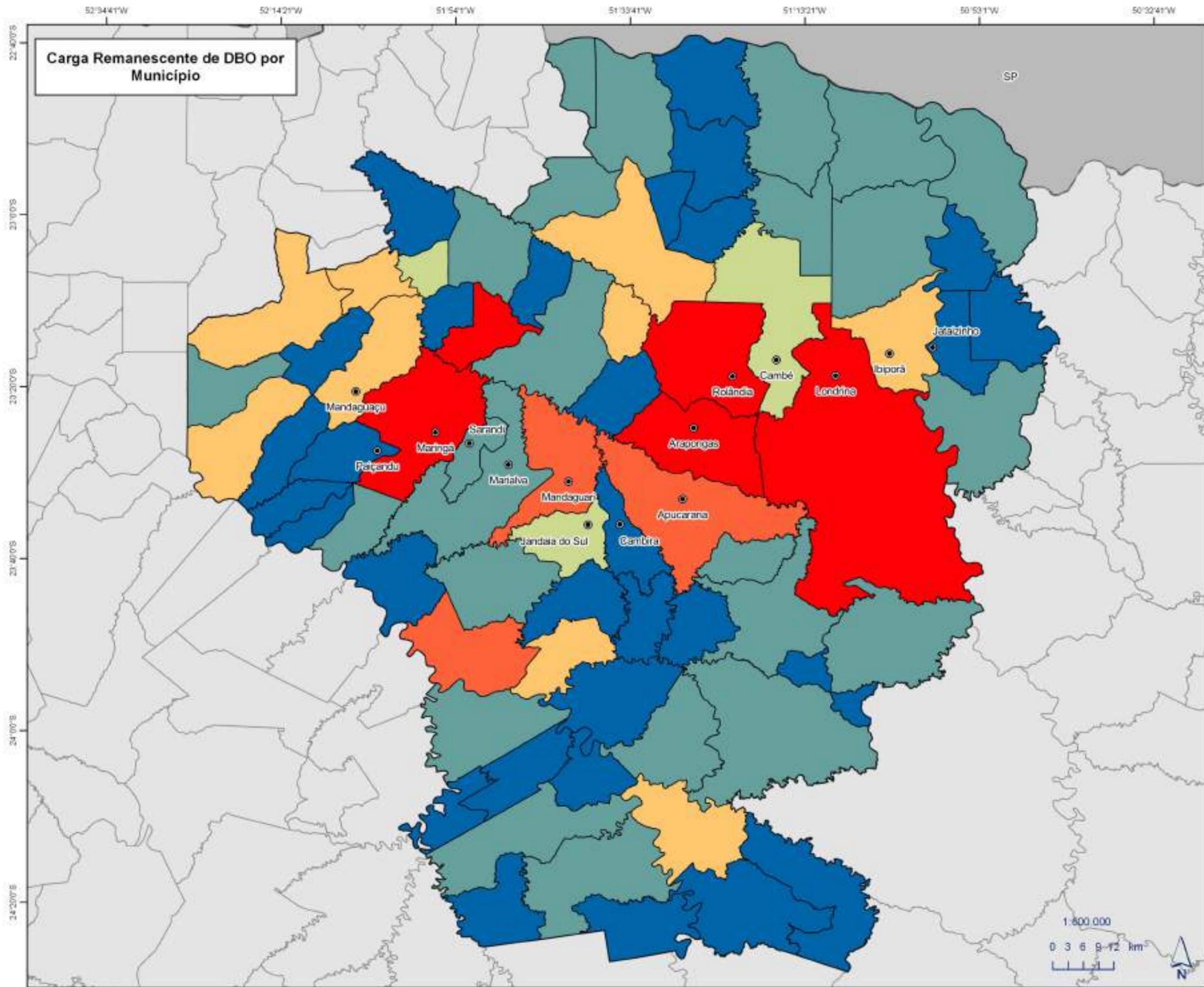
A análise das cargas foi realizada para três tipologias de diferentes origens: doméstica; agrícola e de uso do solo; e industrial. O cálculo da carga de origem doméstica teve o objetivo de quantificar as características do esgotamento sanitário observadas nos municípios da região do Plano da Metrópole Paraná Norte. O impacto do uso do solo, por

sua vez, exigiu uma espacialização das áreas agrícolas, de pastagem, de florestas, das regiões urbanizadas e da base hidrográfica. A Tabela 2.9 mostra os valores de referência de DBO e Fósforo para cada um dos tipos de cargas geradas avaliadas nesse Plano e ainda seus respectivos coeficientes de remoção estabelecidos, que foram baseados em valores da literatura (Von Sperling (2005); Gomes (1998)). Esses dois parâmetros possibilitaram a determinação da carga remanescente de DBO e Fósforo por município, conforme indicam a Figura 2.8 e Figura 2.9.

Tabela 2.9 – Cargas Geradas e Remanescentes Conforme a Origem

ORIGEM DAS CARGAS		 Doméstica	 Agrícola e uso do solo	 Industrial
CARGA GERADA	Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	54 g DBO/hab.dia	Agricultura: 4.910 g DBO/km <sup>2</sup> .dia Pastagem artificial e campos: 1.080 g DBO/ km <sup>2</sup> .dia Uso misto: 3.000 g DBO/ km <sup>2</sup> .dia Cobertura florestal: 1.170 g DBO/ km <sup>2</sup> .dia Urbana: 16.000 g DBO/ km <sup>2</sup> .dia	Vazão x Concentração de DBO outorgada
	Fósforo Total	1 g Fósforo/hab.dia	Agricultura: 0,0000066 g P/km <sup>2</sup> .dia Pastagem artificial e campos: 0,0000001 g P/ km <sup>2</sup> .dia Uso misto: 0,0000034 g P/ km <sup>2</sup> .dia Cobertura florestal: 0,0000002 g P/ km <sup>2</sup> .dia Urbana: 0,204 g P/ km <sup>2</sup> .dia	Não estimada por não haver informações de fósforo no cadastro de outorgas
COEFICIENTES DE REMOÇÃO	Sem coleta e sem tratamento	0%	95%	0%
	Com coleta e sem tratamento de esgoto	0%		
	Com fossa séptica	30%		
	Com coleta e tratamento de esgoto	Porcentagem média de eficiência da ETE		
CARGA REMANESCENTE	Carga Gerada – (Carga Gerada x Coeficiente de Remoção)			

Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.



**Legenda**

**Carga Remanescente (kg/dia)**

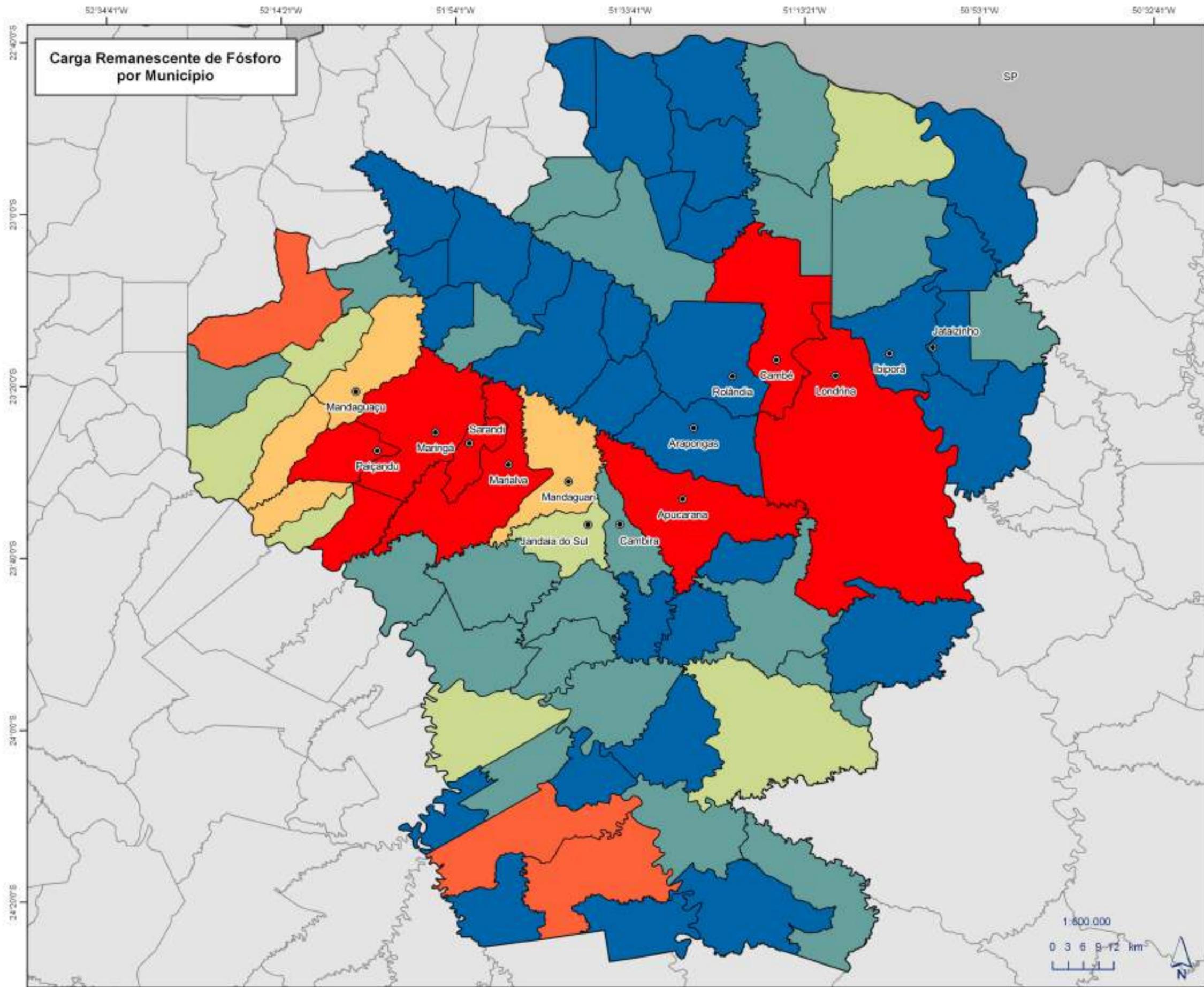
- < 50
- 50 - 150
- 150 - 300
- 300 - 500
- 500 - 750
- > 750

Fonte: Consórcio COBRAPE-URBTEC, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual

Datum: SIRGAS 2000.



**Carga Remanescente de Fósforo por Município**

**Legenda**

**Carga Remanescente (kg/dia)**

- < 5
- 5 - 15
- 15 - 30
- 30 - 50
- 50 - 75
- > 75

Fonte: Consórcio COBRAPE-URBTEC, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual

Datum: SIRGAS 2000.

Nota-se que os municípios com carga remanescente mais significativa são os que apresentam baixos índices de coleta e/ou tratamento de esgoto sanitário urbano, ou ainda os centros urbanos mais populosos, como especificados no item de Saneamento do relatório de contextualização sobre Infraestrutura (Volume 2). Esse cenário mostra a necessidade de ampliação da rede coletora e do desenvolvimento de tecnologias que garantam índices mais expressivos de remoção de matéria orgânica.

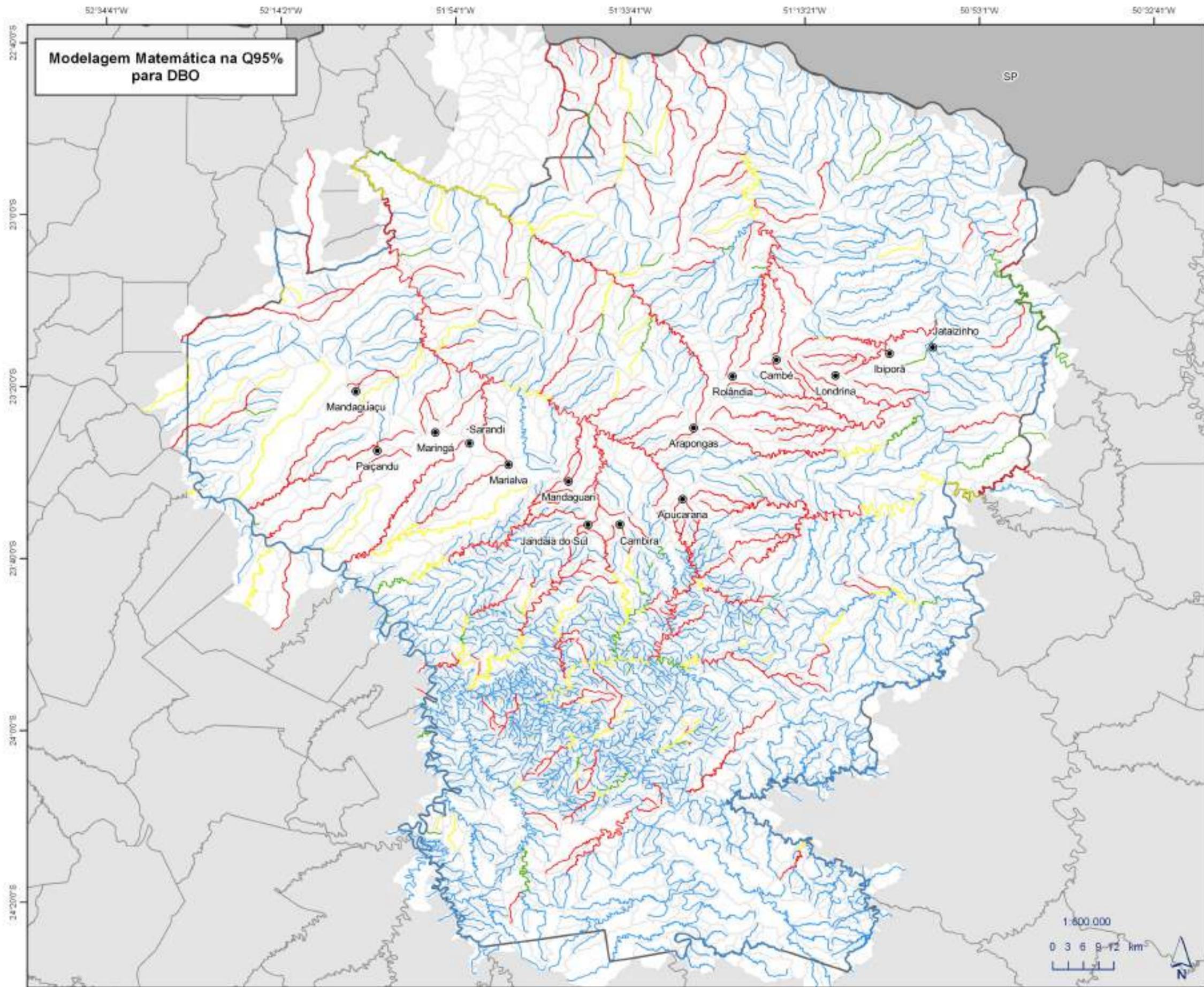
A partir das cargas remanescentes estimadas e das disponibilidades hídricas previamente estabelecidas pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Norte do Estado do Paraná (SANEPAR, 2017), foram calculadas as concentrações de DBO e Fósforo resultantes para a  $Q_{95\%}$ , conforme indica a Figura 2.10 e Figura 2.11, respectivamente. É válido destacar que as concentrações calculadas, tanto de DBO quanto de Fósforo, foram comparadas com as concentrações limites de cada uma das classes correspondentes à Resolução CONAMA 357.

Para os dois parâmetros analisados, os trechos d'água mais afastados da área urbana dos municípios da região da Metrópole Paraná Norte apresentaram resultados condizentes com as classes 1 e 2, que indicam uma boa qualidade de acordo com a legislação referente. Por outro lado, a maioria dos corpos hídricos de classe de menor qualidade, como 3 e 4, estão próximos aos centros urbanos, afetando os trechos tanto de maneira pontual quanto ao longo do seu curso hídrico. Tal situação é comum na maioria das cidades brasileiras, conforma apontado pelo Atlas Esgotos (ANA, 2017).

Além da quantidade de carga poluidora lançada aos rios, pode-se atribuir esse cenário à baixa disponibilidade hídrica existente na região. Este fator interfere também na classe dos trechos localizados mais afastados das sedes municipais, que não possuem capacidade de assimilação suficiente para diluir as cargas oriundas, principalmente do uso do solo da região. Deste, pode-se citar que as áreas agrícolas são as de maior contribuição para o incremento de Fósforo.

Cabe destacar que esses são os resultados obtidos dentro das considerações e estimativas mencionadas anteriormente, os quais levam em consideração um conjunto de informações recebidas e analisadas para embasar o estudo. Isso significa que os valores apresentados podem diferir dos Planos de Bacia, visto que as metodologias adotadas, bem como a base de dados e o horizonte temporal de referência, podem ser diferentes.

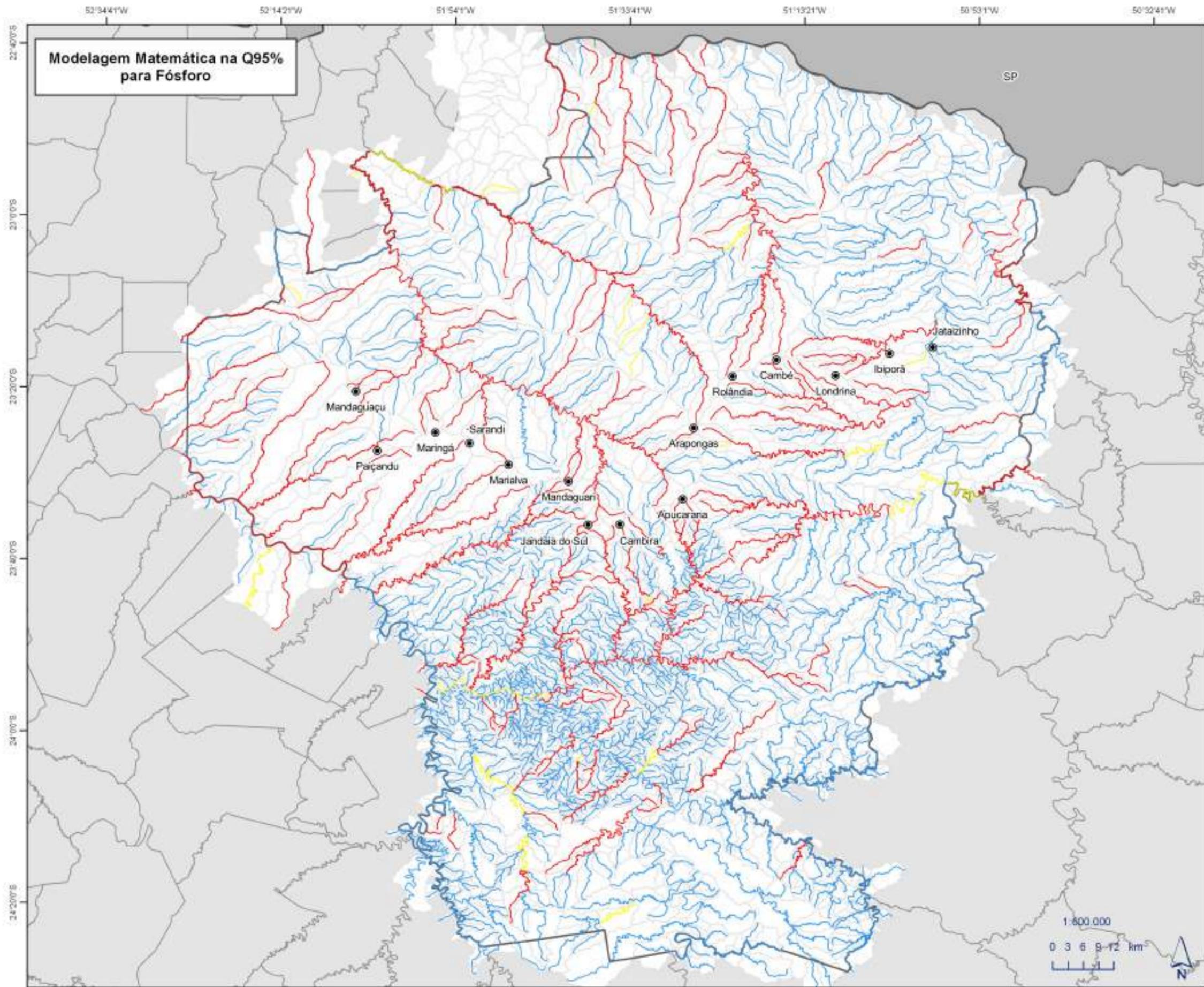
Apesar disso, essas informações mostram-se complementares, uma vez que os Planos de Bacia e o Plano da Metrópole Paraná Norte possuem abordagens e objetivos distintos, o que leva a traçar ações estratégicas de maior ou menor abrangência e impacto. Dessa forma, a elaboração deste Plano contribui para uma gestão integrada e mais eficiente da região, com foco no auxílio do desenvolvimento sustentável dos municípios.



- Legenda**
- Resultado da Simulação por Equivalência de Classe**
- Classe 1
  - Classe 2
  - Classe 3
  - Classe 4

Fonte: Consórcio COBRAPE-URBTEC, 2018.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
- Datum: SIRGAS 2000.



- Legenda**
- Resultado da Simulação por Equivalência de Classe**
- Classe 1
  - Classe 2
  - Classe 3
  - Classe 4

Fonte: Consórcio COBRAPE-URBTEC, 2018.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
- Datum: SIRGAS 2000.

Cabe ainda destacar que esses são os resultados obtidos dentro das considerações e estimativas mencionadas anteriormente, os quais levam em consideração um conjunto de informações recebidas e analisadas para embasar o estudo. Isso significa que os valores apresentados podem diferir dos Planos de Bacia, visto que as metodologias adotadas, bem como a base de dados e o horizonte temporal de referência podem ser diferentes.

Apesar disso, essas informações mostram-se complementares, uma vez que os Planos de Bacia e o Plano da Metrópole Paraná Norte possuem abordagens e objetivos distintos, o que leva a traçar ações estratégicas de maior ou menor abrangência e impacto. Dessa forma, a elaboração deste Plano contribui para uma gestão integrada e mais eficiente da região, com foco no auxílio do desenvolvimento sustentável dos municípios.

#### **2.4.4. Importância das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas**

O crescimento do norte do estado do Paraná, mais especificadamente no eixo urbano que interliga as cidades de Maringá, Apucarana e Londrina e que é composto por quinze municípios principais, sempre foi considerado estratégico pelos sucessivos governos estaduais.

O que nas décadas passadas tinha como foco a elaboração de projetos e a implantação de planos de desenvolvimento regional, sustentados unicamente pela dinâmica econômica e habitacional local, passou também a abarcar outras componentes estratégicas, que poderiam ser englobadas dentro da temática da sustentabilidade e, num pormenor, da sustentabilidade ambiental.

Dentre estas, a disponibilidade de água de qualidade tem fator primordial, já que é notório que, sem este bem comum, as populações não se mantêm e desenvolvem, a biodiversidade não se sustenta, nem tampouco toda a cadeia econômica e produtiva subsiste, em especial aquelas que demandam um grande volume deste recurso mineral, como na indústria de base e na agroindústria. A água, como recurso ambiental, pode, portanto, ser considerada um patrimônio comum da sociedade, mas por ser um recurso natural limitado e até certo ponto disputado, adquire também valor econômico, por vezes de difícil mensuração.

De certa forma, a “água” sempre foi fator primário na localização espacial e respectiva expansão dos agrupamentos humanos, no entanto, de certa forma o eixo formado pelos quinze municípios vai na contramão desta retórica, uma vez que se localiza de forma coincidente com grandes divisores de significativas bacias hidrográficas, como as bacias dos Rios Ivaí e Pirapó, e Ribeirão Vermelho e Rio Tibagi, passando pelas cabeceiras do Rio Bandeirantes.

Esta geometria relata a metodologia anteriormente utilizada pelas grandes companhias estrangeiras de habitação que promoveram a colonização do Paraná, como a “Companhia de Melhoramentos do Norte do Paraná”, derivada da antiga *Parana Plantations*, de capital britânico, e que muito provavelmente deu preferência ao melhor traçado ferroviário possível que interligasse as cidades, e não necessariamente à maior oferta de água superficial.

Tal analogia leva-nos a compreender que as águas subterrâneas sempre fizeram parte da expansão no norte do Estado - que teve suas principais cidades fundadas na primeira metade do século passado, num período de forte expansão da indústria madeireira, da erva mate, do café, e por fim da agroindústria - fazendo com que as populações locais em franca expansão demandassem dos serviços de perfuração de poços, que a esta medida já dispunha de relativa tecnologia e dinâmica.

Apesar do tema “água” fazer parte do planejamento conjunto de ações de integração e governança que este estudo prevê, devido à sua questão geográfica e estratégica, fez-se necessário que o mesmo fosse tratado por município, uma vez que seu planejamento deve prever a exploração<sup>3</sup> e abastecimento em núcleos de concentração de usuários, que neste caso são as próprias sedes dos municípios, já que dentre as quinze cidades que compõem a região de abrangência do estudo, cerca de 96,5% da população vive em áreas urbanas, e tão somente 3,5% em áreas rurais.

Exceções de fato podem ocorrer, em especial quando se tratam de indústrias descentralizadas dos polos urbanos e que demandem significativo volume de água em seus processos produtivos, em especial da agroindústria, bem como sistemas agrícolas que eventualmente também possam ser fortemente abastecidos pelas fontes subterrâneas, como pivôs de irrigação, dentre outros.

Cabe frisar que estas exceções de planejamento e gestão também podem estar vinculadas simplesmente ao fato de a água não ser distribuída pela companhia estatal, como no caso de Ibiporã, Jataizinho, Marialva e Sarandi, o que faz com que metas regionais por vezes não sejam sincronizadas.

De qualquer forma, faz-se necessário que, visando o bem estar das comunidades e futuras gerações, o tema “água” e em especial, “água subterrânea” passe também pelas fases previstas de planejamento estratégico, permitindo que políticas auspiciosas de gestão sejam implementadas a tempo, evitando a história recorrente de super-exploração e degradação já vivenciadas em tantos países e aqui mesmo no Brasil.

Fato é que, apesar do inconsciente coletivo da sociedade de que este recurso é de certa forma “farto” no Brasil, o que não deixa de ser uma quase verdade, em comparação com tantas outras nações, o planejamento das fortalezas e fraquezas correlacionadas a este bem mineral e de como sua abundância ou escassez pode afetar o desenvolvimento de toda uma macro região, não foge literalmente dos atuais cenários existentes de sua utilização, como da atual disponibilidade já prevista, bem como da maior ou menor favorabilidade hidrogeológica em cada município, aliada às variações demográficas já previstas nos cenários futuros de médio e longo prazo.

Não menos importante, fatores relacionados à qualidade da água também estão cada vez mais sob os holofotes da sociedade e das agências de controle, já que é notório que as diversas atividades antrópicas realizadas no passado e no presente, afetaram e continuam afetando a sua qualidade, gerando situações de risco de escassez, não só pela falta do recurso em si, mas pelo não atendimento dos padrões de qualidade disponível para o seu consumo.

Dentre estes vários fatores de degradação e perda da qualidade das águas, em especial das águas subterrâneas, estão o uso intensivo do solo, acima de sua capacidade de auto-regeneração - seja na realização de atividades comerciais e industriais poluidoras e sem controle, seja na perda da estanqueidade das redes de coleta de esgotos e efluentes (isso quando ainda existem) ou no próprio uso indiscriminado de insumos agrícolas com potencial poluidor – fazendo com que os aquíferos subjacentes recebam todo tipo de aporte poluidor antrópico.

---

<sup>3</sup> Explorar: explorar economicamente

Face, portanto, à importância deste nobre recurso, os tópicos a seguir tratam e englobam senão no todo, mas ao menos de fora introdutória, para que se permita o debate, o “diagnóstico”, as “vocações”, bem como os “objetivos estratégicos específicos”, e as “estratégias locais de desenvolvimento” e “projetos de investimento”, conforme metodologia sugerida pelo Ministério da Integração Nacional (2010).

#### **2.4.5. Geologia e geomorfologia**

Praticamente todos os municípios vinculados ao projeto estão inseridos no domínio das rochas basálticas pertencentes à chamada Formação Serra Geral (com exceção de Mandaguaçu, na margem esquerda do Estado, e que por sua vez está disposta sobre os sedimentos do Grupo Bauru – Formação Caiuá, compostos principalmente por arenitos friáveis dispostos sobre os basaltos do Serra Geral).

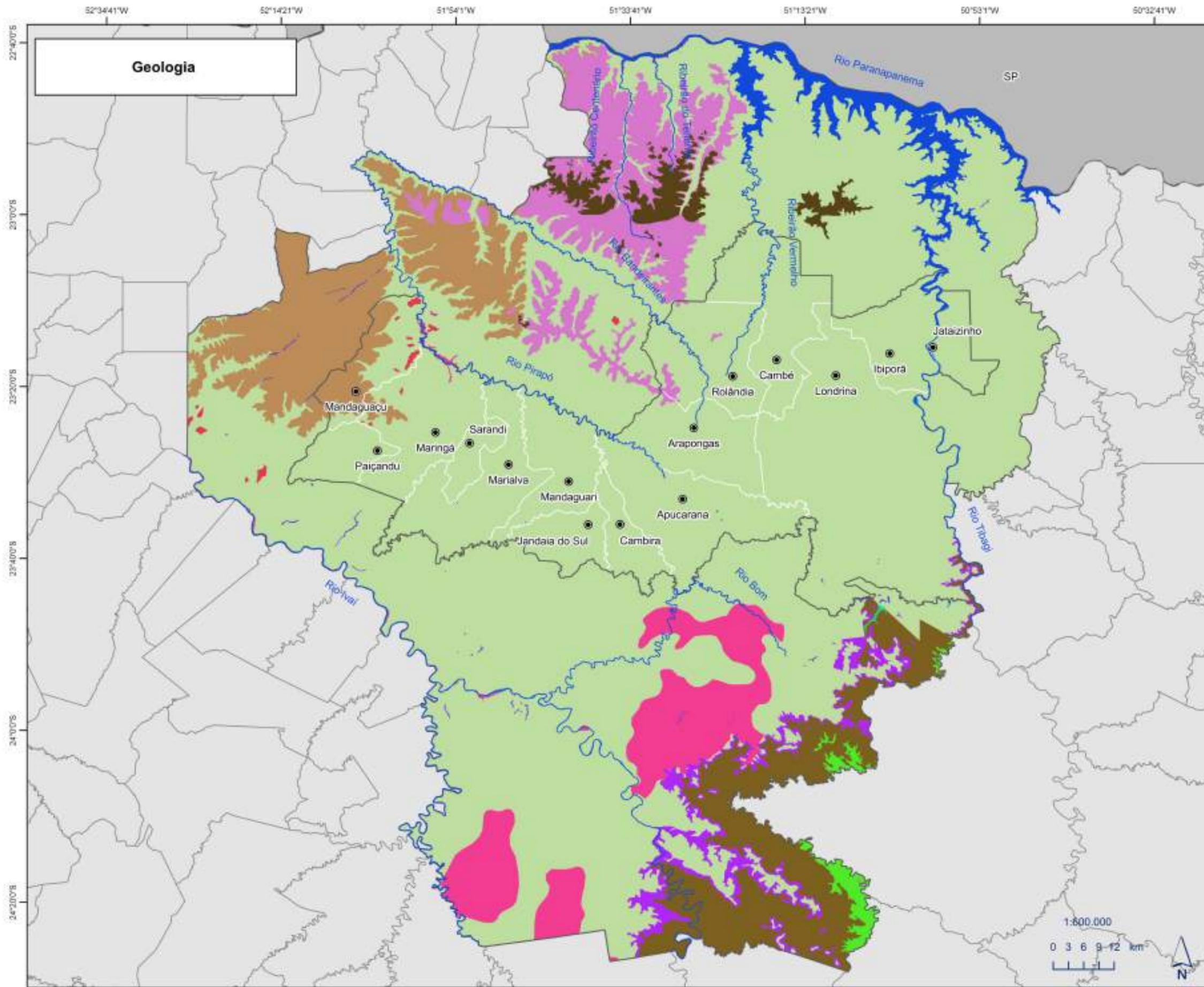
Estas rochas estão por sua vez correlacionadas a eventos ocorridos especialmente no período Jurássico, e se compreendem em sucessivos e extensos derrames de lava vulcânica, que apresentam uma relativa heterogeneidade, no que diz respeito às espessuras, continuidade lateral e graus de faturamento, cujo detalhamento não cabe no presente estudo. Como já anteriormente abordado, o eixo formado pelos quinze municípios se localiza por sobre um extenso divisor de águas de sentido geral leste-oeste, e que por sua vez geomorfologicamente também compreende uma série de planaltos, iniciando a oeste, na cidade de Mandaguaçu, pelo Planalto de Campo Mourão, seguindo para leste, onde passa pelo Planalto de Maringá, Planalto de Apucarana, e por fim Planalto de Londrina.

Geologicamente pode-se dizer então que ocorre uma relativa homogeneidade na área do projeto, já que não existe outro litotipo presente, que não os basaltos da Formação Serra Geral, e que são extremamente importantes para toda a região, não só por hospedarem um importante reservatório de águas subterrâneas, como melhor visto adiante, bem como por terem permitido pela sua degradação intempérica passada, a formação dos férteis solos agrícolas, popularmente chamados de “terra roxa”. O mapa a seguir contém as principais formações geológicas da área do estudo.

#### **2.4.6. Hidrogeologia**

Praticamente todo o eixo que une os quinze municípios está por sobre o chamado Aquífero Serra Geral (ASG), composto essencialmente por rochas basálticas; com exceção apenas da cidade da Mandaguaçu, que ocupa a borda sudeste do Aquífero Caiuá, mas que nesta região, devido à pequena espessura da camada sedimentar que se localiza por sobre os basaltos da Formação Serra Geral, acaba sendo classificado como um aquífero pouco produtivo. Tal conformação faz com que os poços desta região possuam captação mista, ou seja, recebendo o aporte da água subterrânea dos dois sistemas aquíferos, Serra Geral e Caiuá.

Os poços tubulares profundos – popularmente denominados de poços artesianos – estão no Aquífero Serra Geral em meio às falhas e fraturas existentes nas rochas basálticas (daí sua classificação de aquífero fraturado) compondo assim a chamada “porosidade secundária”, já que é sabido que esta categoria de rocha apresenta uma baixa permeabilidade natural, designada de “porosidade primária”, comum em rochas sedimentares, por mais que seja notório nos perfis dos derrames um grande acúmulo de vesículas geradas pela retenção de bolhas gasosas durante o processo de arrefecimento das lavas.



- Legenda**
- Formações Geológicas**
- Aluviões Atuais
  - Aluviões em terraços
  - Coluviões derivados do Arenito Caiuá e Santo Anastácio
  - Formação Botucatu
  - Formação Rio do Rasto
  - Formação Serra Alta
  - Formação Teresina
  - Grupo Bauru- Formação Adamantina
  - Grupo Bauru- Formação Caiuá
  - Grupo Bauru- Formação Santo Anastácio
  - Grupo São Bento - Formação Serra Geral, Membro Nova Prata
  - Grupo São Bento - Formação Serra Geral
  - Sedimentos Recentes

Fonte: PDRH, 2017.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.

No ambiente hidrogeológico que compreende o Aquífero Serra Geral, o fluxo de água, seja proveniente da infiltração dos eventos pluviométricos, e até mesmo a circulação da água em seu interior é regido, sobretudo, pelas descontinuidades de origem tectônica (falhas e fraturas em rocha, acima reportadas), que se caracterizam por representarem estruturas geralmente com elevado ângulo de mergulho (verticais ou semi-verticais), mas também por estruturas e descontinuidades semi-horizontais, existentes entre os derrames de idades variadas e que refletem a sucessiva cronologia dos eventos geológicos pretéritos.

Este sistema aquífero é o que abrange a maior porção territorial do Estado, compreendendo todo o terceiro planalto, não sendo, portanto, singular que o mesmo seja responsável por dar o devido auxílio no suporte de abastecimento hídrico de todos os municípios listados no projeto, chegando, por exemplo, a 100% de contribuição subterrânea nas cidades de Mandaguaçu, Paiçandu e Sarandi, onde fornece água de qualidade e um dos maiores volumes de captação por poços. A grande maioria dos poços dispostos no ASG possui entradas de água entre 50 e 100 metros de profundidade. As vazões médias apresentadas giram em torno de 9 m<sup>3</sup>/hora, mas são comuns poços com vazões superiores, chegando até a 250 m<sup>3</sup>/hora. Os valores de Capacidade Específica, e que reportam por sua vez quantos metros cúbicos de água um poço é capaz de produzir por hora de bombeamento, considerando um metro apenas de sua seção vertical (m<sup>3</sup>/h.m), retratam uma média de 0,54 m<sup>3</sup>/h.m, chegando até a valores pontuais muito altos, como 45 m<sup>3</sup>/h.m.

Tanto a vazão quanto a capacidade específica reportam uma nítida diferenciação entre distintos compartimentos do ASG já relatados em pesquisas anteriores, demonstrando que os poços mais produtivos, dentre a extensa área de ocorrência dos basaltos da Formação Serra Geral, ocorre no seu extremo oeste.

Por se apresentarem como uma camada de topo nesta região do Estado, sofrendo diretamente as influências pluviométricas de recarga, acabam por possuir cargas hidráulicas internas que refletem a topografia das bacias hidrográficas locais, fazendo com que a potenciometria seja em grande parte coincidente com o escoamento superficial, ou seja, dos divisores de água para os corpos hídricos, o que de imediato também reflete na sua importância na manutenção das vazões superficiais de base, ou seja, nos períodos de maior estiagem, momento no qual os rios são, em significativa parcela, abastecidos pelos aquíferos.

Apesar de não ser aflorante na região do projeto, também não é menos importante o Aquífero Guarani, que se localiza, estratigraficamente falando, abaixo dos derrames basálticos do Aquífero Serra Geral, o que, por conseguinte, lhe assegura uma característica de menor vulnerabilidade às interferências antrópicas nesta região em particular, por possuir essa “camada superficial protetora”, por mais que não totalmente estanque.

Devido às espessuras dos derrames basálticos girarem em média em torno de 500 a 900 metros nas cidades que compõem o projeto, somente poços que ultrapassem essa espessura de camada conseguem atingir o Aquífero Guarani, que, se não é o que apresenta a água de melhor qualidade, é ao menos o mais conhecido, já que tem sido objeto de inúmeras reportagens e especulações na mídia nas últimas décadas, o que acabou por propagar informações muitas vezes equivocadas a seu respeito para toda a comunidade não científica.

Em geral, somente os poços operados pela Sanepar e grandes indústrias possuem profundidade suficiente para cruzar o Aquífero Serra Geral (e interceptar o Aquífero Guarani), que em Londrina, por exemplo, possui uma espessura da ordem de 1.000 metros,

mas que permite uma exploração muito significativa, girando em torno de 470 m<sup>3</sup>/hora, num único poço.

Estudos já realizados inferem que, na grande maioria das cidades do estudo, as vazões subterrâneas do Aquífero Guarani giram em torno de 40 a 70 m<sup>3</sup>/hora, mas estas vazões tendem a aumentar em direção a norte, no sentido Rolândia – Cambé, e Londrina – Ibiporã, onde as vazões podem atingir valores médios de 200 a 300 m<sup>3</sup>/hora.

Esta variação também pode ser nitidamente observada nos dados de Capacidade Específica, e que reportam por sua vez quantos metros cúbicos de água um poço é capaz de produzir por hora de bombeamento, considerando um metro apenas de sua seção vertical (m<sup>3</sup>/h.m).

Estes valores variam de 0,15 a 0,3 m<sup>3</sup>/h.m (Classe 5: Produtividade geralmente muito baixa, porém localmente baixa) para o eixo (NW-SE) entre as cidades de Mandaguaçu e Mandaguari; e de cerca de 0,6 a 3,0 m<sup>3</sup>/h.m (não classificado no Atlas Hidrogeológico do Paraná (Águas Paraná, 2018), mas girando entre Classe 2 ou 3) no eixo (SW-NE) entre as cidades de Arapongas e Jataizinho, salientando um marcante divisor geológico-hidrogeológico composto pelo médio e alto curso do Rio Pirapó, em conjunção com o tríplice divisor de águas – que coincide em seu ponto médio com a cidade de Apucarana - entre as bacias hidrográficas entre os Rios Ivaí, Tibagi e Pirapó.

Por fim, cabe aqui uma breve abordagem do Sistema Aquífero Caiuá, que acaba por abranger tão somente o município de Mandaguaçu, dentre as 15 cidades do estudo - apesar de sua não menos importante relevância regional - como uma importante fonte de abastecimento de água subterrânea no noroeste do Estado.

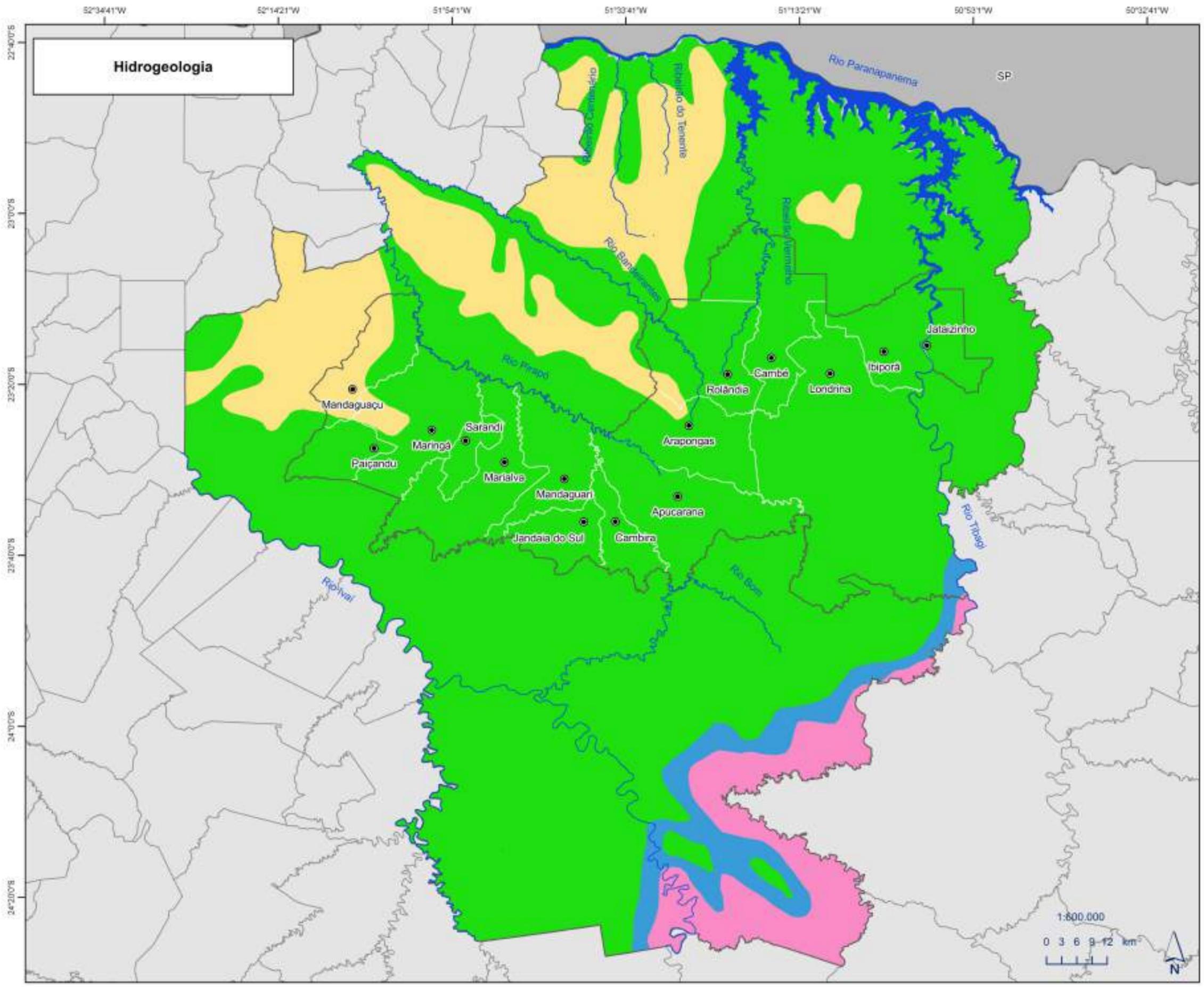
Este aquífero é essencialmente sedimentar, recobrimdo os basaltos da Formação Serra Geral, como já informado, apresentando espessuras saturadas que dependem de sua posição geográfica e, por conseguinte, da espessura deste pacote sedimentar de cobertura. Possuindo caráter livre, sua potenciometria também tem analogia com o relevo em superfície, ou seja, dos pontos de maior cota que coincidem com os divisores de água das bacias hidrográficas, em direção aos cursos d'água.

Na região de estudo, demonstra uma capacidade específica em torno de 0,12 a 0,3 m<sup>3</sup>/h.m, e vazões médias que giram entre 2 e 10 m<sup>3</sup>/h, que pode ser considerada um pouco abaixo da média, quando em comparação com outras localidades, mas que reflete a posição característica da borda leste da bacia sedimentar, em geral com cotas potenciométricas mais elevadas e portanto com menor capacidade de recarga e quase inexistência de fluxo subterrâneo de montante. O mapa a seguir mostra as principais formações hidrogeológicas da área do estudo.

#### **2.4.7. Qualidade da água subterrânea**

As águas do Aquífero Serra Geral foram classificadas em 13 tipos distintos, com predomínio das águas bicarbonatadas cálcicas em sua maioria, seguidas das águas bicarbonatadas sódicas. São raros os casos de poços que não apresentam potabilidade natural no ASG na região de estudo, com problemas pontuais de Bário e Turbidez. Em geral, grande parte das vezes a não potabilidade se deve à variação do pH, que restringe o uso “in natura” para consumo, mas que se resolve com simples processos de tratamento.

Os estudos de condutividade e risco de absorção de sódio realizados nos poços do ASG retratam em especial um baixo risco de salinização de suas águas, o que se converte numa significativa favorabilidade para fins de irrigação.



**Hidrogeologia**

- Legenda**
- Unidades Aquíferas**
- Caiuá
  - Guarani
  - Paleozóica Superior
  - Serra Geral Norte
- Fonte: PDRH, 2017.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.

No que diz respeito ao Aquífero Guarani, foram classificados 17 tipos principais de águas, com um predomínio das bicarbonatadas cálcicas, seguidas pelas bicarbonatadas sódicas.

Quando comparados os resultados hidroquímicos das águas do Aquífero Guarani, em sua zona aflorante, com aqueles advindos da zona confinada – que é o caso do ambiente hidrogeológico de todos os municípios inseridos no estudo – verifica-se neste segundo ambiente um aumento marcante em grande parte das variáveis físico-químicas, com destaque para altos valores de condutividade elétrica – que reportam por sua vez uma grande concentração de sais dissolvidos na água decorrentes de um maior tempo de interação água x rocha – além da alcalinidade, dureza e STD (sólidos totais dissolvidos). Também se observam incrementos significativos nos sulfatos e no sódio.

As águas do Aquífero Guarani, assim como no ASG, em geral apresentam restrições decorrentes de alterações nos valores de pH, mas também são observadas alterações restritivas de dureza e ferro, ambas facilmente corrigíveis.

Em Mandaguari, pontualmente também se observam concentrações anômalas de cloretos, sódio, sulfatos e sólidos totais dissolvidos. Nas proximidades de Londrina, Iporã e Jandaia do Sul, a principal alteração decorre das altas concentrações de flúor, que é narrado pela Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar, como o principal fator observado de risco nas novas perfurações com fins de abastecimento público no Aquífero Guarani como um todo.

Os estudos de condutividade e risco de absorção de sódio realizados nos poços do Aquífero Guarani demonstram uma maior dispersão de dados do que os outros aquíferos subjacentes – confirmando as hipóteses levantadas em pesquisas diversas e que o caracterizam como sendo heterogêneo, tanto hidraulicamente, quanto hidroquimicamente.

Apesar desta característica, pode-se dizer que ainda apresenta um baixo a médio risco de salinização de suas águas, o que se traduz numa relativa capacidade de utilização de suas águas para fins de irrigação.

Adicionalmente, as águas do Aquífero Guarani demonstram um significativo hidrotermalismo – não a ponto de ser utilizado regionalmente para fins energéticos, já que possuem baixa entalpia – mas sim para as diversas vertentes da indústria que se beneficiam de um ganho térmico nas águas de processos, em especial na agroindústria, como na cadeia produtiva da avicultura e na secagem e beneficiamento de grãos.

Também é destaque sua potencialidade para o turismo, através da possibilidade de ganho no aquecimento da água em hotéis, clubes e, sobretudo, estâncias hidrotermais, com temperaturas que podem chegar a 65°C em superfície.

Devido ao fato da temperatura da água aumentar de leste para oeste e o gradiente geotérmico diminuir de norte para sul, pode-se dizer que o eixo formado pelos quinze municípios seja um dos locais mais favoráveis à sua utilização, com temperaturas médias que podem girar entre 25 e 50°C.

Já as águas do Aquífero Caiuá apresentam um predomínio das bicarbonatadas cálcicas, seguidas da bicarbonatadas magnesianas. Da mesma forma que para o ASG, quando apresenta raras restrições de potabilidade, estas se devem muitas vezes a alteração de pH. Suas águas também se apresentam com baixo a médio risco de salinização, demonstrando sua boa aptidão para irrigação.

#### 2.4.8. Disponibilidade das águas subterrâneas

Certamente, uma das questões mais importantes no quesito “água subterrânea” diz respeito à sua disponibilidade, já que é notório que este real dimensionamento não é uma temática simples e precisa, uma vez que aborda ambientes geológicos subterrâneos hospedeiros da água subterrânea por vezes extremamente heterogêneos.

São diversas as metodologias que abordam este assunto, e não é foco do presente trabalho entrar em minúcias técnicas a respeito, entretanto, cabe aqui uma breve explanação acerca desta temática, já que sem dúvida a disponibilidade deste importante recurso mineral é um dos alicerces de desenvolvimento de toda a região do projeto Metrópole Paraná Norte.

No ano de 2010, o Governo do Estado do Paraná, através da Secretaria de Meio Ambiente e do Instituto das Águas do Paraná, elaborou o Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/PR, com o intuito de melhor diagnosticar os cenários que se desenvolviam à época, no que concerne ao uso, gerenciamento e demandas pela água, nos mais diversos setores.

Em relação às águas subterrâneas, o projeto caracterizou os diversos sistemas aquíferos existentes no Estado, tanto do ponto de vista hidrogeológico quanto hidroquímico. Com relação à disponibilidade, partiu-se de valores já anteriormente calculados para o “potencial hidrogeológico” de cada unidade aquífera em particular, em L/s.km<sup>2</sup>, para as diversas bacias hidrográficas inseridas dentro de cada domínio hidrogeológico, o que correspondeu a valores médios de 4,2 L/s.km<sup>2</sup> para o Aquífero Serra Geral (Norte) e de 12,4 L/s.km<sup>2</sup> para o Aquífero Guarani.

Já nos anos de 2014 a 2016, a Companhia de Abastecimento do Paraná – SANEPAR, realizou outro estudo de grande importância regional, denominado Plano Diretor de Recursos Hídricos para a Região Norte do Estado do Paraná – PDRH (SANEPAR, 2017), e que abrangeu por sua vez um profundo diagnóstico hídrico, envolvendo o abastecimento de água, sua qualidade, e a coleta e tratamento de esgotos para quase todas as bacias hidrográficas do estado, com exceção apenas da Bacia do Rio Iguaçu, ao sul.

Este estudo avançou em relação ao PERH de 2010, pois através de novas metodologias, calculou de forma mais pormenorizada e individualizada as disponibilidades existentes em cada sistema aquífero, permitindo que a gestão hídrica possa ser realizada num outro patamar, valendo-se de balanços hidrológicos de maior escala, e não tão regionais como anteriormente.

Da mesma forma como no estudo anterior, chegou-se a valores de disponibilidade da reserva ativa que já consideram um “coeficiente de sustentabilidade”, só que neste caso, ancorando-se em valores de uma vazão superficial dita “ecológica”, e que especificadamente representa a chamada “vazão de base”, que sustenta o fluxo dos rios através do aporte de água proveniente da superfície dos aquíferos, em momentos de estiagem.

Dentre as vantagens na utilização da metodologia supracitada, cita-se o fato de se poder indiretamente estimar os volumes de água explorados de forma não conhecida, como poços clandestinos ou outorgas não autorizadas. Também é positiva no sentido de manter dentro dos valores de disponibilidade os valores de vazão superficial necessários à manutenção das vazões mínimas outorgáveis, e que permitem a manutenção de todo um ecossistema vinculado aos cursos hídricos, vindo daí a referência de ser uma “vazão ecológica”.

Os valores calculados de disponibilidade hídrica subterrânea foram significativamente inferiores aos apresentados no plano anterior, correspondendo a um valor médio de 2,61

L/s.km<sup>2</sup> para o Aquífero Serra Geral, chegando a 1,14 L/skm<sup>2</sup> para o Aquífero Guarani. Tal diferença a menor, em especial para o Guarani, está diretamente correlacionada às próprias metodologias em si, já que no PERH/PR, por exemplo, se utilizou nos cálculos da disponibilidade para o AG a sua área confinada, enquanto que no PDRH foi utilizada somente sua área aflorante.

#### 2.4.9. Demanda de água subterrânea

Dentre todos os quinze municípios que compreendem o estudo, somente três são abastecidos plenamente por água subterrânea, proveniente de poços tubulares profundos – popularmente chamados de “poços artesianos” – mantidos pela SANEPAR nas cidades de Mandaguaçu, Paiçandu, e em Sarandi pela Companhia Municipal Águas de Sarandi.

As proporções entre as captações superficiais e subterrâneas de todos os municípios encontram-se listadas na tabela a seguir.

**Tabela 2.10 – Percentuais das captações por município**

Município	Superficial	Subterrânea
Apucarana	77%	23%
Arapongas	75%	25%
Cambira	32%	68%
Ibiporã	45%	55%
Jandaia do Sul	79%	21%
Jataizinho	74%	26%
Mandaguaçu	0%	100%
Mandaguari	78%	22%
Marialva	27%	73%
Maringá	92%	8%
Paiçandu	0%	100%
Rolândia	83%	17%
Sarandi	0%	100%
Londrina/Cambé	93%	7%

Fonte: PDRH (SANEPAR, 2017)

Ao observar a Tabela 2.10, fica nítido que os números são variáveis, onde - com exceção aos 3 municípios abastecidos totalmente por água subterrânea - prevalecem as captações superficiais sobre as subterrâneas em 8 destes, e o inverso, ou seja, onde prevalecem as captações subterrâneas sobre as superficiais em outros 3, o que caracteriza a água superficial como a principal fonte de abastecimento da região, sendo a água subterrânea uma fonte secundária em boa parte dos sistemas.

Entretanto, não menos importante se demonstra o papel da utilização da água subterrânea, já que esta possui uma relevante função estratégica em momentos de estiagens severas, bem como para ampliações rápidas da rede de abastecimento, em especial para o atendimento de comunidades remotas ou cidades de menor porte.

A Tabela 2.11 a seguir demonstra que todas as cidades avaliadas terão crescimento demográfico previsto até o ano de 2065 (cenário limite do estudo da Sanepar - PDRH) num percentual médio de 40%, ficando claro que Maringá será a cidade que o sentirá de forma mais intensa, e onde o aumento chegará a mais de 72% da população atual. Este crescimento reflete diretamente num aumento da demanda futura pela água, como também pode ser observado na tabela, com uma variação positiva média de cerca de 30%, chegando a mais de 40% nas cidades de Marialva e Maringá.

**Tabela 2.11 – Dados populacionais e de aumento de demanda de água**

Cidades	População		Demandas (L/s)		aumento (%)
	2018	2065	2020	2065	
Apucarana	120.919	174.400	321,85	430,77	33,8
Arapongas	104.150	155.211	262,38	329,96	25,8
Cambé	96.733	136.096	157,98	204,77	29,6
Cambira	7.236	8.453	13,95	18,12	29,9
Ibiporã	48.198	70.496	152,24	199,60	31,1
Jandaia do Sul	20.269	25.514	43,98	51,07	16,1
Jataizinho	11.875	14.953	31,33	39,04	24,6
Londrina	506.701	734.726	1.700,14	2.233,72	31,4
Mandaguaçu	19.781	27.793	43,33	56,79	31,1
Madaguari	32.658	39.889	73,64	87,17	18,4
Marialva	31.959	42.080	104,76	147,19	40,5
Maringá	357.077	617.608	1.131,89	1.610,28	42,3
Paiçandu	35.936	53.057	88,07	112,81	28,1
Rolândia	57.862	85.501	157,88	203,59	29,0
Sarandi	82.847	122.004	127,71	163,92	28,4

Fonte: PDRH (SANEPAR, 2017)

**Tabela 2.12 – Abastecimento superficial nos cenários atual e futuro**

Cidades	GAD*		Vazão Q <sub>95</sub> (m <sup>3</sup> )	
	cenário atual	cenário futuro	cenário atual	cenário futuro
Apucarana	satisfatório	vulnerável	50-100	>100
Arapongas	satisfatório	vulnerável	50-100	50-100
Cambé	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25
Cambira	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25
Ibiporã	vulnerável	vulnerável	0-25	0-25
Jandaia do Sul	vulnerável	vulnerável	50-100	50-100
Jataizinho	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25
Londrina	vulnerável	vulnerável	50-100	>100
Mandaguaçu	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25
Madaguari	vulnerável	vulnerável	50-100	50-100
Marialva	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25
Maringá	satisfatório	alerta	50-100	>100
Paiçandu	satisfatório	satisfatório	50-100	50-100
Rolândia	vulnerável	vulnerável	50-100	>100
Sarandi	satisfatório	satisfatório	0-25	0-25

\*GAD – Grau de Atendimento à Demanda: razão entre a “demanda de água (DD)” pela “disponibilidade hídrica superficial (DHS)”.

**Fonte: PDRH (SANEPAR, 2017)**

Levantamentos pormenorizados foram realizados no PDRH, e que demonstram as condições atuais e futuras, bem como os percentuais de utilização da vazão de referência de projeto (em m<sup>3</sup>), denominada de Q<sub>95%</sub>, também nos cenários presente e futuro.

São diversos os fatores que geram o aumento das demandas e o conseqüente risco de escassez, a depender das condições hídricas dos municípios, e suas respectivas vocações econômicas. Este índice é aqui apresentado sob a forma da metodologia GAD, que apresenta o “grau de atendimento da demanda”, sendo definido como a razão entre a “demanda de água (DD)” pela “disponibilidade hídrica superficial (DHS)”.

Por exemplo, a cidade de Apucarana possui vulnerabilidade futura decorrente da agropecuária, da diluição de efluentes e da utilização da água por indústrias; Arapongas, decorrente da diluição de efluentes e das indústrias; Ibiporã, por sua vez, apresenta vulnerabilidade vinculada ao número de captações em si, enquanto que Jandaia do Sul devido à agropecuária e irrigação.

Londrina, por ser uma grande metrópole, apresenta vulnerabilidade decorrente de todas as formas de uso, além do comércio; da mesma forma que Maringá e Rolândia, só que estes em menor escala.

Como descrito anteriormente na definição do GAD, a água subterrânea não faz parte da equação, sendo que nos três municípios com abastecimento pleno pela água subterrânea, seu cenário atual e futuro é considerado satisfatório. Em Cambira e Marialva, onde apesar de serem sistemas mistos, prevalece a água subterrânea, também são considerados satisfatórios. Ibiporã já possui praticamente uma captação mista entre as águas superficiais

e subterrâneas, mas se demonstra vulnerável, muito provavelmente devido à pequena estrutura de captação e tratamento atualmente disponível na cidade.

Já nos municípios onde prevalecem as captações superficiais sobre as subterrâneas, apresenta-se quase em sua totalidade a condição de vulnerabilidade e até mesmo de alerta – reportando que no cenário futuro a demanda será maior do que a disponibilidade - com exceção de Jataizinho, no qual o sistema operante e a demanda é relativamente menor.

Esta situação enseja a tomada de medidas de planejamento e ação, que visem o aumento da oferta de água de qualidade, permitindo que os índices voltem a ser considerados satisfatórios; no entanto, nem sempre é possível a ampliação da oferta de água superficial, o que deriva de variados motivos, como a própria escassez direta do recurso hídrico; ou a oferta, mas em padrões inaceitáveis de consumo ou onde os tratamentos se demonstrem inexecutáveis e/ou com uma baixa relação custo x benefício; bem como motivos indiretos, como a inexistência ou o alto custo de implantação de redes e adutoras, ou mesmo das estações de tratamento de água (ETAs).

Para estes casos pode-se então vislumbrar a utilização das águas subterrâneas como uma alternativa justificável e economicamente viável, uma vez que permite a instalação de poços em locais mais distantes da sede do município, como zonas de rápida expansão demográfica ou não atendidas por redes de distribuição, ou também próximos às ETAs ou até mesmo às adutoras e reservatórios já existentes, uma vez que em geral o seu tratamento bacteriológico se faz de maneira rápida e segura por cloração, e de forma simples, podendo ser realizado até ao lado do próprio poço.

Dentro do projeto PDRH estas fragilidades dos sistemas municipais já foram abordadas pela SANEPAR de forma mais ampla e detalhada, sendo que diversos municípios em situação de vulnerabilidade, como Ibiporã, Jandaia do Sul, Londrina, Maringá e Rolândia por exemplo, já possuem até mesmo o detalhamento de quais poços deverão ser utilizados para esta ampliação de oferta, uma vez que a companhia continuamente perfura novos poços - os quais são cadastrados em sistema próprio denominado SIA - para a conexão futura na rede de distribuição já existente ou a construir.

#### **2.4.10. Vulnerabilidade ambiental relacionada às águas subterrâneas**

Pelo fato do eixo de 15 municípios estar localizado de forma coincidente com um extenso “espigão” topográfico, o que por um lado se reflete fisicamente numa menor taxa de recarga superficial e maior profundidade dos níveis estáticos da água subterrânea, por outro lado se demonstra mais vocacionado à preservação deste recurso, uma vez que apresenta um perfil de solo mais espesso e com menores taxas de escoamento superficial, o que aumentaria por conseguinte o tempo de migração de elementos poluentes até a superfície freática.

O Aquífero Serra Geral, por exemplo, possui nesta faixa uma proeminência de setores com médias vulnerabilidades, com alguns poucos recortes de alta vulnerabilidade, e nenhum de extrema vulnerabilidade, corroborado pelo fato de que, as primeiras entradas de água nos poços estão em média a cerca de 50 metros de profundidade.

No que diz respeito ao Aquífero Guarani, é reconhecida a sua alta fragilidade ambiental em sua estreita, porém longa faixa de afloramento, que percorre o estado de norte a sul – e que na verdade está geograficamente distante das cidades mais ao leste do eixo de estudo, como Londrina, Ibiporã e Jataizinho – entretanto, apenas como informação complementar,

cita-se que tal risco é até certo ponto minimizado pelas altas declividades desta região, que são coincidentes com a escarpa que delimita o segundo do terceiro planalto paranaense.

A porção que interessa ao projeto situa-se na verdade confinada por sob o Aquífero Serra Geral, compondo uma das camadas sedimentares da chamada Bacia do Paraná, que se estende a oeste até os países vizinhos, como Paraguai e Argentina.

Nesta longa área, devido à espessa camada superior composta pelos basaltos da Formação Serra Geral, que podem variar de 300 a 1300 metros, a vulnerabilidade do Aquífero Guarani pode ser considerada insignificante pelo fato de possuir esta superfície protetora, apesar de já se saber que em muitos locais existe uma mistura da água na zona de contato entre os aquíferos.

Tal mistura é gerada pela diferença de pressões entre ambos, que no ASG possui caráter livre – encontrando-se sob pressão atmosférica – enquanto no Aquífero Guarani possui caráter confinado - o que lhe confere pressões internas superiores e com um nítido predomínio de poços onde o nível estático situa-se acima do teto superior do aquífero - ou seja, resultando numa pressão interna da base para o seu topo, que não permite a livre migração vertical e descendente das águas de recarga.

Quanto ao Aquífero Caiuá, no município de Mandaguáçu – única cidade do eixo disposta sobre o mesmo – o índice de vulnerabilidade é alto, mas esta categorização é uma realidade de quase toda a sua extensão, já que por ser sedimentar e apresentar caráter livre e sem camada de cobertura, não possui barreiras naturais à sua preservação, como no caso de grande parte do Aquífero Guarani, que se encontra confinado em seu topo pelos basaltos da Formação Serra Geral.

Apesar de muitas cidades do eixo da Metrópole Paraná Norte possuírem nítida vocação industrial, sob diversos ramos de atuação, o que enseja como política municipal e estadual a tomada de medidas de licenciamento e controle ambiental da poluição decorrente, pode-se dizer que um dos maiores riscos ambientais estão na verdade correlacionados aos próprios sistemas de coleta e tratamento de esgotos, ou ainda numa melhor linguagem, na ausência destes.

É sabido que os esgotos domésticos possuem alta carga orgânica poluidora, que se disposta diretamente nos corpos hídricos pode não só comprometer toda uma cadeia biológica, como inviabilizar a utilização da mesma para fins potáveis ou ao menos aumentar significativamente os custos de tratamento; mas poucos sabem que a disposição direta de efluentes domésticos no solo e subsolo, da mesma forma, podem gerar danos muitas vezes de difícil reparação aos sistemas aquíferos atingidos, pela alta carga de nitrogênio e fósforo, em geral de difícil remoção.

O nitrogênio convertido em nitrato no solo, pode tornar a água imprópria para o consumo, e isto pode ocorrer principalmente em locais sem rede de coleta de esgotos ou atendidos somente por fossas, mas podendo também ser gerado de forma difusa pela perda de estanqueidade das próprias redes de coleta de esgoto, ou até mesmo sob as unidades de tratamento de esgoto (ETE), devido a falhas estruturais que permitam a geração de cargas fugitivas que percolem o solo.

Como o nitrato é um elemento relativamente estável e solúvel em água, ele pode se manter como um potente impactante até atingir camadas profundas do solo e conseqüentemente dos aquíferos, podendo vir a comprometer compartimentos hidráulicos de difícil acesso para

atividades de remediação, em especial em ambientes fraturados, como no caso do principal sistema aquífero da região, que se aloja em meio aos basaltos da Formação Serra Geral.

A tabela a seguir retrata exatamente esta realidade presente nos quinze municípios do eixo da Metrópole Paraná Norte. Nela é possível notar que existe uma relativa discrepância entre as cidades, com índices de primeiro mundo, como no caso de Maringá, que coleta e trata mais de 94% de seus esgotos domésticos, sendo os 6% restantes coletados e direcionados para fossas de tratamento, como também casos extremamente críticos, como em Cambira, onde não existe rede coletora de esgotos e somente 4,31% é atendido por sistema de fossas, ou Sarandi, com apenas 6,6% de rede coletora e quase 4% de sistema de fossas.

Baseando-se nestes dados fica claro que para a prevenção presente e futura dos importantes aquíferos que abastecem ou podem vir a abastecer e/ou complementar os atuais sistemas de captação dos municípios do projeto, faz-se necessária a implementação de políticas consistentes de ampliação do saneamento básico, ou, em caso contrário, corre-se o risco iminente de perdas de qualidade e de complexo gerenciamento posterior.

Por fim, ao se tratar de vulnerabilidade ambiental dos aquíferos, não menos importância deve ser dada a toda a cadeia agropecuária que possui forte atuação e expansão nesta região, já que é sabido que a utilização indiscriminada de defensivos agrícolas pode comprometer diretamente o solo e os corpos hídricos superficiais e indiretamente os aquíferos livres. Tal prerrogativa deve direcionar, portanto, os órgãos de gestão ambiental, no sentido de criarem novos critérios e normas operacionais, que permitam a perenidade deste bem maior, que é a “água”.

**Tabela 2.13 – Percentual de cidades atendidas por rede coletora de esgoto e por fossas**

<b>Cidades</b>	<b>IAELE %</b>	<b>Fossas %</b>
Apucarana	57,35	12,79
Arapongas	61,56	17,20
Cambé	84,68	10,62
Cambira	0,00	4,31
Ibiporã	88,25	3,96
Jandaia do Sul	47,01	6,27
Jataizinho	86,49	1,01
Londrina	88,39	9,16
Mandaguaçu	23,68	40,13
Madaguari	64,74	1,24
Marialva	93,00	6,70
Maringá	94,06	5,94
Paiçandu	53,77	7,08
Rolândia	54,12	18,97
Sarandi	6,59	3,97

**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

**Obs: IALE: índice de atendimento com rede coletora de esgoto**

#### **2.4.11. Instrumentos de gerenciamento das águas subterrâneas**

A Lei Federal nº9.433, de 8 de janeiro de 1997, também conhecida como “Lei das Águas”, é que define a utilização da “bacia hidrográfica” como a unidade territorial para o gerenciamento dos recursos hídricos, através de uma gestão integrada, participativa e descentralizada.

No projeto Metrópole Paraná Norte existem ao menos quatro principais bacias hidrográficas que cumprem este papel, como as dos rios Ivaí, Pirapó, Tibagi e Paranapanema 3. Apesar desta normativa, nem sempre os divisores administrativos e sobretudo geológicos e hidrogeológicos coincidem com as bacias hidrográficas, entretanto, nesta área de estudo em particular, devido à grande dimensão do sistema aquífero Serra Geral, esta questão acaba sendo facilitada, já que os basaltos da Formação homônima se estendem por toda a região, com exceção do município de Mandaguaçu, onde o mesmo se encontra sobreposto por sedimentos arenosos mais recentes.

Quanto ao gerenciamento propriamente dito, no Paraná, o Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) possui uma Câmara Técnica de Águas Subterrâneas (CTAS), que possui por incumbência promover o debate acerca da gestão das águas subterrâneas em meio à Política Estadual de Gestão de Recursos Hídricos, de forma se propor a compatibilização das legislações aplicáveis, além de propor a construção de mecanismos institucionais de integração da gestão dos diversos aquíferos existentes no estado, que resultem sobremaneira nas melhores práticas de proteção e gerenciamento das águas subterrâneas, seja analisando e procurando minimizar as soluções de conflito, seja propondo ações compensatórias ou mitigatórias.

Vindo ainda de encontro com esta temática, a recente Resolução aprovada em 28 de junho de 2018 pelo CNRH estabelece diretrizes para a gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, que visem a articulação e o fortalecimento sobretudo da gestão.

Dentre suas principais recomendações, pode-se citar o aprofundamento de estudos e avaliações hidrológicas integradas, que estimem a contribuição dos aquíferos na manutenção das vazões de base dos rios; a delimitação de áreas de recarga e descarga dos aquíferos nos rios onde exista tal conectividade, bem como a estimativa das recargas e das reservas explotáveis e renováveis, considerando o uso e a ocupação do solo.

Em face desta nova exigência legal, é importante salientar que os estudos elaborados pela SANEPAR no PDRH em 2016 já abordaram tal sistemática de cálculo para as disponibilidades subterrâneas, fornecendo material farto aos gestores institucionais que estejam envolvidos com esta questão na área de abrangência do projeto da Metrópole Paraná Norte, bem como aos responsáveis pela elaboração ou atualização dos planos diretores municipais na região.

#### **2.4.12. Conclusões e recomendações relacionadas com águas subterrâneas**

Por fim, após a explanação e contextualização dos atuais cenários existentes e futuros, pode-se concluir sem a menor chance de dúvida que as águas subterrâneas possuem papel crucial na manutenção da segurança hídrica de toda a região do projeto, e, se no momento o maior percentual nas operações de captação ainda não advém destas, podem vir a ser num futuro não tão distante, haja vista que a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais se encontra em situação vulnerável e até de alerta em parte dos quinze

municípios, com volumes utilizados que se aproximam ou ultrapassam a capacidade existente.

Para tanto, o aparelhamento das instituições de planejamento e gestão hídrica no Estado devem ser foco de ação de governo, de forma que possam evitar a super-exploração sem controle em regiões de interesse – já que é sabido que para cada poço outorgado existem ao menos outros três a cinco poços clandestinos - bem como a possibilidade de perda de qualidade em reservas estratégicas, pelo mau uso e gerenciamento de atividades potencialmente poluidoras em superfície, como operações industriais, agropecuárias, lixões e aterros sanitários, bem como cemitérios.

Estas medidas se refletem, portanto, em uma visão estratégica de futuro, a médio e longo prazo, que abarca não só as potencialidades que este nobre recurso pode propiciar, mas também as suas fragilidades.

Podemos citar como exemplo a propagada possibilidade de utilização das águas do Aquífero Guarani, entretanto, estudos já realizados e poços já perfurados nesta região atestam que o risco exploratório é muito grande, considerando-se a relação custo x benefício, já que em geral os poços tubulares neste sistema podem chegar a ter mais de 1.000 metros de profundidade – com altos custos de perfuração e implantação – mas que podem resultar na produção de água com baixa qualidade quanto à potabilidade, decorrente em especial das altas concentrações de flúor, que por vezes não podem ser tratadas.

Entretanto só esta informação não pode vir a classificá-lo como desprezível, já que por se demonstrar de forma heterogênea por toda a bacia sedimentar do Paraná, também apresenta áreas com melhor qualidade, além da possibilidade da instalação de poços com entradas mistas, e que captam num só furo as águas mais profundas do aquífero Guarani, juntamente com as águas mais superficiais do Aquífero Serra Geral, de forma a reduzir as eventuais concentrações de elementos anômalos naturais.

Desta forma, atenção de destaque deverá ser dada aos poços existentes e a construir em meio ao Sistema Aquífero Serra Geral, e em especial nas já conurbadas Regiões Metropolitanas de Londrina e Maringá, e que concentram as maiores populações atuais, além das maiores previsões de crescimento demográfico até o ano de 2065, data limite dos estudos do PDRH, de forma que a “água” não venha a ser um impeditivo de crescimento de toda esta importante região, mas sim o seu grande diferencial estratégico.

### **3. FAUNA E FLORA**

#### **3.1. Introdução**

A proteção e a valorização ambiental assumem um papel relevante na concepção do Plano da Metrópole Paraná Norte, conforme expresso pelos objetivos específicos do Plano e devidamente enquadrados na Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA. O Norte Paranaense apresenta valores naturais muito significativos a nível regional e estadual, integrando várias áreas incluídas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação, bem como uma extensa superfície de Áreas Prioritárias para a Conservação da Mata Atlântica. Da análise SWOT realizada destacam-se como forças a existência de diversos instrumentos de ordenamento já em vigor, a existência de Áreas Protegidas e a persistência em algumas áreas de sistemas agrícolas compatíveis com os objetivos de conservação da natureza; como fraquezas a alteração expressiva por ação humana da maior parte dos habitats e o isolamento de populações e presença de espécies exóticas nas áreas integrantes da Metrópole Norte; como oportunidade e, simultaneamente, como ameaça, o desenvolvimento dos novos projetos estruturantes, na medida em que, se por um lado as medidas compensatórias associadas poderão promover a conservação de áreas de elevado valor ecológico, por outro, os mesmos projetos promoverão a destruição e fragmentação de habitats importantes do ponto de vista da conservação. De realçar ainda como tendências para a região, uma gestão mais eficaz dos valores naturais devido à existência de instrumentos de ordenamento e à aplicação de medidas compensatórias dos novos projetos estruturantes emergentes;

#### **3.2. Metodologia**

A contextualização da região foi realizada por meio de levantamento de dados, pesquisas, diagnósticos e oficinas; dentre outros; e analisada sob as condições atuais, sem com isto, perder de vista um cenário futuro de perenidade, buscando propor melhorias sociais, econômicas, ambientais, organizacionais do espaço e institucionais para a região e tendo em conta a população projetada e de influência da região.

Mais do que uma descrição estática, a contextualização deve conter análises dinâmicas comparativas, permitindo dimensionar estratégias para consolidar a região metropolitana, principalmente no que se refere a questões intermunicipais e regionais.

#### **3.3. Flora**

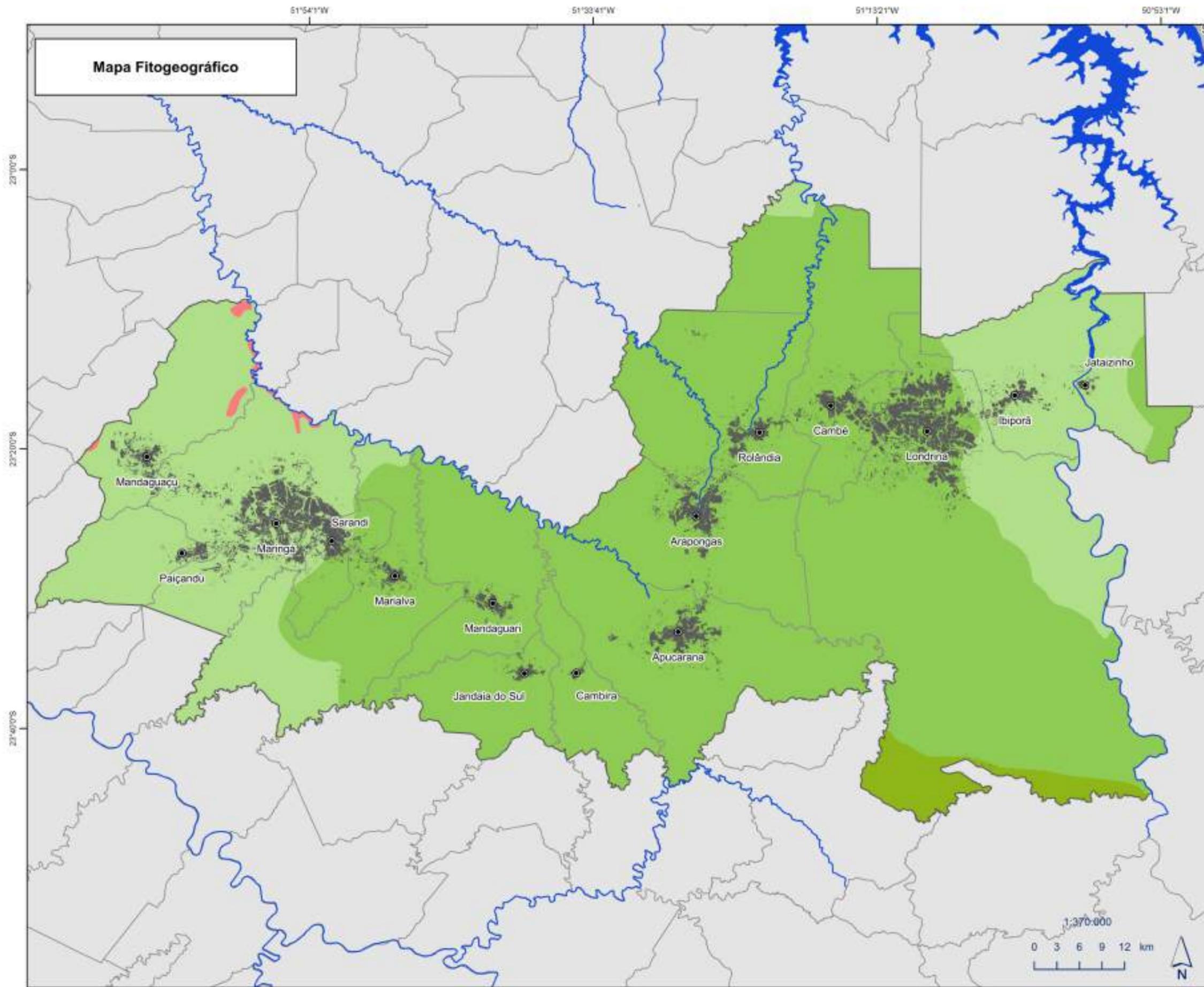
O bioma Mata Atlântica, no qual se inserem vários ecossistemas florestais, apresenta altos índices de biodiversidade e de endemismo, mas encontra-se em situação crítica de alteração de seus ambientes, já que seus domínios hoje abrigam 70% da população brasileira, além das maiores cidades e os mais importantes polos industriais do Brasil.

De acordo com dados recentes do Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, o bioma está reduzido a apenas 7,26% do que existia originalmente no Brasil (SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). No Paraná a área de abrangência do bioma Mata Atlântica engloba 98% do território do Estado, e se constitui de distintas unidades fitogeográficas (ecossistemas florestais): Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila

Mista (Floresta com Araucária) e Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Seca do Rio Paraná), além das formações não-florestais Estepes e Savanas (Campos gerais) (RODERJAN et al., 2002).

Algumas décadas de exploração intensa e contínua foram suficientes para modificar esta paisagem. O processo de devastação, ocasionado pela ocupação antrópica, acabou por reduzir a cobertura florestal nativa do Estado para apenas 10,53% do que havia originalmente, considerando o período de análise do ano de 2005 até 2008, (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). Todos os ecossistemas florestais encontrados no Paraná foram degradados. Restando aproximadamente 0,8% da cobertura original do Paraná da Floresta Ombrófila Mista (CASTELLA; BRITZ, 2004), cerca de 2% da cobertura da Floresta Estacional Semidecidual (WILLIS, 1979; BIERREGAARD; LOVEJOY, 1988; DURIGAN et al; 2000) e apenas cerca de 7,73% da Floresta Ombrófila Densa (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). Estima-se que essas porcentagens sejam ainda menores atualmente, pois os estudos dessas coberturas (citados acima) já se encontram desatualizados e os desmatamentos apesar de terem sido reduzidos continuam acontecendo.

Originalmente, a vegetação na área de estudo resume-se em Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, Montana, Submontana, e Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucárias, dos domínios da Mata Atlântica (Figura 3.1).



- Legenda**
- Formações Fitogeográficas**
- Cerrado
  - Floresta Estacional Semidecidual Aluvial
  - Floresta Estacional Semidecidual Montana
  - Floresta Estacional Semidecidual Submontana
  - Floresta Ombrófila Mista Montana
  - Áreas Urbanas

Fonte: ITCG, 1991.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Municipios Macrometrópole
  - Paraná
  - Hidrografia Principal
- Datum: SIRGAS 2000.

### 3.3.1. Floresta Estacional Semidecidual

A Floresta Estacional Semidecidual (FES), foi o ecossistema florestal que mais rapidamente e extensamente foi devastado no Estado do Paraná e em toda a sua área de ocorrência natural, que compreende parte dos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Goiás, Mato Grosso do Sul, Bahia e Espírito Santo e de países vizinhos, como o Paraguai e a Argentina. A expansão da atividade agrícola iniciada no Norte do Estado do Paraná a partir de 1920, em função da boa fertilidade do solo, trouxe associada a ela a devastação da Floresta Estacional Semidecidual, que foi rapidamente reduzida a pequenos e esparsos fragmentos florestais. Dos fragmentos remanescentes, poucos têm área representativa e encontram-se preservados. Um dos principais problemas ocasionados por esta fragmentação intensa é a extinção de espécies que tem sido frequentemente documentada no Brasil e no mundo (WILLIS, 1979; BIERREGAARD; LOVEJOY, 1988; DURIGAN et al; 2000).

A Floresta Estacional Semidecidual é a mais ameaçada do Paraná, restando apenas 3,4% de sua área original (SEMA, 2010). A Floresta Estacional Semidecidual é um tipo de vegetação condicionado pela dupla estacionalidade climática. Uma estação tropical com intensas chuvas de verão seguidas por estiagens e outra estação subtropical mais fria e seca (IBGE, 1992). Segundo VELOSO et al. (1991), nesta tipologia florestal, a porcentagem de árvores caducifólias situa-se entre 20 e 50 % no período desfavorável.

No estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual recobria originalmente as regiões Oeste, Noroeste e Norte, totalizando uma área aproximada de 10 milhões de hectares, representantes de aproximadamente 50% da área total do Estado. Este tipo vegetacional é constituído por árvores emergentes que atingem entre 25 a 30 m de altura, sem formar cobertura superior contínua. Seus troncos são grossos e alongados, encimados por copa larga, destacando-se as espécies neste estrato a peroba, a maria-preta, grápia, alecrim e pau-marfim. Algumas dessas espécies perdem totalmente suas folhas durante o inverno, quando se torna visível um segundo estrato arbóreo, mas denso e perenifólio, com altura entre 15 e 20 m, formado principalmente por lauráceas, destacando-se a canela-preta e a canela imbuia, dentre outras (FERRETTI et al., 2006).

A Floresta Estacional Semidecidual tem sua ocorrência típica no Paraná em altitudes inferiores aos 600 m s.n.m. (RODERJAN et al., 2002). No estrato superior destacam-se as espécies *Aspidosperma polyneuron* peroba, *Tabebuia heptaphylla* ipê-roxo, *Gallesia integrifolia* pau-d'alho, *Balfourodendron riedelianum* pau-marfim, *Peltophorum dubium* canafístula, *Cordia trichotoma* louro-pardo, *Diatenopteryx sorbifolia* maria-preta, *Parapiptadenia rigida* gurucaia, *Anadenanthera colubrina* monjoleiro, *Lonchocarpus muehlbergianus* rabo-de-bugio, *Machaerium stipitatum* sapuva, *Apuleia leiocarpa* grápia e *Rauvolfia sellowii* peroba-d'água, entre outras. Os estratos dominados são caracterizados por espécies como *Guarea macrophylla* baga-demorcego, *Chrysophyllum gonocarpum* caxeteira, *Actinostemon concolor* laranjeira-domato e *Sorocea bonplandii* xinxo. São comuns as descontinuidades do dossel formando clareiras colonizadas por "taquarais" (*Merostachys spp* e *Chusquea spp*) (MAACK, 1981; LEITE e KLEIN, 1990; RODERJAN et al., 2002).

No Paraná, há predominância da formação submontana (< 600 n.m.m), onde *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. (*Apocynaceae*) é a espécie mais característica, dominando um dossel elevado (30 - 40 m de altura) e denso, onde são comuns também *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo (*Bignoniaceae*), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (*Caesalpinaceae*), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (*Rutaceae*), *Ficus luschnathiana*, *Gallesia*

*gorazema* (Vell.) Moq. (Phytolaccaceae), *Holocalyx balansae* Micheli (Fabaceae), *Astronium graveolens* Jack. (Anacardiaceae), *Pterogyne nitens* Tul. (Fabaceae), *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk. (Sapindaceae), *Chorisia speciosa* A. St.-Hil. (Bombacaceae), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud. (Boraginaceae), *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr. (Fabaceae), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong, *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Mimosaceae) e *Cedrela fissilis*. Nos estratos inferiores são característicos *Euterpe edulis*, *Syagrus romanzoffiana*, *Trichilia clausenii* C. DC., *Guarea kunthiana* C. DC. (Meliaceae), *Inga marginata*, *Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC. (Caricaceae), *Helietta longifoliata* Britton (Rutaceae), *Sorocea bonplandii* (Baill.) W.C. Burger, Lanj e Wess. Boer (Moraceae) e *Allophylus guaraniticus* (St. Hil.) Radlk. (Sapindaceae) (RODERJAN et al., 2002)

No entorno dos cursos d'água existentes sobre planícies aluviais, formam-se ambientes diferenciados, sujeitos a inundações sazonais ocorrentes sobre solos hidromórficos - Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos hidromórficos e Gleissolos. Nestes ambientes há predominância da Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, que se apresenta como uma variação menos desenvolvida de sua estrutura submontana, destacam-se as espécies *Luehea divaricata*, *Sebastiania commersoniana*, *Syagrus romanzoffiana*, *Calophyllum brasiliense*, *Parapiptadenia rigida*, *Inga uruguensis* Hook. e Am. (Mimosaceae), *Campomanesia xanthocarpa* e *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton (Fabaceae).

No Estado do Paraná, a Floresta Estacional Semidecidual recobria originalmente as regiões Oeste, Noroeste e Norte, totalizando uma área aproximada de 10 milhões de hectares, representantes de aproximadamente 50% da área total do Estado. Este tipo vegetacional é constituído por árvores emergentes que atingem entre 25 a 30 m de altura, sem formar cobertura superior contínua. Seus troncos são grossos e alongados, encimados por copa larga, destacando-se as espécies neste estrato a peroba, a maria-preta, grápia, alecrim e pau-marfim.

Algumas dessas espécies perdem totalmente suas folhas durante o inverno, quando se torna visível um segundo estrato arbóreo, mas denso e perenifólio, com altura entre 15 e 20 m, formado principalmente por lauráceas, destacando-se a canela-preta e a canela imbuia, dentre outras (FERRETTI et al., 2006). Esta formação é constituída por fanerófitos com gemas foliares protegidas da seca por escamas (catáfitos), ou pelos, e cujas folhas adultas são esclerófilas ou membranáceas decíduais (IBGE, 1992).

### 3.3.2. Floresta Ombrófila Mista

A Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Floresta com Araucárias, é estruturada em camadas, apresentando um estrato arbóreo no qual se destaca o pinheiro Araucária (*Araucaria angustifolia*) em sua porção mais alta. Abaixo, o estrato arbustivo rico em diversidade de plantas, e, por fim, a camada herbácea composta por um vasto conjunto de plantas de pequeno porte. Nesse ambiente, encontram-se, também, cipós e epífitas.

Em sua composição florística, além do Pinheiro-do-Paraná, apresenta muitas espécies de plantas, destacando-se, dentre elas: xaxim, pinheiro-bravo, canela, cedro-rosa, ipê, tarumã, imbuia, bromélia, jabuticaba, araticum, araçá, gabiroba, erva-mate, taquaras e outras (SEMA, 2010b). A extração e o beneficiamento da madeira constituíram-se, no

início da colonização, importantes atividades econômicas na região. Adicionalmente, quase toda a mata nativa foi extraída para dar lugar à agropecuária, restando muito poucos remanescentes. Em bosques nativos ainda são avistados exemplares das principais espécies que existiram em abundância na região, tais como: peroba, ipê, canela, ingá, figueira, imbuia, cedro-rosa e pau d'álho.

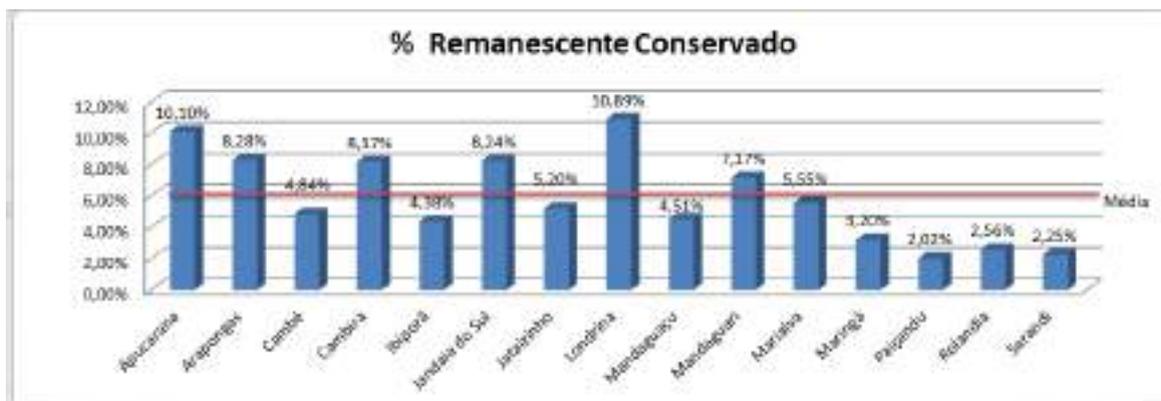
### 3.3.3. Cobertura Vegetal e Uso do Solo Atual

Uma das regiões mais devastadas do Paraná é o norte do Estado, que sofreu um processo acelerado de colonização a partir da década de 30, resultando na quase completa substituição das florestas por áreas de cultivo de café (MAACK 1963). Como exemplificação podemos citar Maringá, que foi um dos municípios que teve sua área florestal mais devastada, estando atualmente entre os municípios com menor área florestal do Estado, com apenas 3% de sua cobertura original de florestas nativas (SAMPAIO, 2013). Fernandez (2000) apud Sampaio (2013) destaca que a fragmentação resulta em grande modificação ambiental do entorno, que resulta em uma grave perda de diversidade, tanto de flora quanto de fauna.

Na área de abrangência da Metrópole Norte á poucos remanescentes florestais e quando constatados, estão em área de Preservação Permanente (APP) nas florestas ciliares. Essas florestas ciliares estão totalmente descaracterizadas da sua vegetação original, uma vez que já sofreram ações antrópicas como corte seletivo de espécies e introdução de espécies exóticas. Os remanescentes encontram-se em estágio inicial e médio de regeneração com sub-bosque ralo, com árvores espaçadas entre si, baixa diversidade de espécies e em alguns remanescentes destaca-se a abundância de espécies exóticas, tais como: *Leucaena leucocephala* leucena e *Melia azedarach* santa-bárbara.

Dentre os municípios abrangidos pelo PDMN todos tiveram redução extremamente significativa de suas áreas de remanescentes florestais naturais, segundo levantamento realizado por município no Atlas da Mata Atlântica (SOS Mata Atlântica, 2016). Em média, os municípios inseridos no estudo detêm apenas 5,82% de remanescentes em relação ao seu território e sua formação vegetacional original. Os municípios de Paiçandu (2,02%), Rolândia (2,56%) e Sarandi (2,25%) apresentam os piores resultados, sendo inferiores a 3%. Já os municípios de Londrina e Apucarana representam os melhores resultados acima de 10%, conforme pode ser observado no gráfico a seguir:

**Figura 3.2 - Remanescente florestal conservado**



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

A ocupação agrícola gerou uma rápida eliminação das matas, contribuindo para o desequilíbrio ambiental, a partir de graves problemas de erosão do solo descoberto, especialmente ao longo dos rios, que perderam suas matas ciliares. Como consequência, ocorre o assoreamento dos rios que servem de manancial para abastecimento da população e de atividades econômicas. Apesar das altas taxas de urbanização registradas na área de estudo, é expressiva a produção agrícola na região. De acordo com a SEMA (2010), as características do solo da Bacia Hidrográfica do Pirapó favorecem a modernização da agricultura, visando à produção de grãos para gerar excedentes, criando-se grandes complexos agroindustriais. Constituem as culturas mais importantes: a soja, o milho, o trigo, a cana-de-açúcar e ainda as pastagens.

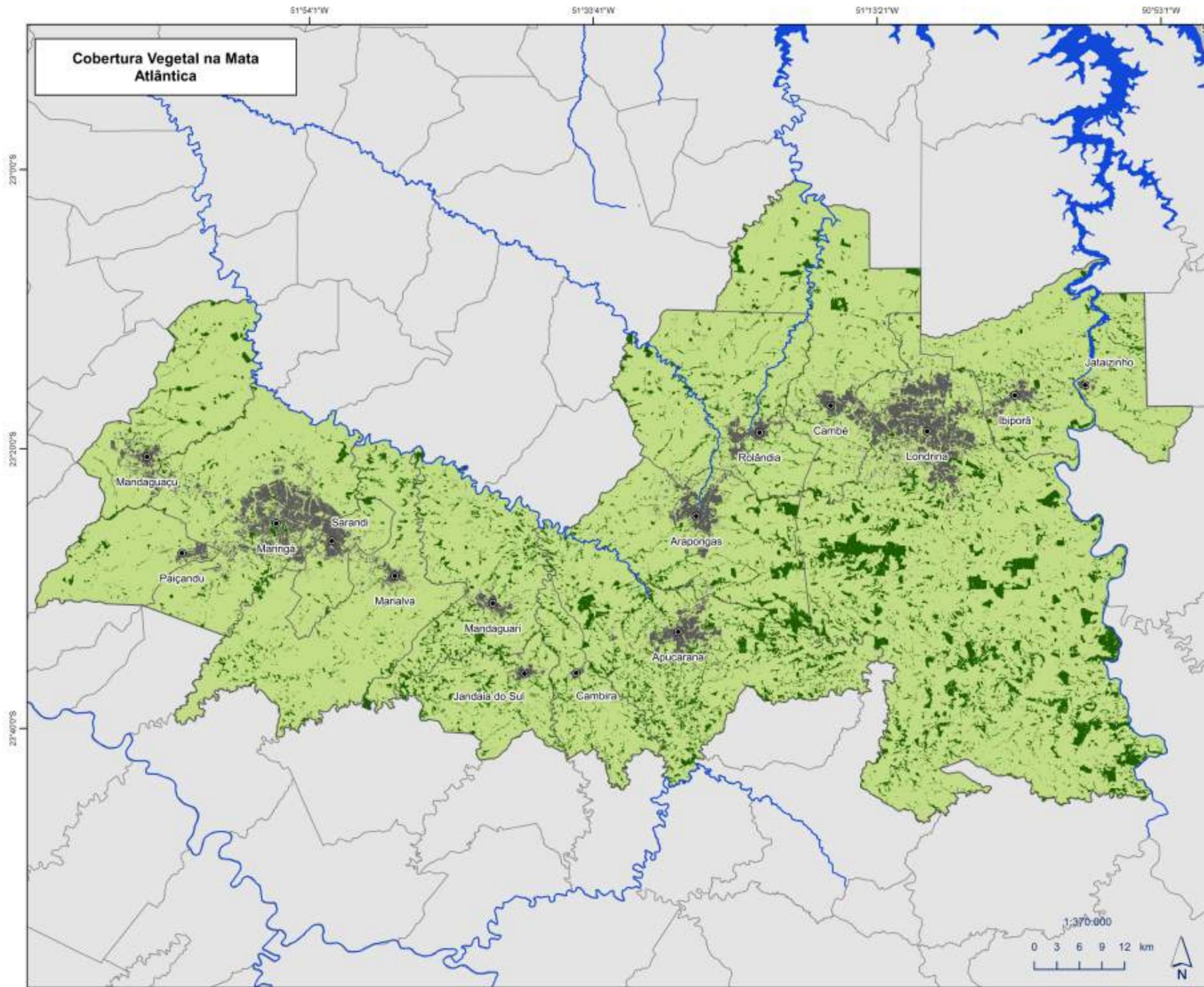
Grande parte da bacia é ocupada com a classe de agricultura intensiva. Na região norte e central, existem áreas de pastagem artificial e campos naturais. Ao sul, aparece a classe de uso misto e há uma concentração urbana e industrial na região de Maringá. Nessa bacia situam-se partes das manchas urbanas de Apucarana, Arapongas, Cambira, Jandaia do Sul, Mandaguari, Marialva, Maringá, Rolândia, Sarandi e Cambé. A Bacia do Paranapanema 3 é ocupada em grande parte com a classe de agricultura intensiva, com áreas de pastagens artificiais e campos naturais nos extremos leste e oeste. Na região central há uma grande área de uso misto, com pequenas aparições de cobertura florestal.

A metade norte da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, ou Baixo Tibagi, apresenta situação semelhante. Região de terra roxa, onde a agricultura é mais intensiva com cultivos de soja, milho, trigo e café. As pastagens ocupam apenas 14% dessa área. Na região, encontram-se os Municípios de Apucarana, Arapongas, Cambé, Rolândia, Londrina e Ibiporã. Na área da bacia ocorre classe de uso misto, com concentração urbana e industrial na região de Londrina. Em sua maioria, as indústrias estão ligadas à agropecuária.

Entre as áreas de proteção integral, na parte da área de estudo situada nessa bacia, encontra-se a Mata dos Godoy, em Londrina. Em idêntica situação encontra-se a Bacia Hidrográfica Rio Ivaí, onde também se destacam as agroindústrias.

Na região sul da bacia, a classe de uso misto aparece com maior frequência. Há ainda

faixas de agricultura intensiva na área central e no extremo noroeste da região. Ao norte há predominância de pastagens artificiais e campos naturais, enquanto a sudeste registra-se uma porção de agricultura intensiva. Duas das maiores cidades nessa Bacia são Maringá e Apucarana, situadas no seu divisor de águas. Estão ainda nessa bacia parte dos Municípios de Cambira, Jandaia do Sul, Mandaguari, Marialva e Sarandi, além do Município de Paiçandu.



**Cobertura Vegetal na Mata Atlântica**

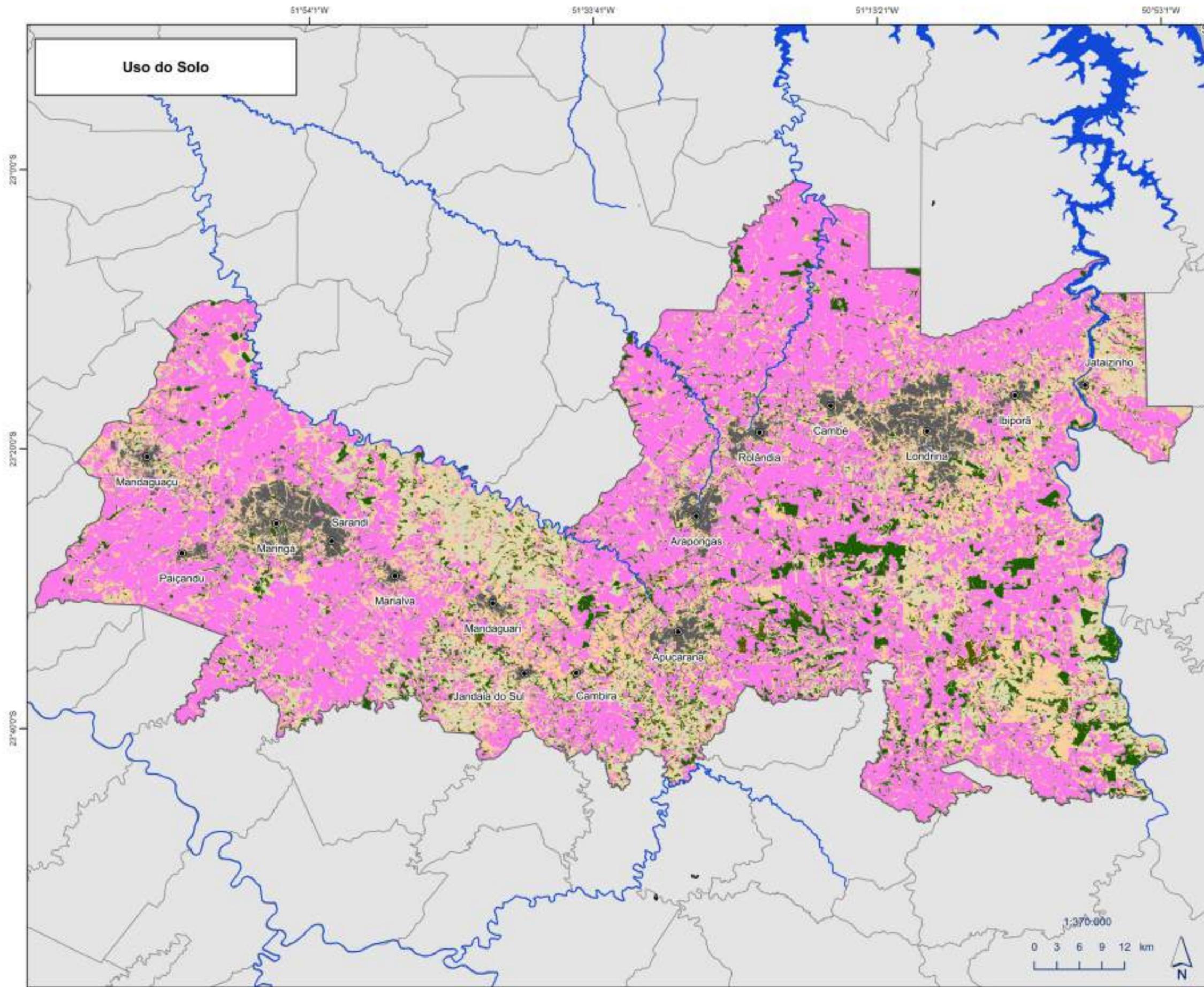
- Legenda**
- Cobertura Vegetal na Mata Atlântica
  - Remanescentes Florestais
  - Áreas Urbanas

Fonte: MMA, 2006; MAPBIOMAS, 2016.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Municípios Macrometrópole
- Paraná
- Hidrografia Principal

Datum: SIRGAS 2000.



**Uso do Solo**

**Legenda**

- Uso do Solo**
- Agricultura
  - Pastagem
  - Agricultura ou Pastagem
  - Floresta
  - Floresta Plantada
  - Áreas Urbanas
  - Corpos d'Água

Fonte: MAPBIOMAS, 2016.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Municípios Macrometrópole
- Paraná
- Hidrografia Principal

Datum: SIRGAS 2000.

### 3.4. Fauna

O Brasil é um dos países mais diversos do mundo, estando entre as nações biologicamente mais ricas (MITTERMEIER et al. 2005), abrigando pelo menos 14% das espécies do planeta (LEVINSHON & PRADO 2005). Nosso país apresenta as maiores riquezas de espécies de peixes de água doce, a segunda maior diversidade de anfíbios, a quinta de répteis, a terceira de aves (SABINO & PRADO, 2000). O grau de endemismo observado entre os vertebrados brasileiros também é um dos maiores do mundo, para os anfíbios, cerca de 60% das espécies registradas não ocorrem em nenhum outro país. Para as demais classes, o percentual de espécies endêmicas varia entre 10% e 37%, sendo que, entre os mamíferos, 25% das espécies são exclusivas. No geral, o Brasil é considerado o sexto país em endemismos de vertebrados (MITTERMEIER et al. 1997). A diversidade mastofaunística brasileira é formada por uma das maiores riquezas de mamíferos de todo o mundo, com 658 espécies catalogadas atualmente (MARINHO-FILHO, 1992; QUADROS & CÁRCERES 2001; PERACCHI et al., 2002; REIS et al., 2006).

Dados acumulados nos últimos anos indicam que a diversidade biológica está sob forte ameaça no planeta, em função da intensa influência de atividades humanas ocorrentes nos diversos continentes (GASCON et al. 2001). A conversão de habitats naturais em fragmentos de diversos tamanhos, graus de conectividade e níveis de perturbação têm se tornado uma das principais ameaças à biodiversidade em todo o globo (MYERS et al. 2000 e YOUNÉS, 2001).

A fragmentação leva à perda e diminuição de áreas com vegetação natural, restringindo a qualidade e quantidade dos habitats e isolando os remanescentes, resultando em queda de diversidade da fauna (LIMA 1993). O estado de fragmentação em que os ecossistemas se encontram promove diminuição da riqueza de espécies alterando toda a estrutura da comunidade (PIANKA, 1982). A alteração na composição estrutural da comunidade de mamíferos de um local muda rapidamente diante da fragmentação, favorecendo as espécies generalistas, muitas vezes exóticas, substituindo a fauna nativa local anteriormente dominante (LAURENCE, 1999).

A Floresta com Araucárias é um dos ecossistemas mais ricos em relação à biodiversidade animal, contando com indivíduos endêmicos, raros, ameaçados de extinção, além de espécies migratórias. Várias espécies estão ameaçadas de extinção: a onça-pintada, a jaguatirica, o mono-carvoeiro, o macaco-prego, o guariba, o mico-leão-dourado, vários saguis, a preguiça-de-coleira, o caxinguelê e o tamanduá. Entre as aves destacam-se o jacu, o macuco, a jacutinga, o tiê-sangue, a araponga, o sanhaço, numerosos beija-flores, tucanos, saíras e gaturamos. Entre os principais répteis desse ecossistema está o lagarto teiú e cobras como jiboias, jararacas e corais verdadeiras. Numerosas espécies são únicas e características: a maioria das aves, répteis, anfíbios e borboletas são endêmicas. Nela sobrevivem mais de vinte espécies de primatas, a maior parte delas endêmicas.

Na Floresta Estacional Semidecidual, encontram-se felinos de grande porte que, em função da perda de ambientes, acabam ocasionando sérios conflitos com a população humana (SEMA, 2010b). O excesso de exploração e destruição de habitats coloca muitos grupos sob maior ou menor grau de ameaça.

### 3.4.1. Ictiofauna

Os peixes constituem o grupo mais diversificado entre os vertebrados, porém a real grandeza dessa diversidade ainda está longe de ser conhecida (Galves et al., 2009). O Brasil é privilegiado por uma grande rede de cursos d'água, detendo as maiores redes hidrográficas do mundo e, conseqüentemente, as maiores da região Neotropical. Embora se tenha uma grande quantidade de rios e córregos, vale ressaltar que os ambientes aquáticos de médio e pequeno porte foram pouco estudados até 1999. A possível explicação para o pequeno número de estudos nesta área refere-se principalmente ao próprio desconhecimento da composição faunística e a falta de interesse econômico (ESTEVES e ARANHA, 1999). A complexidade da ictiofauna de riachos é comumente estruturada pelo gradiente altitudinal, sendo que aqueles riachos que apresentam maior variação em altitude possuem ictiofauna reduzida em relação àqueles com gradiente menor. De modo geral, a fauna de peixes de riachos forma um conjunto pouco conhecido.

Para a região norte do estado se destaca a cidade de Maringá que está localizada sobre duas bacias hidrográficas: a bacia do rio Pirapó e a bacia do rio Ivaí. O canal principal do rio Ivaí é utilizado como local de desova e desenvolvimento inicial para algumas espécies de peixes migradoras. Com o intuito de se avaliar a influência da urbanização sobre córregos da bacia do rio Pirapó, no Estado do Paraná, Cunico, Agostinho e Latini (2006) realizaram um estudo em que foi analisada a composição de peixes. A riqueza foi de 11 espécies, com dominância das de pequeno porte, e observaram que a presença de poluentes e demais impactos provenientes da ação antrópica podem promover redução do número de espécies e aumento na abundância de algumas. Já a diversidade da ictiofauna do Rio Ivaí é subestimada (VIANA et al., 2013). Os afluentes dos rios Pirapó e Ivaí são pequenos rios (de primeira até terceira ordem), nos quais os peixes estão particularmente em risco devido a impactos oriundos do meio urbano. Rios de pequena ordem exibem naturalmente baixa riqueza específica sendo altamente suscetíveis à perda de espécies e redução da diversidade por mudanças induzidas pela urbanização na qualidade da água, regime hidrológico ou ambos. Dessa forma, a comunidade de peixes apresenta numerosas vantagens como indicadores de integridade biótica do ambiente.

A cidade de Maringá inclui drenagens que afluem para as cabeceiras do rio Pirapó e em direção ao rio Ivaí, rios componentes do grande sistema hidrográfico da Bacia do Paraná. Seus núcleos urbanos se desenvolveram num divisor de águas entre as duas bacias hidrográficas mencionadas, incluindo rios de primeira a terceira ordens, cujas dimensões oferecem ambiente de vida principalmente para espécies de peixes de pequeno e médio porte, com frequência menos conhecidas em seus aspectos taxonômicos e ecológicos. Nessas condições hidrográficas a fauna de peixes é composta por uma parcela das espécies que caracterizam a grande Bacia do Paraná, na qual se indica a existência de não menos de 300 espécies ictíicas. Na realidade brasileira, ambientes aquáticos circunscritos por áreas de urbanização demonstram, na maioria dos casos, alterações das condições de fundo por assoreamento, perda de qualidade de água e severas modificações da vegetação ripária, resultando na simplificação ou, por vezes, desaparecimento da fauna de peixes original de pequenos córregos e rios. Na bacia do Paraná, uma das mais alteradas do mundo pela conversão de áreas agricultáveis e utilização das águas para fins hidrelétricos, as perdas de biodiversidade são de difícil contabilização, pois não se têm estudos sistemáticos prévios as alterações dos ambientes aquáticos. De estudos abrangentes como os de

Galves et al. (2009), depreende-se que muito ainda se desconhece dos rios do Alto Paraná, sendo particularmente notável a carência de estudos na bacia do rio Ivaí, conforme se indica pelo mapeamento dos trabalhos analisados pelos autores. Entre os recentes trabalhos de levantamento realizados na região em estudo no norte do Paraná, particularmente nas bacias do alto Pirapó e Ivaí, podem ser citados Cunico et al. (2009) Araújo et. al. (2011) e Pagotto et al. (2012).

### 3.4.2. Herpetofauna

A Floresta Atlântica é um bioma particularmente rico em espécies de anfíbios e répteis, pois comporta uma elevada diversidade de habitats e micro-habitat, favorecendo o número de espécies especialistas em determinado tipo de ambiente e, conseqüentemente, o número de endemismos. A importância dos lagartos e serpentes em um ecossistema está relacionada com suas interações tróficas com as demais espécies animais. Os lagartos e as serpentes são predadores de diversos grupos animais (BERNARDE e MACHADO, 2002). Já os anuros têm sido reconhecidos como bioindicadores da qualidade ambiental. Espécies de anfíbios e répteis são negativamente afetadas pelos efeitos decorrentes do processo de fragmentação comprometendo as populações devido às alterações na qualidade das bordas de mata (SILVANO et al., 2003). O declínio das populações de anuros vem sendo observado em diversas regiões em consequência do desmatamento, poluição de águas continentais, diminuição da camada de ozônio, chuva ácida e introdução de espécies exóticas (HEYER et al., 1988; WEYGOLDT 1989; ABELSON, 1990; BLAUSTEIN, 1994; BLAUSTEIN e WAKE, 1995 apud MACHADO et al., 1999).

As paisagens naturais do Norte do Paraná sofreram transformações bruscas com a colonização. A Floresta Estacional Semidecidual foi modificada dando lugar a extensas áreas destinadas a agropecuária. Sendo assim, a grande diversidade na região está ameaçada porque a floresta contínua cedeu lugar a uma paisagem em mosaico, composta por remanescentes relativamente isolados entre si, portanto o desmatamento e a conseqüente destruição do habitat de reprodução podem comprometer a existência de espécies nativas. Para a maioria das espécies autóctones, a atual paisagem da área de abrangência do projeto se apresenta adversa e sem suporte à sobrevivência das mesmas. As espécies que atualmente habitam a área apresentam, em sua maioria, alto grau de sinantropia, com generalidades quanto à utilização de ambientes variados, o que faz com que se adaptem a áreas abertas de sistemas agropastoris, ou então, à vegetação florestal alterada.

A área de abrangência possui como característica principal áreas abertas, sobretudo com áreas de plantios agrícolas e de pastagens recobertas por gramíneas. Embora a maioria dos estudos sejam desenvolvidos em remanescentes de vegetação nativa, estudos sugerem que paisagens agrícolas suportem uma considerável diversidade (LOPES, 2010).

Originalmente, a região Norte do Estado do Paraná mostrava-se com uma alternância elevada de tipologias vegetacionais. Embora predominantemente revestida pela Floresta Estacional Semidecidual, ocorriam localmente pequenos fragmentos de Cerrados que testemunhavam que esse sistema já esteve presente na história regional (e.g., Maack, 1981), possivelmente gerando comunidades biológicas complexas pela miscigenação de faunas com exigências ecológicas variáveis (e.g., espécies de áreas abertas versus

espécies florestais). Acrescente-se ainda a isso a presença de espécies associadas a ambientes periodicamente inundados, considerando-se especialmente as formações de várzeas e pequenos pantanais que ocorrem ao longo do rio Paraná e nas porções baixas de seus principais afluentes, com destaque ao rio Ivaí. Atualmente, o cenário da região norte do Paraná consiste na predominância de áreas alteradas pela ação antrópica, com destaque à pecuária e à agricultura mecanizada. Ainda assim, alguns fragmentos mantêm faunas com diversidade específica significativa e que sustentam a hipótese biogeográfica da influência do Cerrado e dos sistemas de várzeas nas composições das comunidades biológicas regionais. No processo de criação de Unidades de Conservação, é importante avaliar o quanto estas áreas comportam de faunas de diferentes origens, inclusive com vistas a se definir quais mecanismos de manejo poderão ser implementados com vistas à sua proteção.

O Brasil ocupa a segunda colocação na relação de países com maior riqueza de espécies de répteis; fica atrás apenas da Austrália (com 864 espécies registradas, segundo Wilson & Swan, 2008). Em todo o Estado do Paraná a diversidade de répteis corresponde a 154 espécies (MIKICH & BÉRNILS, 2004), correspondendo a aproximadamente 21 por cento das espécies registradas para o âmbito nacional. Para o Estado do Paraná, é estimada a existência de pouco mais de 100 espécies de anfíbios (SEGALLA, M. no prelo), cerca de 16% das espécies conhecidas para o Brasil.

Segundo dados da literatura (e.g., Bérnils & Moura-Leite, 1990; Morato, 1991, 1995; Bernarde et al., 1997; Moura-Leite et al., 1997; Machado et al., 1999; Ribas & MonteiroFilho, 2002; Bérnils et al., 2004; Segalla & Langone, 2004) e das coleções herpetológicas do Museu de História Natural Capão da Imbuia (Curitiba) e do Instituto Butantan (São Paulo), para a região Norte do Paraná são esperadas as ocorrências de 47 espécies de répteis e 23 de anfíbios. Conforme já salientado, esta região insere-se no contexto da Floresta Estacional Semidecidual da bacia do Paraná, apresentando certa influência do Cerrado em função da possível presença desse ambiente de maneira significativa na história biogeográfica regional (Maack, 1981). As riquezas de espécies acima se referem a uma extensa área que se estende desde a bacia do rio Tibagi a leste até o rio Paraná a oeste, tendo-se ainda como limites as bacias dos rios Piquiri ao sul e Paranapanema ao norte.

### **3.4.3. Avifauna**

As aves constituem um grupo bastante diversificado. No Brasil é encontrada cerca de 1.832 espécies de aves, o que torna o país particularmente diverso e mundialmente reconhecido (CBRO – Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos, 2011). As aves são de extrema importância para o meio ambiente, pois são indicadores de qualidade ambiental, já que muitas espécies são sensíveis a qualquer ação antrópica. Nos últimos 50 anos de colonização no noroeste do Paraná, mais de 90% das florestas originais foram substituídas por pastos e zonas de agricultura, intercalados por remanescentes que raramente alcançam os 100 hectares, em grande parte descaracterizados pela extração seletiva de essências arbóreas nativas, invasão pelo gado, caça e proliferação exagerada de lianas. Esse processo gerou inúmeros casos de extinções locais de espécies de aves mais sensíveis, assim como de ampliação de distribuição de espécies colonizadoras, acompanhando a gradativa predominância de ambientes abertos em detrimento dos habitats florestais (STRAUBE & BORNSCHEIN, 1995).

A redução da cobertura florestal tem gerado consequências negativas à avifauna sua diminuição em virtude da perda de habitat e de recursos alimentares e/ou de nidificação. Como decorrência, há uma diminuição do número de espécies com hábito específico, conservando em sua maioria apenas as generalistas (NETO et al., 1998 apud FERREIRA et al., 2005).

O Paraná destaca-se entre outros estados brasileiros pela diversidade natural de ecossistemas. Entretanto, muitos deles como a Floresta Ombrófila Mista e seus campos naturais, além da Floresta Estacional Semidecidual já foram largamente degradados ou, em vastas extensões, completamente eliminados (MIKICH & BÉRNILS, 2004). Mesmo diante deste cenário, a obra Aves do Paraná (SCHERER-NETO et. al., 2011) traz listadas 744 espécies de aves registradas para o estado, representando 44,6% e 40,61% da avifauna brasileira respectivamente em comparação à SICK (1997) e CBRO (2010).

Em escala regional, há um bom conhecimento da composição da avifauna da região noroeste do Paraná. Straube et al. (1996) apresentam uma relação de mais de 400 espécies de aves, para a região noroeste do Paraná e áreas limítrofes dos estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo, considerando todos os registros documentados de alguma forma para a região, sendo esta uma das regiões do Brasil onde a avifauna foi melhor inventariada.

Muitas espécies de aves, principalmente as estritamente florestais, possivelmente já foram extintas na região, simplesmente pela falta de extensas áreas de floresta primária (Willis 1979). Dentre os poucos estudos realizados na região, abordando a avifauna, podemos destacar o de Krügel & anjos (2000), realizado em remanescentes florestais da malha urbana de Maringá. Neste estudo, foram registradas 144 espécies de aves, em cinco remanescentes florestais, demonstrando que a região ainda abriga uma rica avifauna.

Mais recentemente, Straube & Urben-filho (2005) apresentam a composição da avifauna de alguns pequenos remanescentes florestais da região noroeste do Paraná, incluindo áreas em 16 municípios na região de Maringá. O número de espécies que aqueles autores registraram, variou de 14 a 178, em áreas com 10 ha a 600 ha de tamanho. Com exceção de uma área, o esforço de campo que aqueles autores aplicaram foi relativamente pequeno, o que ajuda a explicar o número baixo de espécies registradas em algumas áreas.

É possível também, utilizar como referência de riqueza de espécies de aves para a região de Maringá, estudos realizados no município de Londrina. Estas duas cidades distam cerca de 100 km e eram cobertas pelo mesmo tipo de formação florestal. Cerca de 300 espécies são citadas para a região de Londrina, sendo que no habitat florestal é encontrado o maior número de espécies (ANJOS 2002).

#### **3.4.4. Mastofauna**

A fauna de mamíferos do Brasil é uma das mais ricas do mundo, abrigando mais de 650 espécies conhecidas (Fonseca et al., 1996; Reis et al., 2006), das quais pelo menos 69 são consideradas ameaçadas de extinção (MMA, 2003). Para o Estado do Paraná, estimam-se atualmente cerca de 175 espécies, sendo esta alta riqueza atribuída à grande variabilidade de sistemas com ocorrência no Estado relacionados à Floresta

Atlântica e suas variações, aos Campos do Planalto Meridional, aos sistemas de várzeas do rio Paraná e ao Cerrado (Miranda et al., 2009). Destas espécies encontradas, 56 são consideradas ameaçadas de extinção, o que corresponde a aproximadamente 32,0% do total registrado no Estado (MIKICH e BÉRNILS, 2004).

Os mamíferos apresentam uma alta diversidade de modos de vida, habitando os mais diversos tipos de habitats (Kloper & MacArthur, 1960; Reis et al., 2006). Seus hábitos alimentares diversificados geram relações complexas nas cadeias alimentares, das quais resultam importantes condições de estabilidade dos ecossistemas. Muitas espécies (em especial os carnívoros) participam do controle das populações de diversos organismos, ao passo em que muitos herbívoros e frugívoros atuam ativamente nos processos de polinização e disseminação de sementes, colaborando assim com a manutenção e regeneração dos ecossistemas (Eisenberg & Redford, 1999). Muitas das espécies de mamíferos brasileiros encontram-se atualmente sob forte pressão antrópica. Pelo menos 69 espécies (ou 13% da mastofauna do país) encontra-se sob algum tipo de ameaça, em geral associada à descaracterização dos ecossistemas ou em função da caça diretamente aplicada sobre os indivíduos (Machado et al., 1998; IBAMA, 2003). Estas pressões incidem principalmente sobre as espécies habitantes dos biomas da Floresta Atlântica e do Cerrado, possivelmente os dois sistemas mais ameaçados do país e que abrigam alto número de endemismos do grupo (Mittermeier et al., 1997, 1999). No Estado do Paraná, pelo menos 24 espécies são consideradas como em algum nível de ameaça (Margarido & Braga, 2004). A perda e a fragmentação de habitats, seguida de problemas relacionados à caça e à invasão dos ecossistemas por animais domésticos ferais (especialmente cães e gatos), configuram-se nos principais elementos de pressão sobre as populações de mamíferos silvestres do Estado (Margarido & Braga, 2004).

Originalmente, a mastofauna da região Norte do Estado do Paraná era considerada como bastante rica, comportando representantes de todos os grandes grupos de mamíferos terrestres e alados da grande Região Neotropical. Segundo dados da literatura (e.g., Lorini & Persson, 1990; Rocha & Sekiama, 1994; Tiepolo & Santos, 1996; Sekiama, 1996; Rocha et al., 1998; Miretzki & Margarido, 1999; Miretzki, 2000; Reis et al., 2000), pelo menos 70 espécies terrestres e semiaquáticas poderiam ser esperadas para a região da Grande Maringá, acrescidas ainda de pouco mais de 30 quirópteros, grupo tido como o mais rico dentre a mastofauna paranaense (Miranda et al., 2009). Segundo Cabreda & Yepes (1960), esta mastofauna relaciona-se aos domínios zoogeográficos Tupi e Subtropical, com representantes tipicamente tropicais atlânticos e também com influência patagônica. Segundo Fonseca et al. (1999), por sua vez, a mastofauna regional encontra-se relacionada ao domínio do bioma da Floresta Atlântica sensu lato, considerado como o detentor da segunda maior riqueza mastofaunística do continente sul-americano e com elevada taxa de endemismos. A despeito dessa riqueza originalmente assinalada, a condição de descaracterização da paisagem da região Norte do Paraná impõe atualmente a ocorrência de uma mastofauna empobrecida na maior parte do território. As Unidades de Conservação regionais têm funcionado como reservas de indivíduos de algumas espécies de maior interesse em conservação, porém os esforços para a perpetuação de populações das espécies mais raras e/ou ameaçadas carecem ainda de ampliação das ações de manutenção de áreas primitivas e de sua recuperação com vistas ao estabelecimento de corredores ecológicos, inclusive em áreas urbanas (e.g., Primack & Rodrigues, 2001; Margarido & Braga, 2004). Algumas Unidades de Conservação próximas, a exemplo do Parque Estadual da Mata

dos Godoy em Londrina, contam com cerca de 65 espécies de mamíferos registradas (IAP, 2002), porém a tendência é de contínua perda de espécies caso não sejam observadas medidas de proteção.

### **3.5. Forças, fraquezas, oportunidades e ameaças na região**

Foi desenvolvida, no âmbito do presente diagnóstico preliminar, uma análise SWOT (S de *Strengths* = Forças; W de *Weaknesses* = Fraquezas ou Debilidades; O de *Opportunities* = Oportunidades; T de *Threats* = Ameaças) para os aspectos relacionados com a flora e fauna, considerando os dados obtidos nos levantamentos bibliográficos efetuados até ao momento. Esta análise deve ser entendida como uma sistematização, por um lado, dos problemas de conservação na área metropolitana já identificados e, por outro, levando em conta as pressões emergentes e as que entretanto terão surgido.

Dado o seu carácter preliminar, fez-se uma análise global para a região, não se tendo efetuado divisões por região ou tipo de sistema ecológico. Neste contexto, consideraram-se na análise apenas os aspectos com uma importância global ao nível da região, deixando as questões mais particulares para as abordagens mais detalhadas.

#### **3.5.1. Ambiente Interno – Forças**

##### **Áreas Protegidas**

Unidades de Conservação na área de abrangência da Metrópole Paraná Norte. Segundo dados do IAP, das 68 áreas protegidas que compõem o Sistema Estadual de Unidades de Conservação, estão na área de estudo: o Parque Estadual Mata dos Godoy, com 21,53 ha, localizado em Londrina, e o Horto Florestal de Mandaguari, com 690,17 ha, no município de mesmo nome. Estão registradas, também, três Reservas Particulares do Patrimônio Natural Estadual: a RPPN Mata do Barão, com 1.126,10 ha, localizada em Londrina; a RPPN Fazenda Carambola, com 129,14 ha, e a RPPN Luz do Sol, com 44,64 ha, ambas no Município de Rolândia. Na área existem ainda várias Unidades de Conservação Municipais, a saber: a) localizadas em Ibiaporã: APA Municipal de Xambê, com 20.357,52 ha; e Parque Municipal Primavera, com 21,55 ha; b) localizadas em Londrina: Parque Arthur Thomas, com 85,47 ha; e Parque Ecológico Dr. Daisaku Ikeda, com 123,05 ha; c) localizadas em Cambé: Parque Municipal Danziger Hof, com 9,00 ha; e Parque Municipal Peroba Rosa, com 9,80 ha; d) localizada em Arapongas: Parque Municipal Bosque dos Pássaros, com 3,58 ha; e) localizadas em Apucarana: Parque Municipal da Colônia Mineira, com 53,07 ha; e Parque Municipal da Raposa, com 290,00 ha; f) localizadas em Maringá: Parque do Ingá, com 47,30 ha; Parque Municipal Borba Gato, com 7,65 ha; Parque Municipal das Palmeiras, com 6,11 ha; Parque Municipal das Perobas, com 26,34 ha; Parque Municipal do Cinquentenário 1 e 2, com 11,81 ha; Parque Municipal do Sabiá, com 8,20 ha; Parque Municipal dos Pioneiros, com 57,31 ha; e Parque Municipal Guayapo, com 1,62 h.

Em anexo, a tabela 7.1 detalha todas as áreas de proteção ambiental presentes na região da Metrópole Paraná Norte, e o mapa a seguir apresenta a abrangência espacial delas.

## **Políticas Públicas**

Apesar da histórica e intensa devastação das florestas presentes nos municípios de Maringá, Paçandu e Sarandi, Sampaio (2013) analisou os fragmentos florestais do município de Maringá e constatou que no período de 1990-2008 os remanescentes nativos da zona rural aumentaram de tamanho, principalmente no crescimento de florestas nas margens de córregos. Tal fato, atualmente, é estimulado no município de Maringá pelo “Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica”, elaborado com base na Lei Federal nº 11.428/2006, com o objetivo de realizar um diagnóstico das áreas degradadas do município de Maringá; elencar as áreas prioritárias para conservação; elencar as áreas prioritárias para recuperação ambiental e áreas destinadas a urbanização sustentável com implantação de atividades de lazer, entretenimento, educação e Cultura, relativos a temas ambientais; reflorestamento; criação de corredores de biodiversidade, elaboração e revisão de Planos de Manejos nas Unidades de Conservação do Município (UCs); identificar as propriedades rurais do município com potencial para parcerias na conservação e preservação da Mata atlântica (áreas de Reserva Legal), bem como indicação de ações de controle para a promoção de conservação e recuperação em áreas de relevante interesse ambiental, adoção de transferência de potencial construtivo e outros incentivos fiscais como instrumentos econômicos para viabilizar a obtenção de áreas de preservação permanente e de relevante interesse ambiental; mapeamento dos remanescentes florestais, com características dimensionais; classificação dos remanescentes de acordo com sua relevância biológica; estabelecer diretrizes para a conservação e Recuperação da Mata Atlântica do Município de Maringá (MARINGÁ, 2012).

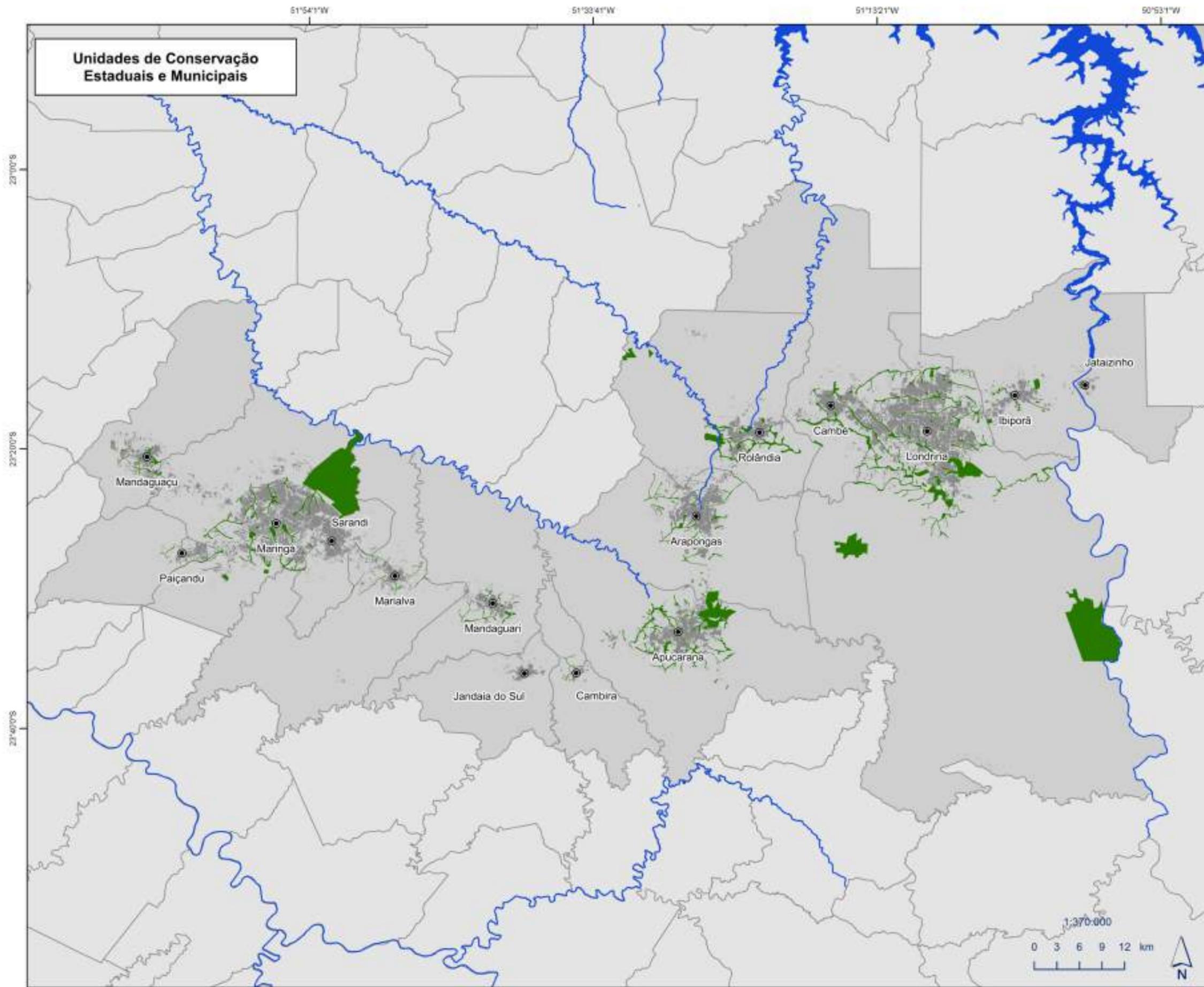
### **3.5.2. Ambiente Interno – Fraquezas**

#### **Fatores de Risco à Flora**

Os maiores vetores de ameaça são certamente os de origem humana, entre os quais se destacam o corte de vegetação e a retirada de produtos naturais da flora nativa, como madeira, cipós, palmito, plantas medicinais, entre outros.

A invasão de espécies exóticas e sua proliferação no interior d e Unidades de Conservação também são também preocupantes e não devem ser subestimadas. A introdução de *Melia azedarach* nas áreas limítrofes do Parque ocorrida em momentos pretéritos certamente vem causando um impacto à flora nativa e constitui-se um risco em potencial. Pesquisas e programas de monitoramento do seu efeito e extensão devem ser implementados, visando assegurar que riscos maiores não ocorrerão no futuro e apontar a necessidade de práticas de manejo conservacionista.

O Parque Estadual Mata dos Godoy, por ser um fragmento de tamanho pequeno a médio e pouco interligado a outras áreas florestais nas imediações, poderá sofrer riscos de colapso no futuro. O efeito de borda é, sem sombra de dúvidas, uma questão séria para a flora local, que precisa ser enfrentada com mais vigor urgentemente. Fragmentos florestais vêm sendo estudados por diversos autores que se preocupam com a estabilidade dessas áreas. Estudos mostram que riscos de colapso pelo efeito de borda, pelo abarrotamento ou efeito influxo, chegam a níveis de 35% da área do fragmento no caso de áreas de até 100 hectares e 10% para áreas com cerca de 1000 hectares (Furlan & Nucci, 1999). No caso da área em apreço, o efeito de borda possivelmente gravitaria em torno de 20% da área total do Parque, a qual estaria sob risco de colapso. É importante que esse efeito, se não controlado e revertido, poderá ser cumulativo ao



**Unidades de Conservação  
Estaduais e Municipais**

- Legenda**
- Unidades de Conservação  
Estaduais e Municipais**
- Unidades de Conservação
  - Áreas Urbanas

Fonte: Prefeituras Municipais, 2017; MMA, 2018.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Municípios Macrometrópole
  - Paraná
  - Hidrografia\_Principal
- Datum: SIRGAS 2000.

longo do tempo, comprometendo progressivamente a flora local.

O efeito de borda é nítido no Parque Estadual Mata dos Godoy. Claramente se visualiza a sua periferia sofrendo lenta mais gradativamente o processo de colapso de forma centrípeta, ou seja, com forças de fora para dentro do Parque. Esse processo de colapso, que pode durar muito tempo ou ser relativamente rápido, depende também da velocidade da abertura de clareiras na floresta, as quais podem potencializar os efeitos da fragmentação.

### **Fatores de Risco à Fauna - Isolamento de Populações**

Levando-se em consideração que grande parte das espécies levantadas têm necessidade de extensas áreas remanescentes para se deslocarem durante períodos reprodutivos e que as espécies mais raras ou de maior porte tendem a ter números reduzidos de indivíduos em suas populações, o primeiro e principal fator de risco às espécies reside no isolamento da área. Em situações em que Unidades de Conservação são entremeadas por outros remanescentes originais de vegetação, muitas espécies podem subsistir pelo estabelecimento de meta-populações, onde pequenas populações restritas a pequenos remanescentes interagem com outras através de processos de migração entre as áreas, garantindo assim a manutenção da permuta gênica e, conseqüentemente, das populações (e.g., HOLT, 1993).

Os pequenos fragmentos isolados não sugerem ter capacidade suficiente para a conservação de muitos vertebrados (em especial mamíferos), especialmente aqueles que possuem áreas de vida maior, como é o caso da ordem Carnívora. Há necessidade de proteger todos às áreas de APPs favorecendo o estabelecimento de corredores ecológicos ao logo dos recursos hídricos bem como no entorno e demais fragmentos isolados que certamente são utilizados. Algumas áreas poderão ser destinadas à criação de Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs), prática que deve ser incentivada em toda região, uma vez que ainda existem fragmentos de vegetação original que, mesmo alterados, fornecem área para a manutenção da fauna.

### **Comprometimento dos Recursos Hídricos**

Um dos fatores de risco à fauna é o estado atual de conservação dos recursos hídricos, pois em sua maioria passa por áreas de agricultura intensiva e sujeita à aplicação de agrotóxicos. Além disso, a margem dos rios e córregos apresentam-se desprovidos de cobertura florestal (mata ciliar), o que, intensificado com a movimentação do gado nesta margem, provoca um quadro de assoreamento.

Levando-se em consideração que os cursos d'água podem ser utilizado pela fauna como área de dessedentação e que muitos grupos de organismos base de cadeias alimentares (tais como anfíbios, peixes e macroinvertebrados) têm no mesmo sua principal área de reprodução e vida, perturbações neste cursos d'água do estão entre as situações mais indesejáveis e com maior urgência de controle.

### **3.5.3. Oportunidades**

#### **Corredores ecológicos**

O estabelecimento de corredores ecológicos é uma ferramenta de gestão capaz de atenuar uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade que é a fragmentação de habitats naturais causada pelas atividades humanas (Laurence e Bierregaard, 1997). A

fragmentação é considerada a principal causa de extinção de espécies para diferentes grupos animais e vegetais (Pimm e Raven, 2000).

O Ministério de Meio Ambiente define os corredores ecológicos como instrumento de gestão territorial com o objetivo específico de promover a conectividade entre fragmentos de áreas naturais. Eles são definidos no SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) como porções de ecossistemas naturais ou seminaturais, ligando unidades de conservação, que possibilitam entre elas o fluxo de genes e o movimento da biota, facilitando a dispersão de espécies e a recolonização de áreas degradadas, bem como a manutenção de populações que demandam para sua sobrevivência áreas com extensão maior do que aquelas das unidades individuais.

Os Corredores Ecológicos visam mitigar os efeitos da fragmentação dos ecossistemas promovendo a ligação entre diferentes áreas, com o objetivo de proporcionar o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e aumento da cobertura vegetal.

Os Corredores consistem em unidades ecossistêmicas que visam a expansão, conectividade, recolonização e formação de Áreas Protegidas (MMA, 2006). Sua concepção baseia-se em princípios do planejamento regional, em larga escala, podendo englobar tanto áreas urbanas quanto áreas rurais, unindo grandes unidades de paisagem, a exemplo dos biomas, visando o uso sustentável dos seus componentes naturais tendo como função conectar os ecossistemas, espécies viáveis e representativas, processos ecológicos e evolutivos, em coexistência com as necessidades humanas (Sanderson et al., 2003).

Os corredores biológicos podem ser uma sequência linear (ou alongada) de elementos da paisagem, diferentes das unidades adjacentes (Hobbs, 1992). Os corredores do tipo *stepping stones* (“caminhos de pedra” na concepção de porções de habitat pelas quais organismos poderiam realizar movimentos aos saltos, figurativamente) são constituídos por pequenos fragmentos remanescentes de habitats separados uns dos outros por distâncias pequenas por onde as espécies podem se deslocar a curta distância (Tischendorf e Fahrig, 2000).

Rocha et al. (2005) consideram corredores de biodiversidade como uma unidade de planejamento regional em áreas prioritárias para conservação, mais do que apenas uma faixa alongada de habitat interligando dois ou mais fragmentos. Nesta abordagem, um corredor é uma região delimitada, de elevada diversidade biológica, composta por um mosaico de diferentes paisagens e usos da terra. O corredor em geral, abrange várias áreas protegidas e outras áreas de uso menos intensivo, não necessariamente protegidas, que devem ser gerenciadas de maneira integrada com o intuito de proteger e garantir a sobrevivência de espécies e de habitats. Como resultado, um corredor de biodiversidade constitui um mosaico de usos da terra, incluindo sistemas agroflorestais de baixo impacto, áreas protegidas já existentes e a serem instituídas, reservas particulares que recebem incentivos econômicos compensatórios e/ou áreas para ecoturismo (Aguiar et al., 2003; Arruda e de Sá, 2004).

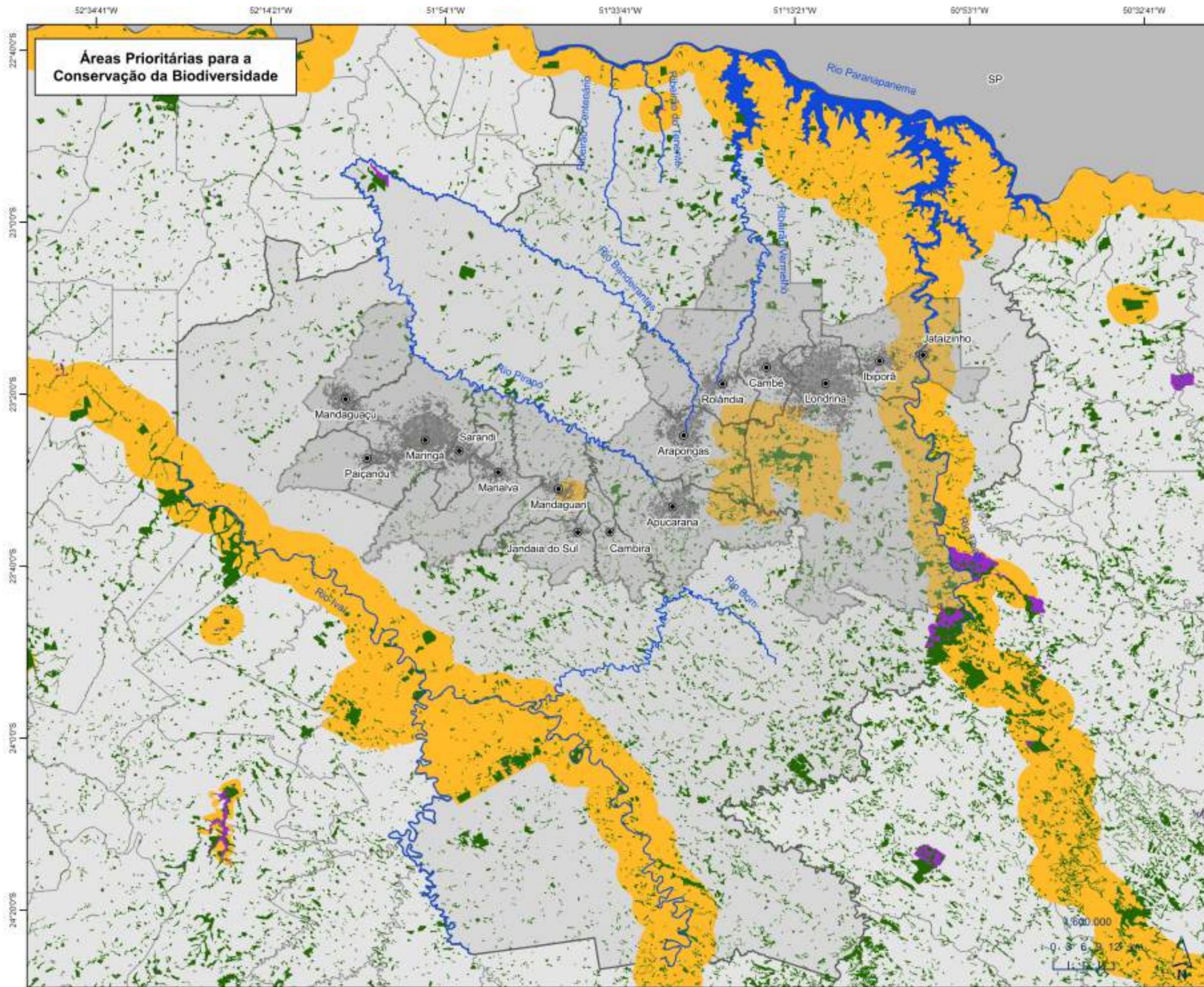
O Estado do Paraná possui três corredores instituídos, porém estes não contemplam a área de estudo. Como uma estratégia para a conservação da biodiversidade no Estado do Paraná, foi instituído pela Resolução Conjunta SEMA/IAP N° 005/2009 o mapeamento de Áreas Estratégicas para a Conservação da Biodiversidade e Áreas Estratégicas para a Recuperação da Biodiversidade.

Segundo a Resolução, as Áreas Estratégicas para Conservação da Biodiversidade referem-se a áreas cujos remanescentes florestais nativos ou outros atributos físicos ou biológicos determinem fragilidade ambiental, são consideradas de relevância, sendo sua conservação necessária para a garantia da manutenção da biodiversidade no Paraná. Áreas Estratégicas para Recuperação são aquelas essenciais para a manutenção dos fluxos biológicos, para a formação de corredores ecológicos e manutenção da estabilidade física do ambiente.

Dessa forma, foram considerados os levantamentos realizados pelo Ministério do Meio Ambiente – MMA, o projeto Rede da Biodiversidade, o Sistema Estadual de Unidades de Conservação – SEUC e as áreas consideradas prioritárias pelo Decreto Estadual Nº 3.320, de 12 de julho de 2004, bem como todos os remanescentes de vegetação nativa em estágio primário e nos estágios secundário médio e avançado de regeneração, conforme previsto na Lei da Mata Atlântica para estabelecer estas áreas prioritárias.

As Áreas Estratégicas para Conservação da Biodiversidade serão consideradas prioritárias para ações de criação de Unidades de Conservação públicas ou privadas, bem como estabelecimento de políticas públicas de definição e implantação de incentivos econômicos para os proprietários inseridos nas áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade, cujos remanescentes de vegetação nativa ultrapassem as atuais exigências legais, por meio de pagamento por serviços ambientais prestados.

As Áreas Estratégicas para Recuperação serão prioritárias para aplicação de técnicas e mecanismos para viabilizar a recuperação de áreas alteradas nas áreas estratégicas, visando o incremento na conectividade entre remanescentes florestais e a implantação de corredores ecológicos.



**Legenda**

- Restauração
- Conservação
- Unidades de Conservação

Fonte: SEMA, 2009.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

## 4. INVENTÁRIO DE EMISSÕES E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

De acordo com a ONU Brasil, ainda no século XIX começou a se pensar no efeito que o dióxido de carbono acumulado na atmosfera poderia ter sobre a temperatura na Terra, sendo tal fenômeno denominado de efeito estufa. Com o passar dos anos se tornou evidente a ocorrência e a intensificação do mesmo, bem como o aumento significativo na concentração desse gás ocasionado pela expansão das atividades humanas geradoras de Gases do Efeito Estufa – GEE. Estudos apontam que como consequência disso, a temperatura média da Terra se elevará, o que pode causar mudanças no ciclo hidrológico, perda de biodiversidade, maior ocorrência de eventos extremos (furacões, enchentes, secas, etc.) e assim afetar a vida da população ao redor do mundo. Adicionalmente, a ocorrência de desastres relacionados ao clima ajudou a chamar a atenção para a necessidade de preparar as sociedades para os impactos das mudanças nos padrões climáticos e recursos naturais. Por isso, a mudança climática vem sendo bastante debatida de forma integrada entre diversos países, que tentam, de forma conjunta, reduzir as emissões e se preparar para os possíveis efeitos da mudança no clima.

Para que possam ser discutidas as estratégias de mitigação, adaptação e de financiamento dessas ações, se faz necessário o entendimento de como se comportam as emissões atuais da área de estudo do Plano da Metrópole Paraná Norte, abordado a seguir.

### 4.1. Metodologia

A etapa inicial de qualquer planejamento de sucesso que tenha por objetivo a resolução de determinada problemática, via de regra, diz respeito à realização de um diagnóstico de qualidade, que aponte quais, onde e como se comportam os principais agentes perturbadores do cenário desejado.

No contexto das mudanças climáticas é realizado o Inventário de Gases do Efeito Estufa (GEE), que tem por objetivo principal quantificar a emissões ocorridas em determinado período em uma área de estudo, e assim se tornar mais um instrumento de apoio à tomada de decisão dos gestores ambientais, sejam estaduais ou municipais, adotando uma linguagem clara e objetiva, contudo, tecnicamente eficaz o suficiente para ser efetivamente produtiva.

Essa etapa consiste no diagnóstico das emissões ocorrentes em todo o território inserido no âmbito do Plano da Metrópole Paraná Norte, baseado na metodologia amplamente difundida pelo *Global Protocol for Community-Scale GHG Emissions* (GPC), que representa um esforço conjunto de uma série de grupos de interesse para desenvolver um protocolo global que seja aberto, à disposição das cidades para contabilização e relate as emissões de GEE na escala das comunidades.

A metodologia considera três escopos de emissões, em função do local da geração das mesmas, alinhados com outros protocolos de contabilização de emissões GEE como o GHG Protocol e a norma ISO 14064-1:2006: (i) Escopo 1: Todas as emissões diretas, ocorrentes dentro dos limites municipais em estudo; (ii) Escopo 2: Todas as emissões indiretas relacionadas com a importação e o consumo de energia elétrica; e (iii) Escopo 3: Todo o restante de emissões indiretas não contempladas no escopo 2, por exemplo, emissões de

resíduos sólidos urbanos, que podem ser gerados dentro dos limites geográficos do inventário, mas são depositados fora destes limites.

Como limite operacional, que define as fontes de emissões GEE consideradas, foi adotado o GPC 2012 BASIC +, que engloba todas as fontes de emissão GEE dos escopos 1 e 2 para unidades estacionárias, transportes, resíduos e IPPU e o escopo 3 para os resíduos e transportes.

Os dados e resultados também são classificados por setores-chave, dividindo basicamente as fontes de emissões GEE entre estacionárias e móveis, conforme estabelecem o GPC e o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). Como unidades estacionárias incluem-se as residências, as instituições públicas, o setor de serviços, as unidades geradoras de energia e as instalações industriais. As unidades móveis referem-se ao setor de transportes com os diferentes meios de locomoção de pessoas e produtos. Além das fontes móveis e estacionárias, existem mais três categorias de fontes de emissões, as oriundas do tratamento de resíduos, dos Processos Industriais e Uso de Produtos (IPPU) e as provenientes da Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo (AFOLU). Portanto, a observância destas diretrizes organiza o inventário nos setores de AFOLU, Geração de Energia, Indústria, Institucional, IPPU, Resíduos, Residencial, Serviços e Transportes.

Trabalhando apenas informações secundárias, o levantamento de dados foi realizado em consulta bibliográfica e aos órgãos competentes, além de entrevistas e solicitações formais aos responsáveis nos diversos setores. Algumas informações já possuem fontes básicas de pesquisa, e estão relacionadas ao dado necessário conforme disposto na tabela a seguir, contudo, cabe ressaltar que fontes ou dados mais precisos podem ser utilizados em futuras atualizações do inventário, conforme a disponibilidade.

**Tabela 4.1 - Relação de dados utilizados e respectivas fontes**

Setor	Subdivisão	Dado	Descrição	Fonte Prevista
AFOLU	Uso do solo	Uso do Solo (ha)	Espacialização geográfica das categorias de uso do solo para o cálculo da área	Mapbiomas, 2016
		Variação do Uso do Solo	Diferença entre as categorias para o uso atual e o passado em porcentagem	Mapbiomas, 2016
	Estoque de Madeira Urbana	Consumo de Madeira	Consumo de painéis reconstituídos e madeira serrada	ABRAF, 2015
	Fermentação Entérica	Número de animais (nº)	Número de cabeças de Bovinos, Ovinos, Suínos, Equinos e Aves	PPM 2016 - IBGE
Energia	Termoelétricas	Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Carvão, Diesel, Óleo Combustível, Gases, Gasolina, Lenha, etc	-
Industrial	Energia	Consumo de Energia (kw/ano)	Consumo de Energia Elétrica proveniente do Sistema	IPARDES, 2016
		Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Carvão, Diesel, Óleo Combustível,	ANP, 2016

Setor	Subdivisão	Dado	Descrição	Fonte Prevista
			Gases, Gasolina, Lenha, etc	
Institucional	Energia	Consumo de Energia (kw/ano)	Consumo de Energia Elétrica proveniente do Sistema	IPARDES, 2016
		Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Carvão, Diesel, Óleo Combustível, Gases, Gasolina, Lenha, etc	ANP, 2016
IPPU	Uso de Produtos	Consumo de Graxas	Volume utilizado de Graxas	Plural, 2016
		Consumo de Lubrificantes (t)	Volume utilizado de lubrificantes	Plural, 2016
	Processos Industriais	Produção de Cimento (t)	Produção total de cimento em toneladas na área de estudo	SNIC, 2017
		Produção de Aço (t)	Produção total de aço em toneladas na área de estudo	Instituto Aço Brasil, 2016
Residencial e Serviços	Energia	Consumo de Energia (kw/ano)	Consumo de Energia Elétrica proveniente do Sistema	IPARDES, 2016
		Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Carvão, Diesel, Óleo Combustível, Gases, Gasolina, Lenha, etc	ANP, 2016
Resíduos	RSU	Produção de lixo (t)	Histórico da produção total de lixo ou percapta	-
		Gravimetria (%)	Especiais (lixo não comum), finos, higiene, pessoal, inerte, inflamáveis, metal, orgânico, papel, papelão, plástico, resíduo verde, tecido, vidro	-
		Aterro (S/N)	Período de existência	-
		Lixão (S/N)	Período de existência	-
		Captação de Gases (S/N)	Existência e tipo de utilização do gás	-
	Efluentes	Sistemas de tratamento da população Rural (%)	Tratamento e Destinação	-
		Sistemas de tratamento da população Urbana (%)	Tratamento e Destinação	Atlas Esgotos, 2017
		Captação de Gases (S/N)	Existência e tipo de utilização do gás	-
	Transportes	Rodoviário	Frota Circulante (%)	Número de veículos transitórios entre os municípios, dentro e fora do Município
Consumo de Combustíveis (t)			Álcool, Biodiesel, Diesel, Gás de Aterro Sanitário, Gás natural, Gasolina, GLP	ANP, 2016

Setor	Subdivisão	Dado	Descrição	Fonte Prevista
	Ferrovário	Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Diesel, Gás de Aterro Sanitário, Gás natural, Gasolina, GLP	ANP, 2016
	Aeroviário	Consumo de Combustíveis (t)	Gasolina de Aviação, Querosene de Aviação	ANP, 2016
	Hídrico	Consumo de Combustíveis (t)	Álcool, Biodiesel, Diesel, Gás de Aterro Sanitário, Gás natural, Gasolina, GLP	ANP, 2016

**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

A metodologia de cálculo de emissões é elaborada seguindo a diretriz para os inventários nacionais de GEE do IPCC de 2006. Salvo casos excepcionais como no setor de resíduos ou alguns outros conceitos de AFOLU, o cálculo das emissões é baseado no uso dos dados das atividades coletados preliminarmente, multiplicados por fatores de emissão.

No caso das emissões de CH<sub>4</sub> associadas à decomposição de matéria orgânica em aterros sanitários, o cálculo é mais complexo e não pode ser simplificado mediante o uso de fatores de emissão. Para este cálculo, se adota um modelo de decomposição de primeira grandeza para o carbono orgânico degradável, como indica o IPCC 2006 para os inventários nacionais de GEE.

Para o setor de AFOLU, serão considerados cinco casos: usos do solo que não se alteram ao longo do tempo, usos que se alteram, consumo de madeira na área urbana, uso de fertilizantes na área agrícola e emissões da pecuária.

Para os usos que permaneceram como tal, uso de fertilizantes na área agrícola e emissões da pecuária se aplicam fatores de emissão ou sequestro a todas as categorias, o que denota o mecanismo padrão do cálculo de emissões.

Já para as alterações nos usos da terra, é estimada a quantidade de carbono acumulado na biomassa presente nos diferentes tipos de vegetação. Assim, quando há a substituição desse estoque por um maior ou menor, pode ser gerado um balanço dessa quantidade de carbono. Um aumento de estoque significa que houve sequestro de carbono e foi depositado naquela biomassa, e o decréscimo significa que uma área com certa quantidade de carbono acumulada foi substituída por algum uso com menos carbono estocado. Essas mudanças de uso da terra serão consideradas dentro de um período máximo de 20 anos.

Ainda, o consumo de madeira é estimado considerando apenas painéis e madeiras serradas, que possuem tempo médio de vida acima de 30 anos, portanto, dentro dos limites considerados para permanência de atividades de projeto AFOLU, pelo IPCC, sendo deduzida a quantidade de madeira destinada a aterros.

Tais fatores discretizam por tipo de gás as emissões de cada atividade avaliada, sendo eles CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, principalmente, mas também podem demonstrar as emissões de HFC, PFC e SF<sub>6</sub>. Para isso, foi utilizada uma ferramenta de cálculo desenvolvida para o cálculo de emissões em municípios.

Por fim, o resultado das emissões GEE será apresentado seguindo o padrão estabelecido pelo GPC, identificando o número de referência no protocolo, a classificação correspondente no IPCC 2006, o escopo e as fontes de emissão. Para empregar uma unidade comum e poder comparar os impactos de cada GEE, as emissões de GEE se convertem em tCO<sub>2</sub>e aplicando um fator denominado de Poder de Aquecimento Global (PAG). Internacionalmente conhecido como GWP (*Global Warming Power*), o fator se refere à ação do GEE sobre o aquecimento global em um período de 100 anos. Assim, os resultados serão relatados: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC, PFC e SF<sub>6</sub>, apresentados em termos de tCO<sub>2</sub>e.

Ademais, os resultados também serão apresentados segundo os setores dispostos nas diretrizes do IPCC de 2006, que representam uma maneira diferenciada de enxergar os resultados finais.

## 4.2. Resultados

Seguindo todo o roteiro metodológico descrito preliminarmente, foram estimadas as emissões da área abrangida pelo Plano da Metrópole Paraná Norte, que totalizaram para os Escopos 1, 2 e 3 no ano de 2016 um somatório de 4,8 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub>e, que resultam em 2,88 toneladas de CO<sub>2</sub>e para cada habitante. A distribuição das emissões pode ser observada por tipologia de gás de efeito estufa e setores-chave na tabela a seguir:

**Tabela 4.2 - Resultado Geral de Emissões**

Setor	CO <sub>2</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	CH <sub>4</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	N <sub>2</sub> O (t CO <sub>2</sub> e)	HFC (t CO <sub>2</sub> e)	PFC (t CO <sub>2</sub> e)	SF <sub>6</sub> (t CO <sub>2</sub> e)	TOTAL E1+E2 (t CO <sub>2</sub> e)	TOTAL E3 (t CO <sub>2</sub> e)
AFOLU	817.933	247.647	99.821	0	0	0	1.165.402	0
Geração de Energia	4.163	4	11	0	0	0	4.178	0
Indústria	213.327	51	133	0	0	0	213.511	0
Institucional	28.304	11	10	0	0	0	28.325	0
IPPU	200.082	0	0	85.661	0	0	285.743	371.896
Resíduos	1	383.101	0	0	0	0	383.102	0
Residencial	260.640	296	87	0	0	0	261.023	0
Serviços	133.860	85	38	0	0	0	133.983	0
Transportes	2.012.472	7.576	32.773	0	0	0	2.052.821	46.754
<b>TOTAL</b>	<b>3.670.782</b>	<b>638.772</b>	<b>132.873</b>	<b>85.661</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4.528.088</b>	<b>418.650</b>

Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

É notável a diferença de magnitude das emissões dos setores de AFOLU e Transportes frente aos demais, já que sozinhos são responsáveis por 66% das emissões totais estimadas e assim se tornam prioridade no que tange as ações de mitigação futuramente propostas. O setor de transportes é amplamente impulsionado pelas emissões de Londrina e Maringá, que possuem um consumo significativo de combustíveis fósseis, e condizem com

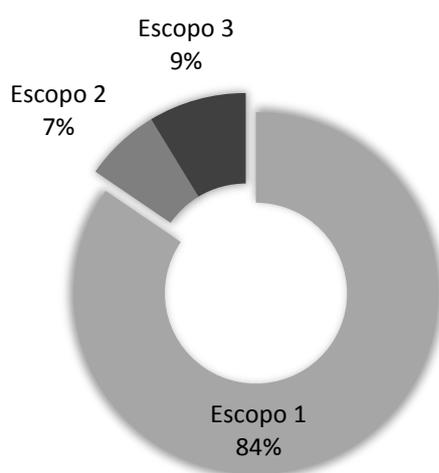
a maior circulação financeira que ocorre nestas cidades. De fato, as capitais e grandes cidades geralmente apresentam emissões elevadas neste setor, proporcionais ao tamanho da economia. Porém esta relação frequentemente culmina em baixas emissões para os municípios com menor volume econômico.

Já o setor AFOLU é comumente tido como sumidouro de boa parte das emissões de determinada região, devido à superioridade do sequestro de carbono promovido pelas áreas naturais em relação às emissões agropecuárias e supressões de vegetações nativas. Contudo, como o processo de ocupação histórica da região já eliminou quase a totalidade das áreas nativas antes presentes, não existem grandes massas florestais que possam exercer esse papel. Assim, os municípios menos urbanizados, que poderiam promover um relevante sequestro de carbono não o fazem, e ainda contribuem com uma maciça emissão proveniente da agropecuária.

Ademais, cerca de 84% de todas as emissões ocorrem de maneira direta dentro da área municipal, estando alocadas no Escopo 1, ou seja, 4 milhões de tCO<sub>2</sub>e foram emitidas por atividades exclusivamente desenvolvidas no território dos 15 municípios analisados.

As emissões indiretas sobre a importação de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN) somam 325 mil toneladas, representando 7% do total. Esse valor reduzido se deve à matriz energética limpa praticada no Brasil, em especial a energia hidrelétrica, que em termos de emissões de GEE apresenta um baixo fator de emissão, sendo que cada município é corresponsável por estar adquirindo essa energia. O Escopo 3 representa a soma exclusiva de emissões indiretas, e representam 9% do total. Pode-se citar como exemplo, o consumo de combustíveis de aeronaves que trafegam pela região. Essas emissões serão melhor explicitadas no detalhamento de cada setor-chave. O gráfico a seguir apresenta a distribuição de emissões por escopo.

**Figura 4.1 - Distribuição de Emissões por Escopo**



**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

A seguir, é apresentada a tabela que distribui todas as emissões inventariadas pelo formato padrão do GCP, correlacionando cada uma ao seu respectivo código.

**Tabela 4.3 - Emissões GEE no Formato GPC**

Código GPC	Código IPCC	Escopo	Fontes de emissão de GEE	Enfoque de contabilização	GASES (t)						
					CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> e
<b>I.</b>			<b>Unidades estacionárias</b>								<b>641.019</b>
I.1			Edifícios residenciais e setor serviços								395.006
I.1.1	1A4b	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis	223.543	18	0,40				224.049
I.1.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa	170.956						170.956
I.2			Instalações institucionais								28.325
I.2.1	1A4a	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis	3.879	1	0,03				3.900
I.2.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa	24.425						24.425
I.3			Geração de energia								4.177
I.3.1	1A1	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis	4.163	0,17	0,03				4.177
I.3.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa							0
I.4			Uso de energia na indústria								213.511
I.4.1	1A2+1A5+1A4c	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis	83.144	2	0,43	0,02			83.327
I.4.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa	130.184						130.184
I.5			Emissões fugitivas (refinarias ou minas)								0
I.5.1	1B	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis							0
<b>II.</b>			<b>Unidades móveis</b>								<b>2.099.575</b>
II.1			Transporte por rodovia								2.052.821
II.1.1	1A3b	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis	2.012.472	361	106				2.052.821
II.1.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa							0
II.1.3		3	Emissões indiretas por viagens								0
II.2			Ferrovias								0
II.2.1	1A3c	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis							0
II.2.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa							0
II.2.3		3	Emissões indiretas por viagens								0
II.3			Navegação marítima e fluvial								0
II.3.1	1A3dii	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis							0
II.3.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa							0
II.3.3		3	Emissões indiretas por viagens								0
I.4			Aviação								46.754
II.4.1	1A3aai	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis							0
II.4.2		2	Emissões indiretas por energia	Consumo de energia externa							0
II.4.3		3	Emissões indiretas por viagens		46.754						46.754
II.5			Outros meios de transporte								0
II.5.1	1A3eii	1	Emissões diretas	Consumo de combustíveis							0
<b>III.</b>			<b>Resíduos</b>								<b>383.102</b>
III.1			Aterro de resíduos sólidos								133.646
III.1.1	4A	1	Opção 1- Modelo de degradação de primeira ordem: emissões de aterros	Geração e tratamento de resíduos		6.364					133.646
III.1.2		1	Opção 2- Modelo de compromisso de metano: emissões de aterros	Geração e tratamento de resíduos							0
III.1.3		3	Emissões indiretas de resíduos gerados e vertidos fora dos mesmos	Resíduos tratados							0
III.3			Tratamento biológico de resíduos								0
III.3.1	4B	1	Emissões de tratamentos biológicos	Geração e tratamento de resíduos							0
III.3.2		3	Emissões de resíduos produzidos	Resíduos tratados							0

Código GPC	Código IPCC	Escopo	Fontes de emissão de GEE	Enfoque de contabilização	GASES (t)							
					CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	CO <sub>2</sub> e	
			dentro dos limites e tratados biologicamente fora dos mesmos									
III.4			Incineração e combustão não controladas									3
III.4.1	4C	1	Emissões de incineração e combustão não controlada de resíduos	Geração e tratamento de resíduos	1	0,11						3
III.4.2		3	Emissões de resíduos produzidos dentro dos limites e incinerados fora dos mesmos	Resíduos tratados								0
III.5			Tratamento e descarga de águas residuais									249.453
III.5.1	4D	1	Emissões de tratamento de águas residuais	Geração e tratamento de águas residuais		11.879						249.453
III.5.2		3	Emissões de águas residuais produzidas e tratadas fora das mesmas	Águas residuais tratadas								0
<b>IV.</b>			<b>Processos industriais e uso de produtos</b>									<b>657.639</b>
IV.1	2A+2B+2C+2E	1	Emissões de processos industriais	Produção								0
IV.1	2A+2B+2C+2E	3	Emissões de processos industriais	Produção								0
IV.2	2D+2F+2G+2H	1	Emissões derivadas do uso de produtos	Consumo de produtos	200.082			85.661				285.743
IV.2	2D+2F+2G+2H	3	Emissões derivadas do uso de produtos	Consumo de produtos	371.896							371.896
<b>V.</b>			<b>Agricultura, silvicultura e outros usos da terra (AFOLU)</b>									<b>1.165.402</b>
V.1	3	1	Emissões diretas de AFOLU	Dentro dos limites geográficos	817.933	11.793	322					1.165.402
			<b>GPC 2012 BASIC+ (tCO<sub>2</sub>e)</b>		<b>4.089.432</b>	<b>30.418</b>	<b>429</b>	<b>85.661</b>				<b>4.946.738</b>
TOTAL			Escopo 1		3.345.217	30.418	429	85.661				4.202.522
			Escopo 2		325.565							325.565
			Escopo 3		418.650							418.650

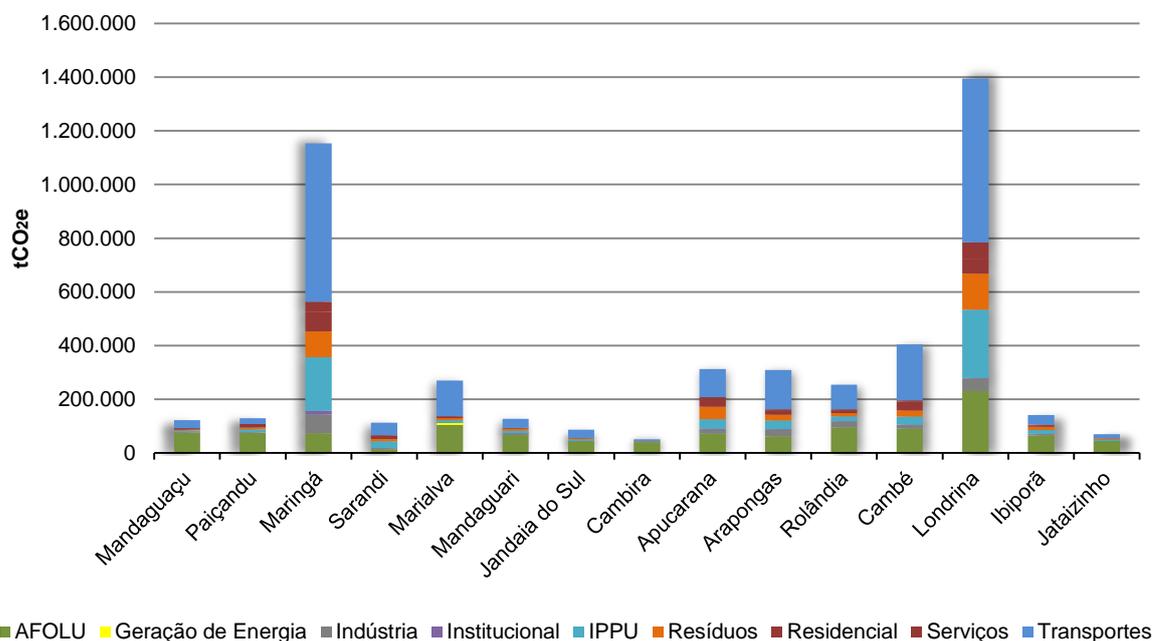
Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

Dentre a classificação metodológica do GPC, as emissões de unidades móveis são as mais relevantes, somando 2,1 milhões tCO<sub>2</sub>e, seguida da classe AFOLU, com aproximadamente 1,2 milhões tCO<sub>2</sub>e, conforme já visto no formato de setores do IPCC. O terceiro maior setor é o de processos industriais e uso de produtos, emitindo 657.639 tCO<sub>2</sub>e, seguido pelas emissões totais das unidades estacionárias, que somam 641.019 tCO<sub>2</sub>e. Por fim, a categoria de Resíduos totaliza apenas 383.102 tCO<sub>2</sub>e.

Apenas duas entradas não puderam ser estimadas, emissões indiretas por viagens que transpassam os limites geográficos pelos modais rodoviários e ferroviário, ambas para o Escopo 3, por insuficiência de informações. A geração e tratamento de resíduos fora dos limites geográficos estão enquadrados como não aplicável, uma vez que não foram identificados casos de exportação de resíduos para tratamento.

No que tange a esfera municipal, despontam os municípios de Londrina e Maringá, responsáveis, sozinhos, por mais de 52% das emissões totais da região de estudo, somando cerca de 2,5 milhões de tCO<sub>2</sub>e. Em contrapartida, os menores municípios apresentam as emissões mais baixas da região, como Cambira, que emitiu 51.164 tCO<sub>2</sub>e em 2016, ou Jataizinho, que acumulou 70.501 tCO<sub>2</sub>e em termos totais. Obviamente que esta constatação é proporcional ao “tamanho” de cada município, principalmente no que toca à esfera econômica. Através do gráfico a seguir é possível se estabelecer um comparativo entre as emissões totais e setoriais de cada um dos 15 municípios.

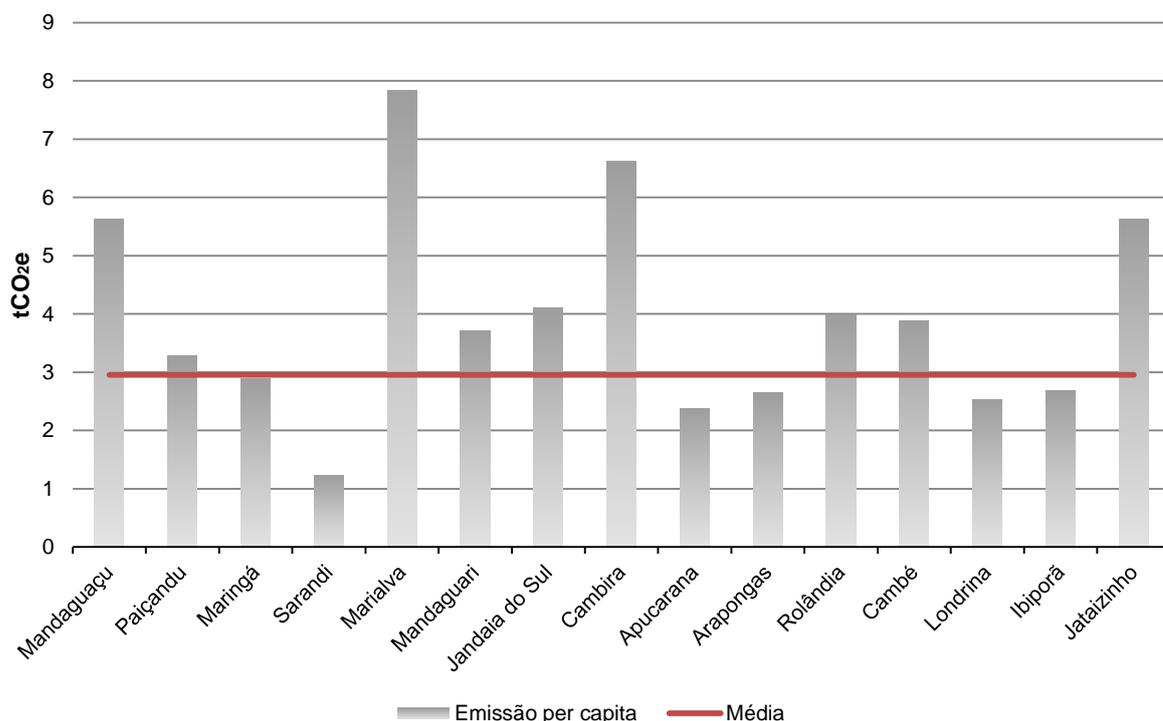
**Figura 4.2 – Emissões municipais por setor**



**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

Embora os municípios de Maringá e Londrina apresentem emissões totais elevadas com relação aos demais municípios, suas emissões per capita estão abaixo da média da região, 2,89 e 2,53 tCO<sub>2</sub>e/hab, respectivamente, frente a 2,95 tCO<sub>2</sub>e/hab da região como um todo, demonstrando uma melhor eficiência com relação aos municípios vizinhos dados os tamanhos das populações. A cidade de Marialva alcançou 7,84 tCO<sub>2</sub>e/hab, tornando-se a principal emissora per capita, seguida por Cambira (6,62 tCO<sub>2</sub>e), Mandaguacu e Jataizinho, ambas com 5,64 tCO<sub>2</sub>e/hab. O comparativo de emissões per capita por município pode ser observado no gráfico a seguir.

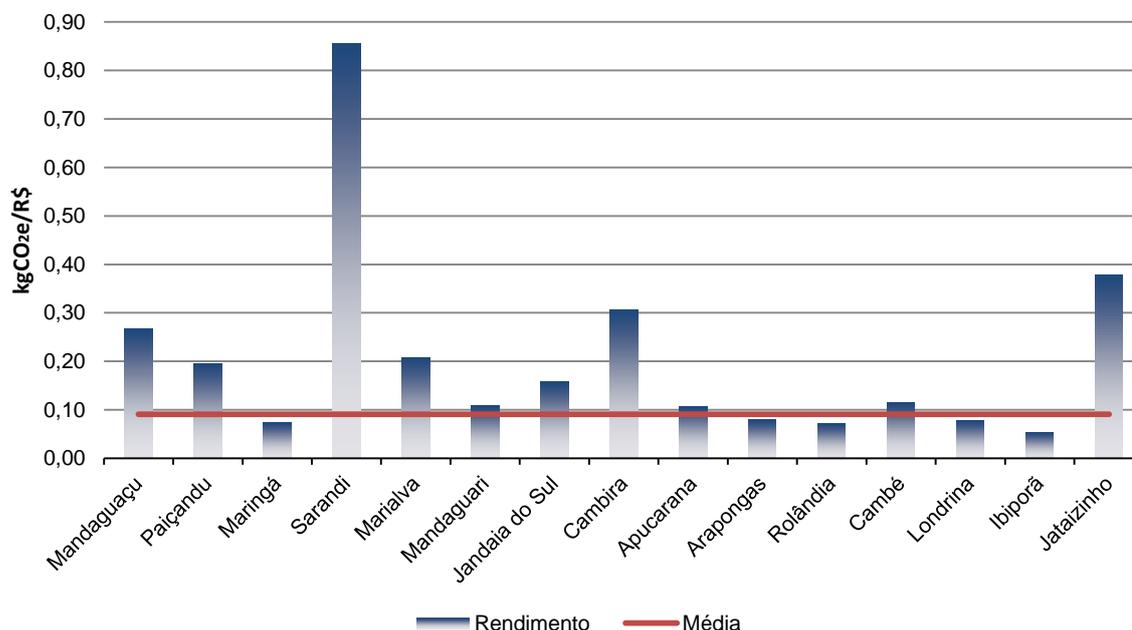
**Figura 4.3 – Emissões per capita por município**



**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

Ainda pode ser estabelecida uma relação entre o total de emissões de cada município e seu respectivo PIB para a avaliação da eficiência e economia de emissões de GEE. Novamente, os municípios de maior população, porte e respectivamente, emissões, possuem boas eficiências se comparados aos demais. Neste caso, Londrina e Maringá (0,08 e 0,07 kgCO<sub>2</sub>e) estão abaixo da média da região (0,09 kgCO<sub>2</sub>e), corroborando com a ideia de que a infraestrutura, equipamentos, entre outros dispositivos urbanos possuem melhor eficiência em grandes aglomerados urbanos em detrimento de cidades menos concentradas. Nesse sentido, destacam-se, negativamente, os municípios de Sarandi, Jataizinho, Cambira e Mandaguaçu, por possuírem PIBs baixos, e emissões relativamente altas para seus portes, conforme pode ser observado no gráfico a seguir.

**Figura 4.4 - Emissões por real por município**



**Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.**

O município de Sarandi deve ser tratado à parte, pois em termos de emissões per capita representa a menor taxa da região, contudo, quando o componente econômico é avaliado, passa a representar o outro extremo. Essa variação se dá devido ao fenômeno conhecido como “cidade-dormitório”, quando uma população reside em determinado local, mas trabalha e gasta seus recursos em outra. Este é o caso da relação entre Sarandi e Maringá, por isso há uma população suficiente para diluir suas emissões, porém um PIB relativamente baixo, reduzindo a eficiência do município segundo os termos econômicos de emissões.

Já a cidade de Cambira apresenta resultados semelhantes, porém com causas distintas, refletindo o alto padrão de emissões de municípios com baixas populações e pouca renda, proporcionais ao seu porte. Porém, apesar da baixa eficiência de emissões, este e os demais municípios tidos como menores apresentam totais de emissões significativamente mais baixos que cidades como Londrina e Maringá.

### **4.3. Comparativo de Emissões**

A comparação entre inventários de emissões GEE de outros territórios envolve o emprego de abordagens e limites geográficos e operacionais diferenciados. Em nível nacional devem ser seguidos os preceitos do guia de diretrizes IPCC 2006, que pode apresentar algumas dificuldades para incorporação de todas as emissões, dependendo do caso.

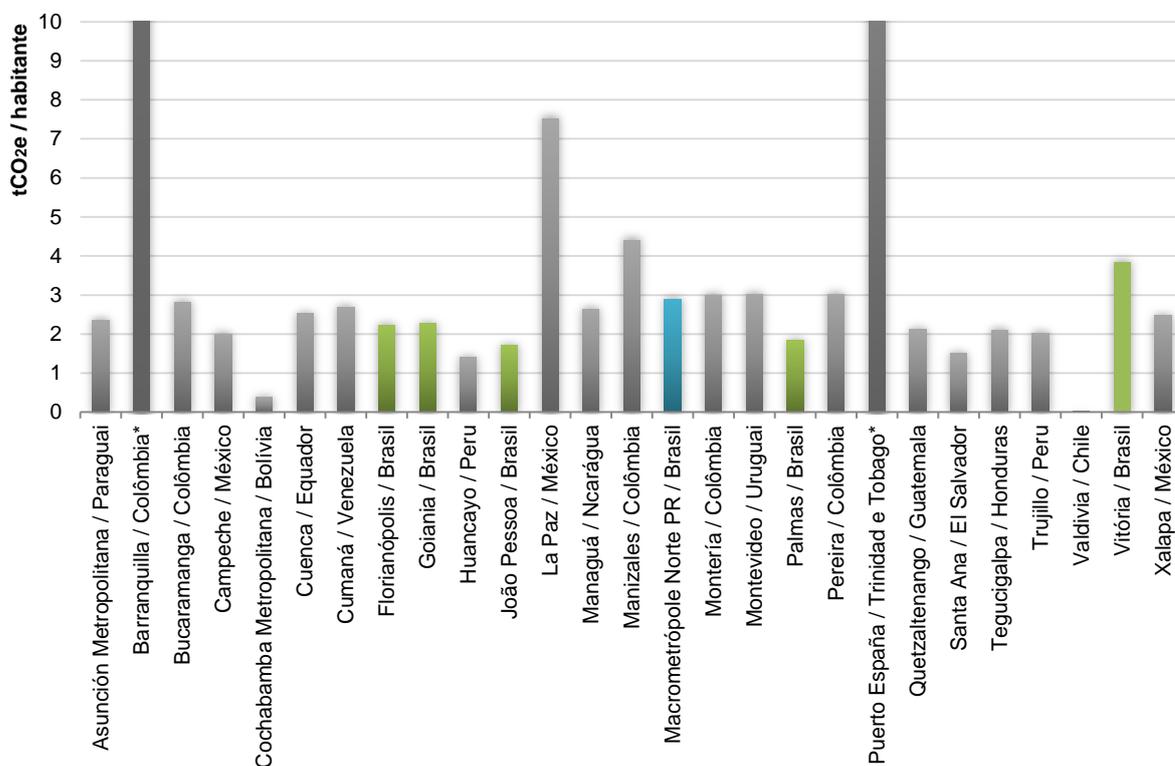
O protocolo GPC surgiu para atender uma demanda das cidades sobre a incorporação dos inventários de emissões GEE como prática administrativa. Com o emprego do protocolo, os três escopos de fontes de emissões GEE podem ser abordados com propriedade,

permitindo uma análise aprofundada da matriz de responsabilidades de emissões GEE. Por isso, territórios que aplicam o GPC podem estar apurando um número maior de fontes de emissões GEE dos que não utilizam o mesmo protocolo.

Ainda, inerente ao processo, existe a dificuldade de disponibilidade e obtenção de informações, o que pode prejudicar a compreensão exaustiva das fontes de emissão, podendo até impossibilitar comparações entre inventários.

Apresentadas estas variações, o gráfico a seguir relaciona a região de estudo com alguns municípios participantes da iniciativa ICES que também apuraram suas emissões GEE segunda a metodologia estipulada pelo GPC. Nesta comparação, observa-se que a região de estudo apresenta o 11º total de emissões GEE mais alto entre os casos apresentados.

**Figura 4.5 – Comparativo de emissões baseadas no GPC**



\* Os municípios de Barranquilla e Puerto España possuem emissões de 81 e 27,9 tCO<sub>2</sub>e/hab.

Fonte: Adaptado de BID, 2018.

#### 4.4. Adaptação e Mitigação

O Acordo de Paris, iniciativa mais recente no âmbito da mobilização mundial para a diminuição da emissão de gases GEE e enfrentamento das mudanças climáticas, reconheceu as estratégias de adaptação, mitigação e finanças como componentes-chave deste desafio global (Art.2), sendo que os mesmos devem ser apoiados pelo fortalecimento de capacidades (Art. 11). As estratégias de adaptação servem para as mudanças que já

ocorreram e são irreversíveis, as de mitigação buscam diminuir a concentração de GEE na atmosfera e com isso o tamanho da mudança. As finanças, por sua vez, têm como objetivo tornar os fluxos financeiros compatíveis para o desenvolvimento dessas ações.

Sendo as ações de adaptação as mais urgentes em alguns países, a mesma é abordada de forma mais recorrente. Ainda, segundo o Acordo, a adaptação deve estar alicerçada em três eixos principais: melhoria da capacidade adaptativa; fortalecimento da resiliência; e, redução da vulnerabilidade, por meio da transferência de tecnologia, financiamentos internacionais e suporte de capacitação para adaptação. Particularmente, a capacitação tem um papel importante no âmbito do Acordo de Paris, sendo orientada pelos países desenvolvidos, que devem contribuir para o aumento da capacidade dos países em desenvolvimento em realizar ações efetivas de mudança climática e facilitar o acesso ao financiamento climático (Art. 11).

Nesse sentido, em 2001 foi lançado o Fundo de Adaptação cujo objetivo é apoiar projetos de adaptação e aumento de resiliência em comunidades vulneráveis de países em desenvolvimento, englobando ações na gestão costeira, agricultura, gestão da água, desenvolvimento urbano e rural e redução do risco de desastres. Este fundo tem como base os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e trabalha com uma estratégia denominada *Medium-Term Strategy of the Adaptation Fund (MTS)* focada em três pilares estratégicos e quatro temas transversais, conforme a figura a seguir:

**Figura 4.6 – Fundamentos da estratégia de adaptação MTS**



Fonte: Consórcio Cobrape-Urbtec, 2018.

Desde 2010, o Fundo de Adaptação destinou US\$ 462 milhões para apoiar 73 países, com quase 5,5 milhões de beneficiários diretos e atua de forma a intensificar a ação. Para as comunidades mais vulneráveis, a MTS sugere uma meta de recurso anual no valor de US\$ 100 milhões para os anos de 2018 a 2020, alinhando de forma mais precisa as metas anuais de mobilização de recursos do Fundo para atender à crescente demanda por financiamento de projetos de adaptação. Além disso, prevê flexibilidade para ajustar as metas ainda mais, com o intuito de acomodar possíveis aumentos adicionais na demanda, visto que comunidades mais vulneráveis e países em desenvolvimento enfrentam o imediatismo do aumento do nível do mar, de temperaturas, inundações, secas e tempestades que colocam em risco populações inteiras, formas de vida e ecossistemas.

Segundo o IPCC, as evidências mostram que os impactos das mudanças climáticas na América Latina e no Caribe já são significativos e provavelmente serão mais intensos no futuro. São esperados impactos importantes nas atividades agrícolas, água, biodiversidade, aumento do nível do mar, florestas, turismo, saúde e cidades (IPCC, 2014), o que resultaria em impactos diretos sobre o meio ambiente. No âmbito socioeconômico, caso a elevação da temperatura média global alcance o patamar de 2,5° C, será necessário utilizar de 1,5% a 5% dos PIBs para remediação dos impactos climáticos nos países da América Latina e Caribe (CEPAL, 2014), o que traria diversos desdobramentos sobre as economias afetadas, e por consequência, às sociedades.

O Brasil, frente a essa conjuntura, tem como objetivo geral promover a gestão e a redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos associados à mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura baseando-se em três objetivos específicos e 15 metas:

- Ampliação e disseminação do conhecimento científico, técnico e tradicional (produção, gestão e disseminação de informação sobre o risco climático);
- Coordenação e cooperação entre órgãos públicos e a sociedade civil; e,
- Identificação e proposição de medidas para promover a adaptação e a redução do risco climático.

Nesse sentido, foram aprovados os Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima (Lei 12.187/2009 e Decreto 7.390/2010), Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) e no Cerrado (PPCerrado); Plano Decenal de Energia (PDE); Plano de Agricultura de Baixo Carbono (Plano ABC); Plano Setorial da Indústria de Transformação (Plano Indústria); Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono (PMBC); Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima (PSTM); Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação; Plano de redução de emissões da Siderurgia, e o Plano Nacional de Adaptação (PNA) à Mudança do Clima (Portaria 150/2016).

Além das medidas de adaptação, se faz fundamental aplicar ações que visem a mitigação dos GEE emitidos pela região de modo que a Metrópole Paraná Norte venha a contribuir com a desaceleração das mudanças no clima. Ressalta-se que este entendimento está inerente à vertente sustentável embutida no Plano ora em desenvolvimento.

Assim, com vistas ao conceito do “financiamento climático”, e frente aos cenários a serem construídos, que levarão em consideração as mudanças climáticas, serão propostas (Etapas 3 e 4) medidas de adaptação e/ou mitigação relevantes à Metrópole Paraná Norte, que

possam ultrapassar os limites das mudanças climática e, em alguns casos, gerem resultados positivos em outras dimensões do Plano devido à sinergia e/ou efeito cascata que tais ações geralmente apresentam. Algumas podem ser previamente elencadas, como a substituição das práticas agrícolas agressivas ao meio ambiente pelo plantio direto, florestamento e reflorestamento e, criação de corredores de biodiversidade. Estas medidas podem contribuir positivamente com o balanço hídrico quantitativo e qualitativo da região, com problemas de erosão e assoreamento, com o turismo, bem como com a economia, através de geração de empregos, renda e redução da demanda de tratamento de água, por exemplo. Já ações relativas aos transportes, como a implantação de trens ou BRTs, implantação de ciclovias, sistemas de monitoramento e gestão inteligentes do trânsito, são opções com potencial de redução de emissões que podem resultar em maior conforto e qualidade de vida, melhoria da qualidade do ar, saúde pública, menor tempo de locomoção em viagens intra e intermunicipais, entre outros.

Ressalta-se ainda que todas estas opções podem gerar créditos de carbono para serem vendidos em seus respectivos mercados que, por sua vez, estão retomando um valor atrativo para a tonelada de carbono, especialmente na Europa. Outra opção válida diz respeito à implementação de uma plataforma de *cap and trade* regional de emissões, o que poderia favorecer municípios de menor porte ou que venham a promover a preservação ambiental em seu território.

#### **4.5. Qualidade do ar**

A conceituada revista médica *The Lancet* publicou um editorial sobre os impactos que o aumento de temperatura e as ondas de calor exercem sobre a saúde humana. Com o advento das mudanças climáticas, as ondas de calor devem ser cada vez mais frequentes em todo o planeta, e tendem a intensificar os problemas respiratórios, exacerbados pelo calor, pela poluição e, como está se tornando comum em certas regiões, pela fumaça dos incêndios florestais. Dentre as primeiras complicações, pode-se citar a asma e alergias sazonais. Situações mais graves como a ocorrência de DPOC (doença pulmonar obstrutiva crônica) leves e moderadas tendem a aumentar exponencialmente em ondas de calor no hemisfério norte, superlotando o sistema de saúde, como na Inglaterra, por exemplo. Além disso, a inalação de fumaça de incêndios florestais pode ter consequências respiratórias agudas e de longo prazo (*The Lancet*, 2018).

Além dos altos níveis de material particulado, as emissões de transportes e industriais aumentam a presença de ozônio na troposfera, camada da atmosfera na qual vivemos. O aumento da concentração deste gás na superfície terrestre afeta diretamente o sistema respiratório dos seres vivos, devido à sua extrema capacidade oxidativa, que provoca a degradação e danificação dos tecidos dos órgãos internos, levando à diminuição da resistência orgânica às infecções respiratórias e à inflamação pulmonar, além de causar o envelhecimento precoce da pele. Ademais, prejudica plantas e afeta sua capacidade de absorver dióxido de carbono, lesando tanto áreas de vegetação natural, catalisando o aquecimento global, quanto áreas de agricultura e pastagem, podendo gerar prejuízos econômicos. Ressalta-se que a maior parte do ozônio deve estar alocada na estratosfera, tendo em vista que exerce um papel fundamental na filtragem dos raios ultravioleta emitidos pelo Sol que atingem a Terra.

Assim, o material particulado e o ozônio são os principais responsáveis pelas exacerbações de doenças respiratórias relacionadas ao calor, além de suas implicações normais. Os residentes das grandes cidades são os mais afetados pelas ondas de calor devido às “ilhas de calor” urbano, falta de espaço verde e pior qualidade do ar. Em 2003, a onda de calor que afetou a Europa, por exemplo, aumentou a taxa de mortalidade em 17% na Inglaterra e no País de Gales como um todo, mas em Londres essa taxa alcançou uma elevação de 40%, relacionada à urbanização da cidade (*The Lancet*, 2018).

## 5. EVENTOS CRÍTICOS

### 5.1. Introdução

Por definição, são chamados de desastres naturais os danos e prejuízos causados a uma determinada sociedade, excedendo a sua capacidade de resiliência e convívio com tais impactos, ocasionados por fenômenos naturais. (INPE, 2008)

Em outras palavras, os desastres naturais acarretam impactos significativos sobre a sociedade e sua infraestrutura instalada, gerando prejuízos sociais, relativos às vidas perdidas ou afetadas, e prejuízos econômicos, quando a infraestrutura local é danificada pela ação do evento natural.

Segundo uma publicação no jornal de veiculação internacional *The Economist*, em maio de 2018, mais de 30 milhões de pessoas tiveram que abandonar suas habitações após ocorrência de desastres naturais ou ondas de violência no ano de 2017. Isto equivale a aproximadamente 80.000 pessoas abandonando seus lares diariamente, sendo a principal causa destes deslocamentos, os desastres naturais. Na década passada aproximadamente 2,5 milhões de pessoas tiveram que se mudar devido a tempestades, inundações e fome.

O impacto socioeconômico, efetivo ou potencial, que um evento natural pode causar em determinada localidade ou região é relativo à resiliência do sistema social afetado, ou seja, a capacidade da população a resistir ao desastre. Em suma, os desastres ocorrem quando os perigos se encontram com a vulnerabilidade.

Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os desastres naturais podem ser classificados quanto às suas diferentes naturezas, podendo ser:

- Biológico: epidemias, infestações por insetos, ataques animais;
- Geofísico: terremotos, vulcões, movimentos de massa sem água;
- Climatológico: secas, temperaturas extremas, incêndios;
- Hidrológico: inundações, movimentos de massa com água; e
- Meteorológico: tempestades.

Do ponto de vista da segurança hídrica, este capítulo tem por objetivo caracterizar e avaliar os eventos naturais de cunho climatológico e hidrológico, mais especificadamente as secas e inundações ocorrentes no Estado do Paraná. Tais eventos, mesmo que antagônicos, têm se destacado no cenário nacional ao longo dos últimos anos, sendo dada grande ênfase na região Sul. No Estado do Paraná, a situação não é diferente, onde se percebem severos impactos socioeconômicos, como por exemplo, o número de pessoas desabrigadas por enchentes, ou ainda a queda das produções agrícolas devido a longos períodos de seca.

Ainda sobre esta questão paira o advento das mudanças climáticas, cuja hipótese de ocorrência já é amplamente aceita no meio científico e tende a intensificar eventos críticos em todo o mundo, alterar temperaturas, precipitações e ciclos hidrológicos locais ou regionais, tornar algumas regiões mais secas e outras mais chuvosas, elevar o nível médio do mar, entre outras alterações climáticas com potenciais impactos ainda desconhecidos.

Portanto, a fim de dar um primeiro passo rumo à preparação e adaptação do Estado aos diversos cenários que abrangem as questões hídricas, o Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável voltado ao Norte do Paraná busca em primeiro momento a caracterização e avaliações dos processos atualmente ocorrentes em seu território, para

posteriormente projetar sobre essa avaliação algumas hipóteses que permeiam a segurança hídrica estadual.

## 5.2. Alagamentos, inundações e enxurradas

Muitas vezes confundidas com fenômenos semelhantes, as inundações possuem uma definição diferenciada de cheias, enchentes ou alagamentos. Segundo a 5ª edição do Glossário de Defesa Civil: Estudos de Riscos e Medicina de Desastres, as corretas definições para tais eventos são:

- **Alagamentos:** água acumulada no leito das ruas e no perímetro urbano por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes;
- **Cheias:** elevação temporária e móvel do nível das águas de um rio ou lago;
- **Enchentes:** elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal; e
- **Inundações:** transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, ou acumulação de água por drenagem deficiente, em áreas não habitualmente submersas (DEFESA CIVIL, 2008).

As inundações, portanto, são os eventos onde a malha hidrográfica recebe uma vazão superior àquela que pode comportar em sua calha, extravasando água para suas áreas marginais, comumente conhecidas por planícies de inundação ou áreas de várzea.

Já os alagamentos não dependem de cursos de água para sua ocorrência, visto que significam um acúmulo de água em determinado ponto, geralmente urbano, onde a drenagem não consegue disseminar a água ali acumulada, e são usualmente ocasionados por precipitações intensas.

As cheias ou enchentes representam um aumento da vazão no rio, elevando o nível da água dentro da sua calha, contudo sem o transbordamento efetivo de água a partir de suas margens.

Assim, os eventos críticos que representam risco efetivo à população são as inundações e alagamentos. Enquanto as inundações são processos naturais que podem ser agravados por ações antrópicas e possuem maior extensão e duração, os alagamentos são ocasionados por deficiência da infraestrutura urbana, além de apresentarem menores áreas atingidas e tempo de duração.

Para estudar o comportamento destes fenômenos no território nacional, o governo federal desenvolve algumas frentes de estudos e obtenção de dados em parceria com a Defesa Civil federal e os níveis estaduais, além de envolver outros órgãos voltados ao planejamento, infraestrutura, meio ambiente, entre outros. As principais ações são descritas a seguir.

### 5.2.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

O Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em parceria com o Ministério da Integração Nacional (MI) e a Secretaria Nacional de Defesa Civil, elaborou o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que compilou as informações sobre eventos críticos em todo o território brasileiro para o período que compreende os anos entre 1991 e 2012, em sua primeira versão, e posteriormente (2013) expandiu sua base de informações expandindo o período analisado. O Atlas também

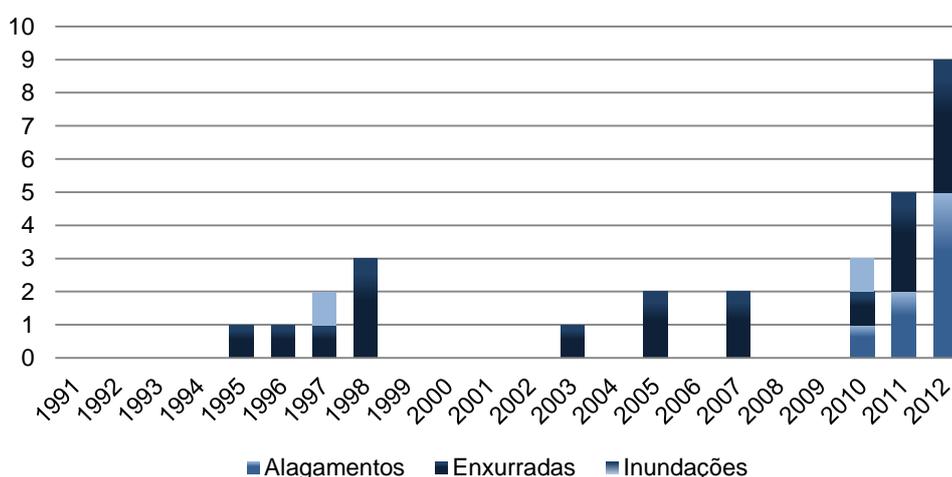
foi subdividido por estados, sendo possível assim analisar o histórico dos municípios do Estado do Paraná individualmente.

Segundo o Atlas, foram levantados para o Estado do Paraná 158 registros oficiais de inundações excepcionais caracterizadas como desastre, entre os anos de 1991 e 2012, sendo Ibiporã e Jataizinho os únicos municípios a registrar esse tipo de ocorrência, em 2010 e 1997, respectivamente. Os demais municípios não apresentaram ocorrência.

Já os alagamentos ocorreram, ou foram registrados oficialmente, com maior frequência que as inundações, totalizando 8 eventos ao longo do período levantado, principalmente em Maringá, cuja série histórica soma 3 eventos. Quanto a esses dados, embora constem nas estatísticas, infere-se que sua maior ocorrência seja em áreas urbanas.

Por fim, as enxurradas representam o maior número de ocorrências registradas no período levantado, totalizando 19 eventos, principalmente em Apucarana (6), Jataizinho (4) e Londrina (4). Neste caso, torna-se oportuno destacar o caso de Apucarana devido à influência que o Rio Pirapó pode exercer sobre a cidade, provocando impactos decorrentes da enxurrada. Também merece atenção o município de Jataizinho, que por ter sua área urbana circundada pelo rio Tibagi, pode ter auxiliado na intensificação do fenômeno das enxurradas na região. Outro caso especial e que demanda atenção é o município de Londrina, pois sua área urbana é cortada pelos ribeirões do Cafezal, Esperança, e o Cambé, sendo que este último passa por uma boa parte da cidade. A intensa urbanização das cidades ocorrida nos últimos anos pode também ter contribuído para o aumento das enxurradas. A distribuição do total de ocorrências de alagamentos, inundações e enxurradas por município pode ser observada no gráfico a seguir.

**Figura 5.1- Frequência anual de registros de desastres por alagamentos, enxurradas e inundações**



**Fonte: UFSC, 2013.**

A distribuição ao longo dos anos dos eventos catalogados demonstra um salto de ocorrências no ano de 2010, quando, segundo a publicação, as precipitações chuvosas se apresentaram acima das médias históricas do período precedente.

Conforme disposto no Atlas, o ano de 1997 foi um dos mais representativos com relação aos desastres relacionados a inundações no Estado, totalizando 23 eventos. Isto ocorreu

devido à ocorrência do fenômeno *El Niño* entre 1997 e 1998, considerado o mais intenso desde o início dos acompanhamentos, responsável pelas chuvas intensas no período. Embora não tenham sido registrados casos de inundação para a região que abrange os municípios da Metrópole Paraná Norte, o ano de 1992 também foi bastante influenciado pelo fenômeno *El Niño*, tendo sido registrados 34 eventos de inundações no Estado.

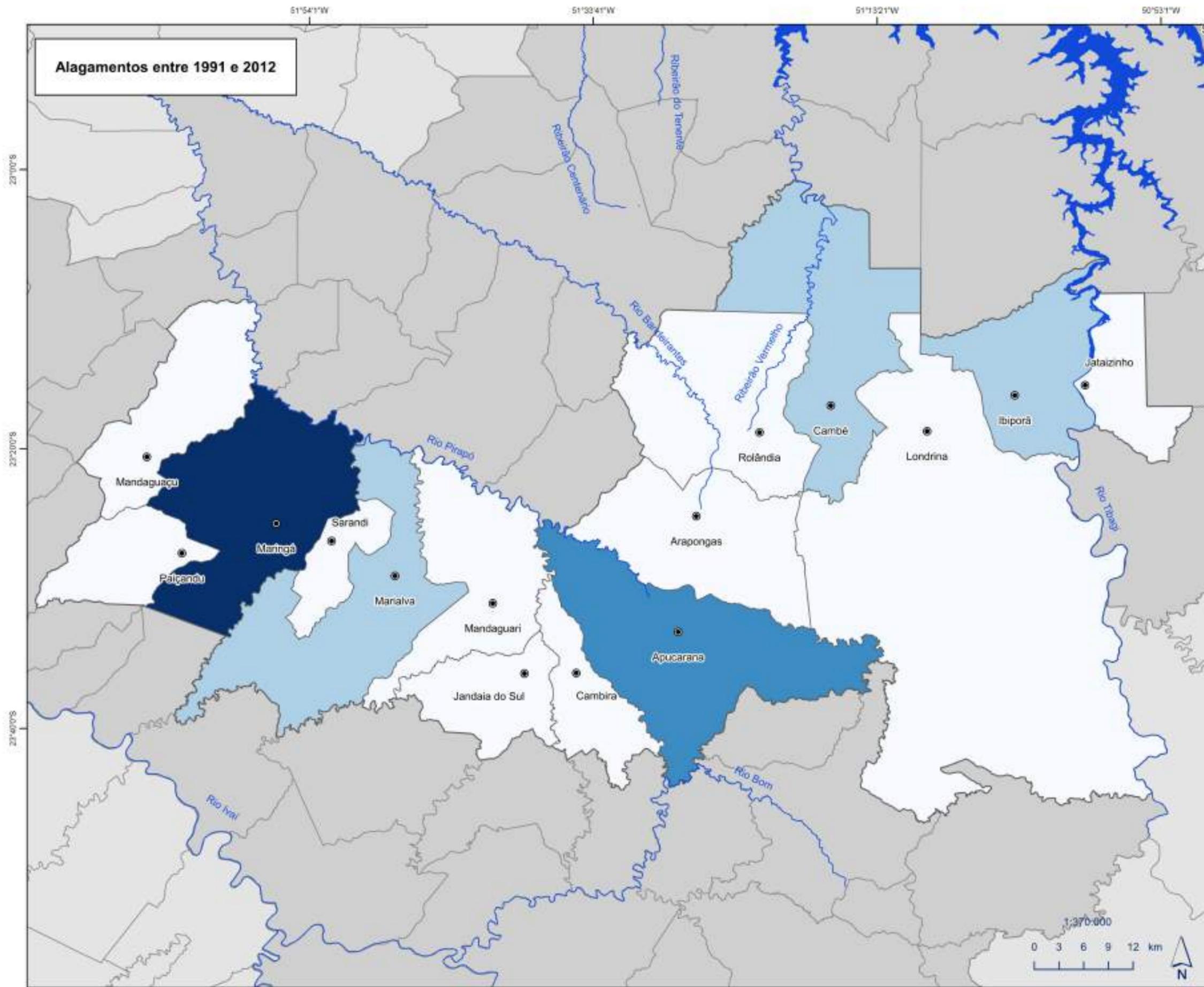
Com relação aos alagamentos, no período de 1991 a 2012 foram registrados oficialmente 109 eventos no Estado do Paraná. Pode-se observar, por meio da Figura 5.1, que ocorreram desastres acima da média para a região em estudo no período de 2010 a 2012. A ocorrência do fenômeno *El Niño* (fraco) entre 2009 e 2010 contribuiu para a ocorrência de precipitações mais intensas e volumosas. Em 2010, o elevado número de desastres se deu pelo volume de chuvas acima da média no mês de janeiro. Em 2012, período com o maior número de ocorrências na região, foi caracterizado por variações de chuvas acima da normal climatológica para a região Sul. Estes fatores climatológicos, associados com a crescente urbanização dos municípios, podem ter contribuído para o aumento dos eventos de alagamentos entre 2010 e 2012.

Em termos totais, foram registrados dois casos de inundações entre 1991 e 2012, sendo um deles em Jataizinho e o outro em Ibiporã. Com relação aos alagamentos, dos 8 eventos registrados para o período, todos ocorreram entre os anos de 2010 e 2012, merecendo destaque os municípios de Apucarana e Maringá, que juntos somaram 5 eventos. Eventos isolados de alagamentos ocorreram em Cambé, Ibiporã e Marialva.

No que tange as informações sobre enxurradas, os municípios de Apucarana, Jataizinho e Londrina foram os que mais registraram casos entre 1991 e 2012, contabilizando 14 de 19, correspondendo a 74% das ocorrências registradas para o período. O município de Apucarana foi o que apresentou maior número de eventos, 6 ao todo, seguido dos municípios de Jataizinho e Londrina, cada um contabilizando 4 ocorrências.

Sobre esse evento, cabe destacar também os danos humanos relacionados aos eventos extremos de enxurradas. Segundo o Atlas, Apucarana teve 90% da população afetada por este evento crítico em 2002. Em 2011, o mesmo evento afetou 80% da população. No ano de 2002 as enxurradas em Apucarana afetaram 107.819 pessoas não havendo informações sobre o número de desabrigados e desalojados. Em 2005 o município de Apucarana registrou um total de 40 desabrigados, 300 desalojados, 2 mortes e um total de 98.700 afetados. O município de Londrina registrou 61 desabrigados, uma morte e 150.000 afetados. Segundo o Atlas, os eventos de enxurradas podem estar intimamente associados com a redução da capacidade de infiltração associada à urbanização descontrolada, frequentes em muitos centros urbanos. Apesar da elevada frequência de eventos de enxurradas em várias regiões do Estado poucos estudos tem sido desenvolvidos.

A Figura 5.2 e a Figura 5.3 apresentam o número de alagamentos e enxurradas ocorridos nos municípios da Metrópole Paraná Norte entre 1991 e 2012.



**Alagamentos entre 1991 e 2012**

**Legenda**

**Número de Alagamentos**

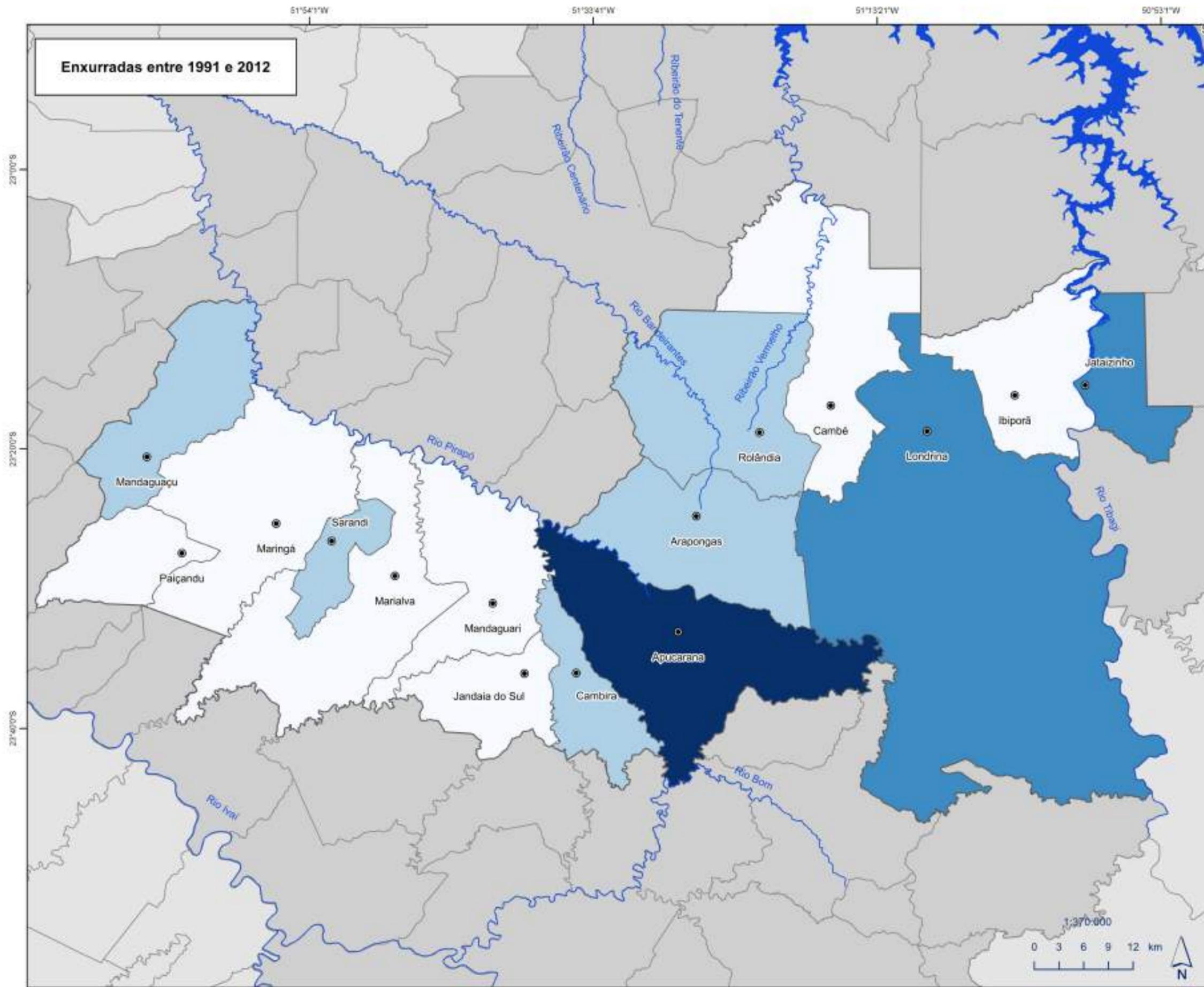
- 0
- 1
- 2
- 3

Fonte: UFSC, 2013.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Resenetório

Datum: SIRGAS 2000.



Fonte: UFSC, 2013.



Além de desastres envolvendo chuvas intensas, no período de 1991 a 2012 também foram verificados dois eventos de secas e estiagens no município de Cambira, em 2011 e 2012, e em Marialva, em 2012. Segundo o Atlas, o número de eventos de secas e estiagens aumentou no Estado do Paraná a partir de 2005 o que pode estar relacionado com alterações climáticas associadas ao relevo ou por falta de registros oficiais de eventos que supostamente poderiam ter acontecido.

O Atlas indica que os registros de ocorrência de desastres aumentaram 1,96 vezes na última década em relação à década passada. Contudo, os seus autores ressaltam que não se pode afirmar se houve um aumento de ocorrências de fenômenos naturais, a partir de 2001, na mesma proporção que houve um aumento do registro de desastres, indicando que o aumento destes registros pode estar relacionado com aperfeiçoamento na coleta de dados ao longo dos anos.

Os autores do Atlas afirmam ser importante registrar que durante a análise dos dados coletados foram identificadas algumas limitações da pesquisa e que estas não comprometeram o trabalho e contribuem muito para ampliar o “olhar” dos gestores públicos com relação às lacunas presentes no registro e no cuidado da informação sobre desastres. Destacam entre as limitações a clara observação de variações e de inconsistências no preenchimento de danos humanos, materiais e econômicos.

Ainda é afirmado que as inconsistências encontradas retratam certa fragilidade histórica do sistema nacional de defesa civil, principalmente pela ausência de profissionais especializados em âmbito municipal e pela falta de unidade e de padronização das informações declaradas pelos documentos de registros de desastres.

Apesar de não poder assegurar a relação direta entre registros e ocorrências, o Atlas permite uma série de importantes análises, ao oferecer informações – nunca antes sistematizadas – que ampliam as discussões sobre as causas das ocorrências e intensidade dos desastres.

É concluído que nos municípios da Metrópole Paraná Norte existe incidência de duas tipologias fundamentais de desastres, enxurradas, alagamentos e inundações, que possibilitam verificar a sazonalidade e recorrência, e assim subsidiar os processos decisórios para direcionar recursos e reduzir danos e prejuízos, assim como perdas humanas.

### **5.2.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)**

A partir de 2013, para continuar o processo de catalogação e agilizar o processo de comunicação de eventos extremos, o Ministério da Integração Nacional (MI) organizou um portal eletrônico on-line denominado Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID), que visa informatizar o processo de transferência de recursos a grupos impactados por desastres naturais, dinamizando o processo de relato e organizando uma base de dados nacional sobre o tema.

Portanto, o processo de relato de ocorrência de eventos críticos e seus impactos passou a ser *on-line* a partir de 2013, possibilitando assim o complemento das informações dispostas no Atlas até o momento presente.

Segundo as informações dispostas no sistema, no período de 2013 a 2018, dos municípios englobados no Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável voltado ao Norte do Paraná, houve 24 registros de alagamentos e 1 registro de inundação para a região. Entre

os municípios com maior número de ocorrências de alagamentos estão Apucarana, com 5 ocorrências e Londrina, também com 5 ocorrências, juntas totalizando 42% do total. Isto pode ser ocasionado pela ineficiência do sistema urbano de drenagem quando há ocorrência de chuvas volumosas. Cabe ressaltar que o maior número de eventos ocorreu no ano de 2015, 8 no total, havendo maior recorrência no município de Maringá, que contabilizou 3 eventos. O único evento de inundação para o período ocorreu em 2013, no município de Ibiporã.

No período de 2013 a 2018 foram contabilizadas 7.287 pessoas afetadas pelos eventos de alagamentos, sendo 6.457 apenas no município de Londrina.

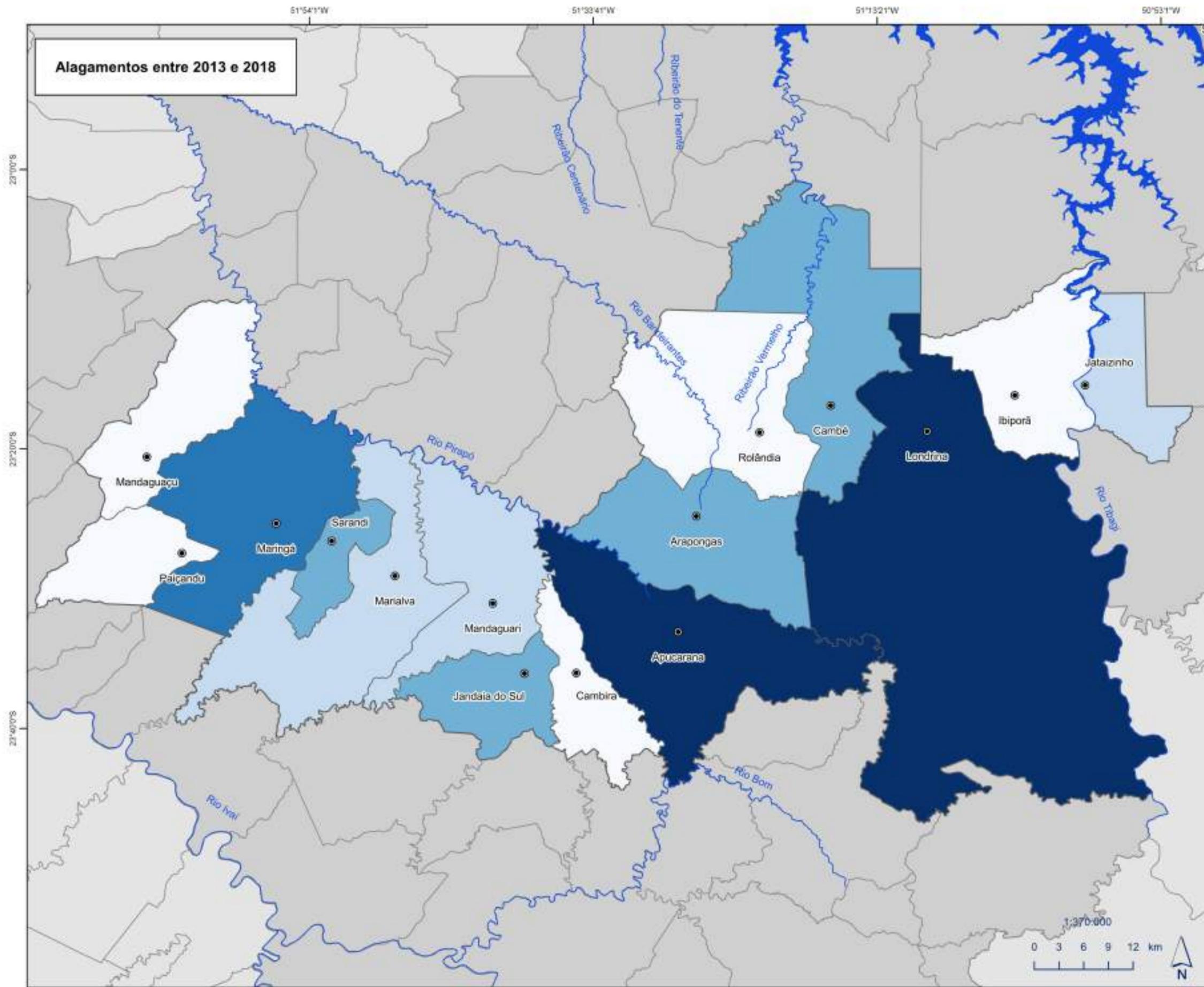
Com relação às enxurradas, para todo o período, foram apresentados 35 registros na região em estudo, chamando atenção para o fato de que 18 deles ocorreram em 2016. Entre os municípios mais afetados estão Londrina, com 5 registros e Maringá, com 4. Os municípios de Araongas, Cambé, Paiçandu, Rolândia e Sarandi contabilizaram 3 registros cada.

Cabe destacar que dos 162.972 afetados pelos eventos de enxurradas no período analisado, apenas no ano de 2016, foram contabilizados 139.349, demonstrando a gravidade dos eventos climáticos e tempestades ocorridas. O evento chuvoso que atingiu a maioria dos municípios contemplados neste Plano, em janeiro de 2016, causou muitos prejuízos e foi amplamente abordado pela mídia.

Com relação aos deslizamentos, consta no S2ID apenas 3 registros, sendo duas ocorrências em 2015 e uma em 2016. Os municípios afetados foram Araongas, Cambé e Londrina.

Ressalta-se que, para este levantamento, o número de afetados engloba feridos, enfermos, desabrigados, desalojados, desaparecidos e outros.

A Figura 5.4 e a Figura 5.5 apresentam o número de alagamentos e enxurradas ocorridos nos municípios da Metrópole Paraná Norte entre 2013 e 2018.



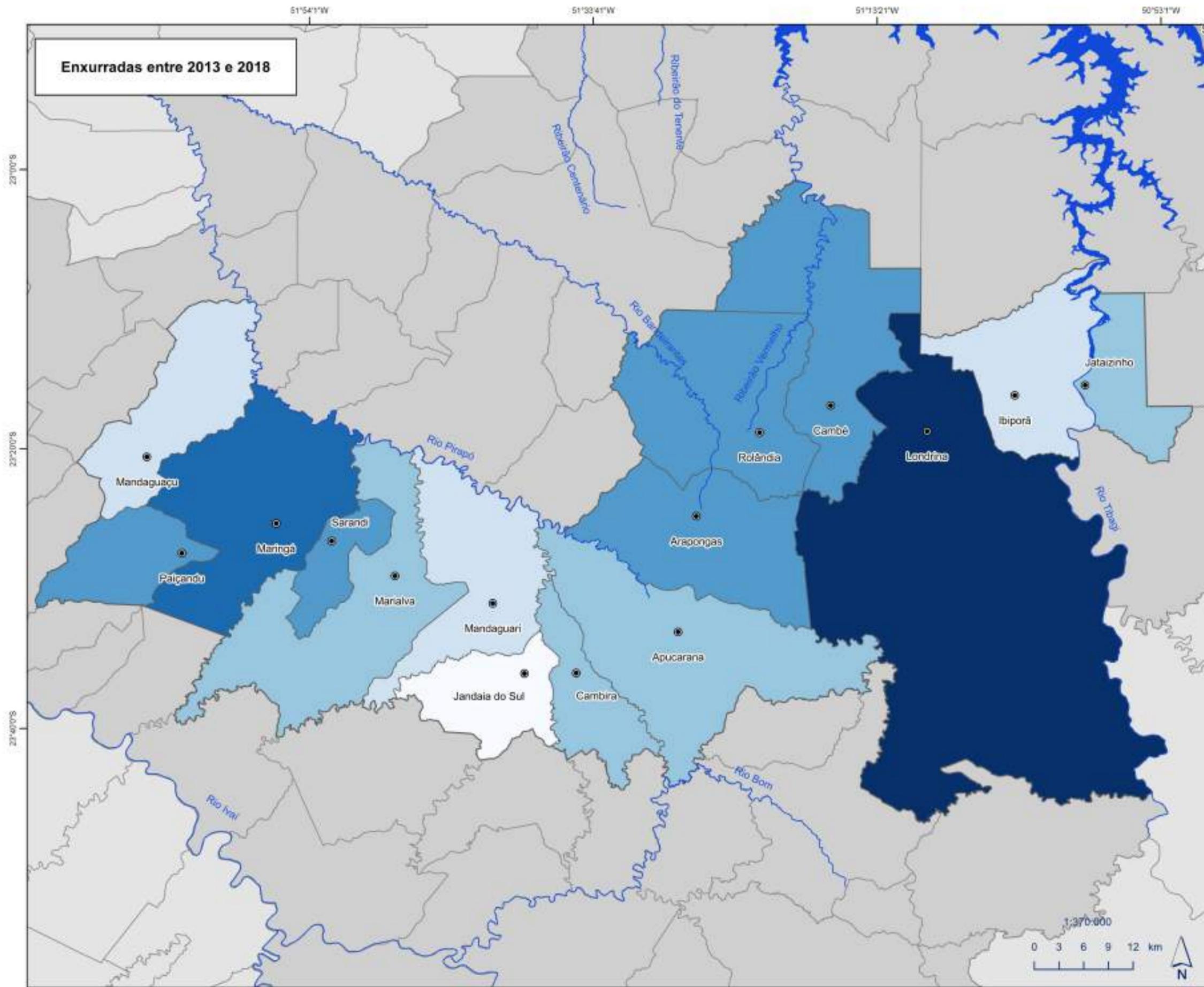
**Legenda**

- Número de Alagamentos**
- 0
  - 1
  - 2
  - 3
  - 5

Fonte: MI, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.



**Legenda**

**Número de Enxurradas**

- 0
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5

Fonte: MI, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Resenetório

Datum: SIRGAS 2000.

### 5.2.3. Atlas de Vulnerabilidade a Inundações

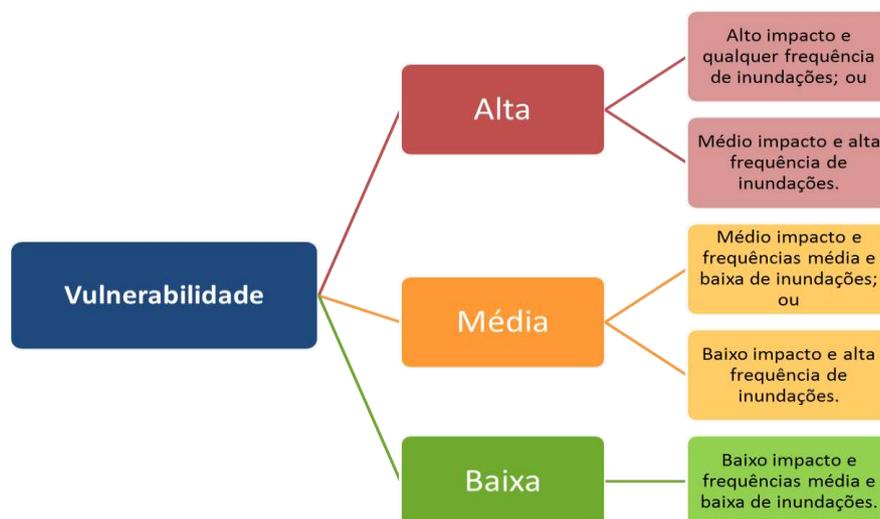
Em outra frente, o governo federal elaborou, através do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e da Agência Nacional de Águas (ANA), o Atlas de Vulnerabilidade a Inundações no ano de 2014. Este estudo identificou a ocorrência e os impactos das inundações graduais nos principais rios das bacias hidrográficas brasileiras, agrupando e consolidando em um único padrão, informações dos Estados, do Distrito Federal e da União.

A metodologia definida pelo estudo classifica os trechos de rios a partir de uma análise de vulnerabilidade. Essa, por sua vez, é composta por duas variáveis, impacto e ocorrência. O impacto das inundações foi considerado alto quando havia grande risco de dano à vida humana e danos significativos aos serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residências; médio quando os danos eram razoáveis aos serviços essenciais, instalações e obras de infraestrutura pública e residências; e baixo quando os prejuízos eram pequenos e pontuais.

Quanto à ocorrência, os critérios foram mais diretos, uma vez que foram classificados como de alto impacto nos trechos de rios onde as inundações ocorriam em intervalos de até 5 anos, médio impacto naqueles que se repetiam pelo menos a cada 10 anos, e baixo naqueles eventos acima desta frequência.

Por fim, a metodologia de categorização classifica cada trecho hidrográfico em alta, média ou baixa vulnerabilidade, segundo as considerações dispostas na figura a seguir:

Figura 5.6 – Classificação da Vulnerabilidade a Inundação



Fonte: ANA, 2014.

Como resultado, apresentado na Figura 5.7, a análise concluiu que para a região analisada apenas um trecho de rio apresentou alto grau de vulnerabilidade a inundações. Este trecho está localizado nas proximidades de Jataizinho, Ibiporã e Londrina, mais precisamente sobre um trecho do rio Tibagi.

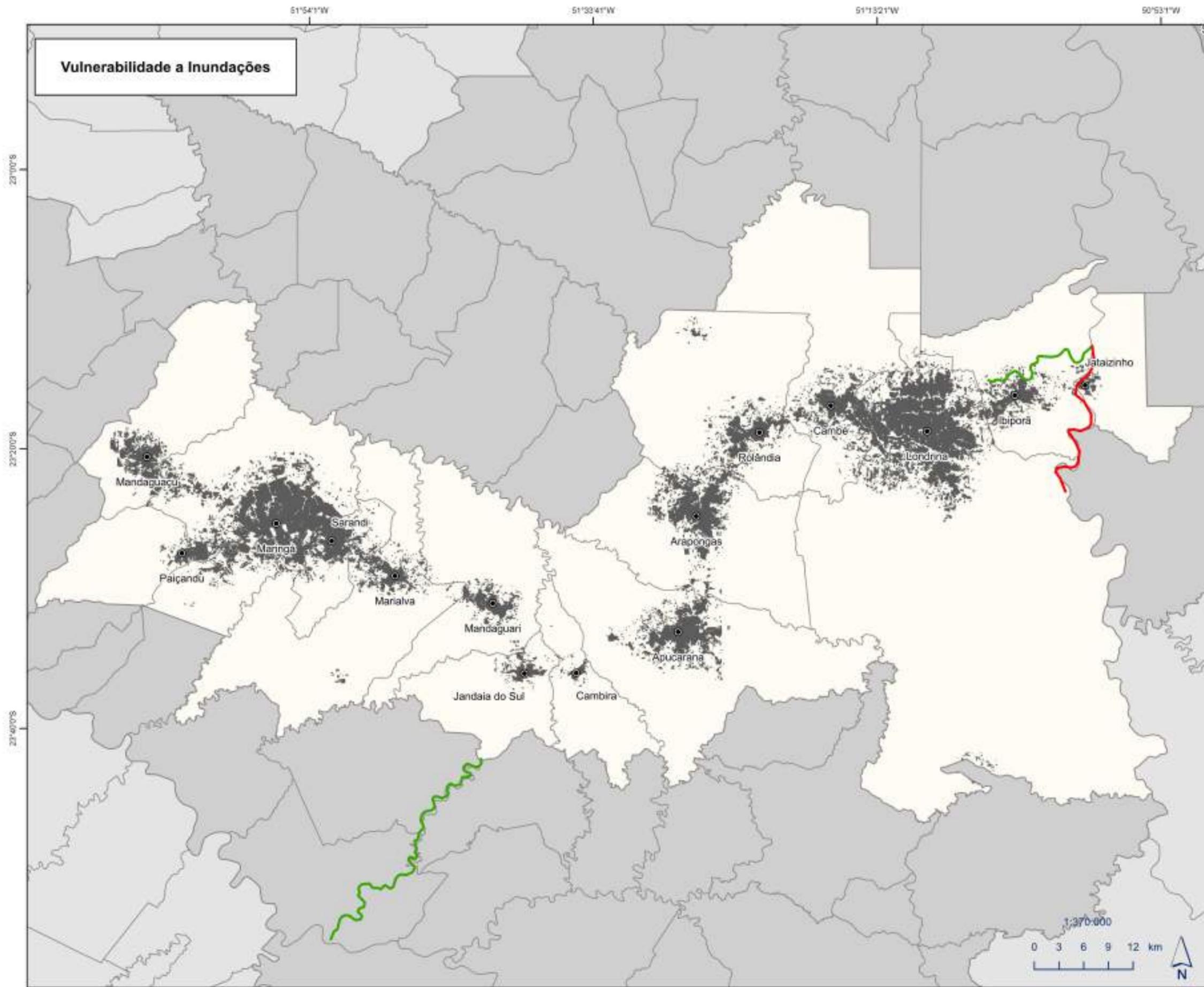
O rio selecionado, denominado Rio Tibagi, é o principal tributário da margem esquerda do rio Paranapanema e possui 550 km de extensão. Sua nascente está localizada na Serra das Almas, entre Ponta Grossa e Palmeira, a 1.100 m de altitude. À jusante deságua no reservatório da Usina Hidrelétrica de Capivara, no rio Paranapanema.

O município de Jataizinho apresenta ocorrências relacionadas a inundações desde antes do início das atividades da usina hidrelétrica de Capivara. Segundo SOUZA (2012), a cidade de Jataizinho destaca-se no que se refere à ocorrência de enchentes, pelos motivos a seguir:

- devido ao transbordamento natural do rio Tibagi para o leito maior, trecho marcado pela presença de ocupações irregulares, principalmente chácaras nas quais residem, na maioria, população de classe média. Dentre as áreas verificadas com ocupação irregular, destacam-se as áreas de várzea, fundos de vales e leitos de transbordamento, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP);
- devido ao fenômeno de remanso que ocorre dentro do perímetro urbano e é provocado um dos tributários do rio Tibagi, o Ribeirão Jataizinho, quando sofre aumento de nível. Este fenômeno atinge famílias de bairros carentes como o Frederico Lukarewisk e Vila Bernardes, causando grandes danos sociais e econômicos para o município;
- devido a características geomorfológicas de locais inundáveis e o regime pluviométrico da bacia do rio Tibagi.

Segundo o Atlas de vulnerabilidade, dois trechos na região metropolitana dos municípios da Metrópole Paraná Norte foram considerados de média vulnerabilidade. Estes trechos englobam os rios Corumbataí e Ariranha, o primeiro situado no trecho entre os municípios de Godoy Moreira, Barbosa Ferraz e Iretama; e o segundo, quase que totalmente no município de Ariranha do Ivaí. Estas são áreas podem ser consideradas de média vulnerabilidade dado ao fato de que a dinâmica das vazões dos rios não ser constante e sofrerem influência de precipitações de grande intensidade.

Dentro da área proposta para este estudo, foram identificados quatro trechos com “Baixa” vulnerabilidade a inundações. O Ribeirão Jacutinga, Ribeirão Cambará, Córrego Pindaúba e o rio Barra Preta.



**Vulnerabilidade a Inundações**

- Legenda**
- Trechos de Vulnerabilidade**
- Alta
  - Média
  - Baixa
- Fonte: ANA, 2014.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometrópole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Resenetório
- Datum: SIRGAS 2000.

#### 5.2.4. Defesa Civil do Paraná

A Defesa Civil do Estado do Paraná é o órgão responsável pela prevenção e proteção contra desastres, também sendo responsável por registrar os eventos críticos ocorridos durante os anos.

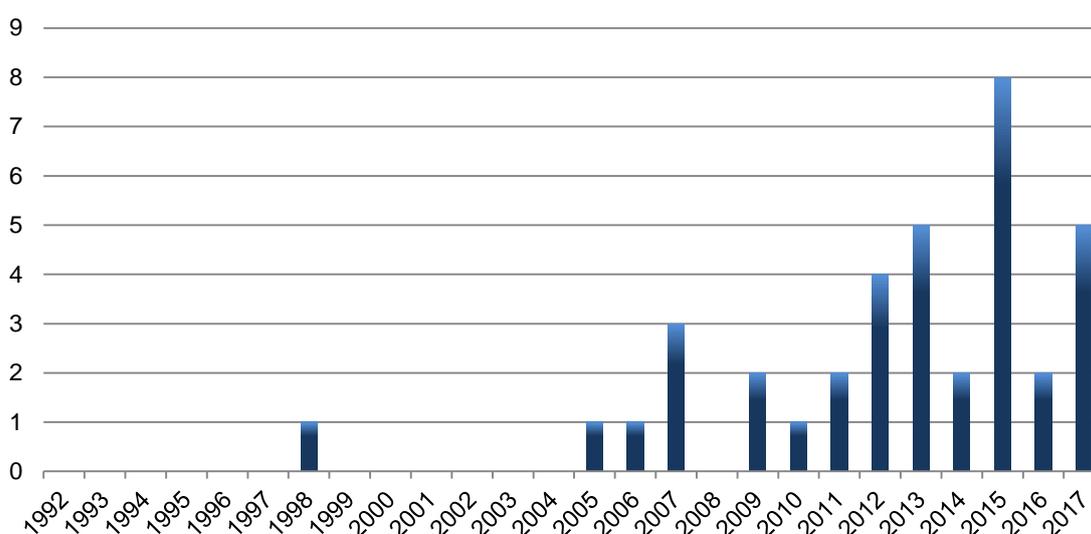
As informações foram coletadas para o período de 01/01/1992 a 31/12/2017, através de relatórios de ocorrências emitidos, por município, pelo banco de informações existentes no sistema da Defesa Civil (SISDC).

Segundo as informações dispostas no SISDC, no período de 1992 a 2017, dos quinze municípios que compõem o Plano da Metrópole Paraná Norte, todos apresentaram informações referentes ao número de pessoas afetadas por alagamentos, enxurradas, inundações e deslizamento e secas/estiagens.

Com relação aos alagamentos, no período de 1992 a 2017, foram registradas ao todo 37 ocorrências, sendo que os picos da série ocorreram em 2013, 2015 e 2017, com o registro de 5, 8 e 5 eventos para cada ano, respectivamente. Duas lacunas foram observadas, uma entre 1992 e 1997 e outra entre 1999 e 2004, em que nenhum evento foi registrado para qualquer um dos quinze municípios contemplados nesta análise. Para o ano de 2008 também não foram contabilizados eventos.

O município mais afetado por alagamentos foi o de Maringá, tendo sido registrados 7 eventos, sendo o município com a maior recorrência do evento. Merecem destaque também os municípios de Londrina, com 6 registros e o município de Apucarana, também com 6 registros. Juntos, os três municípios contabilizaram 19 ocorrências, mais que a metade de todos os eventos registrados para o período. Outros municípios também foram afetados: Arapongas, Cambé, Jandaia do Sul, Jataizinho, Mandaguaçu, Marialva, Paiçandu e Sarandi. Nota-se que com exceção de Jataizinho, que teve um evento registrado em 1998, todos os municípios apresentaram eventos de alagamento a partir de 2005.

**Figura 5.8 – Frequência anual de registros de alagamentos pela Defesa Civil**

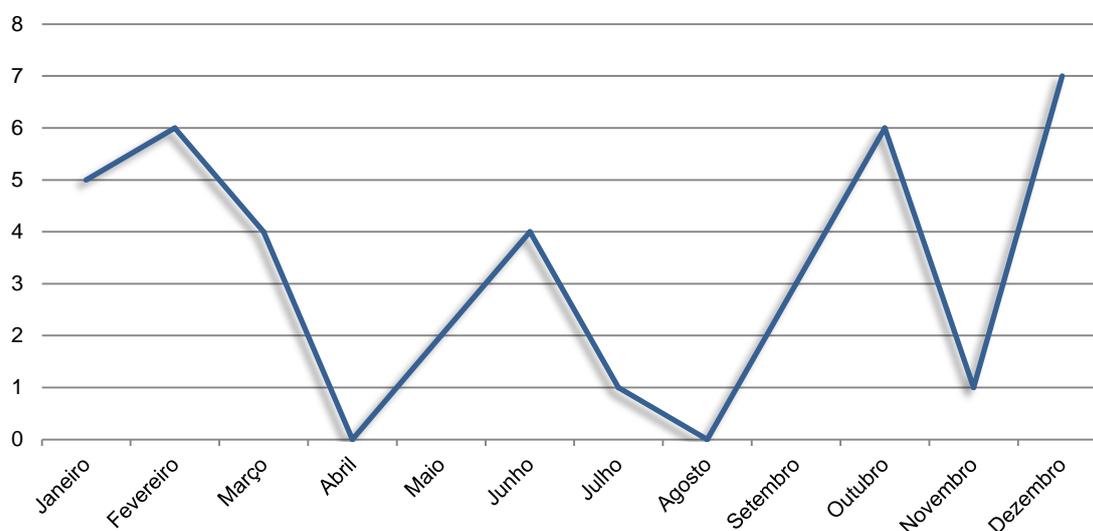


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.

Quanto à distribuição mensal da ocorrência de alagamentos, os dados apontam que Dezembro é o mês mais crítico, seguido pelos meses de fevereiro, outubro e janeiro, uma vez que 65% do total de eventos ocorrem nestes meses. O período de maior incidência está entre dezembro a março, antes da estação seca. Alguns eventos contabilizados em junho e outubro alteraram a estabilidade da curva. Para abril e agosto o total de eventos é nulo.

Foram contabilizados, ao todo, 19.539 afetados pelos eventos de alagamento, merecendo destaque o município de Apucarana, que em 2009, registrou 12.000 afetados, correspondendo a 61% do total. Para o município de Sarandi foi registrado 1 óbito no ano de 2012.

**Figura 5.9 – Frequência mensal de registros de alagamentos pela Defesa Civil**

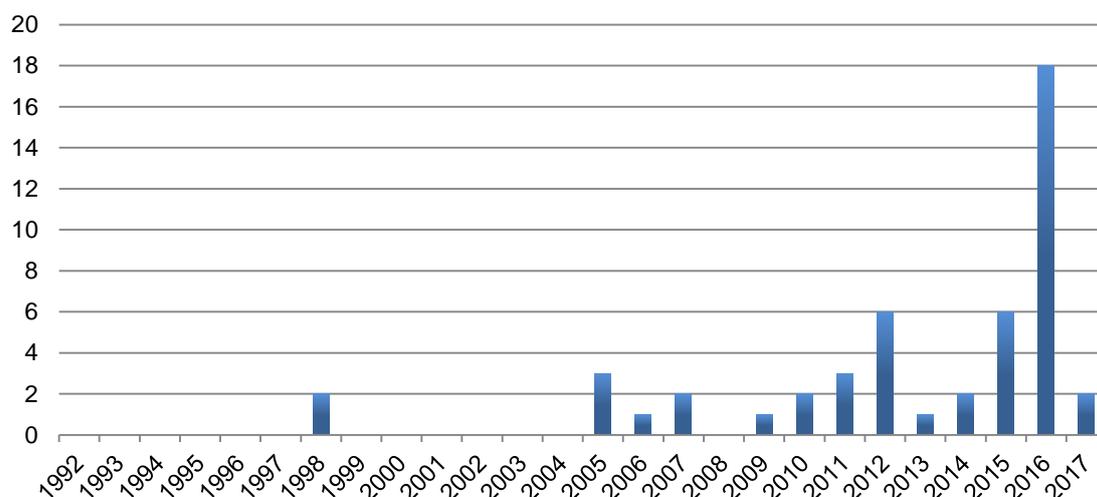


**Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.**

No que diz respeito às enxurradas, no período de 1992 a 2017, foram registradas ao todo 49 ocorrências, sendo que os picos da série ocorreram em 2012, 2015 e 2016, com o registro de 6, 6 e 18 eventos para cada ano, respectivamente. Duas lacunas foram observadas, uma entre 1992 e 1997 e outra entre 1999 e 2004, em que nenhum evento foi registrado para qualquer um dos 15 municípios contemplados nesta análise. Para o ano de 2008 também não foram contabilizados eventos.

O município mais afetado pelas enxurradas foi o de Londrina, tendo sido registrados 8 eventos, sendo o município com a maior recorrência do evento. Merecem destaque também os municípios de Arapongas, com 7 registros e o município de Jataizinho, com 6 registros. Juntos, os três municípios contabilizaram 21 ocorrências, correspondendo cerca de 43% de todos os eventos registrados para o período. Com exceção do município de Jandaia do Sul, todos os outros municípios apresentaram pelo menos uma ocorrência durante o período da análise.

**Figura 5.10 – Frequência anual de registros de enxurradas pela Defesa Civil**



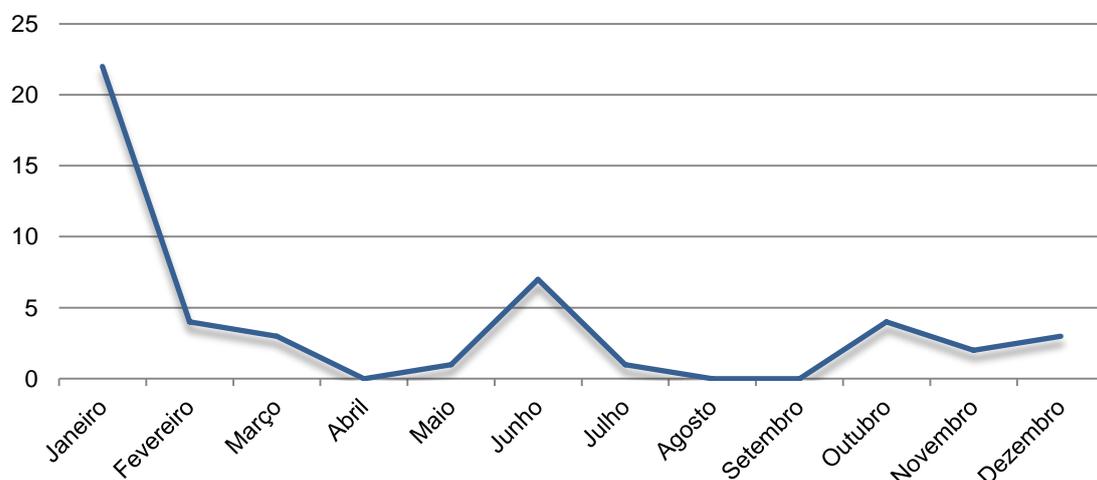
Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.

Em se tratando da distribuição mensal da ocorrência de enxurradas, os dados mostram que Janeiro é o mês crítico, uma vez que 47% do total de eventos ocorreram neste mês, e que o período de maior incidência foi de dezembro a abril, contabilizando 32 eventos. Mais uma vez foram registradas ocorrências para os meses de junho e outubro, apesar de fazerem parte do período seco. Para abril, agosto e setembro o total de eventos foi nulo.

Foram contabilizados, ao todo, 425.957 afetados pelos eventos de enxurrada, merecendo destaque o município de Londrina, que registrou 205.213 afetados, correspondendo a 48% do total. Outros municípios bastante afetados pelas enxurradas foram Apucarana (101.885), Maringá (45.244), Rolândia (38.968) e Jataizinho (20.850). Foram registrados 5 óbitos por enxurradas para os municípios de Apucarana, Jataizinho e Londrina, em anos diferentes.

Merece destaque o fato do ano de 2016 ter registrado o maior número de afetados por enxurradas 158.800, ao todo, correspondendo à 37% do total

**Figura 5.11 – Frequência mensal de registros de enxurradas pela Defesa Civil**

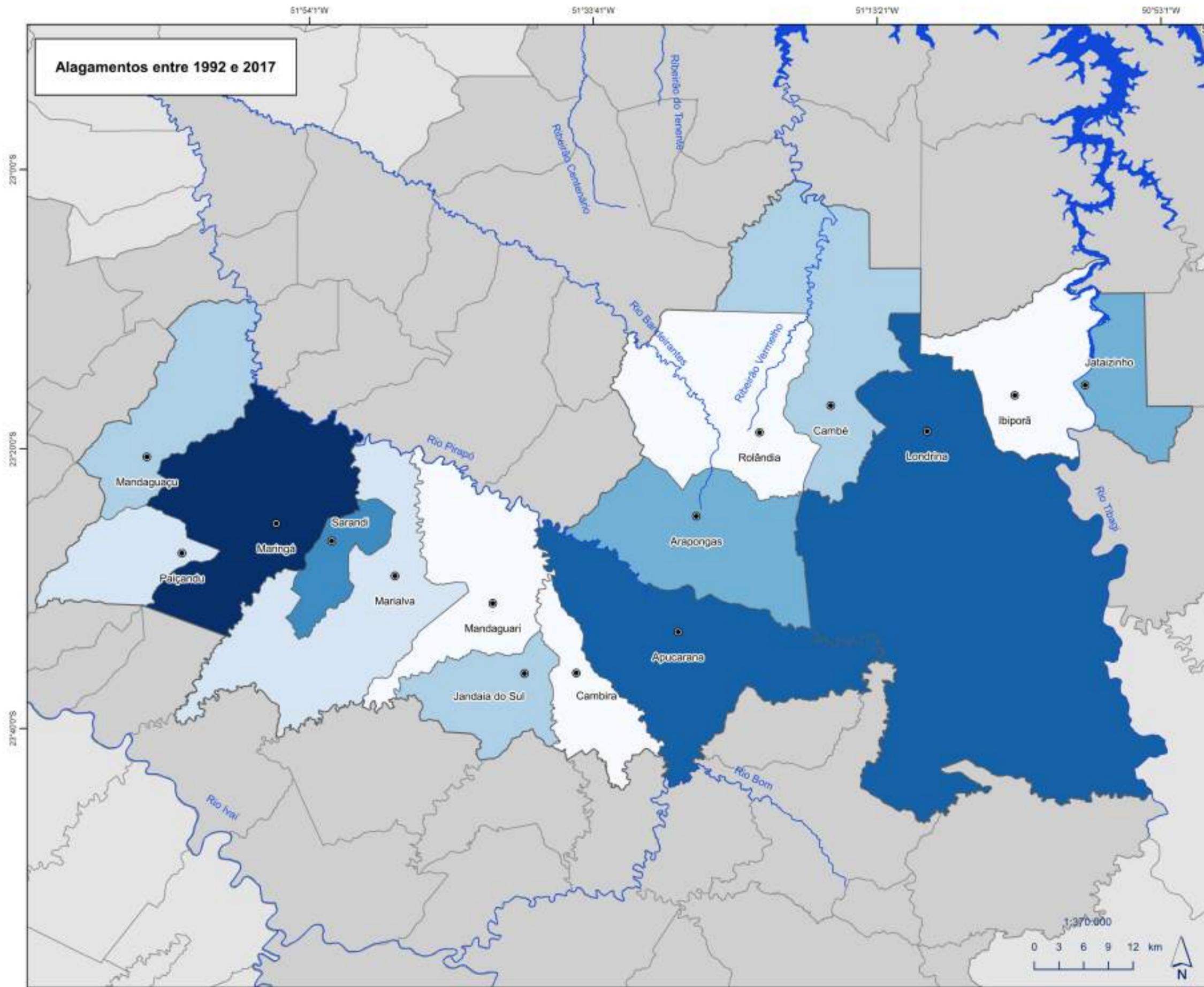


Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.

Com relação às inundações, no período de 1992 a 2017, foram registradas ao todo 5 ocorrências, para os municípios de Ibiporã, Jataizinho e Rolândia. Em Ibiporã, inundações nos anos de 2010 e 2013, juntas, contabilizaram 37 afetados. Em Jataizinho, os registros de inundações datam de 1997 e 2009, somando 203 afetados. Rolândia apresentou 1 episódio de inundação em 1997, sem afetados. A maior incidência de inundações foi no mês de janeiro, correspondendo a 60% de todas as ocorrências.

O mapeamento das informações municipais sobre alagamentos e enxurradas é apresentado nos mapas das figuras na sequência, e refletem espacialmente o acúmulo de eventos de ambas as naturezas registradas pela Defesa Civil do Estado do Paraná.

A Figura 5.12 e a Figura 5.13 apresentam o número de alagamentos e enxurradas ocorridos nos municípios entre 1992 e 2017.



**Alagamentos entre 1992 e 2017**

**Legenda**

**Número de Alagamentos**

0
1
2
3
4
6
7

Fonte: DEFESA CIVIL DO PARANÁ, 2018.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometrópole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.



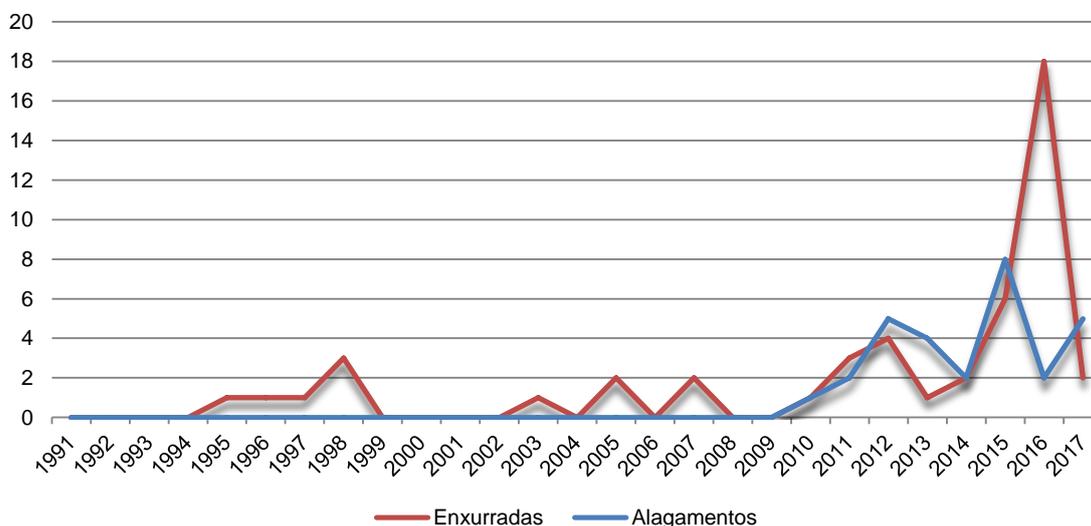
### 5.2.5. Comparativo das Informações sobre Inundações, Alagamentos e Enxurradas

Por meio da coleta de dados sobre inundações, observou-se que não há uma significativa gama de informações que dizem respeito ao assunto, sendo que aquelas disponíveis estão apresentadas em trabalhos e projetos em nível federal, mas alguns com detalhamento em nível estadual, e outros com atuações sobre os municípios integrantes deste Plano. Para a realização de uma análise que integre os aspectos levantados, realizou-se uma visualização conjunta do arcabouço de dados disponíveis, buscando identificar os locais ou regiões que combinam, simultaneamente, as características levantadas mais propensas, alagamentos e enxurradas.

Cabe ressaltar que o número de ocorrências registradas para inundações não foi muito expressivo tanto para os dados registrados no Atlas e S2ID, quanto no SISDC, da Defesa Civil do Estado. Além disso, não se pode estabelecer relação entre eventos de alagamento ou enxurradas, mostrando que os eventos ocorreram de maneira esporádica ao longo do tempo.

Para a representação histórica de ocorrências nos municípios, foi necessário realizar um ajuste nas informações do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, que contempla a série entre 1991 e 2012, e aquelas dispostas no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). Para a composição de uma única informação de histórico de ocorrências, a série do Atlas foi complementada pela apresentada no S2ID, formando uma única sequência entre 1991 a 2017, conforme a Figura 5.14.

Figura 5.14 – Série Histórica de Alagamentos e Enxurradas



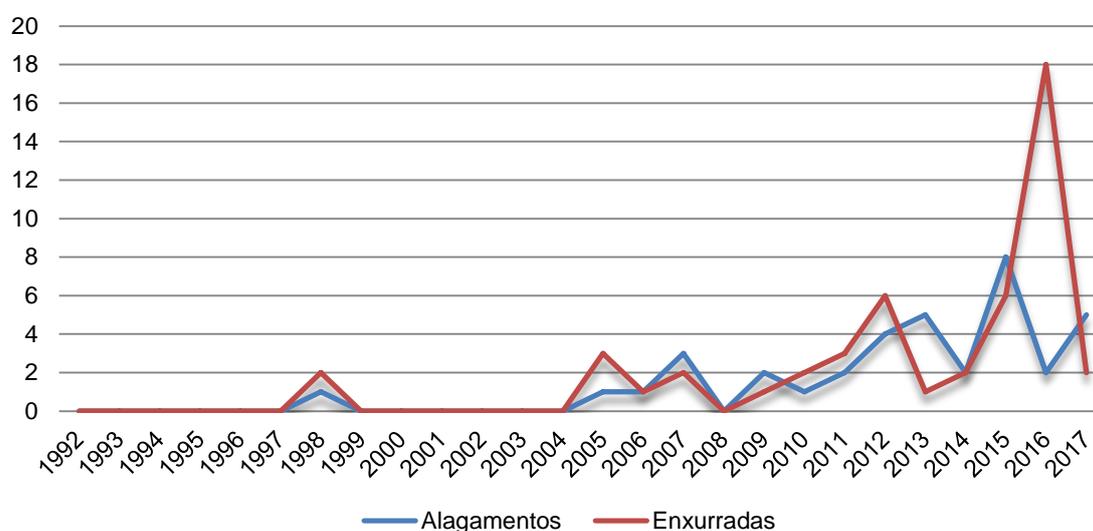
Fonte: Adaptado de UFSC, 2013 e MI, 2018.

A análise do gráfico acima infere que os eventos de enxurradas não possuem uma forte correlação com alagamentos nos municípios integrantes do Plano de Desenvolvimento Regional Sustentável voltado ao Norte do Paraná, mesmo que ambos os eventos sejam derivados de precipitações intensas. Neste caso, ressalta-se que a provável causa de enxurradas em alguns dos municípios sejam chuvas intensas e concentradas (fenômeno circunscrito a uma pequena área), em regiões com relevo acidentado, causando súbitas e

violentas elevações dos caudais, os quais escoam de forma rápida e intensa, levando ao transbordamento. A inclinação do terreno, ao favorecer o escoamento, contribui para a intensificação do fenômeno. As enxurradas estão intimamente ligadas a fenômenos meteorológicos de tempestades intensas e estes fatores associados ao tamanho e formato das sub-bacias, pequenas e médias, prejudica a drenagem.

Diferentemente dos dados nacionais, as séries da defesa civil do Estado do Paraná sobre alagamentos e enxurradas estão menos discrepantes, quanto à magnitude do número de ocorrências ao longo dos anos, apresentando um padrão comportamental mais uniforme, apesar da discrepância no número de eventos ocorridos, conforme demonstrado a seguir.

**Figura 5.15 – Série Histórica de Alagamentos e Enxurradas**

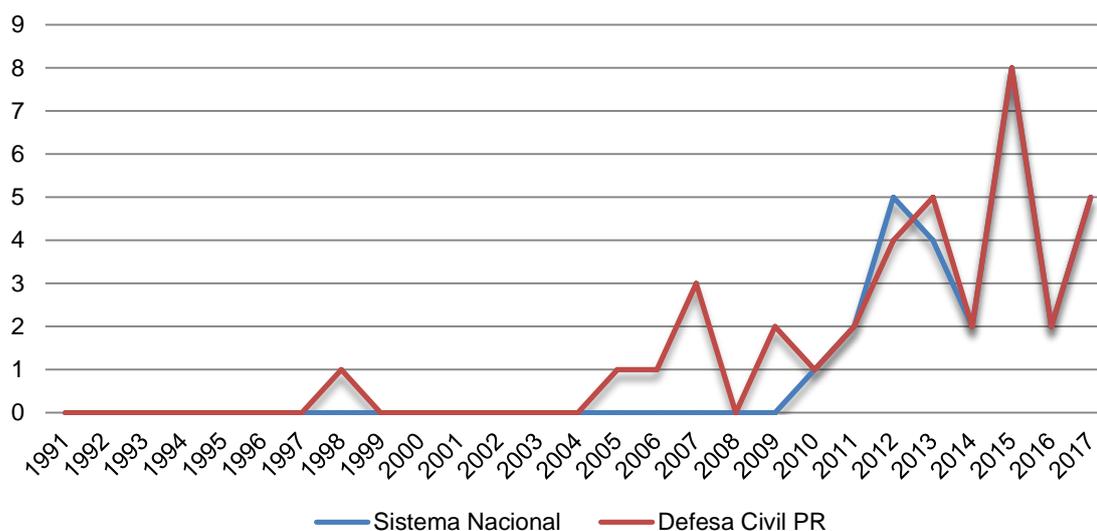


**Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.**

Neste caso, nota-se o aumento no número de eventos no ano de 2005, sucedido por uma queda em 2008. Antes desse período, a série aparenta maior conformidade no comparativo do número de eventos se contrastada com a série nacional supracitada. Nota-se que o maior número de eventos ocorreu entre os anos de 2009 e 2017.

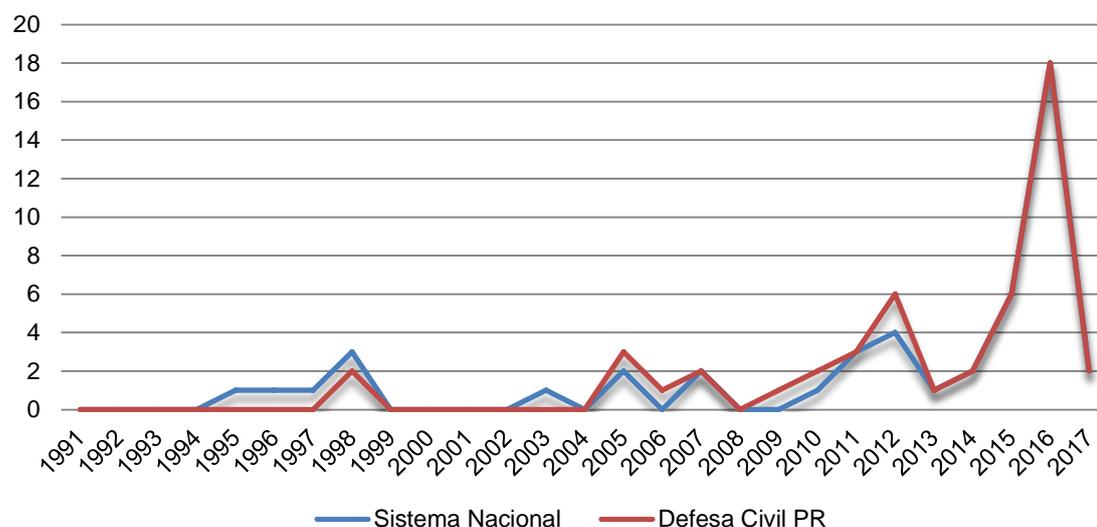
Comparando-se as séries históricas de nível nacional (Atlas Brasileiro de Desastres Naturais e S2ID) com a disponível pela Defesa Civil do Estado do Paraná, constatou-se leve discrepância quantitativa e espacial entre as informações de alagamentos e uma maior convergência para os eventos de enxurradas. Os gráficos a seguir comparam as séries e evidenciam visualmente tais constatações.

**Figura 5.16 – Comparativo da Contabilização de Alagamentos por Fonte**



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018; UFSC, 2013; MI, 2018.

**Figura 5.17 – Comparativo da contabilização de Enxurradas por Fonte**



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018; UFSC, 2013; MI, 2018.

Entende-se que as informações disponibilizadas pelas Defesas Cíveis Estaduais apresentam maior qualidade, devido a sua menor escala de trabalho, o que teoricamente confere uma fidelidade maior dos dados à realidade, bem como pelos seus números superiores em termos de quantidade de eventos registrados, o que sugere um “pior caso”, principalmente nos últimos dez anos.

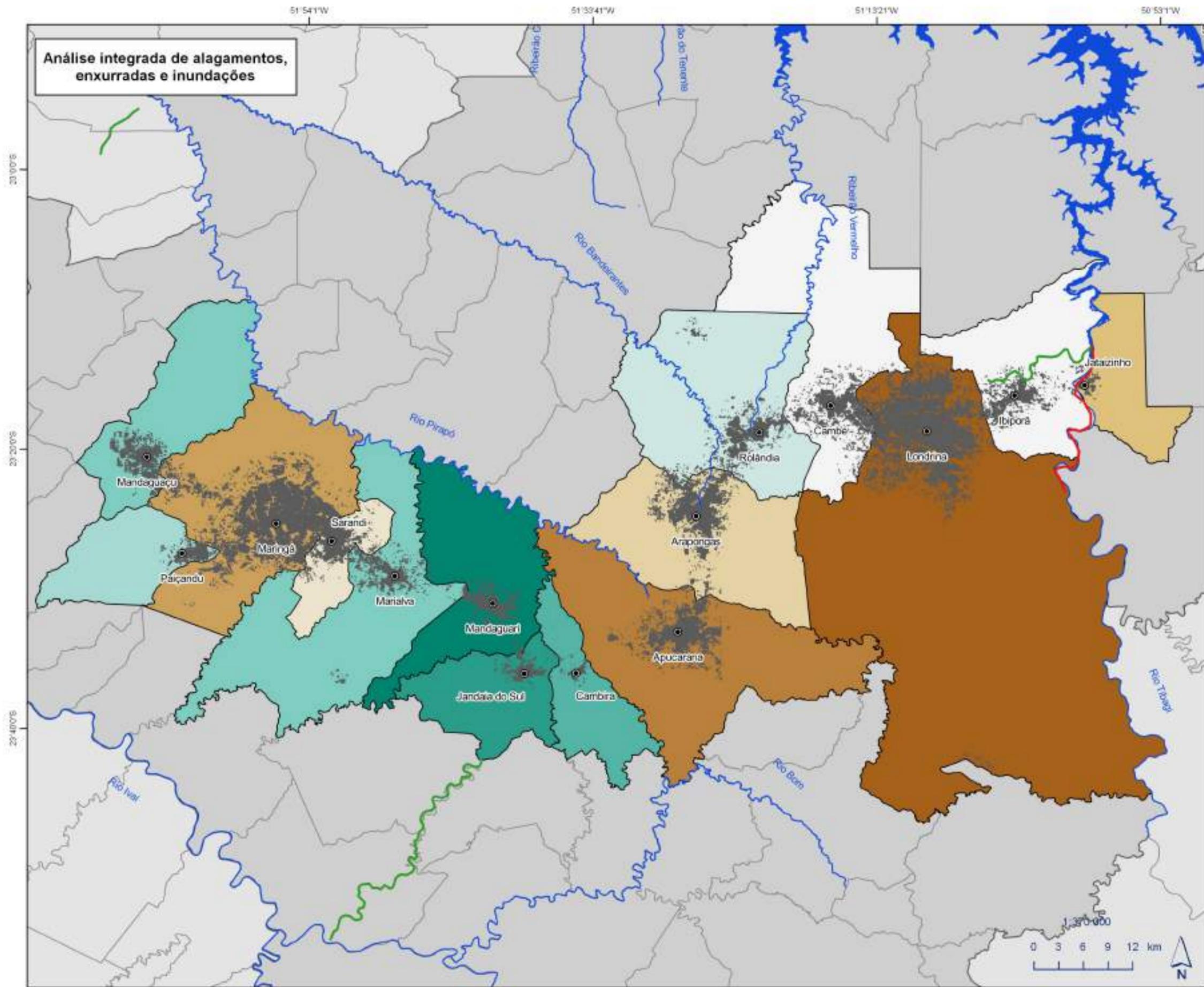
Contudo, para uma mais clara das informações disponíveis sobre tais eventos, que possibilite uma conclusão mais contundente, foi realizada uma análise integrada, que buscou agregar todos os eventos registrados para cada um dos municípios, de modo a elucidar aqueles onde tais eventos são mais recorrentes, apresentados no mapa a seguir,

que ainda inclui os trechos de rio com vulnerabilidade a inundações, sendo a única informação com melhor precisão geográfica, ou seja, que possibilita ter a visão de onde efetivamente os problemas acontecem, já que as informações por município não permitem a precisão local dessas ocorrências dentro de cada município.

Obviamente, as maiores cidades da região se destacaram no somatório de eventos de todas as séries, uma vez que possuem manchas urbanas e populações maiores, o que tende a resultar em um maior número de ocorrências. Em um bloco intermediário estão municípios de Sarandi, Araongas e Jataizinho, que possuem manchas urbanas e populações significativas, exceto por Jataizinho, que possui um elevado número de eventos registrados devido a influência da área de remanso do reservatório da Usina Hidrelétrica de Capivara, que acaba por intensificar as inundações do rio Tibagi na região.

A sobreposição espacial das informações analisadas aponta à convergência de fatores naturais que induzem algumas regiões da Metrópole Paraná Norte a uma maior potencialidade quanto à ocorrência de enxurradas, que corroborados pela série histórica de eventos, demonstram que os municípios possuem maior propensão de ocorrências a esse tipo de evento, enquanto que os casos de alagamentos são naturalmente mais frequentes em áreas mais urbanizadas.

Evidentemente, todos os municípios inseridos neste Plano devem estar devidamente preparados estruturalmente e institucionalmente para casos de inundações, alagamentos e enxurradas, a fim de evitar maiores danos à população e ao patrimônio material. Entretanto, em uma leitura geral, sugere-se que os locais destacados deveriam ser priorizados quanto a ações de prevenção e adaptação.



**Legenda**

**Vulnerabilidade a Inundações**

- Alta
- Média
- Baixa

**Somatório de eventos**

- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 10
- 13
- 16
- 19
- 20
- 25
- 28

Fonte: Adaptado de UFSC, 2013; MI, 2018; ANA, 2014; Defesa Civil/PR, 2018; ANA, 2014.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
- Áreas Urbanas
- Limite Municípios Macrometropole
- Municípios RM
- Paraná
- Limite Estadual
- Hidrografia Principal
- Reservatório

Datum: SIRGAS 2000.

### **5.2.6. Enxurradas entre 8 e 13 de janeiro de 2016**

Entre os dias 08 e 13 de janeiro de 2016 ocorreram chuvas intensas na Região Norte do Paraná, as quais contribuíram para graves enxurradas em diversos municípios que integram o Plano da metrópole Paraná Norte.

O balanço divulgado pela Defesa Civil para este período revelou que as chuvas intensas afetaram 211.000 pessoas em 66 municípios paranaenses, deixando 3.773 pessoas desalojadas e 304 desabrigadas. Após um mês de ocorrência do evento, 982 ainda estavam desabrigadas. Ao todo 11.284 casas foram danificadas e 112 destruídas.

O Norte Central foi a Região mais afetada, tendo contabilizado 19 municípios afetados, sendo 9 deles pertencentes à Região Metropolitana de Londrina. Os prejuízos atingiram um terço do total disponível para gastos públicos, sendo equivalente a R\$ 90 milhões.

Segundo uma reportagem publicada no Jornal Folha de Londrina, em 14 de fevereiro de 2016, após balanço definitivo, foi estimado um prejuízo de R\$ 420 milhões. Segundo relatório da Defesa Civil, de 66 municípios paranaenses afetados pelas chuvas intensas, 37 decretaram situação de emergência (Figura 5.19), sendo que 20 já haviam recebido reconhecimento federal. Dois municípios decretaram estado de calamidade pública: Rolândia e Tamarana, sendo este último integrante da Região Metropolitana de Londrina.

Segundo o portal de notícias G1, em Jataizinho, 70 casas ficaram alagadas após o transbordamento do Ribeirão Jataizinho, que ficou 3 metros acima do nível normal. Os bairros mais afetados foram Conjunto Rio Novo, Conjunto Antônio José Vieira e Vila Frederico. Um conjunto de chácaras localizado na área rural da cidade e cercado pelo Rio Tibagi, também foi atingido.

Londrina decretou estado de emergência após o transbordamento do Lago Igapó, que não suportou o intenso aumento de volume de água. A região sul da cidade ficou isolada devido à queda de barreiras e pontes nas rodovias PR-445 e Mábio Gonçalves Palhano, logo, o serviço de coleta de lixo ficou interrompido. O transbordamento do rio que abastece o distrito de Irerê alagou o poço de captação da SANEPAR, interrompendo a distribuição de água. Outros distritos como o de Guaravera e Maravilha também ficaram sem água.

No município de Maringá o fornecimento de água pela SANEPAR também teve que ser interrompido porque a estação de tratamento de água ficou completamente alagada. O rio Pirapó ficou 8 metros acima de seu nível normal, inclusive a aponte do rio Pirapó, na PR – 314 desabou.

Figura 5.19 – Municípios paranaenses que decretaram estado de emergência.



Fonte: Jornal Folha de Londrina, 2016.

Figura 5.20 – queda de barreira na zona Sul de Londrina.



Fonte: G1 Norte e Noroeste, RPC. 2016.

**Figura 5.21 – Estação de captação de água da SANEPAR em Maringá inundada após cheia do rio Pirapó.**



**Fonte: G1 Norte e Noroeste, RPC. 2016.**

Em notícia publicada pela prefeitura de Ibiporã, em 18/01/2016, foi decretado estado de emergência para o município pelo volume intenso de chuvas que atingiu o município. Apenas entre os dias 11 e 12 de janeiro choveu 223,6 mm, ultrapassando a média prevista de 218 mm, para o mês todo. Foram afetados diversos pontos das áreas urbana e rural. Todas as estradas rurais foram prejudicadas, bem como as plantações de soja, que sofreram perdas significativas. Na área urbana, muitas vias e pontes foram danificadas, muitas pessoas tiveram que sair de suas casas devido aos riscos.

Por meio do Decreto nº 8054 de 14 de janeiro de 2016 o município de Rolândia declarou estado de calamidade pública em áreas do município. As fortes chuvas que ocorreram nos dias 11 e 12 de janeiro ocasionaram diversos prejuízos em infraestrutura, estradas, pontes, prédios e comprometeram o abastecimento urbano de água. As chuvas causaram prejuízos a mais de 36 mil pessoas, inclusive um motorista de ônibus foi levado pela enxurrada e desapareceu.

Figura 5.22 – Casa destruída pelas chuvas em Rolândia – PR.



Fonte: Folha de Londrina, 2016.

Registros pluviográficos, localizados em alguns municípios do extremo Norte do Paraná, foram obtidos a partir do Sistema de Informações Hidrológicas (SIH) do Instituto das Águas do Paraná, para ilustrar a gravidade deste evento (Tabela 5.1). A seguir serão mostrados dados de precipitação acumulada para os municípios disponíveis na pesquisa no SIH:

Tabela 5.1 – Dados de precipitação diária, em milímetros (mm), para os municípios do PDRS-Norte, disponíveis no SIH, que desencadearam o evento em 2016.

Município	Estação Pluviométrica	Código da Estação Pluviométrica	Bacia	Data da maior precipitação	Precipitação (mm)
Arapongas	Arapongas	2351048	Ivaí	12/01/2016	285,5
Cambé	Prata	2351031	Paranapanema 3	12/01/2016	155,2
Cambira	Cruzeiro	2351043	Ivaí	12/01/2016	100,0
Ibiporã	Chácara Ana Cláudia	2350067	Tibagi	13/01/2016	159,6
Londrina	Porto Londrina	2350066	Tibagi	12/01/2016	181,5
Maringá	Maringá	2351013	Pirapó	12/01/2016	137,7
Rolândia	São Martinho	2351053	Pirapó	12/01/2016	138,1
Sarandi	Vale Azul	2351044	Ivaí	12/01/2016	87,7

Fonte: AGUASPARANA, 2018.

Pode-se observar por meio da tabela que maior parte dos municípios listados registraram médias de precipitações para apenas um dia superiores a médias mensais, refletindo a gravidade da situação. Cabe ressaltar que nem todos os municípios do estão presentes no SIH.

### **5.2.7. Sistema de Informações para Gestão dos riscos a desastres naturais (SIGRisco)**

O Estado do Paraná possui ao longo de sua história inúmeros desastres. Desde o incêndio florestal de repercussão internacional ocorrido em 1963, a geada negra de 1975 até os episódios de vazamento de óleo nos rios Barigui e Iguaçu na região metropolitana de Curitiba, em 2001, e a explosão de um navio tanque no Porto de Paranaguá, em 2004, houve grande repercussão e trouxe reflexos que alteraram o perfil econômico do Estado. Porém, foi o evento denominado “Águas de Março”, ocorrido em 11 de março de 2011, que afetou 7 de 11 municípios do litoral paranaense gerando consequências danosas, que despertou no Estado a necessidade de atualização do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil, criado em 1972 (CEPED, 2016).

Tendo conhecimento destes eventos catastróficos e outros mais ocorridos ao longo do tempo, foi proposta a criação de um grupo técnico multidisciplinar com objetivo de estudar as causas de acontecimentos dos desastres bem como mecanismos que permitam sua prevenção (CEPED, 2016).

Diante do exposto, foi criado pelo Decreto nº 9.941 de 2014, o SIGRisco – Sistema Paranaense de Informações para Gestão dos Riscos a Desastres Naturais, um grupo formado pela Defesa Civil do Estado, Simepar, Mineropar, Instituto das Águas do Paraná, Instituto das Terras, Cartografia e Geociências (ITCG) e Paranacidade. Todas as instituições estão envolvidas em estudos de características climáticas, geográficas, geomorfológicas e antropológicas, com objetivo de estudar os mecanismos dos desastres utilizando-se de base estatística e propondo modelos de redução de impactos sobre comunidades mais vulneráveis (CEPED, 2016).

De acordo com uma notícia publicada pela Câmara Municipal de Mirador em 2015, o SIGRisco foi premiado em um evento mundial promovido pela Organização das Nações Unidas (ONU), em Sendai, Japão. O sistema abrange os 399 municípios paranaenses e permite o planejamento e acompanhamento de impactos de situações de emergências e desastres.

O sistema foi desenvolvido pela Companhia de Tecnologia da Informação e Comunicação do Paraná (CELEPAR), em 2005. Funciona como um banco de dados de desastres naturais ocorridos no Estado e passou a ser aperfeiçoado a partir de 2011. Cada município cadastra as áreas de risco de seu território, incluindo fotos e mapas dos principais acidentes naturais registrados no município. Também são indicados locais que tenham infraestrutura para acolher desabrigados e recursos existentes para o apoio e atendimento da população, haja vista a necessidade. Uma grande vantagem desta ferramenta é o fato de funcionar como um banco de dados, por meio da qual há possibilidade de obtenção de informações de desastres ocorridos no Estado do Paraná desde a década de 1980.

### **5.3. Movimento de massa**

Na seção referente ao Movimento de massa do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais, esse tipo de evento é classificado como desastres naturais do tipo geológico, de acordo com a COBRADE. Segundo Terzaghi (1952), esses movimentos estão associados a deslocamentos rápidos de solo e rocha de uma encosta onde o centro de gravidade deste material se desloca para fora e para baixo desta feição.

Os movimentos de massa estão relacionados a aspectos climáticos e hidrológicos, vegetação, a ação do homem relativa às formas de uso e ocupação do solo, bem como a condicionantes geológicas e geomorfológicas (TOMINAGA, 2007). Estes últimos condicionantes são indicadores dos locais mais suscetíveis a esse tipo de evento, cujas principais associações em relação ao movimento de massa são:

- **Fraturas e Falhas** – afetam a dinâmica hidrológica, favorecem o intemperismo e podem também gerar uma barreira ao fluxo de água quando esses planos de fraqueza forem silicificados ou colmatados.
- **Foliações e Bandeamento** – são importantes em locais com afloramentos de rochas metamórficas e estas descontinuidades interceptam da encosta com uma atitude desfavorável.
- **Descontinuidades** – estão presentes nos solos residuais no horizonte saprolítico, também conhecido como horizonte residual jovem, tem como principal característica a estrutura reliquiar herdada da rocha de origem e geralmente tem uma condutibilidade hidráulica maior, atuando muitas vezes como dreno para os horizontes mais superficiais (FERNANDES; AMARAL, 1996). Essas estruturas reliquias são planos de fraqueza que podem condicionar o movimento.
- **Morfologia** – a geometria da encosta pode influenciar de forma direta ou indireta os movimentos de massa. Existe uma correlação direta entre a declividade e os locais de ocorrência, no entanto os escorregamentos não ocorrem necessariamente nas encostas mais íngremes. A influência indireta da morfologia está relacionada ao formato que determina a convergência ou divergência dos fluxos de águas subterrâneas e superficiais.
- **Depósitos** – depósitos de talús e de colúvio são heterogêneos e geralmente apresentam um lençol d'água suspenso. A desestabilização desses depósitos ocorre por intervenção humana por meio de desmatamento ou algum corte para execução de obras civis.

Os movimentos de massa são classificados levando-se em consideração diferentes critérios como a velocidade, o tipo de material e a geometria da massa mobilizada. Augusto Filho (1992) ajustou a classificação dos movimentos de massa proposta por Varnes (1978), definição adotada pela *International Association for Engineering Geology and the Environment* (IAGE), à dinâmica ambiental brasileira conforme apresentado a seguir.

**Tabela 5.2 – Características dos principais tipos de escorregamento**

<b>Processos</b>	<b>Características do movimento, material e geometria</b>
Rastejo ou influência	Vários planos de deslocamento (internos) Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e descendentes com a profundidade Movimentos Constantes, sazonais ou intermitentes Solo, depósitos, rocha, alterada/fraturada Geometria indefinida
Escorregamentos	Poucos planos de deslocamento (externos) Velocidades médias (km/h) a altas (m/s) Pequenos a grandes volumes de material Geometria e materiais variáveis Planares ou translacionais em solos pouco espessos, solos e rochas com um plano de fraqueza Circulares em solos espessos homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha quando em solo e rochas com dois planos de fraqueza
Quedas	Sem planos de deslocamento Movimentos do tipo queda livre ou em plano inclinado Velocidades muito altas (vários m/s) Material rochoso Pequenos a médios volumes Geometria variável: lascas, placas, blocos Rolamento de matacões Tombamento
Corridas	Muitas superfícies de deslocamento (internas e externas à massa em movimentação) Movimento semelhante ao de líquido viscoso Desenvolvimento ao longo de drenagens Velocidades de média a altas Mobilização de solo, rocha, detritos e água Grandes volumes de material Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Fonte: AUGUSTO FILHO, 1992.

As causas dos movimentos de massa podem ser divididas em causa externas e internas. As externas são solicitações que provocam um aumento das tensões cisalhantes no maciço. Esse aumento pode estar relacionado ao aumento da declividade por processos erosivos ou escavações feitas pelo homem ou a deposição de material na parte superior das encostas (TERZAGHI,1952).

As internas estão relacionadas principalmente à presença de água que pode afetar a estabilidade da encosta. A água que se infiltra na encosta reduz as forças de contato entre as partículas de solo, e conseqüentemente provoca uma redução da resistência disponível no maciço.

A Tabela 5.3 a seguir apresenta a ação desses fatores associados aos fenômenos deflagradores do movimento de massa.

**Tabela 5.3 – Principais fatores deflagradores de movimento de massa**

<b>Ação</b>	<b>Fatores</b>	<b>Fenômenos geológicos/antrópicos</b>
Aumento da solicitação	Remoção de massa (lateral ou da base)	Erosão, escorregamentos, cortes
	Sobrecarga	Peso da água da chuva, neve, granizo etc. Acúmulo natural de material (depósitos) Peso da vegetação Construção de estruturas, aterros etc.
	Solicitações dinâmicas	Terremotos, ondas, vulcões etc. Explosões, tráfego, sismos induzidos
	Pressões laterais	Água em trincas, congelamento, material expansivo
Redução da resistência	Características inerentes ao material (geometria, estruturas)	Características geomecânicas do material, tensões
	Mudanças ou fatores variáveis	Intemperismo – redução da coesão e atrito Elevação do nível d'água

Fonte: VARNES, 1978.

Nos municípios pertencentes ao PDRS - Norte, a ocorrência desse fenômeno está associada, principalmente, à influência das chuvas, que conjugando a saturação do solo ao escoamento superficial e à declividade, eleva a probabilidade de ocorrência e o potencial impacto à população vulnerável. Tais fatores foram agravados por intervenções realizadas pelo homem, como a ocupação desordenada, interferindo na drenagem dos terrenos inclinados, ocupando-se áreas naturalmente susceptíveis a deslizamentos.

### 5.3.1. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais

Segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais não foram registrados eventos de movimentação de massa nos municípios que integram o PDRS – Norte.

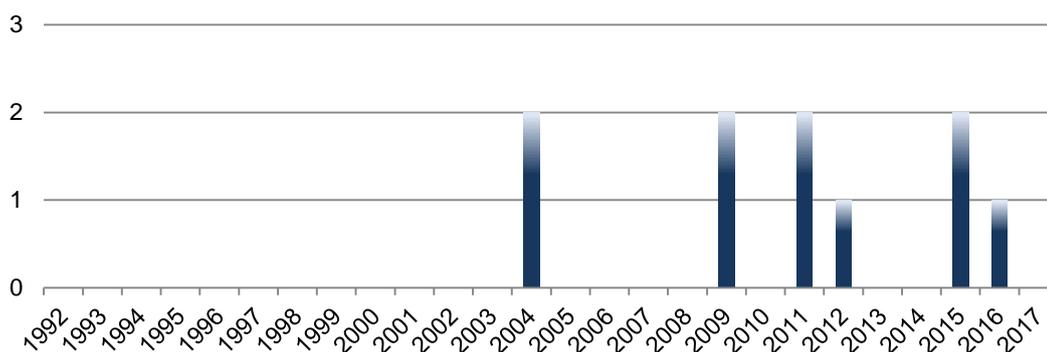
### 5.3.2. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID)

Segundo as informações fornecidas pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres, durante o período de 2013 a 2018, foram registrados 3 eventos de deslizamento, ocorridos em Arapongas e Londrina, em 2015 e Cambé 2016. os demais municípios que formam o PDRS - Norte não apresentaram registros deste tipo de desastre.

### 5.3.3. Defesa Civil

Foram registradas 10 ocorrências de deslizamentos e corridas de massa para o período de 1992 a 2017. Os municípios mais afetados foram Maringá, Arapongas e Londrina juntos totalizando 7 ocorrências, 70% do total. Conforme pode ser visto na Figura 5.23, os eventos ficaram maior parte concentrados em um período único, de 2009 a 2014, tendo sido registrados número de eventos de igual proporção para os anos de 2004, 2009, 2011 e 2015. A partir de 2009, percebe-se um aumento no número de registros, o que pode ser explicado por alguns fatores como aumento da vulnerabilidade ocasionado pela expansão urbana sobre áreas de risco, aumento da pluviosidade, melhora da eficiência da Defesa Civil, criação ou melhora do banco de dados, entre outros.

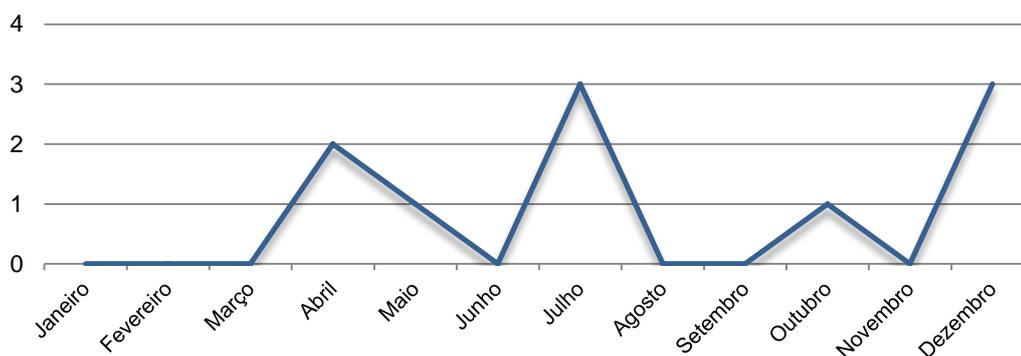
**Figura 5.23 – Eventos de deslizamentos e corridas de massa por município**



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.

Como os movimentos de massa, neste caso estão mais relacionados ao encharcamento do solo ocasionado pelas precipitações ocorridas durante todo o ano, com maior acúmulo no período chuvoso, a ocorrência desses desastres se estende em alto número até meados de julho. Diferentemente de alagamentos e enxurradas, que nos municípios que integram o Plano dependem de chuvas mais intensas, os deslizamentos também são provocados por chuvas prolongadas, que vão acumulando água nos poros do solo e assim minando a coesão e estabilidade de locais com maiores graus de declividade, que vão se fragilizando ao longo do tempo, demorando mais tempo para que sequem e se estabilizem novamente.

**Figura 5.24 – Frequência mensal de registros de deslizamentos e corridas de massa pela Defesa Civil**



Fonte: Adaptado de DEFESA CIVIL/PR, 2018.

Quanto à distribuição mensal da ocorrência de deslizamentos e corridas de massa, os dados apontam que dezembro e Julho foram os meses mais críticos, seguido pelo mês de Abril, uma vez que 80% do total de eventos ocorrem nestes meses. A observação deste gráfico permite interpretar que para este evento não houve um período de incidência, mas sim picos espaçados. Dois picos ficaram dentro da estação seca. Para janeiro, fevereiro, março, junho, agosto, setembro e novembro o total de eventos é nulo.

Os eventos de deslizamento e corrida de massa registraram, ao todo, 6.021 afetados. Merece destaque o município de Cambé, que em 2016, contabilizou 5.000 afetados.

#### **5.4. Secas e estiagens**

No que se refere a secas e estiagens, foram registrados dois eventos para os municípios de Cambira (2011) e Marialva (2012). O ano de 2012 foi marcado por episódios de seca em período que deveria ser chuvoso. A seca e a estiagem neste ano atingiram 34% do Estado do Paraná, afetando 137 municípios, tendo sido decretado situação de emergência. Quase todas as regiões do Estado foram afetadas, inclusive a região Norte, que faz parte deste estudo. Estima-se que foram perdidos cerca de 2,55 milhões de toneladas de grãos, correspondendo cerca de 11,5% da safra de verão estimada em 22,13 milhões de toneladas, o equivalente a R\$ 1,52 bilhão em prejuízo. Segundo boletim da Coordenadoria Estadual de Defesa Civil, foram afetadas 1,35 milhão de pessoas. A seca afetou não somente o Paraná, como também os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FAEP, 2012).

## 6. RESÍDUOS SÓLIDOS

Um dos pioneiros no âmbito nacional, o estado do Paraná estabeleceu sua Política de Resíduos Sólidos no ano de 1999, através da Lei Estadual 12.493, posteriormente alterada pela Lei Estadual 13.039 de 2001, cerca de uma década antes do lançamento da Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (Lei Federal 12.305/2010), que mais tarde estabelecerá os princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão de resíduos sólidos no País, conferindo a obrigatoriedade dos geradores de resíduos e governos pela solução da disposição inadequada em todo o território nacional.

A PNRS instituiu como instrumentos os planos municipais, regionais, estaduais e nacional, que por sua vez permitem o acesso a recursos federais, incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento destinados à gestão de resíduos sólidos.

A partir das diretrizes dispostas no PNRS, o Paraná elaborou entre 2012 e 2013 o Plano de Regionalização da Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Urbanos – PRGIRSU/PR e o Plano para a Gestão Integrada e Associada dos Resíduos Sólidos Urbanos – PGIRSU/PR, que tinham por objetivos principais definir diretrizes, estratégias, metas, ações e prazos para a gestão de resíduos sólidos urbanos no Estado, bem como estabelecer regiões e orientações para gestão integrada dos resíduos.

Atualmente, para complementar os requisitos do PNRS e os instrumentos de gestão de resíduos sólidos no Paraná, está em desenvolvimento o Plano Estadual de Resíduos Sólidos – PERS/PR que visa conferir um olhar estratégico ao estado no tocante ao equacionamento das grandes questões relativas à produção, tratamento e destinação dos resíduos sólidos.

O PERS/PR, em suas etapas de diagnóstico, investigou todas as fontes relativas a resíduos sólidos nos 399 municípios paranaenses, além de levantar dados primários para diversos casos, de modo a sistematizar a melhor, mais completa e fidedigna base de dados do setor no Paraná. Assim, todas as informações dispostas no Plano da Metrópole Paraná Norte do Paraná são recortes baseados no diagnóstico já realizado e aprovado pelo PERS/PR, dispostas na sequência.

### 6.1. Instrumentos de Gestão Municipais

Os principais instrumentos municipais que abrangem a gestão de resíduos são os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), mais comuns, e os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

Instituídos a partir de 2010 e 2012, respectivamente, a elaboração de ambos os planos são requisitos para que os municípios alcancem recursos destinados pelo Governo Federal para saneamento básico e gestão de resíduos sólidos.

O PERS/PR encontrou uma dificuldade significativa na identificação desses instrumentos no âmbito dos municípios do Paraná, precisando utilizar as informações da Coordenadoria de Resíduos Sólidos – CRES/SEMA, da Funasa, da Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE, de questionários respondidos pelos municípios para o PERS/PR, visitas de campo, pesquisas na *internet*, e ainda uma pesquisa realizada pelo Ministério Público do Estado do Paraná (MP/PR) em 2015. Embora diversas fontes tenham sido consultadas, o próprio PERS/PR afirma que as informações coletadas pelo trabalho “...não

*são suficientes para indicar se os PMGIRS estão sendo cumpridos e, ainda, se estão cumprindo o conteúdo mínimo estabelecido na PNRS, Lei Federal 12.305/2010.”*

No que tange os municípios integrantes do eixo da Metrópole Paraná Norte, a situação pode ser considerada moderada, visto que apenas 9 possuem PMSB e 7 os PMGIRS, basicamente metade dos municípios. Outro ponto relevante é o ano de elaboração dos respectivos planos, já que a Política Nacional de Resíduos Sólidos prevê que estes estudos devem ser atualizados a cada quatro anos, conforme apresentado na tabela a seguir.

**Tabela 6.1 – Municípios que possuem PMSB e PMGIRS**

Município	Possui PMSB?	Ano de elaboração do PMSB	Possui PMGIRS?	Ano de elaboração
Apucarana	Sim	2017	Sim	
Arapongas	Sim		Sim	2013
Cambé				
Cambira	Sim			
Ibiporã				
Jandaia do Sul	Sim	2014	Sim	2014
Jataizinho	Sim			
Londrina	Sim	2015	Sim	
Mandaguaçu	Sim	2011		
Mandaguari				
Marialva				
Maringá	Sim	2011	Sim	2017
Paiçandu	Sim	2011	Sim	2008
Rolândia			Sim	2014
Sarandi				

**Fonte: PERS/PR, 2018.**

Além dos Planos abordados, ainda há o Licenciamento Ambiental Municipal como ferramenta de gestão com capacidade de atuar na fiscalização e gerenciamento dos resíduos sólidos, permitido pela Lei Complementar Federal 140/11 e pela Resolução CEMA 88/13 como forma de descentralizar atribuições federais e estaduais quanto a processos ambientais. Para estarem aptos, os municípios devem, além de atender as legislações federal e estadual, obter a homologação do CEMA, bem como possuir plano diretor, legislação ambiental municipal, conselho e fundo de meio ambiente, dentre outros.

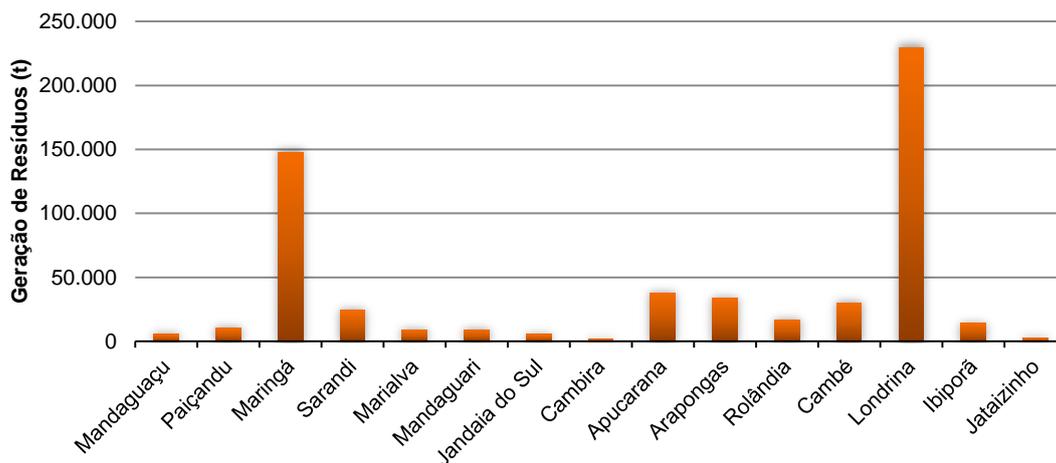
Em todo o Paraná, apenas 28 municípios estão autorizados a realizar o licenciamento ambiental independente, dentre eles, Londrina e Maringá, o que tende a melhorar o monitoramento sobre os resíduos sólidos nesses municípios, embora não tenham sido encontradas informações nesse nível para o detalhamento das análises.

## 6.2. Resíduos Sólidos Urbanos

Os 15 municípios abrangidos pelo eixo da Metrópole Paraná Norte produziram um total de 579 mil toneladas de resíduos em 2016, com destaque para Londrina, que sozinha

representa 40% deste montante, e Maringá, que gera 25% dos resíduos totais da região de estudo. A significativa disparidade entre a produção de resíduos de Londrina e Maringá com relação aos demais é resultado de uma taxa de geração per capita maior, adotada pelo PERS/PR, por sua vez baseada em outros estudos que levam em consideração inúmeros fatores, como maior intensidade das atividades econômicas ali presentes, bem como o tamanho de suas populações frente aos demais municípios do eixo. A figura a seguir estabelece um comparativo entre as gerações de resíduos municipais.

**Figura 6.1 – Geração de resíduos por município**



**Fonte: PERS/PR, 2018.**

Em média, 94% dos resíduos produzidos são coletados pelas redes municipais de coleta, sendo que as cidades polo (Londrina, Maringá e Apucarana) apresentam taxas de 100% de eficiência, contrastando com o município de Cambira, que coleta 76% e representa o menor sucesso relativo de coleta. Para o município de Sarandi não há informações disponíveis.

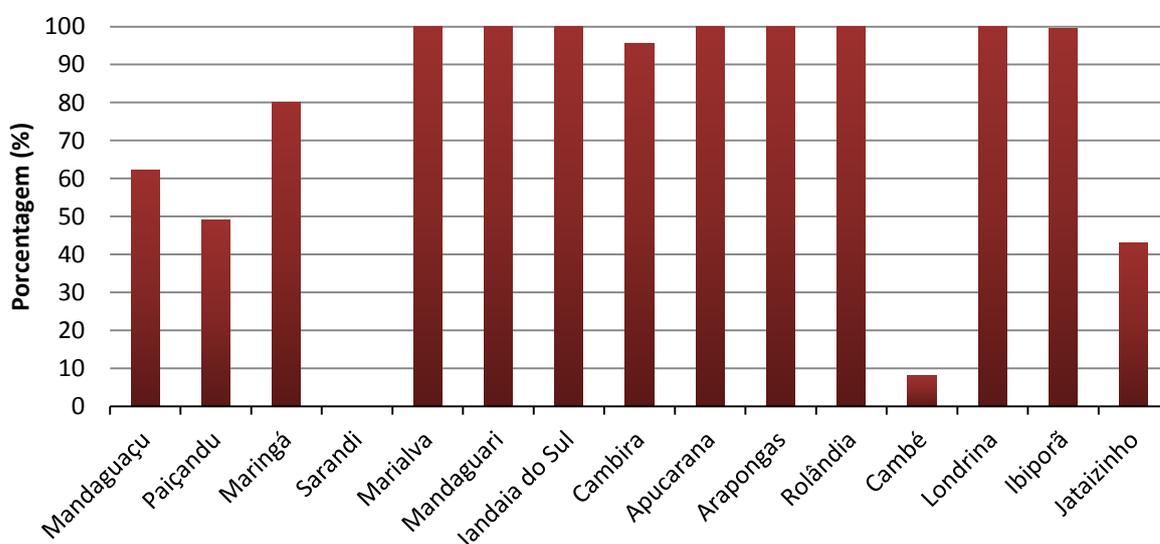
Entretanto, embora Cambira possua a menor eficiência de coleta dentre os demais municípios do eixo, deixa de coletar apenas 434 toneladas anuais, enquanto que vizinhos com melhores índices deixam de coletar em torno de mil toneladas anuais, como são os casos de Marialva, Rolândia e Cambé, que apresentam coletas de 87%, 95% e 97%, respectivamente, assim representando um volume de resíduo não captado muito mais significativo em termos totais. Ao todo, cerca de 6 mil toneladas deixam de ser coletadas na Metrópole Paraná Norte (desconsiderando os resíduos de Sarandi por falta de informações), que podem ter diversos destinos impróprios, como lixões a céu aberto, rios, queimados, entre outros, que por sua vez decorrem em inúmeros impactos ambientais, sociais e econômicos, como a contaminação de recursos hídricos subterrâneos ou superficiais por chorume ou substâncias tóxicas, veiculação de doenças e vetores patogênicos, que aumentam a demanda do sistema de saúde, por exemplo.

A falta de cobertura da área rural é outro fato que pressiona os eixos da sustentabilidade, de modo que geram e potencializam diversos impactos negativos, refletidos na sociedade e no meio ambiente, embasada na justificativa da falta de economicidade da prática. Apenas os municípios de Apucarana e Londrina declararam realizar coleta de resíduos na área rural, entretanto não apontaram a abrangência executada. Considerada uma hipotética coleta de 100% para ambos os municípios, ainda assim restaria uma população rural de 37 mil pessoas no eixo da Metrópole Paraná Norte sem a disponibilidade do serviço, destinando

seus resíduos de maneiras alternativas. Ressalta-se a relevância dessa população não atendida, uma vez que 6 dos 15 municípios do eixo sequer possuem 37 mil habitantes.

Quanto à coleta seletiva, outro aspecto importante para um serviço de coleta de resíduos de qualidade, todos os municípios declararam que possuem o sistema de diferenciação, seja por coleta porta a porta, seja realizada por associações ou cooperativas de catadores. A média da cobertura desse tipo de coleta é de 81% da população urbana, variando de apenas 8% em Cambé a 100% nos municípios de Marialva, Mandaguari, Jandaia do Sul, Apucarana, Arapongas, Rolândia, Londrina e Ibioporã, sendo que destes, apenas Londrina declara realizar a coleta seletiva no meio rural. Ressalta-se que o município de Sarandi declarou possuir essa modalidade do serviço, contudo não apresentou seus respectivos índices.

**Figura 6.2 – Cobertura da coleta seletiva em relação à população urbana**



**Fonte: PERS/PR, 2018.**

Dadas as eficiências de coleta seletiva no meio urbano, cerca de 1,3 milhões pessoas têm a disposição o serviço, contudo, pouco mais de 200 mil habitantes urbanos ainda não possuem o mesmo acesso, com destaques negativos a Cambé, com 92 mil pessoas não atendidas devido à baixa cobertura urbana, e a Maringá, que apesar de disponibilizar a coleta seletiva a 80% da população urbana, ainda restam 80 mil habitantes não contemplados pelo sistema. Ademais, pode-se somar a este montante, a parcela rural da população, que adiciona 50 mil pessoas não atendidas ao total do eixo, desconsiderando ainda os 14 mil habitantes rurais de Londrina, que possuem coleta, mas sem a explicitação do índice de cobertura. Como resultado, além das consequências ambientais da disposição inadequada destes resíduos, há um viés econômico muito forte atrelado a essa questão, uma vez que uma parcela significativa dos resíduos que poderiam estar sendo destinados a centros de reciclagem estão sendo direcionados aos aterros “controlados” ou sanitários, gerando custos adicionais para o manejo e deixando de gerar receita proveniente do material reciclado em si e de empregos direta e indiretamente relacionados à atividade. A tabela a seguir resume a situação de cada município individualmente.

**Tabela 6.2 – Panorama da geração e coleta de resíduos na região**

Município	Geração per capita urbana (t/hab)	Geração per capita rural (t/hab)	Geração total (t)	% total	Cobertura da coleta regular em relação à pop. Total (%)	A coleta é realizada na área rural?	Existência de coleta seletiva	A coleta é realizada na área rural?	Cobertura da coleta seletiva porta-a-porta em relação à pop. urbana (%)	Coleta seletiva realizada por associação ou cooperativa de catadores	Realiza compostagem	Realiza triagem
Apucarana	0,292	0,230	37.958	7%	100	Sim	Sim	Não	100	Sim	Sim	Sim
Arapongas	0,292	0,230	33.992	6%	99,13		Sim		100	Não	Não	Sim
Cambé	0,292	0,230	30.287	5%	96,81		Sim		8,02	Não	Não	Sim
Cambira	0,230	0,230	1.784	0%	75,66		Sim		95,71	Sim	Não	Sim
Ibiporã	0,266	0,230	13.989	2%	95,22		Sim		99,64	Não	Sim	Sim
Jandaia do Sul	0,266	0,230	5.594	1%	90,44		Não		100	Sim	Não	Sim
Jataizinho	0,230	0,230	2.888	0%	92,8		Sim		42,96	Não	Não	Não
Londrina	0,420	0,230	229.554	40%	100	Sim	Sim	Sim	100	Sim	Sim	Sim
Mandaguaçu	0,266	0,230	5.752	1%	96,9		Não		62,29	Sim	Não	Não
Mandaguari	0,266	0,230	9.106	2%	94,72		Sim		100	Não		
Marialva	0,266	0,230	8.995	2%	87,24		Sim		100	Sim	Sim	Sim
Maringá	0,369	0,230	147.583	25%	100		Sim	Não	80	Não	Sim	Sim
Paíçandu	0,266	0,230	10.566	2%	98,63		Sim		49,03	Sim	Não	Sim
Rolândia	0,266	0,230	16.935	3%	94,62	Não	Sim	Não	100	Não	Não	Sim
Sarandi	0,266	0,230	24.310	4%	S/I		Sim			Sim	Não	Sim

Fonte: PERS/PR, 2018.

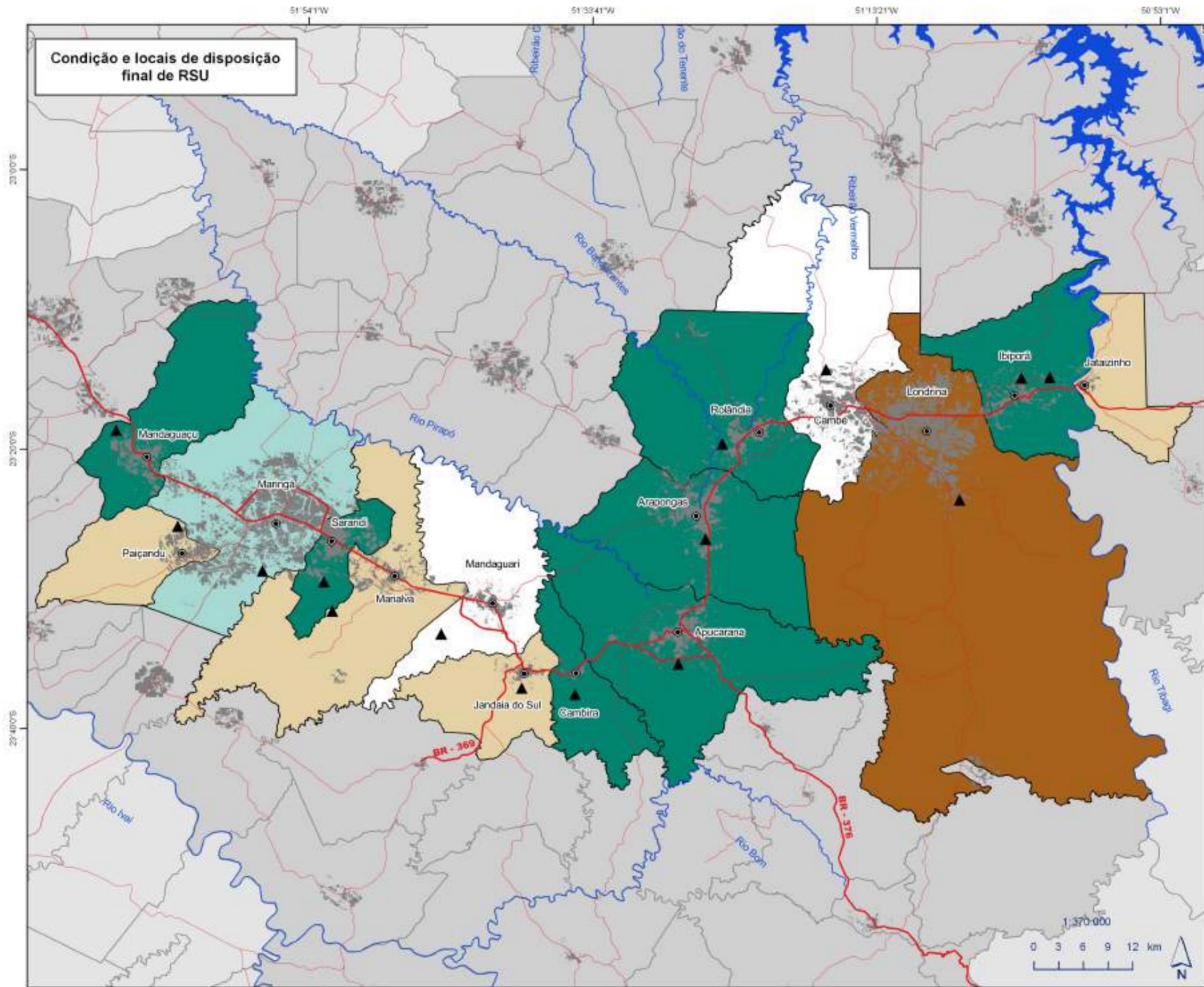
Outro componente importante de um sistema de coleta de resíduos sólidos é a condição da sua disposição final. Para isso, o PERS/PR se baseou nas informações das visitas técnicas, do Tribunal de Contas do Estado (TCU/PR), do Ministério Público do Paraná, do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) e dos Planos Municipais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos, criando uma metodologia de classificação, aplicando-a a todos os municípios do Paraná, conforme a tabela a seguir.

**Tabela 6.3 – Metodologia de classificação das áreas de disposição final de RSU**

Classificação	Descrição	
Adequada	A	Aterro sanitário com licença de operação - LO válida
	B	Aterro sanitário com licença de operação - LO vencida, entretanto, o empreendimento solicitou pedido de renovação com antecedência mínima de 120 dias da expiração do seu prazo de validade fixado na respectiva licença, conforme Resolução CEMA nº 65/2008
Inadequada	A	Área com algum tipo de inadequação na operação, constatado por meio de visita técnica das equipes do PERS/PR, TCE/PR ou MP/PR
	B	Área com licença de operação - LO, mas com alguma menção a aterro controlado
	C	Área licenciada como aterro sanitário, com licença de operação - LO vencida e sem pedido de renovação ou com o pedido de renovação realizado sem antecedência mínima de 120 dias da expiração do seu prazo de validade fixado na respectiva licença, conforme Resolução CEMA nº 65/2008
	D	Área operando com licença prévia - LP, licença de instalação - LI ou renovação da licença de instalação - RLI
	E	Área classificada como Aterro Controlado ou Lixão no Relatório da Situação da Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná publicado pelo Instituto Ambiental do Paraná – IAP em 2017
Não foi possível classificar	-	Informações disponíveis são divergentes, não foi encontrada licença e o Relatório da Situação da Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos no Estado do Paraná classifica como aterro sanitário

**Fonte: PERS/PR, 2018.**

Apesar do esforço, o PERS/PR não possui a localização exata dos locais de destinação final por município. Portanto, como o georreferenciamento destes locais é importante para as questões que envolvem o Plano da Metrópole Paraná Norte do Paraná, esse levantamento foi realizado através do SNIS, de pesquisas na internet e identificação visual por imagens de satélite, resultando nos pontos demonstrados no mapa a seguir.



**Condição e locais de disposição final de RSU**

- Legenda**
- ▲ Locais de disposição final
  - Condição da disposição final**
  - Adequada - A
  - Adequada - B
  - Inadequada - C
  - Inadequada - D
  - Não Classificado
- Fonte: SNIS, 2016; PERS/PR, 2018.

- Convenções Cartográficas**
- Sedes Municipais
  - Rodovias Federais
  - Rodovias Estaduais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometropole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.

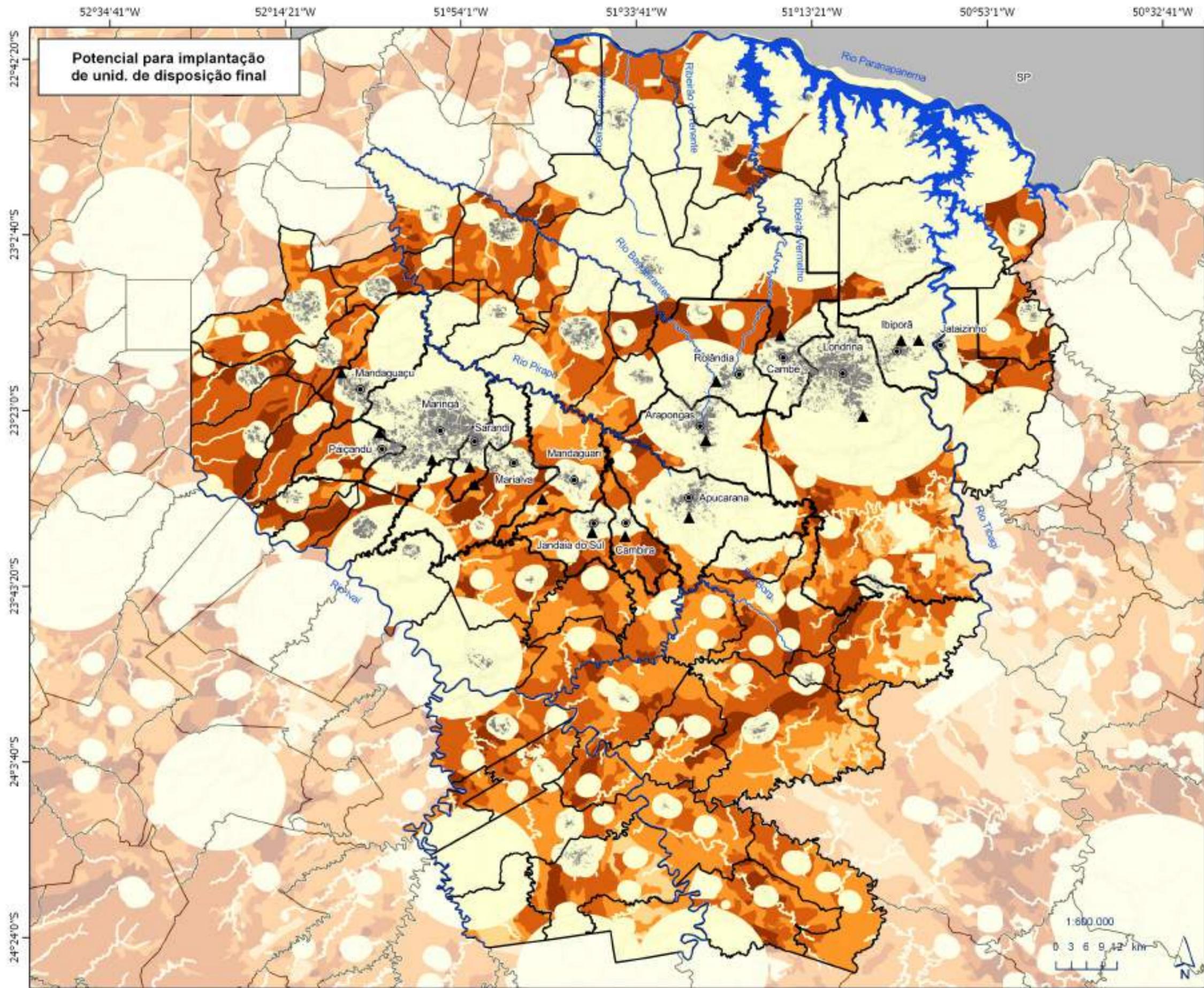
O PERS/RS também se dedicou à identificação de áreas com potencial para implantação de unidades de disposição final de resíduos sólidos em todo o território paranaense, cuja metodologia se baseou no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS/RS). Segundo a metodologia explicitada, o primeiro filtro aplicado está relacionado às áreas indisponíveis ou restritas, como APPS, unidades de conservação, terras indígenas, parques, entre outras, classificando-as como potencial “Muito Baixo ou Interditado”. À esta etapa também foram incluídas as áreas de proteção ambiental (APAs), que não necessariamente impedem a instalação deste tipo de empreendimento, mas que dificultam significativamente o processo, sendo então classificadas como de “Baixo” potencial.

Em um segundo corte, que considera as áreas que não possuem empecilhos legais ou de zoneamento, verificou-se a disponibilidade do terreno em relação à condição técnica para suportar as unidades de destinação final, consonantes com a legislação e normas aplicáveis. Para isso, foram verificadas as informações vulnerabilidade geoambientais, que dizem respeito a processos geoambientais de erosão, aos movimentos de massa, à queda de blocos, à subsidência, a recalques e colapsos de solo, a inundações periódicas e à contaminação de águas subterrâneas. Ainda, foram observadas as condições de uso e ocupação do solo e distância à rodovias, a fim de mensurar a influência logística dos locais com potencial.

A essas condições citadas foram atribuídas notas e pesos, de modo a compor um índice final, que considerou nota 0 para as áreas especiais, classificando-as como interditadas ou com potencial muito baixo; de 1 a 40 com potencial baixo, de 41 a 60 regular, 61 a 80 alto e 81 a 100 muito alto, onde todas as condições analisadas favorecem a implantação de unidades de destinação final de resíduos.

Conforme pode ser observado no mapa a seguir, apenas os aterros/lixões de Marialva, Mandaguari e Cambé não estão alocados em áreas determinadas como interditadas ou com potencial muito baixo, embora os aspectos visuais destes locais remetam a lixões a céu aberto, podendo ocasionar impactos negativos ao meio ambiente mesmo instalados em locais relativamente apropriados.

Os casos mais recorrentes de disposição final inadequada são referentes à proximidade com aeroportos, aeródromos e pistas simples, onde o acúmulo de aves carniceiras pode representar perigo às aeronaves e seus passageiros, e ainda a pouca distância à áreas urbanas, que representa elevado grau de risco devido à proliferação de agentes patogênicos que podem causar grandes prejuízos à saúde da população local.



Potencial para implantação de unid. de disposição final

**Legenda**

- ▲ Locais de disposição final
  - Potencial de implantação**
  - Muito Alto
  - Alto
  - Regular
  - Baixo
  - Muito Baixo ou Interditado
- Fonte: SNIS, 2016; PERS/PR, 2016.

**Convenções Cartográficas**

- Sedes Municipais
  - Áreas Urbanas
  - Limite Municípios Macrometropole
  - Municípios RM
  - Paraná
  - Limite Estadual
  - Hidrografia Principal
  - Reservatório
- Datum: SIRGAS 2000.

### 6.3. Resíduos Sólidos do Serviço de Saúde

Segundo o PERS/PR, a resolução Conama 05/1993 introduziu pela primeira vez no Brasil a regulamentação da gestão de Resíduos Sólidos dos Serviços de Saúde (RSS). Em 2001, com o objetivo de melhorar e complementar procedimentos referentes ao tratamento e disposição final de RSS foi publicada a Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa, a RDC 283. Em 2003, por meio da RDC 33, foi elaborado pela Anvisa um regulamento técnico para gerenciamento de RSS. Com a existência de duas resoluções federais divergentes quanto aos resíduos sólidos, houve compatibilização e revisão destas resoluções com a criação de duas novas resoluções: a RDC/Anvisa 306/2004, que regulamenta o gerenciamento de RSS de estabelecimentos geradores e a Conama 358/2005, que dispõe sobre tratamento e disposição final de resíduos dos serviços de saúde. Foi publicada em 28 de março de 2018 a Resolução RDC 222/2018, pela Anvisa, revogando a RDC 306/2004. A resolução mais atualizada engloba novos conceitos e terminologias já adotados na Política Nacional de Resíduos, dispendo sobre o gerenciamento de resíduos de saúde.

No Estado do Paraná existem normas voltadas à complementação das Resoluções Conama e Anvisa tais como a Resolução Conjunta SEMA/SESA 002/2005, Resolução SESA/PR 496/2005, Instrução Normativa DIRAM/IAP 003/2006, Resolução SEMA/PR 043/08 e Resolução SESA/PR 766/2012. Além destas também existem NRs (Normas Regulamentadoras) e NBRs (Normas Técnicas Brasileiras) que auxiliam em algumas etapas de gestão de RSS.

O PERS/PR estimou a geração de RSS em hospitais para as 20 regiões contempladas no PRGISU/PR. A estimativa de produção anual no Estado é de 59.888 toneladas de RSS, sendo produzidas na região de Maringá 4.795 toneladas de RSS por ano, na região de Apucarana 2.364 toneladas por ano e na de Londrina, 5.845 toneladas por ano. Logo, estas três regiões geram juntas cerca de 22% de todo o RSS do Estado. As regiões de Londrina e Maringá perdem apenas para a região de Curitiba, a qual produz 18.678 toneladas por ano, colaborando sozinha com cerca de 31% de todo o RSS do Estado.

Com relação à coleta e transporte de RSS, o PERS/PR aponta que no Estado todo existem 23 empresas responsáveis pela coleta e destinação de RSS. Para a região em estudo, foram identificadas as empresas Kurica Ambiental S/A, em Londrina; Serquip Tratamento de Resíduos PR Ltda, que atua tanto em Londrina quanto em Curitiba. Não foram indicadas empresas atuantes nos outros municípios que compõem este Plano.

No que concerne o tratamento, existem no Estado 16 empresas que prestam serviços de tratamento de RSS. As empresas identificadas na região foram Kurica Ambiental, em Londrina, a empresa Servioeste Paraná Tratamento de Resíduos LTDA – EPP, em Maringá e a empresa Selecta, em Sarandi, todas realizam o tratamento dos RSS por meio de autoclavagem. A empresa Serquip Tratamento de Resíduos PR Ltda, atuante em Londrina e em Curitiba, realiza tratamento por meio de autoclavagem e incineração.

Por fim, a última etapa do manejo corresponde à disposição final do RSS e deve ser feita em conformidade com o disposto pela Resolução Conama 358/2005. Foram apresentados pelo PERS/PR 12 locais de destinação de RSS tratado, sendo 3 deles situados na região de abrangência deste Plano. Em Sarandi existe um aterro classe IIA, operado pela empresa Ambiental Sul Brasil – Central Regional de Tratamento de Resíduos Ltda – ME. Em Londrina a empresa Kurica Ambiental também opera um aterro classe IIA. Em Maringá, a Pedreira Ingá Indústria e Comércio Ltda opera um aterro classe IIA.

De modo geral, a gestão de RSS no Estado do Paraná está muito bem estruturada pelo fato de existirem normas e legislações com conteúdo claro que respaldam a forma de conduzir manejo adequado.

#### **6.4. Resíduos Sólidos de Construção Civil**

Desde 2002 o Brasil possui uma resolução específica que respalda a gestão de Resíduos Sólidos de Construção Civil (RCC), a Resolução 307/2002 do Conama, que “estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil”. Ainda existem muitos problemas relacionados com a gestão de RCC, mesmo com tantas exigências e Resoluções disponíveis.

Foi estimada pelo PERS/PR, para o ano de 2016, a geração de RCC para as 20 regiões contempladas no PRGISU/PR. A região de Curitiba foi a que apresentou maior quantidade de resíduos gerados, com 1.839.705 toneladas por ano, o equivalente a 31,5% do total do Estado. A região de Londrina contribuiu com 482.212 toneladas por ano (8,2%) e a de Maringá com 422.781 toneladas por ano (7,2%). As três, juntas, geram aproximadamente 47% do RCC do Estado.

A responsabilidade pela coleta e transporte dos RCC é das prefeituras municipais ou de empresas privadas, cabendo às prefeituras a definição de classificação de pequenos e grandes geradores de resíduos, bem como os detalhamentos do manejo. Dos 16 municípios que compõem a região de Apucarana, 8 realizam a coleta de RCC. Na região de Londrina, dos 20 municípios, 12 realizam coleta de RCC e na região de Maringá, dos 31 municípios, 11 realizam coleta de RCC. Com relação ao número de empresas que realizam coleta, foram contabilizadas 7 em Apucarana, 8 em Londrina e 10 em Maringá.

A maior parte dos resíduos que compõem o RCC pode ser reaproveitada e reutilizada na própria construção civil. Já a reciclagem é definida como “o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação”, conforme o disposto na Resolução 307/2002 do Conama. Existem empresas de reciclagem em 3 dos 15 municípios que compõem este Plano. Em Arapongas a empresa responsável é a Nova Obra 10, em Apucarana a Nova Visão e em Londrina as empresas Kurica e Retorno Ambiental.

De acordo com o PERS/PR, com relação à destinação dos RCC, todos os municípios que compõem o Plano, com exceção dos municípios de Londrina e Alvorada do Sul, apresentam disposição inadequada dos resíduos. Em Londrina a destinação é realizada na Central de Triagem e Reciclagem de RCC – Retorno Soluções Ambientais e aterro de RCC da Kurica. Em Alvorada do Sul o aterro para disposição de RCC está regularização.

De modo geral, a gestão de RCC no Estado do Paraná é menos estruturada, pois apesar de existirem normas e legislações com conteúdo claro que respaldam a forma de conduzir manejo adequado, muitas empresas não seguem a legislação.

#### **6.5. Resíduos Sólidos de Saneamento**

Ainda, decorrente dos processos de tratamento de água para o abastecimento público e de efluentes, há uma grande geração de lodo das respectivas ETAs e ETEs. Segundo o PERS/PR, o lodo gerado pelo tratamento de água em Londrina representa o segundo maior volume no Paraná, com um volume de 56 milhões de metros cúbicos anualmente, atrás apenas de Curitiba. O município de Maringá ocupa a quarta posição do *ranking*, cuja geração de lodo alcança o patamar de 25 milhões de metros cúbicos, atrás de Ponta

Grossa. No que tange a produção de lodo a partir do tratamento de efluentes, Londrina e Maringá ocupam a segunda e terceira posições, atrás da capital, gerando 29 e 21 milhões de metros cúbicos anualmente. Ao todo, mais de 130 milhões de metros cúbicos são gerados apenas por Londrina e Maringá resultantes dos processos de tratamento. O PERS/PR não conseguiu maiores informações sobre o paradeiro destes resíduos para os demais municípios.

Esse resíduo é classificado pela NBR 10.004/2004 como Classe II A, não perigoso e não inerte, assim, uma grande parte é destinada a aterros, a áreas agrícolas ou ainda para recuperação de áreas degradadas, contudo essas opções oneram significativamente os sistemas de tratamento quando operadas corretamente. Outra grande parcela é descartada novamente nos rios (lodo de ETAS), o que prejudica a qualidade dos próprios, contudo representam a solução mais barata. Assim, a geração de lodo na região ainda aguarda oportunidades com melhores custos benéficos.

## **6.6. Avaliação do Setor**

Em suma, a coleta de resíduos sólidos urbanos é relativamente bem atendida nos municípios do eixo da Metrópole Paraná Norte, com uma boa cobertura de coleta. Entretanto, a destinação final é um ponto de atenção, visto que o PERS/PR identifica que em alguns casos os locais declarados como aterros não contemplam toda a legislação do setor, sendo classificados como “aterros controlados”, ou ainda são verdadeiros lixões.

Deixando a desejar, a coleta seletiva possui um alcance significativamente menor em relação à coleta geral de RSU, desperdiçando um grande potencial econômico que poderia ser gerado através da expansão do sistema de um sistema de reciclagem mais efetivo.

Os sistemas de coleta de resíduos da construção civil e de saúde ainda são incipientes, com poucas opções de locais adequados para destinação, o que pode ser um entrave logístico e financeiro aos responsáveis pela destinação final de tais resíduos.

Por fim, representando um grande volume gerado nas principais cidades, o lodo de ETAs e ETEs não significa um problema grave com relação à destinação, uma vez que têm sido descartados corretamente, ou no caso de uma parcela do lodo de algumas ETAs, lançados em corpos hídricos que não acarretam em impactos extremamente deletérios, embora causem alguma perturbação. A maior questão para esse tipo de resíduos diz respeito a seus custos, já que sua correta destinação possui um custo elevado.

Apenas os municípios de Ibiporã, Jataizinho e Marialva participam, juntamente a outras 37 cidades, participam de alguma iniciativa de gestão integrada, no caso o Consórcio Intermunicipal de Saneamento do Paraná (CISPAR), que assessora quanto a questões de saneamento, como apoio jurídico, laboratório de análises, engenharia, compras, entre outros, porém não realiza ações de destinação de resíduos e tampouco há planos para que tal atividade seja desempenhada.

A prática de consórcio é vista com bons olhos pelo PERS/PR, e passa a ser uma alternativa a ser estudada para os municípios do Plano da Metrópole Paraná Norte do Paraná a fim de proporcionar ainda mais qualidade ao sistema geral de coleta e destinação de resíduos, evitar impactos negativos nas esferas ambiental e social buscando o desenvolvimento sustentável, analisando ciclos que podem ser incorporados ao processo, buscando atender a parcela rural da sociedade, bem como gerar economicidade à prática através de ganho de escala, o que pode ser uma opção para baratear os custos.

## ANEXO – Áreas de Proteção Ambiental

Município	Categoria	Unidade de Conservação	Proteção Integral ou Uso Sustentável	Pública ou Privada	Área (ha)
Apucarana	Parque Municipal	Parque Municipal da Colônia Mineira	Proteção Integral	Público	53,07
Apucarana	Parque Municipal	Parque Municipal da Raposa	Proteção Integral	Público	290
Arapongas	Parque Municipal	Parque Municipal Bosque dos Pássaros	Proteção Integral	Público	3,58
Arapongas	Parque Municipal	Parque Municipal dos Pássaros	Proteção Integral	Público	4,37
Cambé	Parque Municipal	Parque Municipal Danziger Hof	Proteção Integral	Público	12,13
Cambé	Parque Municipal	Parque Municipal Peroba Rosa	Proteção Integral	Público	9,8
Ibiporã	Parque Estadual	Parque Estadual de Ibiporã	Proteção Integral	Público	74,06
Londrina	Parque Estadual	Parque Estadual Mata dos Godoy	Proteção Integral	Público	690,17
Londrina	Parque Municipal	Bosque Municipal Marechal Cândido Rondon	Proteção Integral	Público	2,54
Londrina	Parque Municipal	Córrego Água Fresca	Proteção Integral	Público	3,61
Londrina	Parque Municipal	Parque Ecológico João Milanez	Proteção Integral	Público	383,34
Londrina	Parque Municipal	Parque Ecológico Municipal Dr. Daisaku Ikeda 1	Proteção Integral	Público	120
Londrina	Parque Municipal	Parque Ecológico Municipal Dr. Daisaku Ikeda 2	Proteção Integral	Público	3,05
Londrina	Parque Municipal	Parque Municipal Arthur Thomas	Proteção Integral	Público	85,47
Londrina	Parque Municipal	Parque Municipal Lago Cabrinha	Proteção Integral	Público	12,29
Londrina	Recategorizar	Área de Lazer Luigi Borghesi	-	Público	5,1
Londrina	Recategorizar	Bosque do Marco Zero	-	Público	4,08
Londrina	Recategorizar	Jardim Botânico de Londrina	-	Público	89,82
Londrina	Recategorizar	Lago Igapó II	-	Público	17,79
Londrina	Recategorizar	Lago Igapó I	-	Público	42,41
Londrina	Recategorizar	Lago Igapó III	-	Público	5,13
Londrina	Recategorizar	Lago Igapó IV	-	Público	8,71
Londrina	Recategorizar	Lago Norte	-	Público	4,17
Londrina	Recategorizar	Mata Luis de Sá	-	Público	6,78
Londrina	Recategorizar	Vale do Rubi	Proteção Integral	Público	15,77
Londrina	Reserva Particular do Patrimônio Natural	RPPN Fazenda Figueira (Mata do Barão)	Uso Sustentável	Privada	1126,1
Londrina	Reserva Particular do Patrimônio Natural	RPPN Mata do Barão	Uso Sustentável	Privada	1.126,10

<b>Município</b>	<b>Categoria</b>	<b>Unidade de Conservação</b>	<b>Proteção Integral ou Uso Sustentável</b>	<b>Pública ou Privada</b>	<b>Área (ha)</b>
Mandaguari	Parque Municipal	Parque da Pedreira	Proteção Integral	Público	6,8
Mandaguari	Recategorizar	Horto Florestal de Mandaguari	-	Público	21,53
Maringá	Parque Municipal	Parque Alfredo Werner Nyffeler	Proteção Integral	Público	9,78
Maringá	Parque Municipal	Parque da Amizade 1	Proteção Integral	Público	40,99
Maringá	Parque Municipal	Parque da Amizade 2	Proteção Integral	Público	6,97
Maringá	Parque Municipal	Parque das Grevíleas Annibal Bianchini da Rocha	Proteção Integral	Público	5,12
Maringá	Parque Municipal	Parque do Ingá	Proteção Integral	Público	47,3
Maringá	Parque Municipal	Parque Graiha Azul	Proteção Integral	Público	5,63
Maringá	Parque Municipal	Parque Gurucaia	Proteção Integral	Público	28,72
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal Borba Gato	Proteção Integral	Público	7,65
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal das Palmeiras	Proteção Integral	Público	6,11
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal das Perobas	Proteção Integral	Público	26,34
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal do Cinquentenário 1 e 2	Proteção Integral	Público	20,31
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal do Sabiá	Proteção Integral	Público	8,2
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal dos Pioneiros	Proteção Integral	Público	57,31
Maringá	Parque Municipal	Parque Municipal Guayapó	Proteção Integral	Público	1,62
Maringá	Recategorizar	Horto Florestal Maringá Dr. Luis Teixeira Mendes	-	Público	51,25
Maringá	Recategorizar	Reserva da Nascente do Ribeirão Painçandu	Proteção Integral	Público	7,73
Maringá	Recategorizar	Reserva do Córrego Cleópatra	Proteção Integral	Público	2,37
Maringá	Recategorizar	Reserva do Córrego Moscados	Proteção Integral	Público	3,5
Maringá	Recategorizar	Reserva Florestal da Rua Diogo Martins Esteves	Proteção Integral	Público	2,68
Maringá	Recategorizar	Reserva Florestal R. Pion. Deolinda T. Garcia	Proteção Integral	Público	10,96
Rolândia	Reserva Particular do Patrimônio Natural	RPPN Fazenda Carambola	Uso Sustentável	Privada	129,14
Rolândia	Reserva Particular do Patrimônio Natural	RPPN Luz do Sol	Uso Sustentável	Privada	44,64
				<b>Total</b>	<b>4.752,09</b>