

ELABORAÇÃO DO PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS

PRODUTO 1.2 - PARTE C

AVALIAÇÃO E PROPOSIÇÃO
DA REDE DE MONITORAMENTO
HIDROMETEOROLÓGICA E DE
QUALIDADE DA ÁGUA

Revisão Final

Volume II - Águas Subterrâneas

2.010

Apoio



fnma
Fundo Nacional do Meio Ambiente

Secretaria de Recursos Hídricos
e Ambiente Urbano

Ministério do
Meio Ambiente

cobrape

SUMÁRIO

PARTE C

Volume II – Monitoramento dos Recursos Hídricos Subterrâneos

APRESENTAÇÃO.....	3
RESUMO EXECUTIVO.....	5
1. INTRODUÇÃO.....	8
2. OBJETIVOS DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ	10
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	13
4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO ESTADO DO PARANÁ.....	18
4.1. Potencial Risco à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividades Antrópicas	18
4.2. Grau de Utilização das Águas Subterrâneas	23
5. PROPOSIÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ... ..	28
5.1. Rede Estratégica de Monitoramento das Águas Subterrâneas	28
5.2. Parâmetros de Qualidade da Água a Serem Monitorados e a Frequência de Amostragem	40
6. PROPOSTA DE PROGRAMAS A SEREM DESENVOLVIDOS.....	46
6.1. Procedimento de Coleta, Preservação, Acondicionamento e Transporte de Amostras	46
6.2. Mapas de Vulnerabilidade à Contaminação das Águas Subterrâneas	47
6.3. Riscos à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividades Antrópicas	47
6.4. Integração da Rede Estratégica de Monitoramento das Águas Subterrâneas e das Águas Superficiais ..	47
6.5. Enquadramento das Águas Subterrâneas	48
6.6. Integração da Rede de Monitoramento Estadual e da Rede Nacional (SIAGUAS)	48

ANEXO 1. Rede Complementar de Monitoramento das Águas Subterrâneas

APRESENTAÇÃO

APRESENTAÇÃO

O presente relatório, denominado *Produto 1.2 – Avaliação e Proposição da Rede de Monitoramento Hidrometeorológica e de Qualidade da Água*, integra a *Parte C – Volume II* dos produtos previstos para o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Paraná, em execução pelo Instituto de Águas do Paraná (antiga Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA), no âmbito do Contrato nº 19/2006 – SUDERHSA / COBRAPE.

Este produto é dividido em 04 (quatro) partes:

- **PARTE A**

Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Superficiais

- **PARTE B**

Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas Subterrâneas

- **PARTE C**

Volume I - Monitoramento dos Recursos Hídricos Superficiais

Volume II - Monitoramento dos Recursos Hídricos Subterrâneos

Volume III - Nota Técnica da Estimativa de Custos das Redes de Monitoramento Hidrometeorológica Superficial e Subterrânea

- **PARTE D**

Levantamento e Análise de Eventos Críticos

RESUMO EXECUTIVO

RESUMO EXECUTIVO

A rede de monitoramento, importante para balizar a gestão, o planejamento, a fiscalização e o controle dos recursos hídricos, tem como objetivo proporcionar o uso sustentável para as gerações, atuais e futuras, assegurando, em termos quantitativos e qualitativos, a necessária disponibilidade da água frente às demandas e anseios da sociedade.

O Governo do Estado do Paraná vem dispendendo esforços para dotar-se de uma rede de monitoramento que forneça todo o suporte à implementação dos instrumentos de gestão e fiscalização dos recursos hídricos.

Sob essa perspectiva, a caracterização do Estado foi definida em função dos diferentes potenciais de riscos à contaminação e dos diferentes graus de utilização dos recursos hídricos por atividade antrópica, bem como da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas, permitindo, no âmbito de uma visão sistêmica, identificar as áreas críticas em termos de potenciais conflitos à utilização dos recursos hídricos. Portanto, essas áreas foram consideradas prioritárias para o monitoramento e serão contempladas pela **rede estratégica de monitoramento do Plano Estadual de Recursos Hídricos**.

Este mapeamento possibilitou, num contexto de restrições orçamentárias e de acordo com os graus potenciais de criticidade de cada região estudada, propor etapas de investimentos para a implementação da rede de monitoramento estratégica, priorizando, em uma primeira etapa, as áreas com maior potencial de conflito à utilização dos recursos hídricos. Destaca-se, portanto, que este mapeamento se revelou um importante elemento de planejamento e apoio à tomada de decisão, especialmente no que tange à hierarquização de investimento.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Base Cartográfica

As convenções cartográficas utilizadas nos mapas deste relatório foram adaptadas do Atlas Geográfico do IBGE – 2004. As informações do mapa base tiveram as seguintes fontes, a saber:

- Rodovias Federais: SRH – MMA, Projeto Guarani, 2006.
- Hidrografia: SRH – MMA, Projeto Guarani, 2006.
- Bacias Hidrográficas: SUDERHSA, 2007.
- Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos: SUDERHSA, 2006.
- Limites Municipais: SEMA – Secretaria de Estado e Meio Ambiente de Recursos Hídricos, 2004.
- Sedes Municipais: SEMA – Secretaria de Estado e Meio Ambiente de Recursos Hídricos, 2004.
- Limites Estaduais: IBGE, Carta Internacional ao Milionésimo, 1999.
- Limites Internacionais: IBGE, Carta Internacional ao Milionésimo, 1999.

Mapas

Foram elaborados mapas quando as informações representadas têm precisão e existem em formato *shapefile*.

Figuras

Foram elaboradas figuras quando as informações representadas não têm precisão (foram digitalizadas a partir de outras figuras ou permaneceram como imagem) ou ainda quando a representação tem caráter conceitual.

Áreas

As áreas citadas neste relatório foram obtidas considerando o sistema de coordenadas UTM.

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este produto apresenta, em termos quantitativos e qualitativos, a proposta da rede de monitoramento das águas subterrâneas em relação ao monitoramento ambiental e de vigilância do Estado do Paraná.

Essa proposta foi construída a partir de informações que caracterizam, essencialmente, a **vulnerabilidade** à contaminação das águas subterrâneas e os **potenciais riscos relativos às atividades antrópicas**. As áreas de vulnerabilidade à contaminação foram definidas pelos técnicos da SUDERHSA. Já as áreas de potenciais riscos referentes às atividades antrópicas foram caracterizadas, pela consultora, apresentando níveis distintos de potencial risco à contaminação e de grau de utilização dos recursos hídricos.

Para tanto, em termos dos usos e ocupação do solo e dos usos dos recursos hídricos subterrâneos, e considerando, entre outras instituições, a base de dados disponibilizada pela SUDERHSA, IBGE, EMATER, Plano Regional de Desenvolvimento Estratégico (PRDE), MINEROPAR, IPARDES e PNAD, foi possível indicar, ao longo de todo o território Estadual, as áreas prioritárias de monitoramento.

A partir dessa caracterização, a **rede estratégica** de monitoramento é aquela formada por um conjunto mínimo de poços, distribuídos ao longo de todo o Estado, de tal forma a fornecer a base mínima de dados para a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Também foram estabelecidos critérios de densidade e de frequência de amostragem da rede estratégica, acarretando na proposta no número de poços a serem monitorados, na sua distribuição espacial ao longo do Estado e no número de poços que monitorarão os diferentes grupos de parâmetros de qualidade da água definidos em conformidade com a caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas e com a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde.

Por fim, somada às recomendações para a seleção de pontos de monitoramento e de parâmetros de qualidade a serem monitorados, houve a recomendação de programas considerados fundamentais para dar suporte ao Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos Subterrâneos.

2. OBJETIVOS DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ

2. OBJETIVOS DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ

O objetivo conceitual de uma rede de monitoramento é o de definir um conjunto de informações - quantidade e qualidade da água - de forma que se possam avaliar as vazões e as características físicas, químicas e biológicas de um ponto selecionado no corpo d'água e a sua influência e efeito na sua área de contribuição total.

Neste contexto, convém enfatizar que o objetivo de se estabelecer o programa de monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Paraná é baseado no entendimento de possibilitar a consolidação das ferramentas e das informações necessárias para a implementação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e da vigilância destes recursos, construindo, as bases para uma gestão participativa e transparente.

Por conseguinte, destaca-se, de fundamental importância, a necessidade da inter-relação de um banco de dados consistente entre as ferramentas de gestão dos recursos hídricos, as características de uso e ocupação do solo e as tendências de crescimento da região.

Os objetivos da rede de monitoramento das águas subterrâneas, conforme acordado com os técnicos da SUDERHSA, foram classificados em dois tipos: monitoramento ambiental e vigilância quanto aos padrões de qualidade.

O monitoramento ambiental é uma ação de longo termo e tem como foco a avaliação da quantidade e da qualidade de um aquífero e das tendências de alterações (naturais e/ou uso do solo), e será fundamental para a consolidação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Já o monitoramento de vigilância possui um foco específico em atividades humanas que possam influenciar na qualidade das águas subterrâneas utilizadas para o consumo humano.

Em termos específicos, os objetivos da rede de monitoramento das águas subterrâneas, a saber:

a) *Monitoramento Ambiental:*

- identificar as características hidrogeológicas dos aquíferos;
- caracterizar a qualidade das águas subterrâneas;
- estabelecer os valores de referência de qualidade da água;
- obter informações sobre a disponibilidade potencial dos recursos hídricos;
- avaliar a condição do corpo hídrico subterrâneo (quantidade e qualidade);
- avaliar as respostas dos aquíferos à sazonalidade climática;
- identificar as tendências de alterações de quantidade e de qualidade;
- identificar as áreas com problemas potenciais;
- subsidiar a modelagem matemática;
- projetar as condições futuras de disponibilidade para o abastecimento público;
- subsidiar a elaboração de planos de qualidade das águas;
- subsidiar a tomada de ações;
- avaliar a eficácia das ações dos programas de proteção das águas subterrâneas; e,
- estabelecer as bases para a gestão, participativa e transparente, dos recursos hídricos.

b) *Monitoramento de Vigilância:*

- monitorar, nas áreas de proteção de poços de abastecimento, a chegada de poluentes a montante da captação; e,
- monitorar, a jusante de empreendimentos potencialmente poluidores, possíveis impactos causados pelas atividades desenvolvidas no local.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

O monitoramento de águas subterrâneas merece especial atenção dado ao seu grande potencial de exploração, já em andamento, no Estado do Paraná. Nesse sentido e em função da base de dados disponível, os principais aspectos que nortearam a proposta da rede de monitoramento, a saber: i) áreas de vulnerabilidade à contaminação; ii) áreas de potencial risco à contaminação por atividades antrópicas; e, (iii) áreas de grau de utilização dos recursos hídricos por atividades antrópicas.

A partir do mapeamento dessas áreas e de seu cruzamento foi possível identificar, em termos quantitativos e qualitativos, as regiões do Estado com maior potencial de impacto nas águas subterrâneas, apontando as áreas prioritárias para o seu monitoramento. Estabeleceu-se então, que as áreas prioritárias serão monitoradas pela rede estratégica de monitoramento.

A vulnerabilidade à contaminação desconsidera a eventual carga por contaminante, levando em conta apenas os parâmetros físicos do meio, como por exemplo, a geologia, hidrogeologia e geomorfologia, ou seja, representa, em função de suas características, o grau de exposição das unidades aquíferas. Essas áreas foram definidas pelos técnicos da SUDERHSA, a saber:

- *Unidade Aquífera Guarani*

Há uma significativa preocupação em relação às áreas de recarga da Unidade Aquífera Guarani, devendo, portanto, serem objeto de programas de planejamento e de gestão ambiental permanente, evitando-se a contaminação da água subterrânea e a superexploração da unidade aquífera com o seu conseqüente rebaixamento e o impacto nos corpos d'água superficiais.

Com efeito, faz-se necessária uma rede de monitoramento para a implementação e consolidação de um sistema eficiente de gestão de recursos hídricos, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico e ambiental das regiões abrangidas.

- *Unidade Aquífera Caiuá*

O desenvolvimento dessa região desencadeou uma progressiva demanda de água para o consumo - doméstico e industrial - e, principalmente, para o abastecimento público, atendendo, aproximadamente, 80% da população naquela área de ocorrência.

Portanto, faz-se necessário o monitoramento dessa unidade aquífera, em termos quantitativos e qualitativos, visando fornecer subsídios para o uso e ocupação do solo nessa região.

- *Unidade Aquífera Karst*

A área da Unidade Aquífera Karst abrange, total ou parcialmente, os municípios ao norte da Região Metropolitana de Curitiba (RMC) - Campo Magro, Campo Largo, Almirante Tamandaré, Itaperuçu, Rio Branco do Sul, Colombo, Bocaiúva do Sul, Cerro Azul, Tunas do Paraná, Doutor Ulysses e Adrianópolis -, além dos municípios de Castro e Ponta Grossa.

Essa unidade aquífera apresenta, em função dos processos naturais de dissolução das rochas carbonáticas, restrições para assentamentos urbanos. Vale ressaltar que o incremento do uso deste aquífero ocasionou, em certos locais, uma superexploração decorrente de alguns fatores, tais como: (i) rápido desenvolvimento urbano relacionado ao crescimento da população; e, (ii) uso intensivo do solo agrícola e da água para irrigação.

O monitoramento possibilitará auxiliar na proteção e conservação de sua área de superfície e, conseqüentemente, na preservação e no uso do seu manancial de águas subterrâneas.

- *Unidade Aquífera Serra Geral e Guarani*

A Unidade Aquífera Serra Geral é de grande relevância por abranger o Terceiro Planalto Paranaense, no qual se localizam as cidades de Guarapuava, Cascavel, Foz do Iguaçu, Londrina, Maringá e Campo Mourão. Produz, aproximadamente, 100 milhões de metros cúbicos ao ano retirados para abastecer a região, em média, 60% do que a SANEPAR atende em águas subterrâneas.

Destacam-se também evidências de que ocorre, através de fraturas que cortam os basaltos da formação Serra Geral, uma recarga vertical da Unidade Aquífera Guarani. Sendo assim, a rede de monitoramento, em toda essa área, proporcionará maiores conhecimentos, técnicos e científicos, para a proteção e o uso sustentável das águas do sistema integrado das duas unidades aquíferas.

O *Mapa 3.1* e o *Quadro 3.1* ilustram, por área estratégica de gestão, as regiões do Estado que possuem vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas.

LEGENDA

UNIDADES AQUÍFERAS

Fonte: ADAPTADO MINEROPAR - 2007

-  Caiuá
-  Karst
-  Recarga Guarani
-  Serra Geral x Guarani

CONVENÇÕES:

	HIDROGRAFIA	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	RODOVIAS FEDERAIS	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	LIMITE MUNICIPAL	SEMA - 2004
	LIMITE ESTADUAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE INTERNACIONAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE DE BACIAS	SUDERHSA - 2006
	LIMITE ÁREAS ESTRATÉGICAS DE GESTÃO	COBRAPE - 2007
	SEDES URBANAS DAS PRINCIPAIS CIDADES	SEMA - 2004

ESCALA: 1 : 2.500.000

DATA: MARÇO DE 2010 - REV. FINAL DATUM: SAD69



Quadro 3.1. Vulnerabilidade à Contaminação das Unidades Aquíferas.

Bacia Hidrográfica	Área estratégica de Gestão	Recarga Guarani	Karst	Caiuá	Serra Geral x Guarani
CINZAS	CZ.01	●			●
	CZ.02	●			●
IGUAÇU	IGA.02		●		
	IGA.03		●		
	IGA.04		●		
	IGA.05		●		
	IGM.01	●			●
	IGM.02				●
	IGM.03				●
	IGB.01				●
	IGB.02				●
	IGB.03				●
	IGB.04				●
ITARARÉ	IT.01		●		●
	IT.02	●			●
IVAÍ	IVA.01	●			●
	IVA.02	●			●
	IVA.03	●		●	●
	IVB.01			●	●
	IVB.02			●	●
PARANAPANEMA 1	PN1.01	●			●
PARANAPANEMA 2	PN2.01				●
PARANAPANEMA 3	PN3.01			●	●
	PN3.02			●	●
PARANAPANEMA 4	PN4.01			●	●
PARANÁ 1	PR1.01			●	
PARANÁ 2	PR2.01			●	
PARANÁ 3	PR3.01				●
	PR3.02				●
	PR3.03				●
PIQUIRI	PQ.01				●
	PQ.02			●	●
	PQ.03			●	●
PIRAPÓ	PI.01			●	●
	PI.02			●	●
	PI.03			●	●
RIBEIRA	RB.01		●		
	RB.02		●		
	RB.03		●		
	RB.04		●		
	TIA.02		●		
	TIA.03		●		
	TIB.01	●			●
	TIB.02				●
	TIB.03	●		●	●

FONTE: Adaptado MINEROPAR, 2007.

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO ESTADO DO PARANÁ

4. CARACTERIZAÇÃO GERAL DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DA UTILIZAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO ESTADO DO PARANÁ

A caracterização geral do uso e ocupação do solo e da utilização dos recursos hídricos no Estado do Paraná foi consolidada em outros relatórios referentes à etapa de diagnóstico, deste mesmo contrato de consultoria, e utilizada para embasar os estudos de Avaliação da Rede de Monitoramento das Águas Subterrâneas.

Com efeito, a contaminação por atividade antrópica pode ocorrer por meio de origem pontual (problema potencial local) e/ou de origem difusa (afetam áreas mais amplas). Entre os potenciais contaminantes de origem pontual têm-se, entre outros, as estações de tratamento de esgoto, os lixões e aterros, a atividade industrial e a mineração, os poços tubulares profundos com problemas construtivos e os postos de combustível. Já a contaminação de origem difusa é oriunda, por exemplo, das áreas urbanas e da presença de fertilizantes, pesticidas e herbicidas, em áreas agrícolas de uso intensivo.

Os potenciais contaminantes, de origem pontual e difusa, e os usuários dos recursos hídricos, considerados na proposta da rede de monitoramento das águas subterrâneas, estão apresentados nos *Itens 4.1 e 4.2* deste mesmo relatório.

O mapeamento do Estado do Paraná possibilitou retratar, de forma sistêmica, as áreas de maior ou menor **potencial à contaminação** e de **grau de utilização dos recursos hídricos**. Constitui-se, indiscutivelmente, um importante instrumento de planejamento e apoio à tomada de decisão, especialmente, no que tange ao direcionamento de áreas prioritárias ao monitoramento e à hierarquização dos investimentos.

4.1. Potencial Risco à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividades Antrópicas

O *Mapa 4.1. Potencial Risco à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividades Antrópicas* foi construído a partir da ocorrência de potenciais contaminantes das águas subterrâneas em função das características de uso e ocupação do solo.

O *Quadro 4.1* apresenta, para os potenciais contaminantes, a fonte de informação e o seu grau de ocorrência no território Estadual.

Quadro 4.1. Potencial Contaminante da Qualidade da Água Subterrânea.

Potencial Contaminante	Grau de Ocorrência	Fonte de Informação
Concentração de população urbana	Acima de 300.000 habitantes	PNAD, IBGE, 2005.
Produção agrícola	Área do Estado com maior produção agrícola	SEAB/DERAL, 2003-2004.
Área agrícola	Área com consumo de agrotóxico	CREA, 2000.
	Percentual de proprietário que utilizam adubos corretivos superior a 60%	IBGE, 2002.
Área com mineração	Áreas com produção de corretivos agrícolas, minerais energéticos, de cimento e cal	MINEROPAR, 2004.
Aterro e lixão	Produção acima de 44.000 kg/dia Geração de resíduos domiciliares de 0,6 kg/hab/dia	IBGE, 2005 / SUDERHSA, 2006.

Os demais atributos considerados no estudo - estação de tratamento de esgoto e presença de indústrias, com outorga junto a SUDERHSA, também foram levados em consideração. Entretanto, a sua ocorrência não foi considerada na classificação dos diferentes níveis de criticidade, pois ocorrem, praticamente, em todas as áreas estratégicas de gestão situadas no território Estadual.

Os mapas que caracterizam a ocorrência dos potenciais contaminantes foram cruzados, possibilitando a definição dos diferentes potenciais de riscos à contaminação no Estado. Admitiu-se a hipótese que esses níveis crescem na medida em que se aumenta o número de diferentes tipos de uso e ocupação do solo e de usuários dos recursos hídricos que lançam esgoto no corpo hídrico.

Os níveis foram caracterizados em: alto, médio e baixo, descritos a seguir.

a) *Alto Potencial de Risco à Contaminação*

Esta classe é restrita e corresponde a regiões onde há ocorrência, simultânea, dos potenciais contaminantes, listados no *Quadro 4.1*, tanto de fonte pontual como de fonte difusa, considerados mais representativos em termos de degradação da qualidade da água subterrânea.

Admitiu-se a hipótese de que caso ocorra a presença, simultânea de, pelo menos, quatro potenciais contaminantes e, que, concomitantemente, esteja abrangendo área de alta concentração populacional, definida por população acima de 300.000 habitantes, essa área estratégica de gestão será classificada como de alto potencial

de risco à contaminação. Todavia, as áreas estratégicas de gestão que apresentam concentração populacional superior a 300.000 habitantes, mas que não totalizam o número mínimo de quatro potenciais contaminantes, foram também consideradas de alto potencial de risco à contaminação.

b) Médio Potencial de Risco à Contaminação

Essa classe também foi caracterizada com base nos atributos, listados no *Quadro 4.1*, com exceção da concentração populacional, que, neste caso, foi considerada a faixa de 100.000 a 300.000 habitantes.

Essa área engloba, parcialmente, os potenciais contaminantes em termos da degradação dos recursos hídricos subterrâneos. Considerou-se então, que aquela área estratégica de gestão que concentra, simultaneamente, de quatro a cinco potenciais contaminantes é classificada como de médio potencial de risco à contaminação.

c) Baixo Potencial de Risco à Contaminação

Essa área concentra, no máximo, três potenciais contaminantes, listados no *Quadro 4.1*.

O *Quadro 4.2* e o *Mapa 4.1* sintetizam a ocorrência, ou não, dos potenciais contaminantes das águas subterrâneas ao longo de todo o Estado, em função das áreas estratégicas de gestão avaliadas, bem como identifica os seus níveis de potenciais de risco à contaminação antrópica.

Quadro 4.2. Potencial Risco à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividade Antrópica.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	População Urbana ⁽¹⁾		Resíduos Sólidos ⁽²⁾	Áreas Agrícolas			Áreas de Mineração ⁽⁶⁾
		Acima de 300.000 habitantes	Entre 100.000 e 300.000 habitantes	Acima de 44.000 kg/dia (0,6 kg/hab/dia)	Maior produção agrícola ⁽³⁾	Consumo de agrotóxico ⁽⁴⁾	Utilização de adubos e corretivos	
							Percentual de proprietários (Acima de 60%) ⁽⁵⁾	
IGUAÇU	IGA.02	●		●		●	●	●
IGUAÇU	IGA.03	●		●		●	●	●
IGUAÇU	IGB.05	●		●	●	●	●	●
IVAÍ	IVB.01	●		●	●	●	●	●
PARANÁ	PR3.03	●		●	●	●	●	●
TIBAGI	TIB.02	●		●	●	●	●	●
TIBAGI	TIB.03	●		●	●	●	●	●
CINZAS	CZ.01		●	●	●		●	
CINZAS	CZ.02		●	●	●		●	●
IGUAÇU	IGA.04		●	●		●	●	
IGUAÇU	IGM.01		●	●	●		●	
IGUAÇU	IGB.02		●	●	●		●	
IGUAÇU	IGB.04		●	●	●	●	●	●
IVAÍ	IVA.02			●	●		●	●
IVAÍ	IVA.03		●	●	●	●	●	
LITORÂNEA	BL.01		●	●		●	●	
PARANAPANEMA 3	PN3.01			●	●		●	●
PARANÁ 3	PR3.01		●	●	●	●	●	
PARANÁ 3	PR3.02		●	●	●	●	●	
PIQUIRI	PQ.02		●	●	●	●	●	
PIQUIRI	PQ.03		●	●	●	●	●	
PIRAPÔ	PI.01		●	●	●	●	●	
TIBAGI	TIA.01		●	●	●	●	●	
TIBAGI	TIA.02		●	●	●	●	●	
TIBAGI	TIA.03			●	●	●	●	●
IGUAÇU	IGA.01		●			●	●	
IGUAÇU	IGA.05					●	●	
IGUAÇU	IGA.06						●	
IGUAÇU	IGA.07						●	
IGUAÇU	IGM.02		●	●	●		●	
IGUAÇU	IGM.03				●		●	
IGUAÇU	IGB.01				●		●	
IGUAÇU	IGB.03				●		●	
ITARARÉ	IT.01				●		●	
ITARARÉ	IT.02				●		●	
IVAÍ	IVA.01				●		●	
IVAÍ	IVB.02		●	●			●	
PARANAPANEMA 1	PN1.01				●		●	
PARANAPANEMA 2	PN2.01				●		●	
PARANAPANEMA 3	PN3.02						●	
PARANAPANEMA 4	PN4.01						●	
PARANÁ 1	PR1.01						●	
PARANÁ 2	PR2.01						●	
PIQUIRI	PQ.01				●		●	
PIRAPÔ	PI.02				●		●	
PIRAPÔ	PI.03						●	
RIBEIRA	RB.01					●	●	
RIBEIRA	RB.02				●	●	●	
RIBEIRA	RB.03					●	●	
RIBEIRA	RB.04					●	●	
TIBAGI	TIB.01				●		●	

FONTE:

⁽¹⁾ PNAD, IBGE, 2005.

⁽²⁾ IBGE, 2005 / SUDERHSA, 2006.

⁽³⁾ SEAB/DERAL, 2003-2004.

⁽⁴⁾ CREA, 2000.

⁽⁵⁾ IBGE, 2002.

⁽⁶⁾ MINEROPAR, 2004.

LEGENDA:

Alto potencial de risco à contaminação

Médio potencial de risco à contaminação

Baixo potencial de risco à contaminação

LEGENDA

NÍVEL POTENCIAL DE CRITICIDADE

Fonte: COBRAPE - 2007

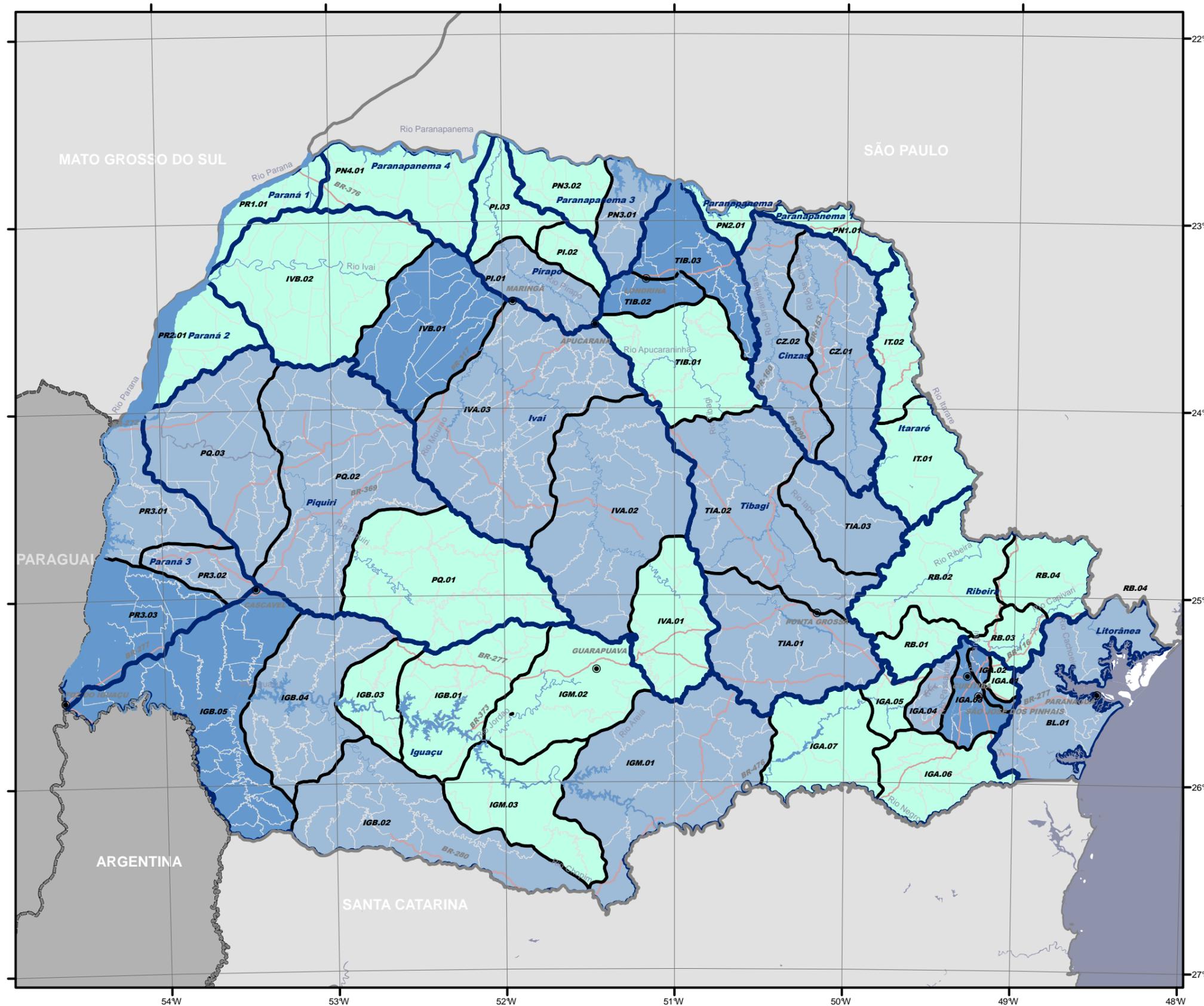
- Alto Potencial de Risco à Contaminação
- Médio Potencial de Risco à Contaminação
- Baixo Potencial de Risco à Contaminação

CONVENÇÕES:

	HIDROGRAFIA	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	RODOVIAS FEDERAIS	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	LIMITE MUNICIPAL	SEMA - 2004
	LIMITE ESTADUAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE INTERNACIONAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE DE BACIAS	SUDERHSA - 2006
	LIMITE DE ÁREAS ESTRATÉGICAS DE GESTÃO	COBRAPE - 2007
	SEDES URBANAS DAS PRINCIPAIS CIDADES	SEMA - 2004

ESCALA: 1 : 2.500.000

DATA: MARÇO DE 2010 - REV. FINAL DATUM: SAD69



4.2. Grau de Utilização das Águas Subterrâneas

O Mapa 4.2. *Grau de Utilização das Águas Subterrâneas* foi construído a partir da ocorrência de diferentes usos dos recursos hídricos.

O Quadro 4.3 apresenta, para os principais usos e usuários, a fonte de informação e o seu grau de ocorrência no território Estadual.

Quadro 4.3. Principais Usos e Usuários dos Recursos Hídricos Subterrâneos.

Uso	Usuário	Grau de Ocorrência	Fonte de Informação
Poços de abastecimento público	SANEPAR e Serviços Autônomos	Acima de 100 poços	Cadastro SUDERHSA (2006)
Vazão outorgada para abastecimento público		Vazão outorgada acima de 3.000 m ³ /h	
Irrigação	Irrigante	Vazão outorgada acima de 30 m ³ /h	
Dessedentação de animais	Pecuária	Poços com outorga	
Abastecimento industrial	Indústria	Vazão outorgada acima de 500 m ³ /h	

Os mapas que caracterizam a ocorrência dos diferentes usos e usuários das águas subterrâneas foram cruzados, possibilitando estabelecer diferentes graus de utilização da água no Estado. Admitiu-se que o grau de utilização de recursos hídricos cresce na medida em que se aumenta o número de diferentes finalidades de uso na região.

Os níveis foram caracterizados em: alto, médio e baixo, descritos a seguir.

a) Alto Grau de Utilização

Essa classe é restrita e corresponde a regiões onde há ocorrência, simultânea, de quatro a cinco das diferentes finalidades de usos dos recursos hídricos subterrâneos, consideradas mais representativas em termos quantitativos, apresentadas no Quadro 4.3.

b) Médio Grau de Utilização

Essa área engloba, parcialmente, as diferentes finalidades de uso de maior impacto em termos de demanda hídrica. Considerou-se que aquela área estratégica de gestão que concentra, simultaneamente, de dois a três diferentes tipos de finalidades de uso listados no Quadro 4.3, é classificada como de médio grau de utilização.

c) *Baixo Grau de Utilização*

Essa área concentra, no máximo, uma das diferentes finalidades de uso consideradas mais relevantes em termos de uso dos recursos hídricos, apresentadas no *Quadro 4.3*.

O *Quadro 4.4* e o *Mapa 4.2* sintetizam a ocorrência, ou não, dos diferentes tipos de finalidades de uso das águas subterrâneas ao longo do Estado, em função das áreas estratégicas de gestão avaliadas, bem como identifica os graus de utilização das águas subterrâneas.

Quadro 4.4. Grau de Utilização das Águas Subterrâneas

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Poços Abastecimento Público ⁽¹⁾				Captação industrial ⁽²⁾	Captação Irrigação ⁽¹⁾	Dessedentação Animal ⁽¹⁾
		Quantidade		Vazão outorgada				
		Acima de 100 poços	Entre 40 e 100 poços	Acima de 3.000 m ³ /h	Entre 1.000 e 3.000 m ³ /h			
IVAI	IVA.03	●		●		●	●	●
IVAI	IVB.01	●			●	●	●	●
IVAI	IVB.02	●			●	●	●	●
PARANAPANEMA 3	PN3.02		●		●		●	●
PARANAPANEMA 4	PN4.01		●		●		●	●
PARANÁ 3	PR3.01			●		●		●
PIQUIRI	PQ.02	●			●	●	●	●
PIQUIRI	PQ.03	●			●	●	●	●
PIRAPÓ	PI.01		●		●	●	●	●
CINZAS	CZ.01		●		●		●	●
CINZAS	CZ.02		●		●		●	●
IGUAÇU	IGA.03		●	●		●		●
IGUAÇU	IGA.04					●		●
IGUAÇU	IGM.01		●			●		●
IGUAÇU	IGM.02					●		●
IGUAÇU	IGB.02		●			●		●
IGUAÇU	IGB.04		●			●		●
IGUAÇU	IGB.05	●			●		●	●
ITARARÉ	IT.01					●		●
IVAI	IVA.02		●		●		●	●
PARANÁ 1	PR1.01						●	●
PARANÁ 2	PR2.01		●		●			●
PARANÁ 3	PR3.02				●	●		●
PARANÁ 3	PR3.03	●			●			●
PIQUIRI	PQ.01		●				●	●
PIRAPÓ	PI.02		●		●		●	●
RIBEIRA	RB.03		●	●			●	●
TIBAGI	TIA.01		●			●		●
TIBAGI	TIA.02					●	●	●
TIBAGI	TIA.03					●		●
TIBAGI	TIB.02				●		●	●
TIBAGI	TIB.03		●		●		●	●
IGUAÇU	IGA.01							●
IGUAÇU	IGA.02							●
IGUAÇU	IGA.05							●
IGUAÇU	IGA.06		●					●
IGUAÇU	IGA.07							●
IGUAÇU	IGM.03							●
IGUAÇU	IGB.01							●
IGUAÇU	IGB.03							●
ITARARÉ	IT.02							●
IVAI	IVA.01							●
LITORÂNEA	BL.01					●		●
PARANAPANEMA 1	PN1.01							●
PARANAPANEMA 2	PN2.01							●
PARANAPANEMA 3	PN3.01							●
PIRAPÓ	PI.03							●
RIBEIRA	RB.01				●			●
RIBEIRA	RB.02							●
RIBEIRA	RB.04							●
TIBAGI	TIB.01				●			●

FONTE:

⁽¹⁾ Cadastro SUDERHSA, 2006.

⁽²⁾ Cadastro SUDERHSA, 2007.

LEGENDA:

- Alto grau de utilização
- Médio grau de utilização
- Baixo grau de utilização

LEGENDA

NÍVEL POTENCIAL DE CRITICIDADE

Fonte: COBRAPE - 2007

- Alto Grau de Utilização
- Médio Grau de Utilização
- Baixo Grau de Utilização

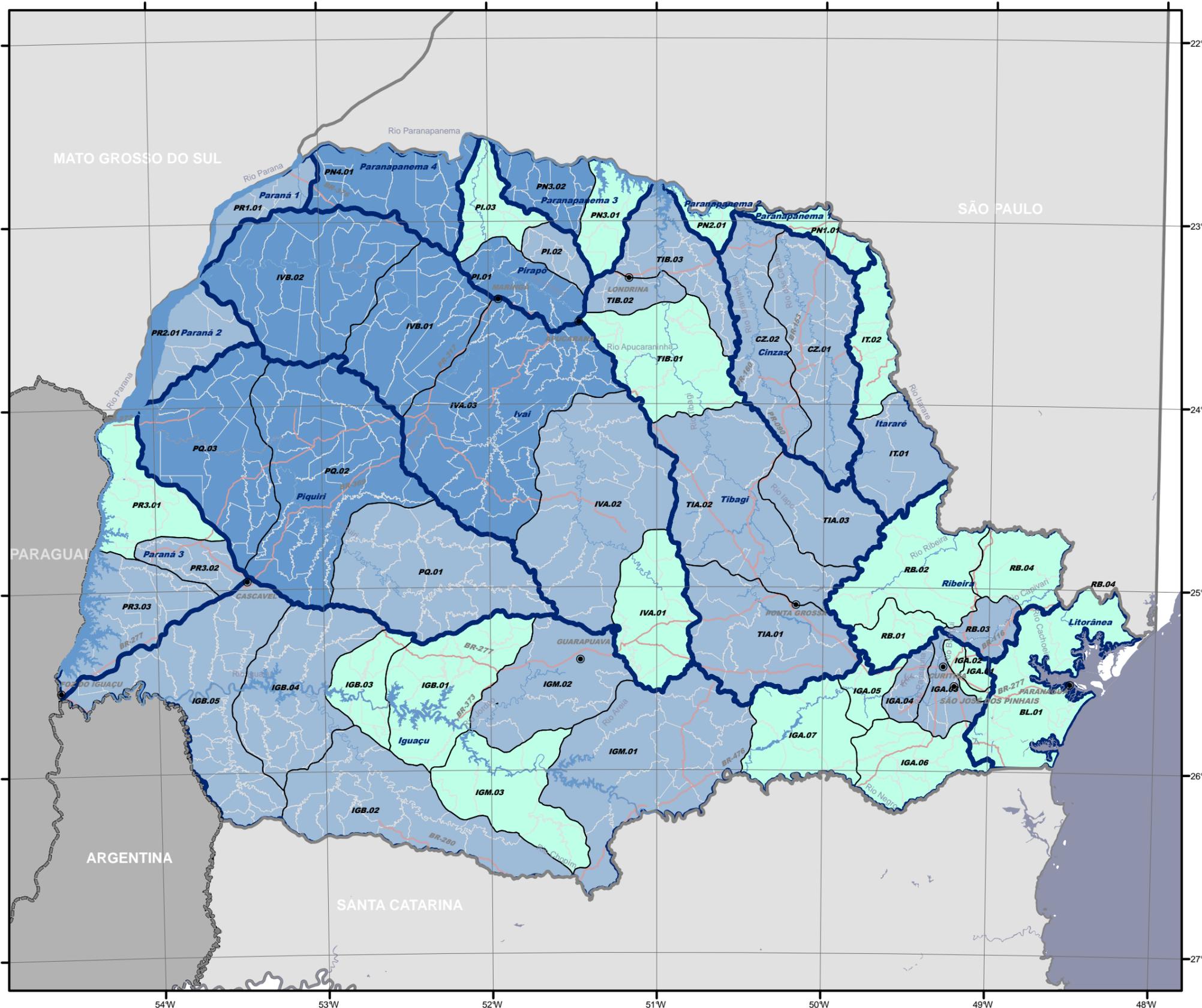
CONVENÇÕES:

	HIDROGRAFIA	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	RODOVIAS FEDERAIS	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	LIMITE MUNICIPAL	SEMA - 2004
	LIMITE ESTADUAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE INTERNACIONAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE DE BACIAS	SUDERHSA - 2006
	LIMITE DE ÁREAS ESTRATÉGICAS DE GESTÃO	COBRAPE - 2007
	SEDES URBANAS DAS PRINCIPAIS CIDADES	SEMA - 2004

ESCALA: 1 : 2.500.000

DATA: MARÇO 2010 - REV. FINAL

DATUM: SAD69



5. PROPOSIÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ

5. PROPOSIÇÃO DA REDE DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ

A **rede estratégica de monitoramento** é aquela formada por um número restrito de poços piezométricos, localizados em todas as bacias hidrográficas, responsável por fornecer o conjunto mínimo de informações para a implementação do sistema de gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Paraná.

5.1. Rede Estratégica de Monitoramento das Águas Subterrâneas

A rede estratégica foi proposta a partir da análise territorial do Estado, em termos da vulnerabilidade à contaminação das unidades aquíferas, dos usos e ocupação do solo e dos usuários dos recursos hídricos subterrâneos. Esse mapeamento possibilitou definir as áreas prioritárias de monitoramento no Estado.

Após extensas discussões com os técnicos da SUDERHSA, foi possível estabelecer os critérios que nortearam a proposta da rede estratégica, a saber: (i) as áreas prioritárias ao monitoramento; (ii) a densidade da rede; e, (iii) os critérios de seleção dos pontos de amostragem.

Com relação às áreas prioritárias, estabeleceu-se que essas deveriam estar situadas em áreas de **vulnerabilidade à contaminação** das unidades aquíferas, conforme já caracterizado no *Capítulo 3*, e reunir, simultaneamente, ou não, as seguintes características:

- apresentar **alto potencial de risco à contaminação** das águas subterrâneas por atividade antrópica, conforme caracterizado no *Capítulo 4, Item 4.1*; e,
- apresentar **alto grau de utilização** das águas subterrâneas, conforme caracterizado no *Capítulo 4, Item 4.2*.

Conforme acordado com os técnicos da SUDERHSA e em função das restrições orçamentárias para a operação da rede de monitoramento, a densidade de poços que irá compor a **rede estratégica é de 300 km²/poço**. Sendo assim, o número de poços situado, por área estratégica de gestão, está indicado no *Quadro 5.1*.

Quadro 5.1. Rede Estratégica Preliminar.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico) ^(*)
Iguaçu	IGA.02	341,10	1
	IGA.03	1.217,78	4
	IGB.05 ^(*)	5.872,00	20
Ivaí	IVA.03	10.425,47	35
	IVB.01	5.329,58	18
	IVB02	8.169,25	27
Paranapanema 3	PN3.02	1.966,48	7
Paranapanema 4	PN4.01	4.168,58	14
Paraná 3	PR3.01	3.238,68	11
	PR3.03	4.078,99	14
Piquiri	PQ.02	9.679,89	32
	PQ.03	6.810,00	23
Pirapó	PI.01	2.204,99	7
Tibagi	TIB.02	1.157,18	4
	TIB.03	3.108,31	10
TOTAL	-	67.768,28	227

NOTA: Densidade de 300 km²/poço.

* Na área estratégica de gestão IGB.05 já se descontou a área do Parque Nacional do Iguaçu.

A Rede Estratégica contará, preliminarmente, com 227 poços piezométricos, espalhados segundo a definição das áreas prioritárias de monitoramento. Todavia, os técnicos da SUDERHSA propuseram que algumas outras áreas estratégicas de gestão, com base em justificativas específicas, deveriam também contemplar poço(s) de monitoramento de caráter estratégico, de tal forma a cobrir, em termos de informações hidrogeológicas e de qualidade da água subterrânea, toda a área do Estado.

Sendo assim, as áreas estratégicas de gestão adicionais indicadas pelos técnicos da SUDERHSA que deverão contemplar poços de monitoramento de caráter estratégico, além das já listadas no *Quadro 5.1*, estão indicadas no *Quadro 5.2*.

Quadro 5.2. Áreas Estratégicas de Gestão que deverão Contemplar Poços de Monitoramento de Caráter Estratégico.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)	Justificativa
Iguaçu	IGA.04	1	Parte da área estratégica de gestão IGA.04 está situada sobre a Unidade Aquífera Karst, considerada estratégica para o abastecimento público da Região Metropolitana de Curitiba (RMC). No entanto, em função do rápido desenvolvimento urbano relacionado ao crescimento da população e ao uso intensivo do solo agrícola e da água para irrigação, tem ocorrido a superexploração. A área de ocorrência da Unidade Aquífera Karst apresenta, naturalmente, restrições para assentamentos urbanos.
	IGA.07	1	Nessa área estratégica de gestão, cidade de São Mateus do Sul, está situada a empresa Petrosix, subsidiária da Petrobrás, responsável pelo processo de industrialização do xisto pirobetuminoso; atividade impactante ao meio ambiente, especialmente no que se refere à degradação dos solos, geração de resíduos e alterações da qualidade das águas naturais. A disposição do xisto retornado, juntamente com os estéreis da mineração, representa um potencial de poluição das águas, principalmente em razão do seu conteúdo residual de enxofre. As atividades de lavra e a recomposição das áreas mineradas levam à destruição total do lençol freático natural e à descaracterização das águas devido às condições impostas ao sistema sólido/líquido das áreas reabilitadas. Em função disto, ocorrem intensas modificações visando o estabelecimento do equilíbrio, que acarretam as alterações nas águas subterrâneas.
	IGM.01	2	Essa área estratégica de gestão é cortada, em toda sua extensão, por áreas de recarga da Unidade Aquífera Guarani. Essas áreas são consideradas vulneráveis, devendo ser objeto de programas de planejamento e gestão ambiental permanente para se evitar a contaminação da água subterrânea e a superexploração, com o seu consequente rebaixamento e impacto nos corpos de águas superficiais.
	IGM.02	2	Nessas áreas estratégicas de gestão estão situadas grandes áreas de surgências da Unidade Aquífera Guarani. O monitoramento destas áreas é fundamental para identificar as tendências de alterações da quantidade e da qualidade da água.
	IGB.01	1	
	IGB.02	2	
	IGB.03	1	
Ribeira	RB.02	2	Nas áreas estratégicas de gestão RB.02 e RB.04 há presença de reservas de minerais essenciais ao desenvolvimento da economia paranaense (mineração de metálicos). Na área estratégica RB.04, no município de Adrianópolis, destaca-se a produção de chumbo. Nessa área também foram constatadas minas de cobre e ferro. As atividades de lavra e processamento mineral envolvem inúmeras possibilidades de geração de conflitos de uso pelo comprometimento do meio ambiente e dos recursos hídricos, através, por exemplo, do carregamento de particulados para corpos d'água e da contaminação do solo.
	RB.04	1	

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)	Justificativa
Itararé	IT.01	1	As áreas estratégicas de gestão IT.01, na bacia do rio Itararé, e TIA.01, na bacia do rio Tibagi, possuem alta concentração de usuários industriais, conforme consta no Cadastro de Usuários da SUDERHSA. Na área estratégica IT.01, os usuários industriais se concentram principalmente nos municípios de Arapoti, Jaguariaíva e Sengés e a vazão total outorgada é da ordem de 1.000 m ³ /h. Já na área estratégica TIA.01, os usuários industriais se concentram, principalmente, nos municípios de Ponta Grossa, Imbituva, Ivaí e Palmeira e a vazão total outorgada é da ordem de 554 m ³ /h.
Tibagi	TIA.01	2	
	TIB.01	2	
Cinzas	CZ.01	1	
	CZ.02	1	
Ivaí	IVA.01	1	
	IVA.02	2	
Litorânea	BL.01	2	Determinadas regiões da bacia Litorânea apresentam potencial risco de salinização das áreas subterrâneas, como é o caso, por exemplo, da Ilha dos Valadares, junto ao município de Paranaguá. Segundo estudos realizados pelo Laboratório de Pesquisas Hidrogeológicas (LPH), do Departamento de Geologia da Universidade Federal do Paraná, com apoio da SUDERHSA, IAP e SANEPAR, foi constatado que alguns poços perfurados no aquífero sedimentar, situados próximos à linha da costa ou nas margens dos canais estuarinos, apresentam indícios de contaminação por água salgada, em consequência da intrusão de cunha salina. Outras substâncias indesejáveis também foram encontradas nas análises de qualidade da água, como os coliformes totais e fecais, indicativos de contaminação por efluentes domésticos. Destaca-se, entretanto, que os resultados obtidos no estudo do aquífero freático da Ilha dos Valadares, pela similaridade das características hidrogeológicas e de uso do solo, poderão ser extrapolados para outras regiões do litoral do Estado do Paraná. Logo, o monitoramento das águas subterrâneas, na bacia Litorânea, é de fundamental importância, dado às características estratégicas destes recursos, tanto sob o aspecto quantitativo quanto qualitativo que, submetido a um regime de exploração racional, poderá atender, de forma rápida e econômica, a demanda de água dos moradores da planície costeira paranaense.
TOTAL	-	25	

Vale ressaltar que considerando os atuais e potenciais conflitos de uso e ocupação do solo, principalmente em relação aos recursos hídricos, os técnicos da SUDERHSA optaram em utilizar, somente nas áreas estratégicas de gestão inseridas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) - IGA.02, IGA.03, IGA.04, IGA.07, RB.02 e RB.04, o número de poços proposto multiplicado pelo coeficiente 2, totalizando 10 poços.

Por fim, a rede estratégica será composta por 252 poços (*Quadros 5.1 e 5.2*) acrescidos de mais 10 poços nas áreas estratégicas de gestão localizadas na RMC (número de poços na RMC multiplicado pelo índice 2), totalizando, portanto, 262 poços piezométricos. O *Quadro 5.3* e o *Mapa 5.1* apresentam, por bacia hidrográfica e por área estratégica de gestão, o número de poços piezométricos proposto a ser monitorado.

O *Anexo 1* do presente relatório apresenta a rede complementar de monitoramento. Trata-se das áreas estratégicas de gestão que não foram computadas como regiões prioritárias de monitoramento, em função dos diferentes riscos à contaminação e utilização dos recursos hídricos por atividade antrópica, bem como da vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas. Em outras palavras, significa dizer que são as áreas caracterizadas por um nível menor de criticidade.

O mapeamento do território geográfico e a hierarquização entre as redes estratégica e complementar possibilitaram, num contexto de restrições orçamentárias e de acordo com os graus de criticidade de cada região estudada, propor etapas de investimentos para a implementação da rede de monitoramento, fundamental para a estruturação do SEGRH/PR. Com efeito, esse estudo se revelou um importante elemento de planejamento e apoio à tomada de decisão, especialmente no que tange à hierarquização de investimento. A consideração conjunta das redes - estratégica e complementar - forma a rede ótima de monitoramento do Estado do Paraná.

Quanto aos parâmetros que deverão ser monitorados pelas redes estratégica (*Quadro 5.6*) e complementar (*Quadro 3 do Anexo 1*), foi acordado com os técnicos da SUDERHSA, que em todos os poços deverão ser monitorados nível e qualidade da água. Com relação ao monitoramento de qualidade da água, o *Item 5.2* deste relatório especifica, segundo a caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas e a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, o número de poços que irá monitorar os diferentes grupos de parâmetros de qualidade da água.

Quadro 5.3. Rede Estratégica de Monitoramento das Águas Subterrâneas.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)	Coefficiente 2 (Somente para Poços Localizados na RMC)	Unidade Aquífera
Cinzas	CZ.01	5.641,40	1	1	Pré-Cambriana
					Paleozóica Inferior
					Paleozóica Média Superior
	CZ.02	3.690,13	1	1	Paleozóica Superior
					Guarani
					Serra Geral Norte
Iguaçu	IGA.02 ⁽¹⁾	341,10	1	2	Pré-Cambriana
	IGA.03 ⁽¹⁾	1.217,78	4	8	Karst
					Guabirota
					Pré-Cambriana
	IGA.04 ⁽¹⁾	819,28	1	2	Karst
					Guabirota
					Pré-Cambriana
	IGA.07 ⁽¹⁾	3.601,93	1	2	Paleozóica Inferior
					Paleozóica Média Superior
					Paleozóica Superior
	IGM.01	8.996,33	2	2	Paleozóica Média Superior
					Paleozóica Superior
					Guarani
	IGM.02	4.725,70	2	2	Serra Geral Sul
					Guarani
IGB.01	4.777,27	1	1	Serra Geral Sul	
				Guarani	
IGB.02	6.655,21	2	2	Serra Geral Sul	
				Guarani	
IGB.03	1.887,15	1	1	Serra Geral Sul	
				Guarani	
IGB.05 ⁽¹⁾	5.872,00	20	20	Serra Geral Sul	
				Guarani	

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)	Coefficiente 2 (Somente para Poços Localizados na RMC)	Unidade Aquífera
Itararé	IT.01	2.993,63	1	1	Pré-Cambriana
					Karst
					Paleozóica Inferior
					Paleozóica Média Superior
Ivaí	IVA.01	3.550,00	1	1	Paleozóica Média Superior
					Paleozóica Superior
					Guarani
	IVA.02	9.201,49	2	2	Serra Geral Norte
					Paleozóica Média Superior
					Paleozóica Superior
	IVA.03	10.425,47	35	35	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá
	IVB.01	5.329,58	18	18	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá
IVB.02	8.169,25	27	27	Guarani	
				Serra Geral Norte	
				Caiuá	
Litorânea	BL.01	5.631,42	2	2	Pré-Cambriana
					Costeira
Paranapanema 3	PN3.02	1.966,48	7	7	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá
Paranapanema 4	PN4.01	4.168,58	14	14	Caiuá
Paraná 3	PR3.01	3.238,68	11	11	Guarani
					Serra Geral Norte
	PR3.03	4.078,99	14	14	Caiuá
					Guarani
					Serra Geral Norte
Piquiri	PQ.02	9.679,89	32	32	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá
	PQ.03	6.810,00	23	23	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)	Coefficiente 2 (Somente para Poços Localizados na RMC)	Unidade Aquífera
Pirapó	PI.01	2.204,99	7	7	Guarani
					Serra Geral Norte
					Caiuá
Ribeira	RB.02 ⁽¹⁾	4.629,08	2	4	Pré-Cambriana
					Karst
	RB.04 ⁽¹⁾	2.609,06	1	2	Pré-Cambriana
					Karst
Tibagi	TIA.01	5.714,52	2	2	Pré-Cambriana
					Karst
					Paleozóica Inferior
					Paleozóica Superior
	TIB.01	4.569,00	2	2	Paleozóica Média Superior
					Paleozóica Superior
					Guarani
	TIB.02	1.157,18	4	4	Serra Geral Norte
					Guarani
	TIB.03	3.108,31	10	10	Serra Geral Norte
					Paleozóica Superior
					Caiuá
TOTAL	-	147,460,88	252	262	

NOTA:

* Na área estratégica de gestão IGB.05 já se descontou a área do Parque Nacional do Iguaçu.

⁽¹⁾ Considerando os atuais e potenciais conflitos de uso e ocupação do solo, principalmente em relação aos recursos hídricos, os técnicos da SUDERHSA optaram em utilizar, somente nas áreas estratégicas de gestão inseridas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) - IGA.02, IGA.03, IGA.04, IGA.07, RB.02 e RB.04, o número de poços proposto multiplicado pelo coeficiente 2.

O dimensionamento e a especificação geral da rede estratégica de monitoramento são um dos principais resultados práticos gerados pelo presente PLERH/PR. Os poços que possuem caráter estratégico para a gestão dos recursos hídricos serão responsáveis por gerar dados para o sistema de informações, em termos quantitativos e qualitativos, e por apoiar diversas demandas da gestão de recursos hídricos.

Os benefícios estão igualmente relacionados às melhores condições para a tomada de decisão de gestão, uma vez que os dados hidrológicos serão objeto de análise e interpretação. A consolidação da rede estratégica contribuirá para a modernização dos

procedimentos de outorga, cobrança e enquadramento, bem como na consolidação do sistema de informações sobre recursos hídricos.

Dessa forma, inicialmente recomenda-se, no âmbito do presente Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLERH/PR), o levantamento efetivo dos poços atualmente em operação no Estado, através, por exemplo, de avaliações estatísticas para a verificação da adequação às áreas estratégicas de gestão em análise. Essa avaliação será coordenada pelo órgão gestor e deverá contar com apoio de todas as entidades afetas aos recursos hídricos. Em um segundo momento, tornar passível a composição da rede estratégica de monitoramento. Com efeito, o passo seguinte é possibilitar uma maior articulação com os dados do sistema integrado de informações do Estado do Paraná e da rede nacional (SIAGUAS), bem como constituir uma ferramenta para a tomada de decisão no SEGRH/PR à luz das novas diretrizes do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

5.1.1. Seleção dos Pontos de Amostragem da Rede Estratégica

As estações de monitoramento podem ser nascentes, poços existentes e poços perfurados. Todavia, recomenda-se que, no estabelecimento da rede estratégica, todos os esforços devem ser feitos para a utilização de poços já existentes. Conforme acordado com os técnicos da SUDERHSA, dar-se-á prioridade aos poços utilizados para o abastecimento público.

O Quadro 5.4 apresenta o número de poços de abastecimento público, operados pela SANEPAR ou por Serviços Autônomos, constante no Cadastro de Usuários dos Recursos Hídricos da SUDERHSA, e a indicação dos números de poços para ser monitorado em cada área estratégica de gestão.

Quadro 5.4. Número de Poços Existentes de Abastecimento Público e Proposto.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Número de Poços Existentes de Abastecimento Público	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)
Cinzas	CZ.01	50	1
	CZ.02	37	1
Iguaçu	IGA.02	9	2
	IGA.03	64	8
	IGA.04	35	2
	IGA.07	21	2
	IGM.01	40	2
	IGM.02	18	2
	IGB.01	20	1
	IGB.02	65	2
	IGB.03	10	1
	IGB.05	160	20
Itararé	IT.01	12	1
Ivaí	IVA.01	25	1
	IVA.02	60	2
	IVA.03	147	35
	IVB.01	121	18
	IVB.02	150	27
Litorânea	BL.01	9	2
Paranapanema 3	PN3.02	50	7
Paranapanema 4	PN4.01	55	14
Paraná 3	PR3.01	133	11
	PR3.03	128	14
Piquiri	PQ.02	126	32
	PQ.03	121	23
Pirapó	PI.01	61	7
Ribeira	RB.02	12	4
	RB.04	12	2

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Número de Poços Existentes de Abastecimento Público	Número de Poços Proposto (Caráter Estratégico)
Tibagi	TIA.01	46	2
	TIB.01	38	2
	TIB.02	33	4
	TIB.03	55	10
TOTAL	-	1.923	262

Todas as áreas estratégicas de gestão possuem um número de poços, para fins de abastecimento público, muito superior ao número necessário para compor a rede estratégica.

Entretanto, recomenda-se que, para a seleção dos poços existentes para compor a rede estratégica, seja realizada uma consulta aos cadastros de poços, avaliando os perfis construtivos e os seguintes critérios:

- os poços devem ter sido construídos de acordo com as normas ABNT NBR 12.244/92, que padroniza a construção de poços para captação de águas subterrâneas; e, NBR 12.212/92 que fixa as condições exigíveis para a elaboração de projeto de poço de captação de águas subterrâneas para abastecimento público;
- os filtros devem estar em uma única formação aquífera, ou, no mínimo, em um único sistema aquífero;
- o material de construção deve ser de PVC ou aço inoxidável;
- deve haver, de acordo com as normas citadas, laje de proteção e tubo de proteção sanitária;
- havendo restrições financeiras para a seleção de poços próximos, dar preferência aos mais rasos;
- poços desativados e ainda não tamponados podem ser utilizados para monitoramento do nível d'água;
- para avaliação da qualidade, poços de abastecimento público ou de mineração de água mineral devem ser preferidos em relação a outros usos; e,
- o aquífero a ser monitorado deve ser escolhido caso a caso.

A seleção efetiva dos pontos de monitoramento somente poderá ser efetuada após a vistoria em campo dos pontos pré-selecionados. Assim, devem ser planejados, nessa etapa, mais pontos do que os necessários para a rede de monitoramento. Esta vistoria deve avaliar a existência de torneira no cavalete e de perímetro imediato de proteção devidamente cercado. Se houver sistema de tratamento da água - como cloração e fluoretação - a coleta de amostras deverá ser efetuada a montante deste sistema.

As questões de acessibilidade, uso e ocupação do entorno, segurança e obtenção de autorização do proprietário também devem ser considerados nesta vistoria.

5.2. Parâmetros de Qualidade da Água a Serem Monitorados e a Frequência de Amostragem

Com base na caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas e na Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, são propostos sete grupos de parâmetros a serem mensurados ou determinados, conforme apresenta o *Quadro 5.5*.

Recomenda-se que os parâmetros dos Grupos 1 ao 4, os parâmetros Ferro e Manganês do Grupo 5 e ainda os parâmetros Bicarbonato e Carbonato sejam determinados em **todos** os poços de monitoramento propostos pelas redes estratégica e complementar. Já os demais parâmetros do Grupo 5 e os parâmetros dos Grupos 6 e 7 serão determinados, por região amostrada, dependendo do histórico de uso e ocupação do solo, a saber:

a) Critérios de Potencial Risco à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividade Antrópica:

- População urbana:
Acima de 300.000 habitantes; e,
Entre 100.000 e 300.000 habitantes.
- Resíduos sólidos:
Acima de 44.000 kg/dia (0,6 kg/hab/dia).
- Áreas agrícolas
Maior produção agrícola;
Consumo de agrotóxico; e,
Utilização de adubos e corretivos (percentual de proprietários – acima de 60%).
- Áreas com mineração.

b) Critérios do Grau de Utilização das Águas Subterrâneas:

- Quantidade de poços de abastecimento público:
Acima de 100 poços; e,
Entre 40 e 100 poços.

- Vazão outorgada de abastecimento público:
Acima de 3.000 m³/h; e,
Entre 1.000 e 3.000 m³/h
- Captação industrial das águas subterrâneas:
Acima de 500 m³/h.
- Captação de irrigação das águas subterrâneas:
Acima de 30 m³/h.
- Dessedentação Animal.

A frequência de amostragem dos pontos de monitoramento da rede estratégica, conforme discutido e acordado com os técnicos da SUDERHSA, será **semestral**.

Porém, em função da ocorrência de situações particulares, em termos de impacto nos recursos hídricos subterrâneos, poderão ser propostos novos critérios para a definição da frequência de amostragem. Como por exemplo, o caso das substâncias do Grupo 5 (Elementos Traços) que podem ter sua frequência de determinação diferenciada, dependendo da variabilidade demonstrada nos resultados analíticos ao longo do tempo.

Quadro 5.5. Parâmetros de Qualidade da Água a Serem Monitorados.

GRUPO 1 – MEDIÇÕES EM CAMPO	
- pH	- Vazão
- Condutividade elétrica	- Tempo de bombeamento
- Nível d'água	- Coordenadas geográficas
- Temperatura da água	
GRUPO 2 – ÍONS MAIORES E INDICADORES	
- Cálcio	- Cloreto
- Magnésio	- Alcalinidade
- Sódio	- Fluoreto
- Potássio	- Dureza total
- Sulfato	
GRUPO 3 – NUTRIENTES	
- Nitrato	- Nitrogênio Kjeldhal
- Nitrito	- Fósforo
- Amônia	

GRUPO 4 – INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	
- Coliformes totais	- Escherichia coli
GRUPO 5 – ELEMENTOS TRAÇOS	
- Ferro (filtrado e não filtrado)	- Cádmio
- Manganês (filtrado e não filtrado)	- Chumbo
- Alumínio	- Cobre
- Antimônio	- Cromo
- Arsênio	- Mercúrio
- Bário	- Selênio
- Boro	
GRUPO 6 – COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS	
- Benzeno	- Tricloroetileno
- Etilbenzeno	- 1,2 dicloroetano
- Tolueno	- Cloreto de vinila
- Xileno	- Clorofórmico
- Tetracloroetileno	
GRUPO 7 – PESTICIDAS	
- Alaclor	- Hexaclorobenzeno
- Aldrin e Dieldrin	- Lindano (g-BHC)
- Atrazina	- Metolaclo
- Bentazona	- Metoxicloro
- Clordano	- Molinato
- 2,4 D	- Pendimetalina
- DDT (isômeros)	- Pentaclorofenol
- Endossulfan	- Permetrina
- Endrin	- Propanil
- Glifosato	- Simazina
- Heptaclo	- Trifluralina

Optou-se por incluir um novo grupo denominado 'Grupo 8' que será composto pelos seguintes parâmetros de qualidade da água: bicarbonato, carbonato, ferro e manganês. Estes dois últimos parâmetros deixarão de fazer parte do Grupo 5 para compor o Grupo 8, recém criado no contexto deste Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLERH/PR).

Logo, todos os poços de monitoramento propostos para as redes estratégica e complementar monitorarão os parâmetros dos Grupos 1 ao 4 e do Grupo 8. Apenas parte destes poços, em função das particularidades de cada região, monitorará os Grupos 5 (elementos traços, com exceção do ferro e manganês), Grupo 6 (compostos orgânicos voláteis) e Grupo 7 (pesticidas), conforme apresentado, respectivamente, no *Quadro 5.6 (rede estratégica)* e *Quadro 3 do Anexo 1 (rede complementar)*.

Sugere-se ainda que as redes contemplem também o monitoramento de nível estático em poços desativados, visando a avaliação do rebaixamento dos níveis dos aquíferos.

Cabe destacar que a rede complementar, objeto do *Anexo 1* do presente relatório, possui os mesmos parâmetros de qualidade da água que a rede estratégica. No entanto, em função de restrições orçamentárias, objetiva-se priorizar/hierarquizar uma rede mínima que consiga retratar o território paranaense em suas características de uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos.

Quadro 5.6. Número de Poços para o Monitoramento dos Grupos de Parâmetros de Qualidade da Água por Área Estratégica de Gestão.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Números de Poços		Rede Estratégica								
		Existentes	Propostos	Grupos								
				1 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	3	4	5	6	7	8 ⁽¹⁾	
		Rede Estratégica										
CINZAS	CZ.01	50	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1
CINZAS	CZ.02	37	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
IGUAÇU	IGA.01	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGA.02	9	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
IGUAÇU	IGA.03	64	8	8	8	8	8	8	6	0	0	8
IGUAÇU	IGA.04	35	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
IGUAÇU	IGA.05	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGA.06	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGA.07	21	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2
IGUAÇU	IGM.01	40	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2
IGUAÇU	IGM.02	18	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
IGUAÇU	IGM.03	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGB.01	20	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
IGUAÇU	IGB.02	65	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2
IGUAÇU	IGB.03	10	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
IGUAÇU	IGB.04	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGB.05	160	20	20	20	20	20	2	2	2	2	20
ITARARÉ	IT.01	12	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
ITARARÉ	IT.02	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVAÍ	IVA.01	25	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1
IVAÍ	IVA.02	60	2	2	2	2	2	0	0	0	2	2
IVAÍ	IVA.03	147	35	35	35	35	35	0	2	3	3	35
IVAÍ	IVB.01	121	18	18	18	18	18	0	2	3	3	18
IVAÍ	IVB.02	150	27	27	27	27	27	2	4	4	3	27
LITORÂNEA	BL.01	9	2	2	2	2	2	2	2	0	0	2
PARANAPANEMA 1	PN1.01	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANAPANEMA 2	PN2.01	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANAPANEMA 3	PN3.01	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANAPANEMA 3	PN3.02	50	7	7	7	7	7	1	1	2	2	7
PARANAPANEMA 4	PN4.01	55	14	14	14	14	14	1	1	2	2	14
PARANÁ 1	PR1.01	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANÁ 2	PR2.01	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANÁ 3	PR3.01	133	11	11	11	11	11	1	1	2	2	11
PARANÁ 3	PR3.02	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANÁ 3	PR3.03	128	14	14	14	14	14	2	2	2	2	14
PIQUIRI	PQ.01	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIQUIRI	PQ.02	126	32	32	32	32	32	2	2	4	4	32
PIQUIRI	PQ.03	121	23	23	23	23	23	1	1	1	1	23
PIRAPÓ	PI.01	61	7	7	7	7	7	3	3	2	2	7
PIRAPÓ	PI.02	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIRAPÓ	PI.03	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIBEIRA	RB.01	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIBEIRA	RB.02	12	4	4	4	4	4	2	0	2	2	4
RIBEIRA	RB.03	92	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RIBEIRA	RB.04	12	2	2	2	2	2	2	0	0	0	2
TIBAGI	TIA.01	46	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
TIBAGI	TIA.02	35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIBAGI	TIA.03	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIBAGI	TIB.01	38	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2
TIBAGI	TIB.02	33	4	4	4	4	4	2	2	2	2	4
TIBAGI	TIB.03	55	10	10	10	10	10	4	4	2	2	10
TOTAL		2.550	262	262	262	262	262	44	42	52	262	

NOTA:

⁽¹⁾ Grupo 8 refere-se aos seguintes parâmetros: ferro, manganês, bicarbonato e carbonato.

⁽²⁾ Grupos 1 e 2 são orçados em um único valor de pacote de análise.

6. PROPOSTA DE PROGRAMAS A SEREM DESENVOLVIDOS

6. PROPOSTA DE PROGRAMAS A SEREM DESENVOLVIDOS

Para finalizar, apresenta-se a relação de alguns dos programas, considerados fundamentais ao monitoramento dos recursos hídricos subterrâneos do Estado do Paraná.

6.1. Procedimento de Coleta, Preservação, Acondicionamento e Transporte de Amostras

Os trabalhos de campo devem seguir um protocolo, padronizado de amostragem, que é considerado, por diversos órgãos coordenadores de monitoramento de água, como fundamental para o controle da qualidade e uniformidade de procedimentos.

A coleta de amostras de água é uma das etapas mais importantes para a correta interpretação hidroquímica, pois dela dependem todas as demais etapas, devendo-se evitar, portanto, todos os possíveis meios de contaminação e perdas.

Deverão ser estabelecidos, segundo normas nacionais e internacionais, procedimentos para a coleta, preservação, acondicionamento e transporte de amostras. Estes procedimentos deverão abordar, no mínimo, os seguintes aspectos:

- lista para checagem dos itens necessários para a execução do trabalho de campo;
- construção da ficha de coleta;
- definição dos procedimentos para o tratamento da purga;
- procedimentos de coleta;
- procedimentos para a escolha do material dos equipamentos de coleta, métodos de preservação, volume de amostra e prazo de validade das amostras;
- escolha dos métodos analíticos de avaliação das amostras, objetivando a comparabilidade entre resultados obtidos em diferentes laboratórios;
- procedimentos para o controle de qualidade e confiança dos dados;
- métodos de tratamento estatístico dos dados; e,
- elaboração e padronização de relatórios destinados a consubstanciar o planejamento e a gestão dos recursos hídricos subterrâneos.

Em relação aos laboratórios de análises de qualidade da água, verifica-se a necessidade da acreditação de laboratórios conforme vem sendo proposto pela Agência Nacional de Águas (ANA), através do *Programa Nacional de Acreditação de Laboratórios em Análises da Qualidade da Água*.

A acreditação de laboratórios dá suporte legal às ações do órgão gestor estadual de regulação do uso da água e de monitoramento da qualidade das águas, no âmbito do Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SEGRH/PR). Os laudos emitidos podem, por exemplo, subsidiar as decisões sobre pedidos de outorga de lançamento de efluentes, bem como as multas aos usuários poluidores, podendo inclusive, serem utilizados, por estes últimos, como contra-prova.

6.2. Mapas de Vulnerabilidade à Contaminação das Águas Subterrâneas

A vulnerabilidade natural das águas subterrâneas leva apenas em consideração os parâmetros físicos do meio, como por exemplo, a geologia, a hidrogeologia (litologia, tipo de domínio e subsistema aquífero) e a geomorfologia (hipsometria e declividade), desconsiderando a eventual carga por contaminante, ou seja, representa, em função de suas próprias características, o grau de exposição dos sistemas aquíferos.

No contexto do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PLERH/PR) e a partir dos resultados do monitoramento dos poços, que compõem a rede estratégica, recomenda-se a construção de dois mapas: um de vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas para o Estado do Paraná; e, outro, de hidrogeologia do território Estadual, nos quais serão detalhadas, a partir da rede de monitoramento, as unidades aquíferas.

6.3. Riscos à Contaminação das Águas Subterrâneas por Atividades Antrópicas

Trata-se de um programa para detalhamento e atualização dos riscos à contaminação das águas subterrâneas por atividades antrópicas, incluindo a suinocultura, atividades industriais - tais como, química, petroquímica, celulose e curtume, e postos de gasolina como atividade potencial contaminante.

6.4. Integração da Rede Estratégica de Monitoramento das Águas Subterrâneas e das Águas Superficiais

Trata-se de um programa para integração da rede estratégica de monitoramento das águas subterrâneas e das águas superficiais, através da avaliação de dados fluviométricos definidos de acordo com a localização das unidades aquíferas. Com efeito, os dados de hidrologia superficial associados às condições de recarga e descarga das unidades aquíferas poderão fornecer subsídios importantes para a quantificação das disponibilidades hídricas em todo o Estado do Paraná.

Exceto para Caiuá, Costeiro e Guabirota, a estrutura geológica do Arco de Ponta Grossa e o exame mesozóico dos diques de diabásio compartmentam os demais aquíferos do Estado do Paraná. Esse fator imprimiu potencial quantitativo e características heterogêneas, além de consequentes dificuldades para dimensionar uma rede de monitoramento para a maioria das unidades aquíferas paranaenses.

Dessa forma, propostas de monitoramento exclusivamente através de poços serão representativas para parte de um aquífero ou compartimento. Em outras palavras, implantar um poço de monitoramento em cada um desses compartimentos certamente apresentaria inviabilidade econômica e operacional.

Isto posto, a proposta para implantação da rede estratégica de monitoramento das águas subterrâneas parte do princípio de que as vazões de base dos rios são alimentadas pelas descargas das unidades aquíferas, na área de abrangência de sua respectiva bacia hidrográfica, integrando-se às disponibilidades superficiais e subterrâneas.

Para exemplificar essa modalidade de monitoramento, foi selecionada a bacia do rio Tibagi, na qual o monitoramento qualitativo das unidades aquíferas seria realizado através de estações de medições limnimétricas localizadas por critérios geológicos, ou seja, na medida em que a formação geológica é alterada, implantar-se-á uma nova estação limnimétrica. O objetivo dessas estações seria a orientação da curva chave do rio cuja vazão mínima corresponde à vazão de descarga do aquífero situado a montante da estação de monitoramento.

Dessa forma, seriam implantadas as seguintes estações, a saber:

- *Estação 01 (Grupo Castro):* localizada no rio Iapó e proximidades do município de Castro. Permitirá monitorar a contribuição de água subterrânea dos aquíferos do Grupo Castro.
- *Estação 01 (Grupo Castro):* localizada no rio Iapó e proximidades do município de Castro. Permitirá monitorar a contribuição de água subterrânea da parte dos aquíferos do Grupo Castro que afluem para o rio Tibagi.
- *Grupo Descarga:* parte-se do princípio de que as vazões de base dos rios são alimentadas exclusivamente pela descarga das unidades aquíferas, na área de abrangência de sua respectiva bacia hidrográfica. Considerando que a vazão de descarga de um aquífero e de um rio são equivalentes, será obtida a vazão de base do rio.

6.6. Enquadramento das Águas Subterrâneas

Trata-se de um programa para o enquadramento das águas subterrâneas à luz da Resolução CONAMA 396/2008.

6.7. Integração da Rede de Monitoramento Estadual e da Rede Nacional (SIAGUAS)

Trata-se de um programa de integração e articulação entre a rede de monitoramento estadual e a rede nacional (SIAGUAS) desenvolvida pela CPRM.

**ANEXO 1. Rede Complementar de Monitoramento das
Águas Subterrâneas**

1. Rede Complementar de Monitoramento das Águas Subterrâneas

A rede complementar contemplará, conforme acordado com os técnicos da SUDERHSA, as áreas que possuem, simultaneamente ou não, as seguintes características (vide Quadro 1).

- **vulnerabilidade natural** à contaminação das águas subterrâneas, conforme já caracterizado no *Capítulo 3, e/ou*;
- **médio ou baixo potencial de risco à contaminação** das águas subterrâneas por atividade antrópica, conforme já caracterizado no *Capítulo 4, Item 4.1, e/ou*; e,
- **médio ou baixo grau de utilização** dos recursos hídricos, conforme já caracterizado no *Capítulo 4, Item 4.2.*

Quadro 1. Rede Complementar - Áreas Sujeitas ao Monitoramento.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Potencial de Risco à Contaminação por Atividade Antrópica	Grau de Utilização dos Recursos Hídricos	Vulnerabilidade à Contaminação
Cinzas	CZ.01	5.641,40	M	M	X
	CZ.02	3.960,13	M	M	X
Iguaçu	IGA.01	344,07	B	B	
	IGA.02	341,10		B	X
	IGA.03	1.217,78		M	X
	IGA.04	819,28	M	M	X
	IGA.05	914,42	B	B	X
	IGA.06	2.953,44	B	B	
	IGA.07	3.601,93	B	B	X
	IGM.01	8.996,33	M	M	X
	IGM.02	4.725,70	B	M	X
	IGM.03	4.290,97	B	B	X
	IGB.01	4.777,27	B	B	X
	IGB.02	6.655,20	M	M	X
	IGB.03	1.887,15	B	B	X
	IGB.04	5.547,10	M	M	X
	IGB.05 ^(*)	5.872,00		M	X
Itararé	IT.01	2.993,63	B	M	X
	IT.02	2.051,67	B	B	X
Ivaí	IVA.01	3.550,00	B	B	X
	IVA.02	9.201,49	M	M	X
	IVA.03	10.425,47	M		X
	IVB.02	8.169,25	B		X
Litorânea	BL.01	5.631,42	M	B	
Paranapanema 1	PN1.01	1.261,26	B	B	X

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Potencial de Risco à Contaminação por Atividade Antrópica	Grau de Utilização dos Recursos Hídricos	Vulnerabilidade à Contaminação
Paranapanema 2	PN2.01	724,12	B	B	X
	PN3.01	1.794,01	M	B	X
Paranapanema 3	PN3.02	1.966,48	B		X
	PN4.01	4.168,58	B		X
Paraná 1	PR1.01	1.550,18	B	M	X
Paraná 2	PR2.01	2.937,70	B	M	X
Paraná 3	PR3.01	3.238,68	M		X
	PR3.02	1.465,77	M	M	X
	PR3.03	4.078,99		M	X
Piquiri	PQ.01	7.617,59	B	M	X
	PQ.02	9.679,89	M		X
	PQ.03	6.810,00	M		X
Pirapó	PI.01	2.204,99	M		X
	PI.02	1.011,52	B	M	X
	PI.03	1.882,40	B	B	X
Ribeira	RB.01	1.384,69	B	B	X
	RB.02	4.629,08	B	B	X
	RB.03	1.104,05	B	M	X
	RB.04	2.609,06	B	B	X
Tibagi	TIA.01	5.714,52	M	M	X
	TAI.02	7.402,81	M	M	X
	TIA.03	3.037,90	M	M	X
	TIB.01	4.569,00	B	B	X
	TIB.02	1.157,18		M	X
	TIB.03	3.108,31		M	X

LEGENDA:

M - Médio potencial de risco à contaminação das águas subterrâneas por atividades antrópicas ou médio grau de utilização dos recursos hídricos.

B - Baixo potencial de risco à contaminação das águas subterrâneas por atividades antrópicas ou baixo grau de utilização dos recursos hídricos.

X - Se possui vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas.

NOTA: * Na área estratégica de gestão IGB.05 já se descontou a área do Parque Nacional do Iguaçu.

Com relação à densidade da **rede complementar**, admitiu-se para o caso das áreas estratégicas de gestão de médio potencial de risco à contaminação e/ou grau de utilização dos recursos hídricos, a taxa de 500 km²/poço. Para o caso das áreas estratégicas de gestão de baixo potencial de risco à contaminação e/ou grau de utilização dos recursos hídricos, a densidade adotada foi de 700 km²/poço. Todavia, no caso de áreas estratégicas de gestão que possuam, simultaneamente, graus distintos de potencial risco à contaminação e utilização dos recursos hídricos, admitiu-se a densidade relativa ao grau médio, ou seja, 500 km²/poço.

Sendo assim, o número de poços piezométricos que irá compor a **rede complementar** é apresentada no *Quadro 2*

Quadro 2. Rede Complementar – Número de Poços.

Bacia Hidrográfica	Áreas Estratégica de Gestão	Superfície da Área Estratégica de Gestão (km ²)	Densidade adotada (km ² /poço)	Número de Poços	
				Número de Poços Proposto (Caráter Complementar)	Número de Poços Existentes de Abastecimento Público
Cinzas	CZ.01 ⁽¹⁾	5.641,40	500	10	50
	CZ.02 ⁽¹⁾	3.960,13	500	7	37
Iguaçu	IGA.01 ⁽¹⁾	344,07	700	1	20
	IGA.04 ⁽¹⁾	819,28	500	1	35
	IGA.05 ⁽¹⁾	914,42	700	3	23
	IGA.06 ⁽¹⁾	2.953,44	700	8	58
	IGA.07 ⁽¹⁾	3.601,93	700	8	21
	IGM.01 ⁽¹⁾	8.996,33	500	16	40
	IGM.02 ⁽¹⁾	4.725,71	500	7	18
	IGM.03	4.290,98	700	6	8
	IGB.01 ⁽¹⁾	4.777,27	700	6	20
	IGB.02 ⁽¹⁾	6.655,21	500	11	65
	IGB.03 ⁽¹⁾	1.887,15	700	2	10
Itararé	IT.01 ⁽¹⁾	2.993,63	500	5	12
	IT.02	2.051,67	700	3	19
Ivaí	IVA.01 ⁽¹⁾	3.550,00	700	4	25
	IVA.02 ⁽¹⁾	9.201,49	500	16	60
Litorânea	BL.01 ⁽¹⁾	5.631,42	500	9	9
Paranapanema 1	PN1.01	1.261,26	700	2	14
Paranapanema 2	PN2.01	724,12	700	1	4
Paranapanema 3	PN3.01	1.794,01	500	3	22
Paraná 1	PR1.01	1.550,18	500	3	25
Paraná 2	PR2.01	2.937,70	500	6	52
Paraná 3	PR3.02	1.465,77	500	3	37
Piquiri	PQ.01	7.617,59	500	15	48
Pirapó	PI.02	2.204,99	500	4	31
	PI.03	1.882,40	700	3	31
Ribeira	RB.01 ⁽¹⁾	1.384,69	700	4	21
	RB.02 ⁽¹⁾	4.629,08	700	9	12
	RB.03 ⁽¹⁾	1.104,05	500	4	92
	RB.04 ⁽¹⁾	2.609,06	700	5	12
Tibagi	TIA.01 ⁽¹⁾	5.714,52	500	9	46
	TIA.02	7.402,81	500	15	35
	TIA.03	3.037,90	500	6	7
	TIB.01 ⁽¹⁾	4.569,00	700	4	38
TOTAL	-	-	-	230	1.137

NOTA:

⁽¹⁾ Conforme sugerido pelos técnicos da SUDERHSA, no total do número de poço proposto para o monitoramento da rede complementar, já foram descontados àqueles de caráter estratégico.

⁽¹⁾ Considerando os atuais e potenciais conflitos de uso e ocupação do solo, principalmente em relação aos recursos hídricos, os técnicos da SUDERHSA optaram em utilizar, somente nas áreas estratégicas de gestão inseridas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) - IGA.01, IGA.04, IGA.05, IGA.06, IGA.07, RB.01, RB.02, RB.03 e RB.04, o número de poços proposto multiplicado pelo coeficiente 2.

As áreas estratégicas de gestão - IGA.02, IGA.03, IGB.05; IVA.03, IVB.01, IVB.02; PN3.02, PN4.01, PR3.01, PR3.03, PQ.02, PQ.03, PI.01, TIB.02 e TIB.03 - não constam no *Quadro 2*, pois apresentam características inerentes às das áreas prioritárias de monitoramento, portanto, já estão computadas na rede estratégica, definida no *Item 5.1*.

Já as áreas estratégicas de gestão CZ.01, CZ.02, IGA.04, IGA.07, IGM.01, IGM.02, IGB.01, IGB.02, IGB.03, IT.01, IVA.01, IVA.02, BL.01, RB.02, RB.04, TIA.01 e TIB.01, constantes no *Quadro 2*, selecionadas pelos técnicos da SUDERHSA, devem ter, além de monitoramento estratégico definido no *Item 5.1*, poços de monitoramento de caráter complementar. Essa indicação se deve a características peculiares, tais como, geologia, uso do solo e dos recursos hídricos. Sendo assim, para essas áreas estratégicas de gestão, no número de poços propostos para integrar a rede complementar (vide *Quadro 2*), já se descontou àqueles de caráter estratégico (vide *Quadro 5.3*).

Vale ressaltar ainda, que considerando os atuais e potenciais conflitos de uso e ocupação do solo, principalmente em relação aos recursos hídricos, os técnicos da SUDERHSA optaram em utilizar, somente nas áreas estratégicas de gestão inseridas na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) - IGA.01, IGA.04, IGA.05, IGA.06, IGA.07, RB.01, RB.02, RB.03 e RB.04 - o número de poços proposto multiplicado pelo coeficiente 2.

Por fim, o número total de poços de monitoramento que irá compor a rede complementar é de 230 poços. O *Mapa 1* apresenta a localização das áreas estratégicas de gestão e o correspondente número de poços de monitoramento.

LEGENDA

REDE COMPLEMENTAR

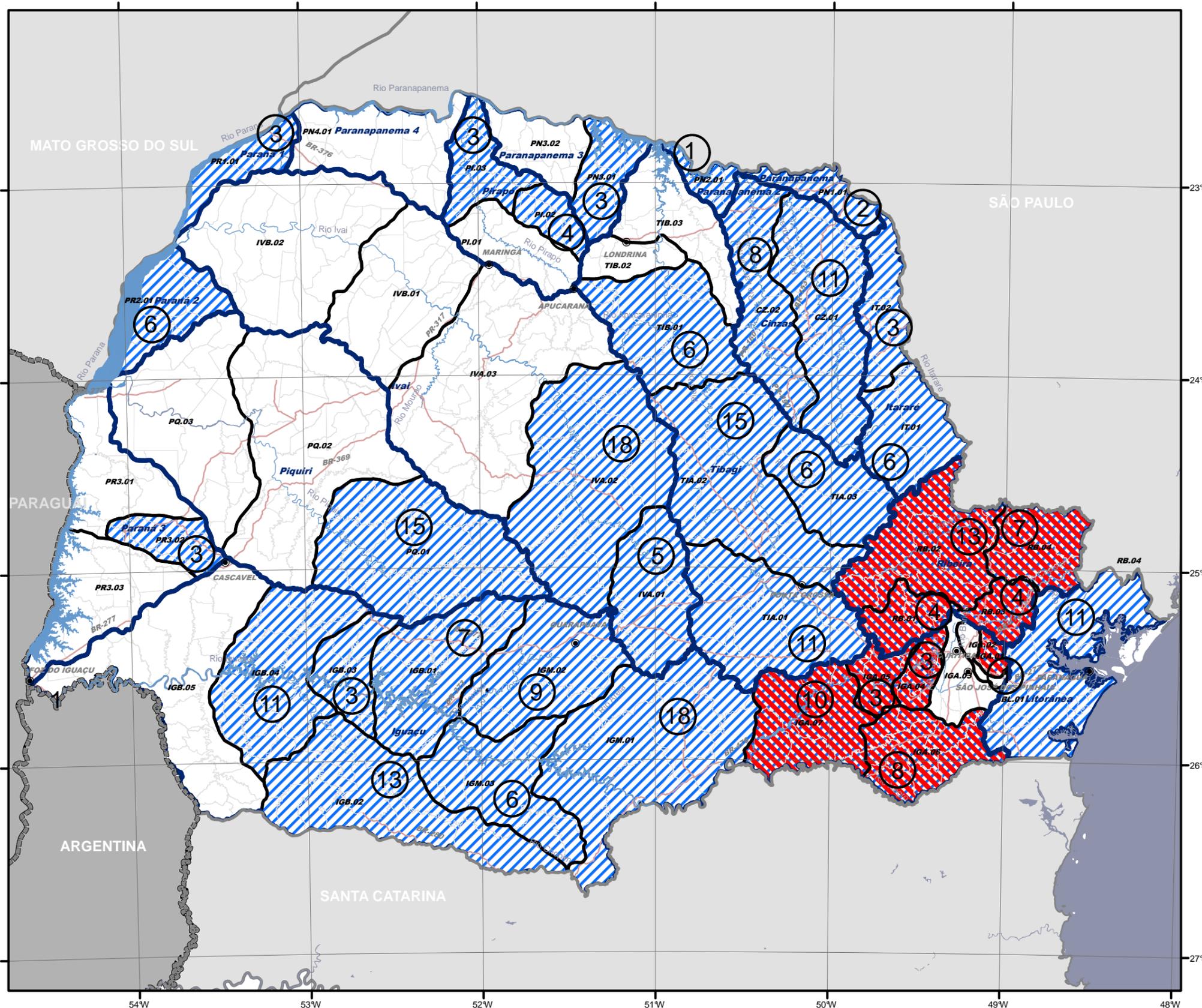
Fonte: CADASTRO SUDERHSA - 2006; COBRAPE - 2007

 Áreas de Monitoramento
 Critérios:
 1- Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas, e/ou;
 2- Médio (500km²/poço) e/ou baixo (700km²/poço) potencial de risco à contaminação das águas subterrâneas por atividade antrópica, e/ou;
 3- Médio (500km²/poço) e/ou baixo (700km²/poço) grau de utilização das águas subterrâneas.

 Áreas de Monitoramento
 Critério:
 Considerando os critérios acima, o nº de poços inserido na Região Metropolitana de Curitiba (RMC) foi multiplicado pelo coeficiente 2.

 Nº de Poços de Monitoramento

TOTAL: 260 POÇOS



CONVENÇÕES:

	HIDROGRAFIA	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	RODOVIAS FEDERAIS	SRH - MMA, PROJETO GUARANI 2006
	LIMITE MUNICIPAL	SEMA - 2004
	LIMITE ESTADUAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE INTERNACIONAL	IBGE - CARTA INTERNACIONAL AO MILIONÉSIMO - 1999
	LIMITE DE BACIAS	SUDERHSA - 2006
	LIMITE DE ÁREAS ESTRATÉGICAS DE GESTÃO	COBRAPE - 2007
	SEDES URBANAS DAS PRINCIPAIS CIDADES	SEMA - 2004

ESCALA: 1 : 2.500.000

DATA: MARÇO DE 2010 - REV. FINAL DATUM: SAD69

Quanto aos parâmetros que deverão ser monitorados pela **rede complementar**, foi acordado com os técnicos da SUDERHSA, que em todos os poços, deverão ser monitorados nível e qualidade da água. Com relação ao monitoramento de qualidade da água, o *Item 5.2* especifica, segundo a caracterização hidrogeoquímica das águas subterrâneas e a Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde, o número de poços que irá monitorar os diferentes grupos de parâmetros de qualidade da água (*Quadro 3*).

Com relação à seleção dos pontos de amostragem da rede complementar, dar-se-á prioridade aos poços já existentes e utilizados para o abastecimento público, adotando-se o mesmo critério definido para a rede estratégica (*vide Item 5.1.1*).

O *Quadro 2* apresenta o número de poços de abastecimento público, operados pela SANEPAR ou por Serviços Autônomos, constantes no Cadastro de Usuários dos Recursos Hídricos da SUDERHSA. Ficou constatado que todas as áreas estratégicas de gestão, com exceção das áreas BL.01 e RB.02, possuem o número de poços existentes, para fins de abastecimento público, superior ao número necessário para compor o somatório das redes estratégica e complementar.

No caso da área estratégica de gestão BL.01, os nove poços existentes para fins de abastecimento público não são suficientes para atender o total de 11 poços propostos para serem monitorados nas redes **estratégica** (2 poços) e **complementar** (9 poços). E também no caso da RB.02, os doze poços existentes para fins de abastecimento público não são suficientes para atender o total de treze poços propostos para serem monitorados nas redes **estratégica** (4 poços) e **complementar** (9 poços). Entretanto, segundo os técnicos da SUDERHSA, em que pese não constarem no Cadastro de Usuários da SUDERHSA, o total de poços existentes é suficiente para a seleção adequada dos pontos de amostragem que irão compor as redes de monitoramento propostas (estratégica e complementar).

Quadro 3. Número de Poços para o Monitoramento dos Grupos de Parâmetros de Qualidade da Água por Área Estratégica de Gestão.

Bacia Hidrográfica	Área Estratégica de Gestão	Números de Poços		Rede Complementar							
		Existentes	Rede Complementar	Grupos							
				1 ⁽²⁾	2 ⁽²⁾	3	4	5	6	7	8 ⁽¹⁾
CINZAS	CZ.01	50	10	10	10	10	10	0	1	1	10
CINZAS	CZ.02	37	7	7	7	7	7	0	1	1	7
IGUAÇU	IGA.01	20	1	1	1	1	1	0	0	0	1
IGUAÇU	IGA.02	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGA.03	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IGUAÇU	IGA.04	35	1	1	1	1	1	0	0	1	1
IGUAÇU	IGA.05	23	3	3	3	3	3	0	0	3	3
IGUAÇU	IGA.06	58	8	8	8	8	8	0	0	2	8
IGUAÇU	IGA.07	21	8	8	8	8	8	0	0	4	8
IGUAÇU	IGM.01	40	16	16	16	16	16	0	1	1	16
IGUAÇU	IGM.02	18	7	7	7	7	7	0	0	1	7
IGUAÇU	IGM.03	8	6	6	6	6	6	0	0	2	6
IGUAÇU	IGB.01	20	6	6	6	6	6	0	0	1	6
IGUAÇU	IGB.02	65	11	11	11	11	11	0	0	1	11
IGUAÇU	IGB.03	10	2	2	2	2	2	0	0	0	2
IGUAÇU	IGB.04	80	11	11	11	11	11	0	0	2	11
IGUAÇU	IGB.05	160	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ITARARÉ	IT.01	12	5	5	5	5	5	0	0	0	5
ITARARÉ	IT.02	19	3	3	3	3	3	0	0	1	3
IVAÍ	IVA.01	25	4	4	4	4	4	0	0	0	4
IVAÍ	IVA.02	60	16	16	16	16	16	0	0	0	16
IVAÍ	IVA.03	147	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVAÍ	IVB.01	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IVAÍ	IVB.02	150	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LITORÂNEA	BL.01	9	9	9	9	9	9	1	1	1	9
PARANAPANEMA 1	PN1.01	14	2	2	2	2	2	1	1	1	2
PARANAPANEMA 2	PN2.01	4	1	1	1	1	1	0	0	1	1
PARANAPANEMA 3	PN3.01	22	3	3	3	3	3	1	1	1	3
PARANAPANEMA 3	PN3.02	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANAPANEMA 4	PN4.01	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANÁ 1	PR1.01	25	3	3	3	3	3	1	1	1	3
PARANÁ 2	PR2.01	52	6	6	6	6	6	1	1	1	6
PARANÁ 3	PR3.01	133	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PARANÁ 3	PR3.02	37	3	3	3	3	3	1	1	2	3
PARANÁ 3	PR3.03	128	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIQUIRI	PQ.01	48	15	15	15	15	15	0	2	2	15
PIQUIRI	PQ.02	126	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIQUIRI	PQ.03	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIRAPÓ	PI.01	61	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PIRAPÓ	PI.02	31	4	4	4	4	4	1	1	1	4
PIRAPÓ	PI.03	31	3	3	3	3	3	1	1	1	3
RIBEIRA	RB.01	21	4	4	4	4	4	2	0	2	4
RIBEIRA	RB.02	12	9	9	9	9	9	2	0	0	9
RIBEIRA	RB.03	92	4	4	4	4	4	2	0	2	4
RIBEIRA	RB.04	12	5	5	5	5	5	0	0	2	5
TIBAGI	TIA.01	46	9	9	9	9	9	1	1	1	9
TIBAGI	TIA.02	35	15	15	15	15	15	2	2	2	15
TIBAGI	TIA.03	7	6	6	6	6	6	0	0	1	6
TIBAGI	TIB.01	38	4	4	4	4	4	1	1	1	4
TIBAGI	TIB.02	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIBAGI	TIB.03	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL		2.550	230	230	230	230	230	18	17	44	230

NOTA:

⁽¹⁾ Grupo 8 refere-se aos seguintes parâmetros: ferro, manganês, bicarbonato e carbonato.

⁽²⁾ Grupos 1 e 2 são orçados em um único valor de pacote de análise.



Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos



Secretaria de Recursos Hídricos
e Ambiente Urbano

Ministério do
Meio Ambiente