AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

Ministério do
Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS E AMBIENTE URBANO

Carta das Águas Subterrâneas do Paraná

Curitiba, 28 de março de 2018.

Zimbra: Re: RES: Convite para apresentação da Carta das Águas Subterrâneas do PR - Google Chrome

https://correio.ufpr.br/#3

UFPR

Buscar

Camila de Va...r Athayde

E-mail | Contatos | Agenda | Tarefas | Preferências | Re: RES: Convit

Fechar | Responder | Responder a todos | Encaminhar | Apagar | Spam | Ações | Visualizar

RES: Convite para apresentação da Carta das Águas Subterrâneas do PR 5 mensagens

De: "Elisa Kich" <elisa.kich@aguaesolo.com>
Para: camilavmuller@ufpr.br
Enviadas: Segunda-feira, 19 de março de 2018 14:31:58
Assunto: Convite para apresentação da Carta das Águas Subterrâneas do PR

Prezada Professora Camila,

Como é de seu conhecimento a Água e Solo Estudos e Projetos foi a empresa responsável por desenvolver a Carta das Águas Subterrâneas do Estado do Paraná.

Fomos convidados a apresentar este trabalho, em reunião ordinária, do Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Paraná. Entretanto, devido a outro compromisso, previamente agendado, não poderemos participar do evento.

Na qualidade de Gerente de Projetos da empresa, venho por meio deste lhe convidar para, se possível, realizar esta apresentação tendo em vista a sua participação como consultora antes de ser nomeada professora na Universidade Federal do Paraná.

Esta atividade de extensão reveste-se de grande importância para a área de águas subterrâneas, principalmente, na área de abrangência do estudo. A divulgação deste trabalho no Conselho de Recursos Hídricos dará visibilidade as informações geradas que deverão ser empregadas no uso sustentável dos recursos hídricos subterrâneos.

A reunião ocorrerá em Curitiba no dia 28/03/2018.

Peço desculpas por só lhe contatar agora, mas também fomos informados há pouco tempo.

Desde já agradeço,

Elisa Kich

EQUIPE TÉCNICA – ÁGUA E SOLO:

COORDENADOR TÉCNICO DO TRABALHO
Geólogo Dr. André Luiz Bonacin Silva (CREA 5060931217)
COORDENADORA OPERACIONAL
Eng. Ambiental Elisa de Mello Kich (CREA 211253)
COORDENADOR - HIDROGEOLOGIA
Geólogo Dr. Antônio Sílvio Jornada Krebs (CREA 006070)
COORDENADOR - SIG
Eng. Dr. Agron. Eliseu José Weber (CREA 081501)
EQUIPE TÉCNICA DE EXECUÇÃO
Geolª. Drª. Camila de V. Müller Athayde (CREA 79647)
Eng. Ambiental Elisa de Mello Kich (CREA 211253)
Geógrafa Carla Melo (CREA 160401)
Eng. Ambiental Raíza Cristovão Schuster (CREA 210397)
Graduanda Eng. Amb. Debora Carvalho Rocha Jaloto Avila
Graduanda Eng. Agr. Luana Redivo
Técnica em Hidrologia Jéssica Nascimento Rosa
Designer Zíngara Schuster
Designer Luiz Alfonso Rodrigues Risso
APOIO TÉCNICO
Prof. MSc. Eng. Civil Alfonso Risso (IPH/UFRGS)
Prof. Dr. Geólogo Gustavo B. Athayde (IPH/UFRGS)
Prof. MSc. Geólogo Marcos Imério Leão (IPH/UFRGS)
RESPONSÁVEL TÉCNICO DA ÁGUA E SOLO ESTUDOS E PROJETOS
Geol. Leick José de Souza Beltrame (CREA 056737)

COMISSÃO TÉCNICA DE ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO

(CTAF)

Roseli dos Santos Souza
Antônio Calazans Reis Miranda

Ivo Bernardo Heisler
Jurandir Boz Filho

Oderson Antônio de Souza Filho

APOIO:

- ✓ AGUASPARANÁ
- ✓ CPRM
- ✓ MMA/SRHU
- ✓ SANEPAR
- ✓ MINEROPAR
- ✓ IAP
- ✓ SEMA/PR
- ✓ LPH/UFPR
- ✓ ITCG

Objetivo Geral

- ✓ O objetivo geral deste trabalho foi a execução de consultoria especializada em recursos hídricos, especialmente os subterrâneos, com vistas à elaboração da "**Carta das Águas Subterrâneas do Estado do Paraná**", em ambiente de Sistema de Informações Geográficas - SIG, acompanhada de um texto explicativo.

Objetivos Específicos:

- ✓ **Levantamento, sistematização e interpretação de dados e informações** bibliográficas, referentes à **geologia, hidrogeologia, geomorfologia, solos, hidrologia, clima, uso e ocupação do solo** no Estado do Paraná, entre outros temas que venham a ser utilizados para a elaboração da Carta;
- ✓ **Caracterização hidrogeológica, hidrodinâmica e hidroquímica** dos **principais sistemas aquíferos** no Estado no Paraná;
- ✓ Elaboração de textos e mapas nas temáticas de **qualidade das águas subterrâneas**, **vulnerabilidade natural de aquíferos**, **cargas poluidoras** e **risco à poluição das águas subterrâneas**;
- ✓ **Contextualização dos aquíferos e das águas subterrâneas paranaenses** na temática de **gerenciamento de recursos hídricos**, e elenco de sugestões e recomendações visando a sua gestão integrada, uso e conservação;
- ✓ **Desenvolvimento de um banco de dados em uma plataforma de SIG**, utilizando *software* específico (ArcGIS), que possua modelo de banco de dados relacional, possibilitando o acesso, atualização e disponibilização de informações básicas sobre os recursos hídricos subterrâneos no Estado;
- ✓ **Elaboração da Carta de Águas Subterrâneas**, na escala 1:650.000, e respectivo texto explicativo;
- ✓ Execução de **Curso de Capacitação Técnica** sobre o conteúdo da Carta.

Resumo Executivo:

1 INTRODUÇÃO
2 ANÁLISE DO TERRITÓRIO PARANAENSE
2.1 Principais bacias e rede hidrográfica
2.2 Geologia do Paraná
2.2.1 Geologia – CPRM
2.2.2 Geologia do Escudo (Arqueano- Proterozóico-Paleozóico)
2.2.3 Geologia da Bacia
2.2.4 Sedimentos Cenozóicos
2.3 Relevo e Geomorfologia
2.4 Pedologia
2.5 Clima
2.6 Uso e ocupação do solo e dados socioambientais
2.7 Unidades de Conservação Ambiental e Áreas Correlatas
3 CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES AQUÍFERAS
3.1 Os principais aquíferos presentes no Paraná
3.2 Métodos empregados
3.2.1 Caracterização hidrodinâmica das unidades aquíferas do Paraná
3.2.2 Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas do Estado do Paraná
3.2.3 Caracterização da vulnerabilidade à contaminação
3.3 Índices de produção das unidades aquíferas
3.3.1 Aquíferos Sedimentares
3.3.2 Aquíferos Fraturados e Carste
3.4 Aquífero Embasamento Cristalino
3.4.1 Caracterização hidrodinâmica do aquífero Embasamento Cristalino
3.4.2 Caracterização hidroquímica do aquífero Embasamento Cristalino
3.4.3 Vulnerabilidade à contaminação no aquífero Embasamento Cristalino
3.5 Aquífero Carste
3.5.1 Caracterização hidrodinâmica do aquífero Carste
3.5.2 Caracterização hidroquímica do aquífero Carste
3.5.3 Vulnerabilidade à contaminação no aquífero Carste
4 GESTÃO E PRINCIPAIS USOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
4.1 Instrumentos de Gerenciamento e Síntese da Legislação e Normas aplicáveis
4.1.1 Aspectos gerais
4.1.2 Principais Instrumentos de Gerenciamento de Recursos Hídricos e Temas Associados
4.1.3 Situação nas Unidades de Gerenciamento e Comitês de Bacia
4.1.4 Legislação básica e outorga envolvendo águas subterrâneas
4.2 Usos das Águas Subterrâneas
4.2.1 Usos por finalidade
4.2.2 Usos por Unidade Aquífera
4.2.3 Usos por Bacia Hidrográfica
7.2.4. Municípios paranaenses com maior vazão explotada
4.2.5 Uso das águas (subterrâneas vs. superficiais)
4.3 Aquíferos interestaduais e transfronteiriços
5 FONTES POTENCIAIS E PERIGO DE POLUIÇÃO
5.1 Considerações gerais
5.2 Resíduos sólidos
5.3 Indústrias
5.4 Postos e locais com armazenamento
5.5 Rodovias, ferrovias, dutos, porto aeroportos e áreas militares
5.6 Transporte e acidentes com produtos perigosos
5.7 Minerações
5.8 Saneamento Ambiental
5.9 Agricultura
5.10 Pecuária
5.11 Cemitérios
5.12 Áreas Contaminadas
5.13 Manchas urbanas e principais aglomerados
5.14 Mapas-Síntese das fontes de poluição
5.15 Perigo de Contaminação dos Aquíferos
6 REFERÊNCIAS
7 anexo - tabela SÍNTESE

...

Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

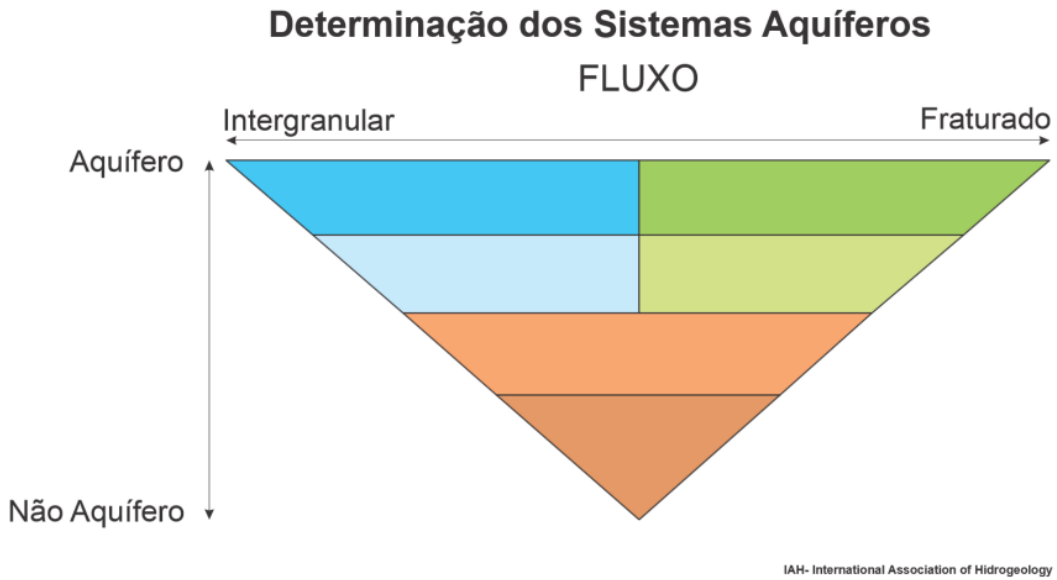
AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

A Carta das Águas Subterrâneas do Paraná

Representação das unidades aquíferas - classes de produtividade

Para a representação em mapa dos sistemas aquíferos do Paraná, a CPRM segue a nomenclatura (em cores) da Associação Internacional de Hidrogeologia (IAH), onde se observa uma distinção entre os aquíferos intergranulares, representados em azul, e aquíferos fraturados, em verde. A tonalidade mais forte de azul ou verde indica maior produtividade, sendo que aquicludes ou mesmo unidades não aquíferas são representados em marrom.



(CPRM, 2014)

Representação dos sistemas aquíferos através de cores (CPRM, 2014).

Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

PRODUTIVIDADE DAS UNIDADES HIDROLITOLÓGICAS

Granulares

- (1) Muito Alta
- (2) Alta
- (3) Moderada
- (4) Geralmente baixa, p
- (5) Geralmente muito ba

Fraturadas

- (2) Alta
- (3) Moderada
- (4) Geralmente baixa, p
- (5) Geralmente muito ba

Cársticos

- (2) Alta
- (4) Geralmente baixa, p
- (5) Geralmente muito ba

Não Aquíferas

- (6) Pouco Produtiva ou

CARACTERIZAÇÃO HIDRÁULICA DAS CLASSES DE AQUÍFEROS

Classe	Q/s ($m^3/h/m$)*	T (m^2/s)	K (m/s)	Vazão (m^3/h)	Produtividade (**)
(1)	$\geq 4,0$	$\geq 10^{-02}$	$\geq 10^{-04}$	≥ 100	Muito Alta: Fornecimentos de água de importância regional (abastecimento de cidades e grandes irrigações). Aquíferos que se destaquem em âmbito nacional.
(2)	$2,0 \leq Q/s < 4,0$	$>10^{-03} \leq T < 10^{-02}$	$10^{-05} \leq K < 10^{-04}$	$50 \leq Q < 100$	Alta: Características semelhantes à classe anterior, contudo situado-se dentro da média nacional de bons aquíferos.
(3)	$1,0 \leq Q/s < 2,0$	$10^{-04} \leq T < 10^{-03}$	$10^{-06} \leq K < 10^{-05}$	$\geq 25 \leq Q < 50$	Moderada: Fornecimento de água para abastecimentos locais em pequenas comunidades, irrigação em áreas restritas.
(4)	$0,4 \leq Q/s < 1,0$	$10^{-05} \leq T < 10^{-04}$	$10^{-07} \leq K < 10^{-06}$	$10 \leq Q < 25$	Geralmente baixa, porém localmente moderada: Fornecimentos de água para suprir abastecimentos locais ou consumo privado.
(5)	$0,04 \leq Q/s < 0,4$	$10^{-06} \leq T < 10^{-05}$	$10^{-08} \leq K < 10^{-07}$	$1 \leq Q < 10$	Geralmente muito baixa, porém localmente baixa: Fornecimentos continuos dificilmente são garantidos.
(6)	$< 0,04$	$< 10^{-06}$	$< 10^{-08}$	< 1	Pouco Produtiva ou Não Aquífera: Fornecimentos de água insignificantes de água. Abastecimentos restritos ao uso de bombas manuais.

Modficada de Struckmeir & Margat, 1995
*Valores válidos para teste de bombeamento de 12 horas e rebaixamentos máximos de 25 metros
**Na definição de classe de produtividade para os aquíferos cársticos e fraturados, utilizou-se apenas dados de vazão.

Legenda das unidades aquíferas (CPRM, 2014)

Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

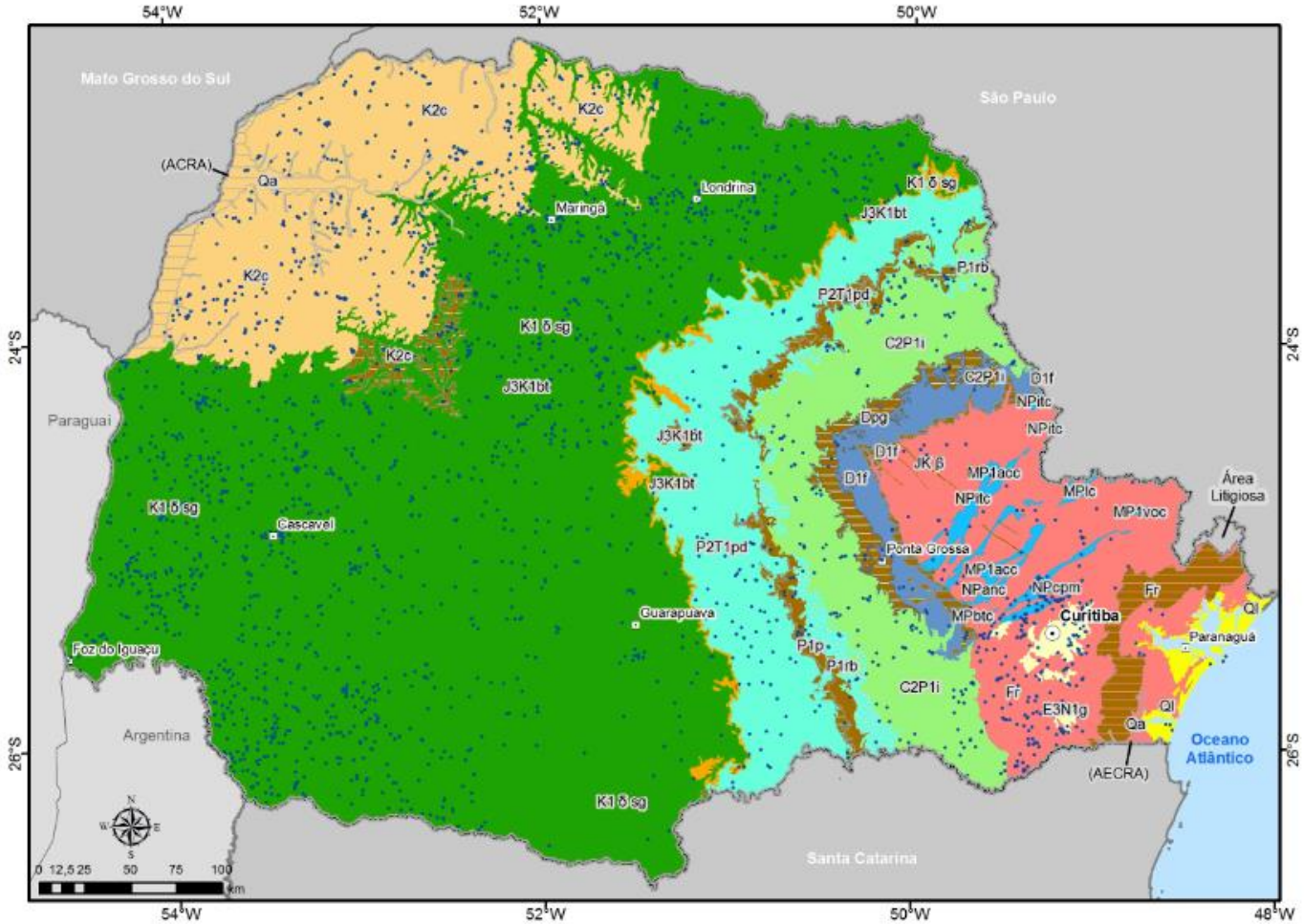
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Os principais Aquíferos do Paraná

Unidade Aquífera	Tipo
Aquífero litorâneo	Sedimentar (S)
Aquífero Guabirotuba	Sedimentar (S)
Aquífero Caiuá	Sedimentar (S)
Aquífero Serra Geral	Fraturado (Fr)
Aquífero Guarani	Sedimentar (S)
Aquífero Passa Dois	Sedimentar (S)
Palermo (não aquífero)	-
Aquífero Rio Bonito	Sedimentar (S)
Aquífero Itararé	Sedimentar (S)
Ponta Grossa (não aquífero)	-
Aquífero Furnas	Sedimentar (S)
Aquífero Carste	Cárstico (K)
Aquífero Embasamento Cristalino	Fraturado (Fr)



Legenda

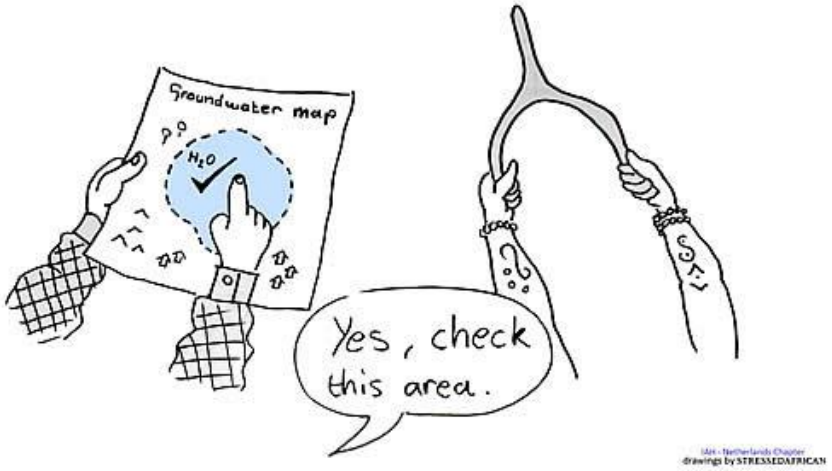
- Principais Cidades
- Sede da Capital Estadual
- Poços representativos utilizados na avaliação hidrodinâmica

Unidades Aquíferas

- Aquífero Litorâneo - Ql
- Aquífero Guabirotuba - E3N1g
- Aquífero Caiuá - K2c
- Aquífero Caiuá Recoberto por Aluvião (ACRA) - Qa
- Não Aquífero Caiuá - K2c
- Não Aquífero Diques Máficos - JK β
- Aquífero Serra Geral - K1 δ sg
- Não Aquífero Serra Geral - K1 δ sg
- Aquífero Guarani - J3K1bt
- Não Aquífero Guarani - J3K1bt
- Aquífero Passa Dois Indiviso - P2T1pd
- Não Aquífero Passa Dois Indiviso - P2T1pd
- Não Aquífero Palermo - P1p
- Aquífero Rio Bonito - P1rb
- Aquífero Itararé Indiviso - C2P1i
- Não Aquífero Itararé Indiviso - C2P1i
- Não Aquífero Ponta Grossa - Dpg
- Aquífero Furnas - D1f
- Não Aquífero Furnas - D1f
- Aquífero Carste - NPcpm, NPitc, MP1voc, MPlc, NPanc, NPitc, MP1acc, MPbtc, NPitc
- Aquífero Embasamento Cristalino Indiferenciado - Fr
- Aquífero Embasamento Cristalino Recoberto por Aluvião (AECRA) - Qa
- Não Aquífero Embasamento Cristalino Indiferenciado - Fr

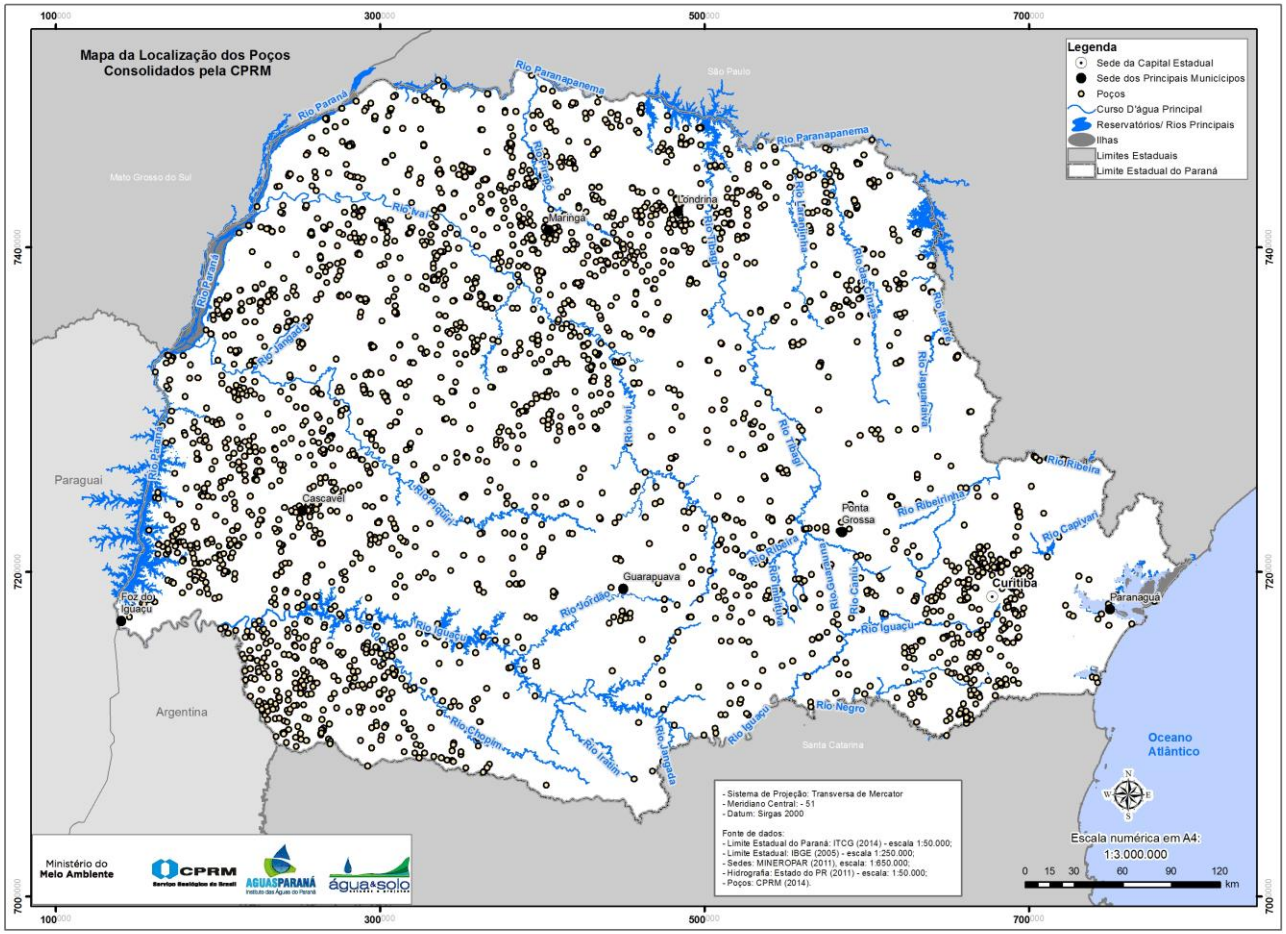
CARACTERIZAÇÃO DOS SISTEMAS AQUÍFEROS: HIDRODINÂMICA

Métodos de trabalho



Caracterização Hidrodinâmica das águas subterrâneas

Mapa de localização de 2.972 poços da SANEPAR, consolidados pela CPRM (CPRM, 2014).



Informações avaliadas:

- ✓ coordenadas
- ✓ aquífero captado
- ✓ profundidade
- ✓ vazão
- ✓ nível estático
- ✓ nível dinâmico
- ✓ perfil litológico,
- ✓ testes de bombeamento
- ✓ ...,etc

Os poços 2.972 poços da SANEPAR, consistidos pela CPRM foram utilizados para:

- ✓ Caracterização hidrodinâmica das unidades aquíferas do paraná (R3).
- ✓ Caracterização da vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos (R4).

Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização hidrodinâmica

Aspectos Geológicos

- Breve descrição da (s) unidade (s) geológica (s).
- Mapa de localização.

Aspectos Hidrogeológicos

- Breve descrição das características hidrodinâmicas (referências pré-existentes).
- Resultados na forma de texto e tabelas dos parâmetros hidrodinâmicos.
- Mapa da superfície potenciométrica dos aquíferos.

Potencialidades

- Resultados na forma de texto e mapas dos parâmetros hidrodinâmicos.
- Mapa da produtividade dos aquíferos.

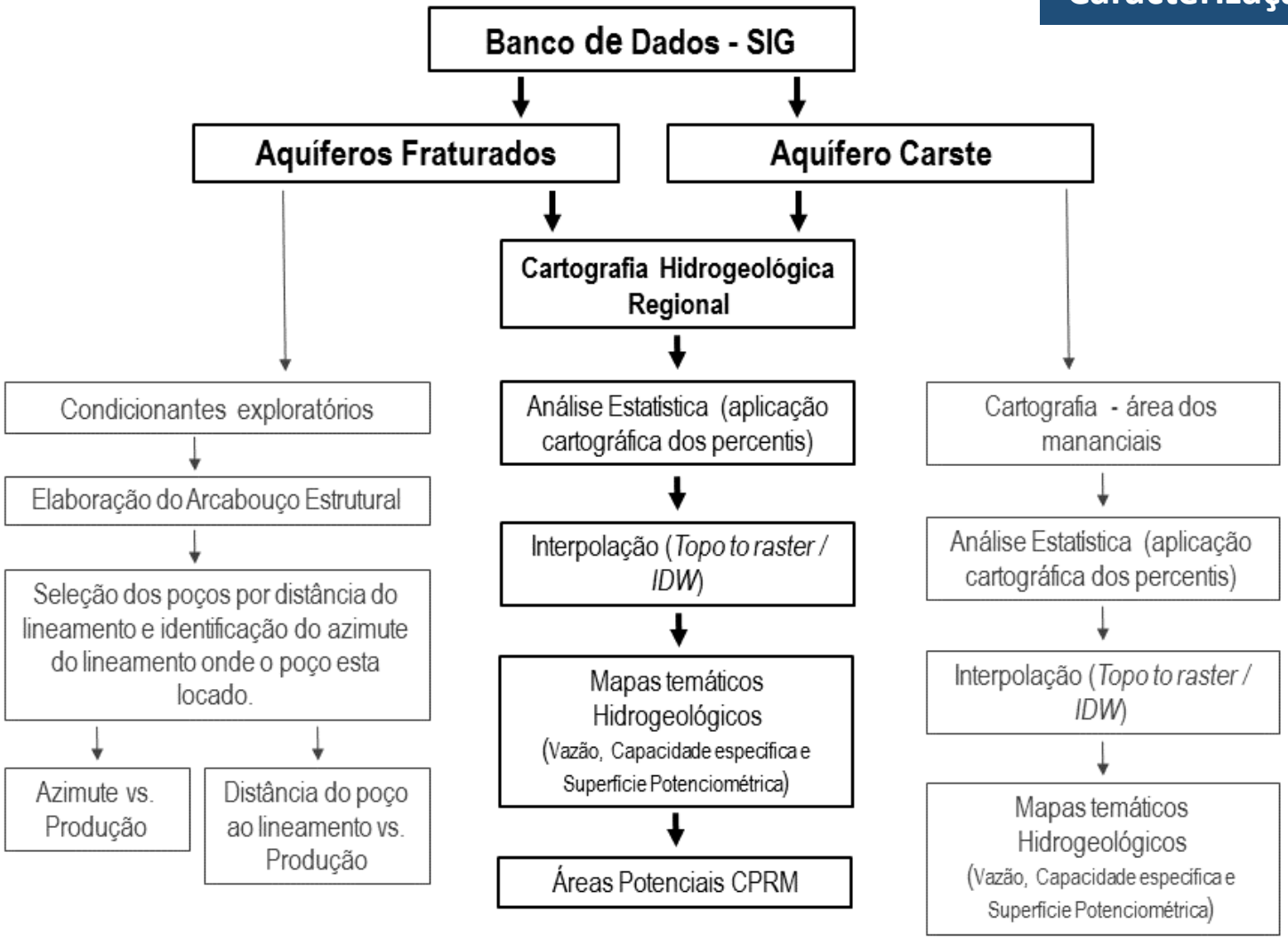
Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização hidrodinâmica



Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização hidrodinâmica

Banco de Dados - SIG

↓

Cartografia Hidrogeológica Regional

↓

Análise Estatística (aplicação cartográfica dos percentis)

↓

Interpolação (*Topo to raster / IDW*)

↓

Mapas temáticos Hidrogeológicos (Superficie Potenciométrica, Espessura saturada, Vazão, Capacidade específica, Transmissividade e condutividade hidráulica)

↓

Áreas Potenciais CPRM

Rotina de tratamento de dados: aquíferos sedimentares

Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

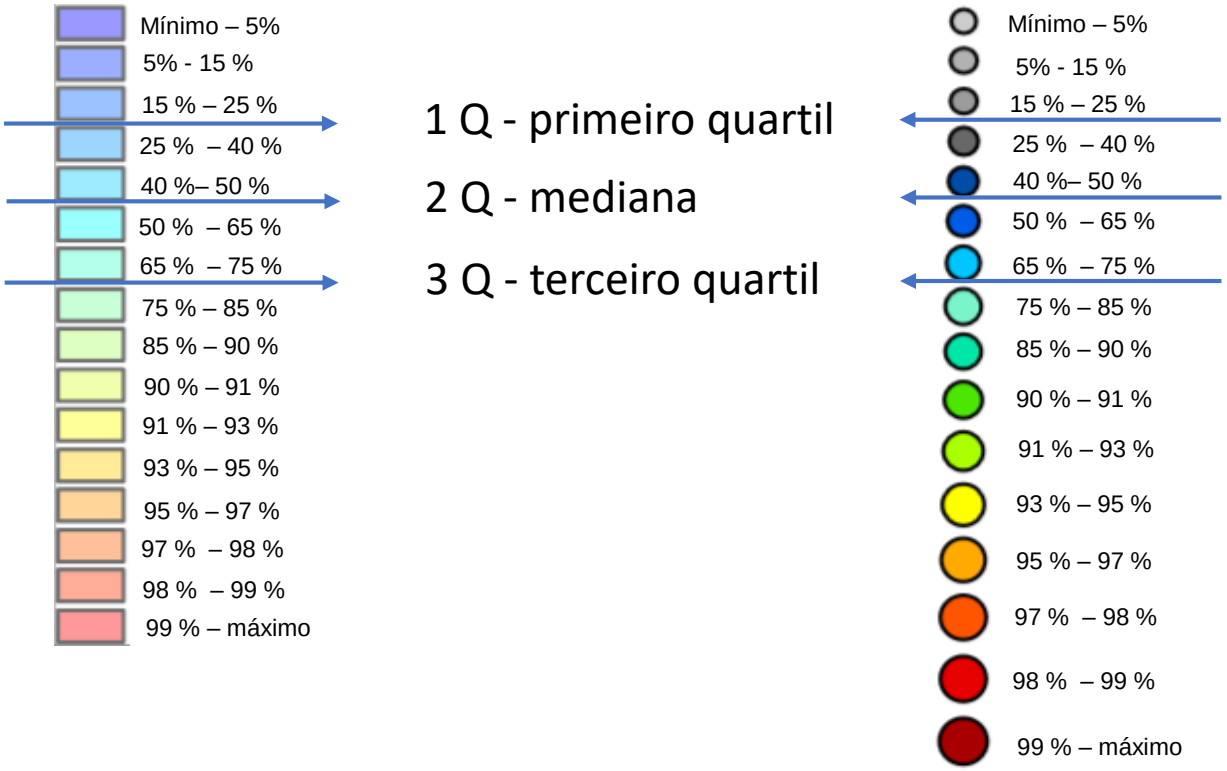
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

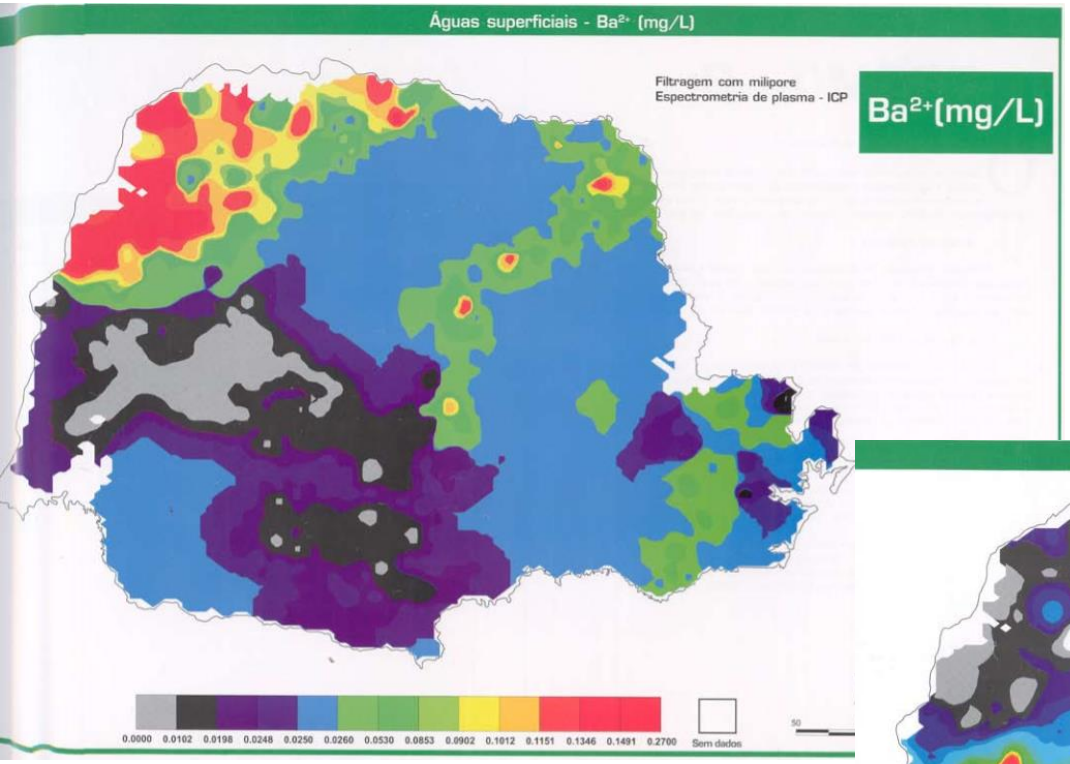
Cartografia dos estimadores estatísticos

Para diferenciar e salientar as áreas com valores altos nos mapas, foram selecionados os percentis 5, 15, 25, 40, 50, 65, 75, 85, 90, 91, 93, 95, 97, 98 e os valores máximo e mínimo.

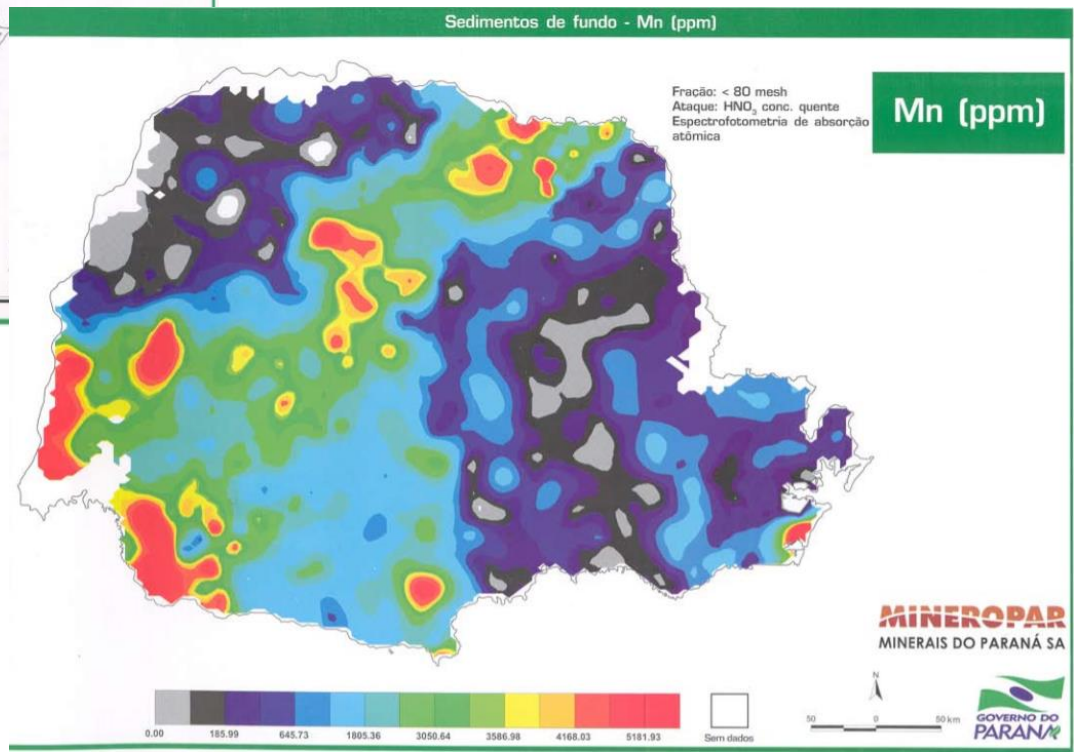


Cartografia dos estimadores estatísticos

Caracterização hidrodinâmica



Atlas geoquímico do Paraná



Vantagem:

- Não é influenciado por valores excepcionalmente elevados.

Fonte: Licht, 2001a.

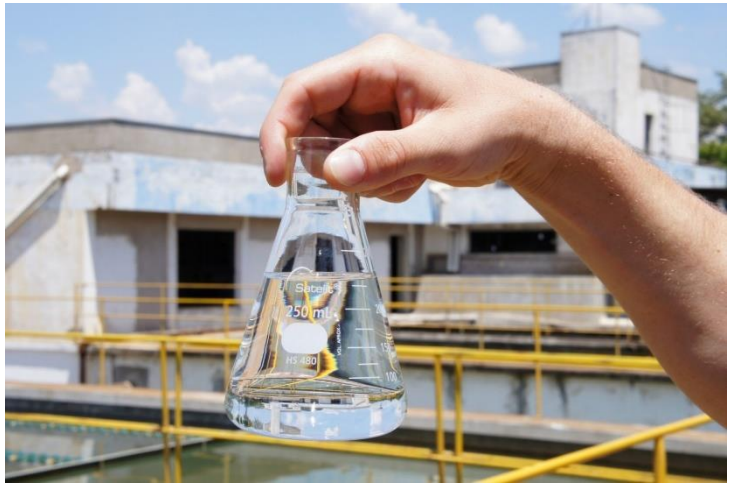
Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização Qualitativa



Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização da Qualidade das águas subterrâneas

Avaliação Hidroquímica

- Banco de dados
- Classificação das águas
- Confecção de gráficos e diagramas
- Cartografia hidroquímica

- ✓ 647 laudos físico-químicos do LPH.
- ✓ 50 poços com informações pontuais de um ou mais parâmetros acima do Valor Máximo Permitido (VMP): Al, Sb, As, Ba, Pb, Cl^-, cor, dureza, Fe total, F^-, Mn, Hg, NO_3^-, NO_2^-, pH, Na^+, STD, SO_4^{2-}, turbidez.
- ✓ <u>Hidroquímica regional</u>: HCO_3^-, CO_3^{2-}, Cl^-, F^-, PO_4^{3-}, SO_4^{2-}, NO_3^-, NO_2^-, nitrogênio amoniacal, Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^+, K^+, Fe total, SiO_2^-, sólidos totais dissolvidos (todos em mgL^{-1}), dureza de $CaCO_3$, pH, e condutividade elétrica (μScm^{-1} a 25°C).

Caracterização da Qualidade das águas subterrâneas

Classificação das águas

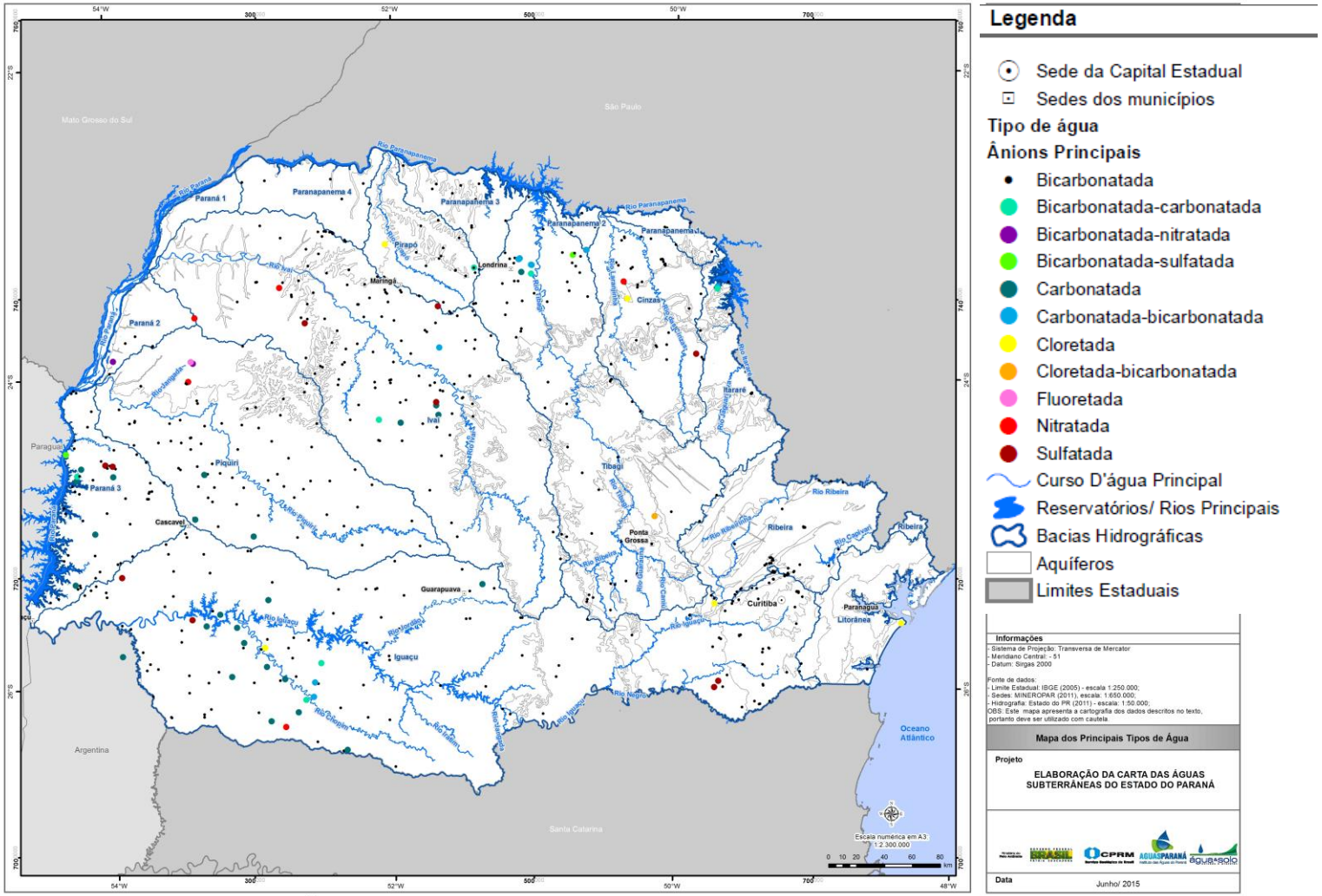


Figura XX: Mapa da Distribuição Espacial dos Tipos de Água (ânions principais)

Ministério do Meio Ambiente

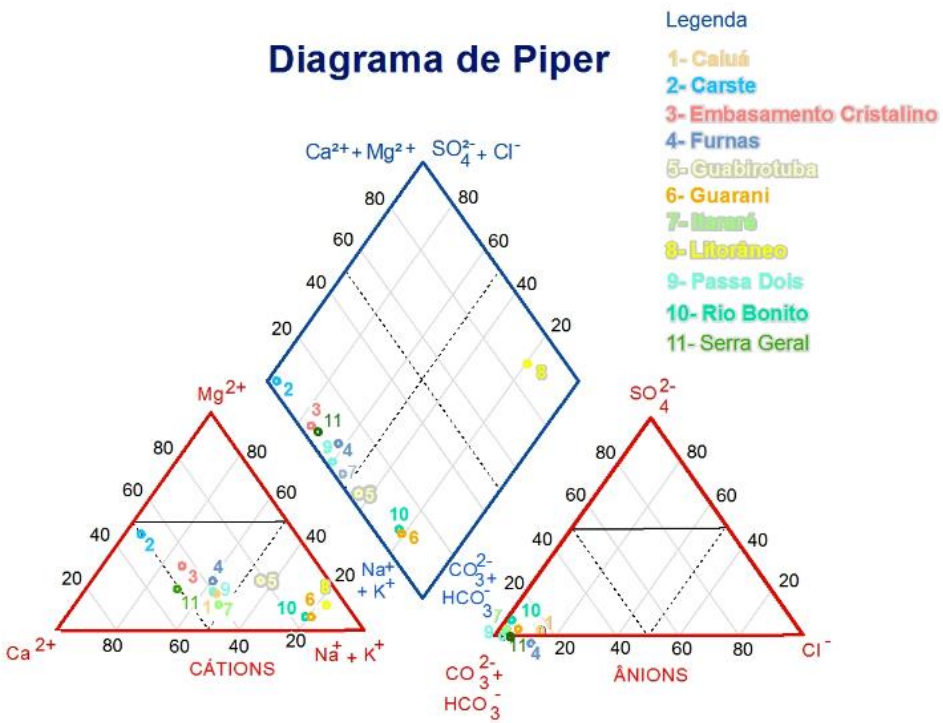
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

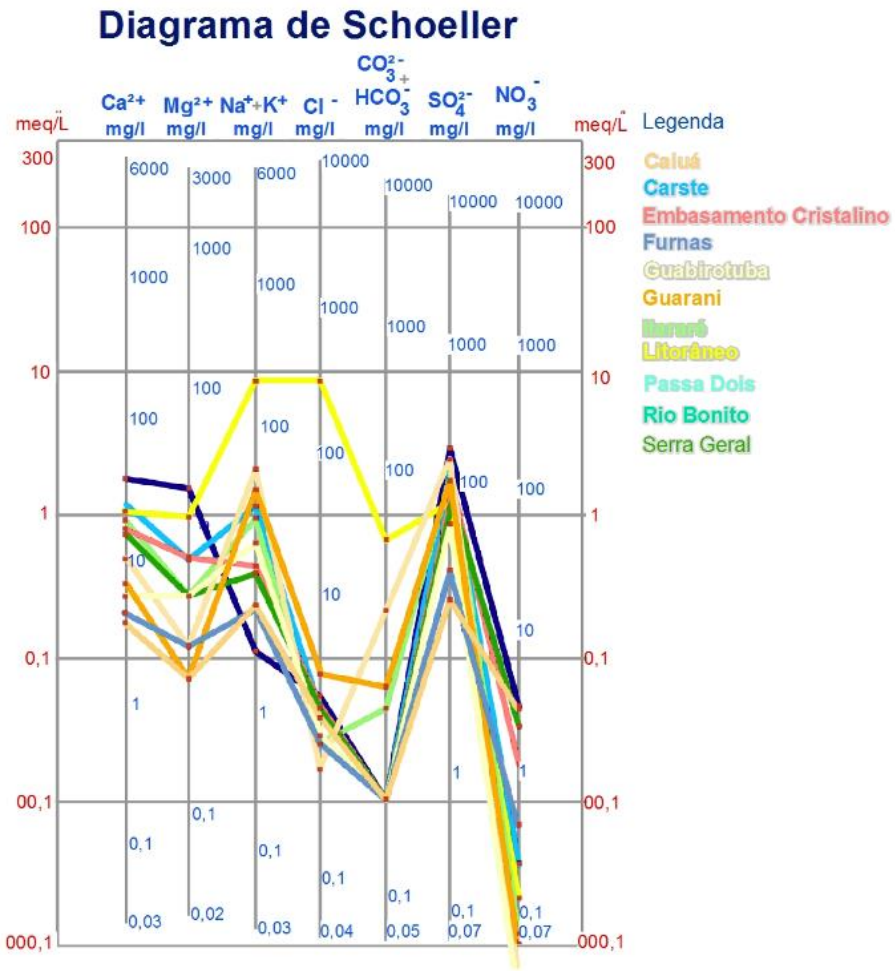
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

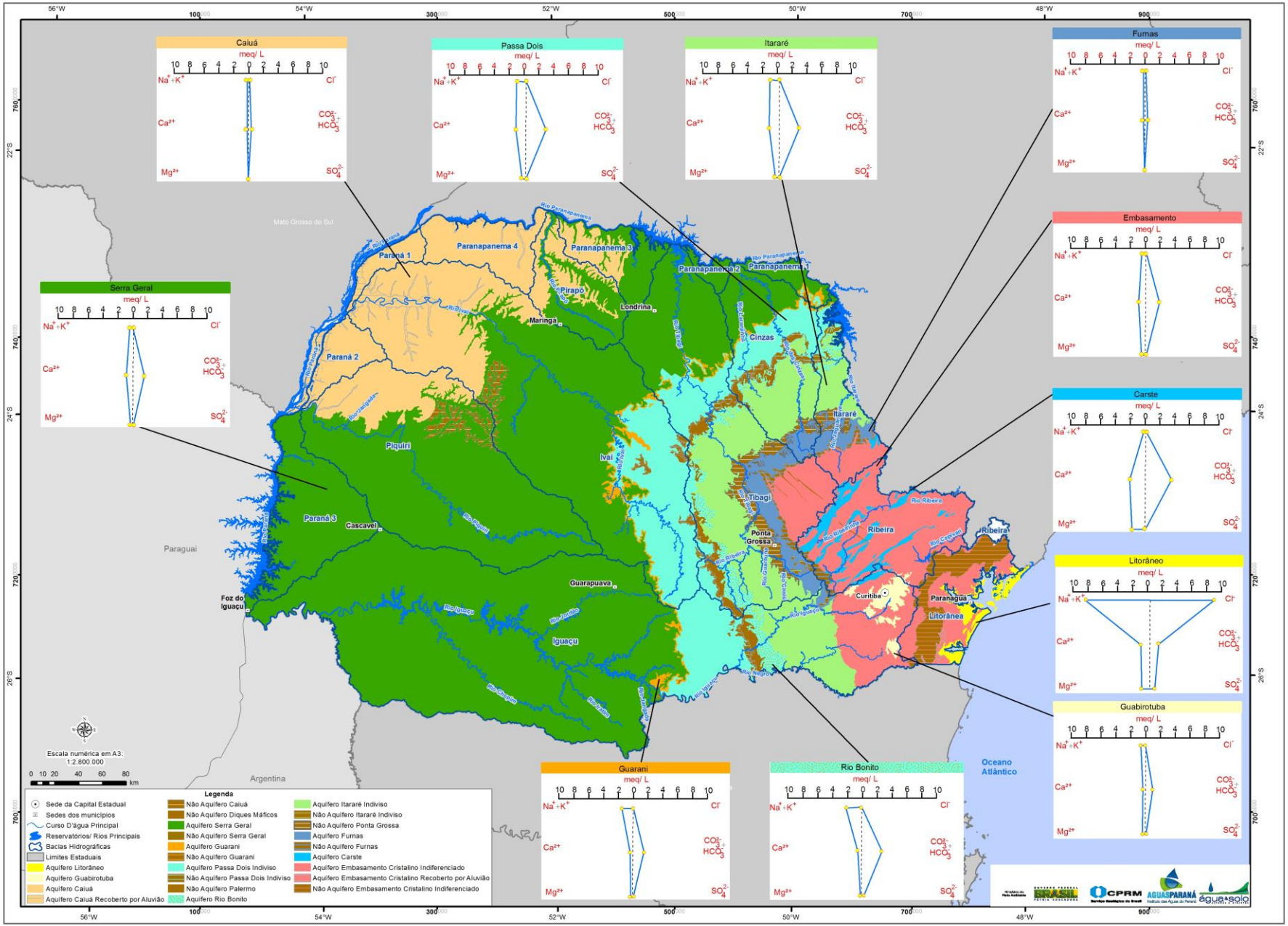
água&solo
estudos e projetos

Concentrações medianas por unidade aquífera





Mapa das unidades aquíferas com os respectivos diagramas de Stiff



Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Caracterização da Qualidade das águas subterrâneas

Análise regional- Distribuição espacial dos parâmetros

- ✓ Bicarbonato
- ✓ Carbonato
- ✓ Cloreto
- ✓ Fluoreto
- ✓ Fosfato
- ✓ Sulfato
- ✓ Nitrato
- ✓ Nitrito
- ✓ Nitrogênio amoniacal
- ✓ Cálcio
- ✓ Magnésio
- ✓ Sódio
- ✓ Potássio
- ✓ Ferro total
- ✓ Sílica
- ✓ Dureza
- ✓ pH
- ✓ STD
- ✓ Condutividade elétrica

Ministério do Meio Ambiente

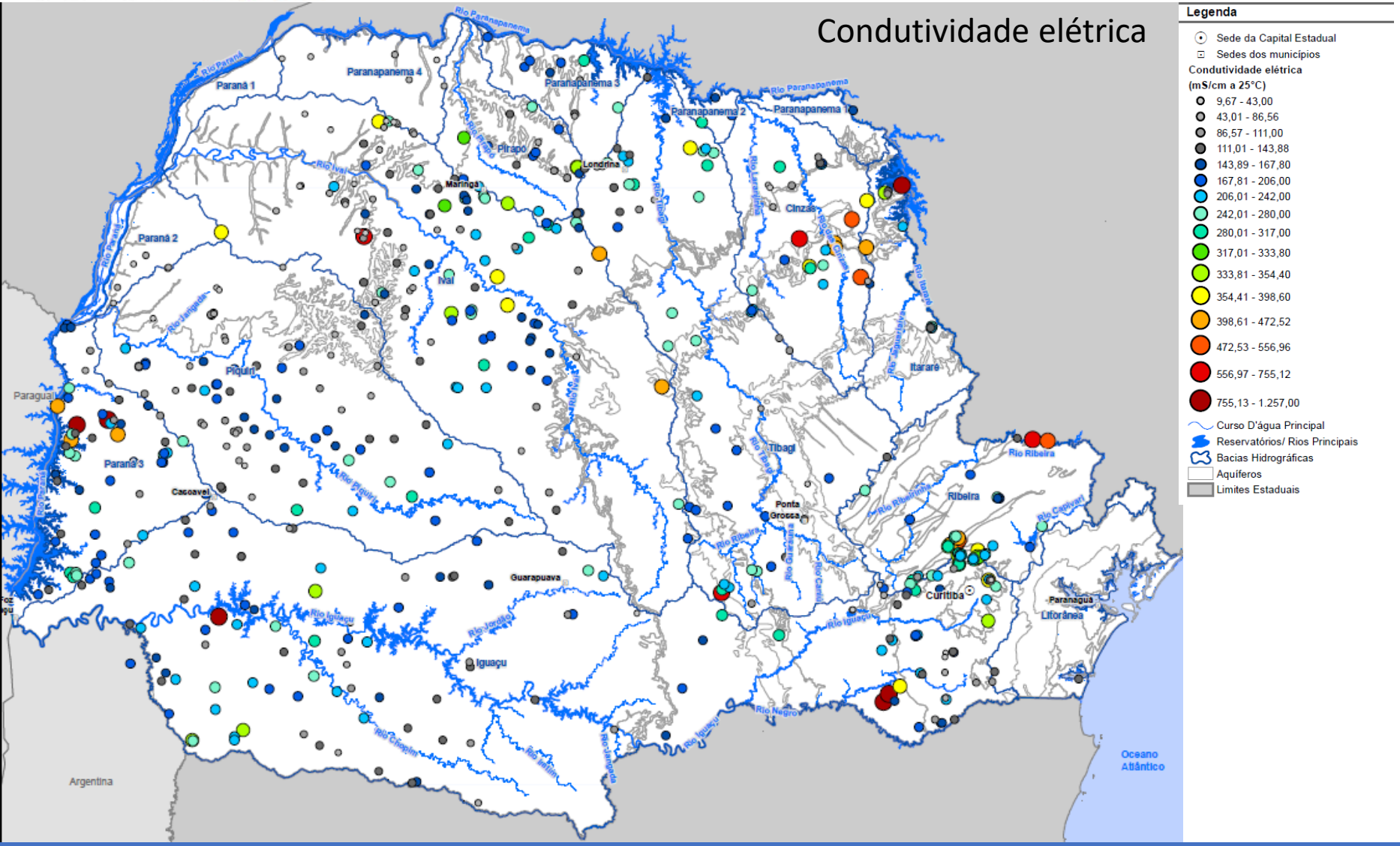
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Condutividade elétrica



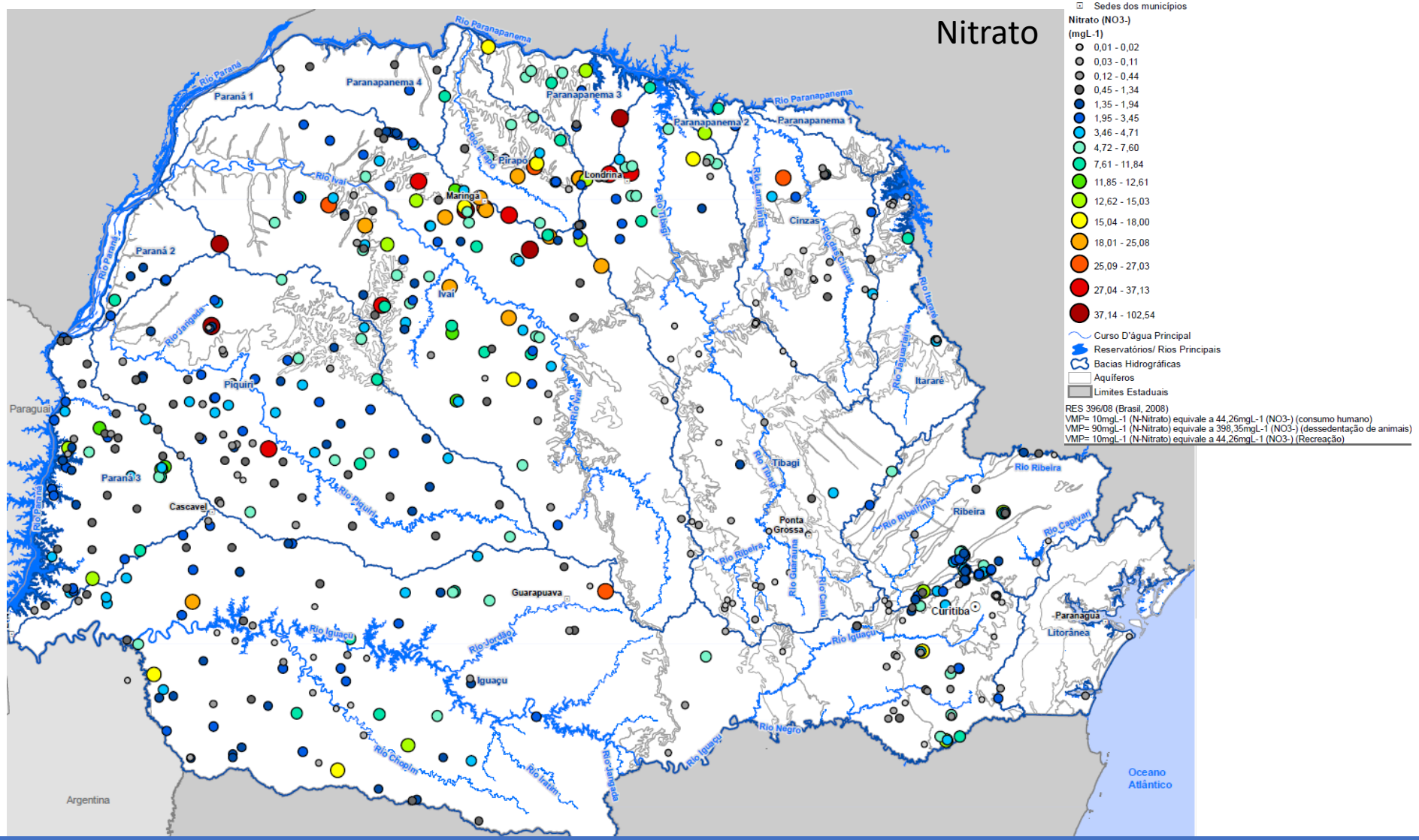
Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos



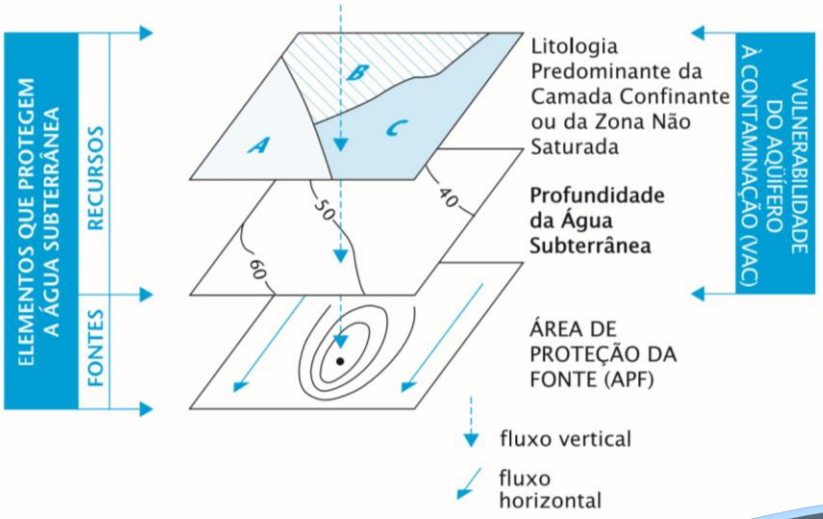
Ministério do Meio Ambiente
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Avaliação da Vulnerabilidade



Ministério do Meio Ambiente

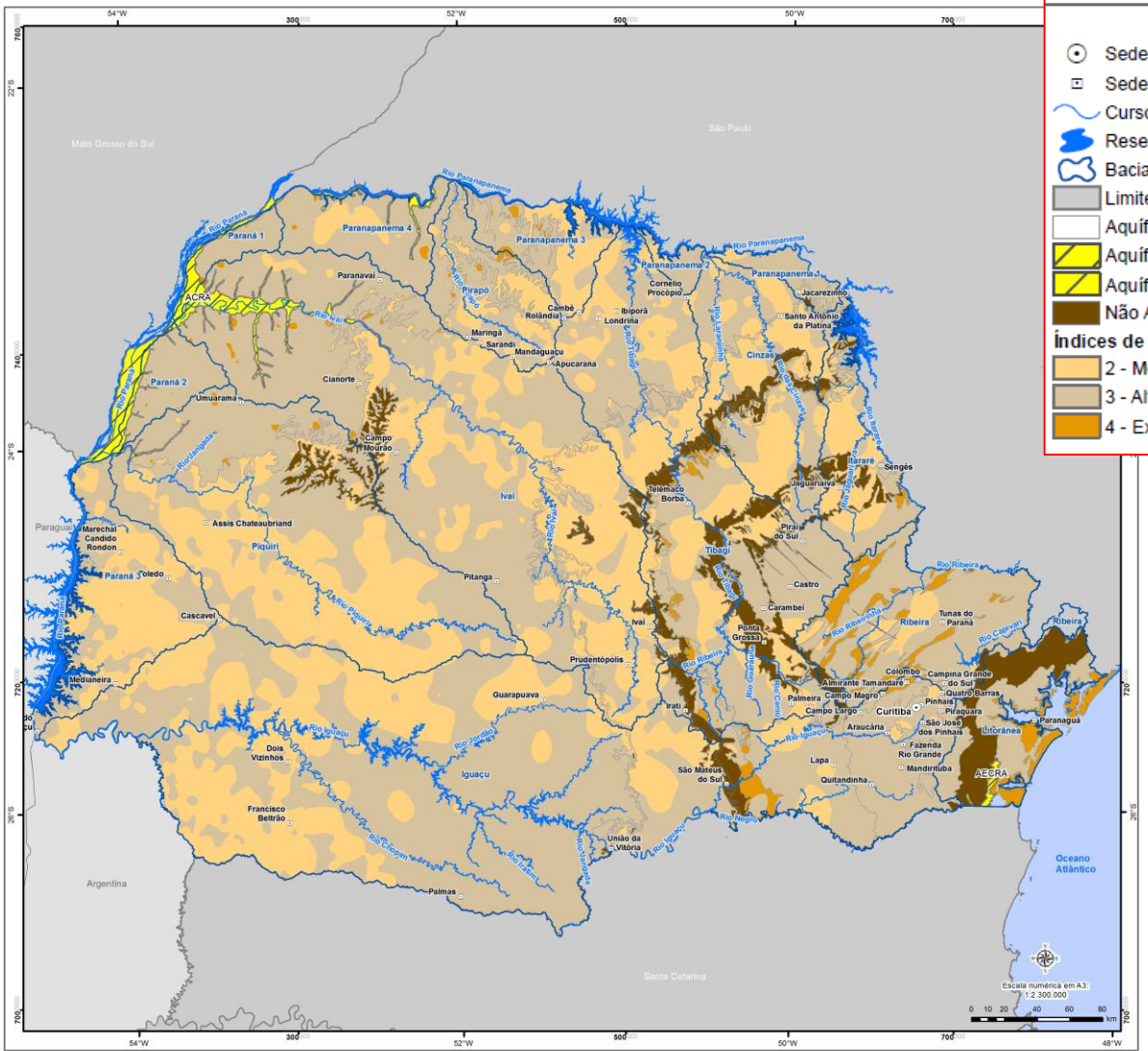
INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Vulnerabilidade das águas subterrâneas



Legenda

- Sede da Capital Estadual
- Sedes dos municípios
- Curso D'água Principal
- Reservatórios/ Rios Principais
- Bacias Hidrográficas
- Limites Estaduais
- Aquíferos
- Aquífero Caiuá Recoberto por Aluvião (ACRA)
- Aquífero Embasamento Cristalino Recoberto por Aluvião (AECRA)
- Não Aquífero

Índices de Vulnerabilidade

- 2 - Média
- 3 - Alta
- 4 - Extrema

Aquíferos
Aquífero Caiuá Recoberto por Aluvião (ACRA)
Aquífero Embasamento Cristalino Recoberto por Aluvião (AECRA)
Não Aquífero
Índices de Vulnerabilidade
2 - Média
3 - Alta
4 - Extrema

Informações

- Sistema de Projeção: Transversa de Mercator
- Meridiano Central: - 51
- Datum: Sirgas 2000

Fonte de dados:
- Limite Estadual: IBGE (2005) - escala 1:250.000;
- Sedes: MINEROPAR (2011), escala: 1:650.000;
- Hidrografia: Estado do PR (2011) - escala: 1:50.000;

OBS: Este mapa apresenta a cartografia dos dados descritos no texto, portanto deve ser utilizado com cautela.

Mapa da Vulnerabilidade à Contaminação

Projeto

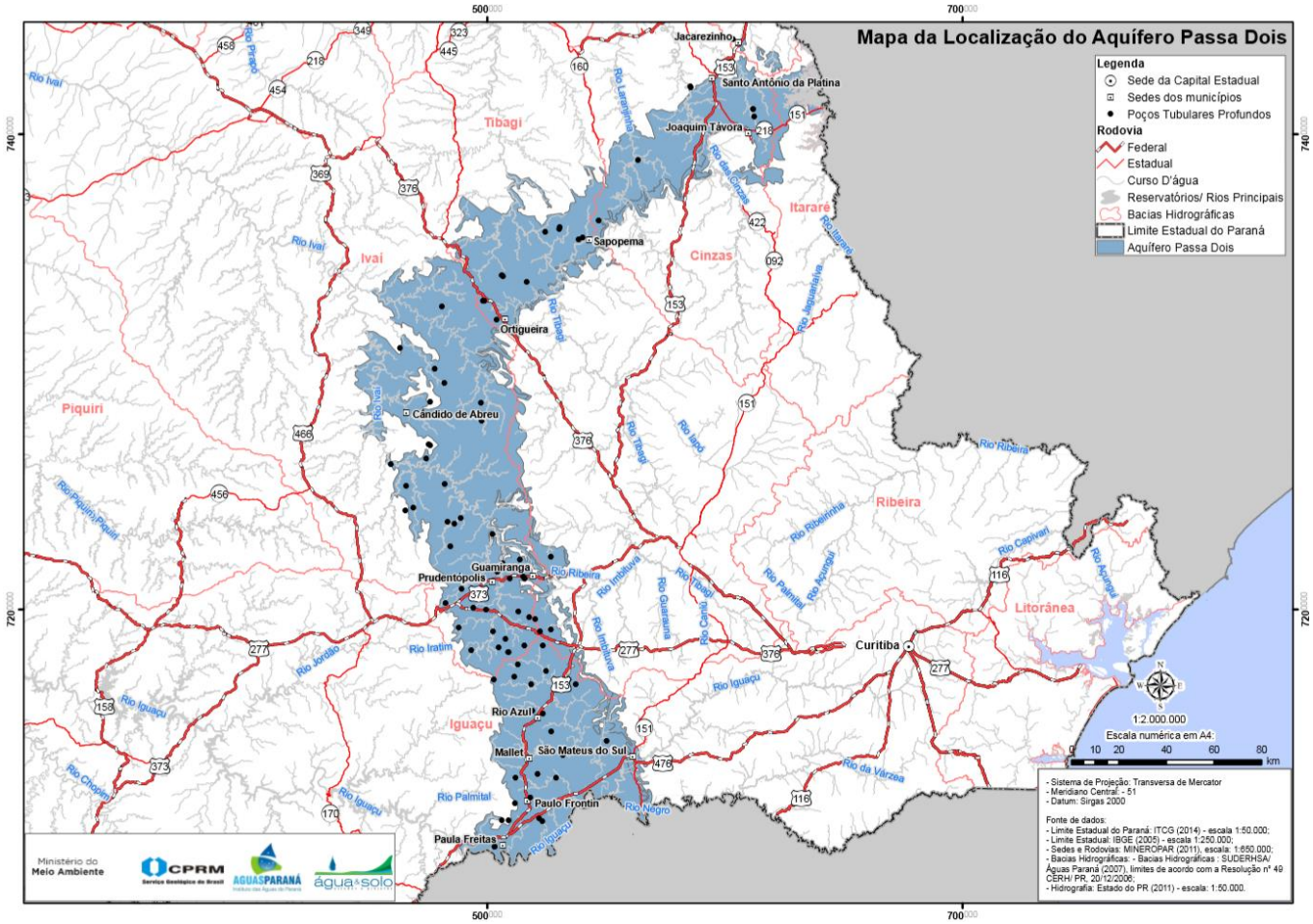
ELABORAÇÃO DA CARTA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DO PARANÁ

Data

Junho/ 2015

Potencialidades – Aquíferos Sedimentares
Exemplo – Aquífero Passa Dois

Aspectos Geológicos – Aquíferos sedimentares



- Grupo/ Formação.
- Composição/ Intercalações.
- Tipo de Contato.
- Ambiente deposicional.
- Espessura.
- Conteúdo fossilífero.

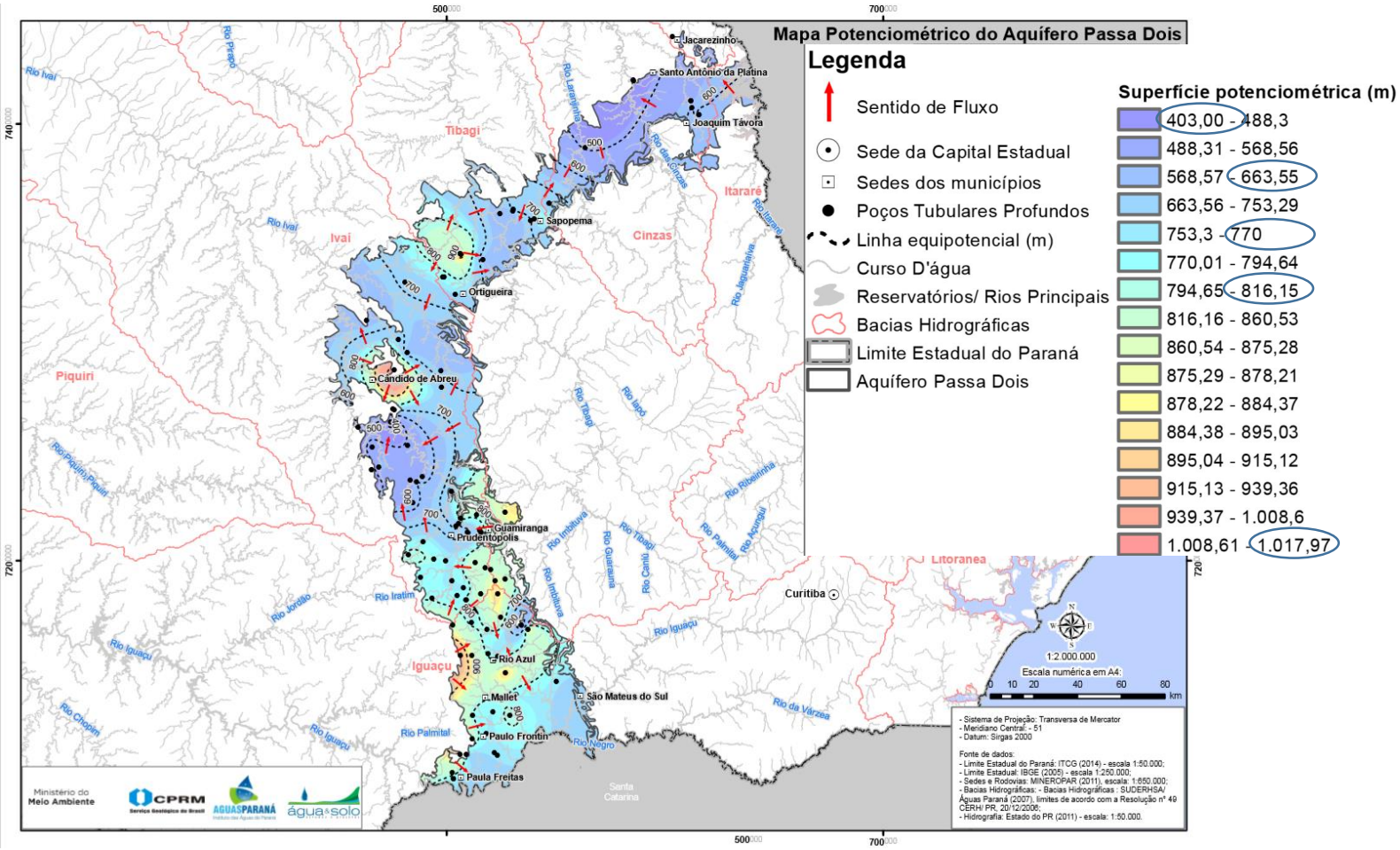
Aspectos Hidrogeológicos – Aquíferos sedimentares

- Características do reservatório.
- Tipo do aquífero.
- Porosidade (primária/ secundária).
- Índices de produção.
- Profundidade perfurada.
- Rebaixamento.
- Entradas de água.

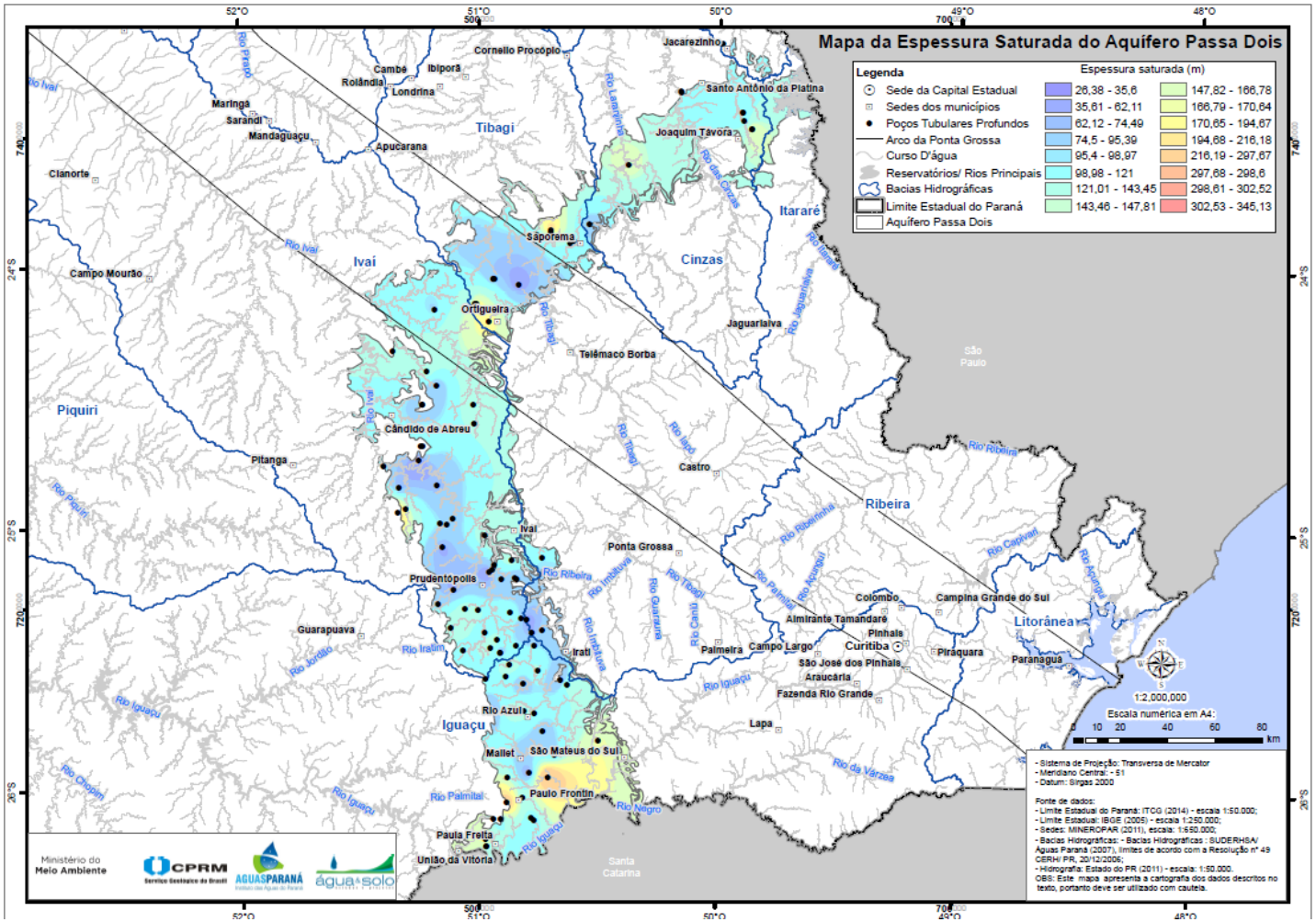
	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5
Média	38	58	75	69	80
Erro padrão	3	5	9	19	0
Mediana	31	46	73	56	80
Modo	36	30	122	-	-
Desvio padrão	27	38	37	47	-
Variância da amostra	744	1459	1381	2183	-
Mínimo	7	12	15	18	80
Máximo	144	180	149	140	80
Contagem	77	49	17	6	1
Nível de confiança (95.0%)	6,1	10,9	19,1	49,03646	-

Variáveis		Prof.	Vazão	N.D.	N.E.	Capacidade específica	Transmissividade	Condutividade hidráulica	Espessura saturada
Unidade		(m)	(m^3h^{-1})	(m)	(m)	(m^3h^{-1})m^{-1}	(m^2s^{-1})	(ms^{-1})	(m)
Valor máximo		350,0	30,0	182,0	81,0	3,00	3,62E-02	2,10E-04	345,1
Percentil	99	308,6	30,0	120,0	65,0	3,00	1,59E-02	1,16E-04	302,5
	98	300,7	26,8	110,7	62,2	2,61	9,54E-03	7,72E-05	298,6
	97	300,0	19,5	102,6	57,1	1,83	8,55E-03	6,15E-05	297,7
	95	219,5	14,3	94,8	43,6	1,17	2,87E-03	2,32E-05	216,2
	93	200,0	12,0	93,3	36,2	1,05	1,77E-03	1,46E-05	194,7
	91	190,8	12,0	91,1	31,5	0,94	1,31E-03	1,31E-05	170,6
	90	176,0	11,4	89,2	31,3	0,91	1,27E-03	1,16E-05	166,8
	85	150,9	10,0	79,9	23,3	0,71	1,07E-03	8,00E-06	147,8
	75	150,0	7,0	62,5	11,2	0,44	3,70E-04	5,00E-06	143,5
	65	141,9	5,0	51,1	7,4	0,30	2,68E-04	2,00E-06	121,0
	50	114,0	3,9	40,0	5,5	0,13	1,38E-04	1,00E-06	99,0
	40	101,4	3,1	30,0	4,4	0,10	8,10E-05	1,00E-06	95,4
	25	85,0	2,0	24,0	3,0	0,05	4,43E-05	4,55E-07	74,5
	15	76,0	1,6	18,2	2,3	0,03	2,16E-05	2,42E-07	62,1
	5	56,1	0,8	12,3	1,2	0,02	6,70E-06	1,03E-07	35,6
Valor mínimo		36,0	0,5	4,5	0,6	0,01	1,90E-06	1,63E-08	26,38

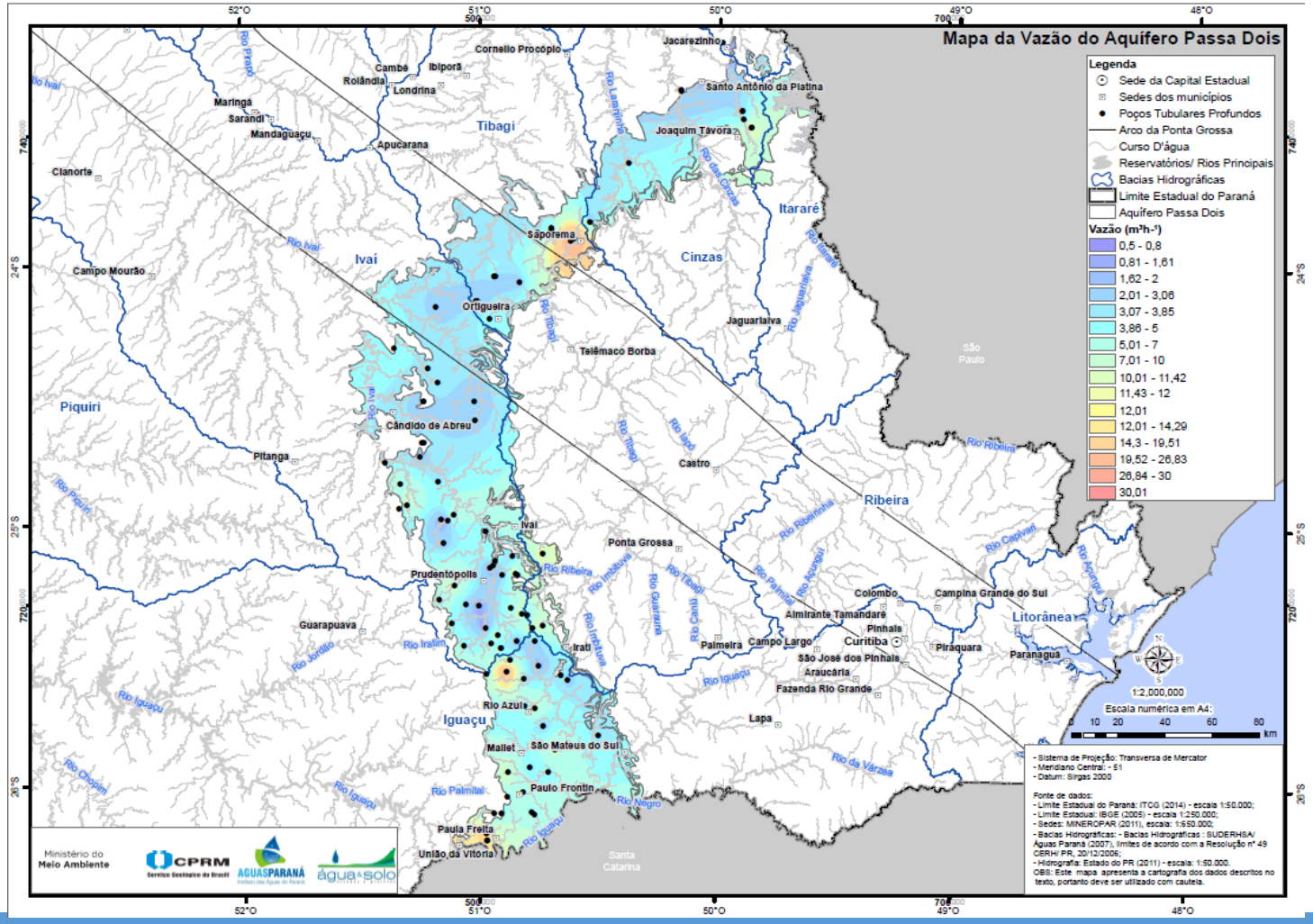
Aspectos Hidrogeológicos – Aquíferos sedimentares



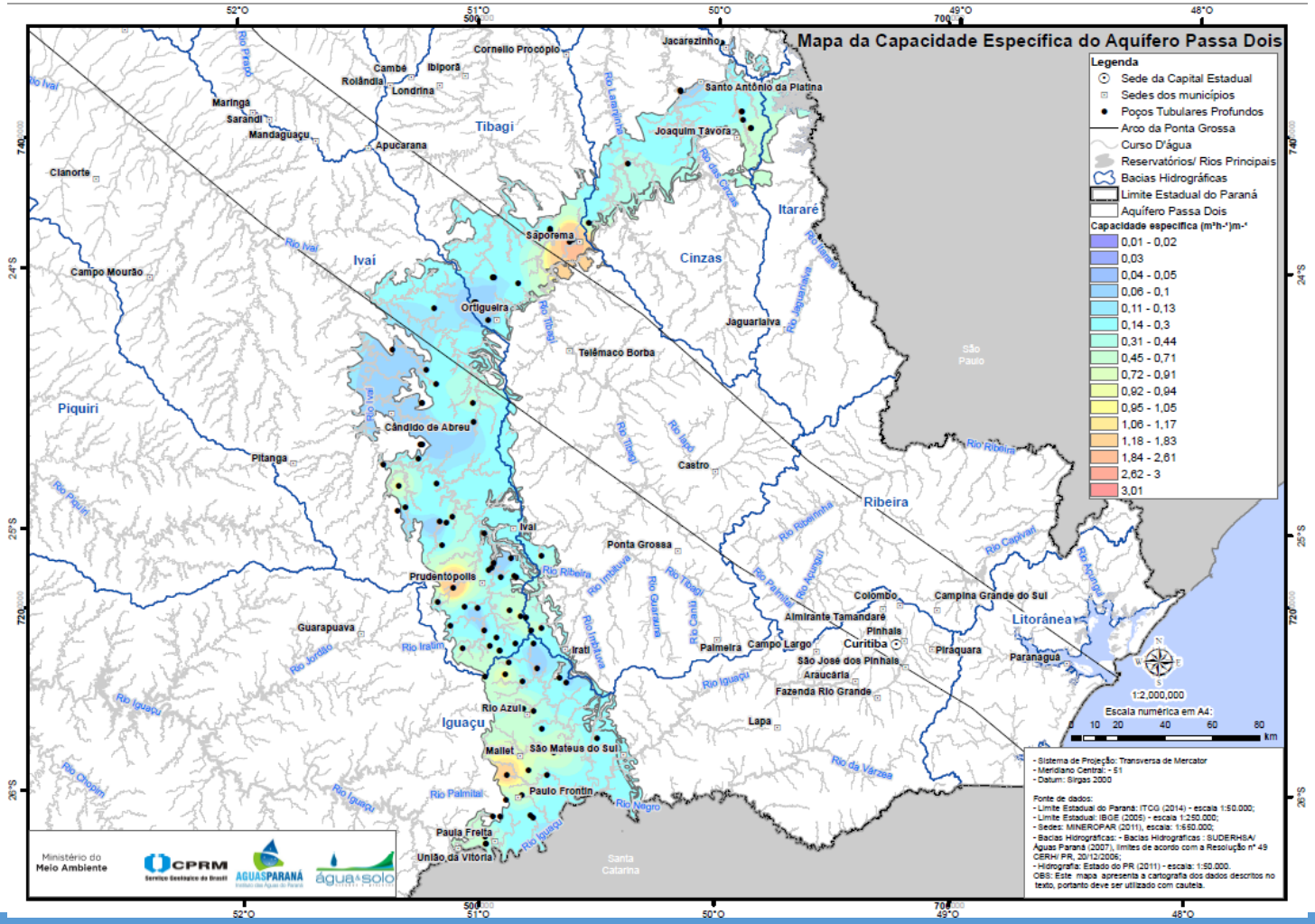
Potencialidades – Aquíferos sedimentares



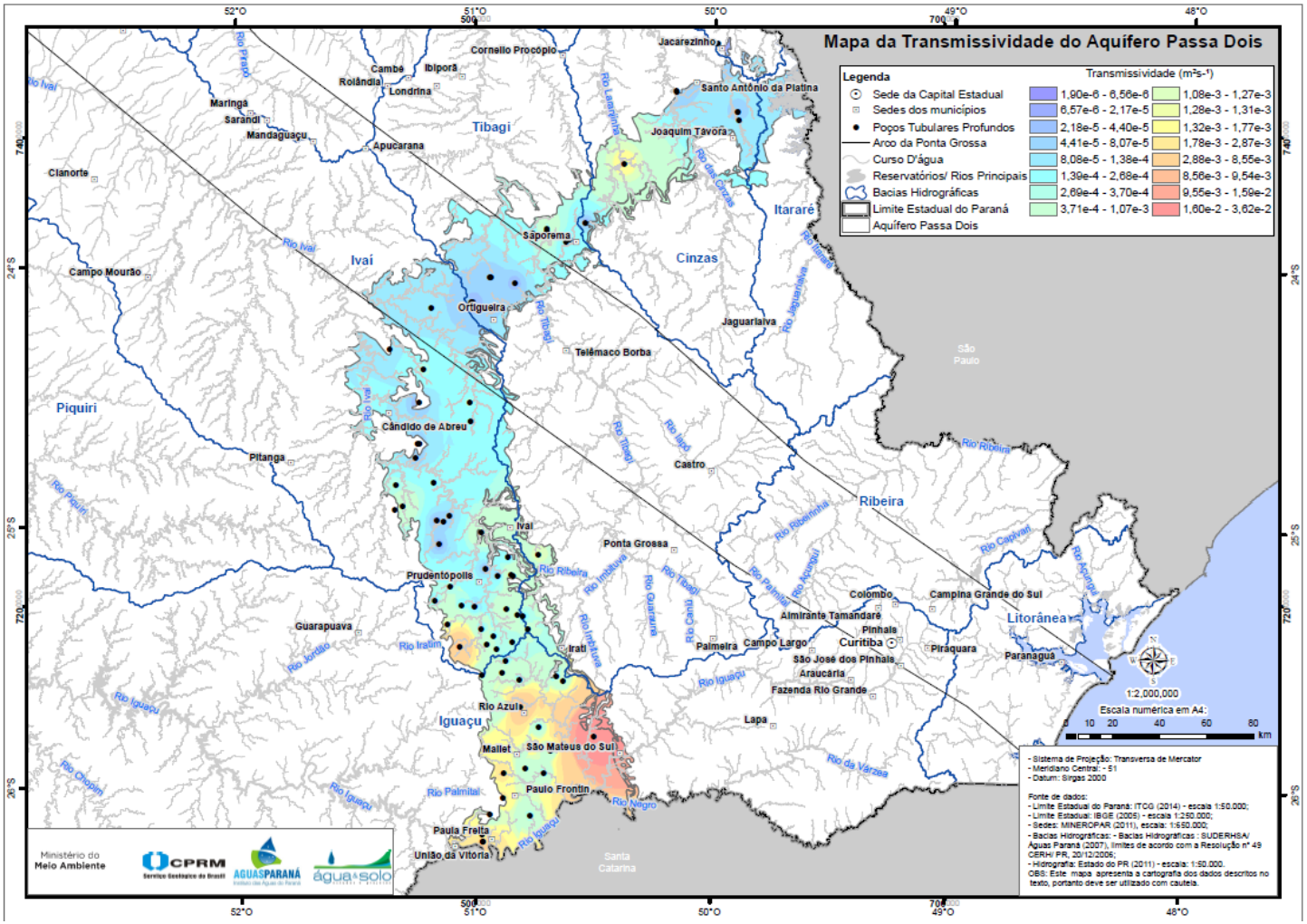
Potencialidades – Aquíferos sedimentares



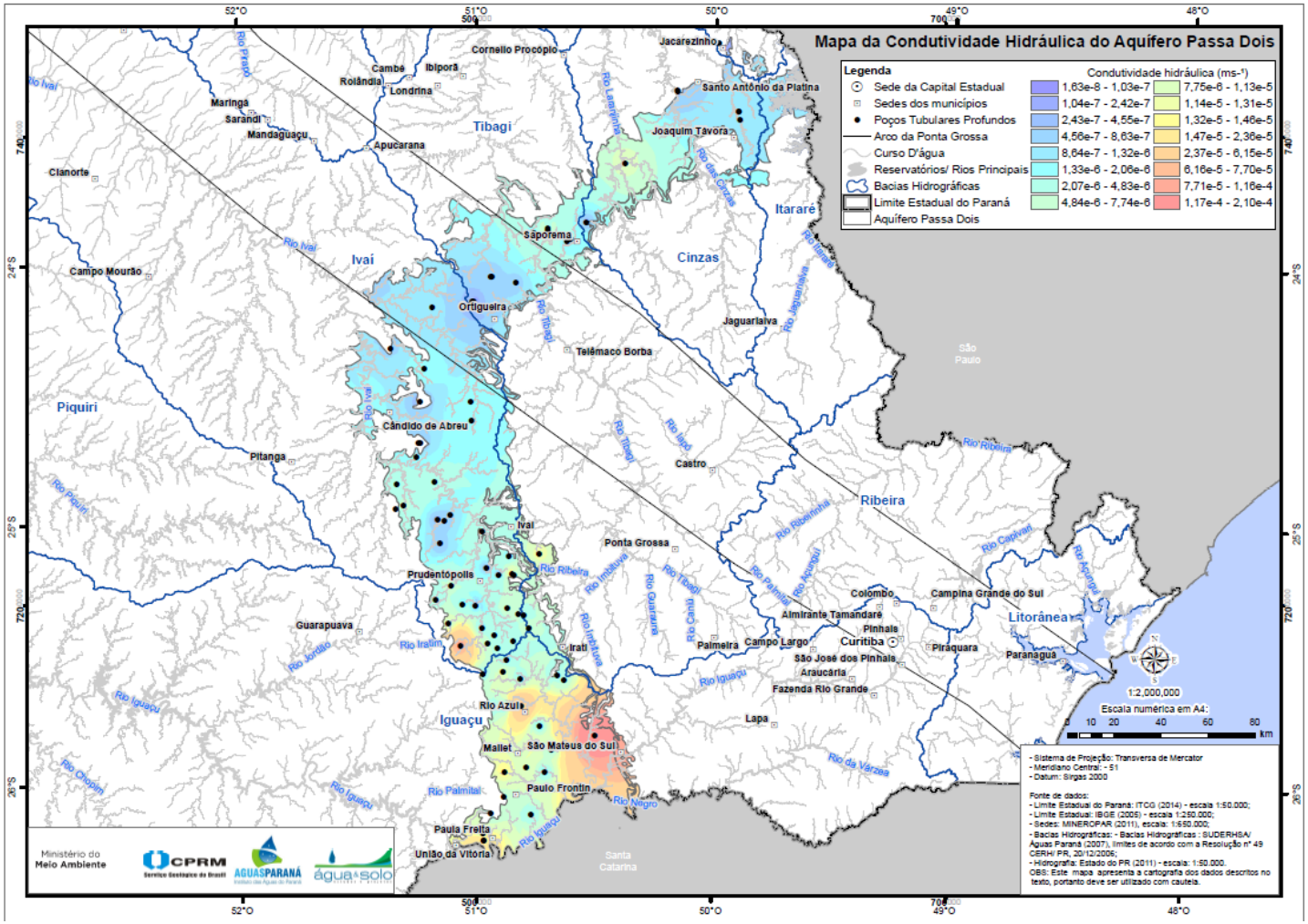
Potencialidades – Aquíferos sedimentares



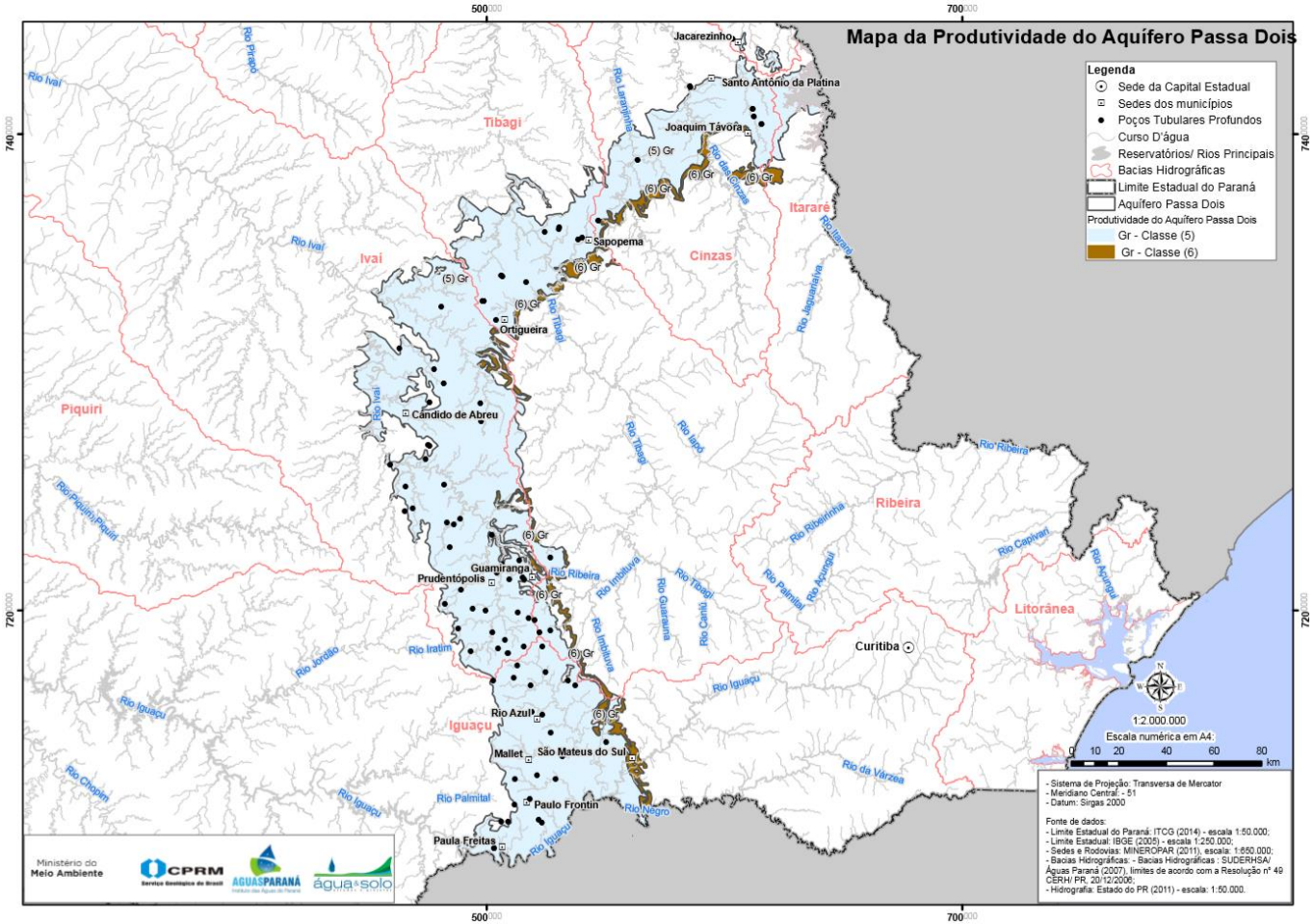
Potencialidades – Aquíferos sedimentares



Potencialidades – Aquíferos sedimentares

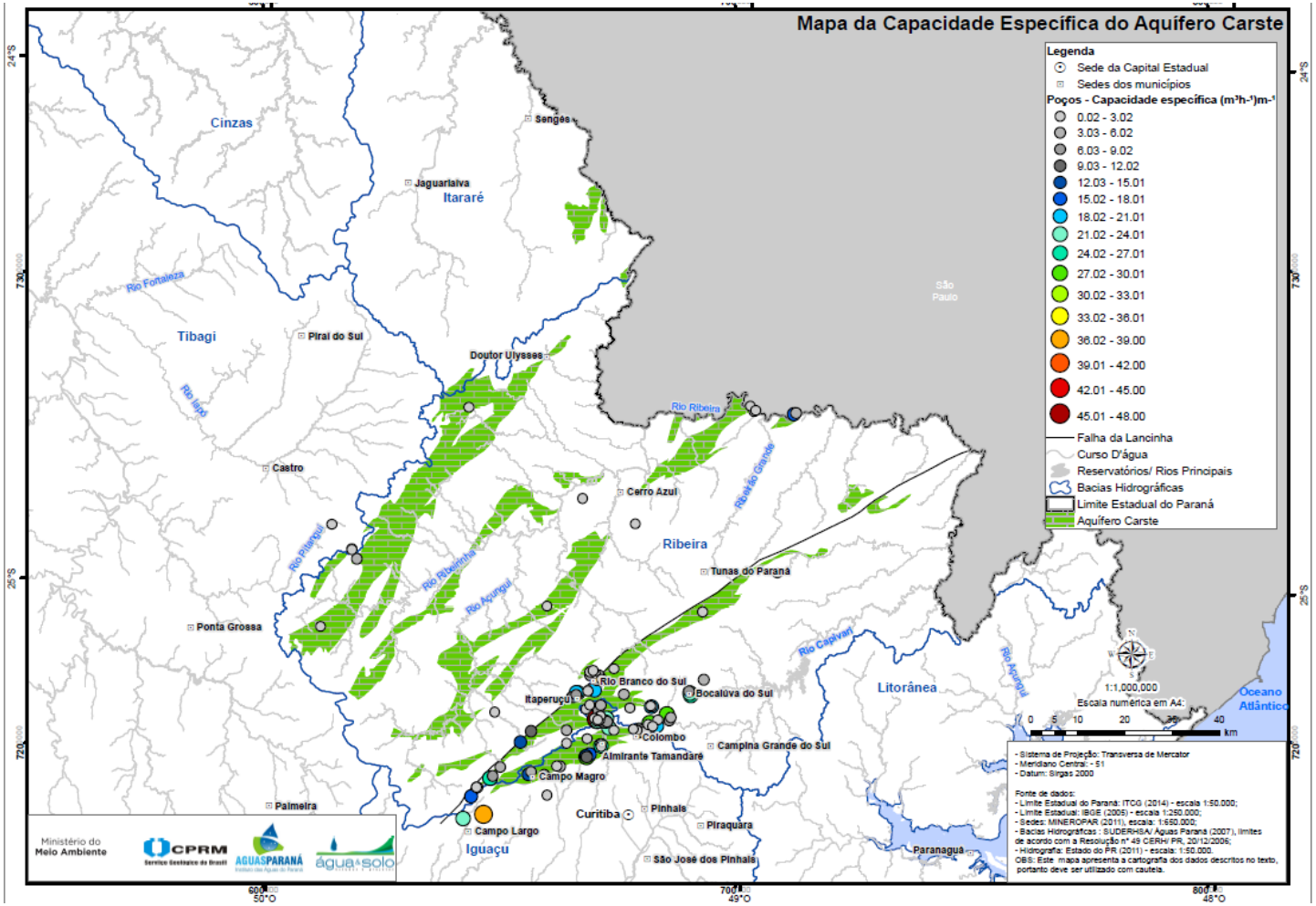


Potencialidades – Aquíferos sedimentares

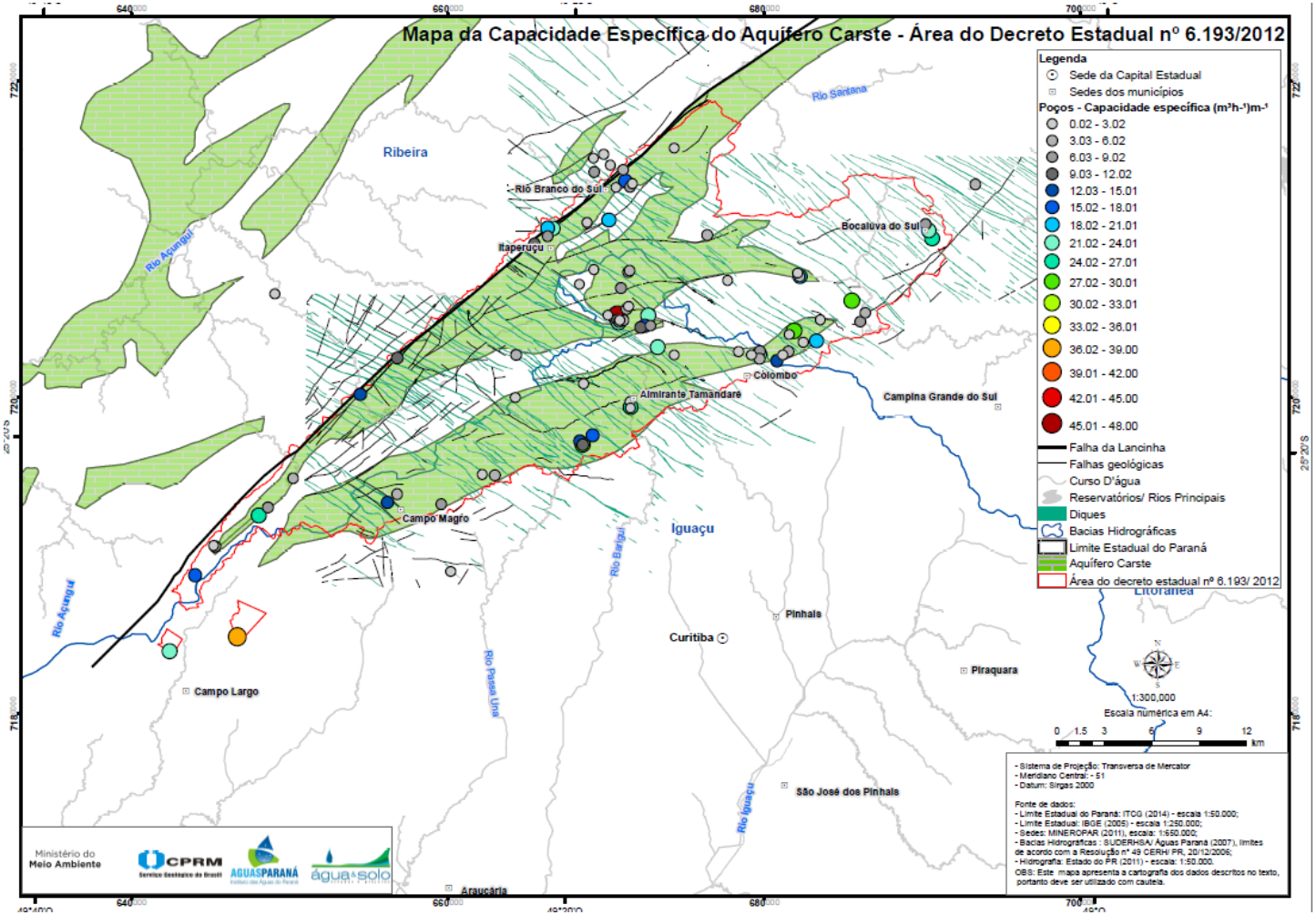


Potencialidades – Aquíferos Carste
Análise regional, e análise de detalhe na área do decreto dos mananciais

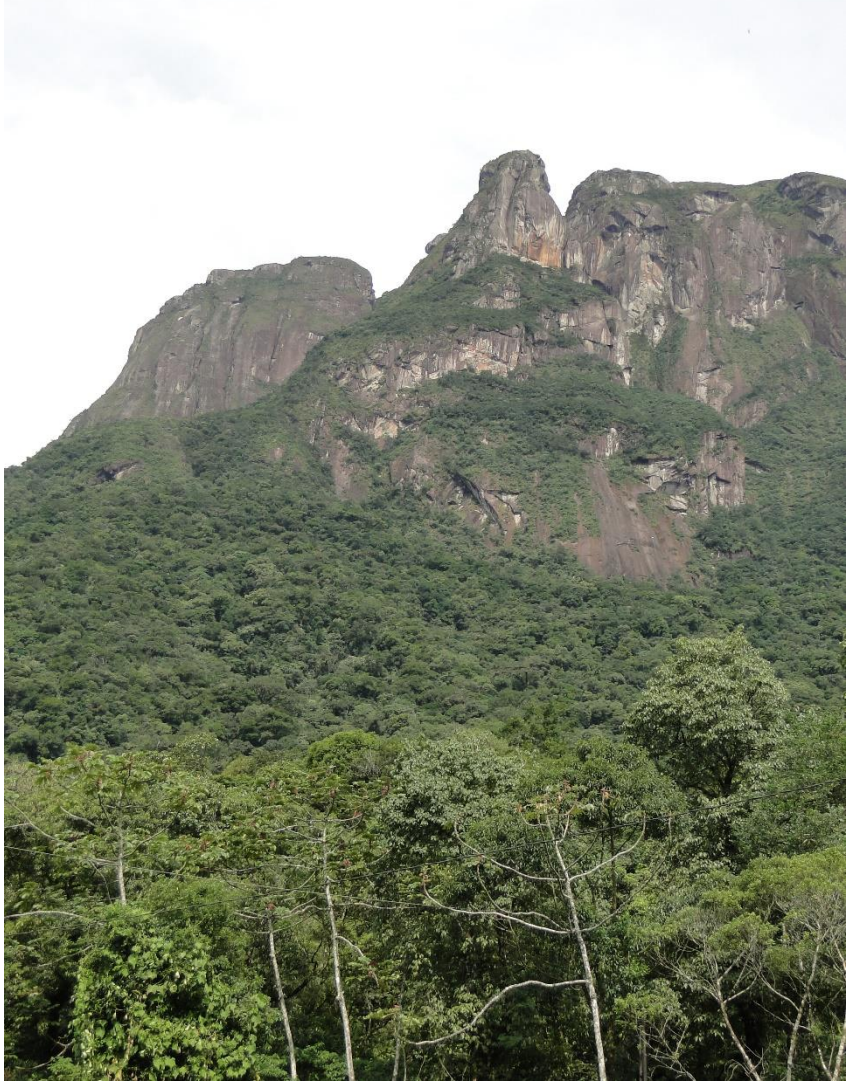
Potencialidades – Aquífero Carste



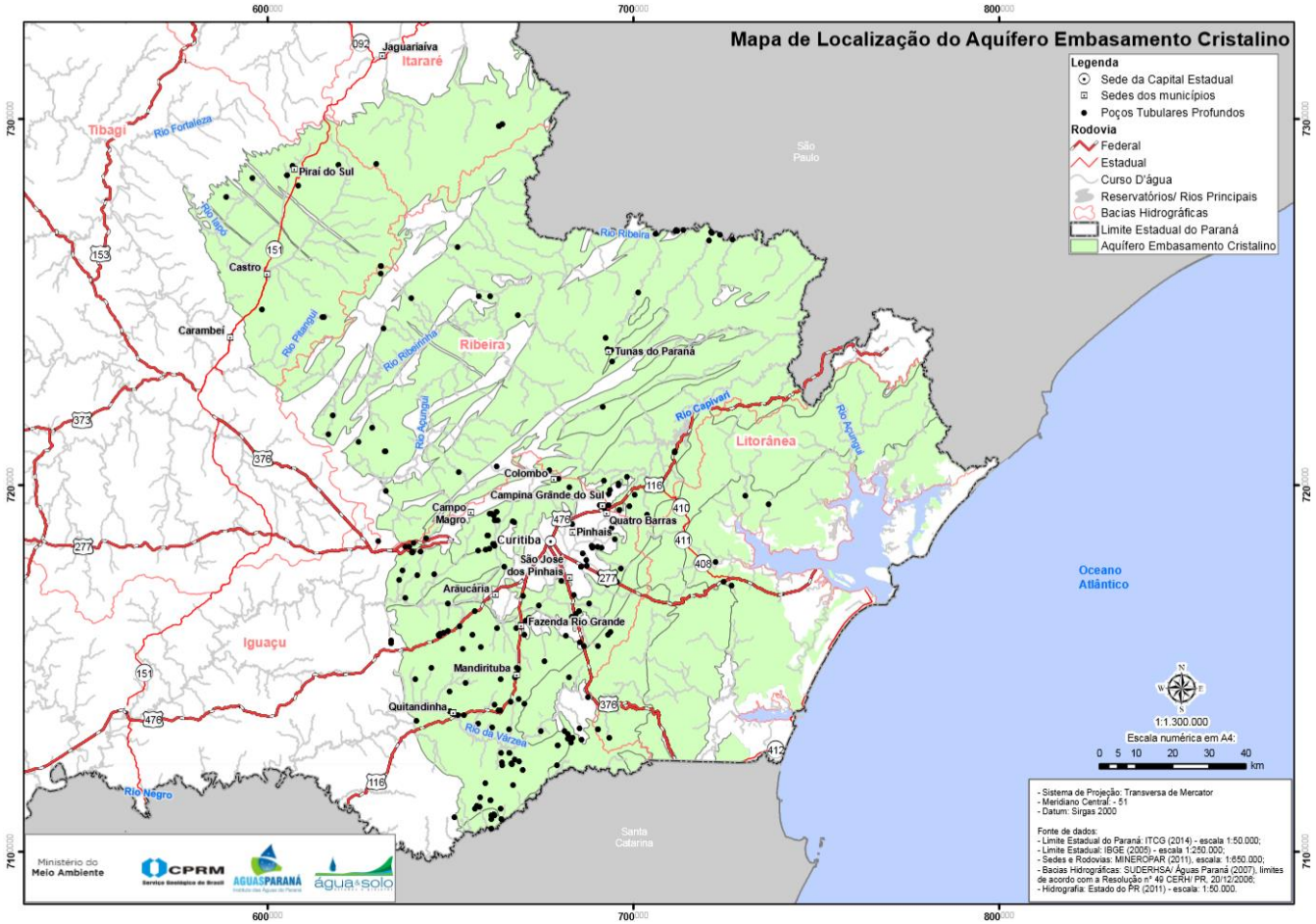
Potencialidades – Aquífero Carste



Potencialidades – Aquíferos Fraturados
Exemplo – Aquífero Embasamento Cristalino



Aspectos Geológicos – Aquíferos Fraturados



- Grupo/ Formação.
- Tipo de rocha/ Composição/ Intercalações.
- Metamorfismo/ Magmatismo.
- Ambiente tectônico.
- Idade.

Aspectos Hidrogeológicos – Aquíferos Fraturados

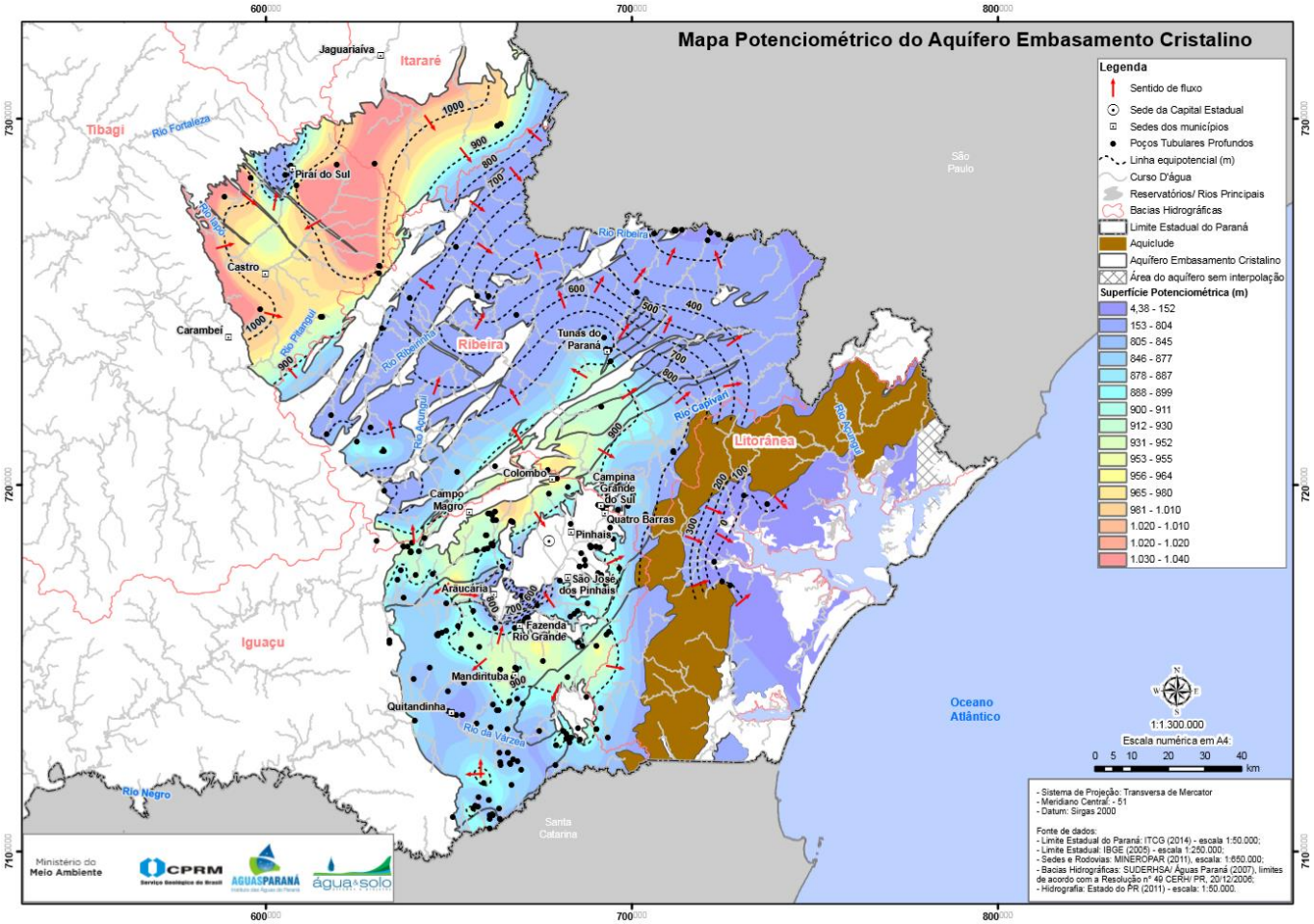
- Tipo de estruturas/ Zonas de cisalhamento.
- Porosidade secundária.
- Permeabilidade/ propriedades geomecânicas.
- Profundidade perfurada.
- Rebaixamento.
- Entradas de água.

	EA 1	EA 2	EA 3	EA 4	EA 5	Todas EAs
Média	37,4	54,6	68,8	61,1	48,5	48,0
Erro padrão	2,1	3,6	5,8	9,8	8,8	1,8
Mediana	29,0	42,0	54,5	40,0	42,0	36,0
Moda	22,0	24,0	20,0	30,0	-	24
Desvio padrão	29,3	41,7	43,4	38,1	17,5	37,3
Variância da amostra	859,5	1740,8	1887,2	1450,3	307,7	1390,8
Mínimo	2,5	12,0	20,0	30,0	36,0	2,5
Máximo	206,0	251,0	201,0	148,0	74,0	251
Contagem	195,0	133,0	56,0	15,0	4,0	402
Nível de confiança (95.0%)	4,1	7,2	11,6	21,1	27,9	3,65

Variáveis		Prof.	Vazão	N.D.	N.E.	Capacidade especifica
	Unidade	(m)	(m^3h^{-1})	(m)	(m)	(m^3h^{-1})m^{-1}
	Valor máximo	330,0	60,00	200,00	44,28	25,00
Percentil	99	304,00	48,79	181,70	25,27	10,19
	98	301,20	40,30	141,80	19,30	5,51
	97	269,68	39,80	119,95	16,94	3,86
	95	250,50	30,00	100,00	14,02	2,18
	93	240,00	25,00	95,00	12,07	1,51
	91	200,00	22,50	89,55	10,67	1,38
	90	187,00	20,75	85,50	9,61	1,27
	85	150,75	17,43	70,00	7,38	0,95
	75	141,75	13,00	48,25	4,88	0,67
	65	108,00	10,00	38,00	3,66	0,47
	50	90,00	6,00	28,00	2,53	0,30
	40	78,00	5,00	23,00	2,00	0,21
	25	57,00	4,00	17,00	1,56	0,12
	15	45,13	3,00	14,00	1,17	0,06
	5	33,00	1,50	10,00	0,82	0,03
	Valor mínimo	15,00	0,50	2,90	0,42	0,01

Fonte: Desenvolvido pela Água e Solo a partir do banco de dados da Sanepar.

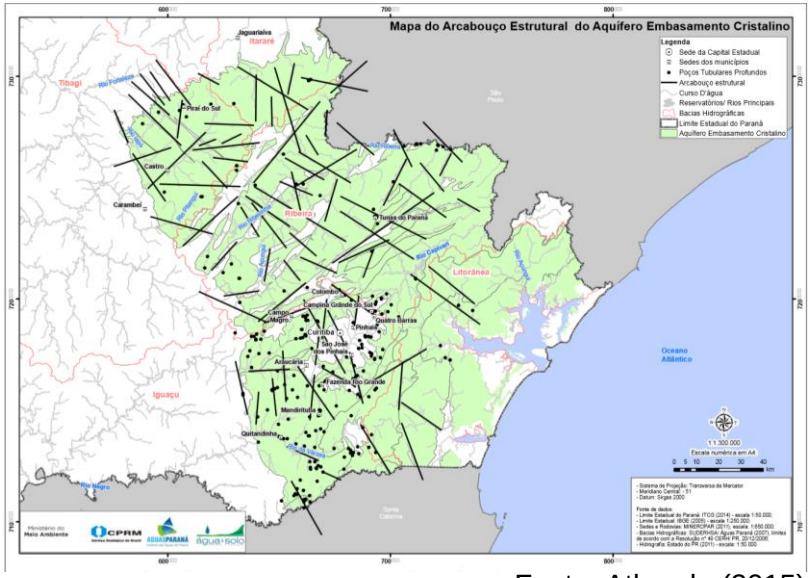
Aspectos Hidrogeológicos – Aquíferos Fraturados



Condicionantes exploratórios – Aquíferos Fraturados

Produtividade dos poços x proximidade ao arcabouço estrutural

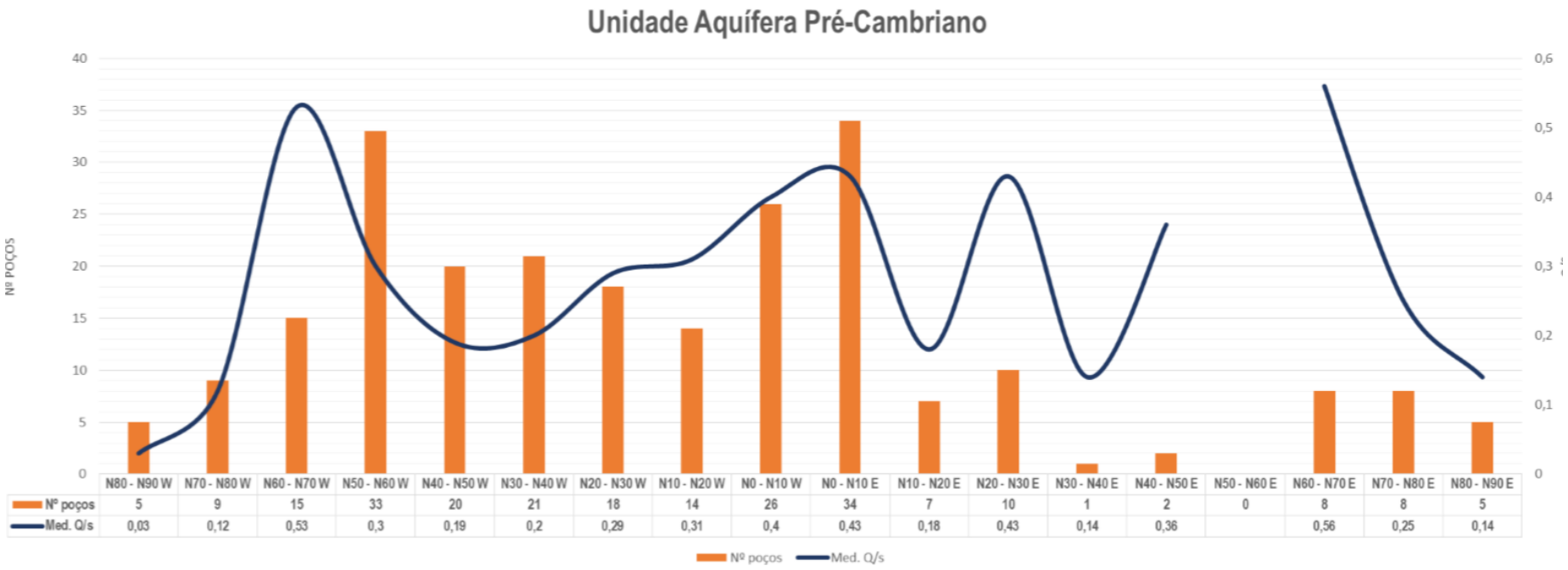
Proximidade do lineamento	Mediana da capacidade específica $(m^3h^{-1})m^{-1}$	Mediana da vazão (m^3h^{-1})	Número de poços.
Escala de análise 1:600.000 – Lineamentos traçados no Aquífero Cristalino.			
Poços até 5 km	0,33 $(m^3h^{-1})m^{-1}$	7,0 m^3h^{-1}	148
Poços até 1 km	0,47 $(m^3h^{-1})m^{-1}$	8,0 m^3h^{-1}	51



Fonte: Athayde (2015).

Condicionantes exploratórios – Aquíferos Fraturados

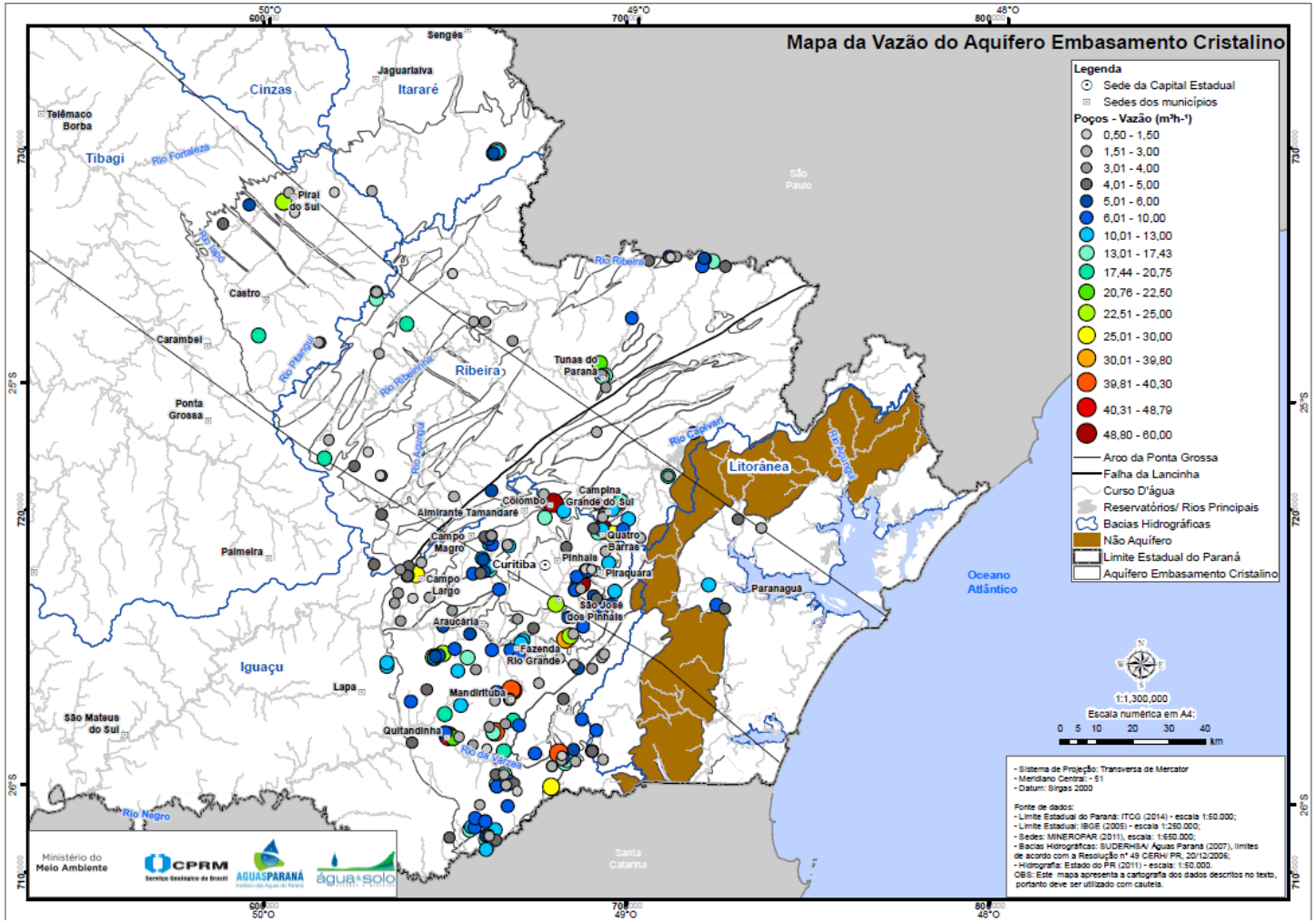
Produtividade dos poços (Q/s) x direção do lineamento



	N80 - N90 W	N70 - N80 W	N60 - N70 W	N50 - N60 W	N40 - N50 W	N30 - N40 W	N20 - N30 W	N10 - N20 W	N0 - N10 W	N0 - N10 E	N10 - N20 E	N20 - N30 E	N30 - N40 E	N40 - N50 E	N50 - N60 E	N60 - N70 E	N70 - N80 E	N80 - N90 E
Nº poços	5	9	15	33	20	21	18	14	26	34	7	10	1	2	0	8	8	5
Med. Q/s	0,03	0,12	0,53	0,3	0,19	0,2	0,29	0,31	0,4	0,43	0,18	0,43	0,14	0,36		0,56	0,25	0,14

Fonte: Athayde (2015).

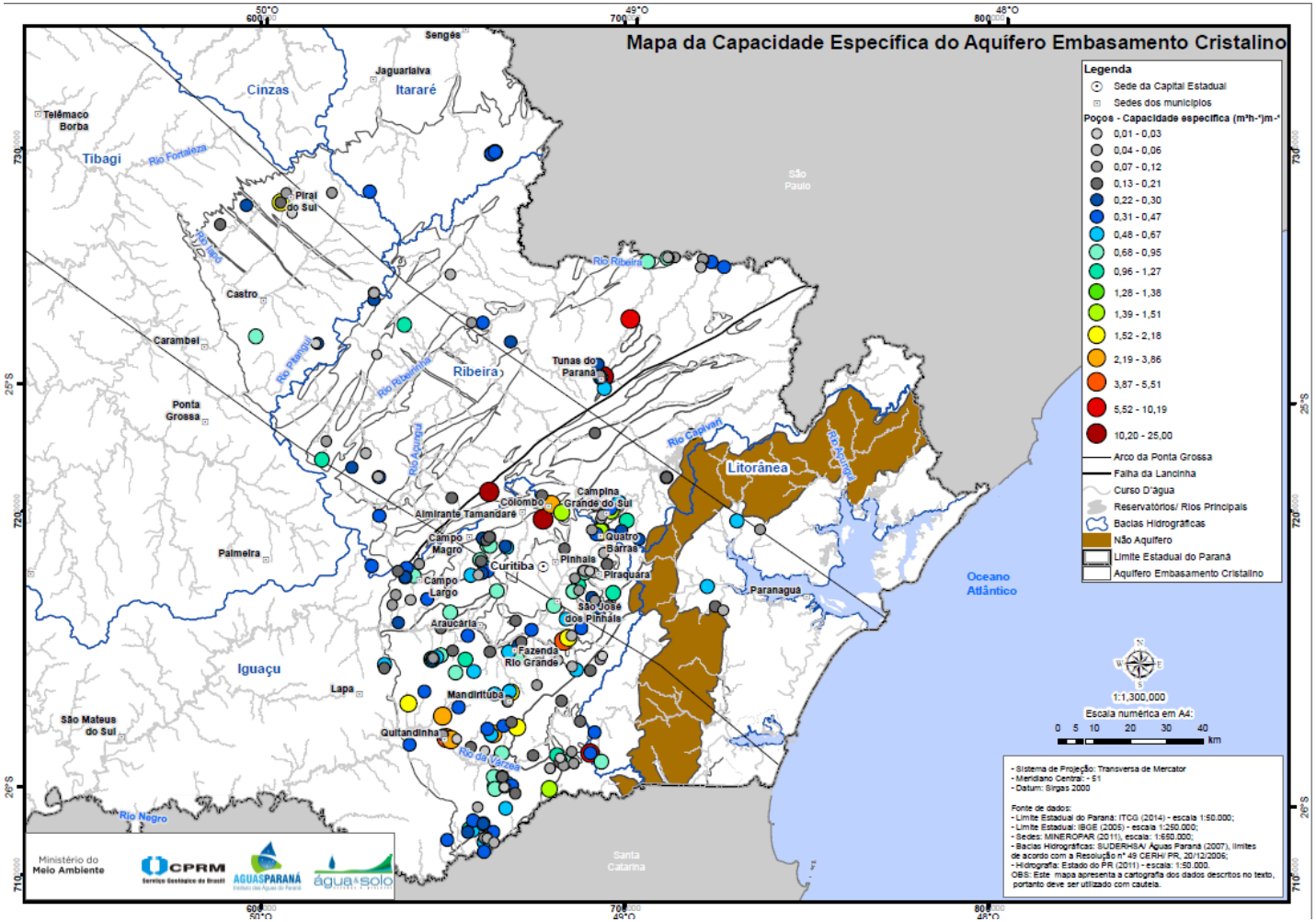
Potencialidades – Aquíferos Fraturados



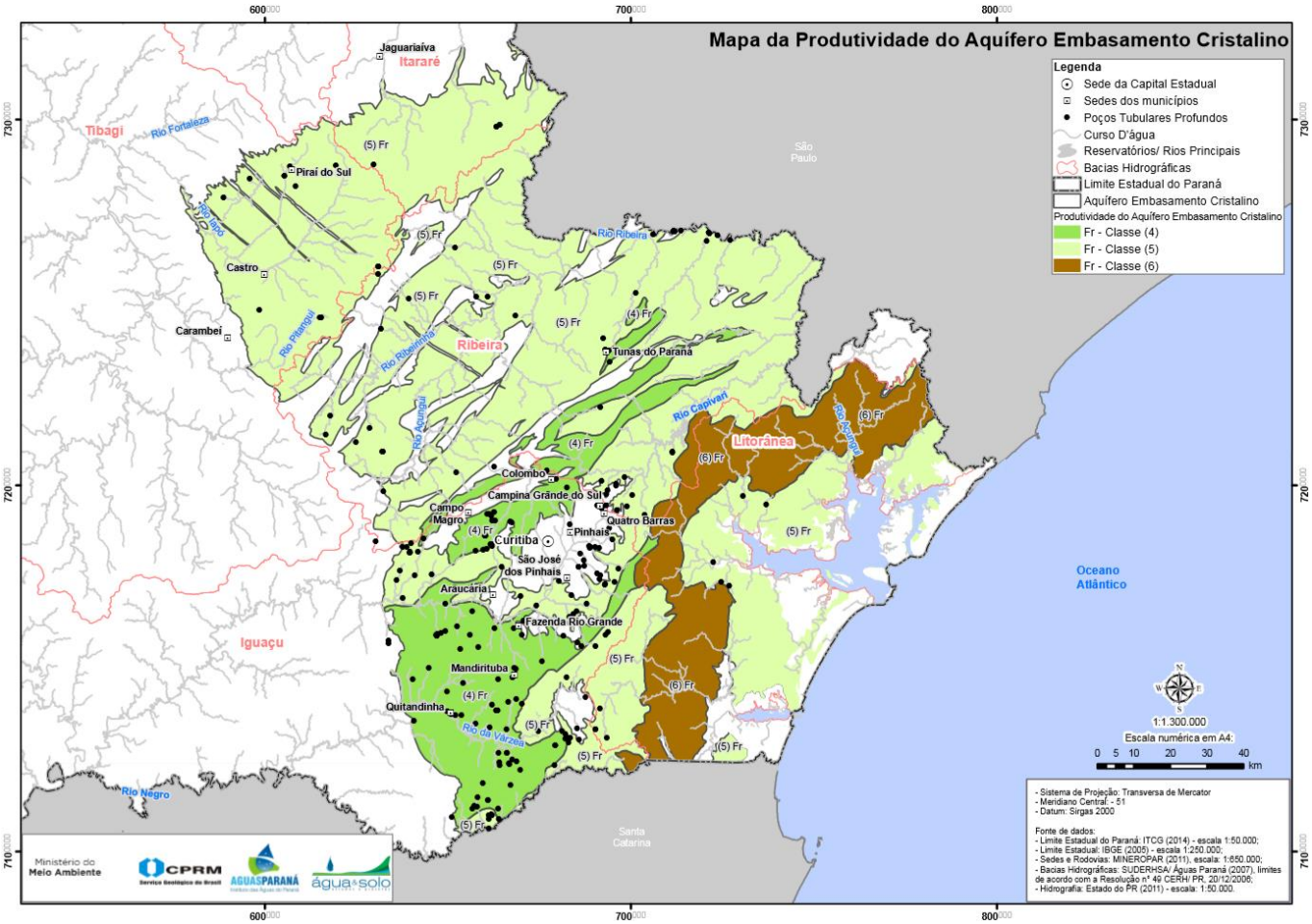
Exemplo – Aquífero Embasamento Cristalino

Caracterização dos sistemas aquíferos

Potencialidades – Aquíferos Fraturados



Potencialidades – Aquíferos Fraturados



Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

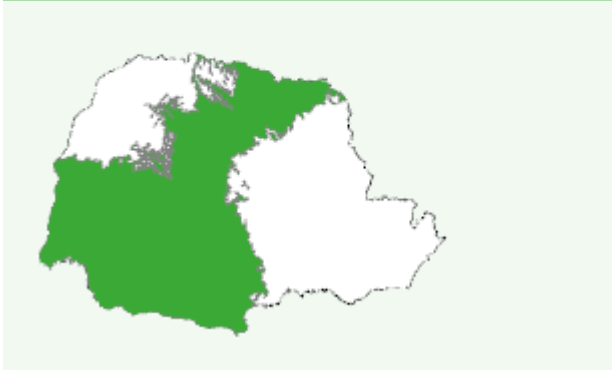
CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

Exemplo de Resultados:

3. 8 Aquífero Serra Geral



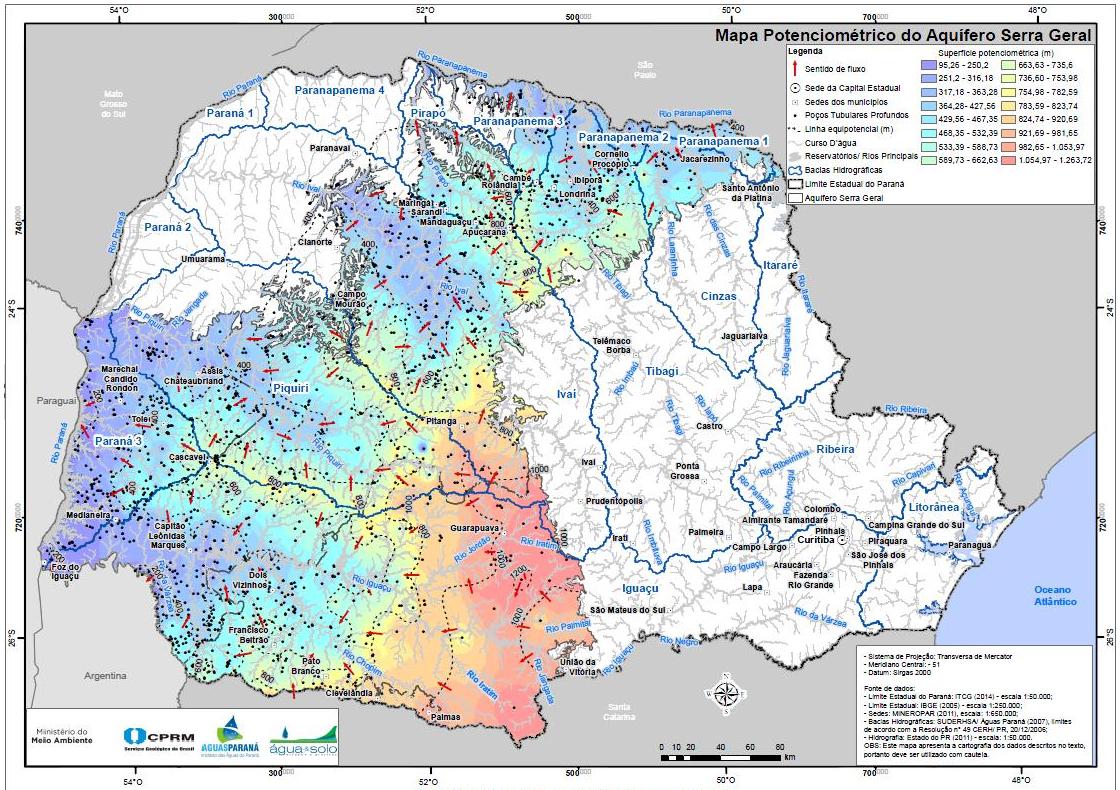


Figura 3.69: Mapa da superfície potenciométrica do Aquífero Serra Geral (ASG).

Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

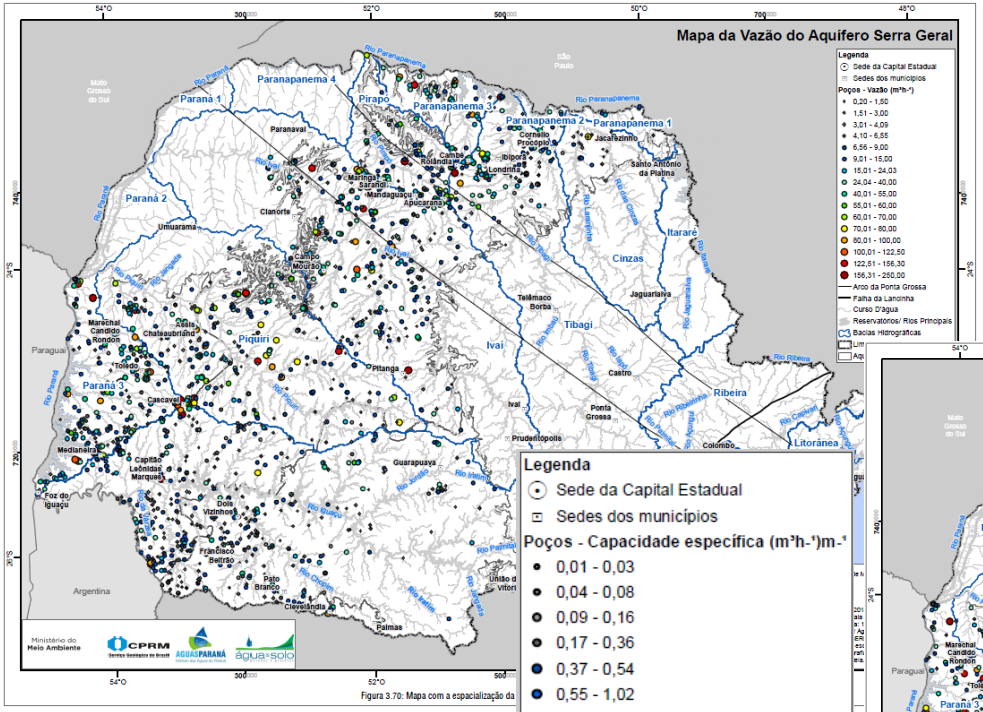


Figura 3.70: Mapa com a espacialização da

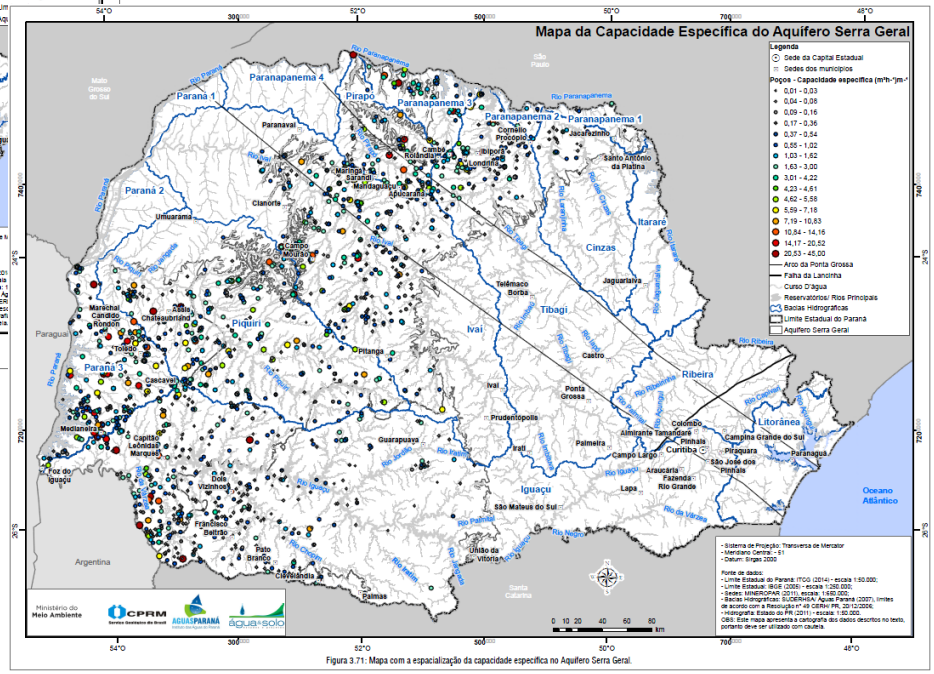


Figura 3.71: Mapa com a espacialização da capacidade específica no Aquífero Serra Geral.

Ministério do Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

água&solo
estudos e projetos

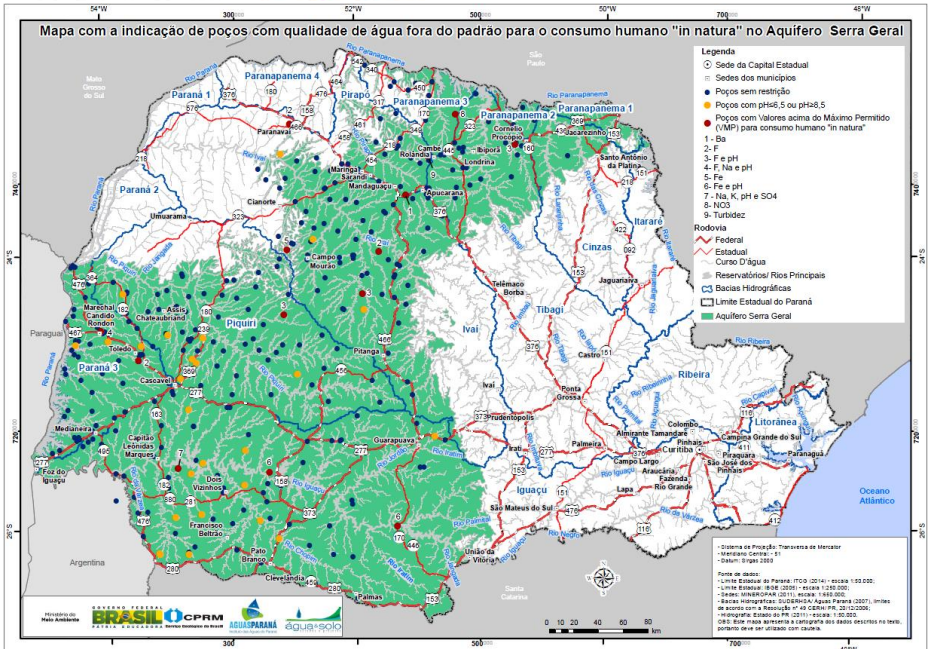
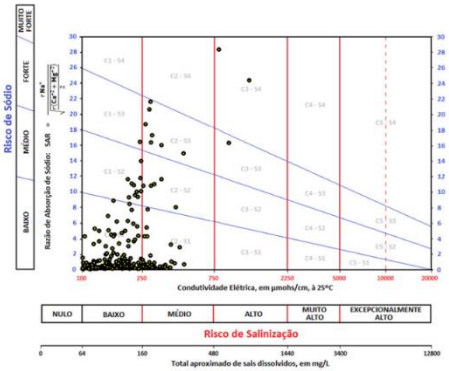
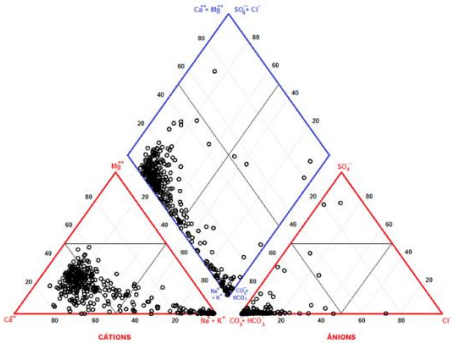


Figura 3.74: Mapa com a indicação de poços com qualidade de água fora do padrão para o consumo humano "*in natura*" no Aquífero Serra Geral.

- Poços sem restrição
- Poços com pH≤6,5 ou pH≥8,5
- Poços com Valores acima do Máximo Permitido (VMP) para consumo humano "in natura"

1 - Ba
2- F
3- F e pH
4- F, Na e pH
5- Fe
6- Fe e pH
7 - Na, K, pH e SO4
8- NO3
9- Turbidez





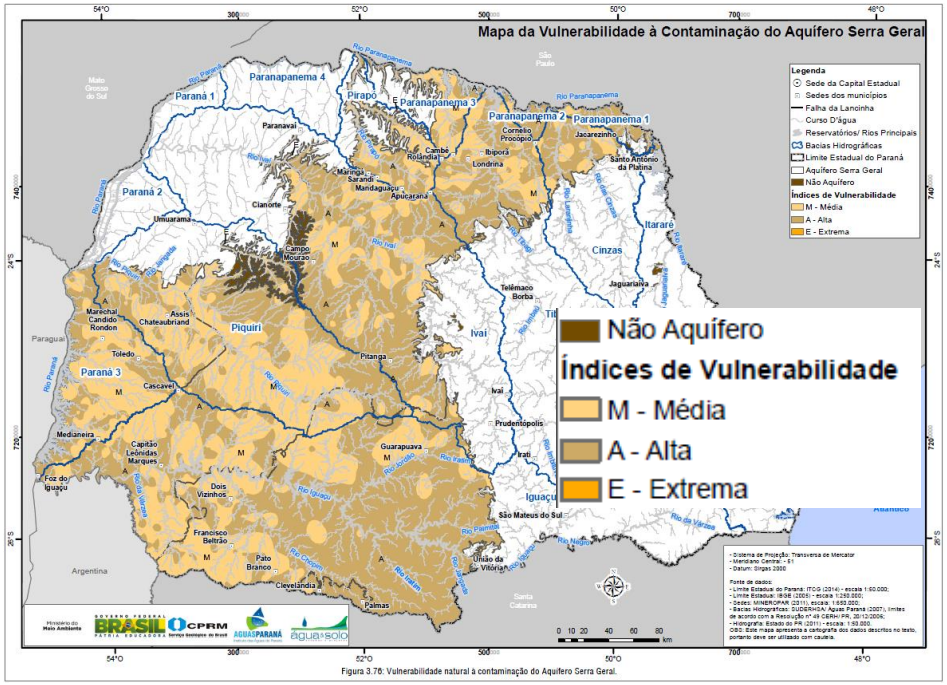


Figura 3.76: Vulnerabilidade natural à contaminação do Aquífero Serra Geral.

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

Ministério do
Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

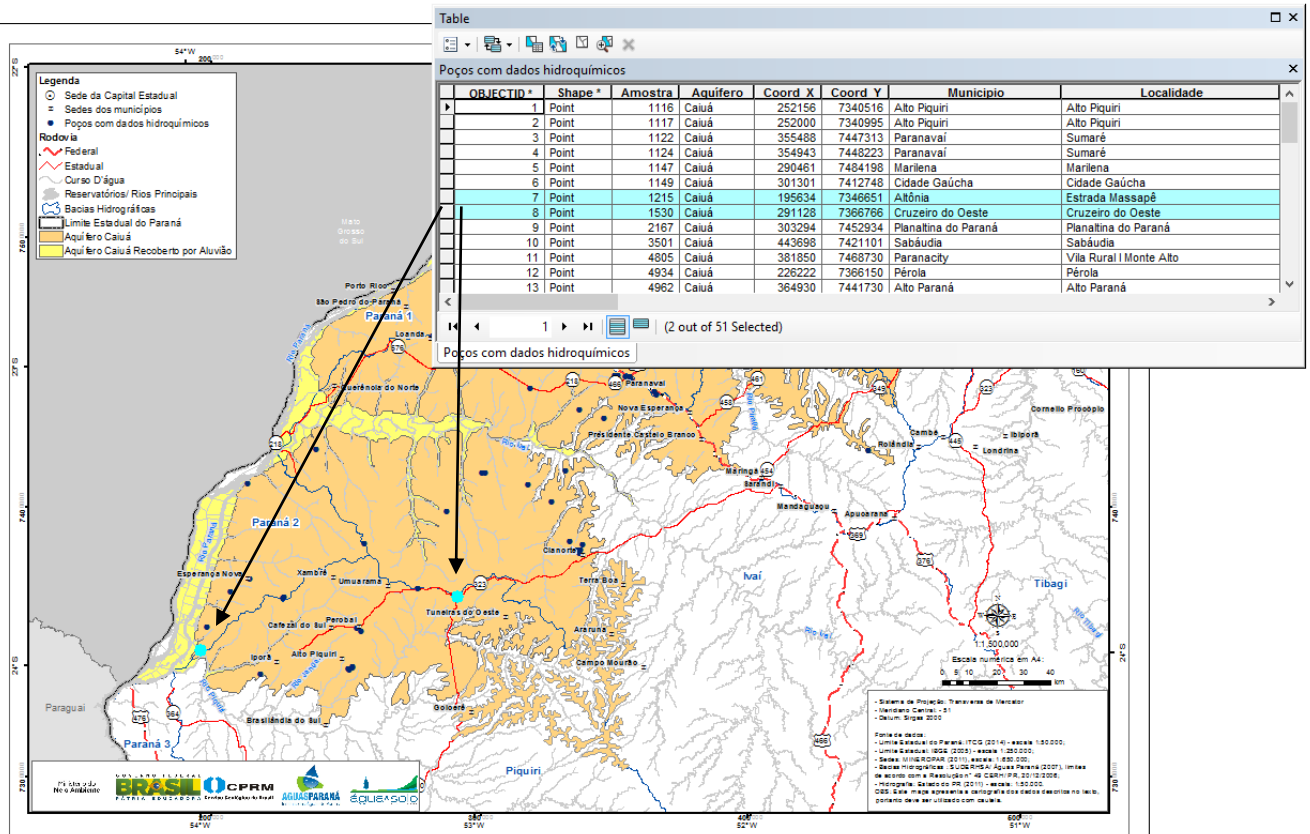
SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

Ministério do
Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil



Table

Poços com dados hidroquímicos

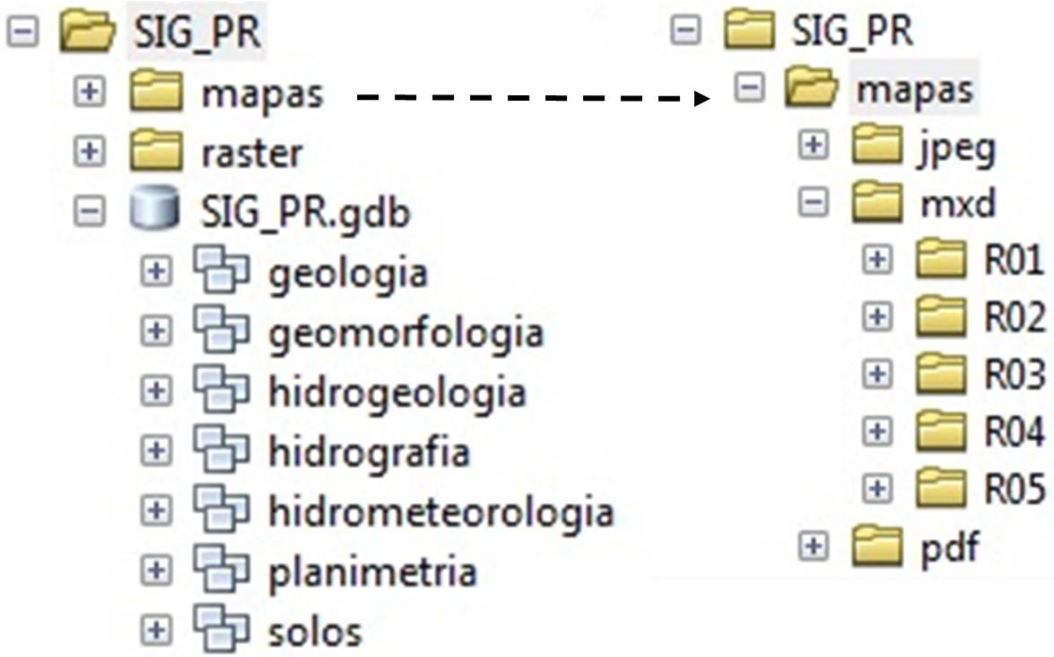
OBJECTID *	Shape *	Amostra	Aquífero	Coord_X	Coord_Y	Municipio	Localidade
1	Point	1116	Caiuá	252156	7340516	Alto Piquiri	Alto Piquiri
2	Point	1117	Caiuá	252000	7340995	Alto Piquiri	Alto Piquiri
3	Point	1122	Caiuá	355488	7447313	Paranavaí	Sumaré
4	Point	1124	Caiuá	354943	7448223	Paranavaí	Sumaré
5	Point	1147	Caiuá	290461	7484198	Marilena	Marilena
6	Point	1149	Caiuá	301301	7412748	Cidade Gaúcha	Cidade Gaúcha
7	Point	1215	Caiuá	195634	7346651	Altônia	Estrada Massapê
8	Point	1530	Caiuá	291128	7366766	Cruzeiro do Oeste	Cruzeiro do Oeste
9	Point	2167	Caiuá	303294	7452934	Planaltina do Paraná	Planaltina do Paraná
10	Point	3501	Caiuá	443698	7421101	Sabáudia	Sabáudia
11	Point	4805	Caiuá	381850	7468730	Paranacity	Vila Rural I Monte Alto
12	Point	4934	Caiuá	226222	7366150	Pérola	Pérola
13	Point	4962	Caiuá	364930	7441730	Alto Paraná	Alto Paraná

(2 out of 51 Selected)

Poços com dados hidroquímicos

Figura X.XX: Mapa de Localização dos Poços com Dados Hidroquímicos do Aquífero Caiuá.

ESTRUTURA DO SIG PARANÁ



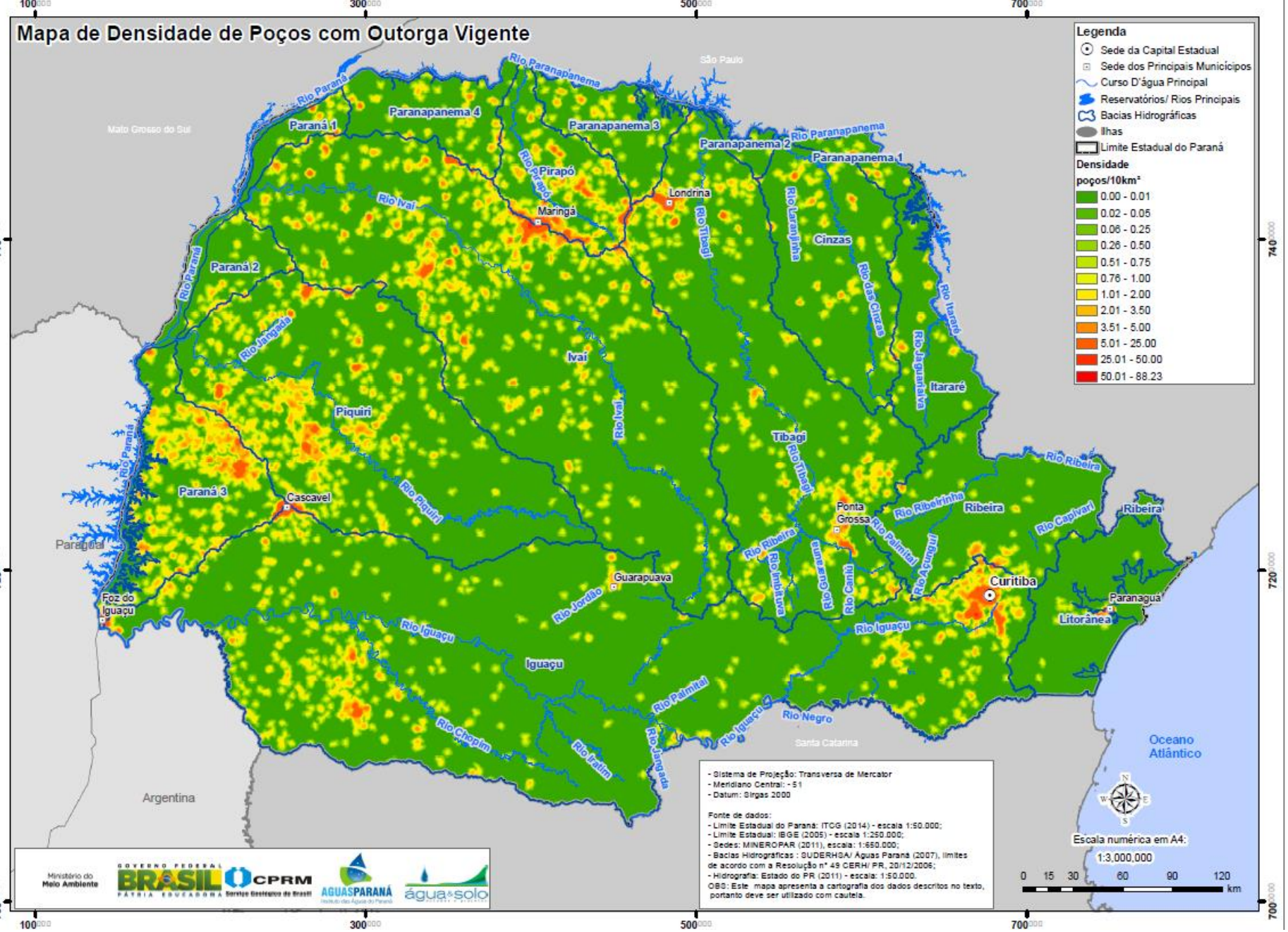
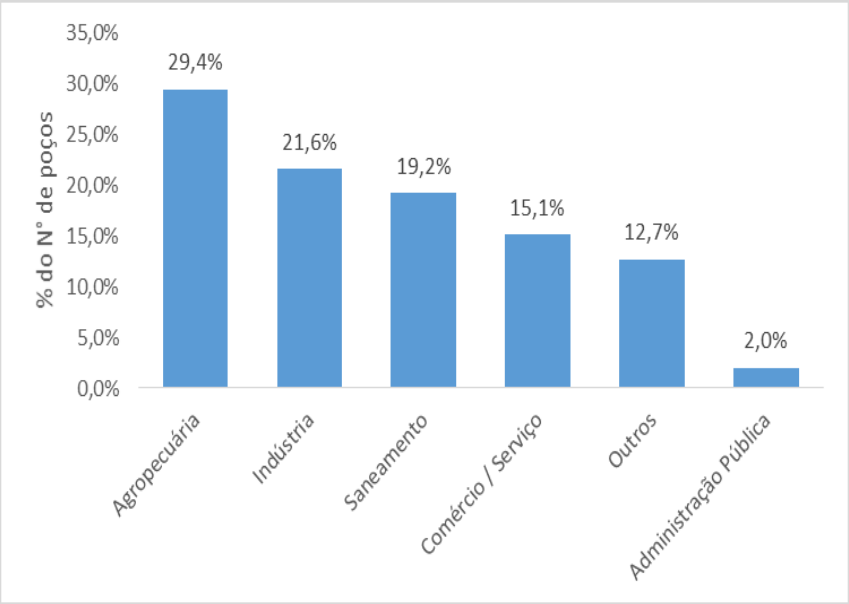
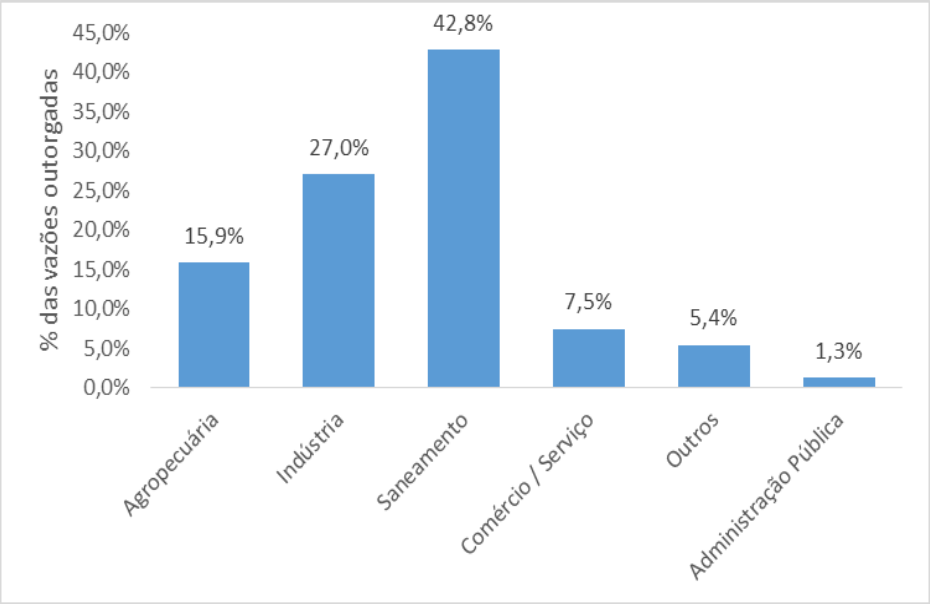

Mapa de Densidade de Poços com Outorga Vigente
Legenda
Sede da Capital Estadual
Sede dos Principais Municípios
Curso D'água Principal
Reservatórios/ Rios Principais
Bacias Hidrográficas
Ilhas
Limite Estadual do Paraná
Densidade
poços/10km²
0.00 - 0.01
0.02 - 0.05
0.06 - 0.25
0.26 - 0.50
0.51 - 0.75
0.76 - 1.00
1.01 - 2.00
2.01 - 3.50
3.51 - 5.00
5.01 - 25.00
25.01 - 50.00
50.01 - 88.23
Paraná 1
Paraná 2
Paraná 3
Paranapanema 1
Paranapanema 2
Paranapanema 3
Paranapanema 4
Ivai
Piquiri
Iguaçu
Tibagi
Cinzas
Itararé
Ribeira
Londrina
Maringá
Pirapó
Cascavel
Guarapuava
Ponta Grossa
Curitiba
Paranaguá
Litorânea
Foz do Iguaçu
Rio Paraná
Rio Paranapanema
Rio Ivai
Rio Piquiri
Rio Iguaçu
Rio Tibagi
Rio Ribeira
Rio Itararé
Rio Capivari
Rio Negro
Rio Palmital
Rio Jordão
Rio Chopim
Rio Jangada
Rio Iratim
Rio Ribeirinha
Rio Palmital
Rio Açungui
Rio Cinzas
Rio das Cinzas
Rio Laranjinha
Rio Guaraúna
Rio Cerro
Rio Imbituva
Rio Pirapó
São Paulo
Mato Grosso do Sul
Paraguai
Argentina
Santa Catarina
Oceano Atlântico
- Sistema de Projeção: Transversa de Mercator
- Meridiano Central: - 51
- Datum: Sirgas 2000
Fonte de dados:
- Limite Estadual do Paraná: ITCG (2014) - escala 1:50.000;
- Limite Estadual: IBGE (2005) - escala 1:250.000;
- Sedes: MINEROPAR (2011), escala: 1:650.000;
- Bacias Hidrográficas : SUDERHSA/ Águas Paraná (2007), limites de acordo com a Resolução nº 49 CERH/ PR, 20/12/2006;
- Hidrografia: Estado do PR (2011) - escala: 1:50.000.
OBS: Este mapa apresenta a cartografia dos dados descritos no texto, portanto deve ser utilizado com cautela.
Escala numérica em A4:
1:3,000,000
0 15 30 60 90 120
km
Ministério do Meio Ambiente
GOVERNO FEDERAL BRASIL PÁTRIA EDUCADORA
CPRM Serviço Geológico do Brasil
AGUASPARANÁ
água&solo
100 300 500 700
740 720 700

Tabela 7.2.1.1: Número de poços e vazão outorgada, por tipo de uso da água subterrânea (desenvolvido pela Água e Solo, a partir de dados de AGUASPARANÁ, 2014b).

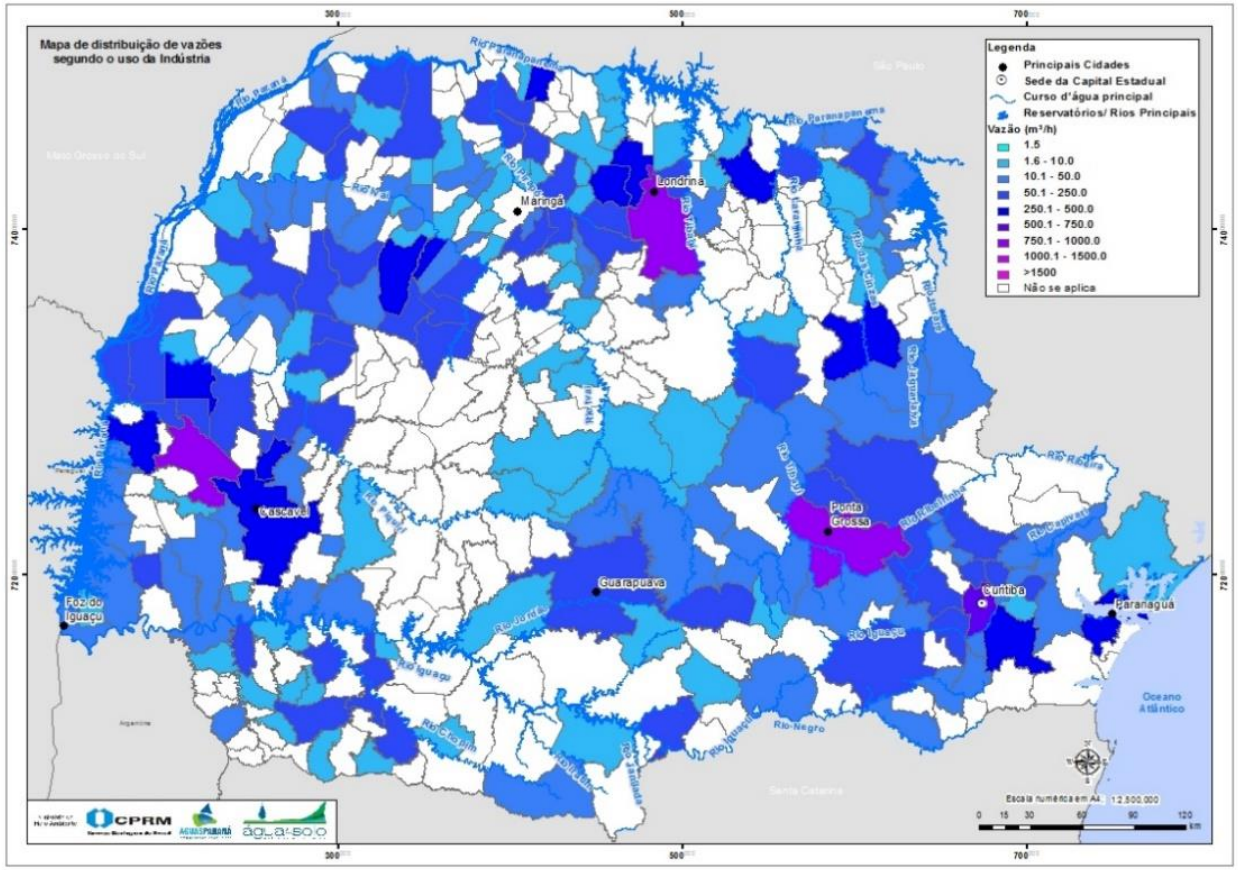




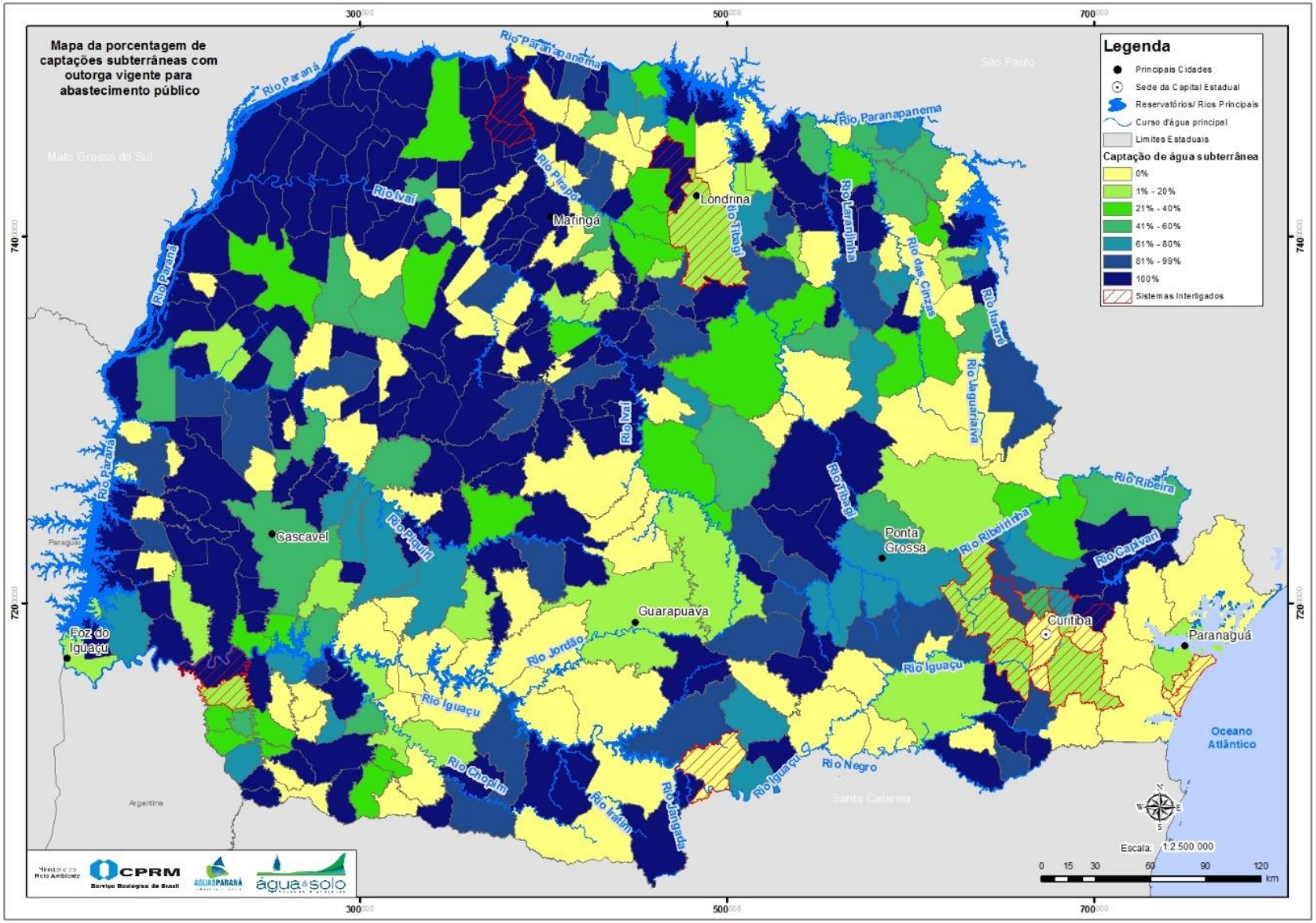
Número de poços: 5.807

Vazão total de poços:

Uso da água subterrânea na indústria pelos municípios paranaenses, em termos de vazão total (m^3/h)
(desenvolvido pela Água e Solo, a partir de dados de AGUASPARANÁ, 2014).



- Indústria
- Agropecuária
- Saneamento
- Comércio e Serviço
- Outros...

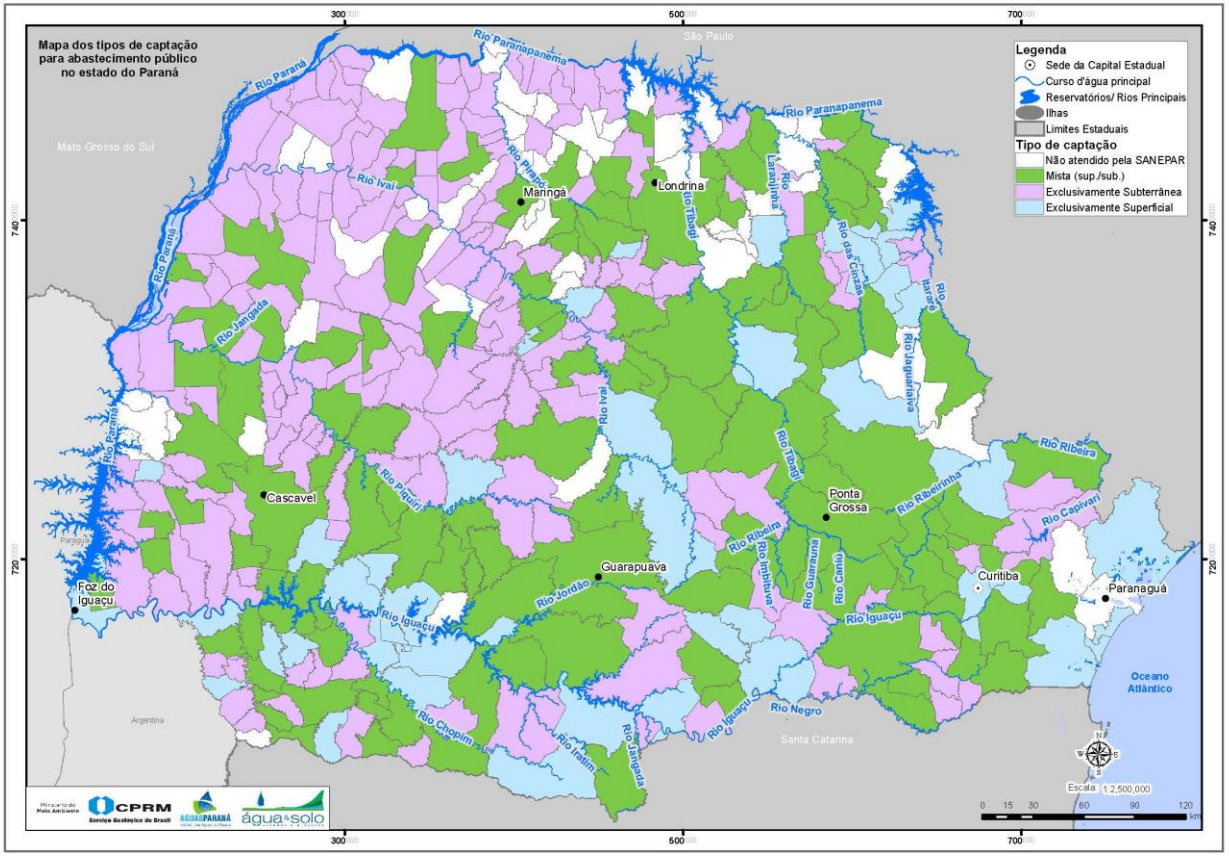


% de uso de águas subterrâneas (vazão) – captações com outorgas vigentes, para uso somente para abastecimento público (desenvolvido pela Água e Solo, a partir de dados de AGUASPARANÁ, 2014).

Abastecimento público – Concessões:

Concessionária	N. de municípios atendidos	% Municípios atendidos	População (Censo 2010)	% População (Censo 2010)
Sanepar	345	86,50%	9.691.756	92,80%
Outras Concessionárias	54	13,50%	752.770	7,20%
Total	399	100%	10.444.526	100%

Fonte: SANEPAR (2014), IBGE (2014).



Uso das águas subterrâneas para abastecimento urbano – atualizado de Athayde (2013)

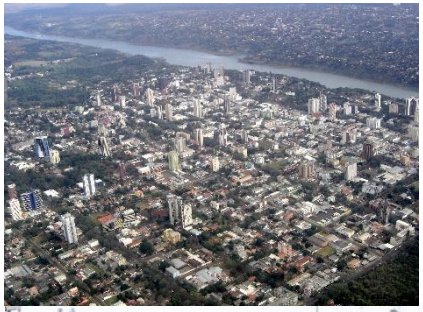
água&solo
estudos e projetos

FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO

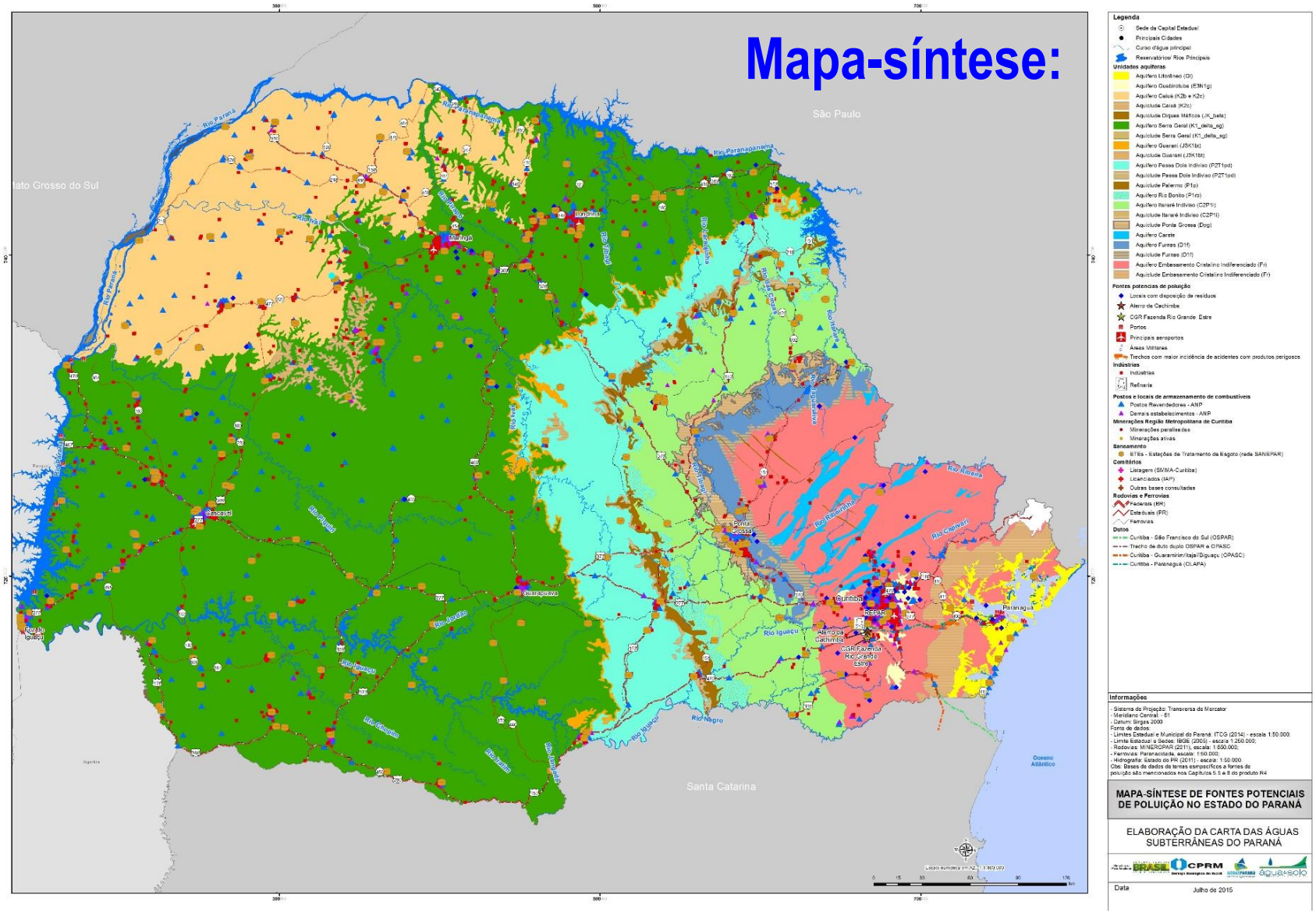
- ✓ **Busca de dados e informações** sobre fontes de poluição (potenciais, pontuais ou difusas);
- ✓ **Indústrias/refinarias** - IAP, FIEP e outorgas (uso industrial - AGUASPARANÁ e ANA);
- ✓ **Áreas contaminadas** – Mineropar, IAP, SMMA-Curitiba;
- ✓ **Postos e locais com armazenamento de combustíveis** – ANP, Sindicombustíveis-PR, IAP e SMMA-Curitiba;
- ✓ **Minerações** – DNPM, Mineropar, IAP;
- ✓ **Aterros e demais locais com disposição de resíduos sólidos; tratamento** – MINEROPAR, IAP;
- ✓ **Cemitérios** – IAP, SMMA-Curitiba;
- ✓ **Áreas com concentração de fossas** – sem dados;

FONTES POTENCIAIS DE POLUIÇÃO

- ✓ **Transporte e acidentes com produtos perigosos** em cenários diversos (associados a rodovias, ferrovias, dutos, indústrias, comércio etc.) – IAP, IBAMA (SNTPP, SIEMA e Emergências Ambientais) e DNIT-IPR;
- ✓ **Saneamento – esgoto**
- ✓ **ETE**s e **ETA**s - SANEPAR;
- ✓ **Agricultura** e **pecuária** (IBGE - dados de produção por município; EMBRAPA, EMATER, IAPAR, ITCG, IAP, ADAPAR - agroquímicos e fertilizantes; excrementos e resíduos – principais rebanhos);
- ✓ **Estradas/rodovias, ferrovias e dutos**;
- ✓ **Aeroportos e Portos**; **militares**.



Mapa-síntese, com as principais fontes potenciais de poluição, e indicação das unidades aquíferas aflorantes no Estado do Paraná.



Mapa-síntese de fontes potenciais de poluição no Estado do Paraná em relação à vulnerabilidade dos aquíferos.

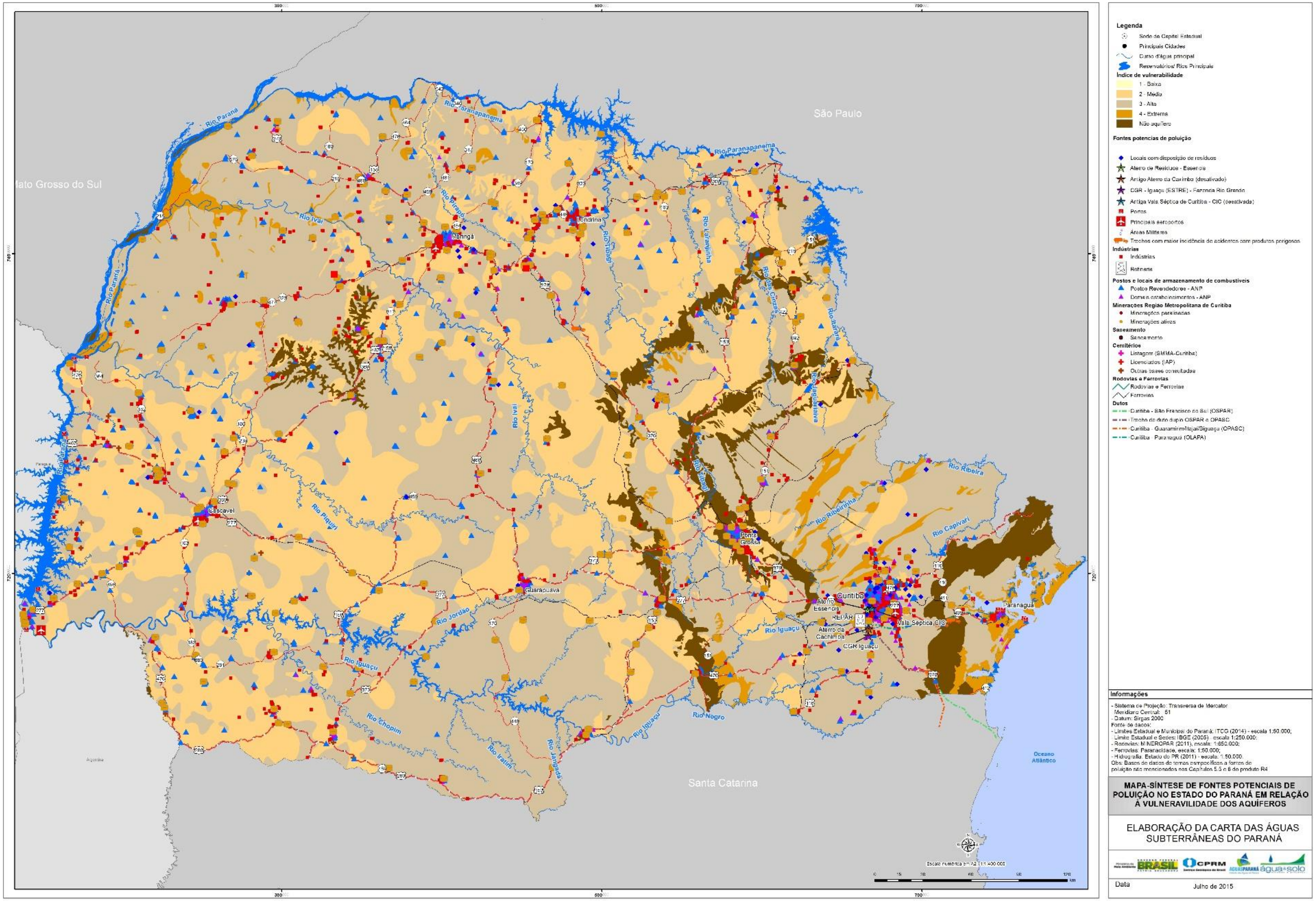
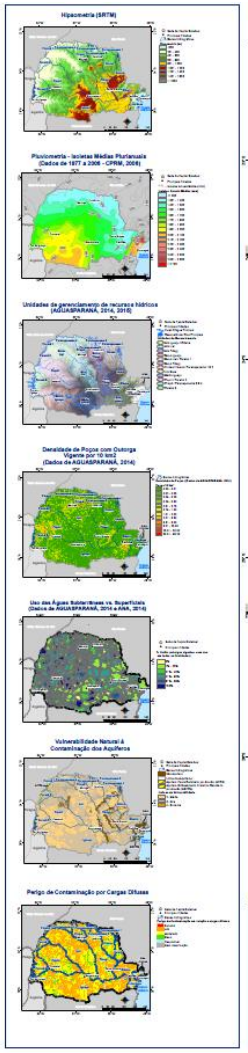
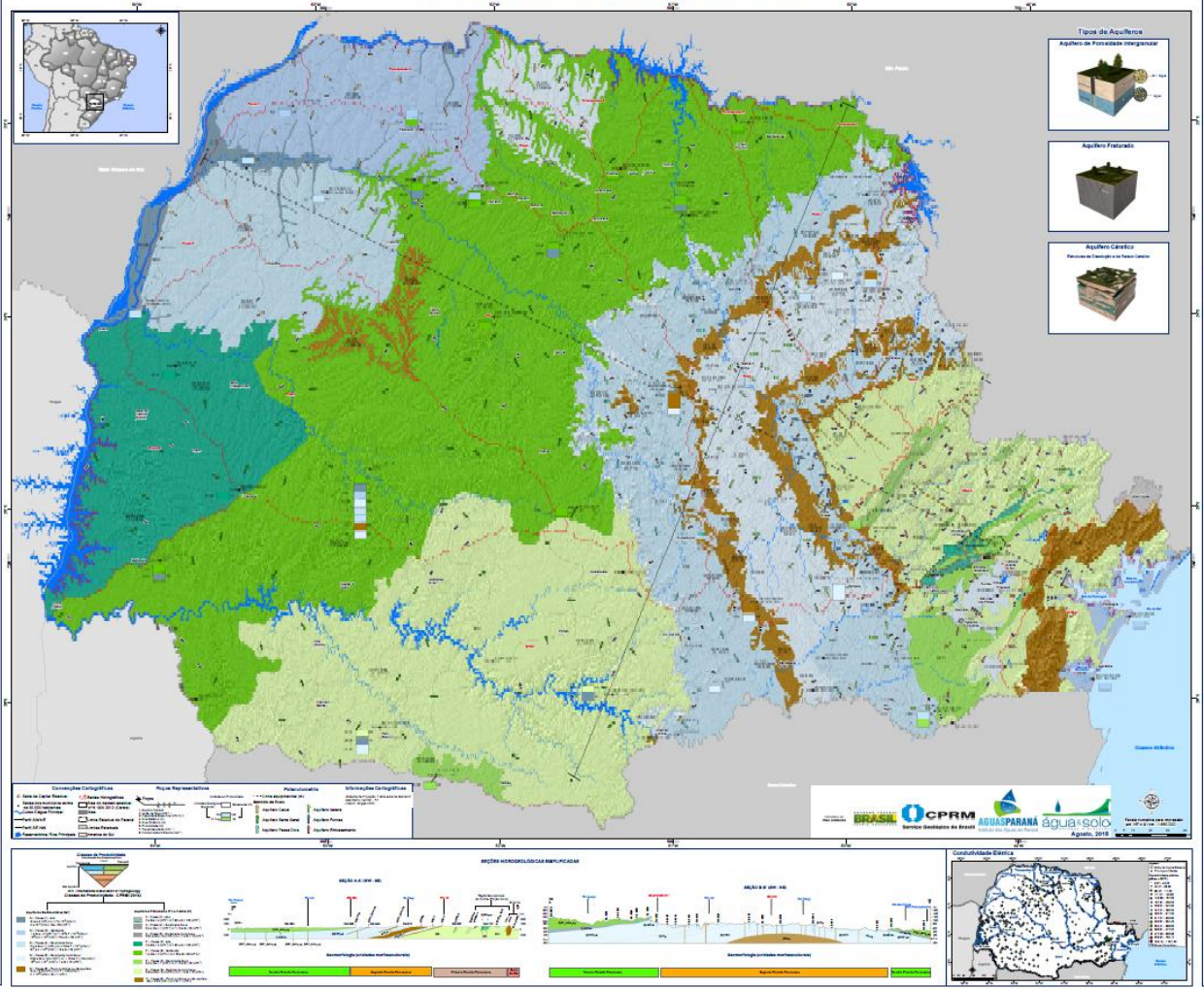
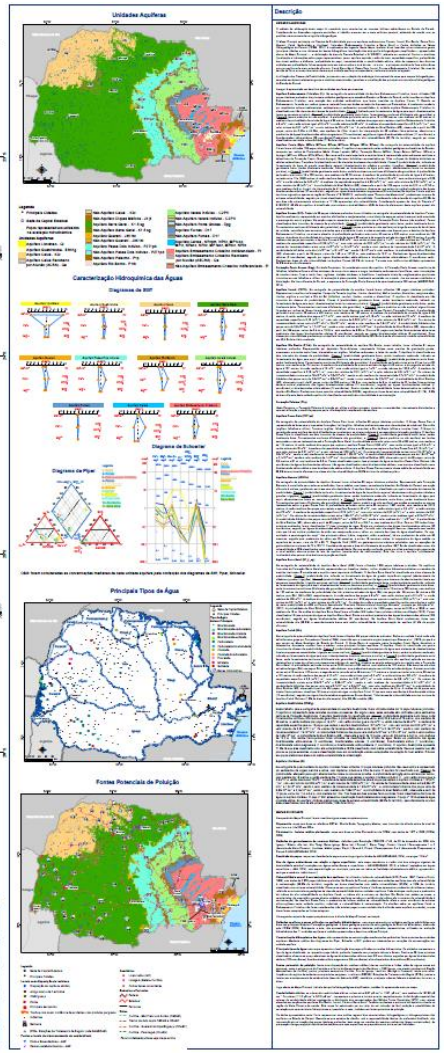


Figura 9.13 Mapa-síntese de fontes potenciais de poluição no Estado do Paraná em relação à vulnerabilidade dos aquíferos.

AGUASPARANÁ
Instituto das Águas do Paraná

Ministério do
Meio Ambiente

INTERÁGUAS
Programa de Desenvolvimento do
SETOR ÁGUA

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Carta das Águas Subterrâneas do Paraná