

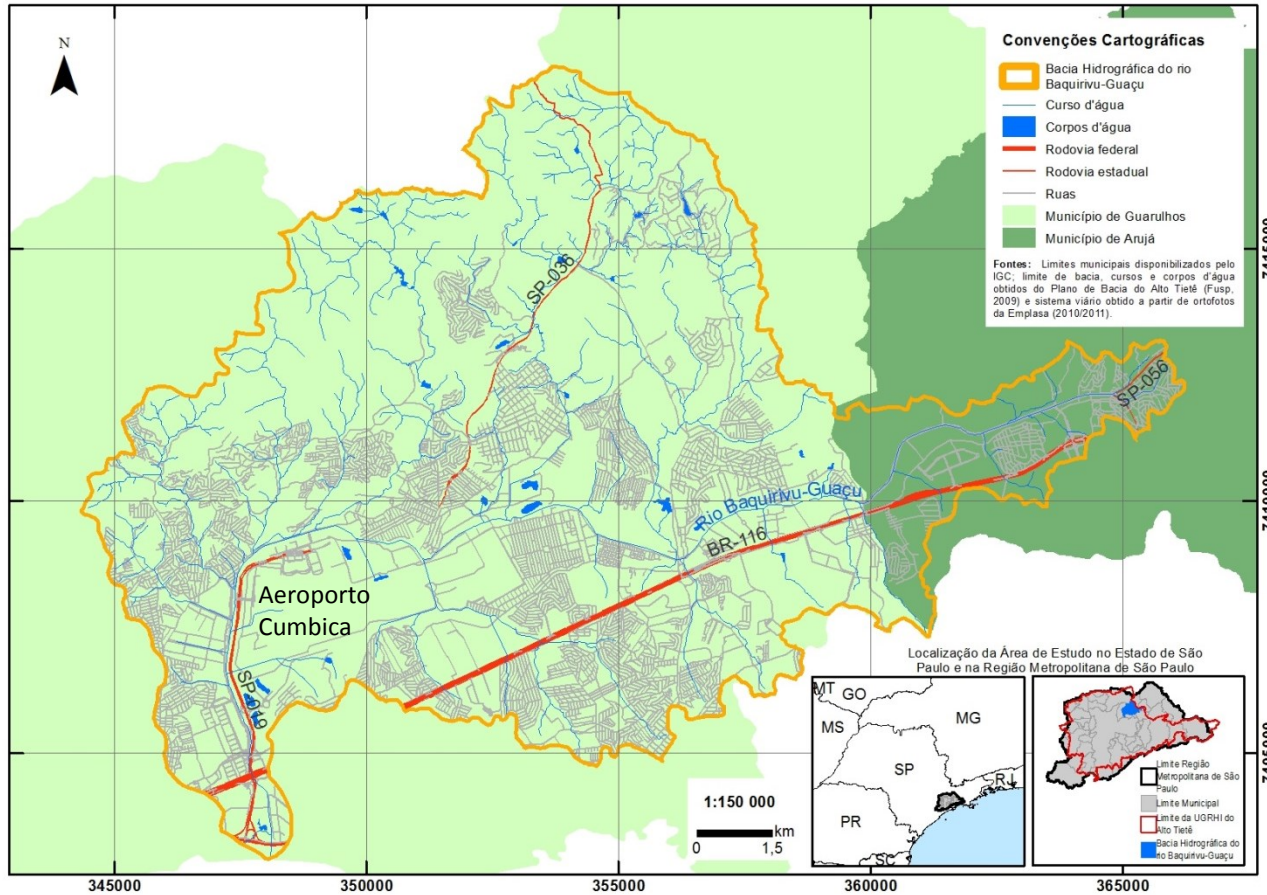


**5ª Reunião Plenária Extraordinária de 2019
Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê – CBH - AT
14 de novembro de 2019**

Apresentação do empreendimento: “Delimitação de Áreas de Restrição e Controle da Captação e uso das Águas Subterrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio Baquirivu-Guaçu e porção sedimentar do entorno leste, municípios de Guarulhos e Arujá

José Luiz Albuquerque Filho e Equipe
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT¹
albuzelu@ipt.br

ÁREA DE ESTUDOS



PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

SUBSÍDIOS PARA SUBTERRÂNEOS

1ª ETAPA

LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS BIBLIOGRÁFICOS E CARTOGRÁFICOS AMBIENTAIS

Meio Físico

Meio Socioeconômico

Cadastramento de Poços e Coleta e Análises de Amostras de água

REALIZAÇÃO DE TRABALHOS DE CAMPO

CONSULTA

CADASTRO EM CAMPO

ACCESS / SIG

2ª ETAPA

SISTEMATIZAÇÃO, TRATAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS E INFORMAÇÕES OBTIDOS

Diagnóstico da Qualidade

Diagnóstico da Quantidade

ZONEAMENTO DA VULNERABILIDADE NATURAL À CONTAMINAÇÃO
(MÉTODO GOD - FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988, apud FOSTER et al., 2006)

RECARGA TOTAL (NATURAL E INDUZIDA) NA BACIA DO BAQUIRIVU

AVALIAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO
(MÉTODO POSH - FOSTER, 1987; FOSTER e HIRATA, 1988, apud FOSTER et al., 2006)

VAZÃO TOTAL EXTRAÍDA NOS POÇOS OUTORGADOS (MATRIZ DE 100 m x 100 m)

DISPONIBILIDADE HÍDRICA TOTAL (QUADRICULAS 100 m x 100 m) NA BACIA DO BAQUIRIVU

3ª ETAPA

Mapeamento do Perigo à Contaminação das Águas Subterrâneas por Fontes Pontuais e Difusas
Disponibilidade Efetiva (DEF) de águas subterrâneas na bacia
Modelagem Matemática Computacional para simulação de cenários futuros quanto a disponibilidade de água na bacia

PRODUTOS

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

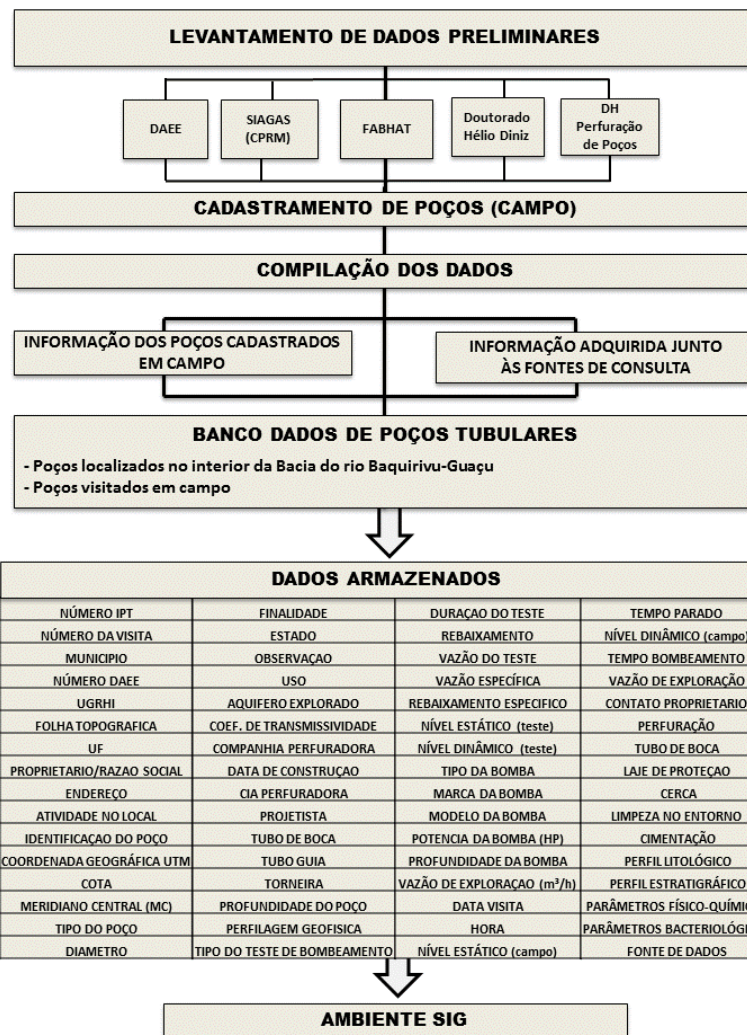
Levantamento e Análise de Dados Bibliográficos e Cartográficos

- Bibliografia de hidrogeologia da região - UNG (Universidade de Guarulhos); Instituto Geológico (IG); CPRM (Serviço Geológico do Brasil); dentre outros
- Poços – Banco de dados do DAEE (Departamento de Águas e Energia Elétrica – SIDAS: autos outorga), da CPRM (Serviço Geológico do Brasil –SIAGAS) , Instituto Geológico (IG), Empresas de Perfuração de Poços (principalmente DH, etc), Concessionárias de Água e Esgotos (Guarulhos, Arujá)
- Áreas contaminadas; Fontes potenciais (SIPOL); e Rede qualidade - CETESB
- Mapas Base (SIG) – UNG (Universidade de Guarulhos), Emplasa e outras fontes

Diagnóstico da quantidade das águas subterrâneas

Fluxograma para a construção do banco de poços tubulares.

416 poços

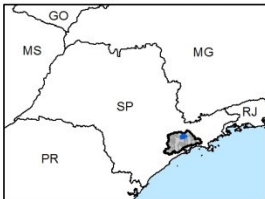


**Convenções
Cartográficas**

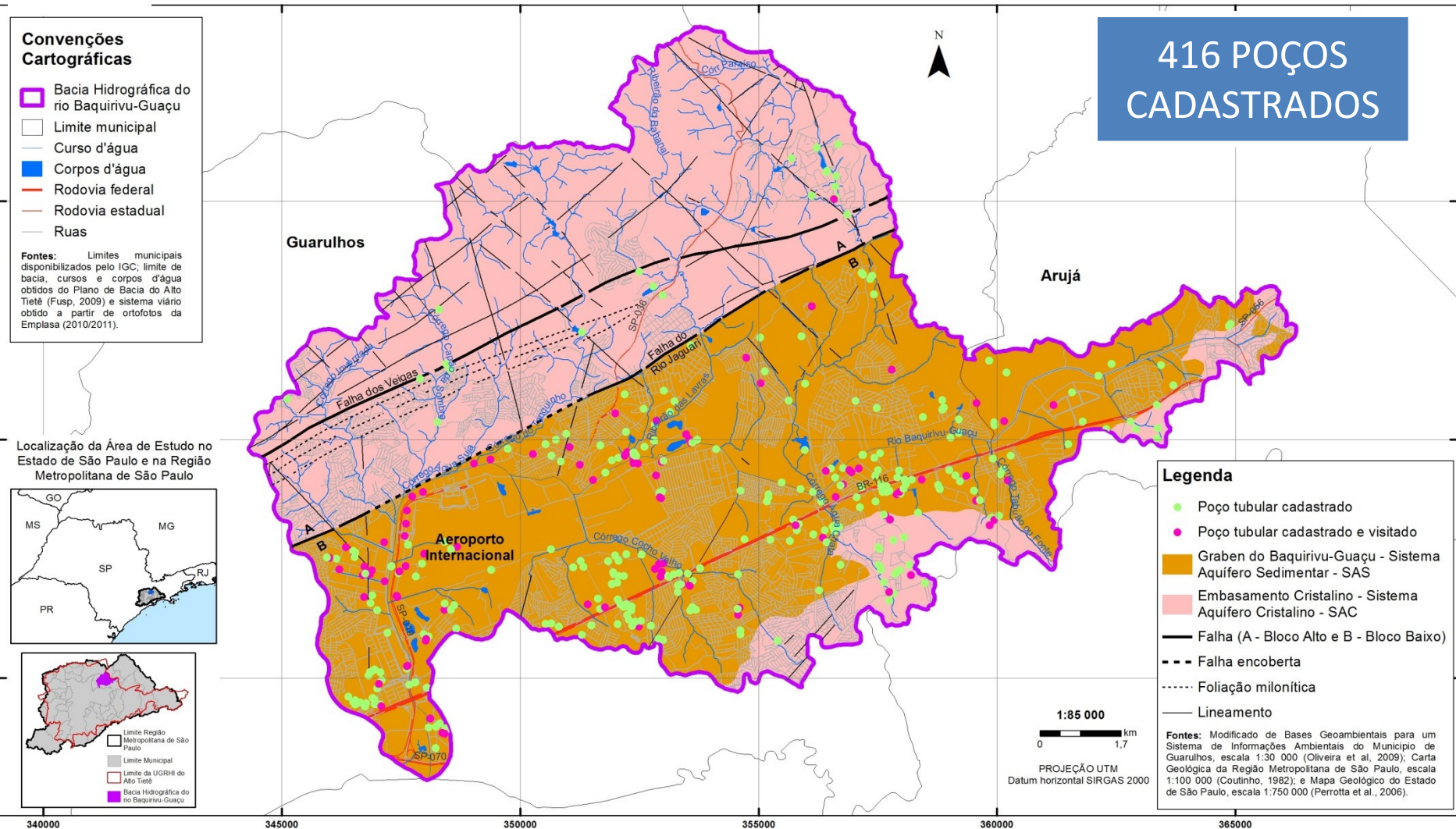
- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual
- Ruas

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



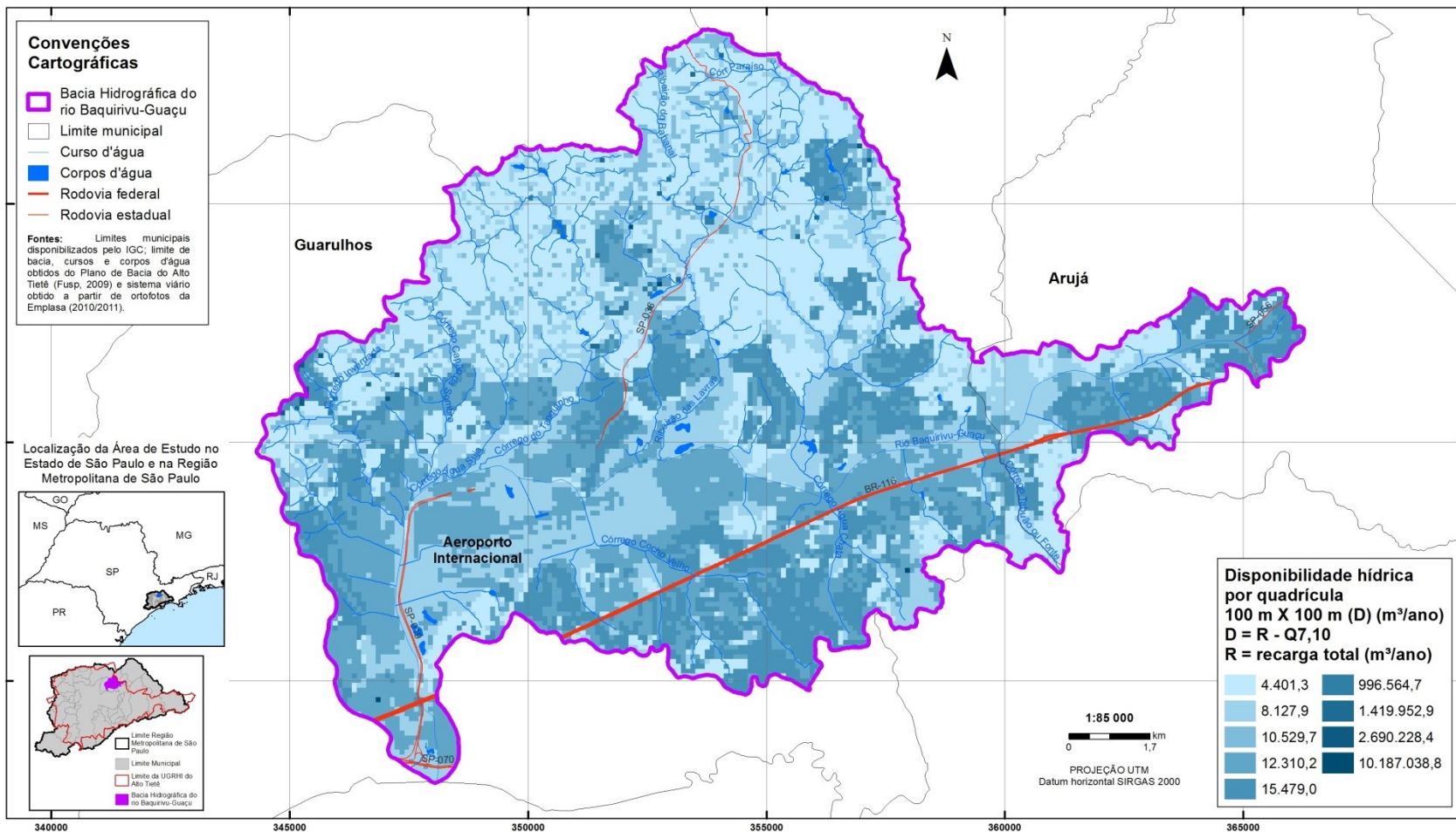
416 POÇOS
CADASTRADOS



- Legenda**
- Poço tubular cadastrado
 - Poço tubular cadastrado e visitado
 - Graben do Baquirivu-Guaçu - Sistema Aquífero Sedimentar - SAS
 - Embasamento Cristalino - Sistema Aquífero Cristalino - SAC
 - Falha (A - Bloco Alto e B - Bloco Baixo)
 - Falha encoberta
 - Folição milonítica
 - Lineamento
- Fontes:** Modificado de Bases Geoambientais para um Sistema de Informações Ambientais do Município de Guarulhos, escala 1:30 000 (Oliveira et al, 2009); Carta Geológica da Região Metropolitana de São Paulo, escala 1:100 000 (Coutinho, 1982); e Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:750 000 (Perrotta et al., 2006).

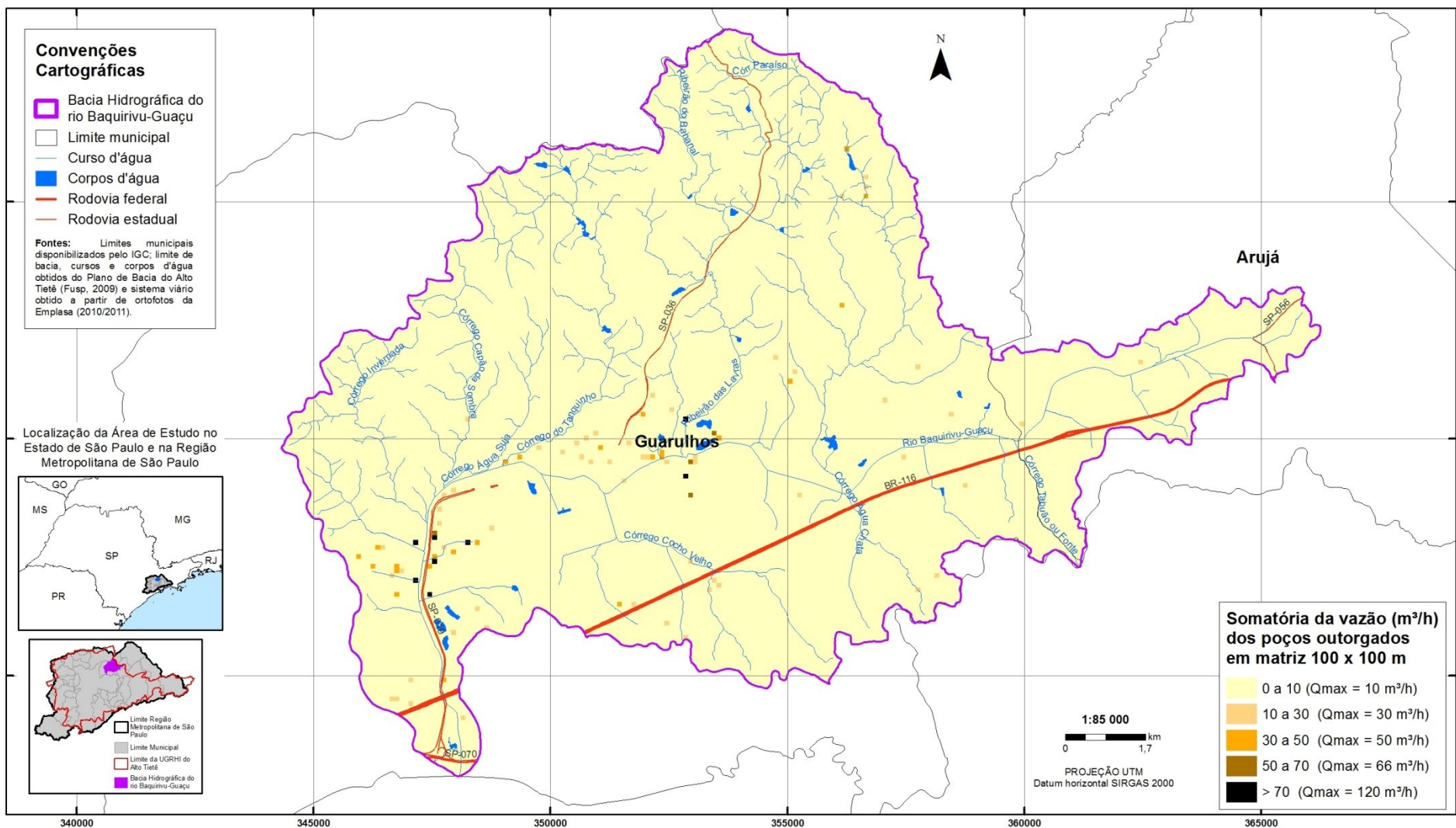
1:85 000
0 1,7 km
PROJEÇÃO UTM
Datum horizontal SIRGAS 2000

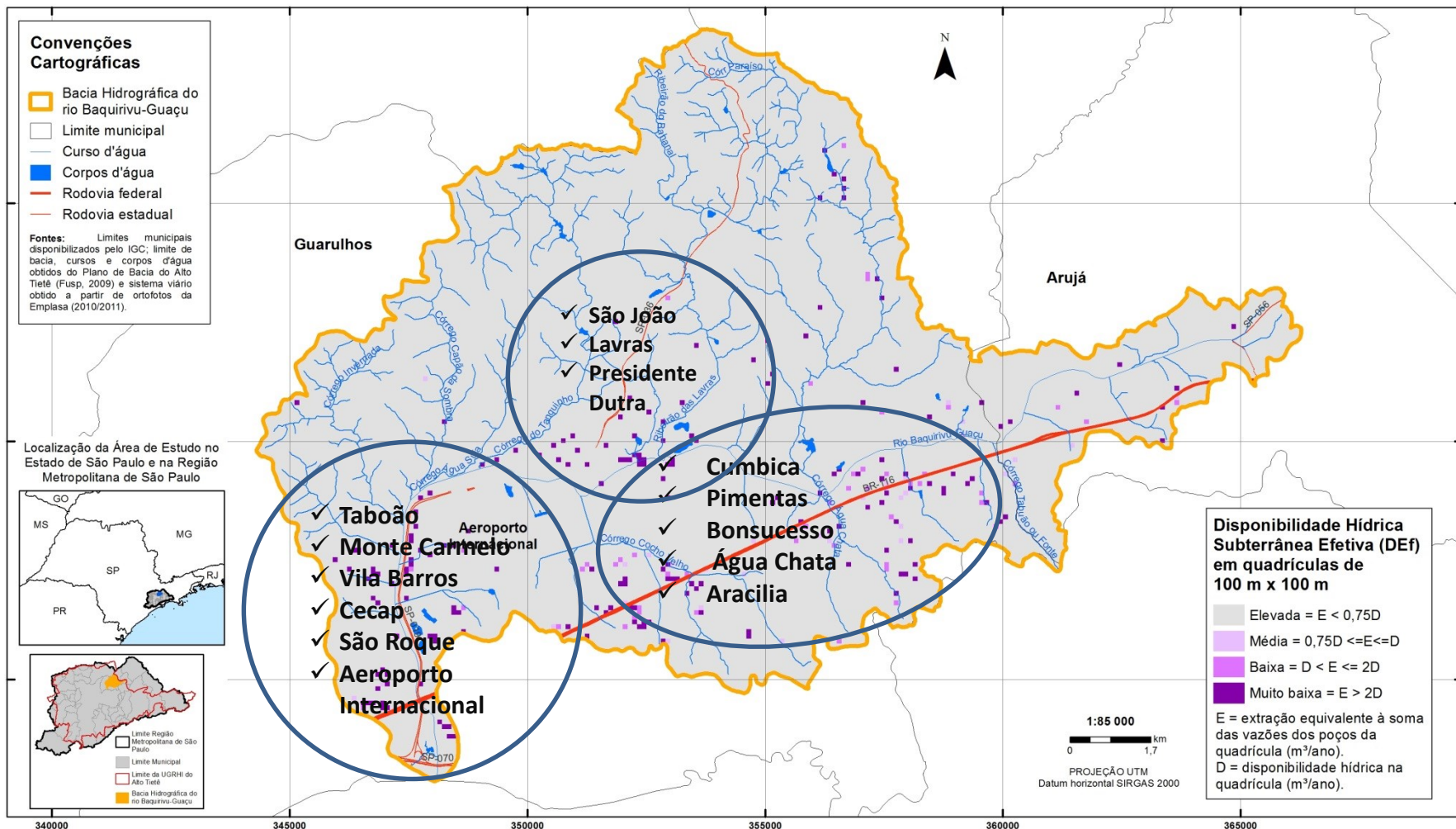
Poços tubulares cadastrados e poços visitados na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.



Disponibilidade hídrica total em quadriculas de 100 m X 100 m na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

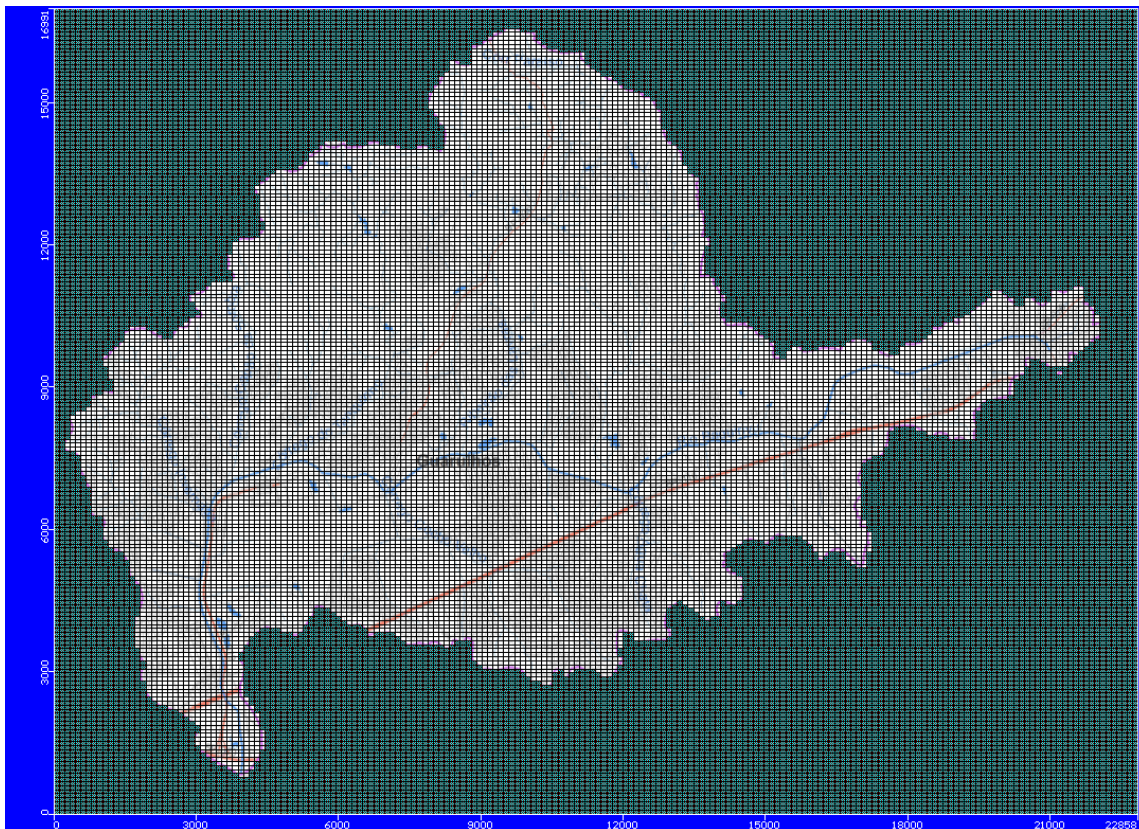
Somatória da vazão nos poços outorgados em matriz 100 m x 100 m.





Disponibilidade Efetiva (D_{EF}) de águas subterrâneas na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Modelo numérico das águas subterrâneas na Bacia do Rio Baquirivu-Guaçu



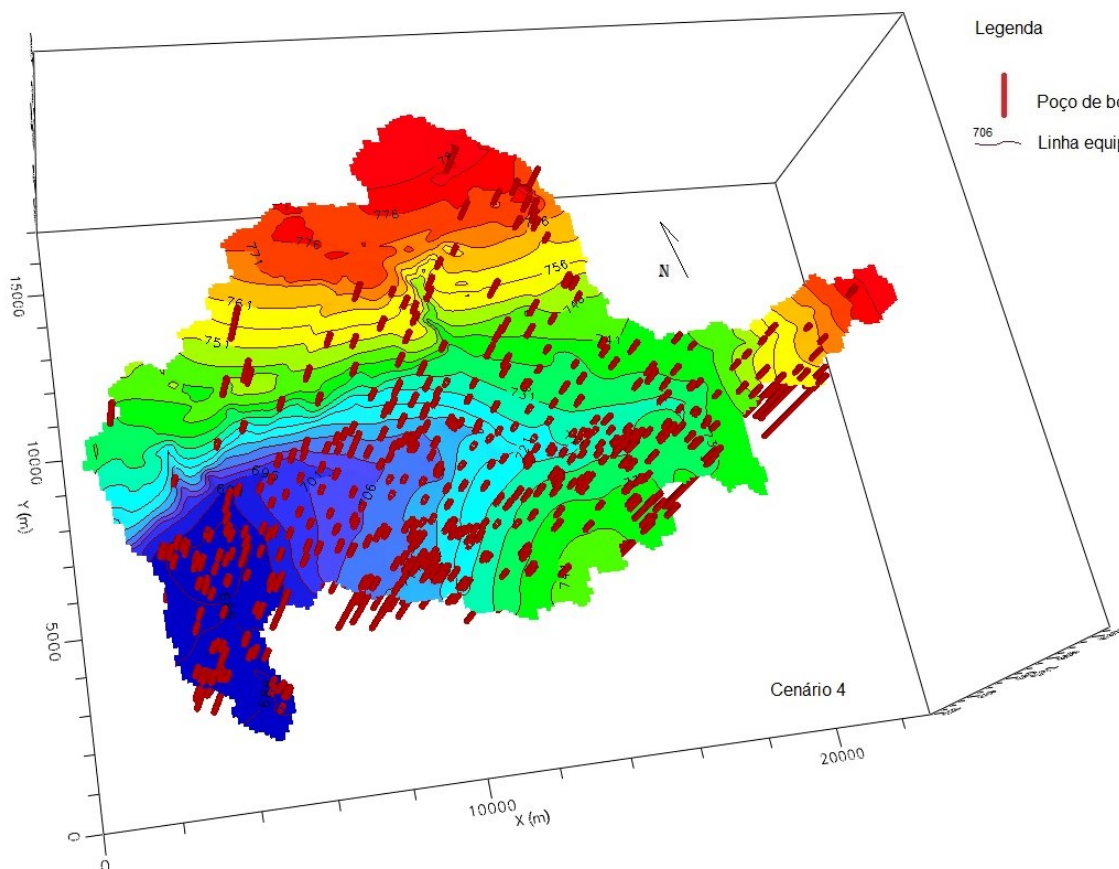
Área: 168,5 km²

40.000 células: 200 linhas x 200 colunas x 5 camadas

Área do modelo

- Código tridimensional modular MODFLOW (McDonald e Harbaugh, 1988);
- Software Visual MODFLOW, 2010 (Guiguer & Franz 1996); e
- Regime estacionário

Cenário 4



Aumento do bombeamento e da extração de água, inserindo todos os 416 poços cadastrados em toda a área e 100 poços aleatórios (totalizando 516 poços), cada novo poço com vazão de 202,5 m³/dia.

A simulação demonstra que, aumentando ainda mais a exploração de água, chega a ter um rebaixamento em torno de 25 m na região sudoeste, **próximo ao rio Baquirivu-Guaçu e ao Aeroporto**. No restante da área não é notado um rebaixamento expressivo.

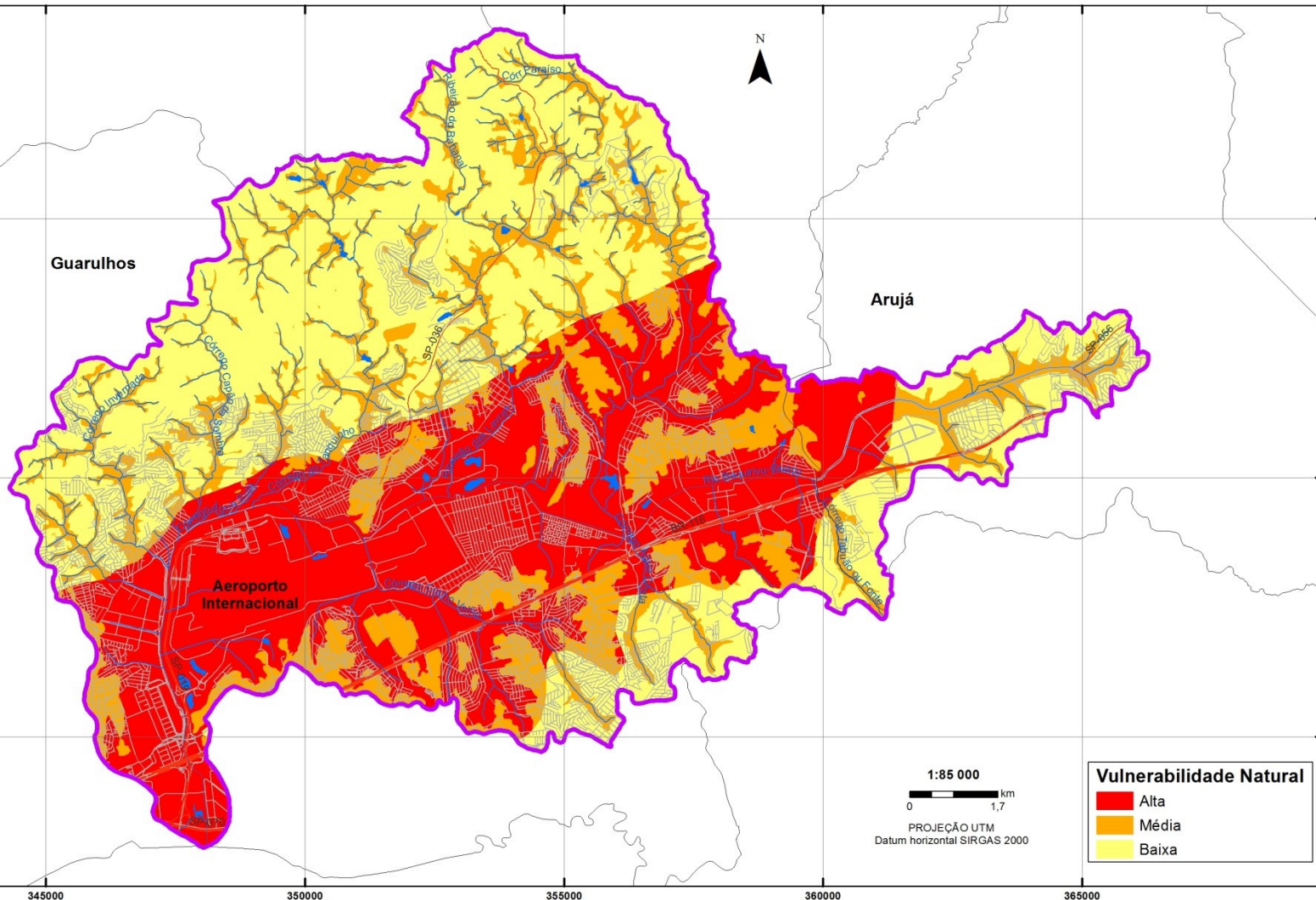
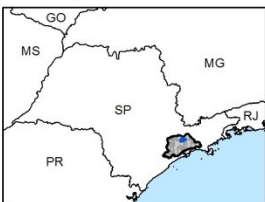
Diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas

Convenções Cartográficas

- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual
- Ruas

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



1:85 000
 0 1,7 km
 PROJEÇÃO UTM
 Datum horizontal SIRGAS 2000

Vulnerabilidade Natural

- Alta
- Média
- Baixa

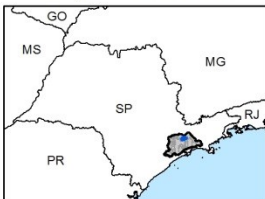
Vulnerabilidade natural à contaminação dos aquíferos na bacia hidrográfica do Baquirivu-Guaçu.

Convenções Cartográficas

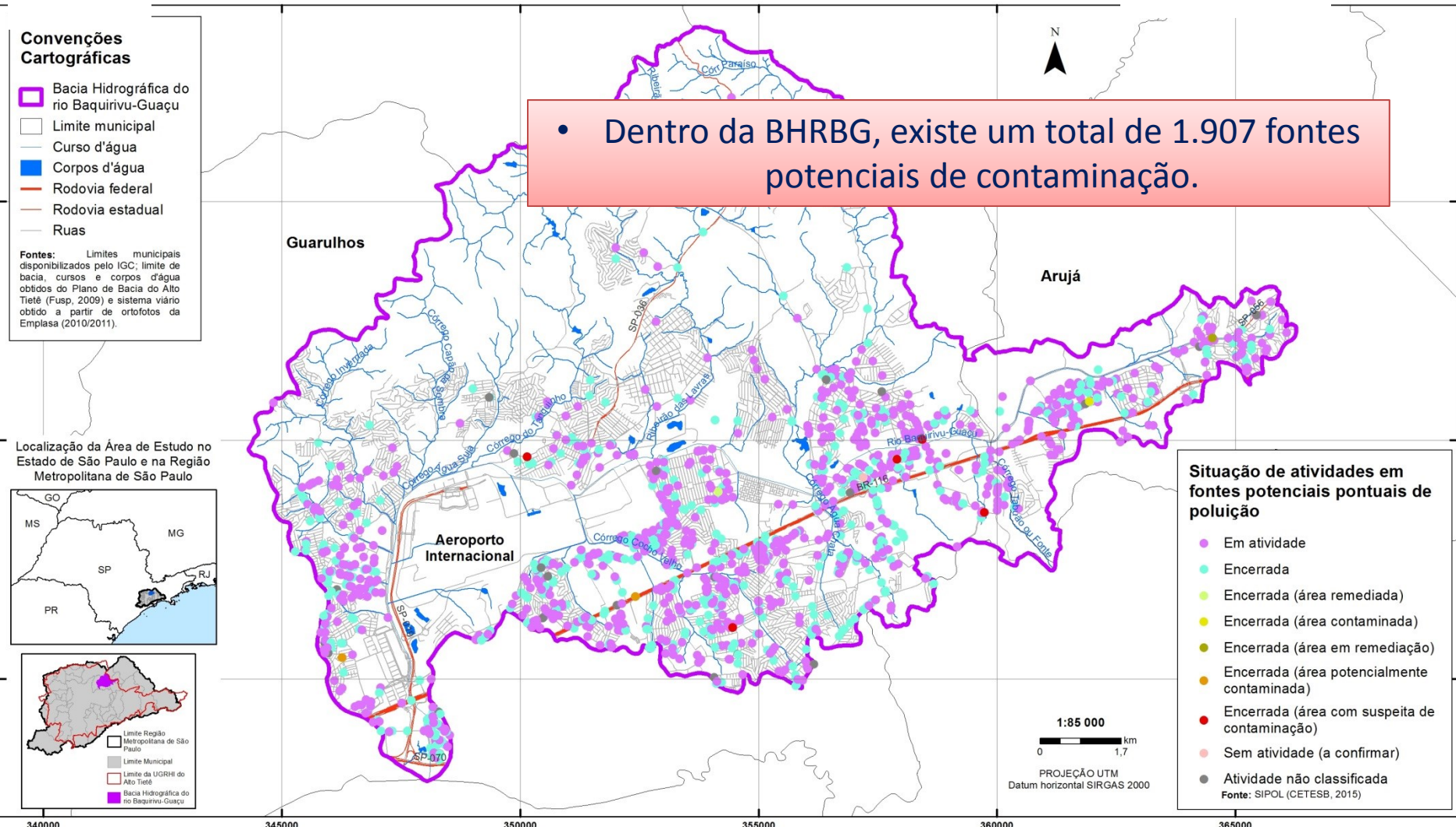
- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual
- Ruas

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



• Dentro da BHRBG, existe um total de 1.907 fontes potenciais de contaminação.



Situação de atividades em fontes potenciais pontuais de poluição

- Em atividade
 - Encerrada
 - Encerrada (área remediada)
 - Encerrada (área contaminada)
 - Encerrada (área em remediação)
 - Encerrada (área potencialmente contaminada)
 - Encerrada (área com suspeita de contaminação)
 - Sem atividade (a confirmar)
 - Atividade não classificada
- Fonte: SIPOL (CETESB, 2015)

1:85 000
 0 1,7 km
 PROJEÇÃO UTM
 Datum horizontal SIRGAS 2000

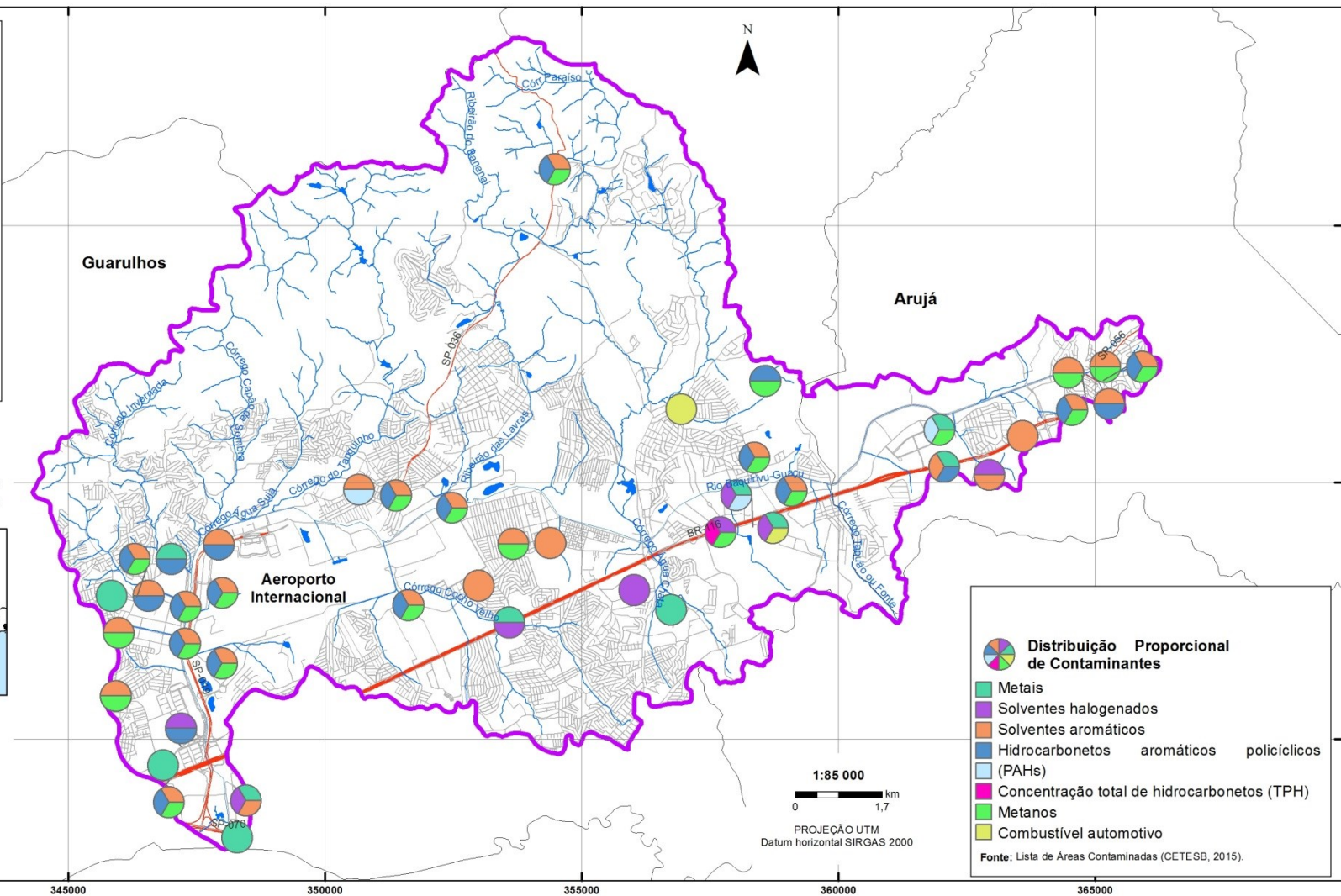
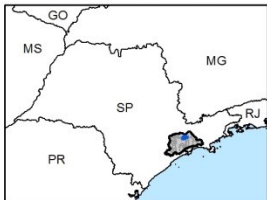
Fontes potenciais pontuais de contaminação dos aquíferos e situação da atividade geradora na bacia hidrográfica do Baquirivu-Guaçu.

Convenções Cartográficas

- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Corpos d'água
- Curso d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual
- Ruas

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



Distribuição Proporcional de Contaminantes

- Metais
- Solventes halogenados
- Solventes aromáticos
- Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs)
- Concentração total de hidrocarbonetos (TPH)
- Metanos
- Combustível automotivo

Fonte: Lista de Áreas Contaminadas (CETESB, 2015).

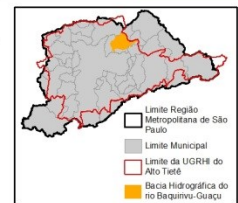
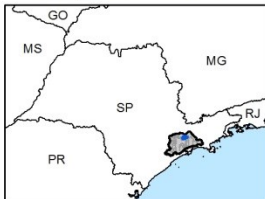
Distribuição das áreas contaminadas por contaminante na área da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Convenções Cartográficas

- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivú-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



Perigo de contaminação para fontes potenciais pontuais

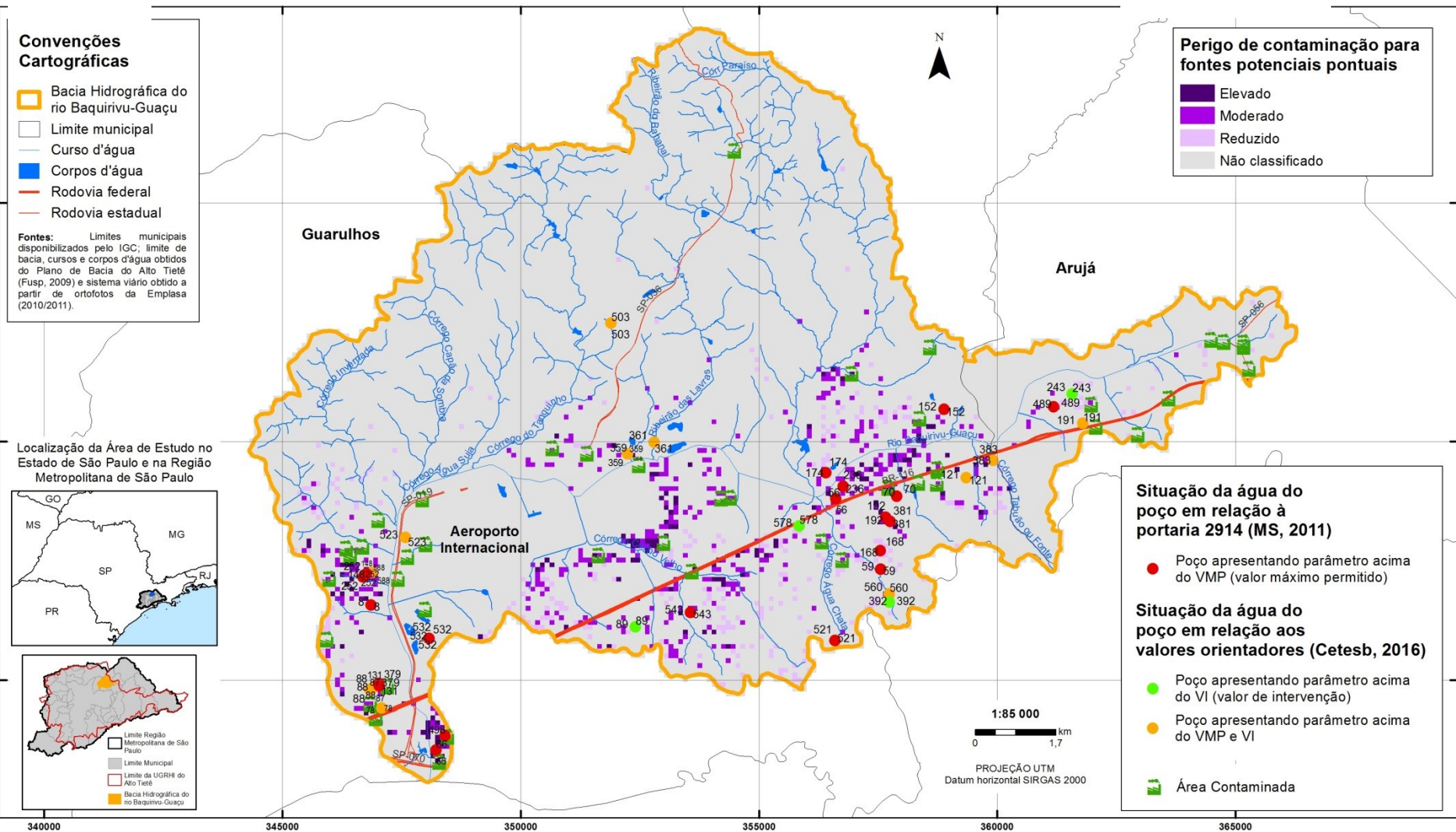
- Elevado
- Moderado
- Reduzido
- Não classificado

Situação da água do poço em relação à portaria 2914 (MS, 2011)

- Poço apresentando parâmetro acima do VMP (valor máximo permitido)

Situação da água do poço em relação aos valores orientadores (Cetesb, 2016)

- Poço apresentando parâmetro acima do VI (valor de intervenção)
- Poço apresentando parâmetro acima do VMP e VI
- Área Contaminada



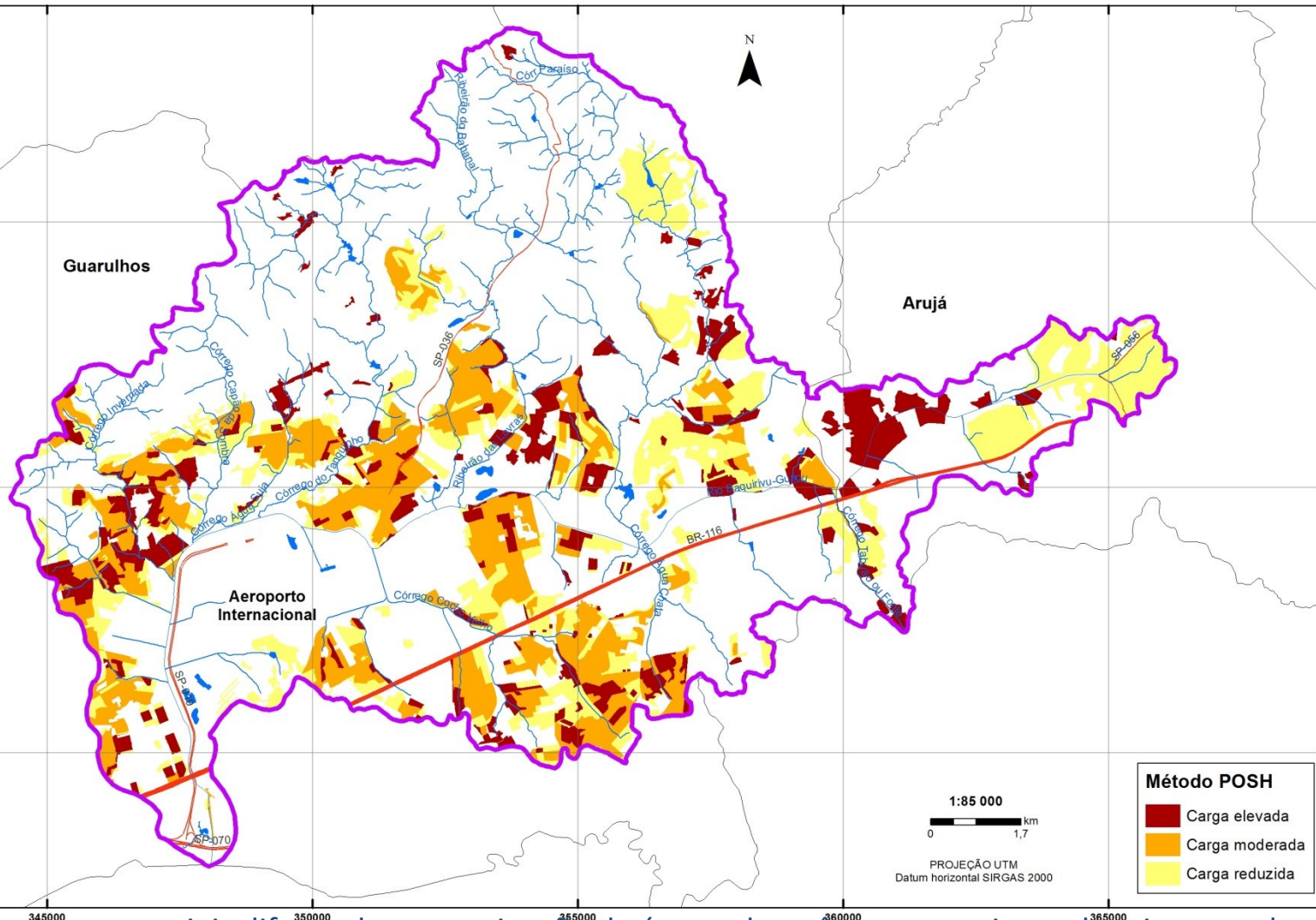
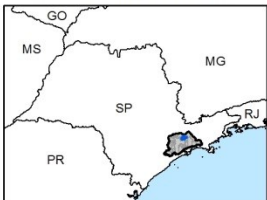
Mapa de perigo de contaminação para as fontes pontuais potenciais de contaminação.

Convenções Cartográficas

- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



Método POSH

- Carga elevada
- Carga moderada
- Carga reduzida

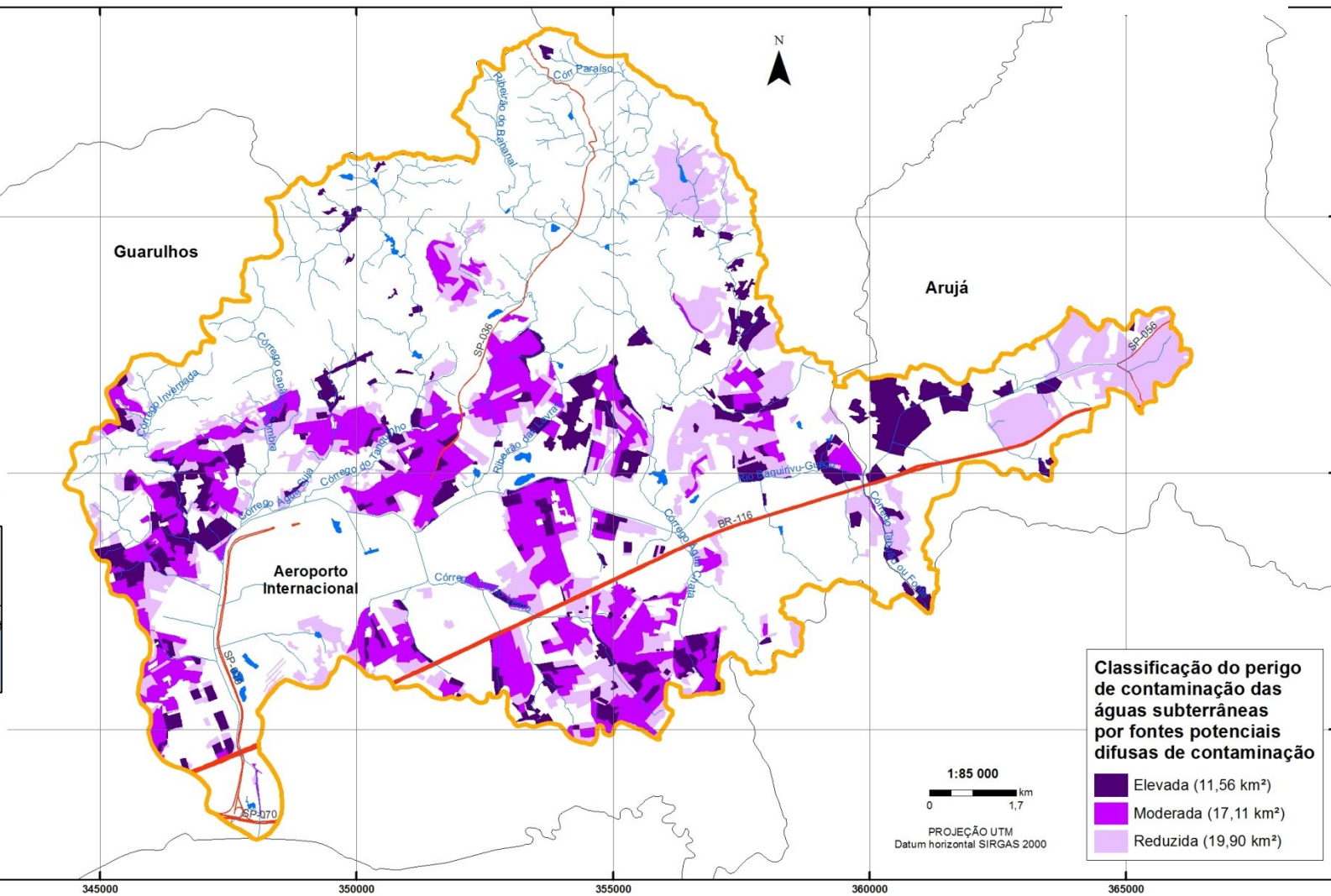
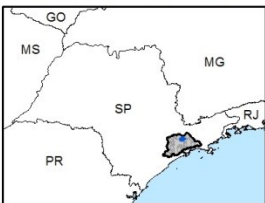
Classificação das fontes potenciais difusas de contaminação da água subterrânea proveniente dos sistemas de saneamento (área urbana) e de atividade agropecuária (área rural) na bacia hidrográfica do Baquirivu-Guaçu.

Convenções Cartográficas

- Bacia Hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu
- Limite municipal
- Curso d'água
- Corpos d'água
- Rodovia federal
- Rodovia estadual

Fontes: Limites municipais disponibilizados pelo IGC; limite de bacia, cursos e corpos d'água obtidos do Plano de Bacia do Alto Tietê (Fusp, 2009) e sistema viário obtido a partir de ortofotos da Emplasa (2010/2011).

Localização da Área de Estudo no Estado de São Paulo e na Região Metropolitana de São Paulo



Classificação do perigo de contaminação das águas subterrâneas por fontes potenciais difusas de contaminação

- Elevada (11,56 km²)
- Moderada (17,11 km²)
- Reduzida (19,90 km²)

1:85 000
 0 1.7 km
 PROJEÇÃO UTM
 Datum horizontal SIRGAS 2000

Mapa de perigo de contaminação para as fontes difusas potenciais de contaminação na bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu.

Considerações Finais

- O levantamento, análise e avaliação integrada de dados e informações obtidas permitiram consubstanciar a caracterização hidrogeológica e hidroquímica;
- Verifica-se que não existem situações expressivas de superexploração ou de perigo de contaminação dos aquíferos com alteração da qualidade natural das águas subterrâneas na bacia do rio Baquirivu-Guaçu, que inclui partes dos municípios de Guarulhos e Arujá;
- O cenário não é crítico quanto à qualidade e nem tampouco em relação à quantidade dos recursos hídricos subterrâneos.
- A partir do conhecimento atual que se tem da bacia hidrográfica do rio Baquirivu-Guaçu nessa região, pode-se dizer que, principalmente o SAS, é um bom aquífero para uso de abastecimento público e, em situações de crise hídrica, a utilização das águas subterrâneas é uma boa alternativa.

Recomendações:

- As medidas de controle da qualidade da água referem-se a aquelas que protegem o usuário de uma eventual contaminação do aquífero. Assim, as áreas identificadas com níveis maiores de perigo são aquelas onde há maior possibilidade de ocorrência de contaminações do aquífero;
- Esses estudos serão úteis para os órgãos gestores de recursos hídricos adotarem medidas de proteção ao aquífero, identificação de poços ilegais e sua regularização, bem como ter campanhas de conscientização sobre os problemas;
- Orientar e estimular usuários para a instalação de dispositivo para amostragem em local adequado, bem como a definição de perímetros de proteção de poços;

Recomendações:

- Recomendar o tamponamento de poços que foram cadastrados e que se encontram desativados, caso os mesmos não possam ser aproveitados na rede de monitoramento;
- Programas sistemáticos de melhora do conhecimento hidrogeológico e dos efeitos do uso e ocupação do solo na qualidade.

Muito grato !!!!!

José Luiz Albuquerque Filho

Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT

albuzelu@ipt.br

www.ipt.br