



DIAGNÓSTICO HIDROGEOLÓGICO DO MUNICÍPIO DE ARARAQUARA

Subsídios de proteção, utilização e controle do
uso das águas subterrâneas



OBJETIVOS PRINCIPAIS

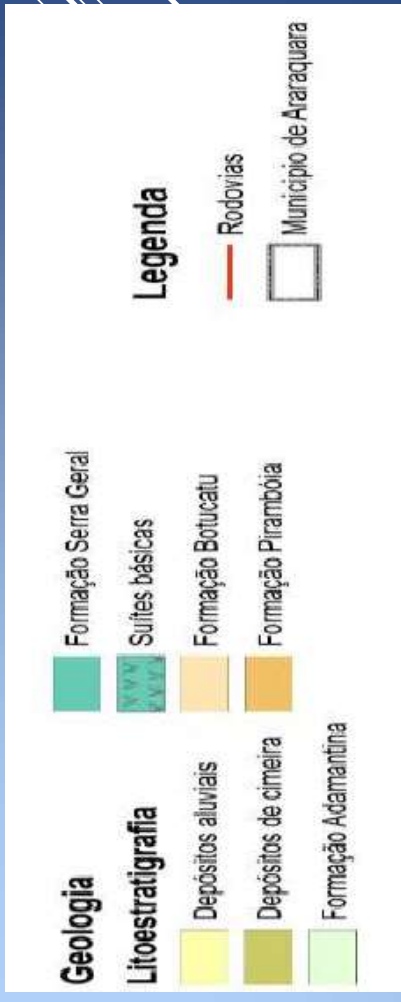
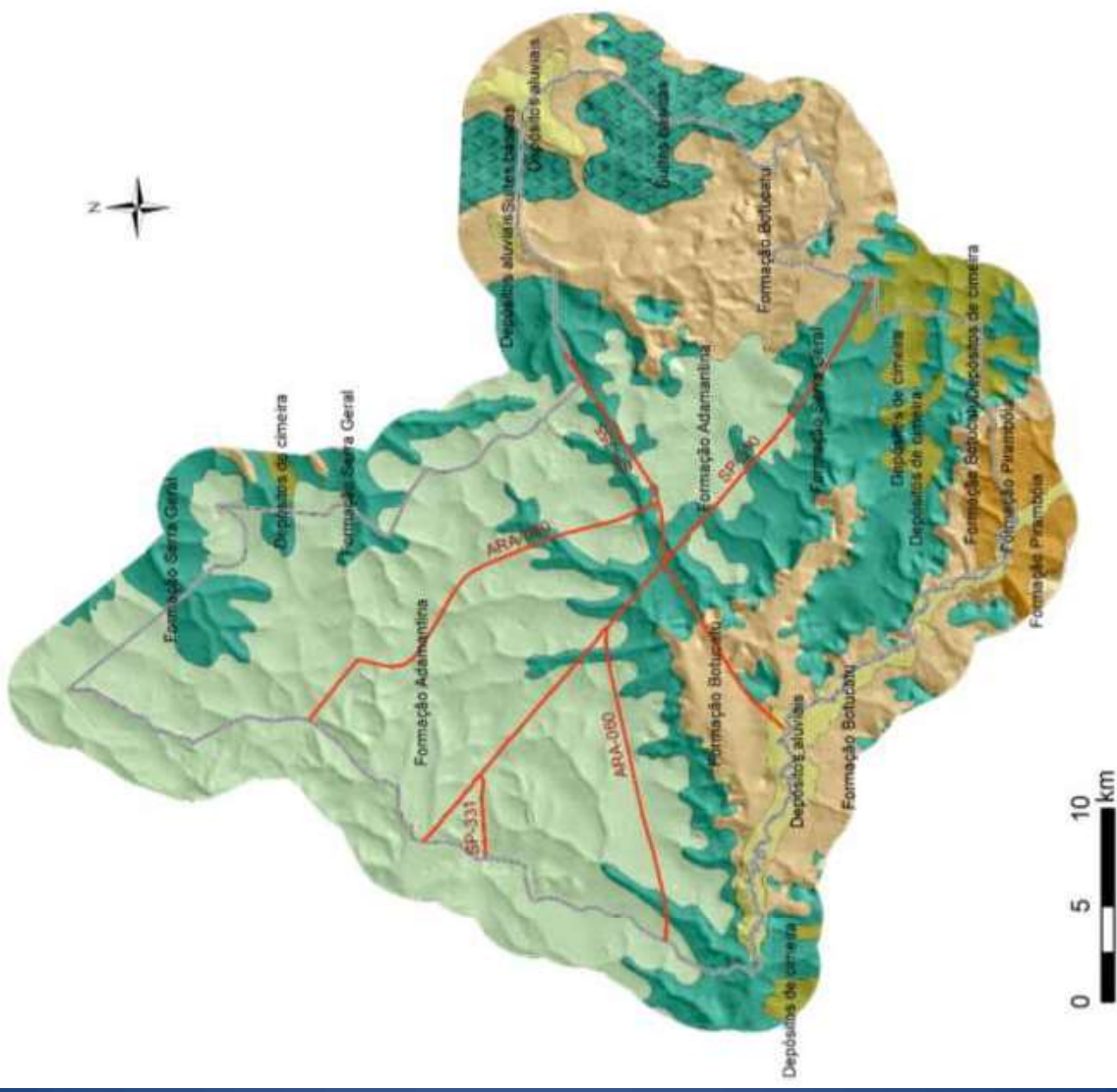
Avaliar os impactos da exploração das águas subterrâneas no município de Araraquara, especialmente no Sistema Aquífero Guarani (SAG), visando:

- ✓ Identificar os efeitos do bombeamento no rebaixamento dos níveis de água;
- ✓ Identificar potenciais alterações da qualidade da água;
- ✓ Propor medidas de proteção e controle da exploração para a gestão sustentável dos aquíferos.

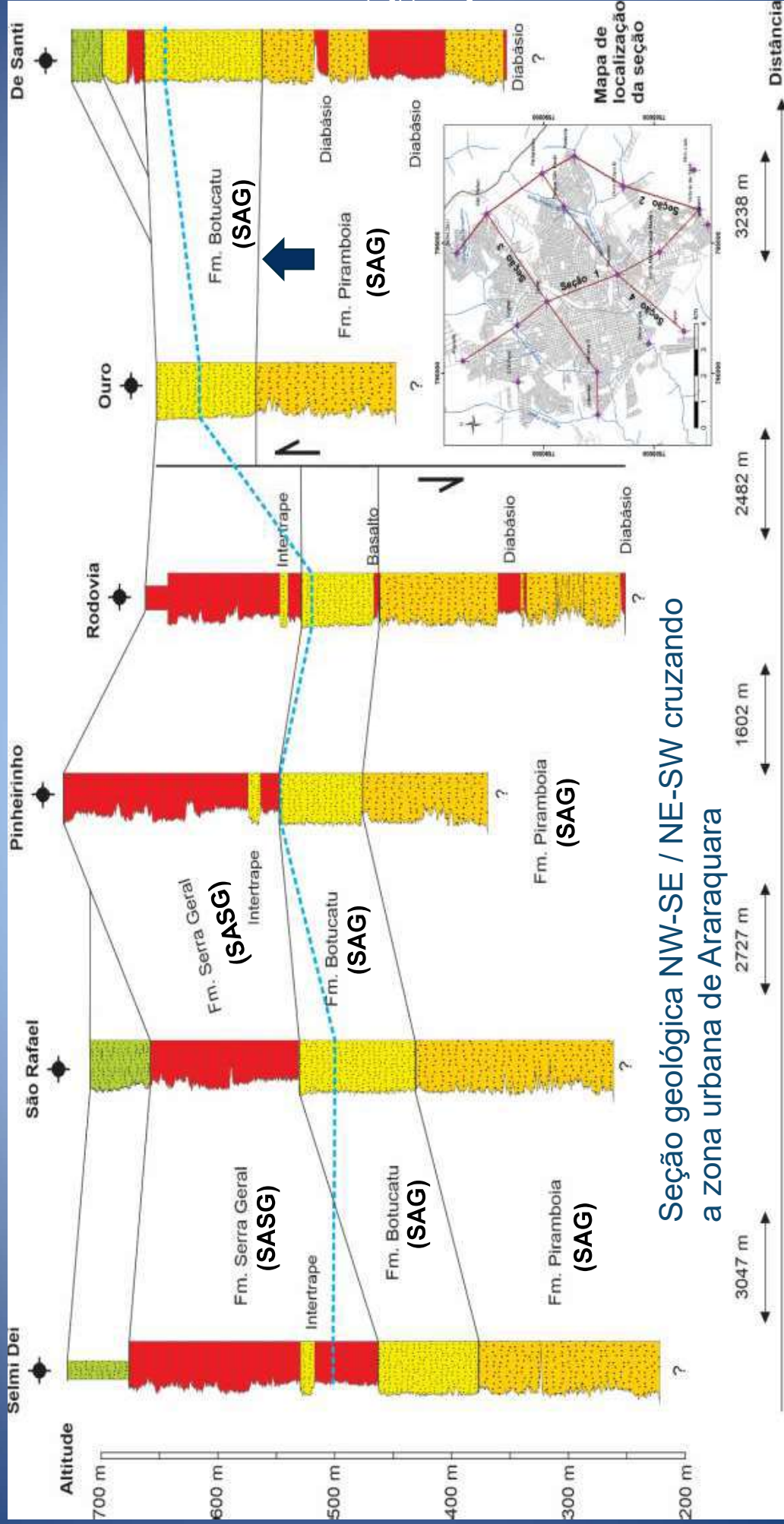
ATIVIDADES REALIZADAS:

- ✓ Caracterização do meio físico
- ✓ Caracterização geológica
- ✓ Caracterização hidrogeológica de subsuperfície
- ✓ Monitoramento de níveis
- ✓ Modelo conceitual e numérico de fluxo
- ✓ Caracterização hidroquímica
- ✓ Zoneamento da exploração
- ✓ Definição de áreas de controle e medidas de proteção
- ✓ Proposta de implantação de rede de monitoramento

Caracterização geológica

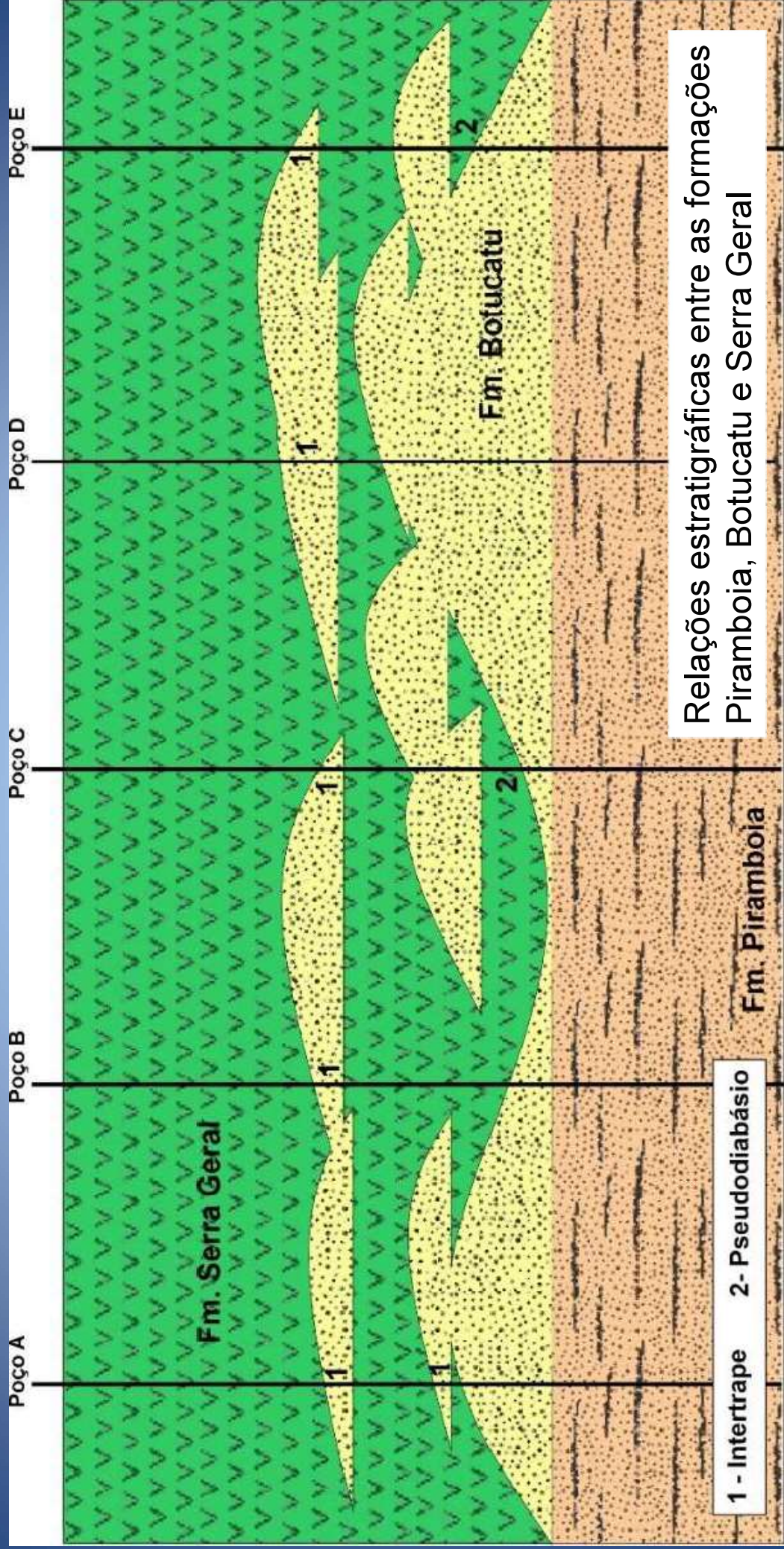


Arcabouço hidrogeológico de subsuperfície

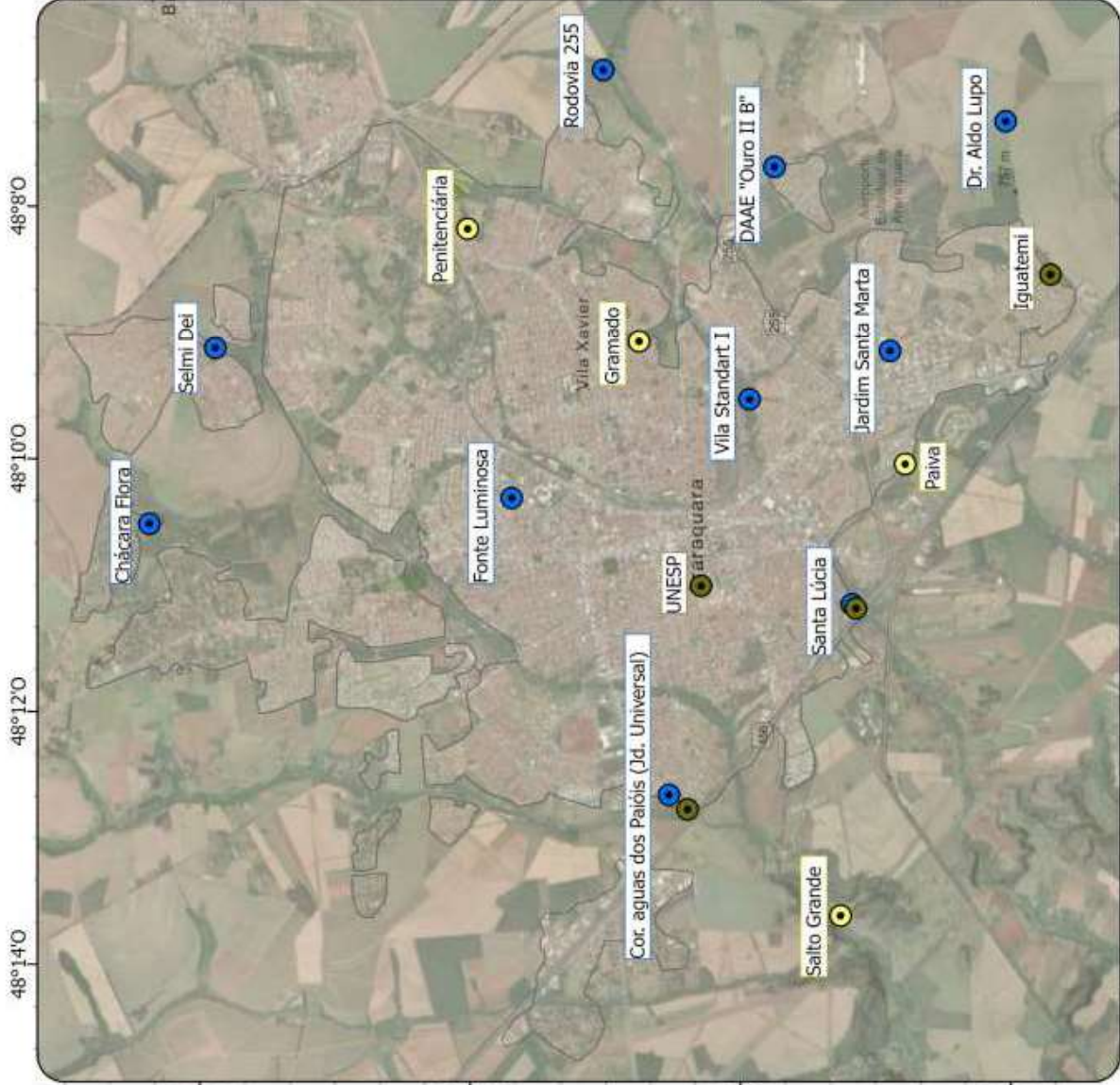


Seção geológica NW-SE / NE-SW cruzando a zona urbana de Araraquara

Arcabouço hidrogeológico de subsuperfície








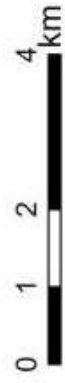
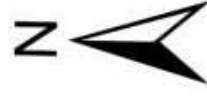
Relações estratigráficas entre as formações Piramboia, Botucatu e Serra Geral



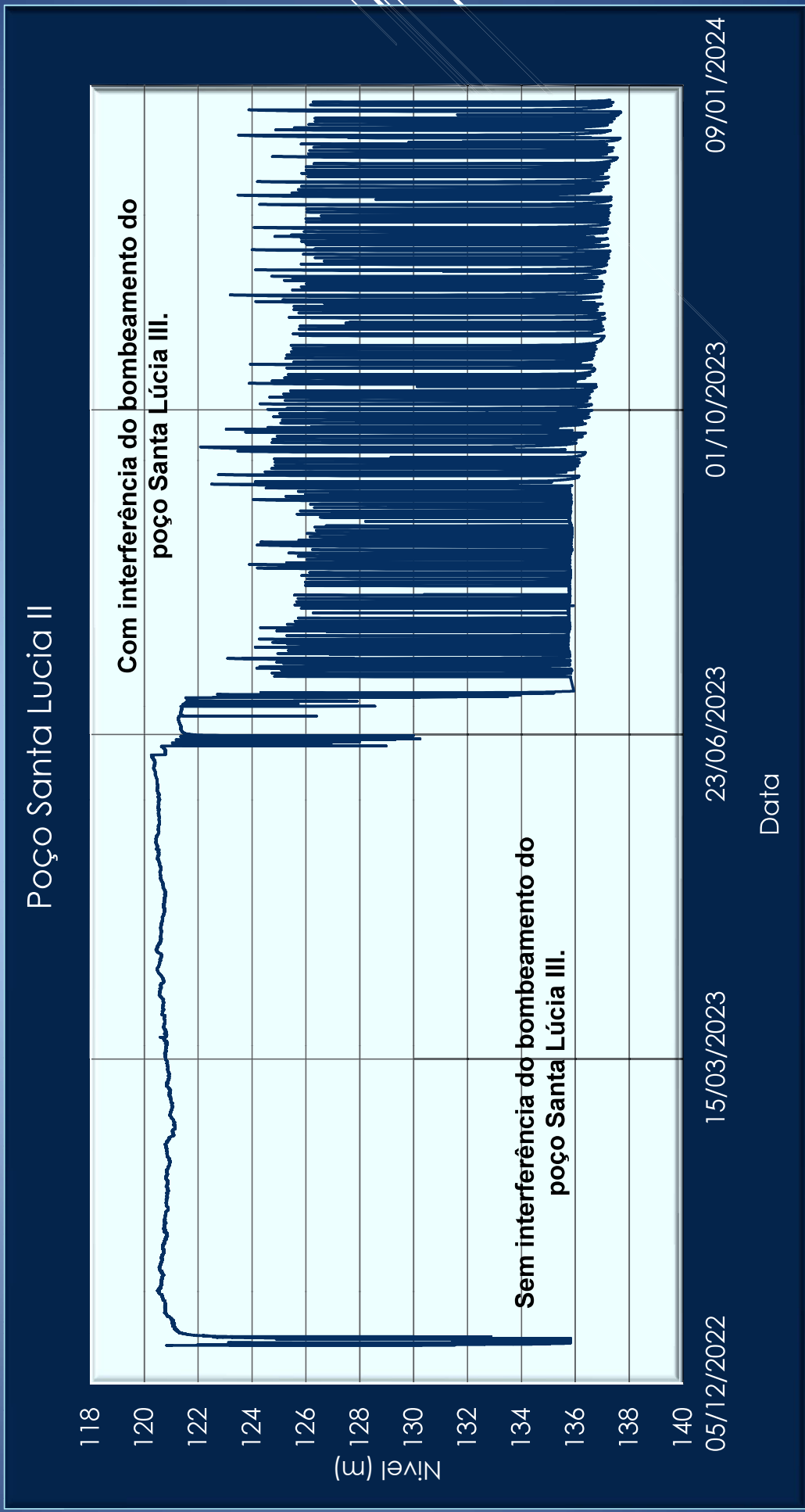
Mapa de localização dos poços monitorados em Araraquara - SP

Legenda

-  Limite Municipal de Araraquara - SP
-  Área urbana
-  Poços com duas ou mais leituras
-  Poços Dagmar
-  Poços Gré



Monitoramento de níveis do SAG



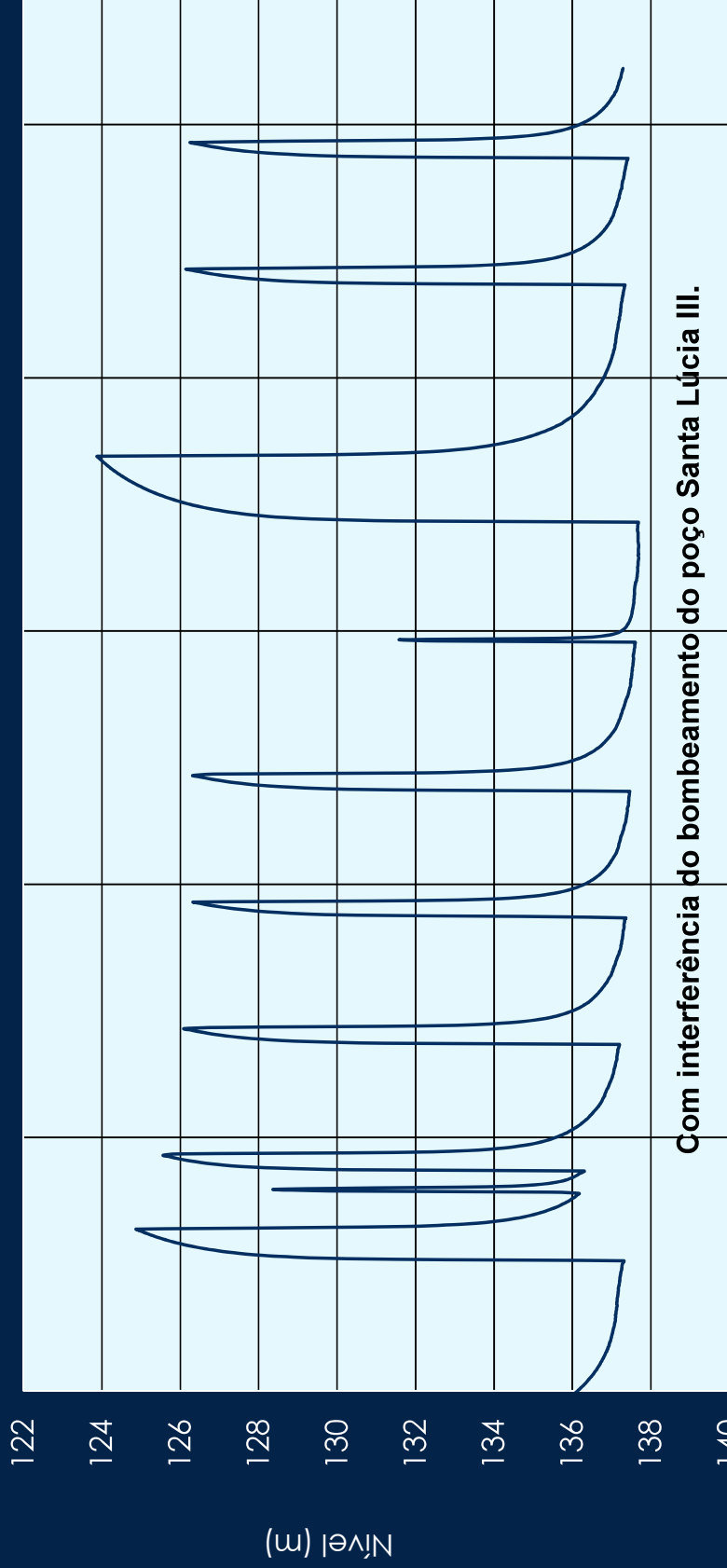
Monitoramento de níveis do SAG

Poço Santa Lucia II



Monitoramento de níveis do SAG

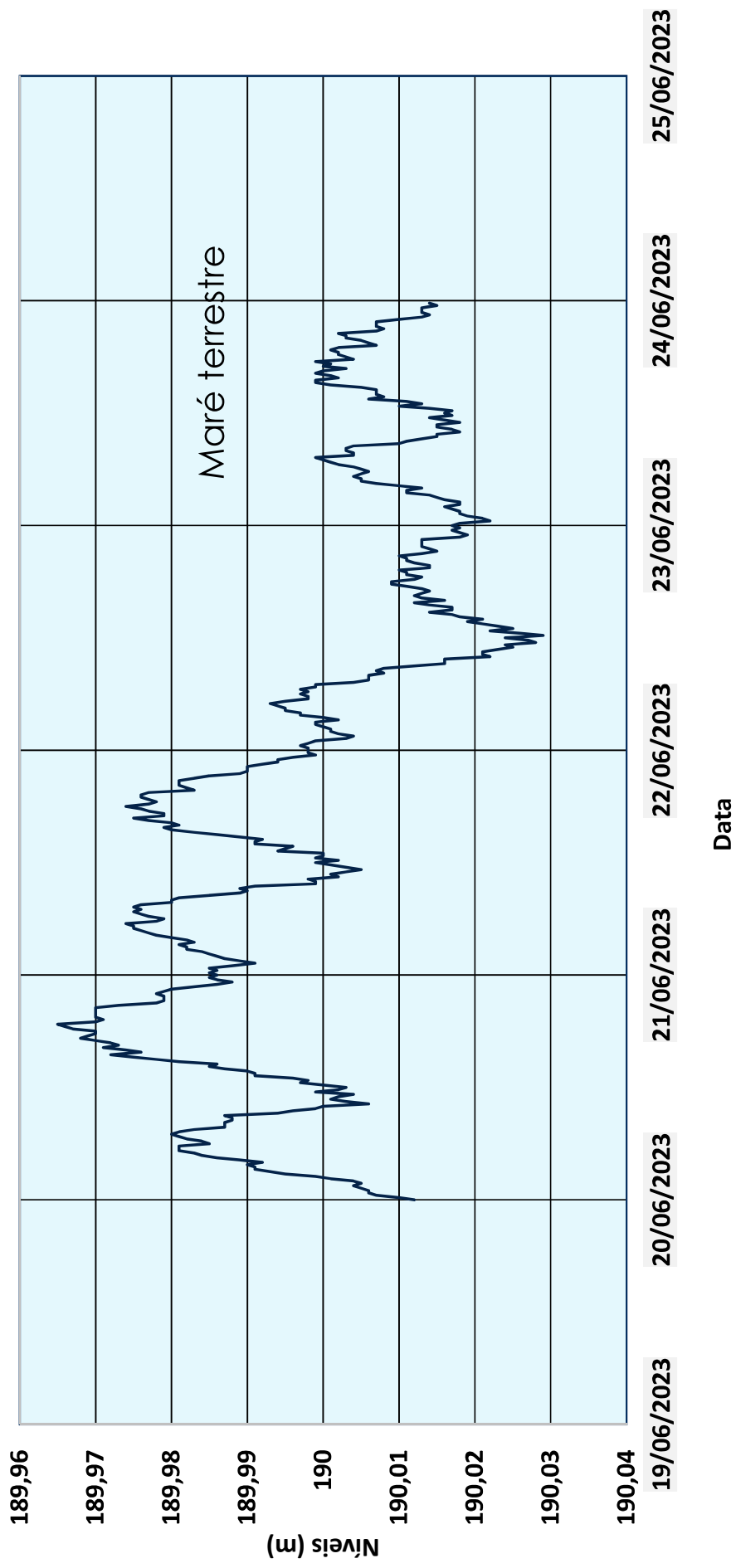
Poço Santa Lúcia II

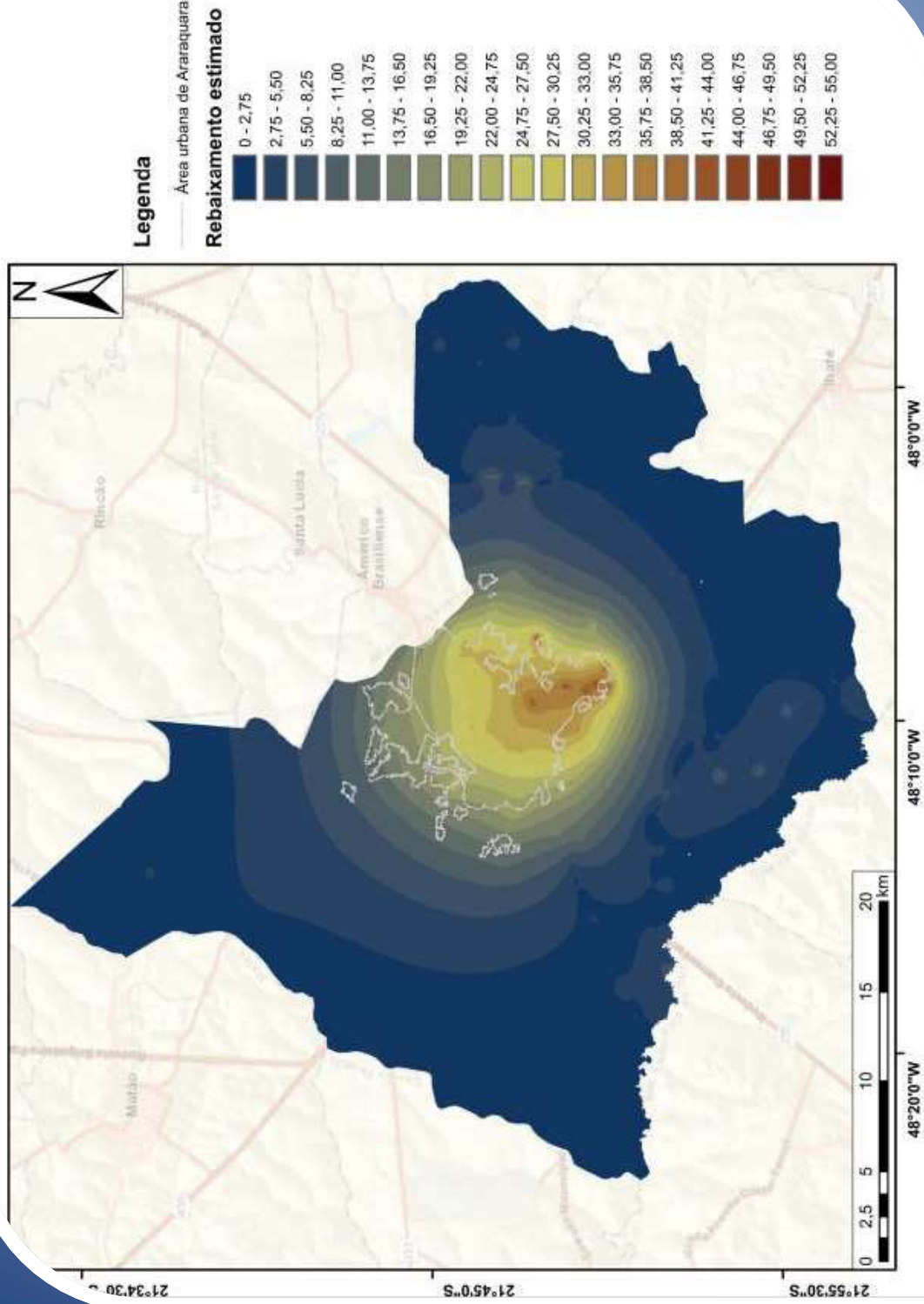


Com interferência do bombeamento do poço Santa Lúcia III.

Data	04/01/2024	02/01/2024	31/12/2023	29/12/2023	27/12/2023
------	------------	------------	------------	------------	------------

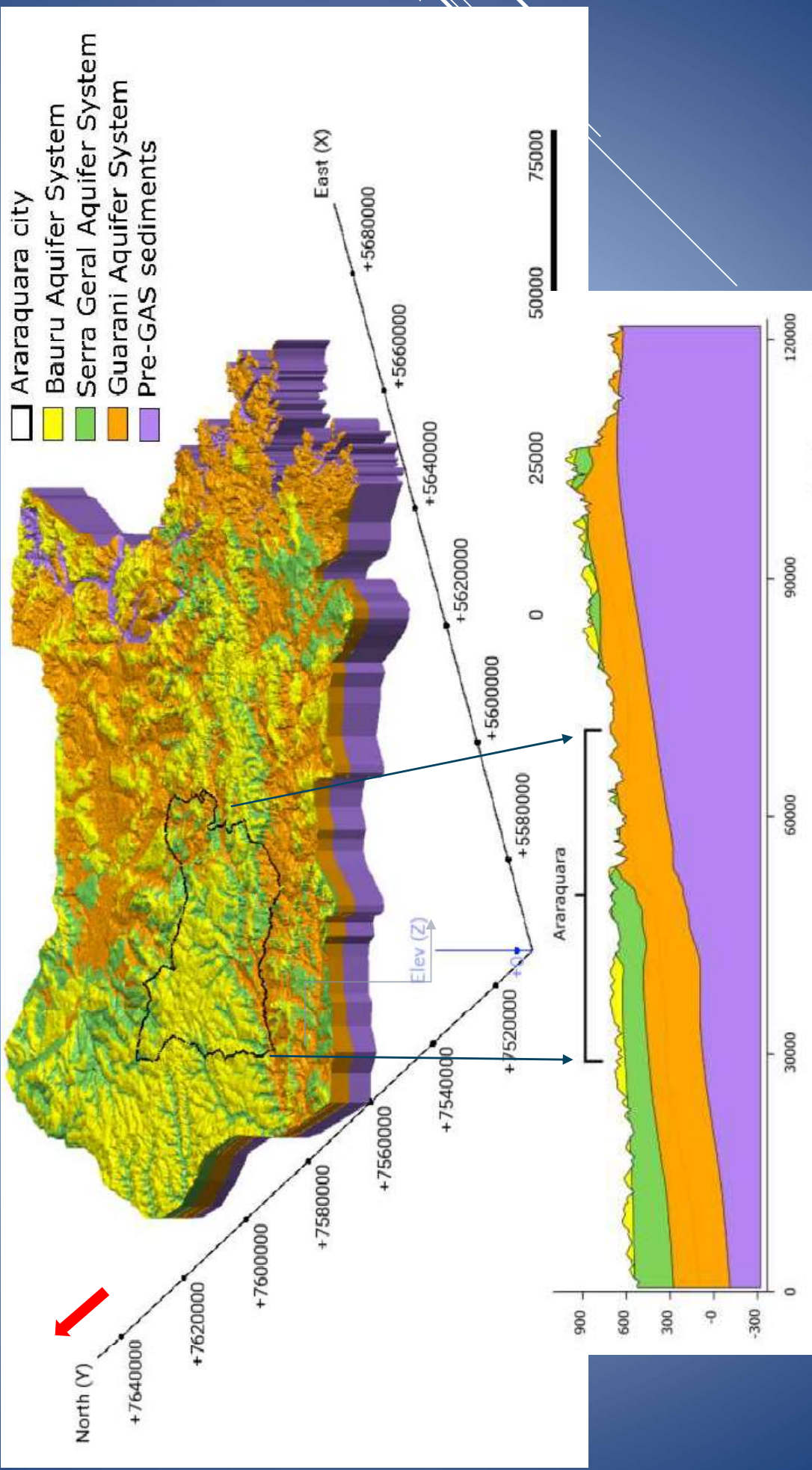
POÇO UNESP ODONTO





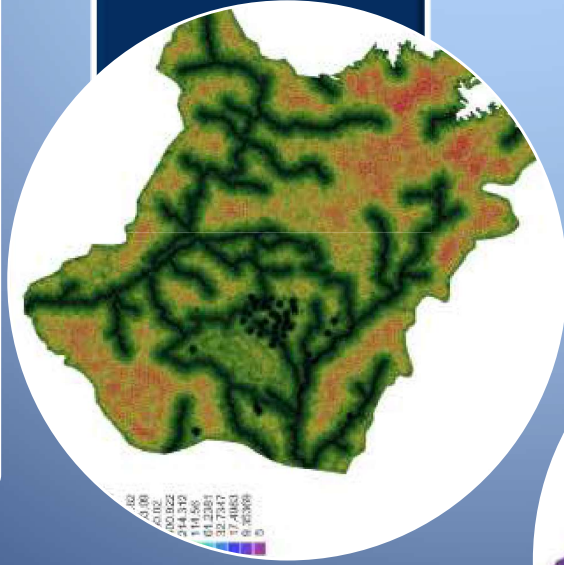
Rebaixamento do nível de água do SAG em 2023, em relação a 1990, construído com base em dados de poços

Modelo hidrogeológico conceitual do SAG



Modelo numérico de fluxo do SAG

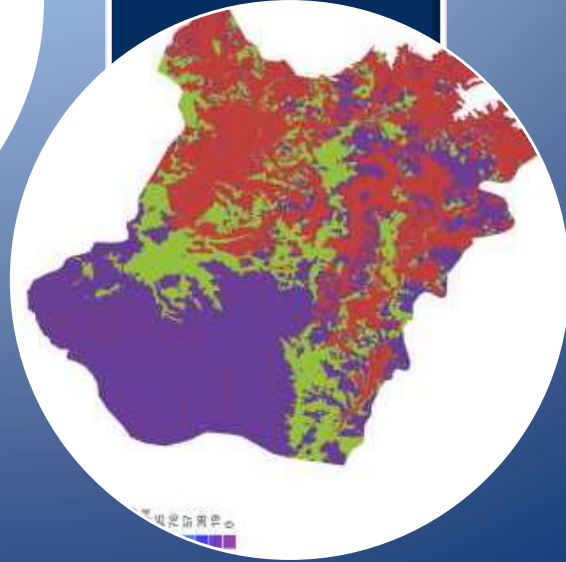
-LEBAG-



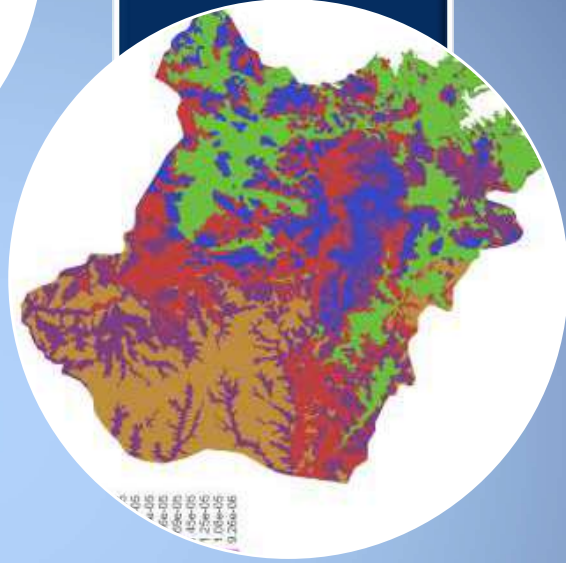
Malha do modelo numérico



Condições de contorno do modelo



Distribuição da recarga



Distribuição da condutividade hidráulica

Cenários de rebaixamento do nível de água do SAG

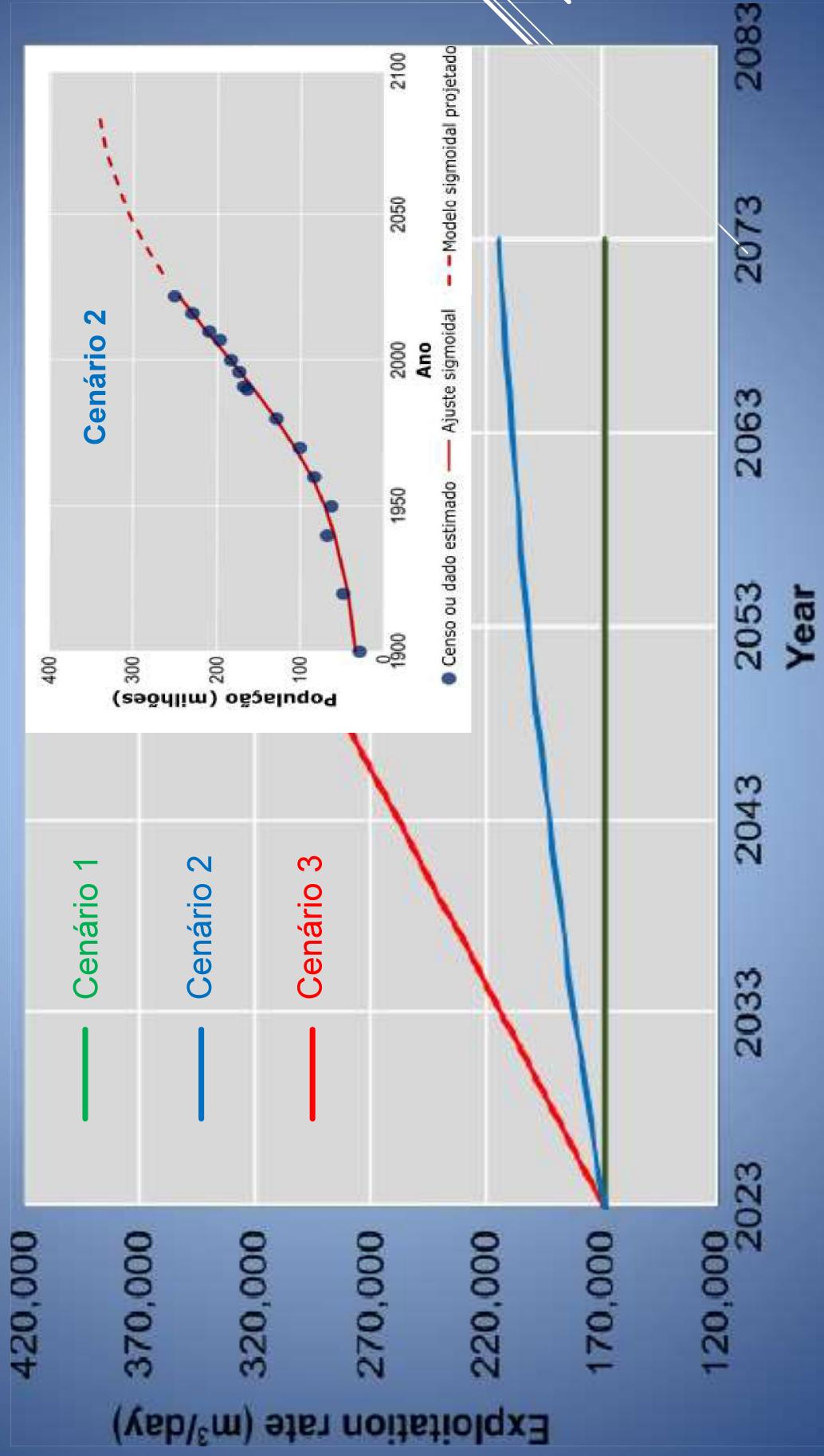
As simulações numéricas realizadas visaram estimar o rebaixamento do SAG no município de Araraquara para os próximos 50 anos (período 2023 – 2073).

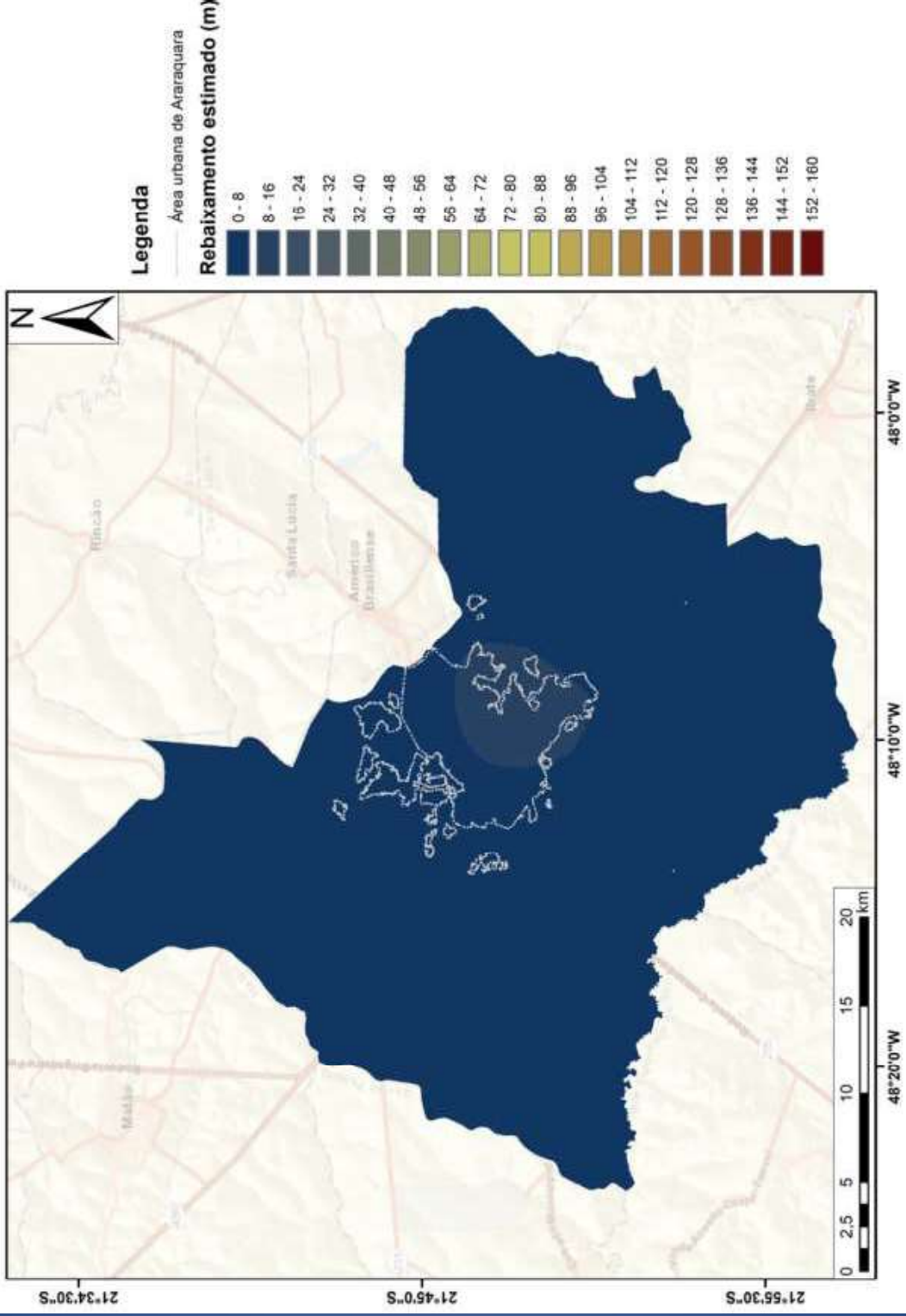
Cenário 1 – Volume de água explorada se mantém constante até o ano de 2073.

Cenário 2 – Volume de água explorada acompanha o crescimento populacional projetado, mantendo-se o consumo per capita de 440 l/dia.

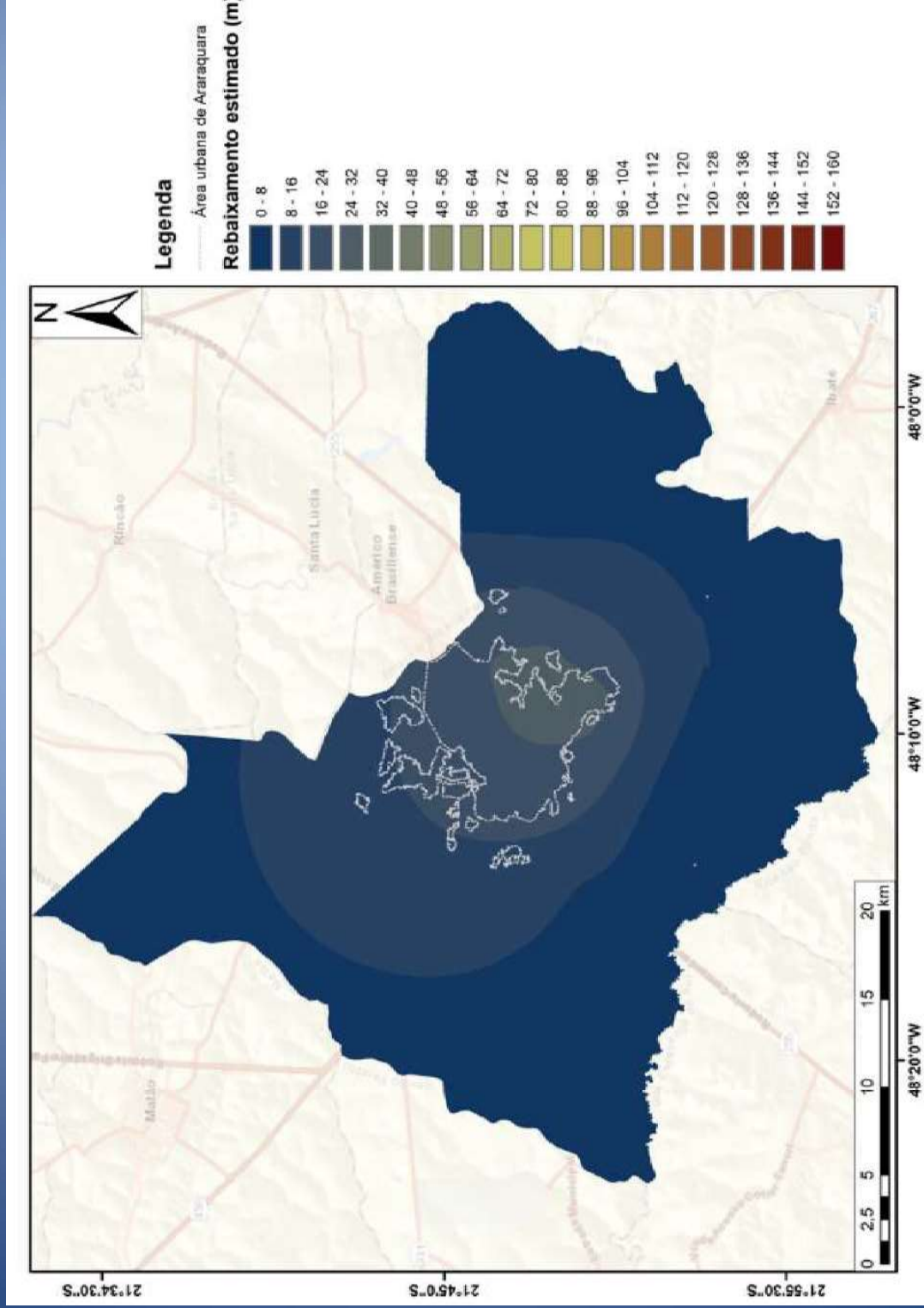
Cenário 3 – Volume de água acompanha a tendência linear atual de crescimento.

Vazões diárias exploradas nos 3 cenários definidos

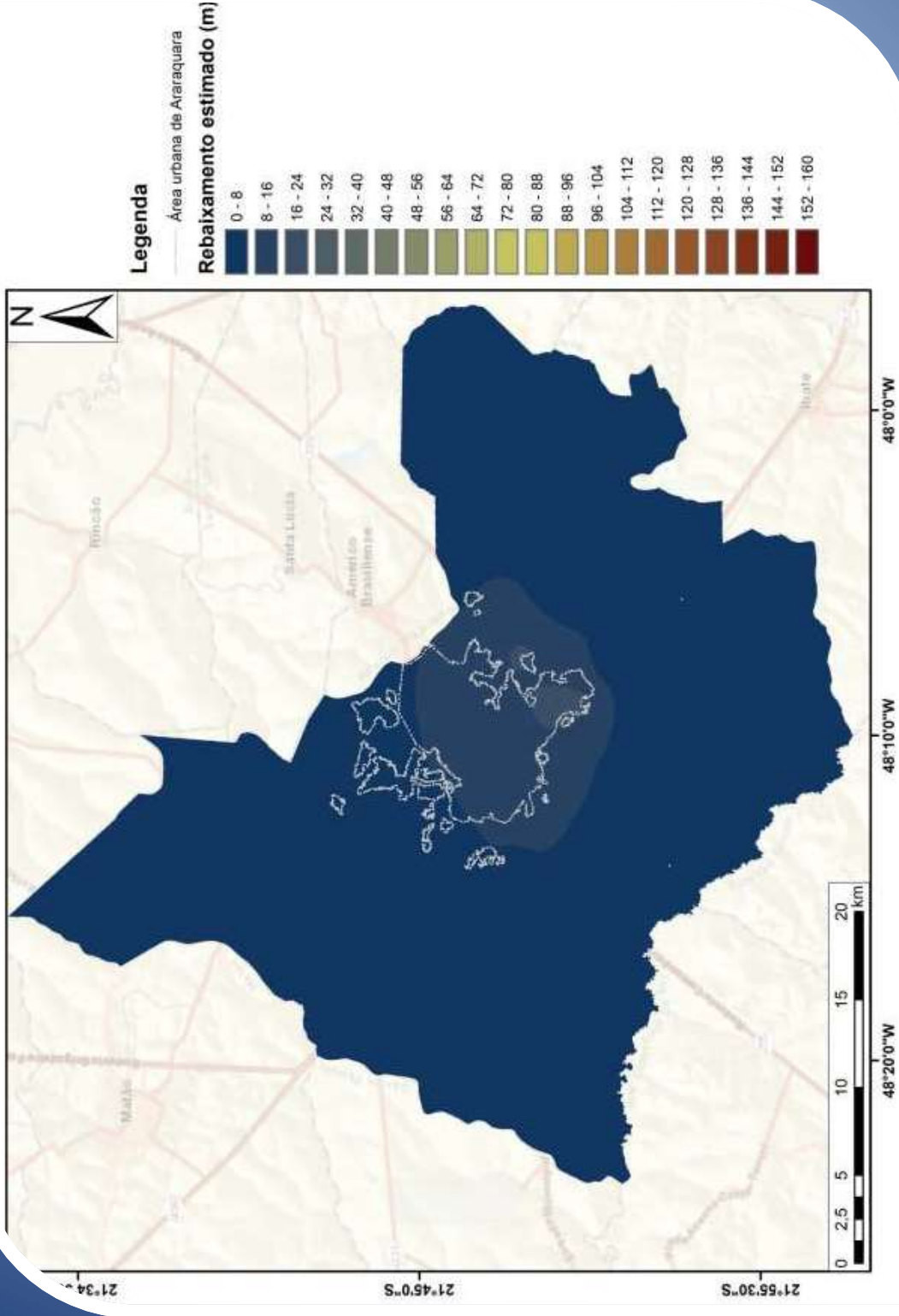




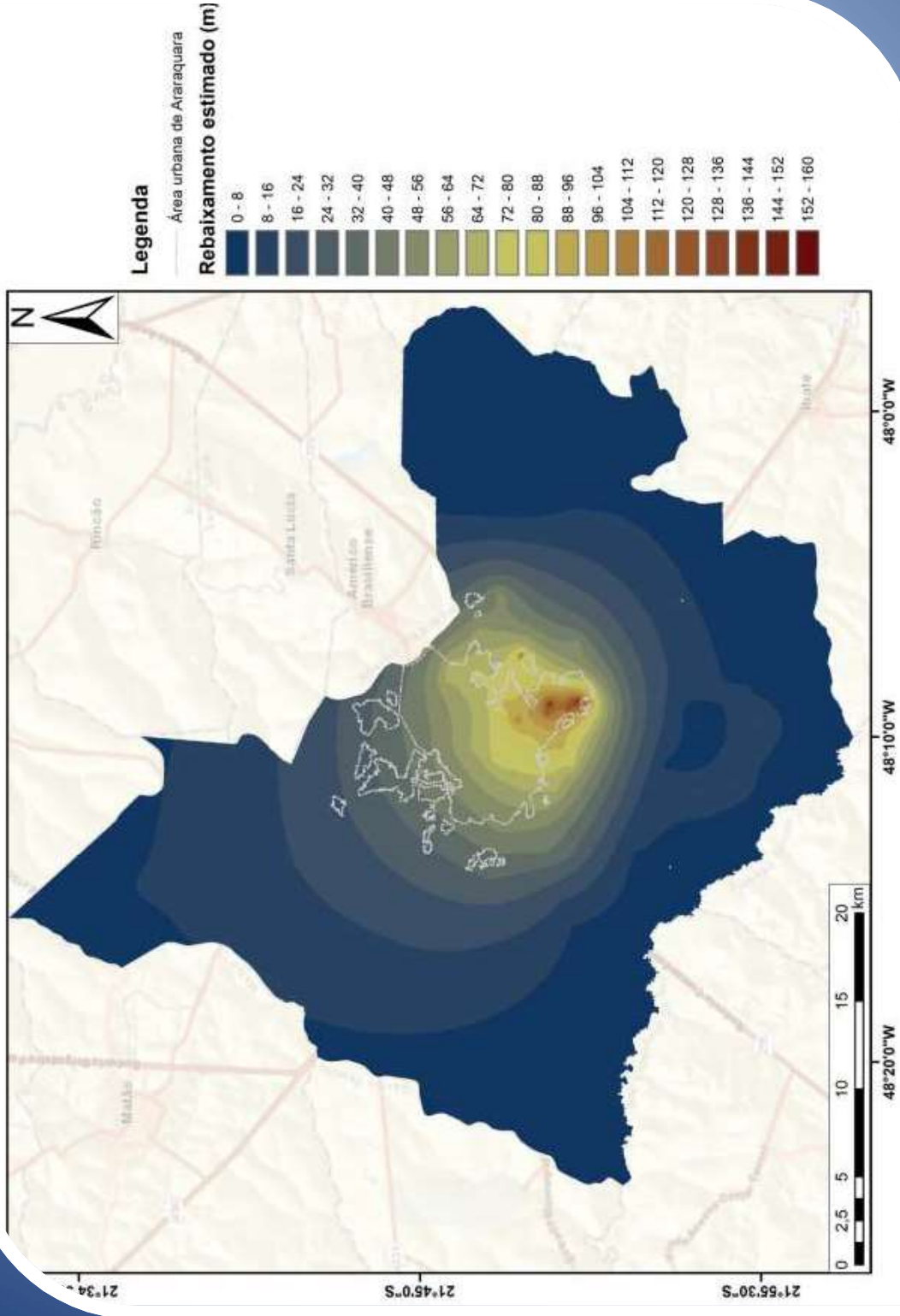
Rebaixamento
estimado do
nível de água do
SAG em 2033
Cenário 2



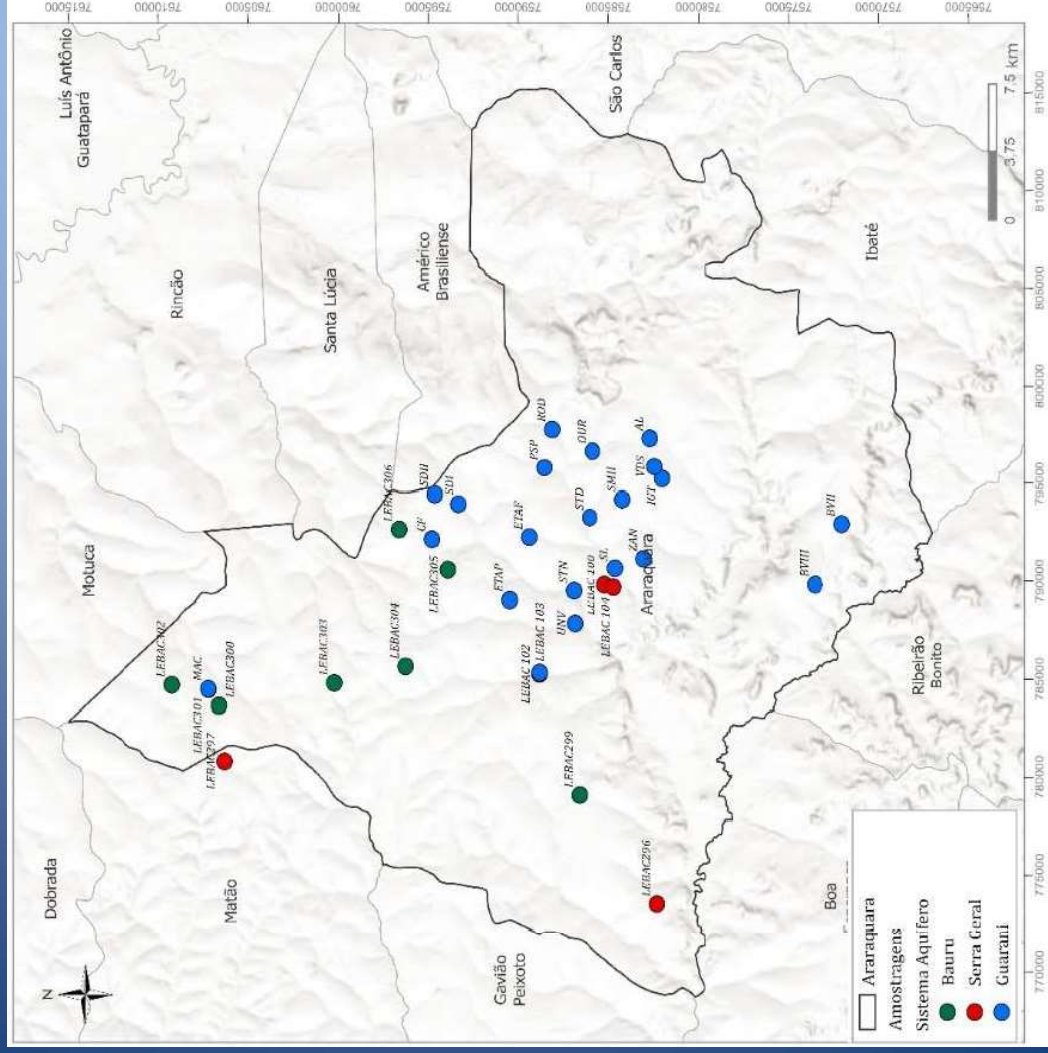
Rebaixamento
 estimado do
 nível de água do
 SAG em 2073
Cenário 2



Rebaixamento
estimado do
nível de água do
SAG em 2033
Cenário 3



Rebaixamento
 estimado do
 nível de água do
 SAG em 2073
Cenário 3



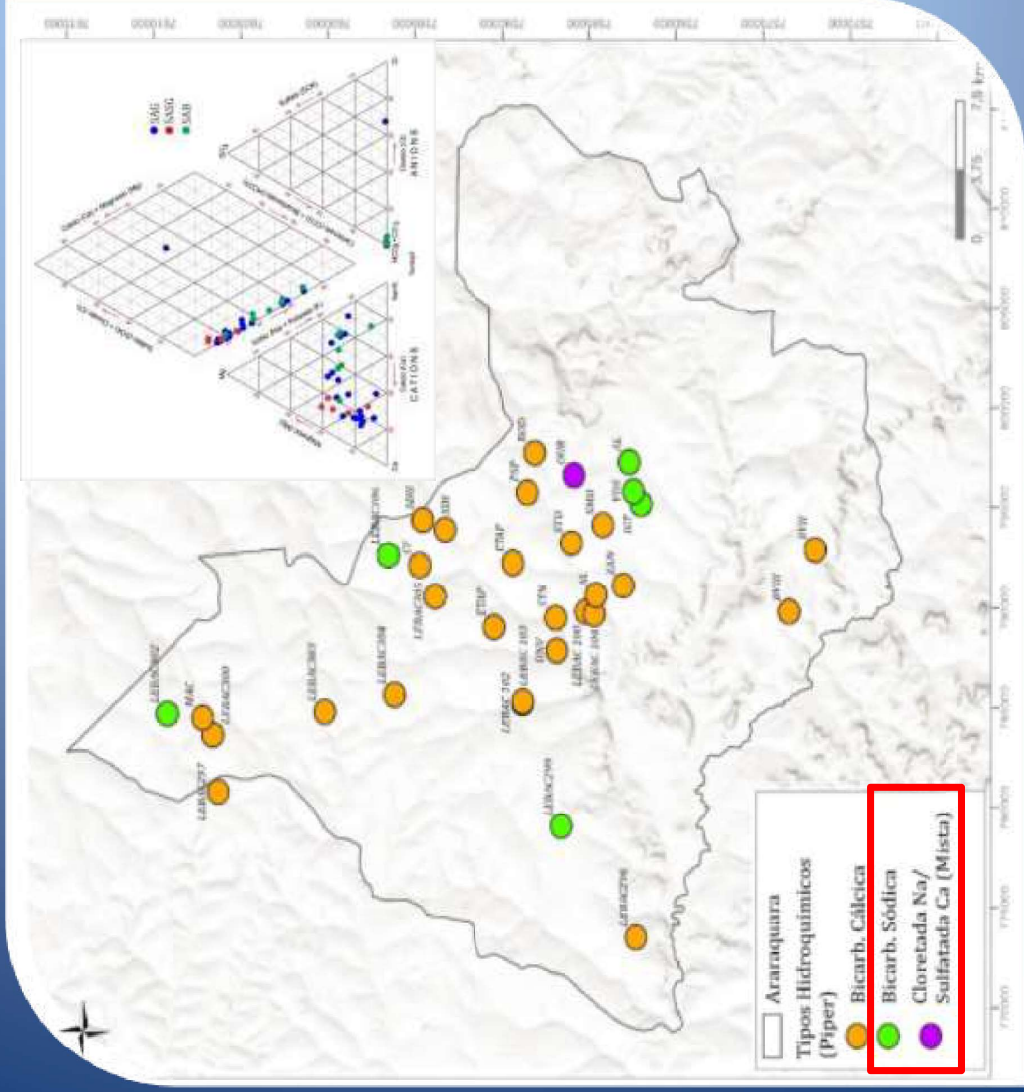
Aqüífero Guarani	21 poços
Aqüífero Serra Geral	5 poços
Aqüífero Bauru	7 poços
Total	33 poços

PARÂMETROS AMOSTRADOS

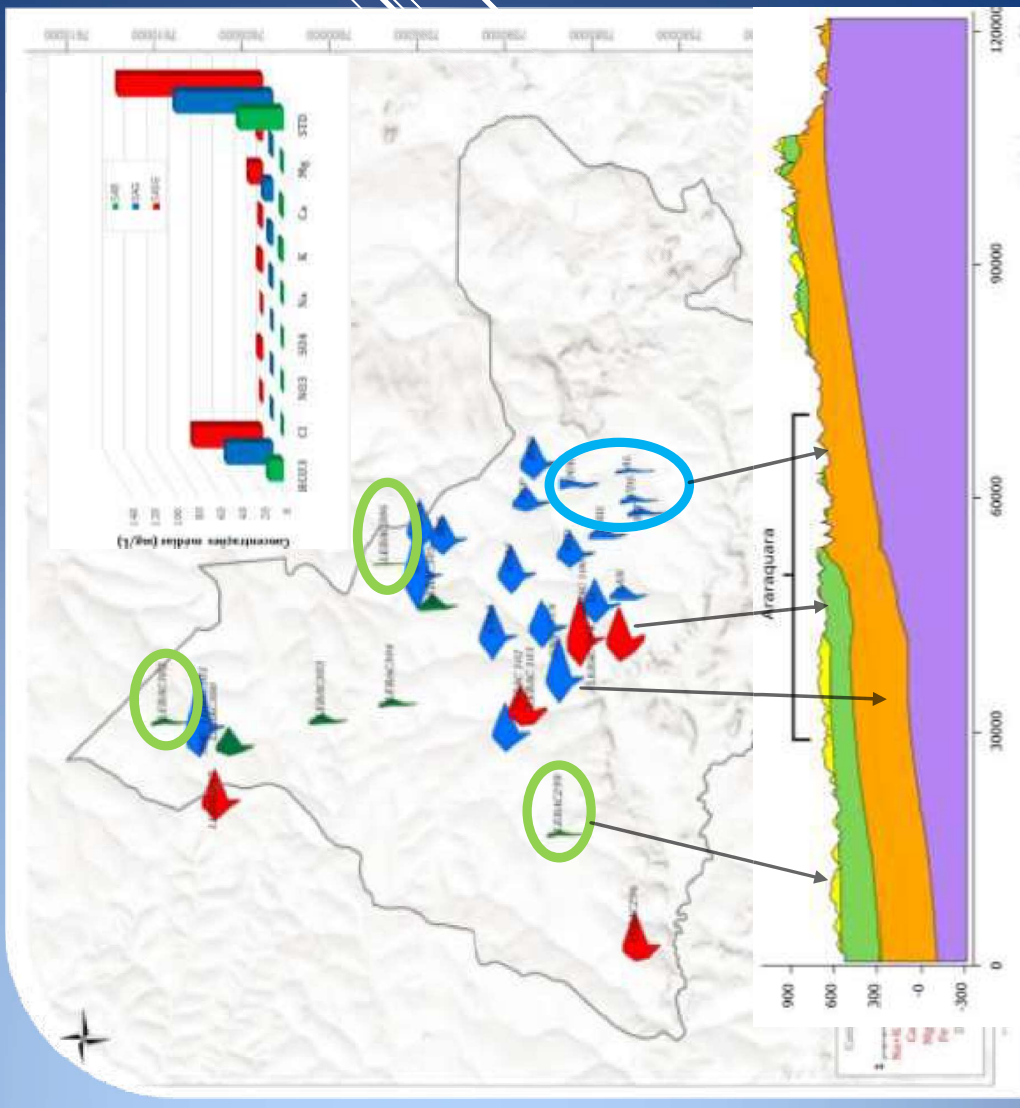
HCO₃, F, Cl, NO₂, NO₃, SO₄, Acetato, Br,
 PO₄, Li, Na, NH₄, K, Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr,
 Cu, Fe, Mg, Mn, Mo, Ni, P, Pb, SiO₂, Sr, V, Zn,
 STD (mg/L)

CE (µS/cm) , pH,

Tipos hidroquímicos

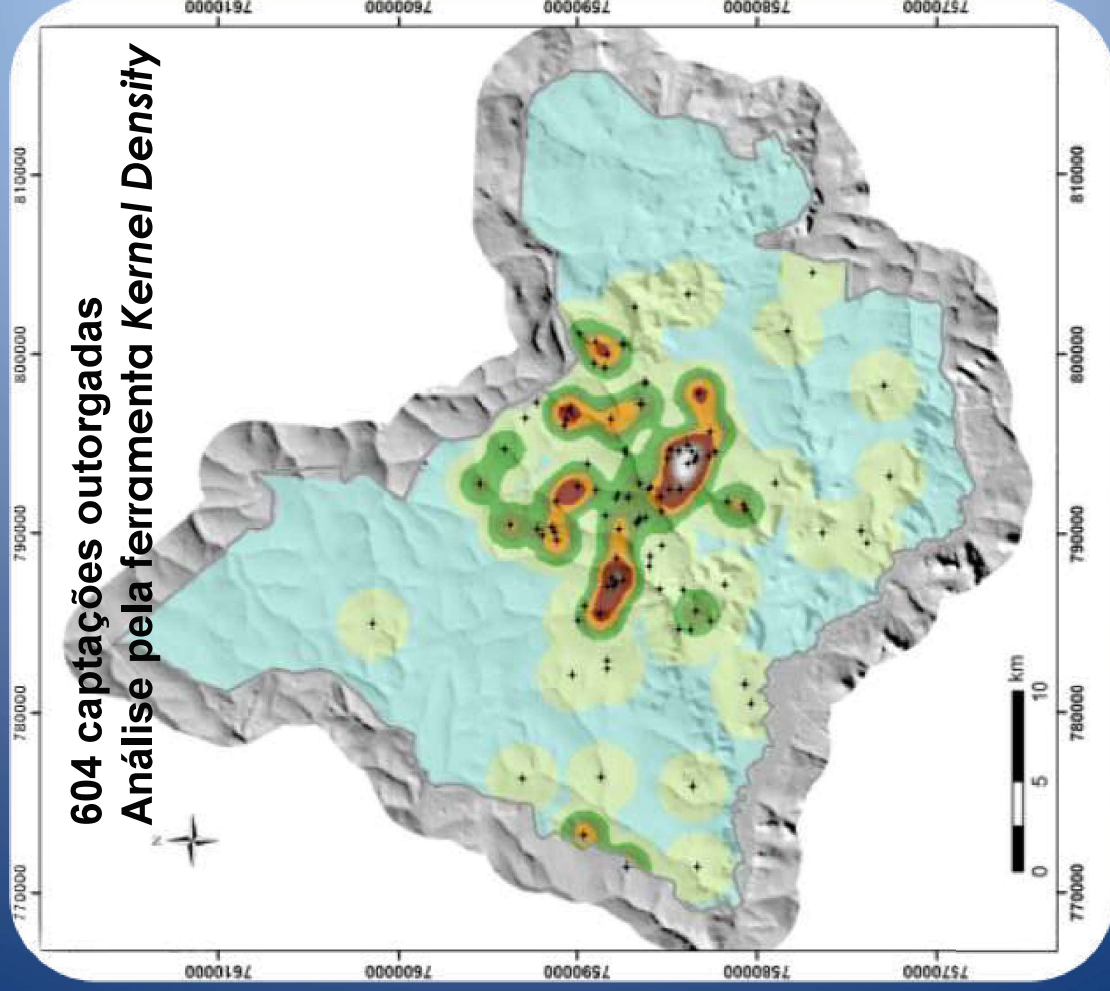


Diagramas de Stiff



ZONEAMENTO DA EXPLOTAÇÃO DAS ÁGUAS DO SAG

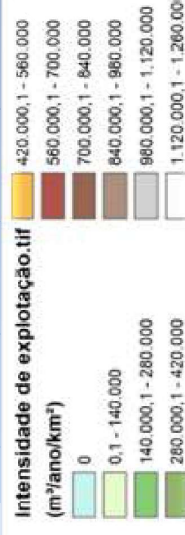
604 captações outorgadas
Análise pela ferramenta Kernel Density



As áreas potencialmente críticas em termos de extração têm seu limite inferior na faixa de ocorrência de densidade de vazão de **$0,14 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}/\text{km}^2$** .

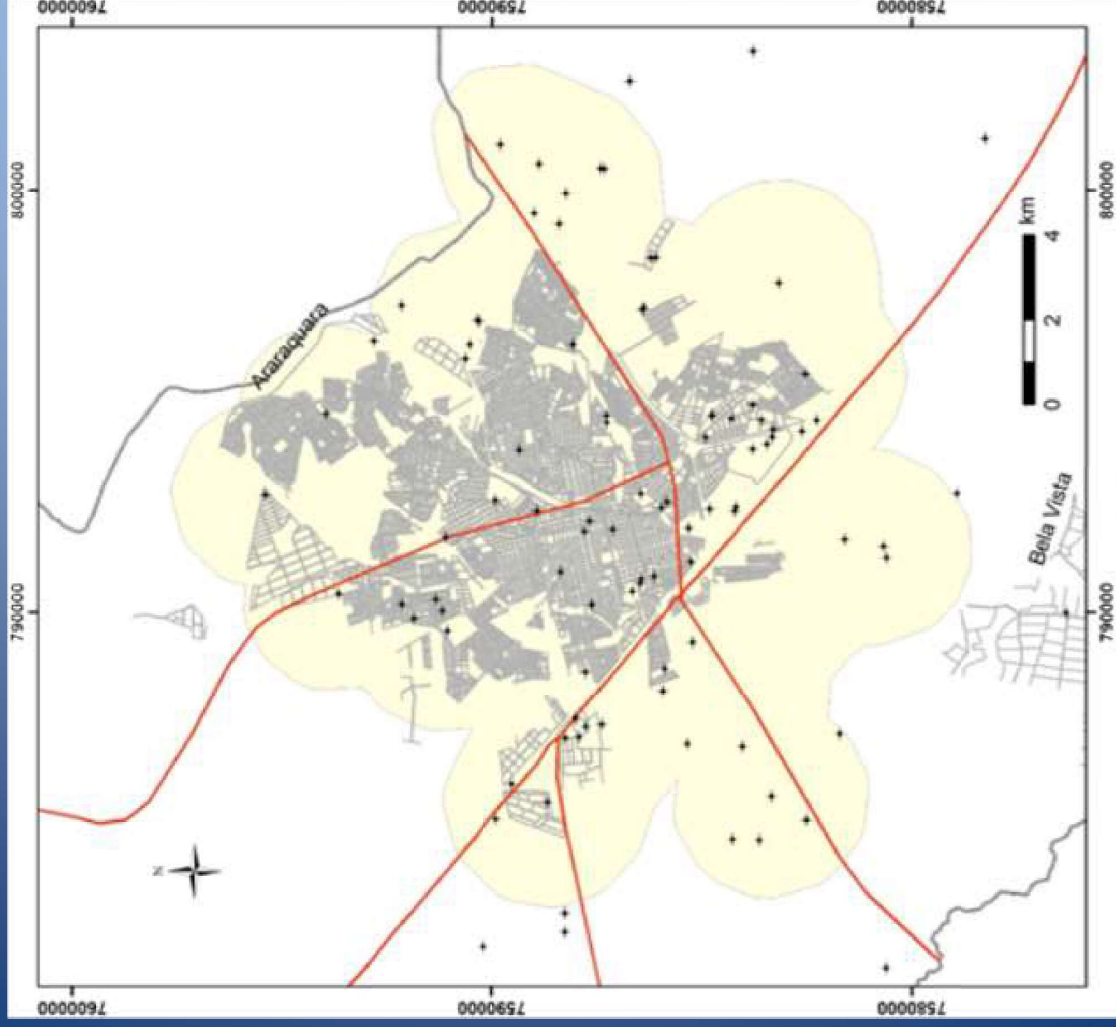
As vazões extraídas nesta faixa são quase 10 X maiores do que a recarga máxima da zona confinada, calculada em 15 mm/ano ou **$0,015 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}/\text{km}^2$** .

Comparada com a recarga máxima da zona aflorante de 190 mm/ano ou **$0,19 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}/\text{km}^2$** , essa faixa de vazão corresponde a 74% da recarga.



ÁREA DE CONTROLE DA EXTRAÇÃO DE ÁGUA SAG

A área de controle da extração de água do SAG foi definida com limite inferior na faixa de ocorrência de densidade de vazão de **0,14 x 10⁶ m³/ano/km²**



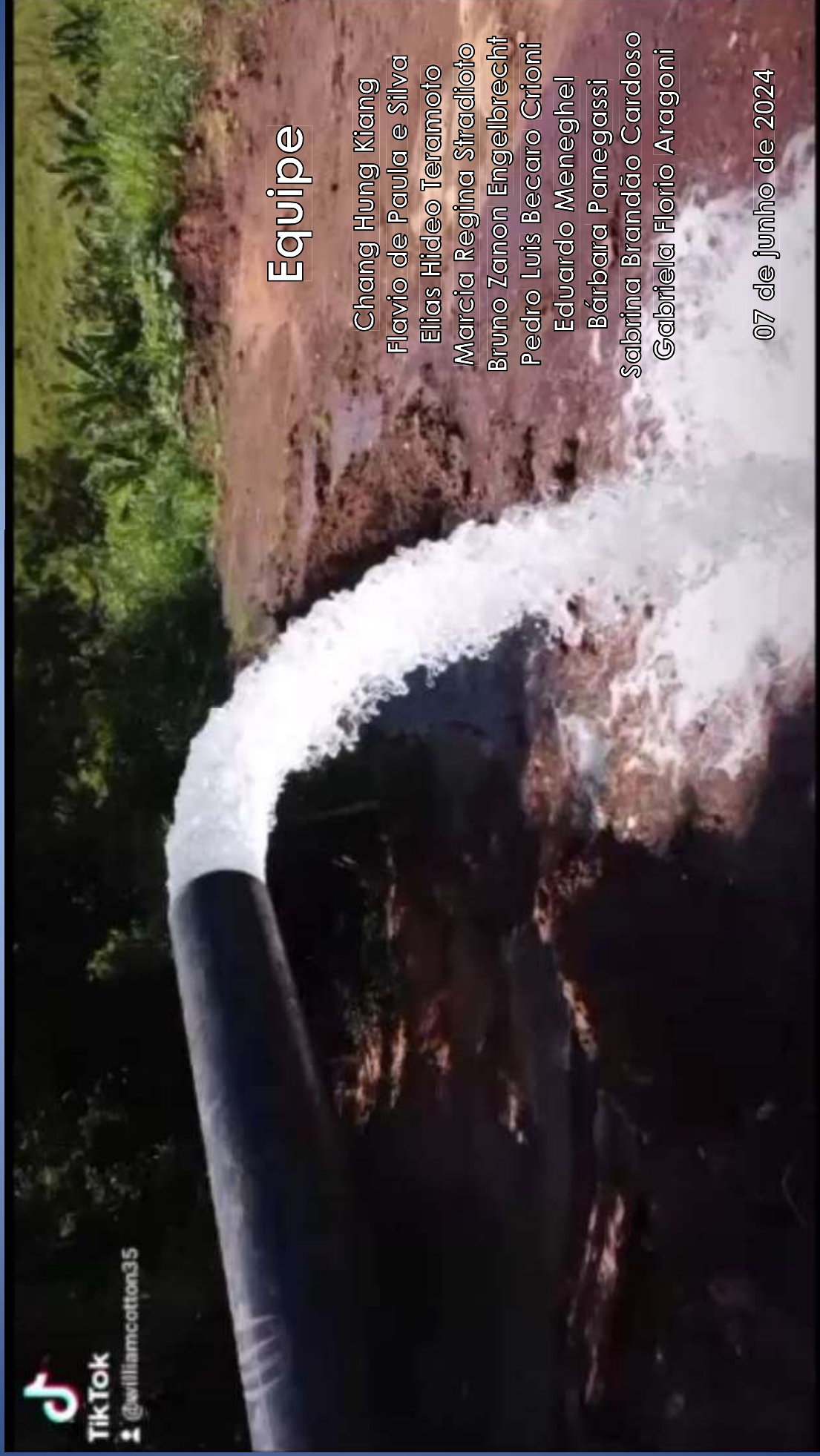
- Legenda**
- + Poços outorgados no SAG
 - Limite municipal
 - Área de controle
 - Rodovias
 - Malha urbana

CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

- ❖ **Existência de um alto estrutural na porção sudeste do município que direciona o fluxo subterrâneo no sentido da área de confinamento;**
- ❖ **Existência de um baixo potenciométrico que coincide com a área de maior concentração de poços;**
- ❖ **O monitoramento dos poços mostrou oscilações de baixa amplitude, relacionadas à interferência entre poços e processos de recarga natural;**
- ❖ **Houve rápida diminuição da carga hidráulica do SAG na área urbana, em duas décadas;**
- ❖ **As simulações numéricas projetam a continuidade do descenso dos níveis de água do SAG no futuro;**

CONCLUSÕES/ RECOMENDAÇÕES

- ❖ **O zoneamento da extração de água do SAG mostra que as vazões extraídas na área urbana e vizinhanças são 10 X maiores do que a recarga da zona confinada (10 a 15 mm/ano) e representam 74% da recarga direta na área de afloramento (140 – 190 mm/ano);**
- ❖ **Concentrações relativamente elevadas de Nitrito e Cloreto nas regiões do Distrito Industrial II e Ouro são sugestivas de um processo de contaminação em andamento;**
- ❖ **Na área urbana do município é preciso implementar o monitoramento quali-quantitativo do SAG, mapear fontes de contaminação e disciplinar o uso do solo nas áreas de afloramento;**
- ❖ **Ampliar a quantidade de poços para monitoramento quali-quantitativo.**



 TikTok
@williamcotton35

Equipe

Chang Hung Kiang
Flavio de Paula e Silva
Elias Hideo Teramoto
Marcia Regina Stradioto
Bruno Zanon Engelbrecht
Pedro Luis Becaro Crioni
Eduardo Meneghel
Bárbara Panegassi
Sabrina Brandão Cardoso
Gabriela Florio Aragoni

07 de junho de 2024