



O CASO DE MARINGÁ

O CASO DE MARIALVA

O CASO DE LONDRINA



enquanto pela interpretação de lineamentos a direção EW é bastante importante, os *trends* de fraturas que mais se aproximam são ENE ou WNW; e (4) Nota-se que, entre de lineamentos e de fraturas medidas, existem 5 intervalos principais de direções estruturais na área de Bonfim Paulista (NS-N25E, N40-55E, N30-55W, N65-80W e N5-25W).

Como funciona?

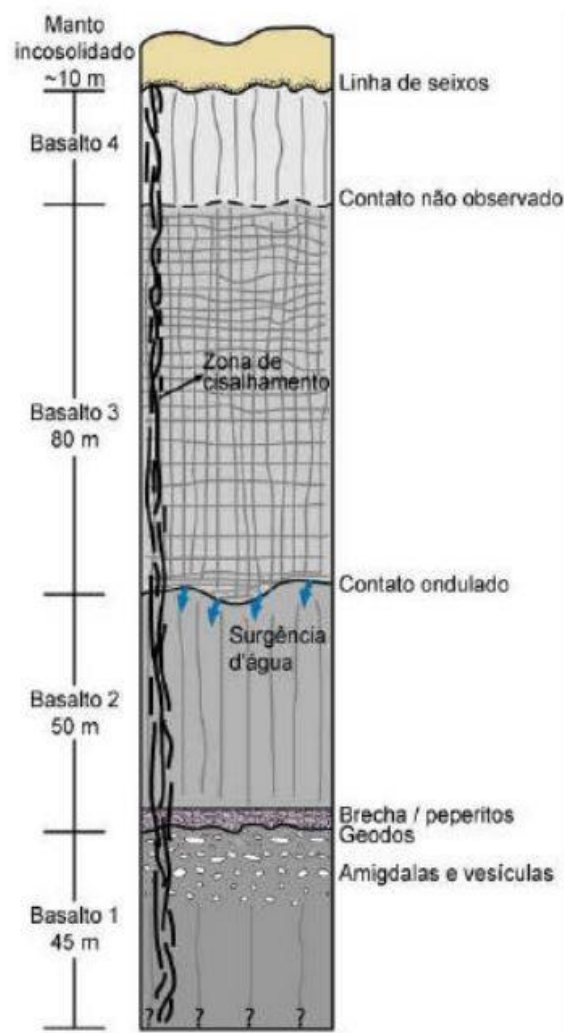
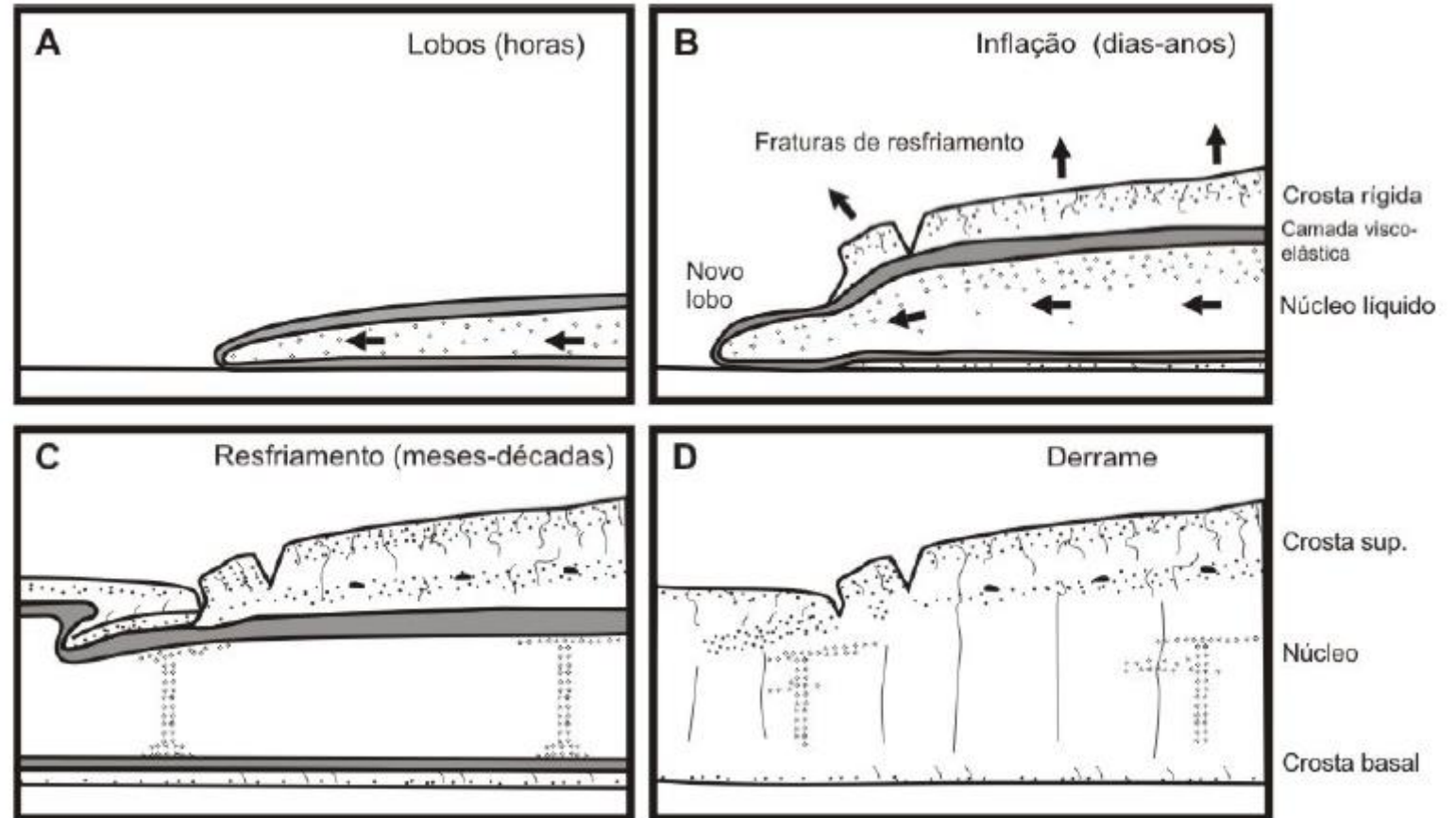
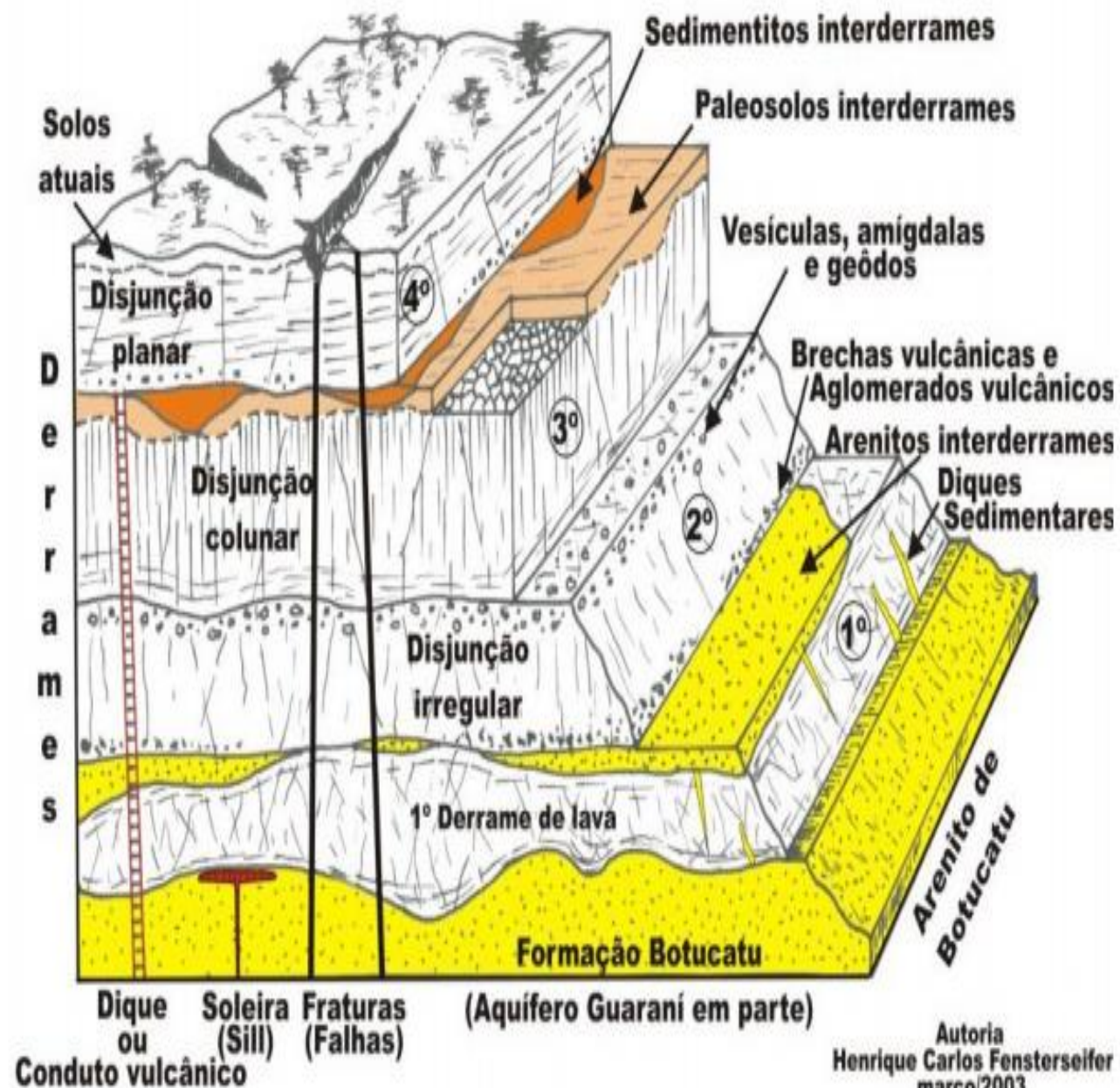
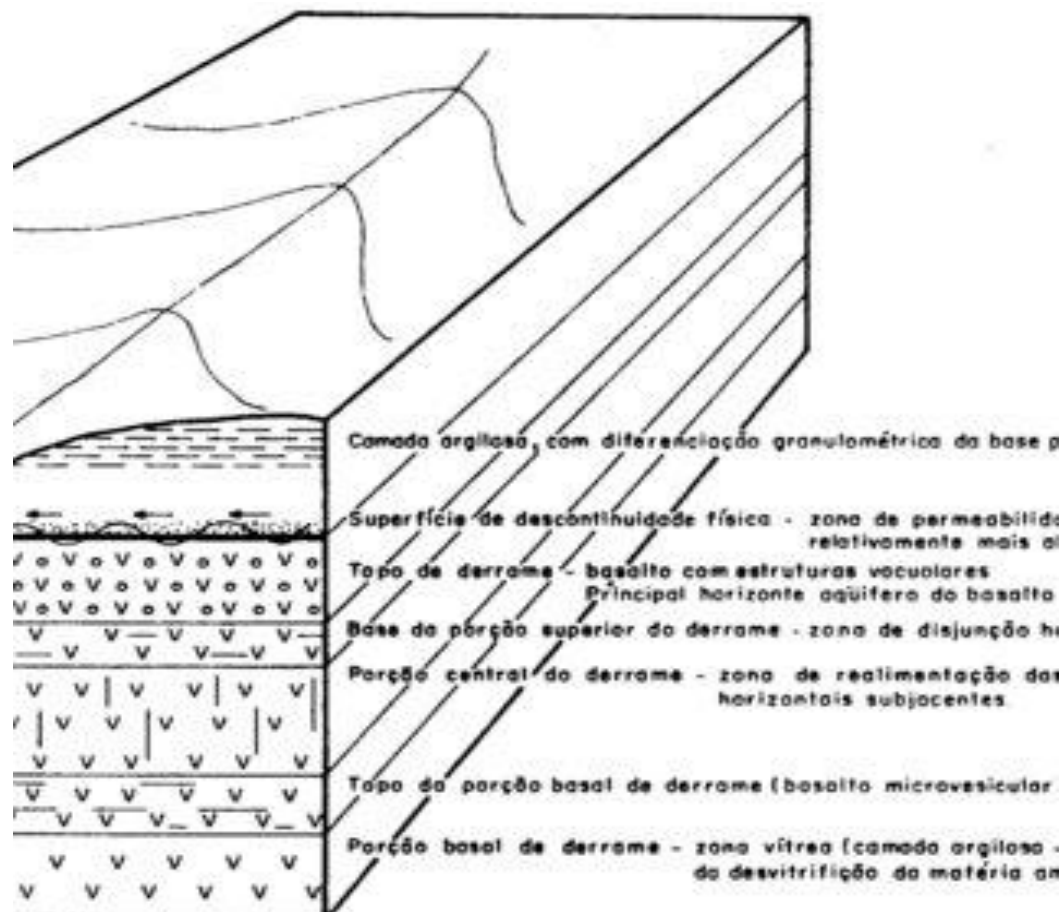
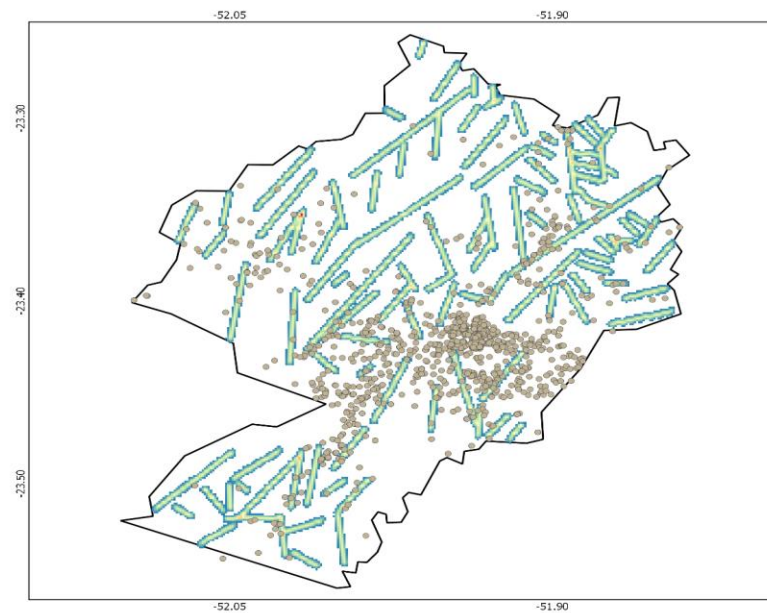


Figura 1. Colú basaltos mape







Mapa de Densidade de Lineamentos (Kernel) e Localização dos Poços Tubulares do Município de Maringá

Densidade de lineamentos em um raio de 100 m

- > 1
- 1-2
- 2-3
- 3-4
- 4-5

Poços Tubulares

Limite Municipal de Maringá

Fonte: Imagem SRTM, Earth Explorer, USGS. Outorgas Emitidas AGUAS PARANÁ, 2019.

Mapa de Densidade de Lineamentos (Kernel) e Localização dos Poços Tubulares do Município de Maringá

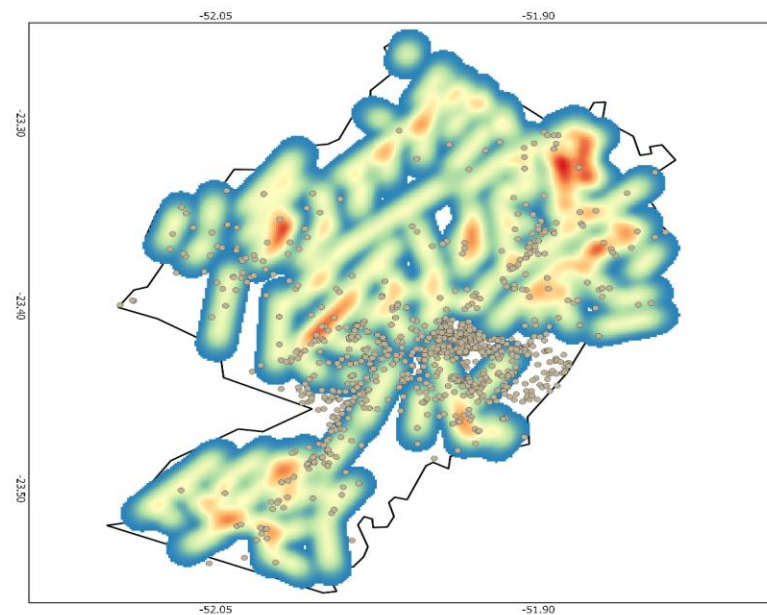
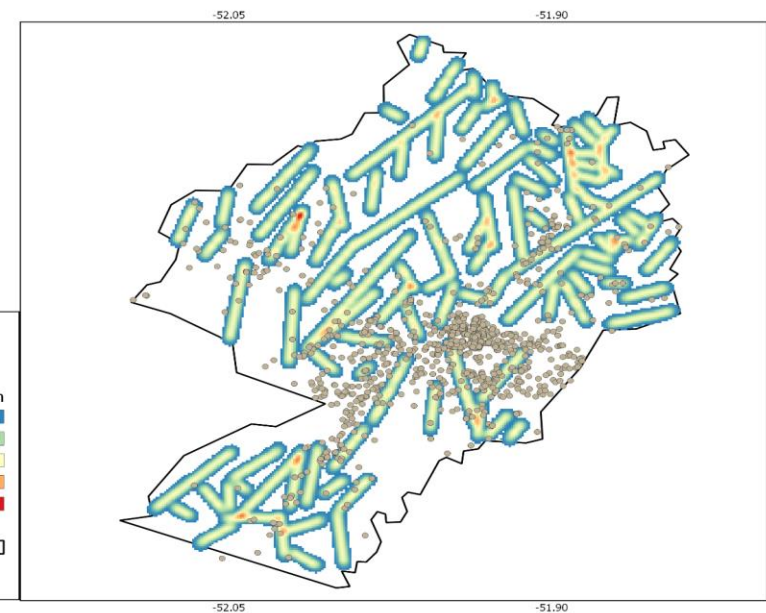
Densidade de Lineamentos em um raio de 200m

- ≥ 1
- 1-2
- 2-4
- 4-7
- 7-9

Poços Tubulares

Limite Municipal de Maringá

Fonte: Imagem SRTM, Earth Explorer, USGS. Outorgas Emitidas AGUAS PARANÁ, 2019.



Mapa de Densidade de Lineamentos (Kernel) e Localização dos Poços Tubulares do Município de Maringá

Densidade de Lineamentos em um raio de 500 m

- ≥ 1
- 1-6
- 6-11
- 11-17
- 17-23

Poços Tubulares

Limite Municipal de Maringá

Fonte: Imagem SRTM, Earth Explorer, USGS. Outorgas Emitidas AGUAS PARANÁ, 2019.

Mapa de Densidade de Lineamentos (Kernel) e Localização dos Poços Tubulares do Município de Maringá

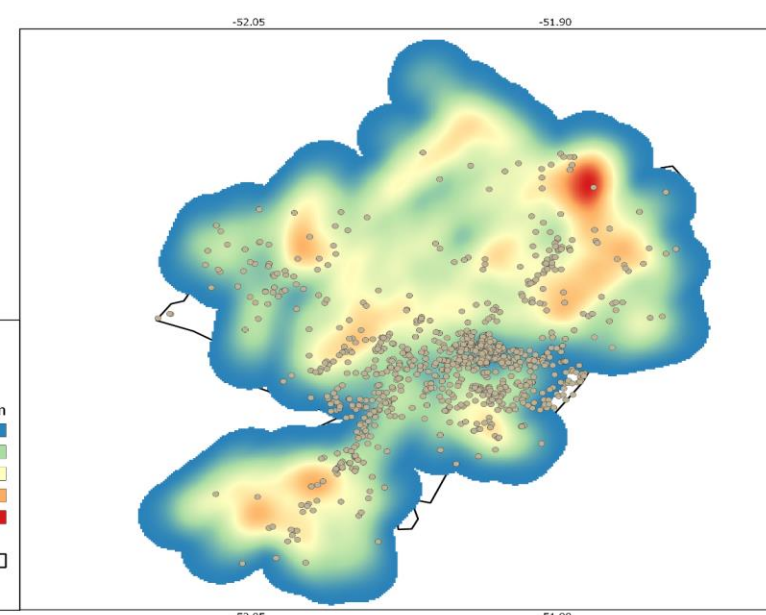
Densidade de Lineamentos em um raio de 1000 m

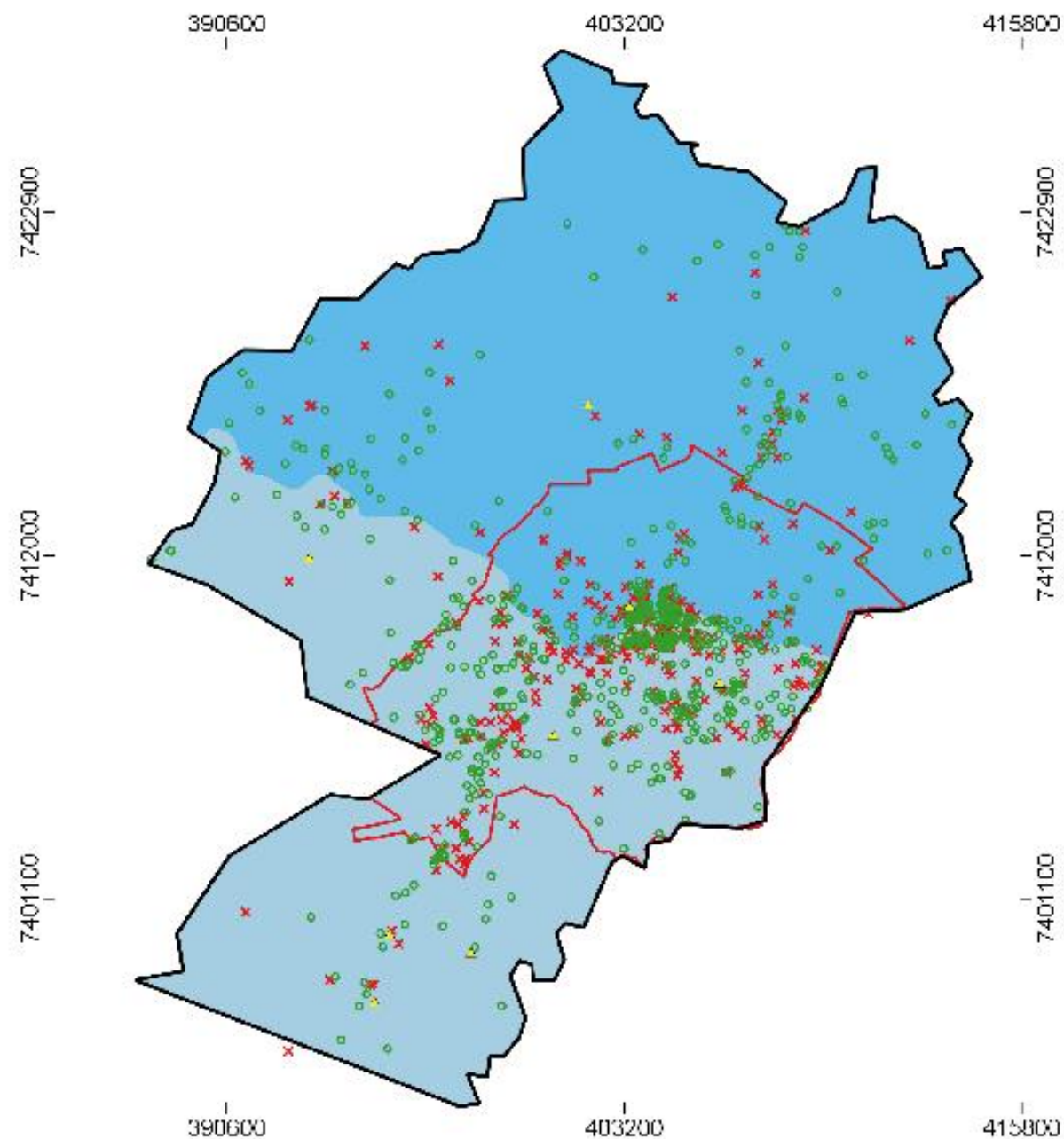
- ≥ 1
- 1-17
- 17-34
- 34-52
- 52-69

Poços Tubulares

Limite Municipal de Maringá

Fonte: Imagem SRTM, Earth Explorer, USGS. Outorgas Emitidas AGUAS PARANÁ, 2019.





Localização dos Poços Tubulares no Município de Maringá

Legenda

Situação da Outorga

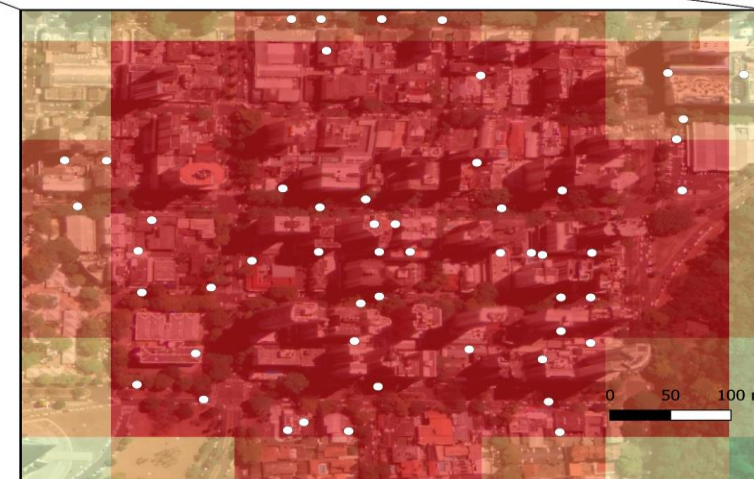
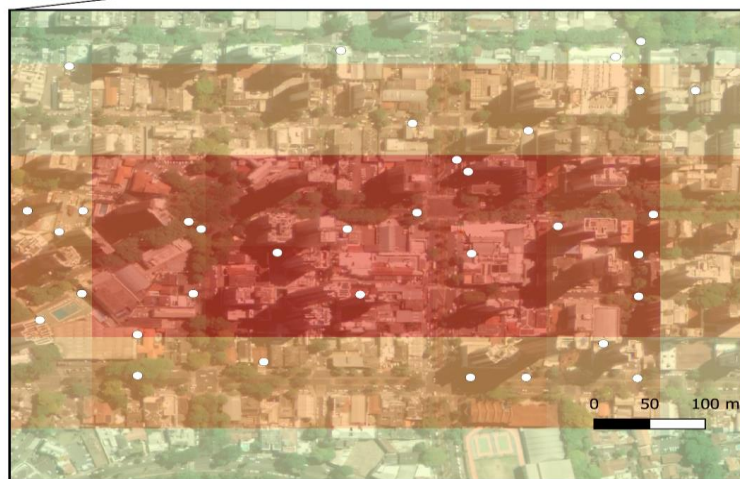
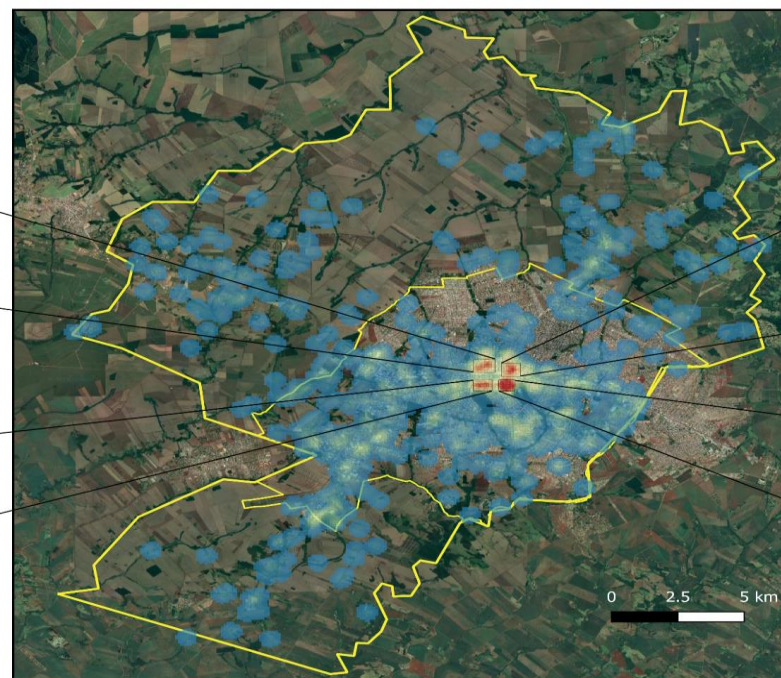
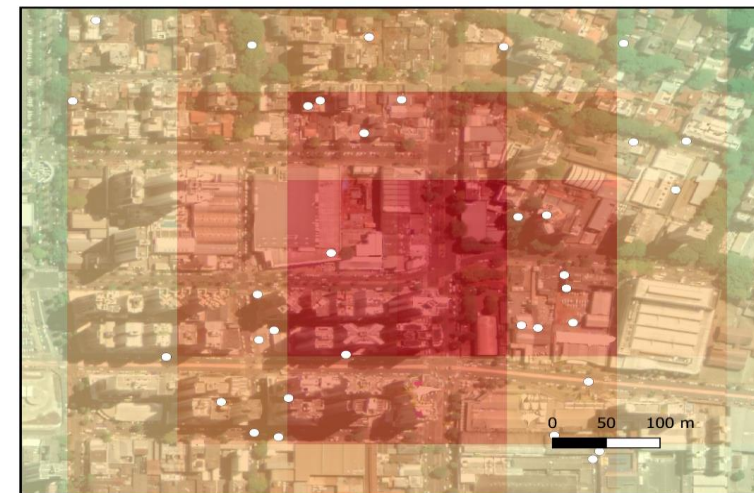
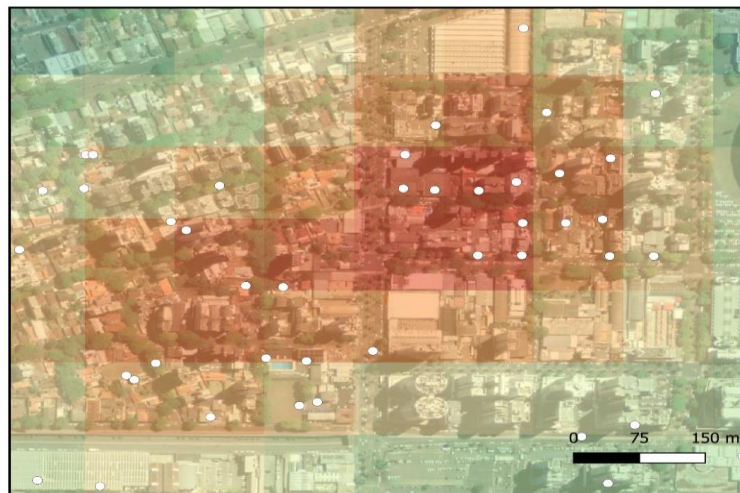
- Vigente
- × Vencida
- ▲ Em Renovação
- Bacia do Rio Ivaí
- Bacia do Rio Pirapó
- Limite área urbana de Maringá
- Limite do Município de Maringá



Fonte:

- Outorgas Emitidas, AGUASPARANÁ, 2019
- Base Hidrográfica e Altimetria, COPEL/AGUASPARANÁ, 2011

Mapa de Densidade (Kernel) de Poços Tubulares do Município de Maringá



Legenda

Densidade de Poços

- ≤ 1
- 1-5
- 5-10
- 10-15
- 15-20

Poços Tubulares

- Limite Urbano do Município de Maringá
- Limite do Município de Maringá

Fonte: Outorgas Emitidas, AGUAS PARANÁ, 2019. Imagem Google Earth, visualizado em 12/19.



As águas do Parque do Ingá

Relatório preliminar sobre as análises isotópicas das coletas de águas subterrâneas e águas superficiais.

Introdução

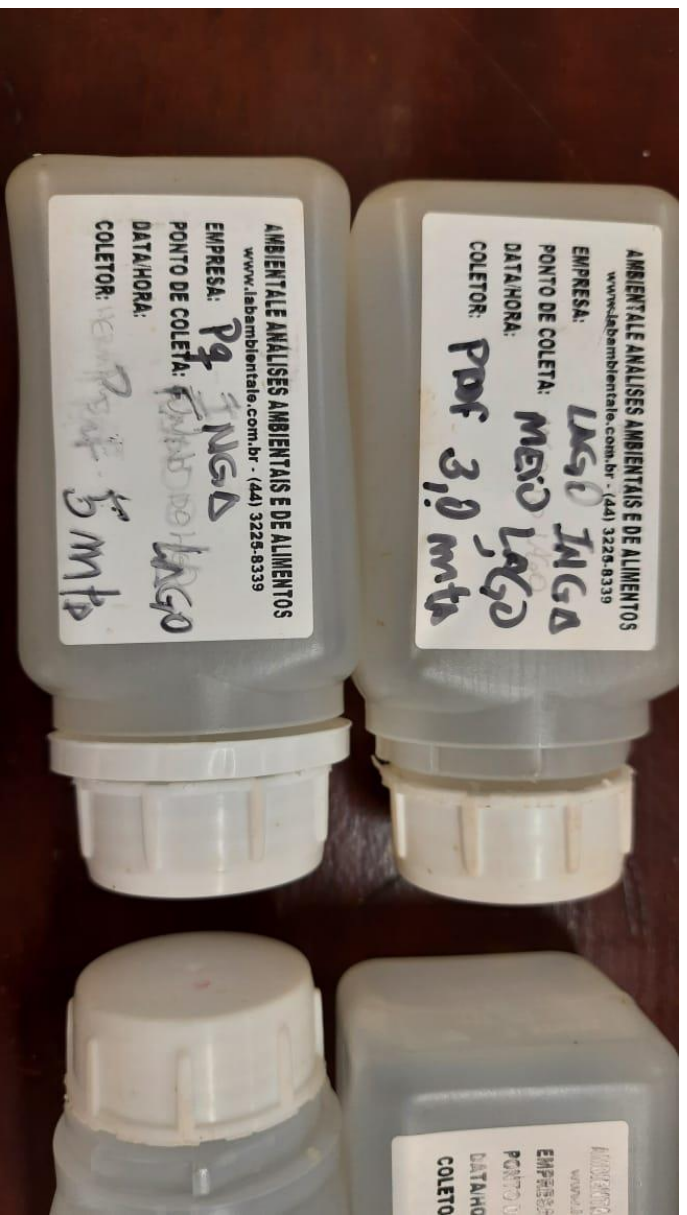
- As ações antrópicas têm alterado o clima pontualmente e a conscientização da importância da manutenção dos recursos hídricos (superficiais e subterrâneos), para a qualidade da vida da população, em especial para o uso urbano.
- No ambiente urbano os mananciais são, em geral, expostos a degradação devido ao intenso despejo de efluentes domésticos e industriais e, ao uso e ocupação do solo realizado de maneira desordenada.
- Uma das contribuições da ciência moderna para a avaliação de recursos hídricos é o desenvolvimento de técnicas com aplicação dos isótopos ambientais nas águas, tanto superficiais, como subterrâneas, além da sua interação.
- Com o crescimento da demanda por água em regiões com mudanças no suprimento de água, em tempos de alteração climática, geram informações sobre as origens verdadeiras e a sua história evaporativa, que mostra um entendimento espacial e vertical dos sistemas de suprimento urbano, incluindo o reuso das águas, servindo como ferramenta de gerenciamento, EHLERINGER, BARNETTE - 2016

Isótopos – o que são?

- Isótopos são elementos de massa atômica diferente, embora seu número de elétrons se mostra intacto. Isótopos ambientais são traçadores para os processos ambientais, são indicadores de processos hidro meteorológicos, que auxiliam na dinâmica da água no ciclo hidrológico, dando indicação da recarga e movimentos da água subterrânea e seu tempo de residência. Assim como a origem de um rio ou um lago e a formação e origem da precipitação, AGGARVAL, 2016 ; GOVENDER 2013 ; JASECHKO, 2014.
- Diferentes condições, diferentes fontes de água em condições naturais mostram valores diferentes nas suas razões isotópicas de H-O, que mostram as alterações ambientais. Estas alterações são conhecidas pelo fracionamento do isótopo na transição da fase aquosa (CHEN, 2019).

- Para os isótopos pesados de deutérios (D) e oxigênio – 18 (O^{18}), estão na maioria das vezes na fase residual da evaporação ou condensação da fase líquida e, a remoção da fase vapor ou da fase líquida, provoca a separação parcial dos isótopos, STEWARD, 1975.
- O fracionamento isotópico é a transição de um estado físico ou químico a outro. Existem três caminhos dependentes da massa:
- O termodinâmico (equilíbrio físico e químico);
- O cinético (reações biogeoquímicas de uma única direção e irreversível). E;
- O fracionamento de transporte durante os processos difusos, MOOK, 2002.

- O trabalho iniciou-se com a coleta de amostras de água, no lago, do Parque do Ingá e no poço tubular do Parque do Ingá e uma outra coleta num poço tubular, na Avenida Horácio Racanello com a Avenida São Paulo, e mais outras duas coletas em torneiras que recebem águas da concessionária.
- As alíquotas deverão ser armazenadas em recipientes de polietileno, de 100 ml, “in natura”, a ser transportados a temperatura de $\pm 4^\circ \text{C}$.
- A razão isotópica será obtida por espectrometria de massa da razão isotópica (IRMS-MS), segundo a International Atomic Energy Agency (IAEA), através do laboratório d- LARHIA – Laboratório de Recurso Hídricos e Isótopos Ambientais, da UNESP – CEA, campus de Rio Claro- SP, pelos métodos:
- Razão deutério – hidrogênio (D/H);
- Razão $\text{O}^{18} / \text{O}^{16}$

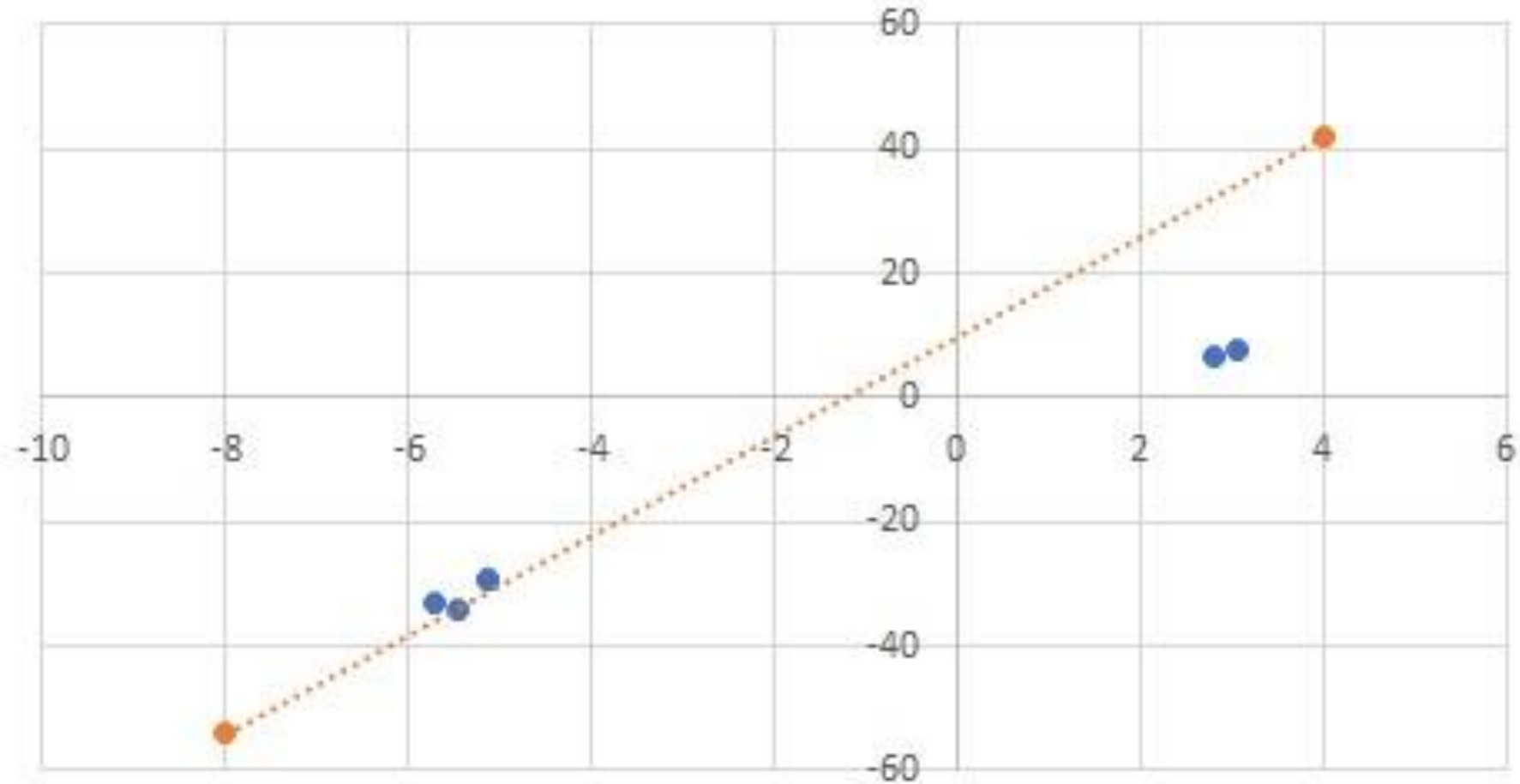


- Ponto 1: Meio do Lago a 3 metros de profundidade.
- Lat Long: -23.4284457,-51.9294262
- O Ponto 2, próximo ao Vertedouro, com 5 metros de profundidade.
- Lat Long: -23.4292276,-51.9292066
- O Ponto 3, coletado no poço 1, dentro do parque do Ingá.
- Lat Long: -23.4302021,-51.9287848
- o ponto 4, foi chamado de poço 2, no prédio situado na Avenida. Horácio Racanello Filho, n. 5355, esquina com Avenida São Paulo.
- O ponto 5, foi uma coleta para água da concessionária na casa na Avenida Bento Munhoz da Rocha.
- O ponto 6 foi de uma torneira, dentro do Parque do Ingá, que é servida pela concessionária.

Após análise das amostras pelo LARHIA.
Observou-se o quadro abaixo:

5887	Casa 1 Pq Inga	-29.5	-5.14
5888	Lago Inga 5 mt	7.7	3.06
5889	Lago Inga Meio 3 mt	6.6	2.82
5890	Pq Inga Poco Pq	-33.1	-5.72
5891	Casa 2 Sanepar	-29.2	-5.13
5892	Poco Predio Rocanelo	-34.0	-5.47

Título do Gráfico



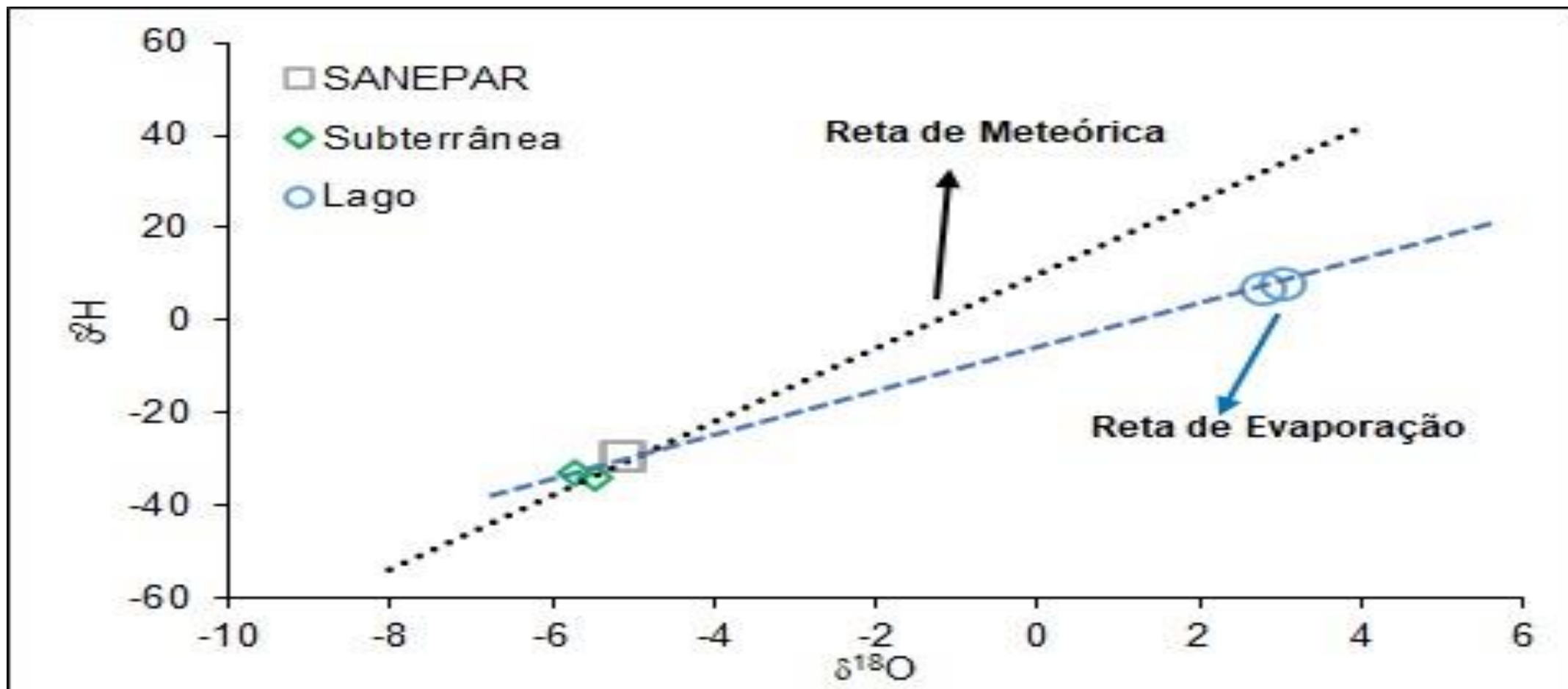
Três
águas
dife-
rentes

- o Lago evapora demais (os pontos azuis a direta e acima), as águas dos poços são diferentes da água da SANEPAR. Não muito, mas são diferentes.
- **A água do lago vem da pluviosidade?**

Não dá para ter certeza, mas está **evaporando muito**.

- A água do lago muito provavelmente, vem da evaporação de água que vem de uma dessas fontes.
- Ou melhor, a água do lago é produto da chuva. Para saber, com certeza, deveremos ter a composição da água de chuva e um estudo que compreenda o todo o ano hidrológico.
- A reta meteórica orienta a variação das concentrações dos isótopos segundo a evolução do clima.
- Observar a reta de evaporação. Esta reta mostra o desvio das relações entre os isótopos pela evaporação

- Os poços estão rebaixando o lago?
não, não se comunicam.



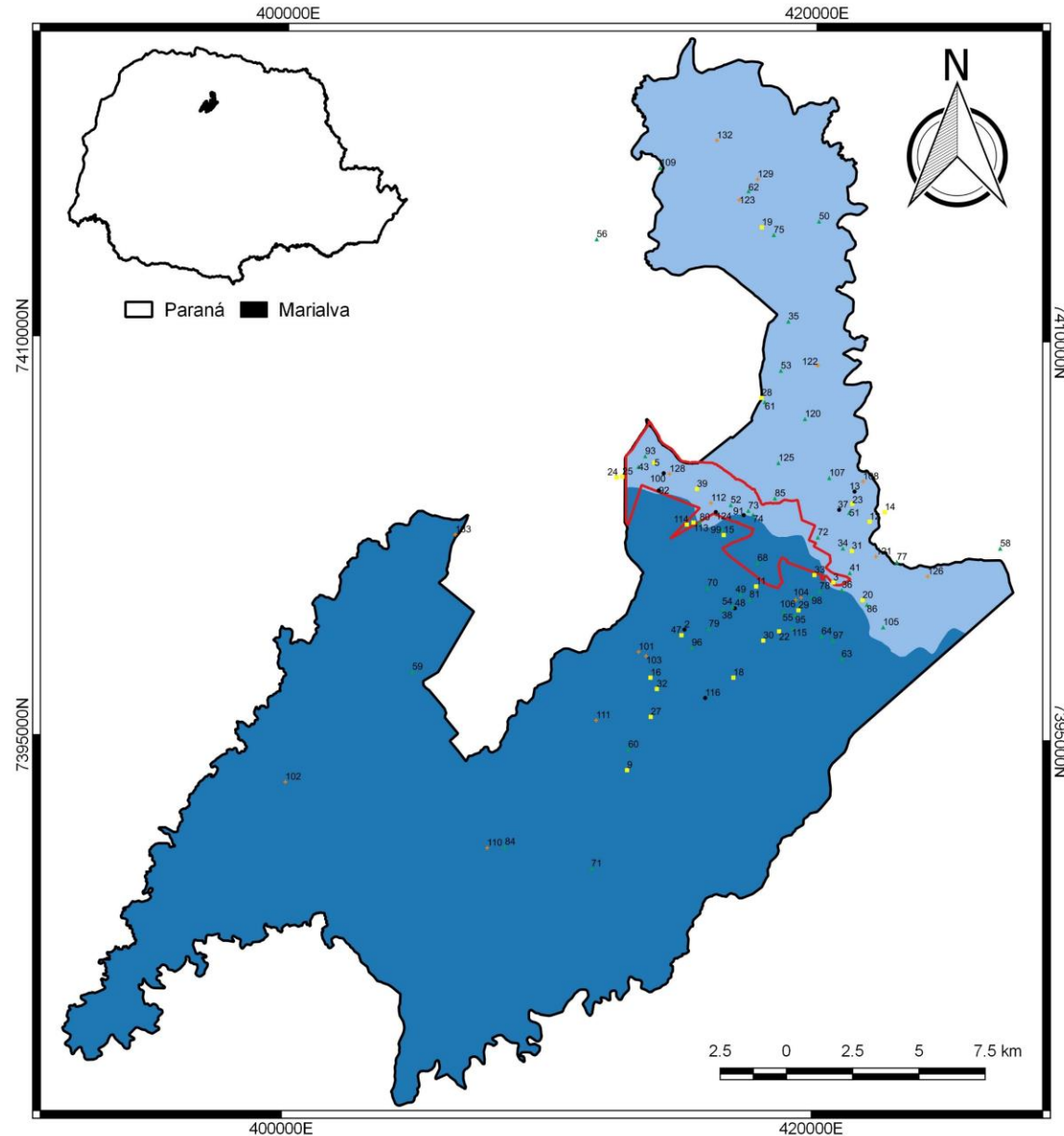
: reta meteórica e reta de evaporação. Fonte: LARHIA, 2021

- A água da concessionária e dos poços tem origem claramente da precipitação.
- A água do Lago pode ter origem na descarga das águas subterrâneas **(veja bem o PODE)**, e ter sofrido forte evaporação, como indicado pela reta de evaporação.
- Não existe a menor possibilidade dos poços estarem bombeando água do lago, mas o bombeamento dos poços pode afetar na chegada de água no lago, ou seja, a retirada de água subterrânea está diminuindo a água do fluxo de base que não chega mais no lago.
- Exemplo do que acontece com a seca das surgências que alimentavam o lago do parque, isso representa um rebaixamento do nível do freático na região. Em aquíferos fraturados, muitas vezes, o freático não se relaciona diretamente com o nível piezométrico dos poços tubulares. A relação entre percolação e infiltração é derivada da velocidade muitas vezes inferior que representa a infiltração, em relação a percolação.

Observações finais

- Para afirmar algo com mais certeza precisaríamos de um plano de monitoramento para ver as variações sazonais, especialmente na composição isotópica da água do lago e na composição isotópica das águas pluviais.
- Geol. Hermam Vargas Silva
 - Geol^a. Caroline Stelfeld
 - Geol. Luand Piassa

Localização dos poços tubulares



Localização dos Poços Tubulares - Cadastro IAT - Município de Marialva - PR

Ano de Perfuração dos Poços

- 1998 - 2004
- 2005 - 2009
- 2010 - 2014
- 2015 - 2019

□ Perímetro Urbano

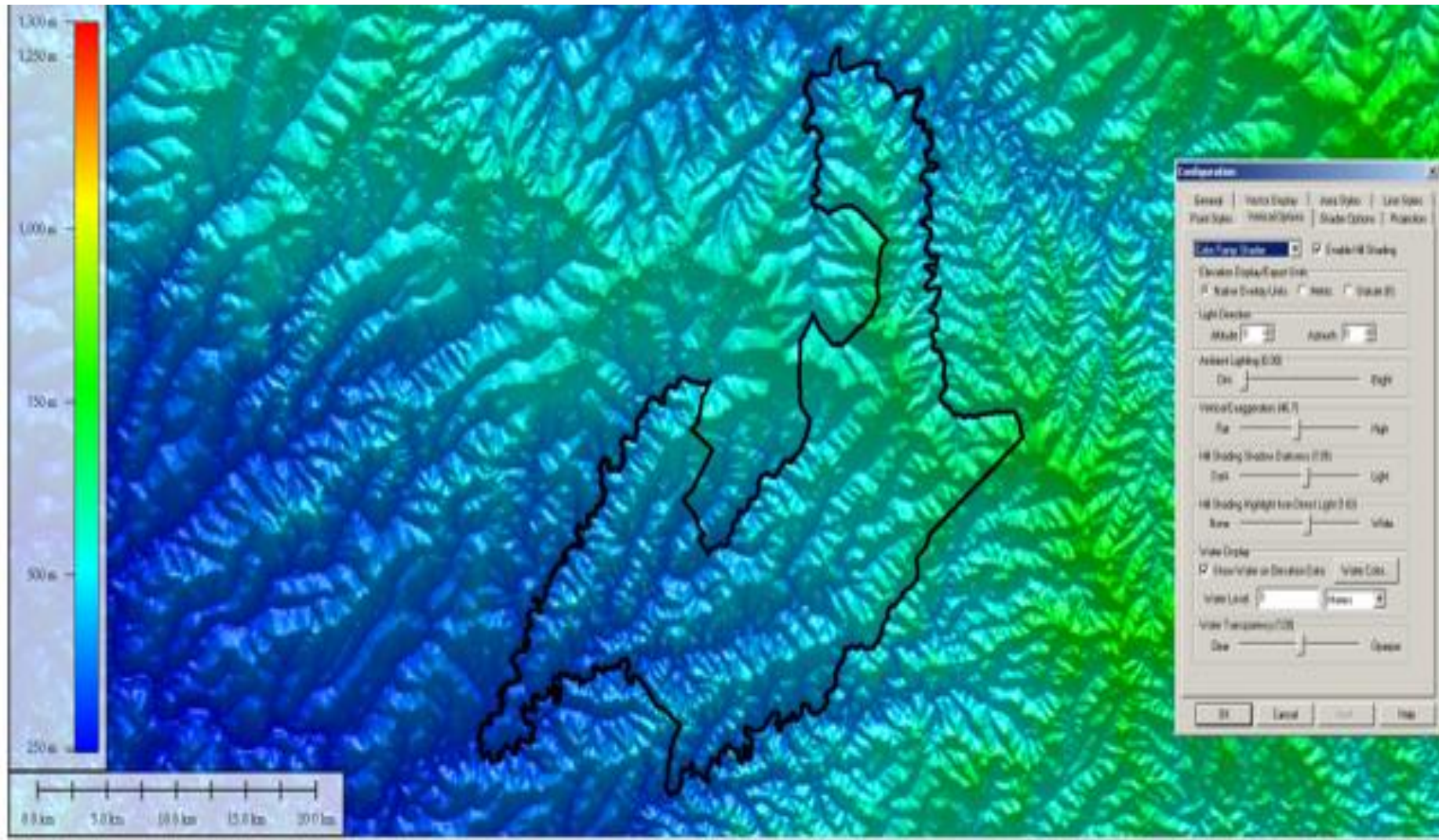
□ Marialva

■ Bacia Hidrográfica Ivaí

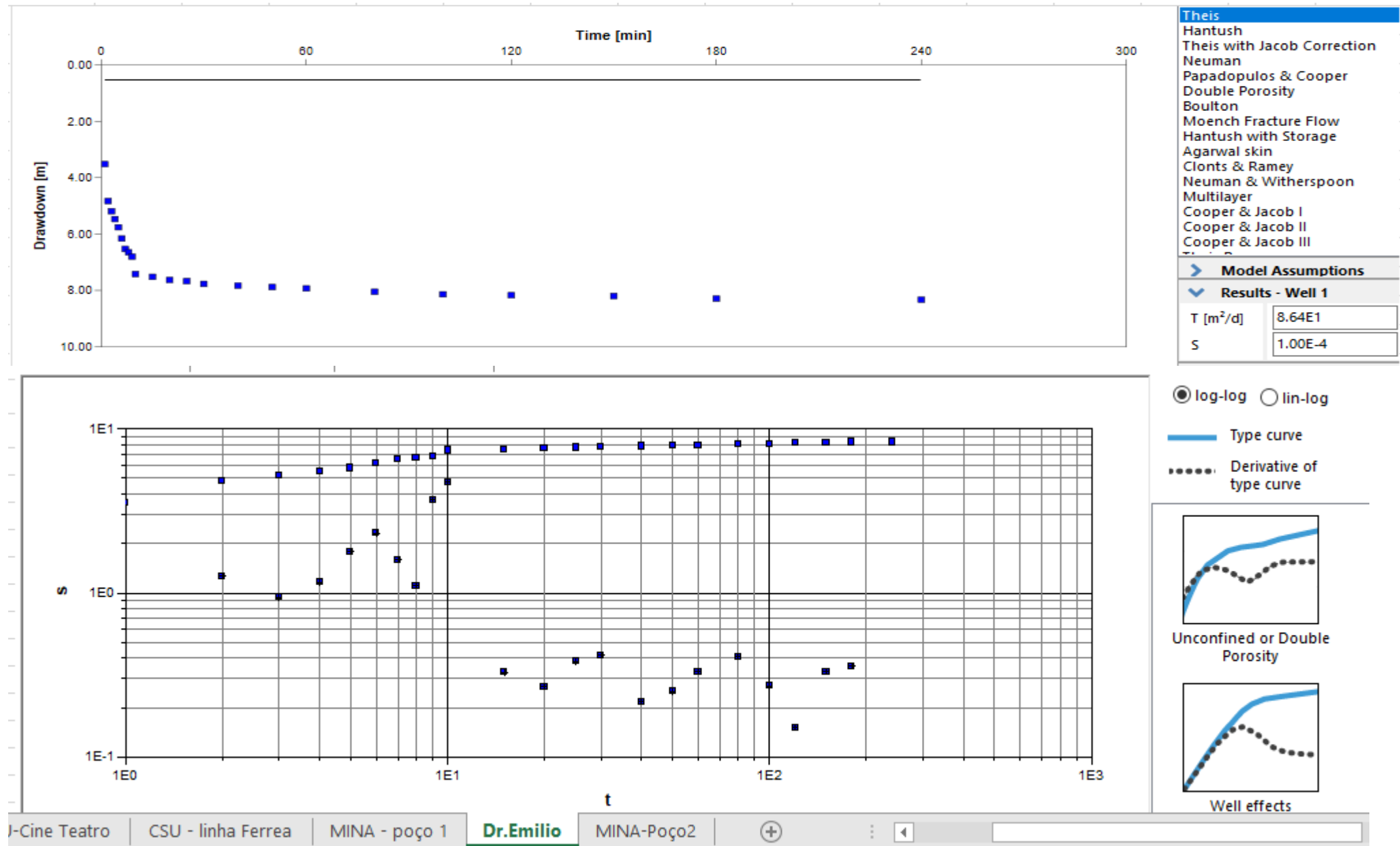
■ Bacia Hidrográfica Pirapó

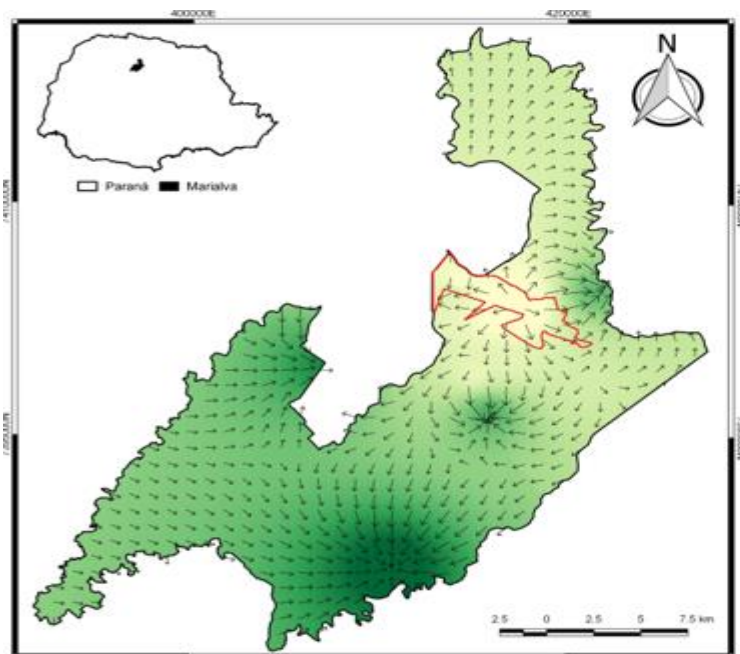
Organizado pelo autor
Fonte: Poços - IAT, 2019
Limites Político-Administrativos - IBGE, 2017
Datum/Projeção: SIRGAS 2000 / UTM 22 Sul

Marialva :



Teste de vazão de 24 horas e análise da integral





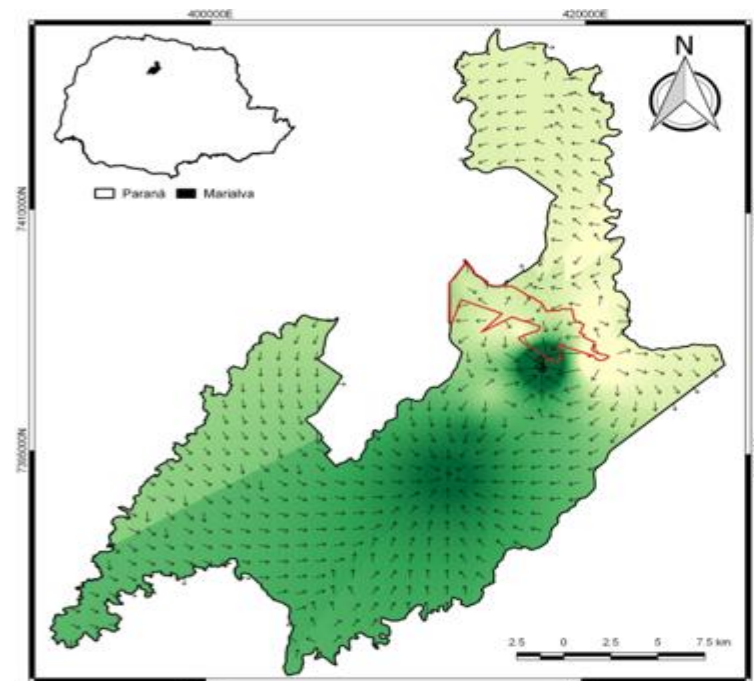
**Fluxo Subterrâneo baseado no
Nível Estático - 1998 a 2004 -
Cadastro IAT - Município de
Marialva - PR**

Nível Piezométrico (m.a.n.m.)

- 406.9 - 440.1 m
- 440.2 - 473.3 m
- 473.4 - 506.6 m
- 506.7 - 539.8 m
- > 539.9 m

→ Fluxo
Perímetro Urbano
Marialva

Organizado pelo autor
Fonte: Pçaes - IAT, 2018
Unidade Público-Administrativa - IBGE, 2017
Datum/Projeção: SBRGAS 2000 / UTM 22 Sul



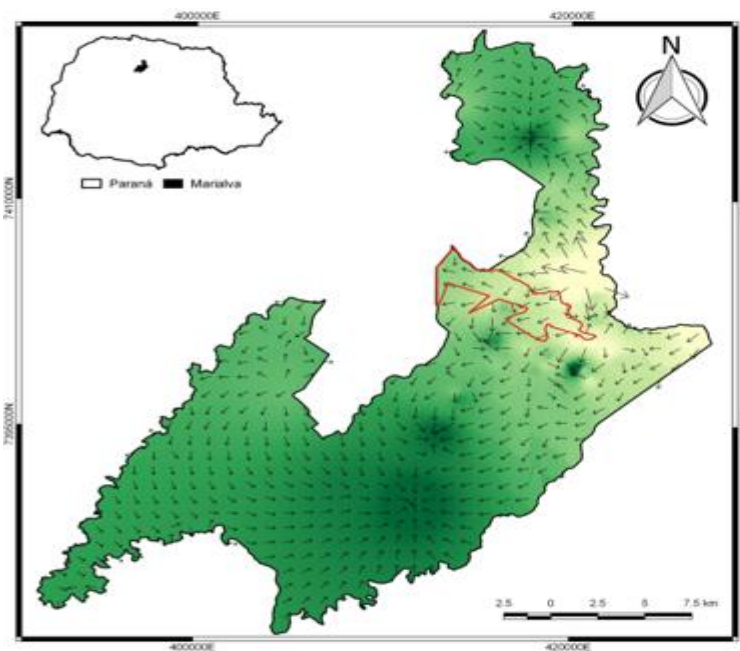
**Fluxo Subterrâneo baseado no
Nível Estático - 2005 a 2009 -
Cadastro IAT - Município de
Marialva - PR**

Nível Piezométrico (m.a.n.m.)

- 435.3 - 462.6 m
- 462.7 - 490 m
- 490.1 - 517.4 m
- 517.5 - 544.8 m
- > 544.9 m

→ Fluxo
Perímetro Urbano
Marialva

Organizado pelo autor
Fonte: Pçaes - IAT, 2018
Unidade Público-Administrativa - IBGE, 2017
Datum/Projeção: SBRGAS 2000 / UTM 22 Sul



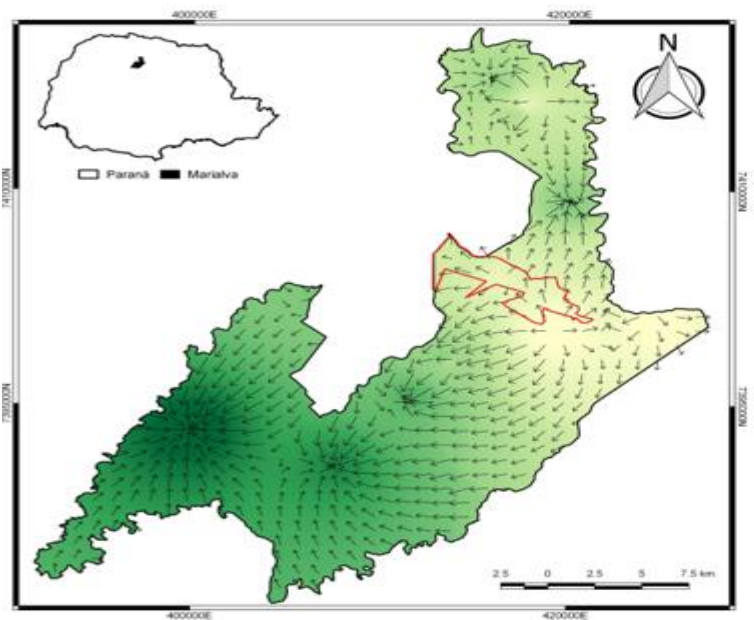
**Fluxo Subterrâneo baseado no
Nível Estático - 2010 a 2014 -
Cadastro IAT - Município de
Marialva - PR**

Nível Piezométrico (m.a.n.m.)

- 411.4 - 457.8 m
- 457.9 - 504.4 m
- 504.5 - 551 m
- 551.1 - 597.5 m
- > 597.6 m

→ Fluxo
Perímetro Urbano
Marialva

Organizado pelo autor
Fonte: Pçaes - IAT, 2018
Unidade Público-Administrativa - IBGE, 2017
Datum/Projeção: SBRGAS 2000 / UTM 22 Sul



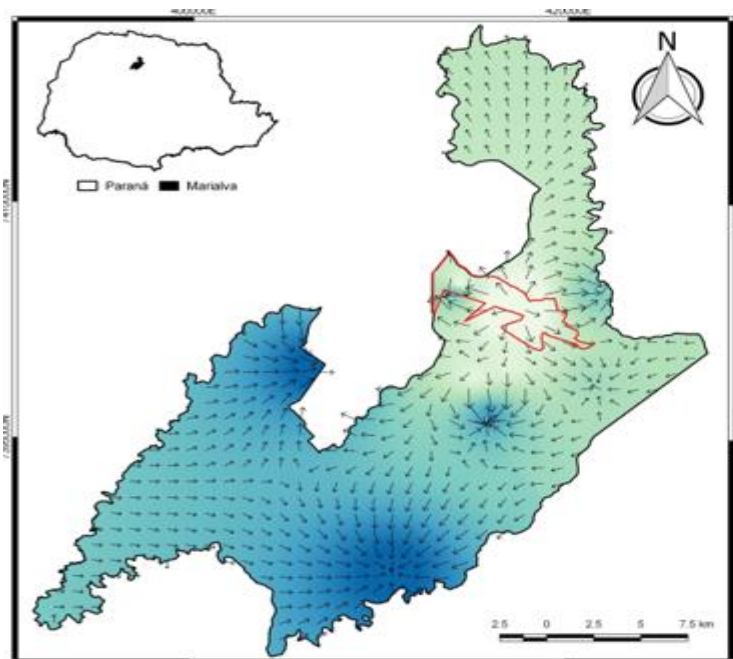
**Fluxo Subterrâneo baseado no
Nível Estático - 2015 a 2019 -
Cadastro IAT - Município de
Marialva - PR**

Nível Piezométrico (m.a.n.m.)

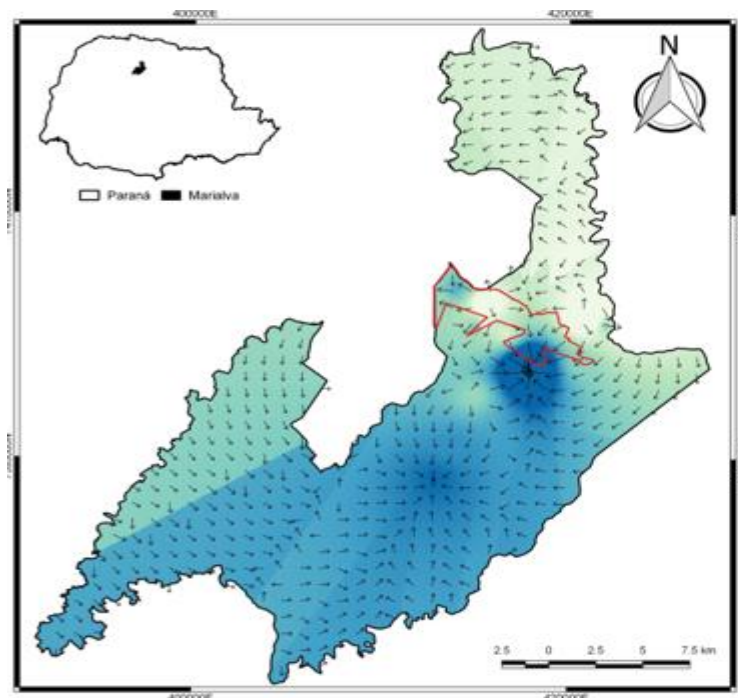
- 360 - 409.9 m
- 410 - 459.9 m
- 460 - 509.9 m
- 510 - 559.9 m
- > 560 m

→ Fluxo
Perímetro Urbano
Marialva

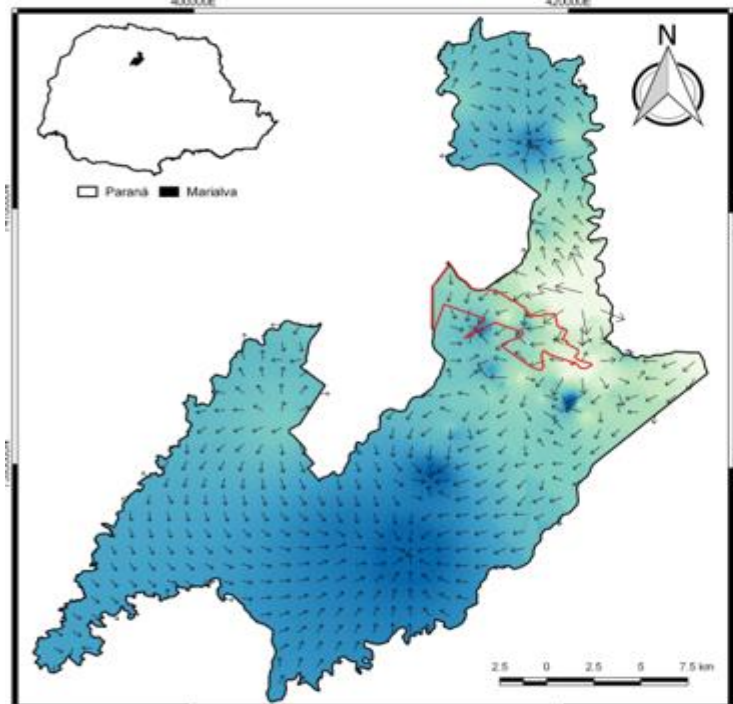
Organizado pelo autor
Fonte: Pçaes - IAT, 2018
Unidade Público-Administrativa - IBGE, 2017
Datum/Projeção: SBRGAS 2000 / UTM 22 Sul



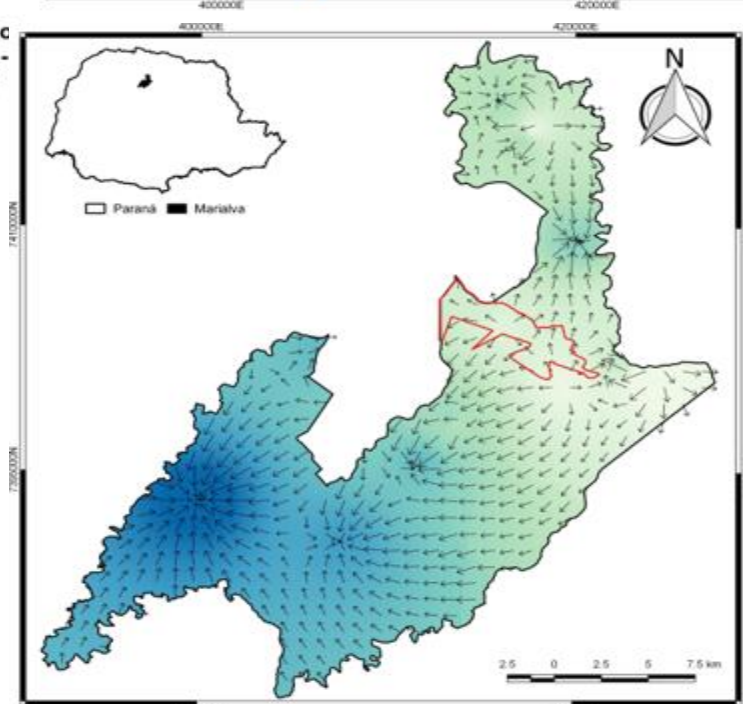
Fluxo Subterrâneo baseado no Nível Dinâmico - 1998 a 2004 - Cadastro IAT - Município de Marialva - PR



Fluxo Subterrâneo baseado no Nível Dinâmico - 2005 a 2009 - Cadastro IAT - Município de Marialva - PR

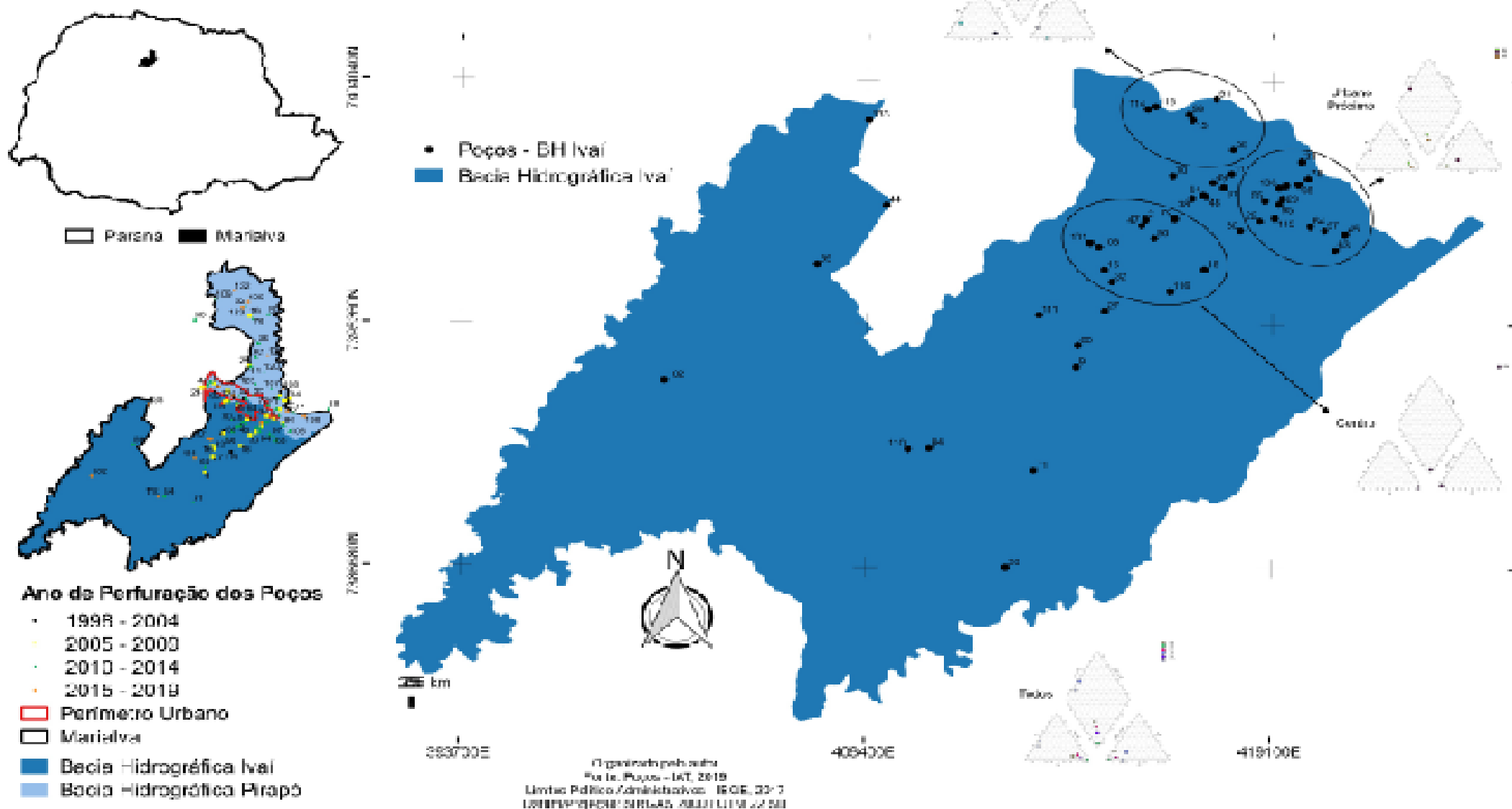


Fluxo Subterrâneo baseado no Nível Dinâmico - 2010 a 2014 - Cadastro IAT - Município de Marialva - PR

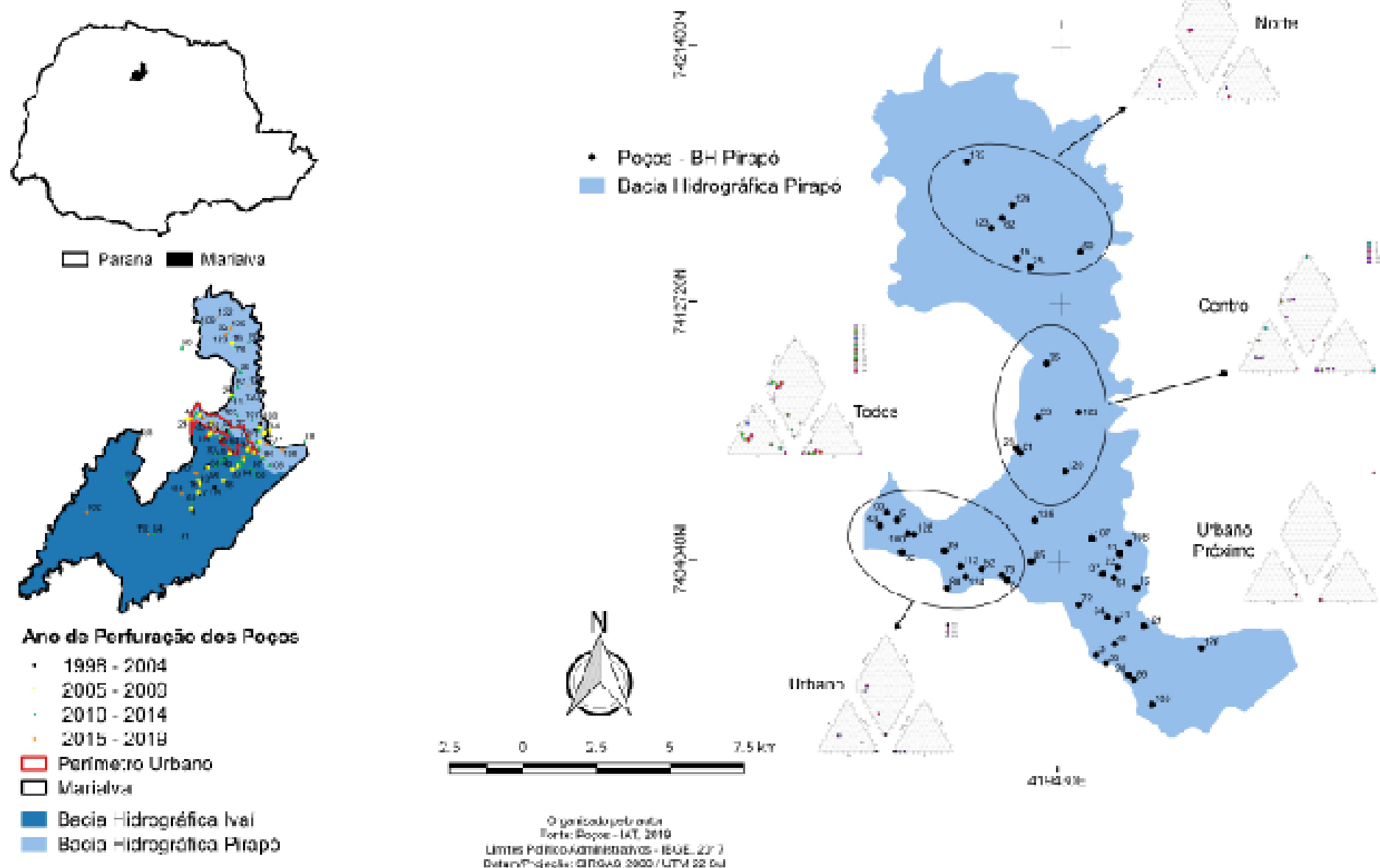


Fluxo Subterrâneo baseado no Nível Dinâmico - 2015 a 2019 - Cadastro IAT - Município de Marialva - PR

DIAGRAMA de PIPEER



Localção dos Poços Tubulares - Diagrama de PIPER **- Cadastro IAT - Município de Marialva - PR**



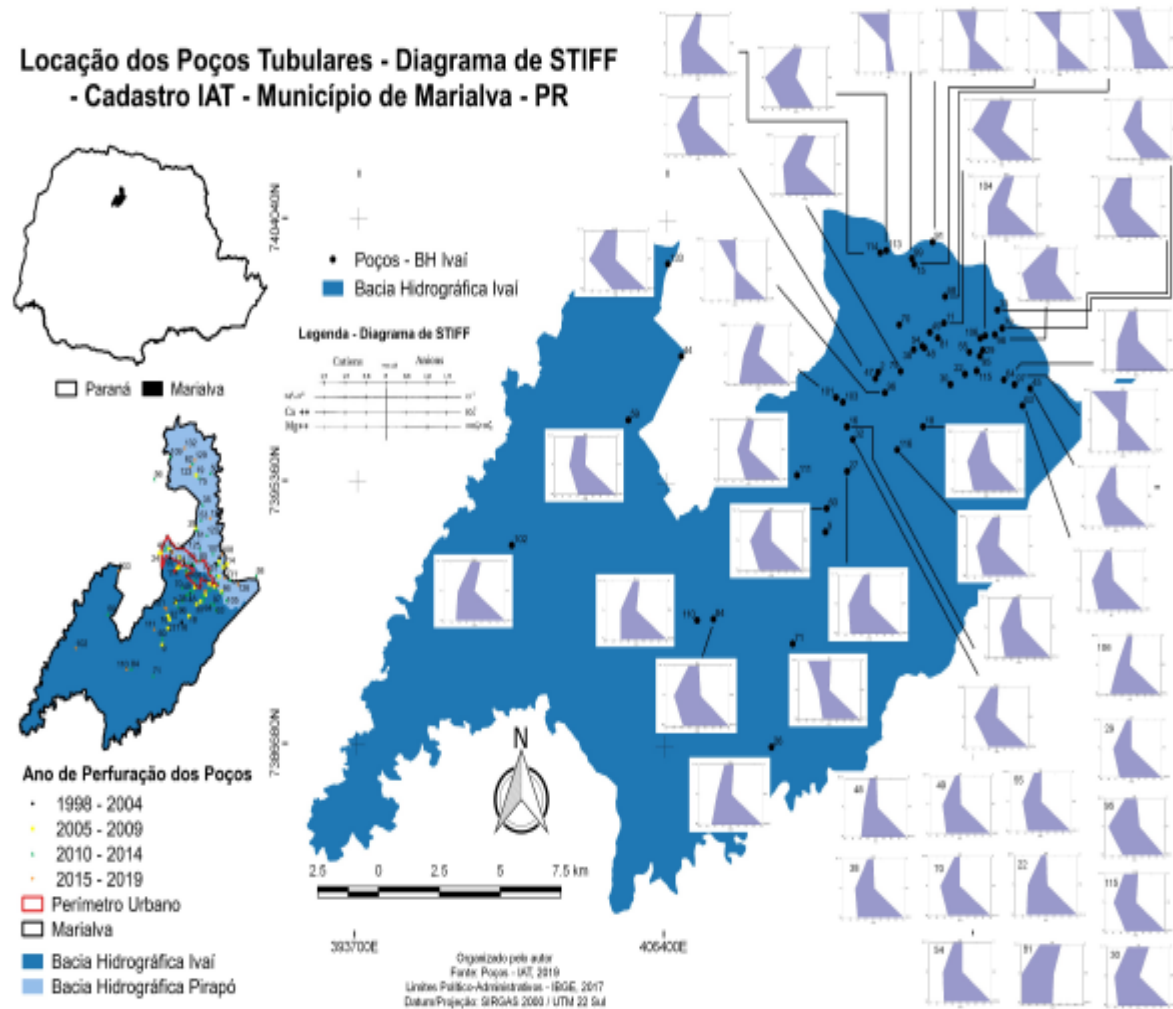
D
I
A
G
R
A
M
A

 De

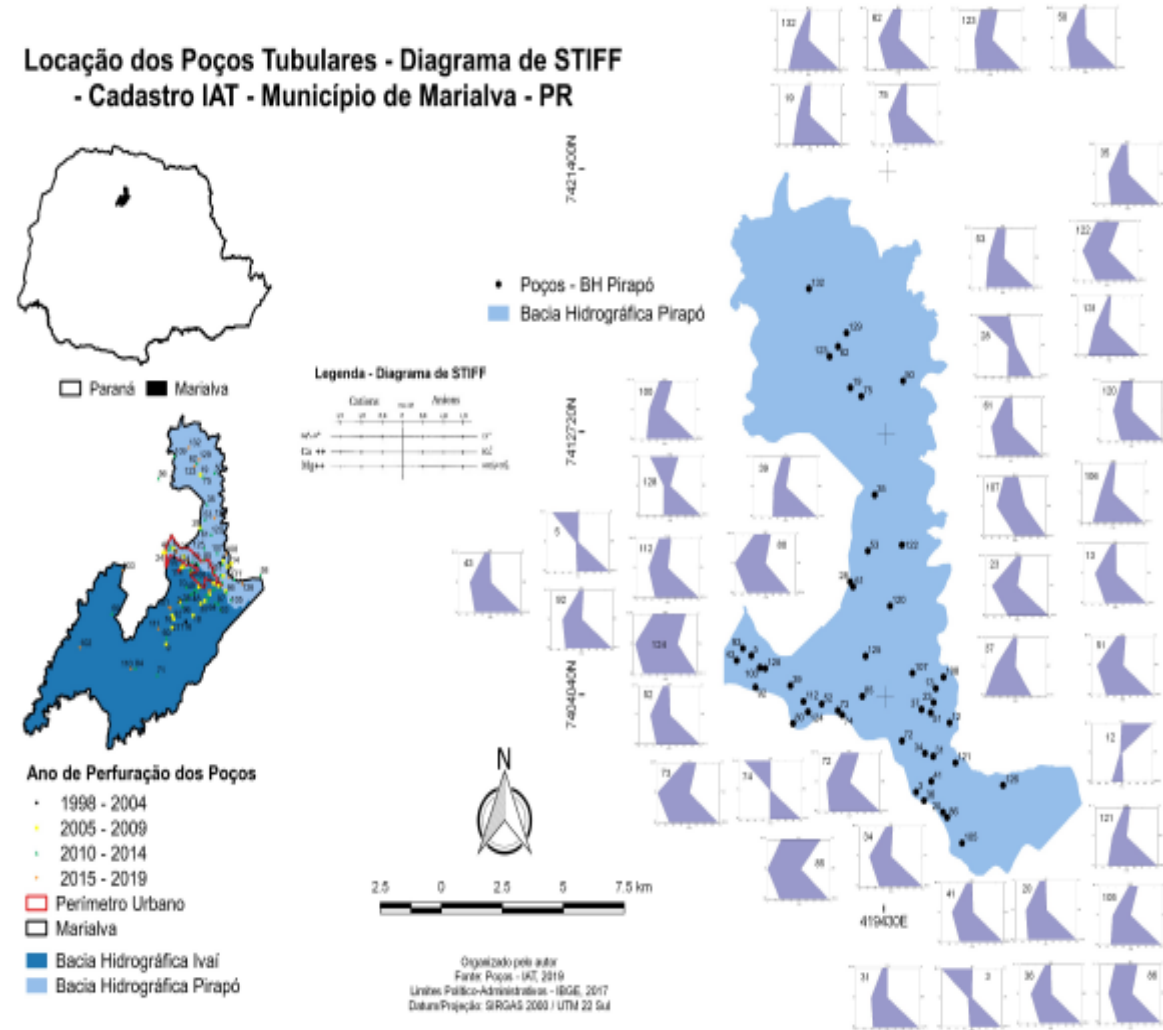
 P
I
P
E
R

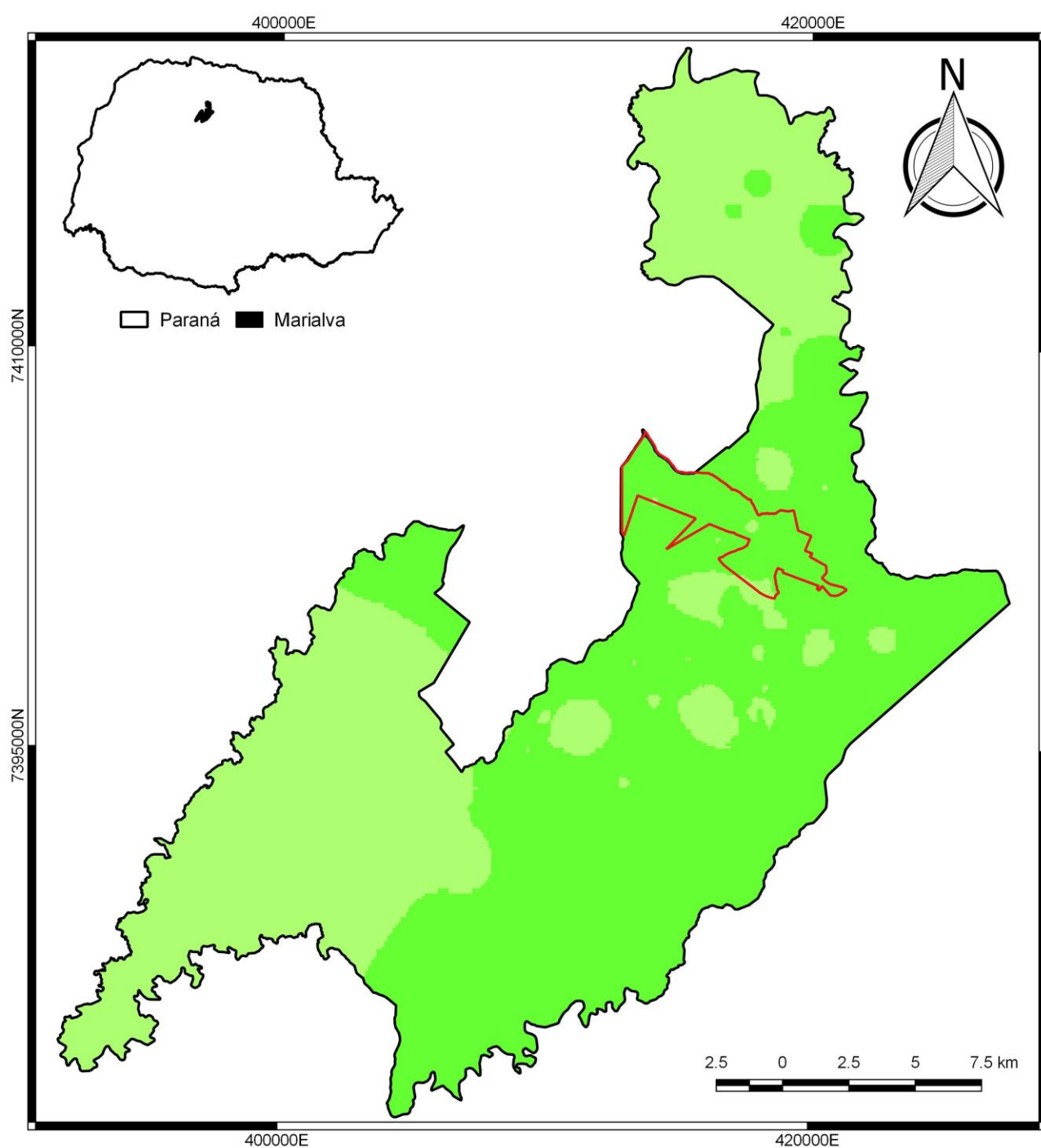
Diagrama de Stiff

Localização dos Poços Tubulares - Diagrama de STIFF
- Cadastro IAT - Município de Marialva - PR



Localização dos Poços Tubulares - Diagrama de STIFF
- Cadastro IAT - Município de Marialva - PR



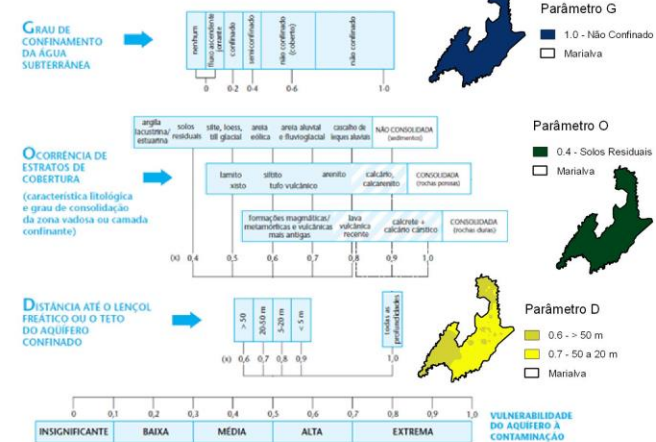


Vulnerabilidade do Aquífero à Contaminação (Sistema GOD) - Município de Marialva - PR

Grau de Vulnerabilidade

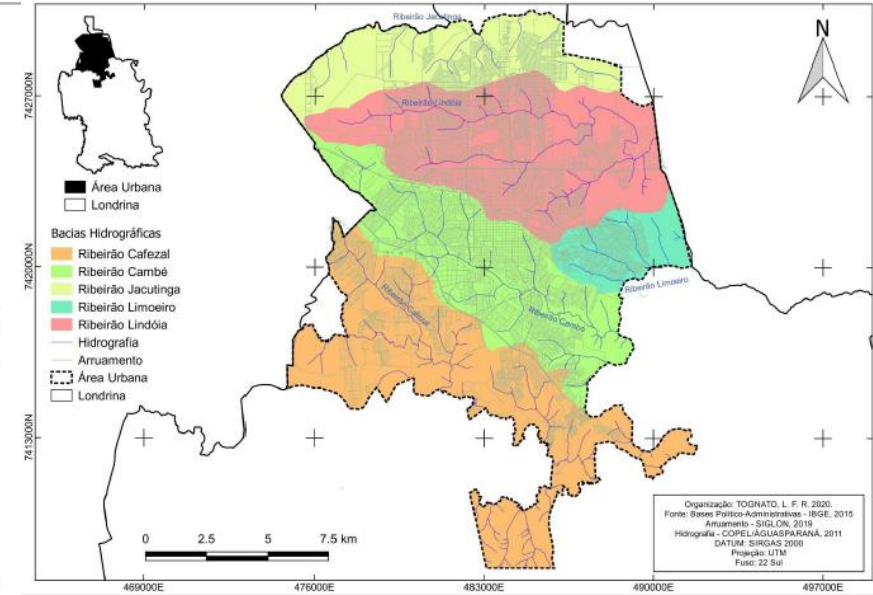
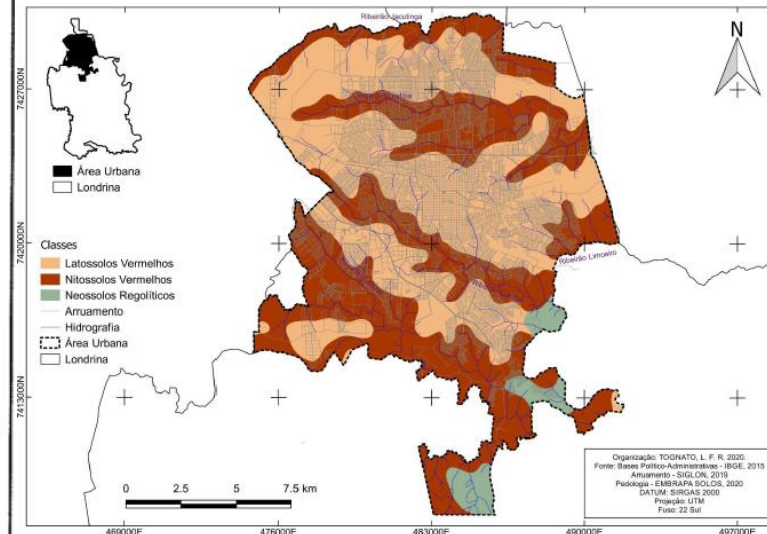
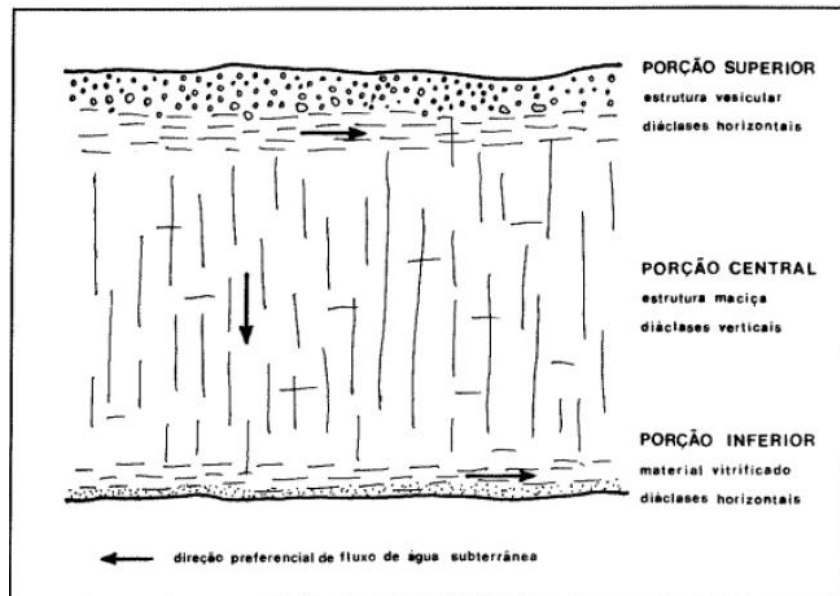
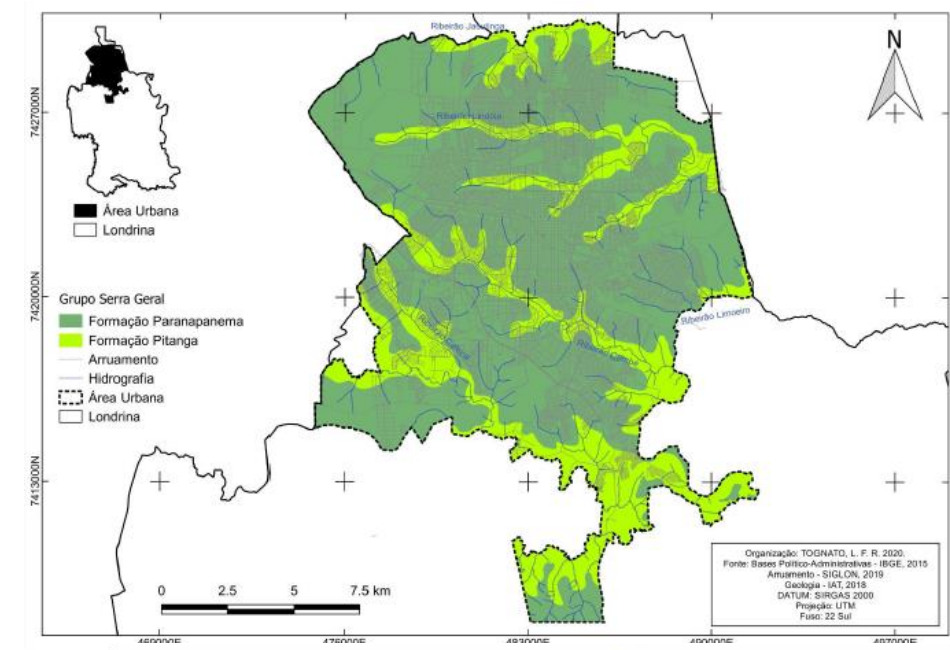
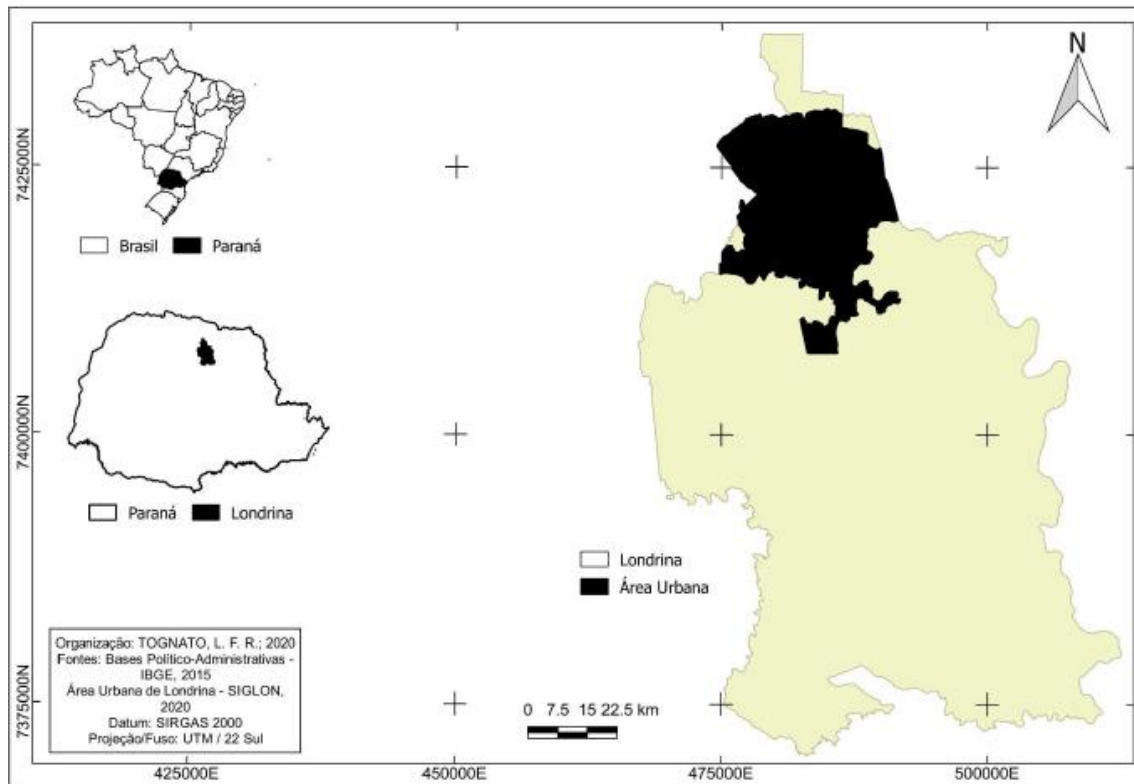
- 0.24 - Baixa
- 0.28 - Baixa tendente à Média
- Perímetro Urbano
- Marialva

Sistema GOD



Organizado pelo autor
 Fonte: Poços - IAT, 2019
 Limites Político-Administrativos - IBGE, 2017
 Datum/Projeção: SIRGAS 2000 / UTM 22 Sul

Londrina



324 poços tubulares no município

240 poços tubulares na área urbana

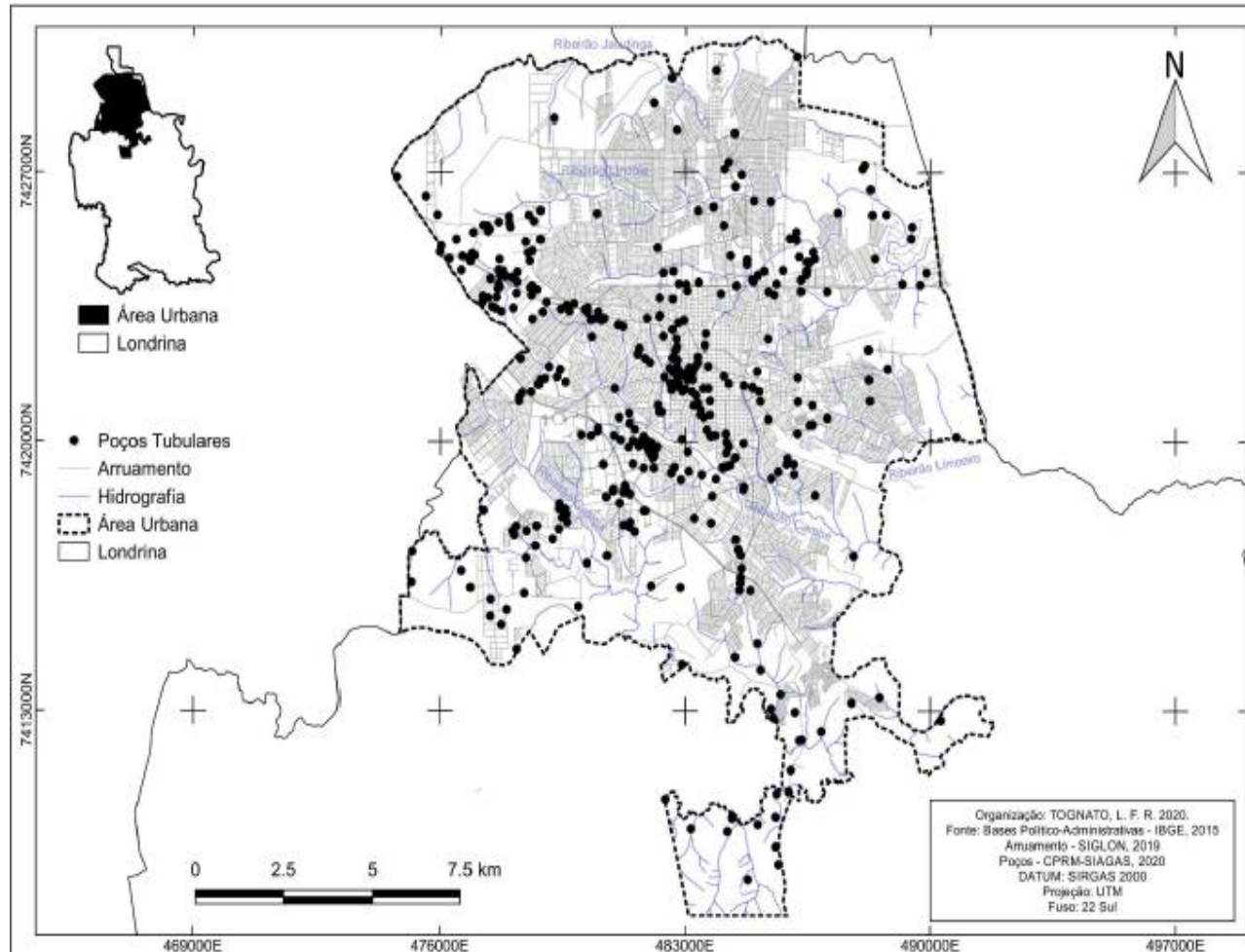
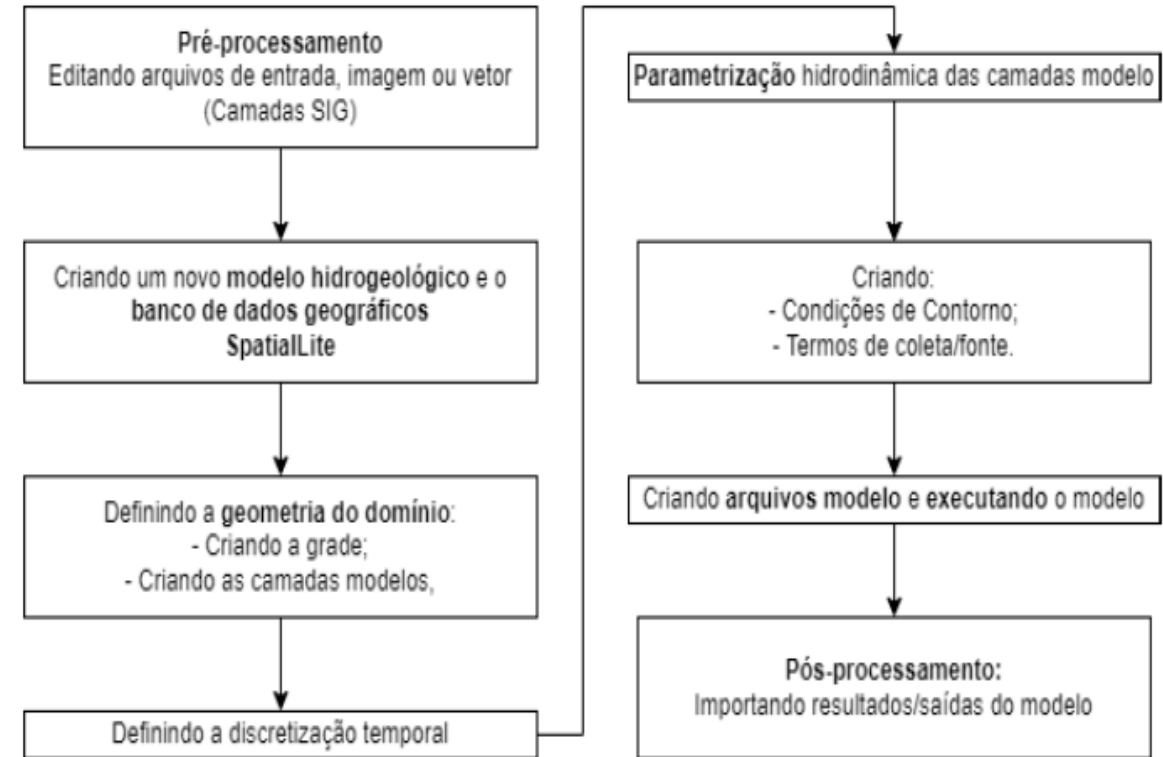
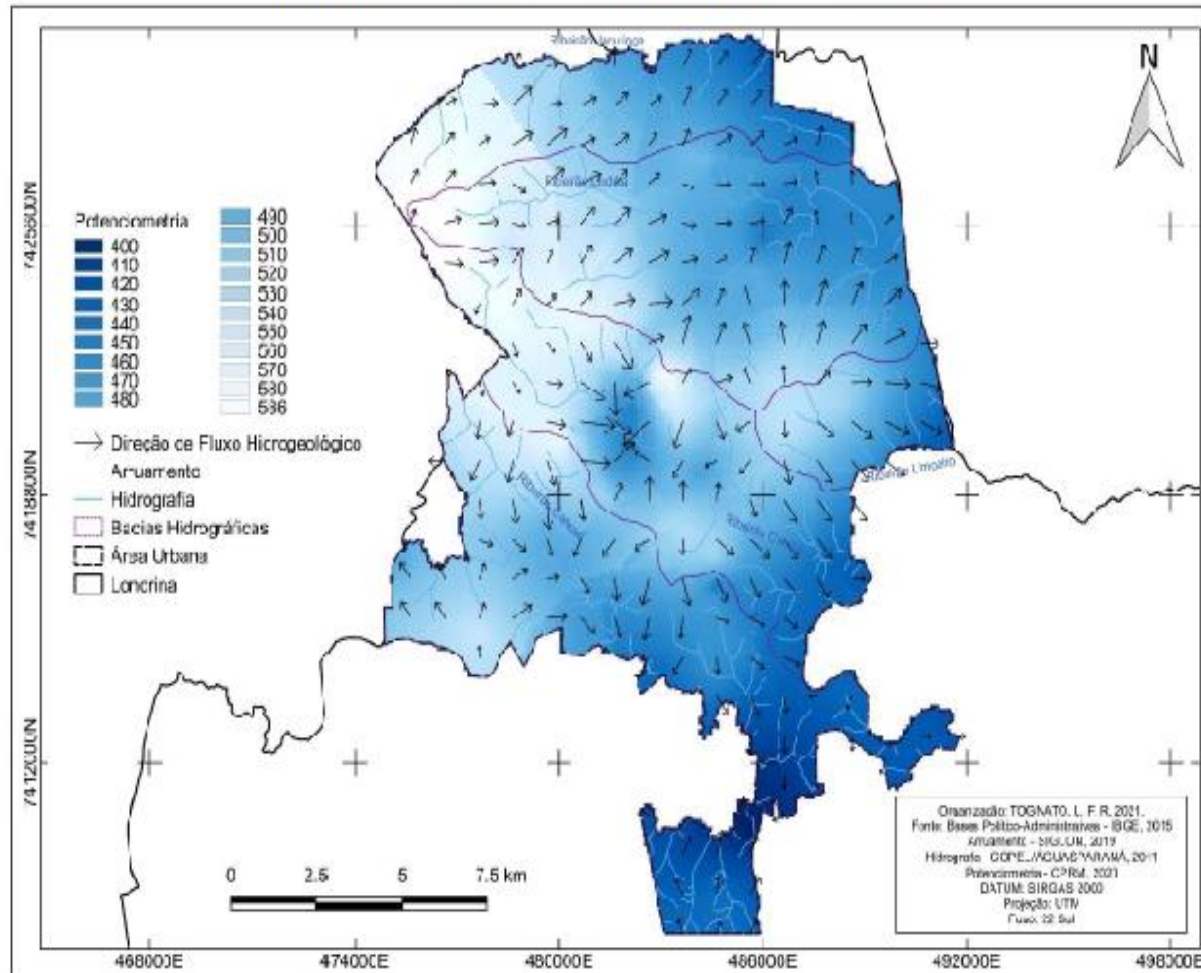


Figura 19 - Fluxograma de Entrada de Dados



Fonte: Adaptado de Borsi et al. (2019).

Figura 20 - Modelo Hidrogeológico Conceitual



Fonte: Elaborado pelo autor

Um modelo para gestão

Figura 21 - Domínio Simulado

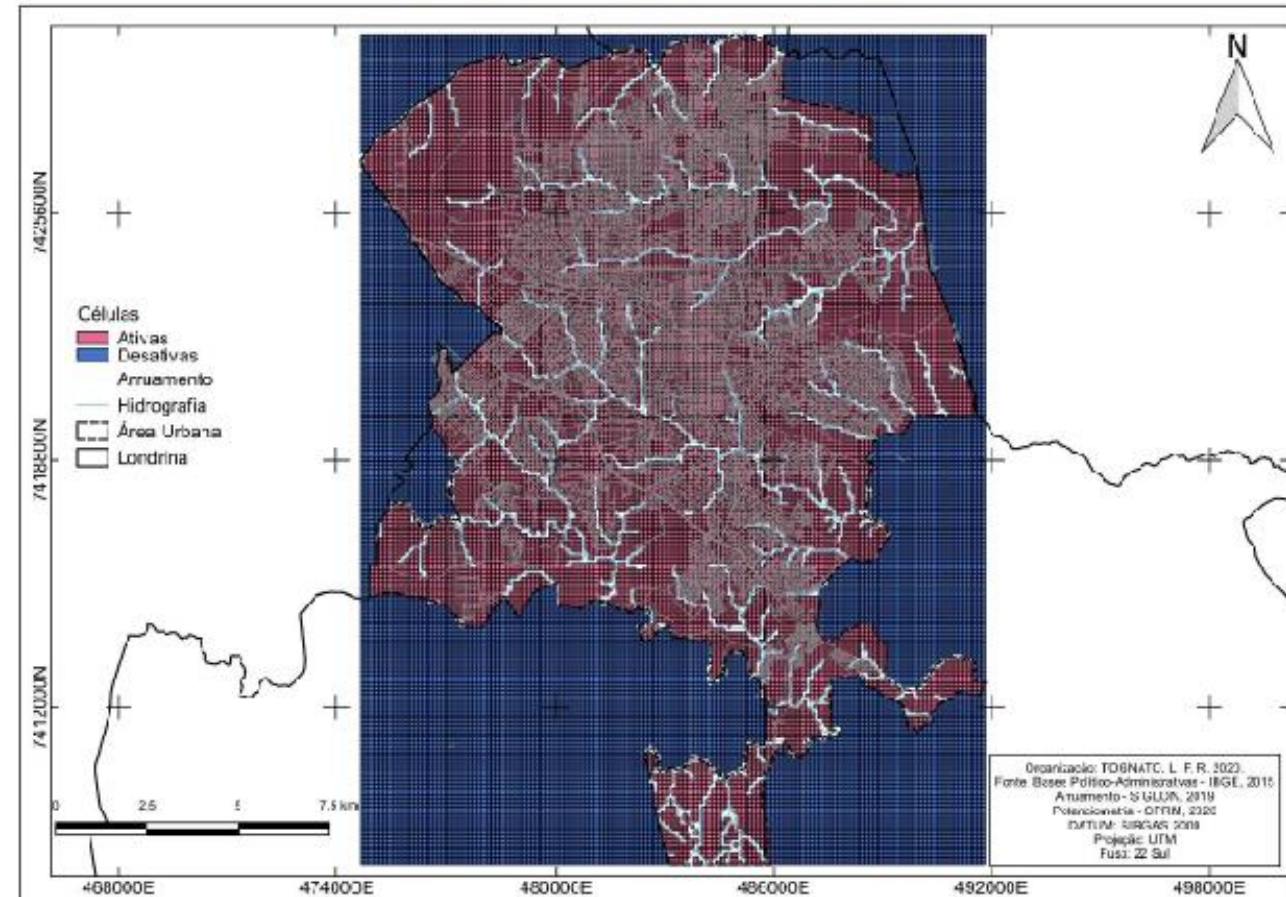
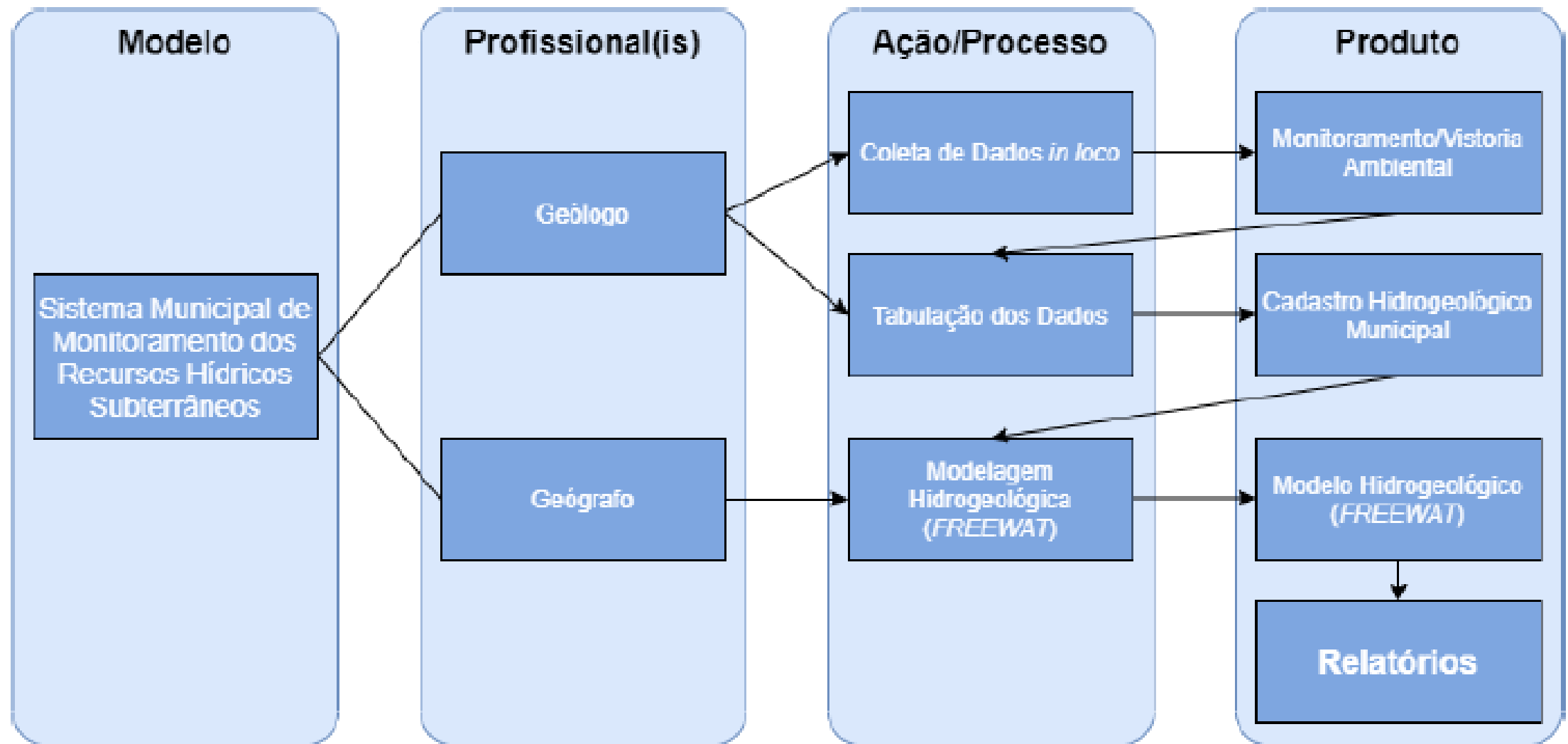


Figura 22 - Proposta de Sistema Municipal de Monitoramento de Recursos Hídricos Subterrâneos



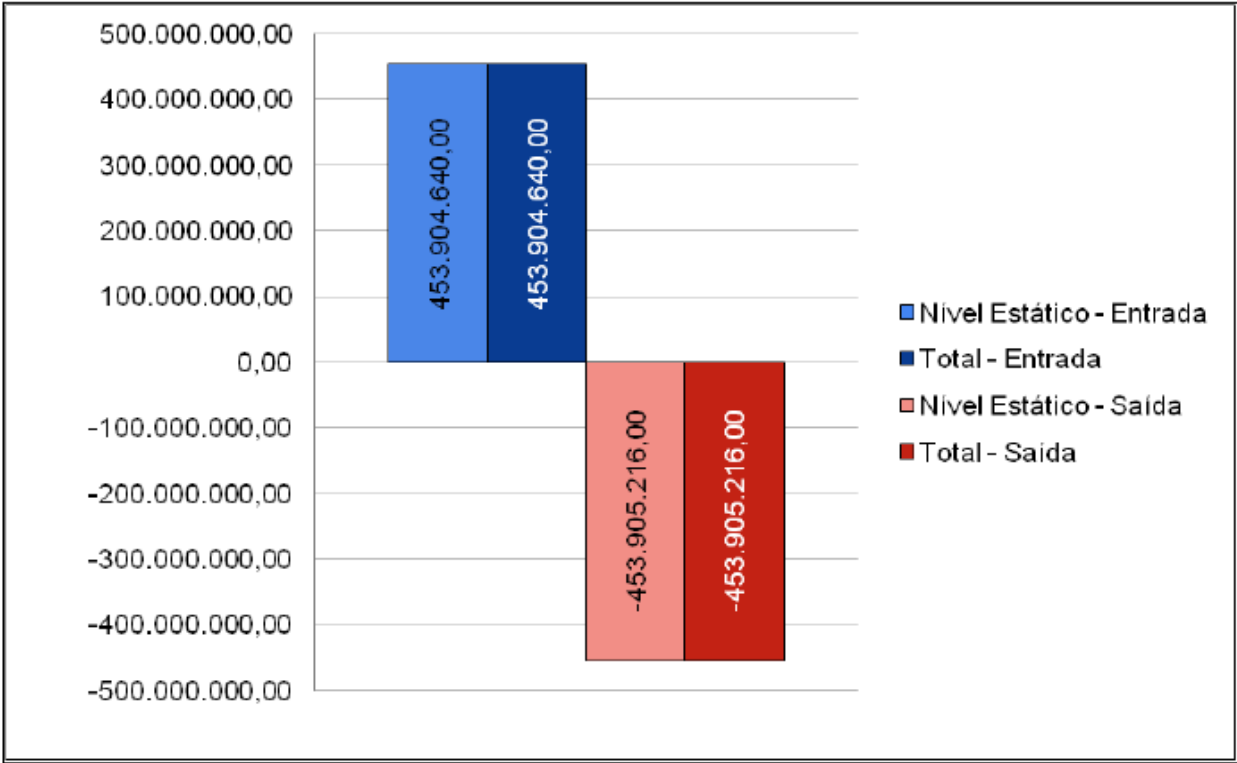
Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 2 - Balanço hídrico simulado em regime permanente

Fonte	Entrada (m³) (10 ⁻⁶)	Saída (m³) (10 ⁻⁶)
Nível Estático	45,3905	45,3905
Poços	0,00	0,00
Total	45,3904	45,3905

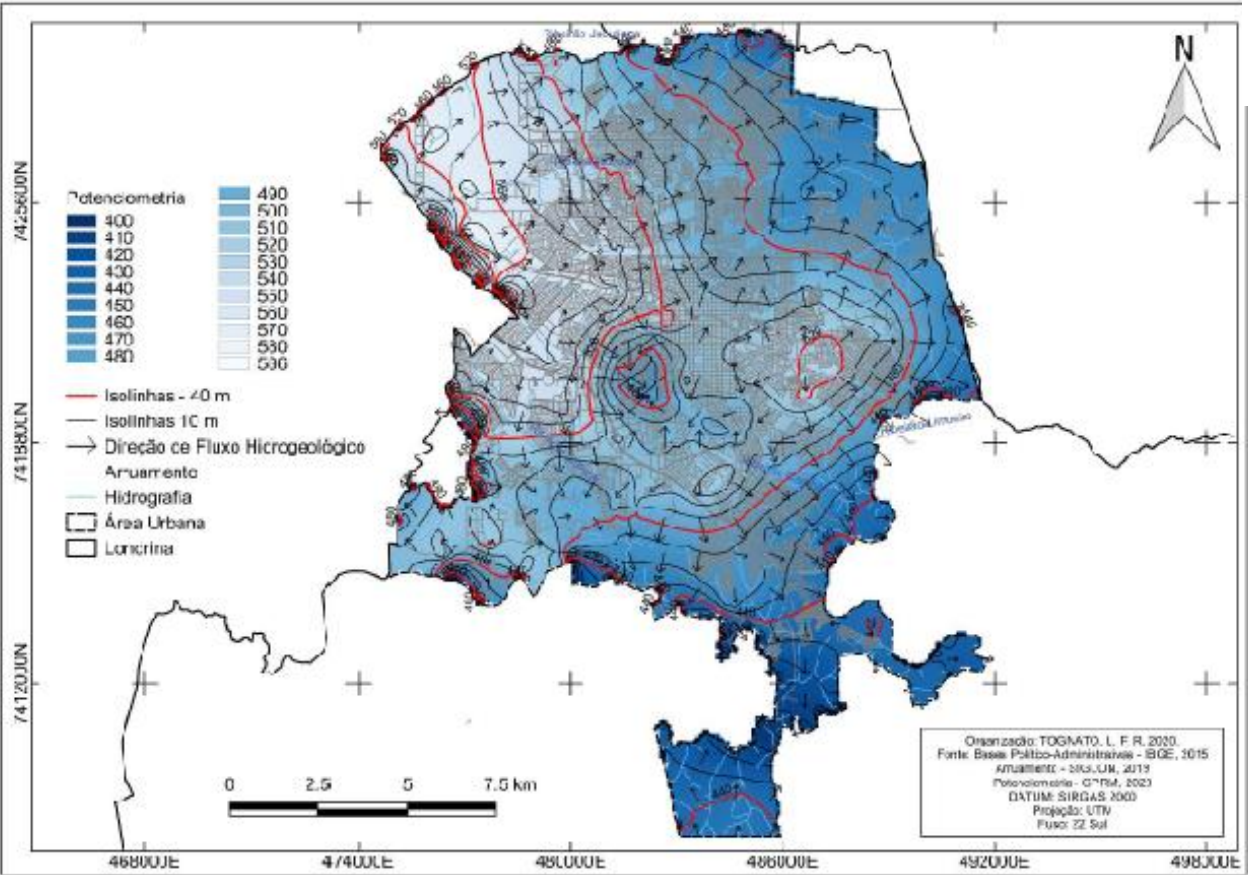
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 25 – Gráfico do Balanço hídrico simulado em Regime permanente



Fonte: Elaborado pelo autor.

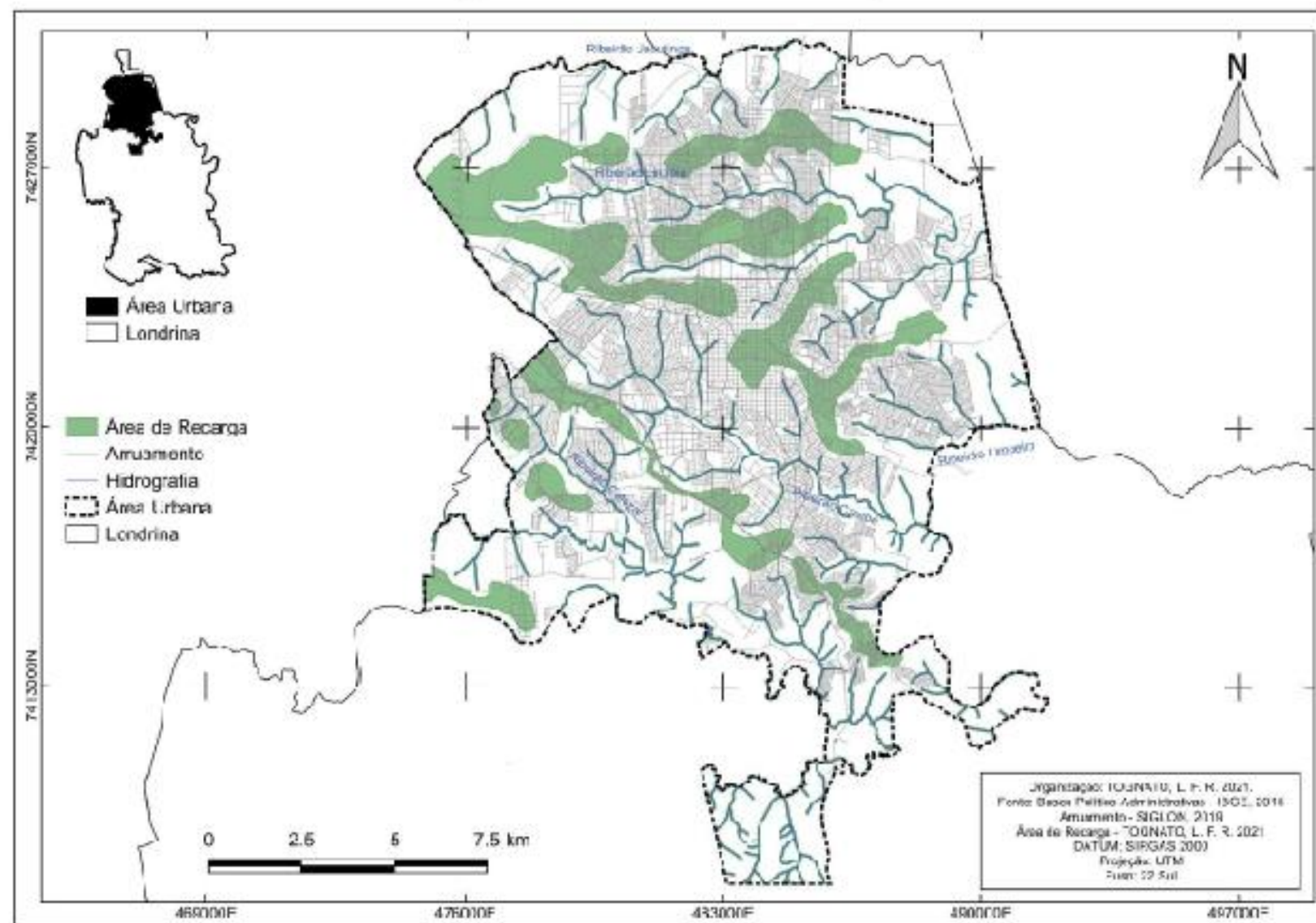
Figura 24 - Potenciometria em regime permanente



Fonte: Elaborado pelo autor.

Proteção das áreas de recarga

Figura 26 - Áreas de Recarga



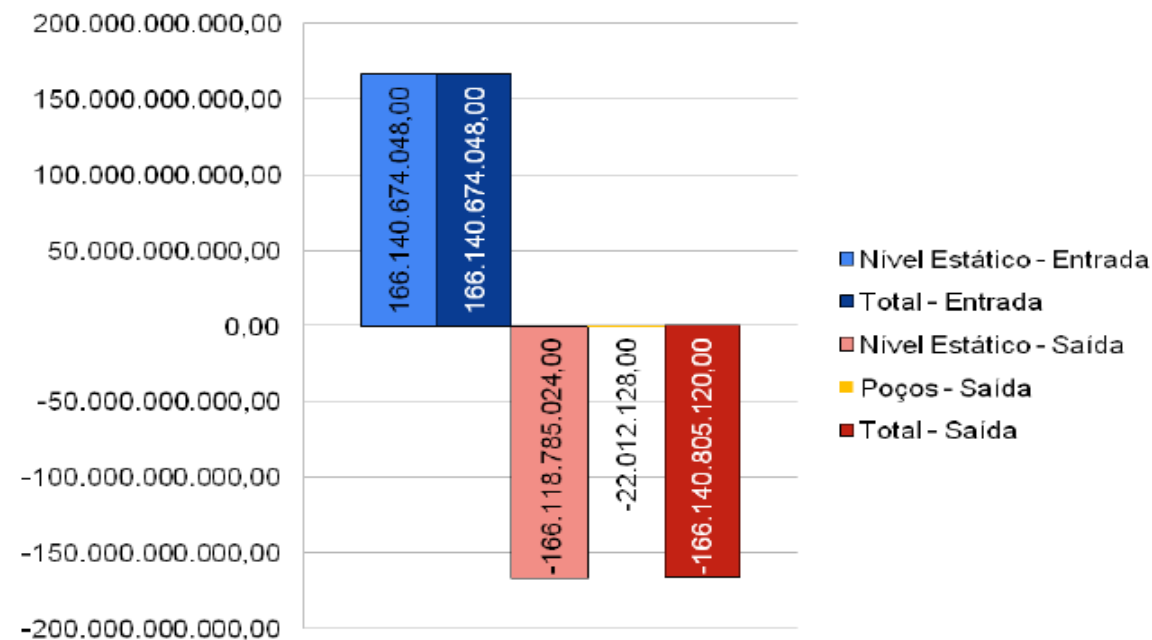
Fonte: Elaborado pelo autor

Tabela 3 - Balanço hídrico simulado no primeiro cenário

Fonte	Entrada (m³) (10 ⁻⁶)	Saída (m³) (10 ⁻⁶)
Nível Estático	166.140,6740	166.118,7850
Poços	0,00	2,2012
Total	166.140,6740	166.140,8051

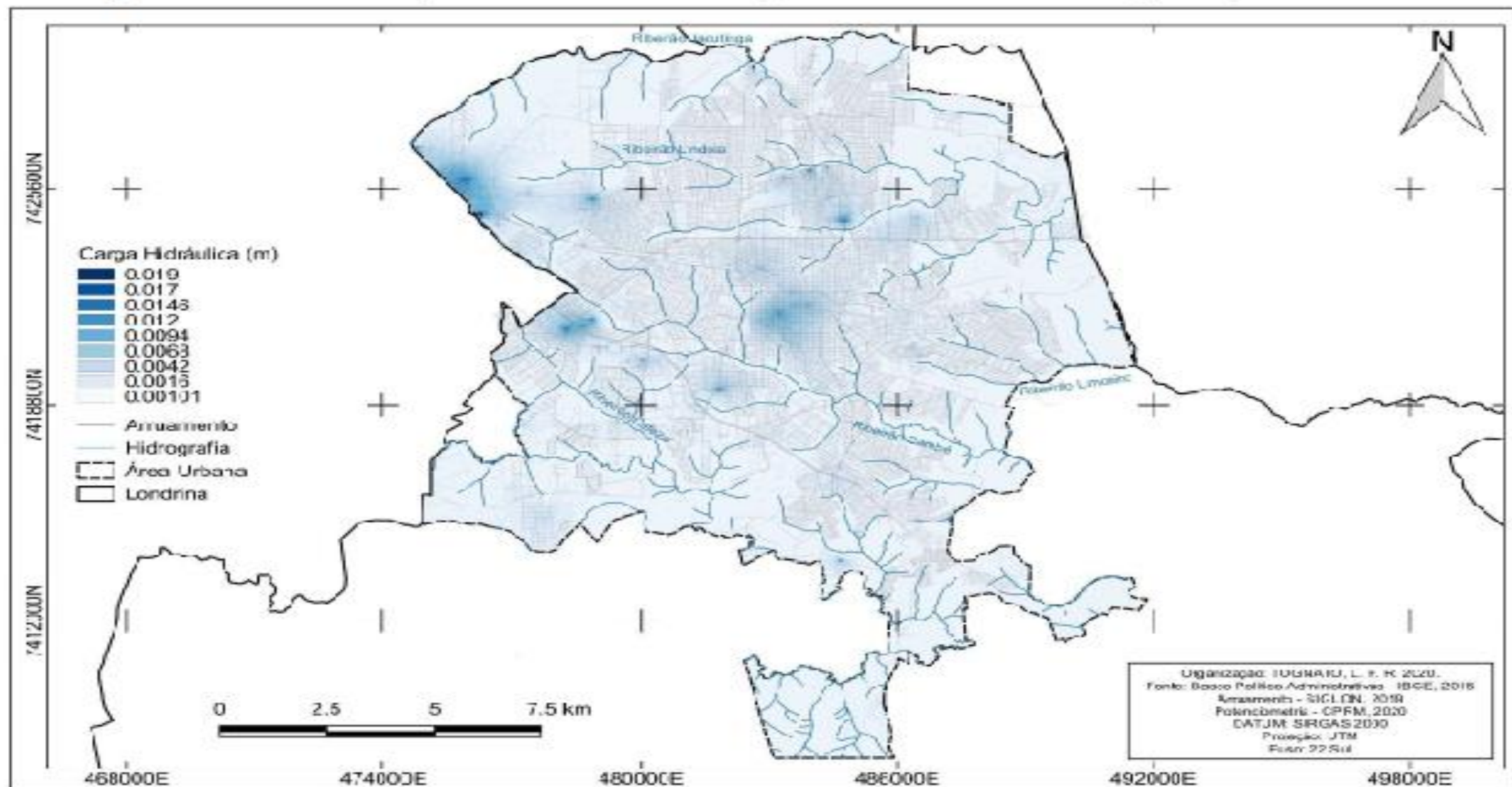
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – Gráfico do Balanço hídrico simulado no Primeiro Cenário



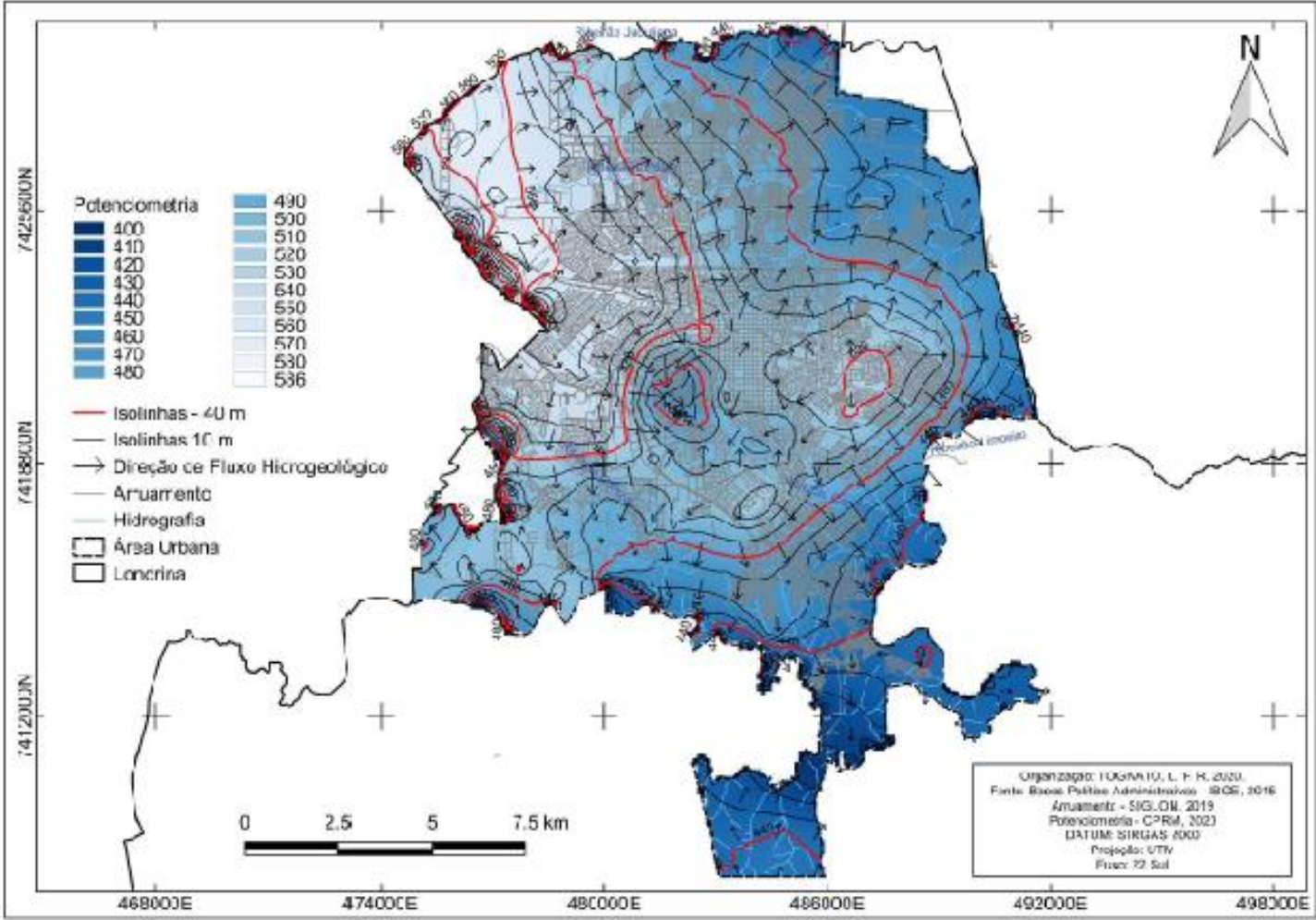
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 29 - Diferença Hidráulica entre primeiro cenário e regime permanente



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 30 - Potenciometria no segundo cenário



Fonte: Elaborado pelo autor.

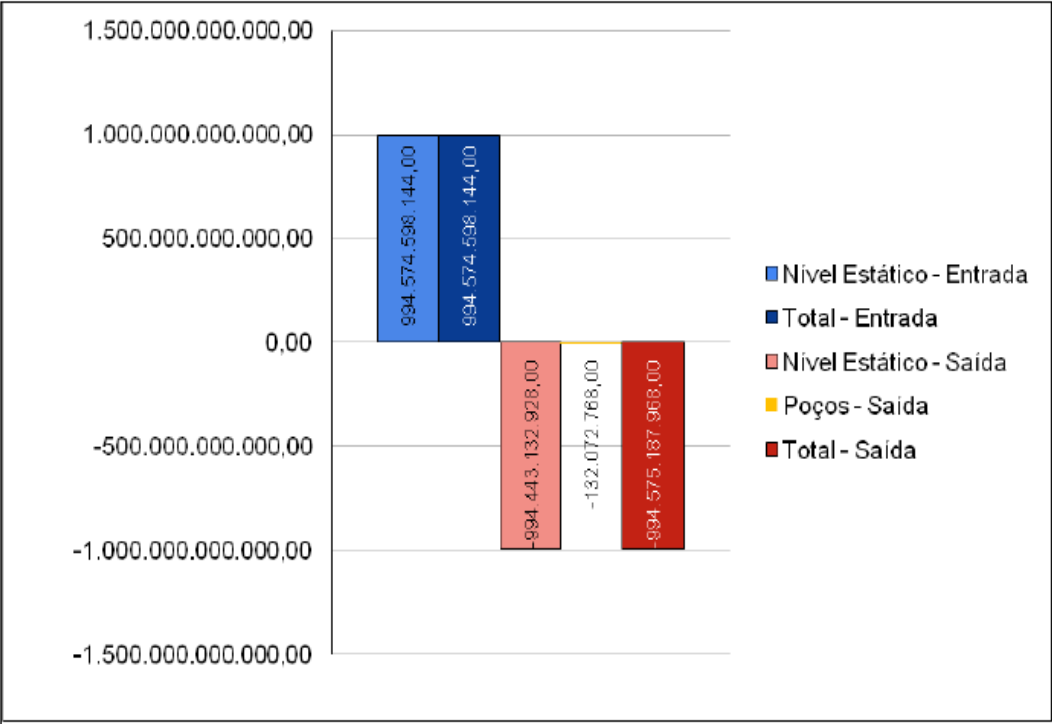
Segundo cenário 5 anos

Tabela 4 - Balanço hídrico simulado no segundo cenário

Fonte	Entrada (m³) (10 ⁻⁶)	Saída (m³) (10 ⁻⁶)
Nível Estático	994.574,5981	994.443,1329
Poços	0,00	13,2072
Total	994.574,5981	994.575,1879

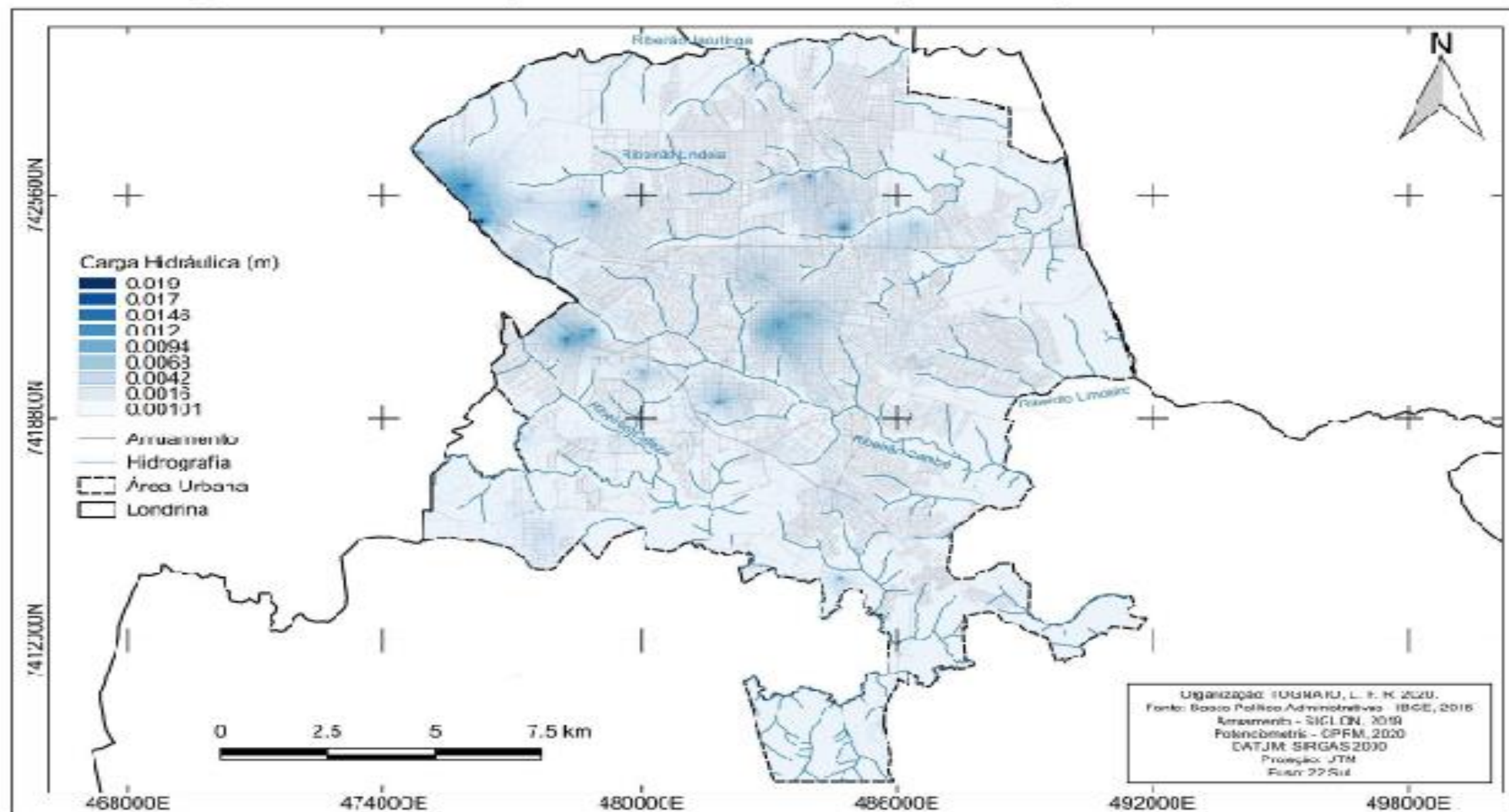
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 31 – Gráfico do Balanço hídrico simulado no Segundo Cenário



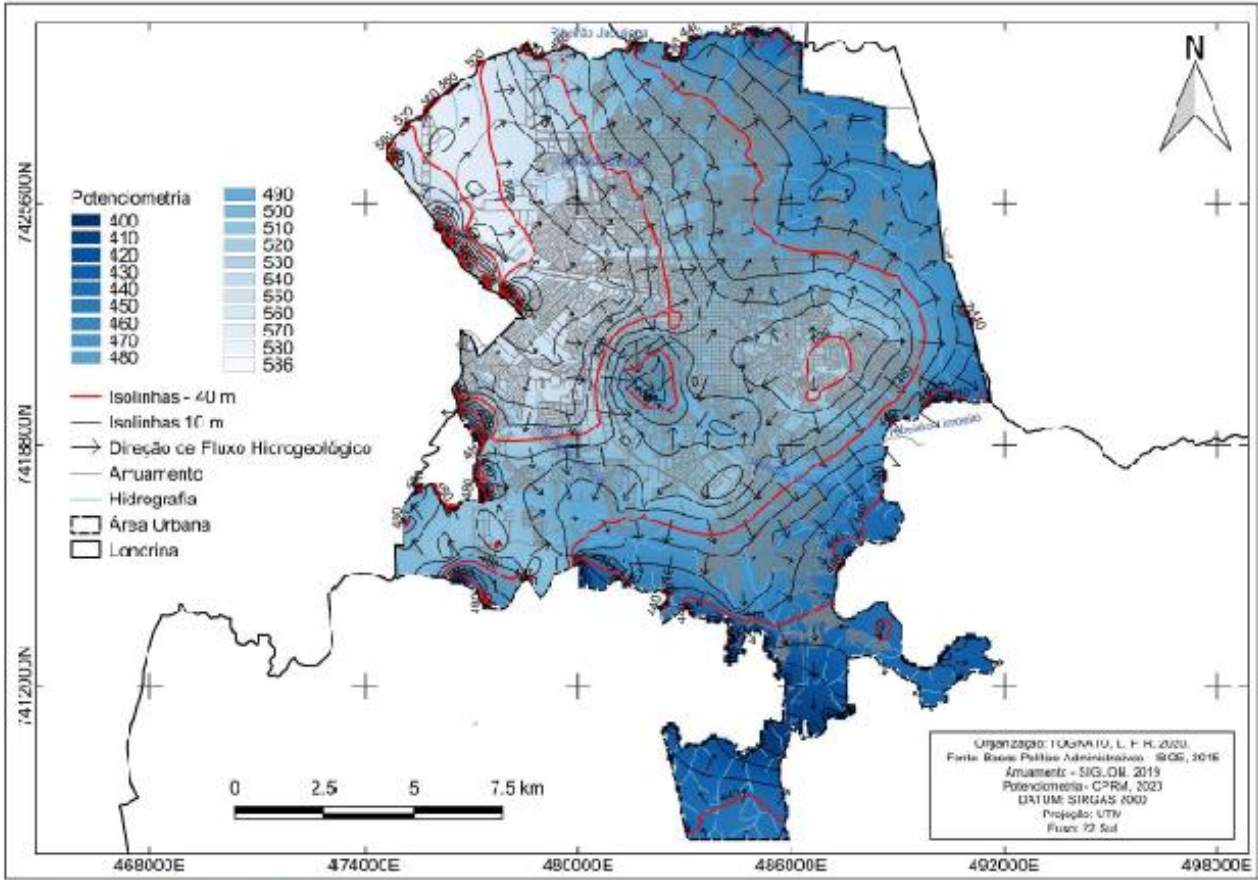
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 32 - Diferença Hidráulica entre segundo e primeiro cenários



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 33 - Potenciometria no terceiro cenário



Fonte: Elaborado pelo autor

Terceiro cenário 10 anos

Tabela 5 - Balanço hídrico simulado no terceiro cenário

Fonte	Entrada (m³) (10 ⁻⁶)	Saída (m³) (10 ⁻⁶)
Nível Estático	2,6514 x 10 ¹²	2,6511 x 10 ¹²
Poços	0,00	35,2194
Total	2,6514 x 10 ¹²	2.651.401,5728

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 – Gráfico do Balanço hídrico simulado no Terceiro Cenário

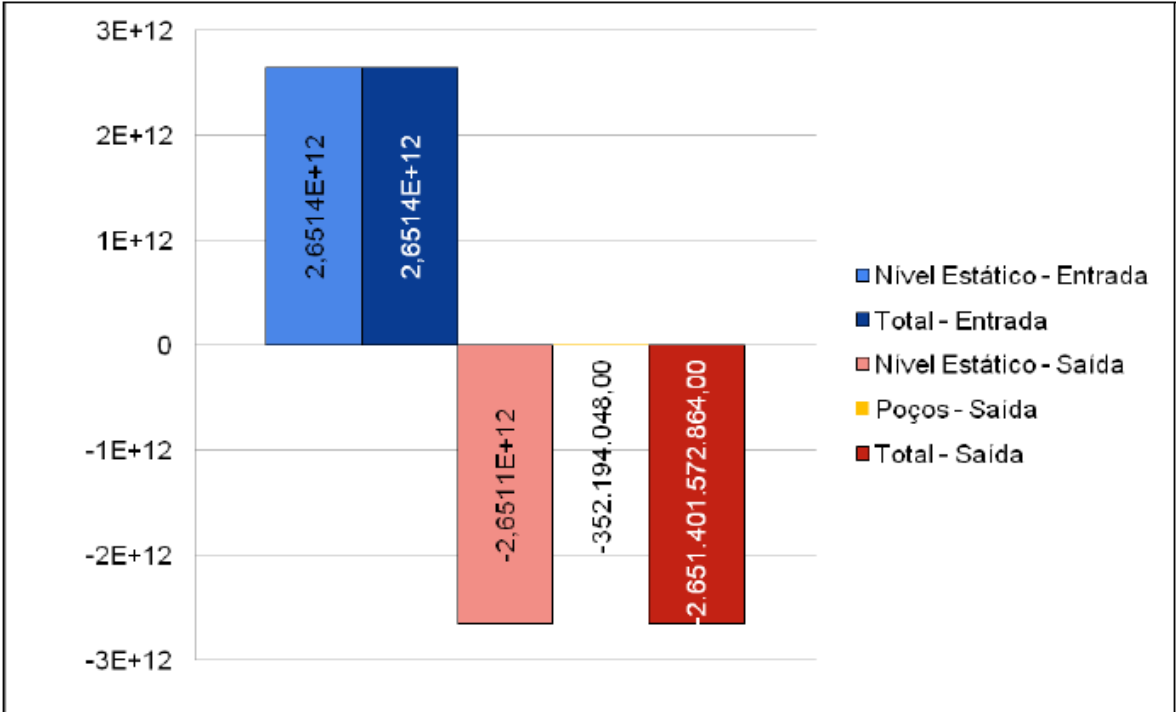
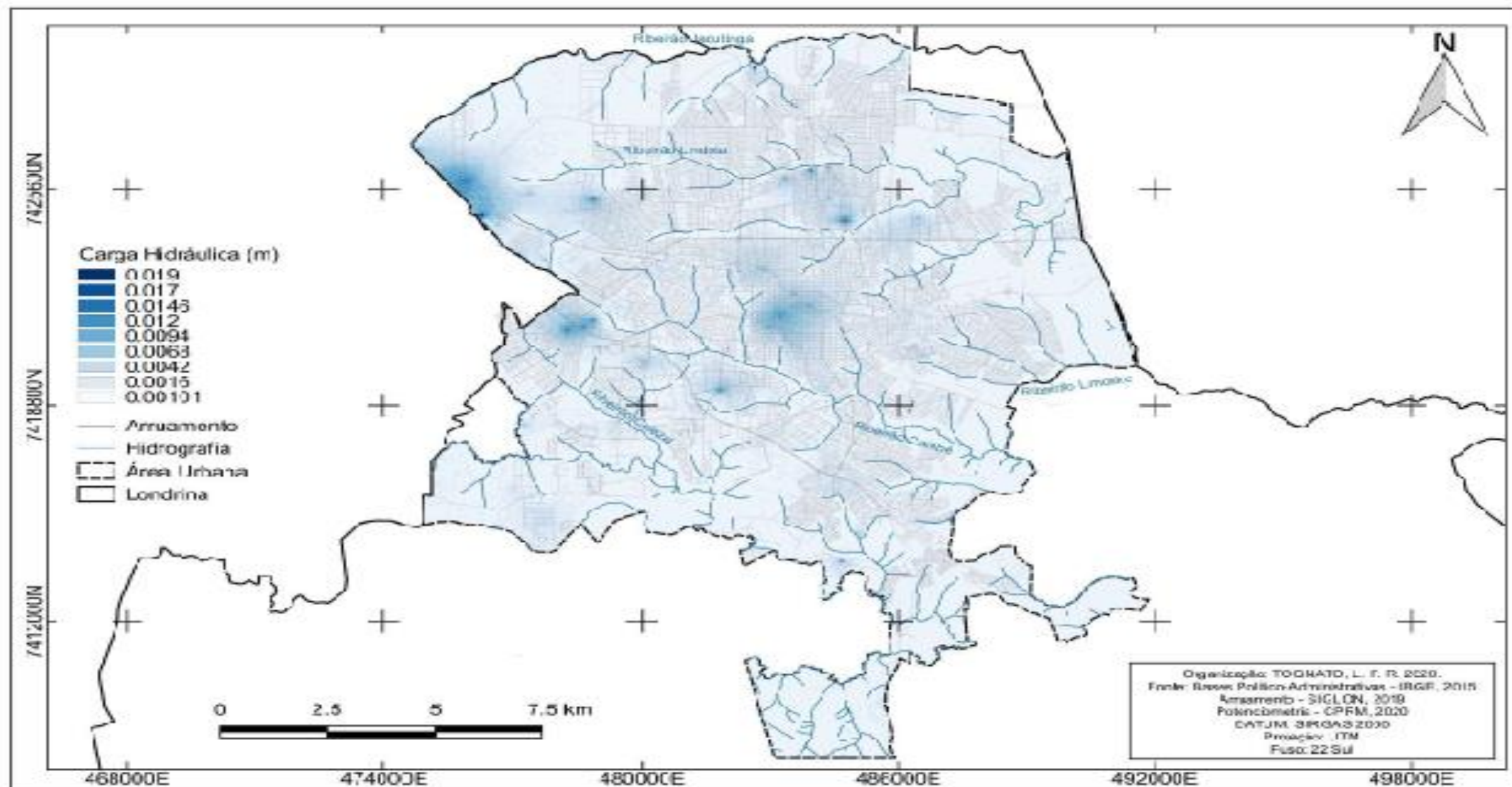


Figura 35 - Diferença Hidráulica entre terceiro e segundo cenários



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 6 - Balanço hídrico total simulado

Períodos		Fonte		Total
		Nível Estático	Poços	
Regime permanente	Entrada (m ³) (10 ⁻⁶)	45,3904	0	45,3904
	Saída (m ³) (10 ⁻⁶)	45,3905	0	45,3905
Primeiro cenário	Entrada (m ³) (10 ⁻⁶)	166.140,6740	0	166.140,6740
	Saída (m ³) (10 ⁻⁶)	166.118,7850	2,2012	166.140,8051
Segundo cenário	Entrada (m ³) (10 ⁻⁶)	994.574,5981	0	994.574,5981
	Saída (m ³) (10 ⁻⁶)	994.443,1329	13,2072	994.575,1879
Terceiro cenário	Entrada (m ³)	2,6514 x 10 ¹²	0	2,6514 x 10 ¹²
	Saída (m ³)	2,6511 x 10 ¹²	35,2194 x 10 ⁶	2.651.401,5728 x 10 ⁶

Fonte: Elaborado pelo autor.

- Proteção de áreas de recarga – espigões e topos não impermeabilizados e os cursos hídricos com as respectivas área de preservação permanente;
- Os cenários sofreram influência dos níveis piezométricos, apontando diminuição da carga hidráulica nas regiões centrais e noroeste (indústrias e residências);
- Apesar disso os cenários exibiram a manutenção dos níveis denotando a possibilidade de continuidade da retirada ??????
- O programa FREEWAT se mostrou interessante para integração, Manipulação e pós processamento de dados georeferenciados para a simulação de quantidade e qualidade de águas superficiais e subterrâneas;
- O município pode ser considerado um ente com responsabilidade na gestão das águas subterrâneas, sobretudo quanto ao monitoramento do uso atuando nas dimensões ambiental, de saneamento, da vigilância sanitária e na discretização do uso do solo.