

10263 – MÉTODOS DE CÁLCULO DE PERÍMETROS DE PROTEÇÃO DE POÇOS DE CAPTAÇÃO COMPARADOS À LEGISLAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**César de Oliveira Ferreira Silva
Manuel Enrique Gamero Guandique
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, Brasil.**

Objetivos



ANALISAR A EFETIVIDADE DA LEGISLAÇÃO QUANTO À PROTEÇÃO PARA POÇOS DE CAPTAÇÃO, COMPARANDO-A COM A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DO RAIO FIXO CALCULADO E DE WYSSLING EM POÇOS NO MUNICÍPIO DE SOROCABA/SP.

É importante ressaltar que para gerenciar águas subterrâneas deve-se, primordialmente, **proteger os poços de captação**, pois a perfuração de poços cria o **risco de contato direto com agentes poluidores e contaminantes**, que quando contaminadas **tem um processo de recuperação mais lento e trabalhoso comparado ao das águas superficiais**. Também há o problema da demora na detecção do problema e da fonte poluidora.

Foram calculados os perímetros de proteção de poços no município de Sorocaba/SP disponíveis no SIAGAS (CPRM). Analisou-se o uso da terra dentro e ao redor desses perímetros. Comparou-se esses perímetros calculados com os previstos na legislação vigente.

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO GEOLÓGICO**

CADERNOS DO PROJETO AMBIENTAL ESTRATÉGICO AQUIFEROS

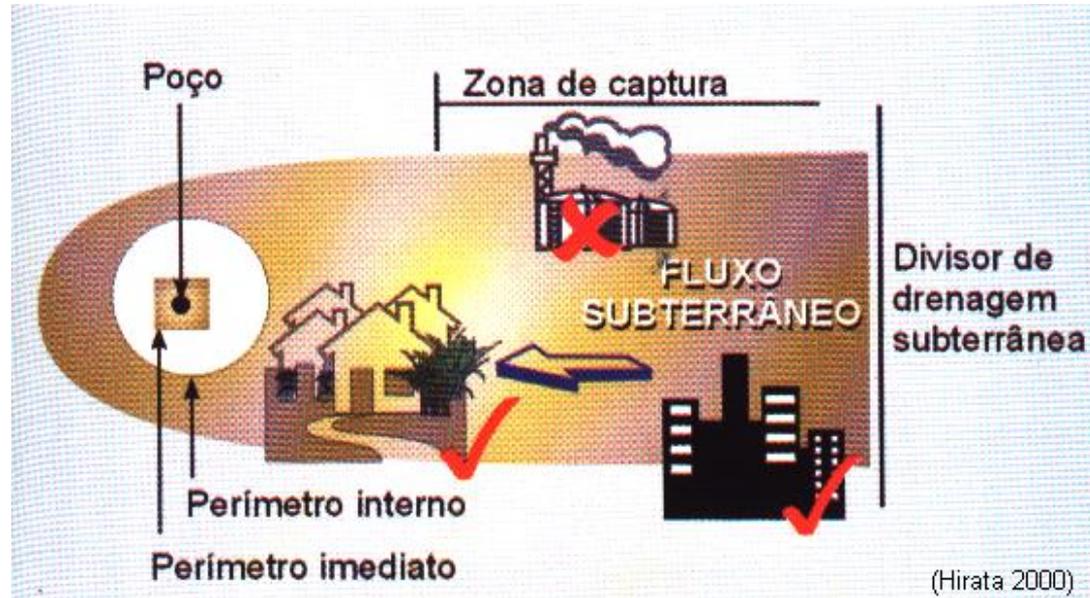
Número 2

**ROTEIRO ORIENTATIVO PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREA DE
PROTEÇÃO DE POÇO**



**IRITANI, M. A.; EZAKI, S.
Roteiro Orientativo para
Delimitação de Área de
Proteção de Poço.
Cadernos do Projeto
Ambiental Estratégico
Aquíferos. São Paulo,
Instituto Geológico, n. 2,
2010. 60p.**

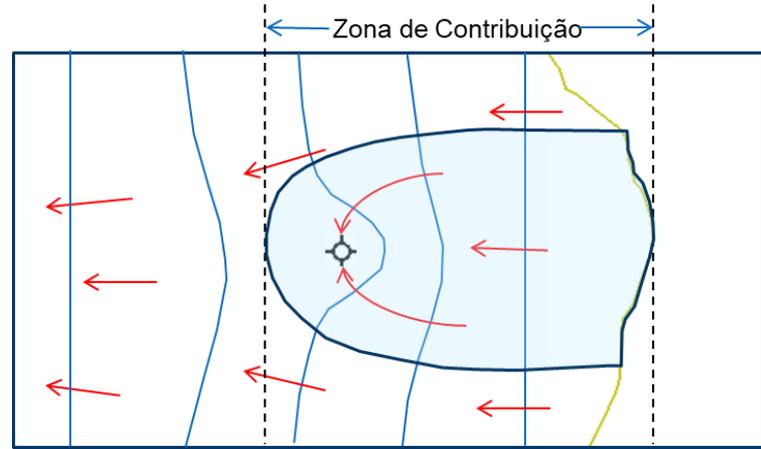
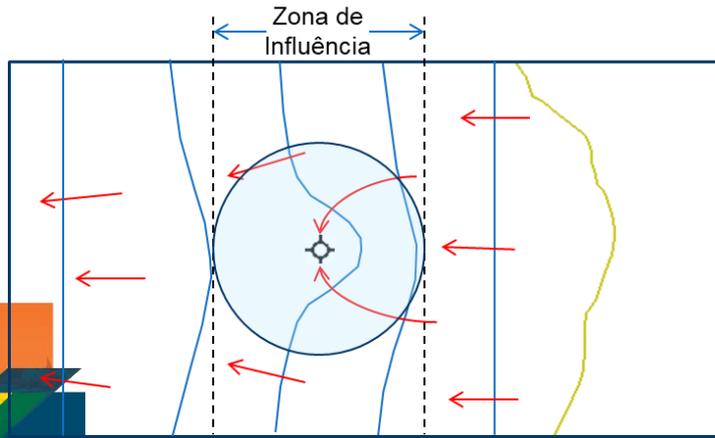
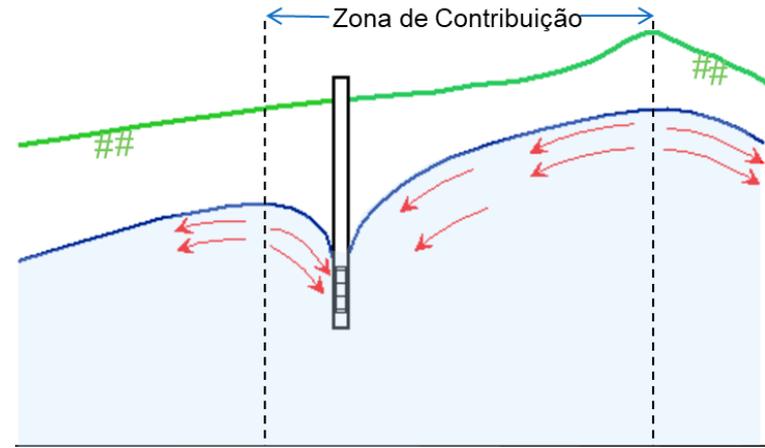
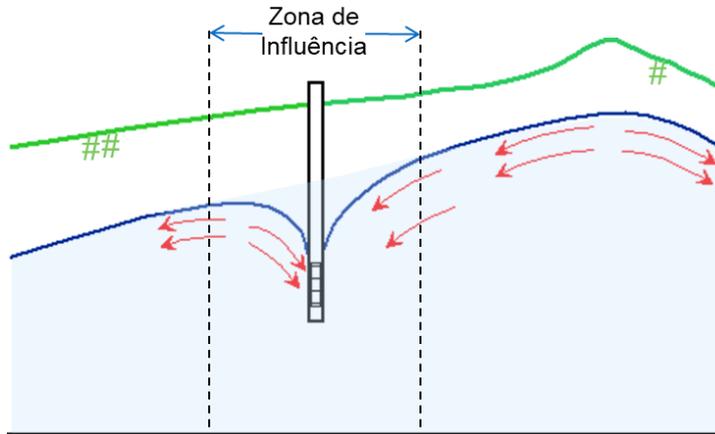
- **Concepção:** surgiu com programas governamentais da Europa e Estados Unidos
- **Limite:** considera um perímetro no entorno da captação que delimita as águas de recarga do aquífero que contribuem diretamente para o poço



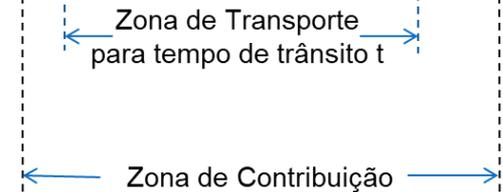
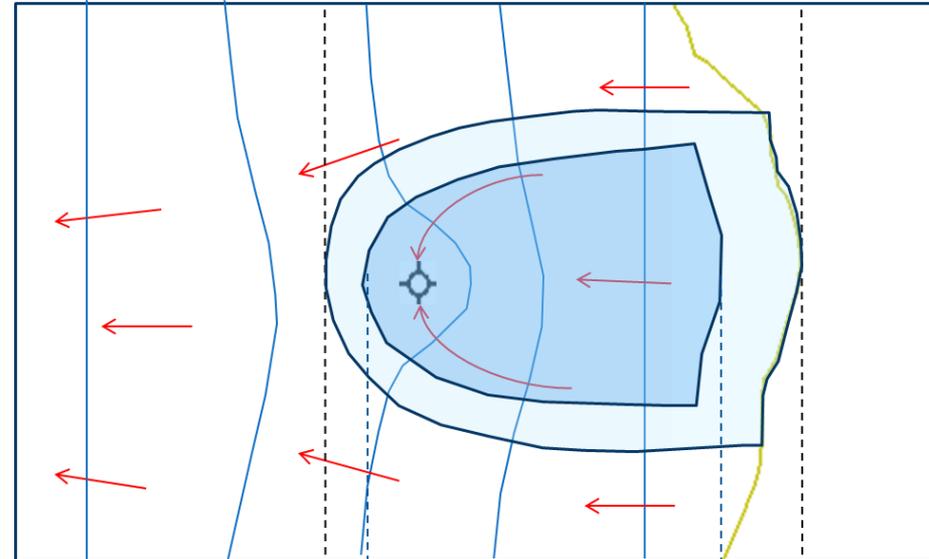
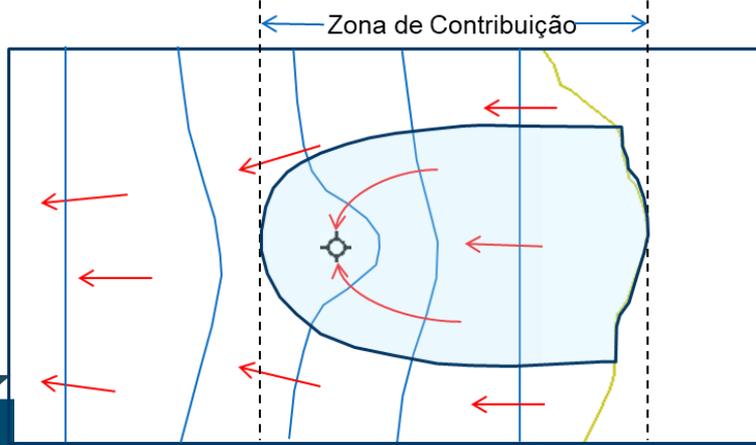
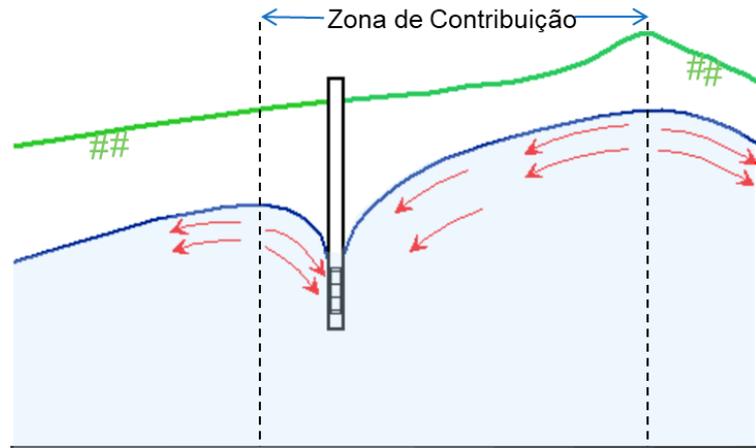
(Hirata 2000)

- **Princípio:** baseia-se no controle e restrição do uso e ocupação do solo e da água na área de proteção do poço

Zonas de Interesse

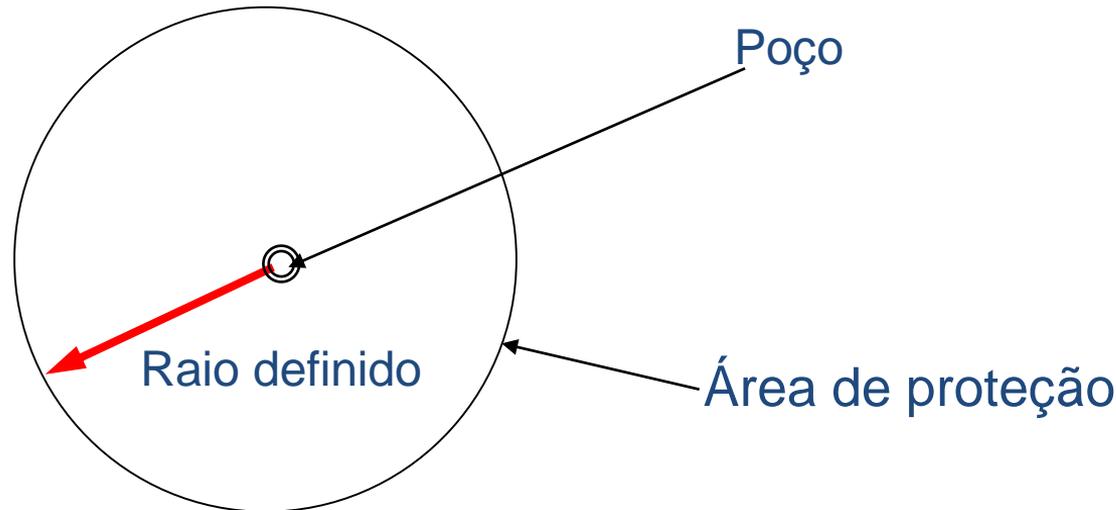


Zonas de Interesse



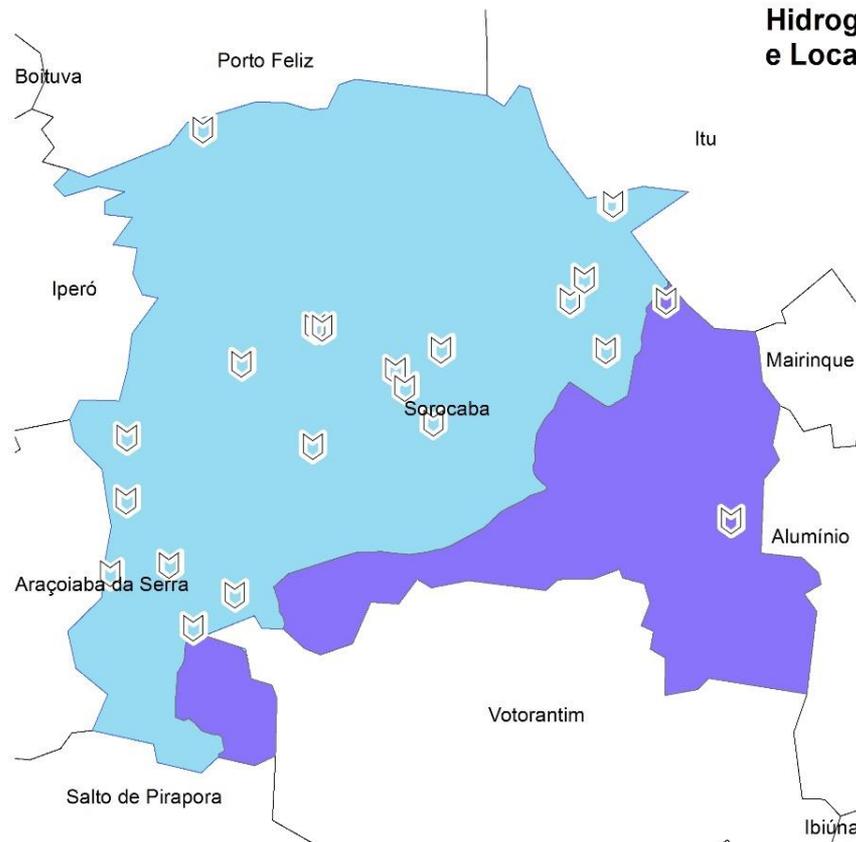
Decreto Estadual (SP) 32.955/91

**PERÍMETRO IMEDIATO DE PROTEÇÃO SANITÁRIA: ABRANGE UM
RAIO DE DEZ METROS A PARTIR DA CAPTAÇÃO**



HIDROGEOLOGIA

Área de Estudo



Hidrogeologia de Sorocaba/SP (2016) e Localização dos Poços de Captação Estudados

Edição: SILVA, C. O. F.
Fonte: CPRM (2014)

-  Poços de Captação
-  Unidade Fraturada
-  Unidade Granular
-  Municípios Vizinhos

0 2,5 5 10 Quilômetros

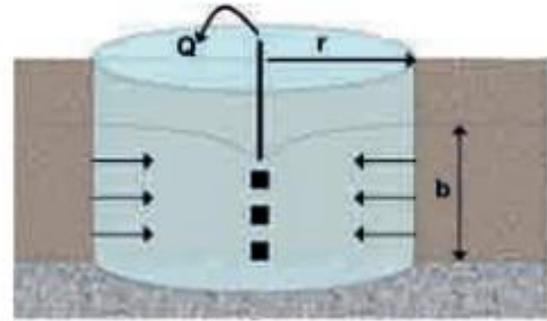


Método do Raio Fixo Calculado

Dataset

Os parâmetros utilizados são a **vazão de captação de água** (Q_t), a **espessura saturada** (b), a **porosidade efetiva** (n_e).

Consistiu na determinação de um raio com o **ponto de captação sendo seu centro**, que indica uma seção cilíndrica do aquífero. Partiu-se de uma equação volumétrica, que utiliza o tempo de propagação do poluente até à captação ou o rebaixamento do nível piezométrico.



$$r = \sqrt{\frac{Q_t}{n_e b \pi}}$$

RFC

$$r = \sqrt{\frac{Q_t}{n_e b \pi}}$$

Sendo Q_t a vazão de captação (m^3/dia), n_e a porosidade efetiva e b a espessura saturada do aquífero (m).

Método de Wyssling com Fluxo Uniforme

Dataset

Os parâmetros utilizados são a **captação de água** (Q_t), a **espessura saturada** (b), a **porosidade efetiva** (n_e), **gradiente hidráulico** (i), **condutividade hidráulica** (K) e **velocidade efetiva** (V_e).

Determinou a distância de proteção que diferencia a montante da jusante do ponto de captação, **cobrindo a zona de contribuição do aquífero**, onde se observa um rebaixamento do nível da água causado pelo bombeamento do poço.

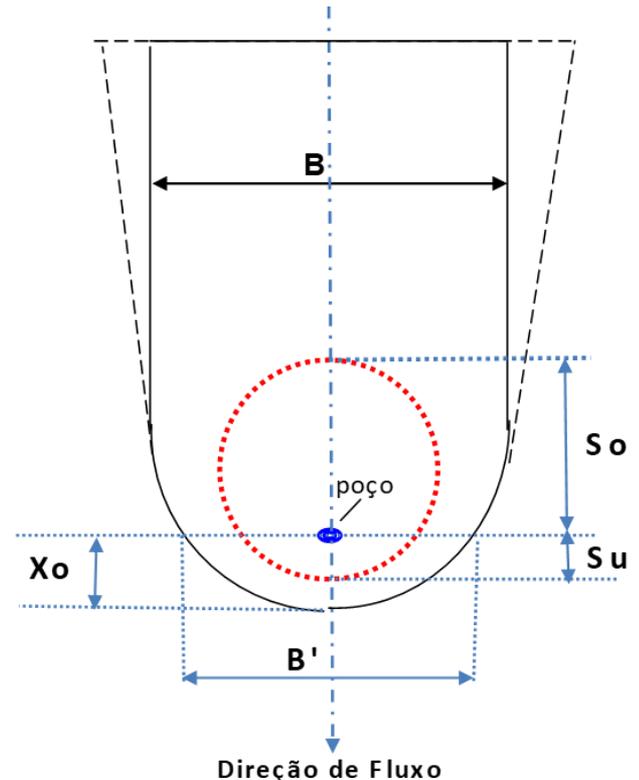
$$B = \frac{Q}{Kbi}$$

$$B' = \frac{B}{2} = \frac{Q}{2Kbi}$$

$$X_o = \frac{Q}{2\pi Kbi}$$

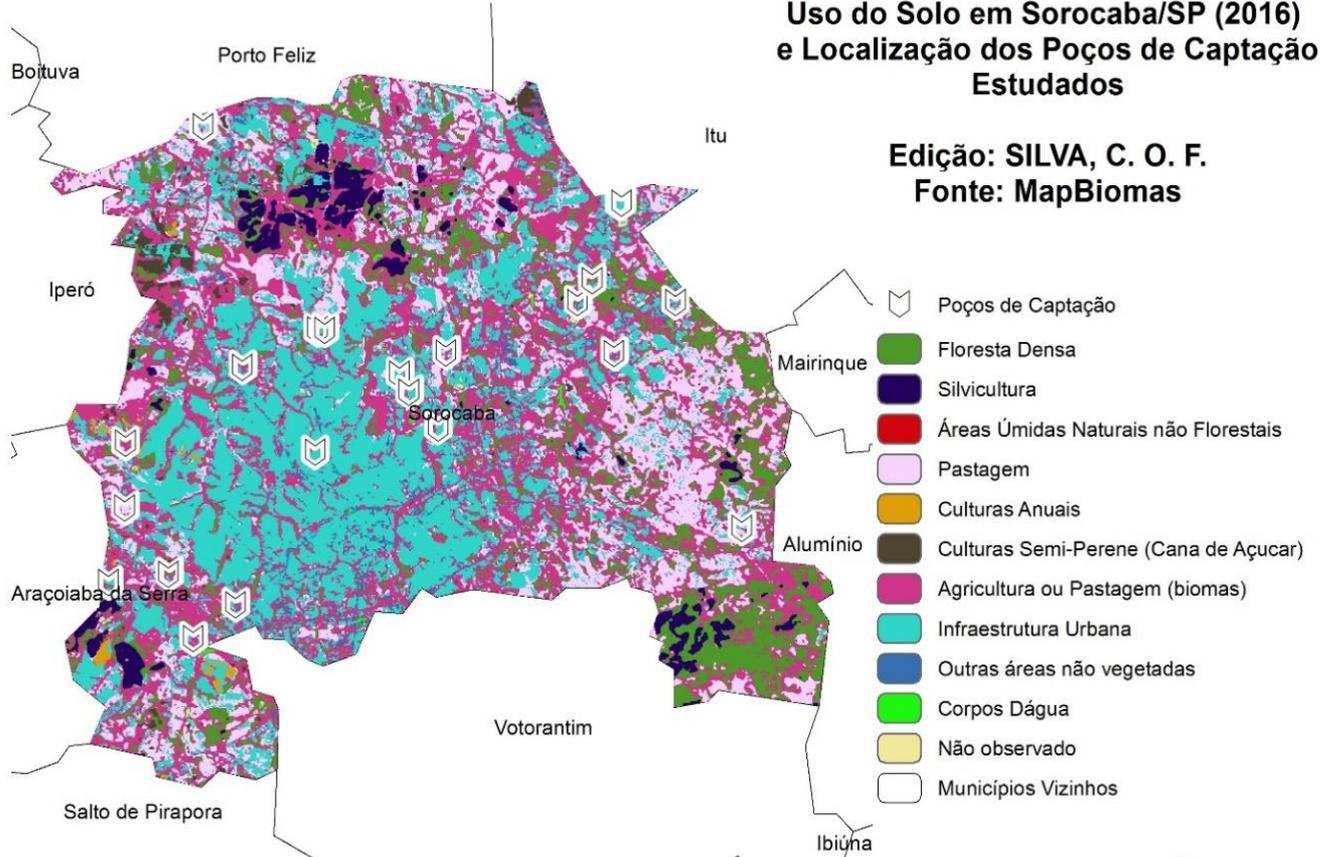
$$S_o = \frac{+l + \sqrt{l(l + 8X_o)}}{2}$$

$$S_u = \frac{-l + \sqrt{l(l + 8X_o)}}{2}$$



USO DA TERRA

Área de Estudo



0 2,5 5 10 Quilômetros



PONTO 30

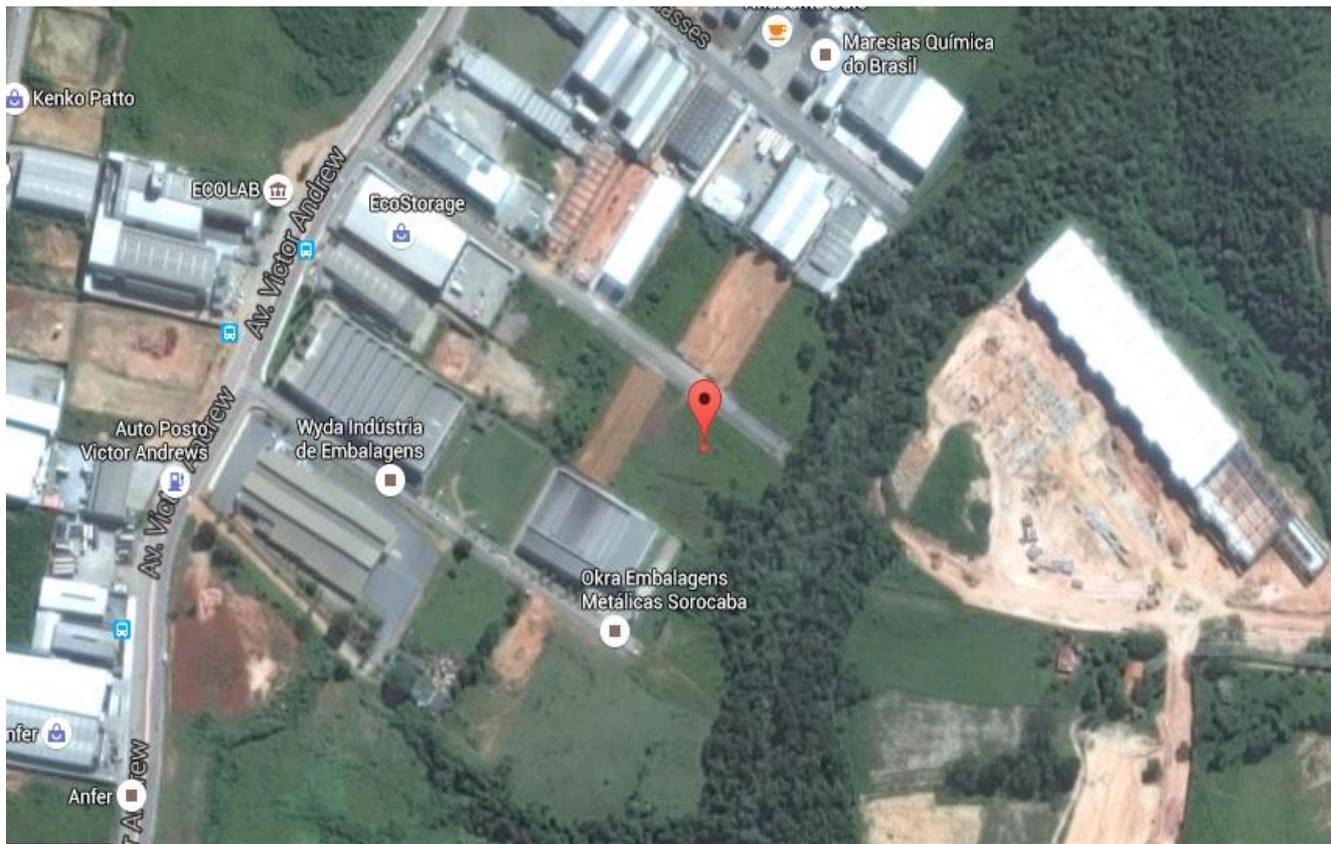
Google Earth



Análise: próximo ao Rio Pirajibú-Mirim e a uma mineração de areia e cascalho. Área vegetada.

PONTO 70

Google Earth



Análise: Próximo a um posto de combustíveis e a uma área degradada.

Poços Analisados

Poço	Lat	Long	RFC (m)	Wyssling (m)		Diagnóstico do Uso do Solo
				montante	jusante	
5	-23.47	-47.47	11.4	14.8	8.8	Área reflorestada em condomínio, possível contaminação por esgoto doméstico.
11	-23.45	-47.45	5.4	9.2	3.2	Poço em região de condomínio, alto grau de impermeabilização do solo, área de conservação mínima próxima.
22	-23.47	-47.54	7.0	10.6	4.6	Local reflorestado. Poço serve a uma indústria. Região a montante do poço é pavimentada, a jusante é vegetada.
25	-23.44	-47.50	7.4	11.0	5.0	Área impermeabilizada pela rua. Está dentro do SAAE. Próximo a empresas de construção civil e loteamentos.
29	-23.42	-47.39	5.7	9.5	3.5	Poço próximo ao Rio Pirajibú-Mirim e a uma mineração de areia e cascalho. Área vegetada.
30	-23.39	-47.37	9.2	12.6	6.6	Poço interno a um fragmento florestal rodeado por moradias. Possível região de compensação ambiental.

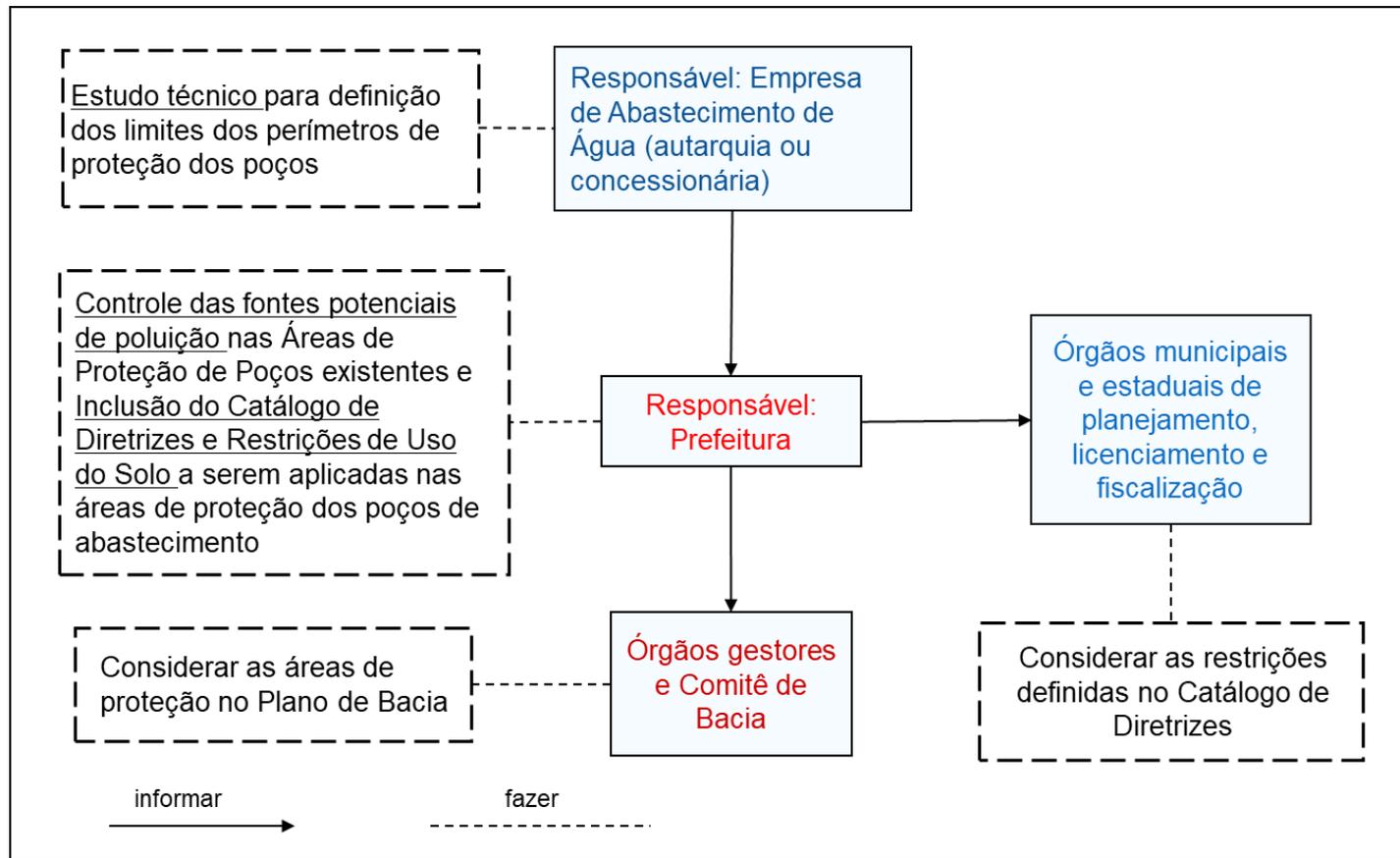
Poços Analisados

Poço	Lat	Long	RFC (m)	Wyssling (m)		Diagnóstico do Uso do Solo
				montante	jusante	
48	-23.4	-47.47	11.4	14.8	8.8	Área de reflorestamento rodeado de moradias. Posto de combustíveis próximo e potencialmente perigoso.
68	-23.39	-47.37	11.7	15.1	9.1	Área impermeabilizada pela rua. Próximo a fragmento florestal e a condomínio.
69	-23.44	-47.37	11.0	14.4	8.4	Local reflorestado. Poço serve a uma indústria. Região a montante do poço é vegetada e a jusante é pavimentada.
70	-23.44	-47.43	12.9	16.2	10.2	Local reflorestado. Poço serve a uma indústria. Há um posto de combustíveis a montante e a uma área degradada a jusante do poço.
73	-23.41	-47.38	13.6	16.9	10.9	Local vegetado e reflorestado em boas condições. Poço serve a uma indústria. Próximo a um lago.
75	-23.43	-47.47	6.1	9.8	3.8	Área impermeabilizada pela rua. Completa impermeabilização do solo, sem área vegetada próxima.
81	-23.46	-47.43	8.9	12.4	6.4	Área impermeabilizada pela rua. Próximo a fragmento florestal, rio e a condomínio.

Poços Analisados

Poço	Lat	Long	RFC (m)	Wyssling (m)		Diagnóstico do Uso do Solo
				montante	jusante	
83	-23.42	-47.35	13.9	17.2	11.2	Local reflorestado com pequenas áreas degradadas (com solo exposto). Poço serve a uma indústria.
84	-23.45	-47.44	12.5	15.9	9.9	Próximo a área degradada com solo exposto. Vegetação esparsa. Poço serve a uma indústria.
103	-23.50	-47.33	13.6	16.9	10.9	Área reflorestada em condomínio, possível contaminação por esgoto doméstico.
118	-23.51	-47.55	13.9	17.2	11.2	Local vegetado e reflorestado em boas condições. Poço serve a uma indústria. Próximo a um lago.
120	-23.49	-47.54	15.3	18.6	12.6	Local vegetado e reflorestado em boas condições.
121	-23.51	-47.52	15.3	18.6	12.6	Local reflorestado com grandes áreas degradadas (com solo exposto) a jusante do poço.
122	-23.53	-47.52	13.4	16.8	10.8	Local vegetado e reflorestado em boas condições.
125	-23.52	-47.50	8.1	11.6	5.6	Poço em região de condomínio, alto grau de impermeabilização do solo, área de conservação mínima próxima.
126	-23.36	-47.51	6.4	10.0	4.0	Local vegetado e reflorestado em boas condições.

Implementação da Área de Proteção de Poço – Proposição



Conclusões



ANALISAR A EFETIVIDADE DA LEGISLAÇÃO QUANTO À PROTEÇÃO PARA POÇOS DE CAPTAÇÃO, COMPARANDO-A COM A APLICAÇÃO DOS MÉTODOS DO RAIO FIXO CALCULADO E DE WYSSLING EM POÇOS NO MUNICÍPIO DE SOROCABA/SP.

Os métodos estudados geraram perímetros de proteção pequenos, já que as vazões captadas analisadas eram baixas. **Seriam de fácil cumprimento se fossem exigidas em um plano de gestão de águas subterrâneas.** O uso da terra indicou impactos negativos na qualidade ambiental do aquífero, **projetando impactos como a compactação do solo e risco de contaminação pela proximidade à postos de combustíveis.**

Esses resultados mostraram que o perímetro genérico de proteção de aquíferos definido pelo Decreto Estadual nº 32.955/1991 (SÃO PAULO, 1991) **não se adequou aos poços do aquífero Tubarão, em Sorocaba, SP, por não considerar os parâmetros hidrogeológicos de cada cada poço, como feito pelos métodos RFC e Wyssling.**