

Hidrogeologia Geral: Principais Impactos e Monitoramento das águas subterrâneas

Coordenação de Águas Subterrâneas - COSUB

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos – SIP

Letícia Lemos de Moraes

Márcia Tereza Pantoja Gaspar





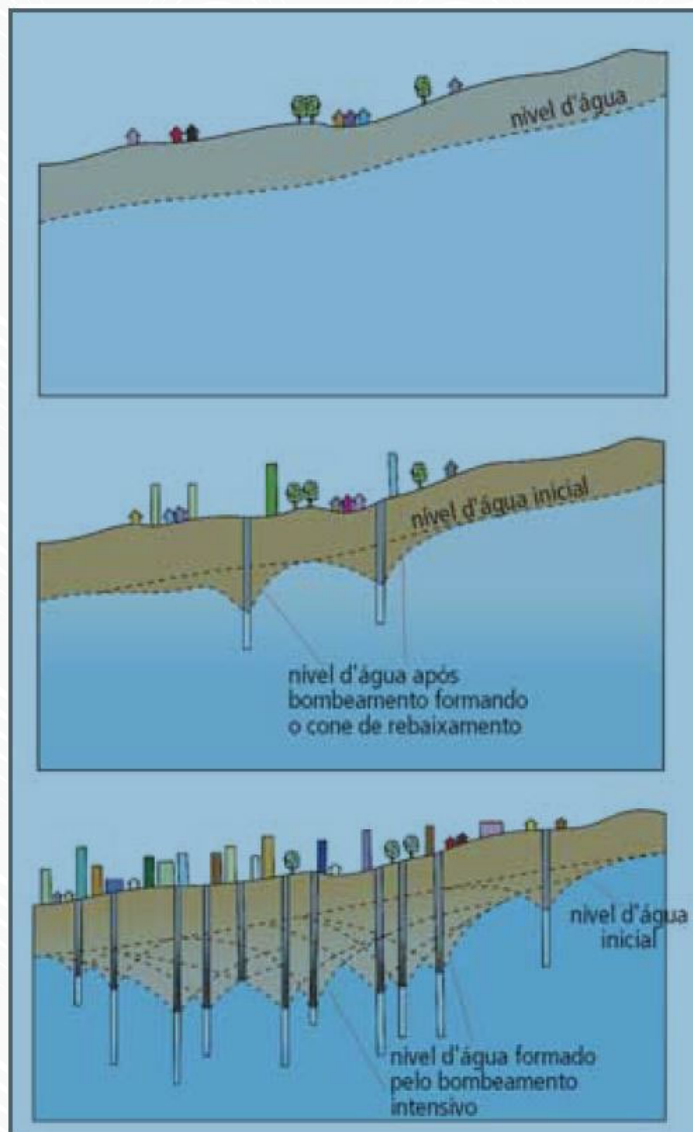
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

#AÁguaÉUmaSó

Impactos às águas subterrâneas

Impactos às Águas Subterrâneas

Superexploração



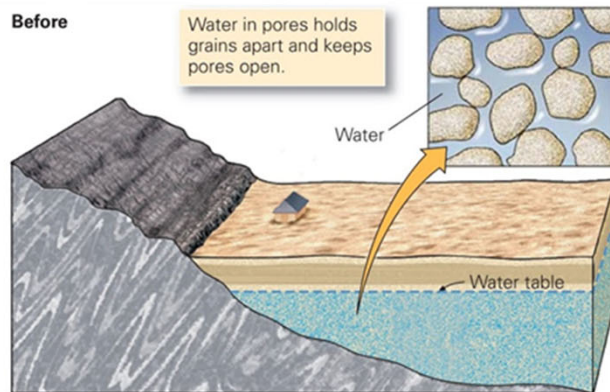
- Situação em que as extrações de água subterrâneas são superiores ou próximas à recarga.

- Na prática, um aquífero é considerado superexplorado quando um efeito negativo persistente é percebido, como o rebaixamento contínuo dos níveis de água, deterioração progressiva da qualidade da água, aumento no custo da extração ou danos ecológicos.

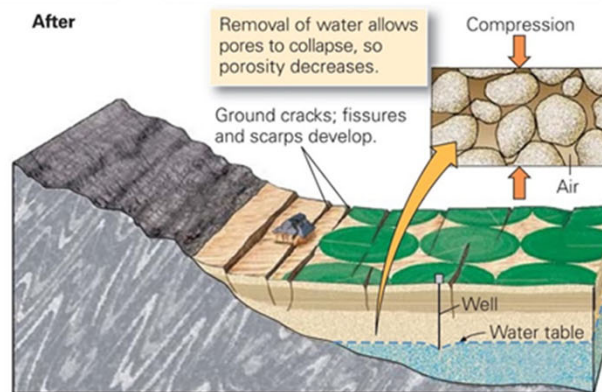
- Efeitos negativos da extração de poços podem ocorrer mesmo que não haja superexploração. Podem se apenas o efeito da interferência entre cones de rebaixamento, por ex.

Impactos às Águas Subterrâneas

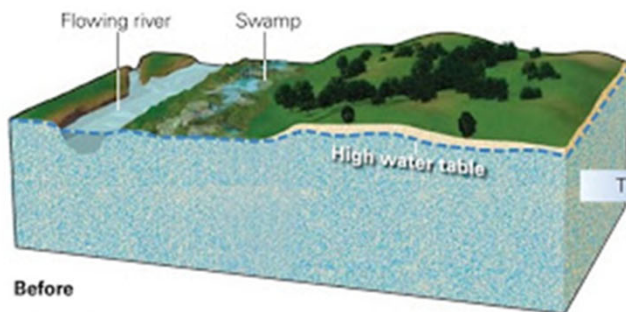
Efeitos Negativos da Superexploração



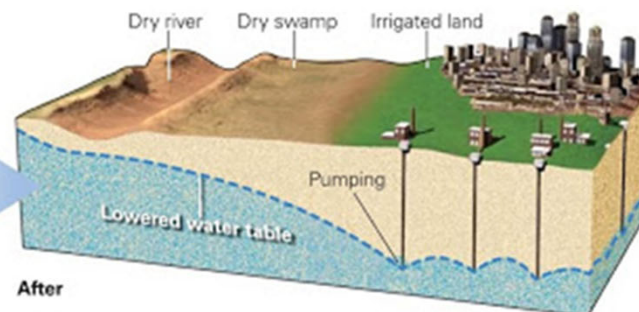
(e) When intensive irrigation removes groundwater, pore space in an aquifer collapses.



(f) As a result, the land surface sinks, leading to the formation of ground fissures and causing houses to crack.



(a) Before humans start pumping groundwater, the water table is high. A swamp and permanent stream exist.



(b) Pumping for consumers in a nearby city causes the water table to sink in, so the swamp dries up.

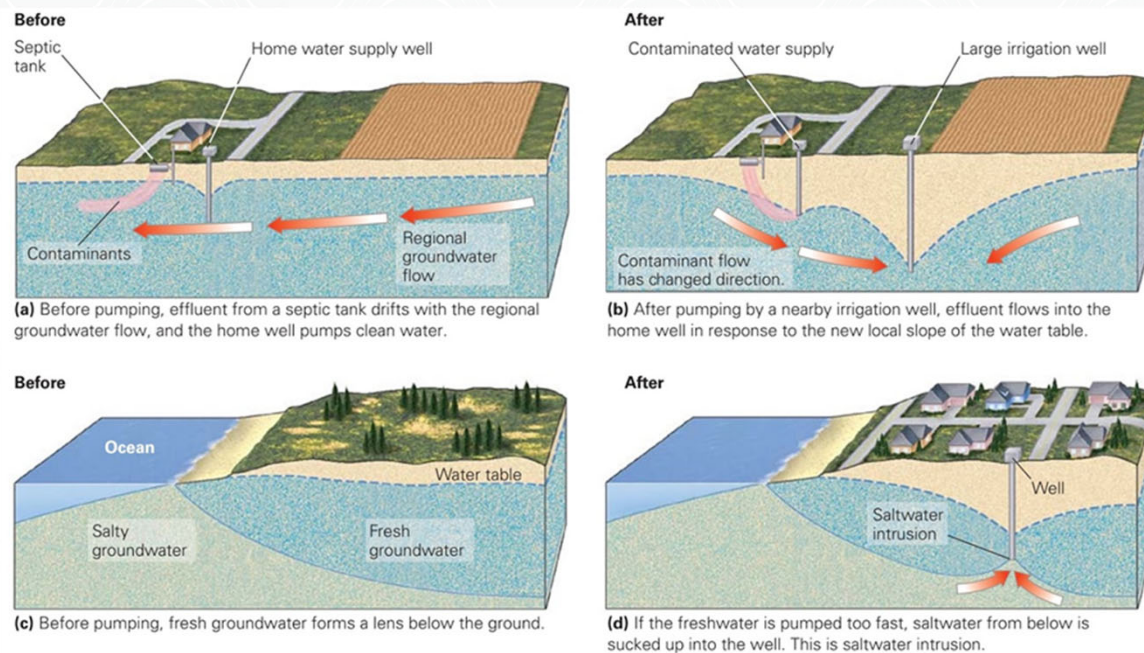
Subsidência do terreno/Danos a Infraestrutura

Redução/esgotamento da água em nascentes, rios e lagos

Redução da vazão a esgotamento de poços /aumento do custo de construção e operação

Impactos às Águas Subterrâneas

Efeitos Negativos da Superexploração



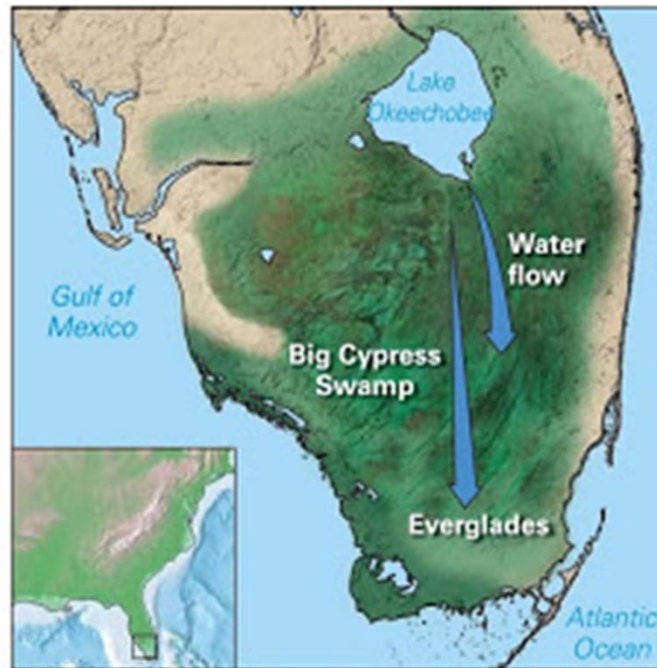
Deterioração da qualidade da água:

- Direcionamento do fluxo de contaminantes para o poço
- Intrusão Salina

<http://geologylearn.blogspot.com/2015/12/groundwater-problems.html>

Impactos às Águas Subterrâneas

Efeitos Negativos da Superexploração



(c) The Florida Everglades before the advent of urban growth and intensive agriculture.

~1700 C.E. → Today
Time



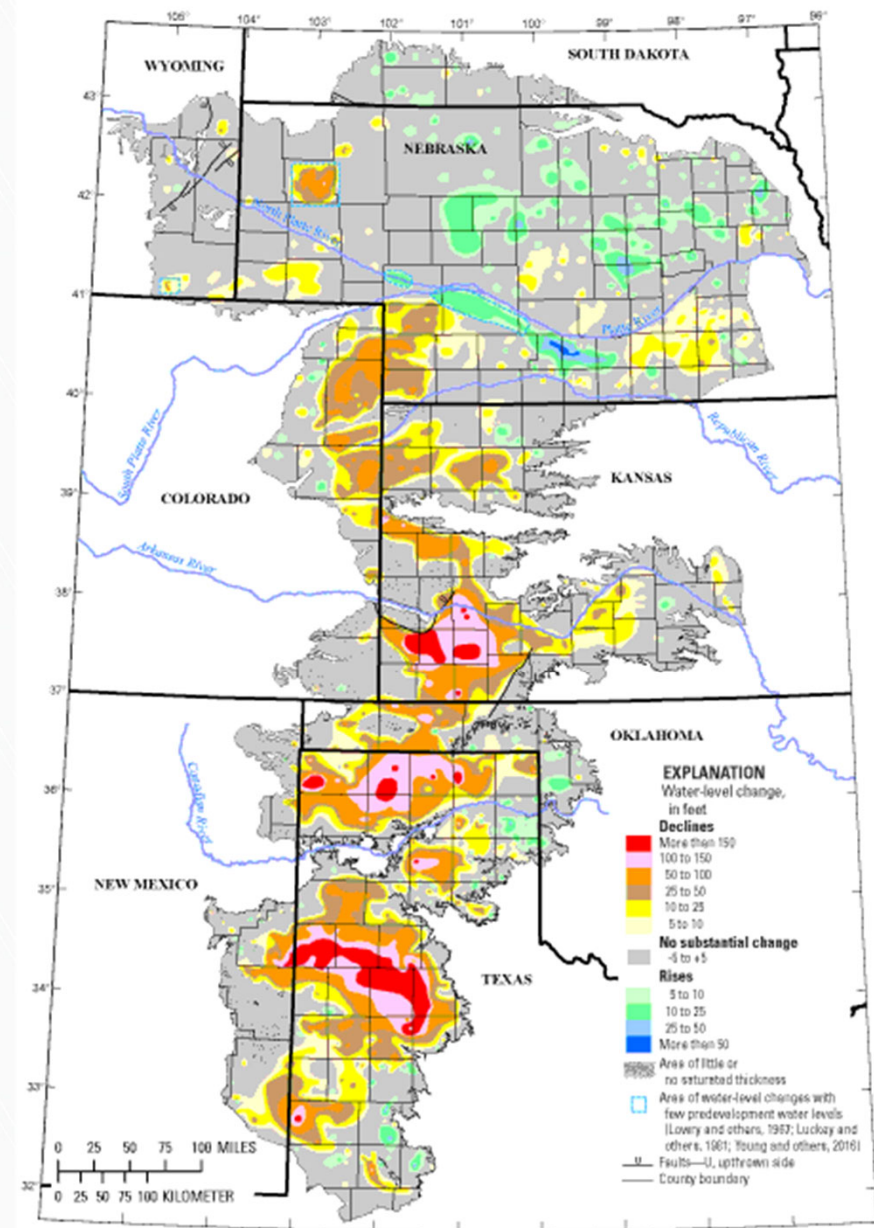
(d) Channelization and urbanization have removed water from recharge areas, disrupting flow paths.

Impactos às Águas Subterrâneas

Efeitos Negativos da Superexploração

Ogallala Aquifer

- Rebaixamento do aquífero (atinge >45m)
- Diminuição dos cursos d'água perenes
- Impactos aos ecossistemas (extinção de peixes)
- Riscos econômicos (1/3 da irrigação dos EUA depende do aquífero)



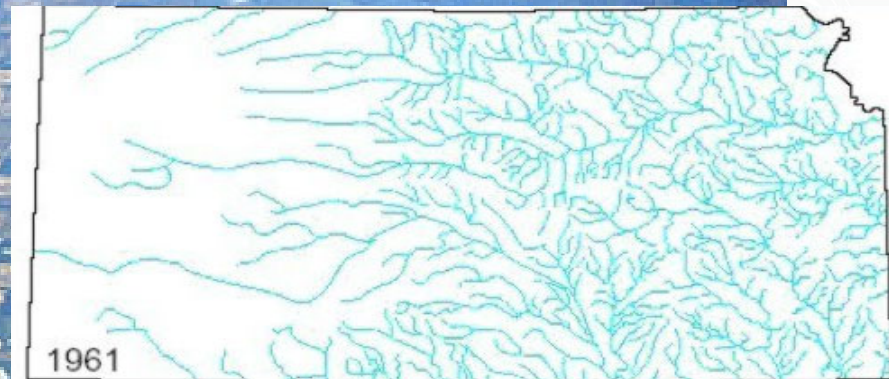
[Animação USGS 3D:](#)

<https://www.youtube.com/watch?v=3rSnf-u0bzc>

Impactos às Águas Subterrâneas

Efeitos Negativos da Superexploração

Ogallala Aquifer



0 45 90 km

#ÁguaÉUmaSó

Impactos às Águas Subterrâneas

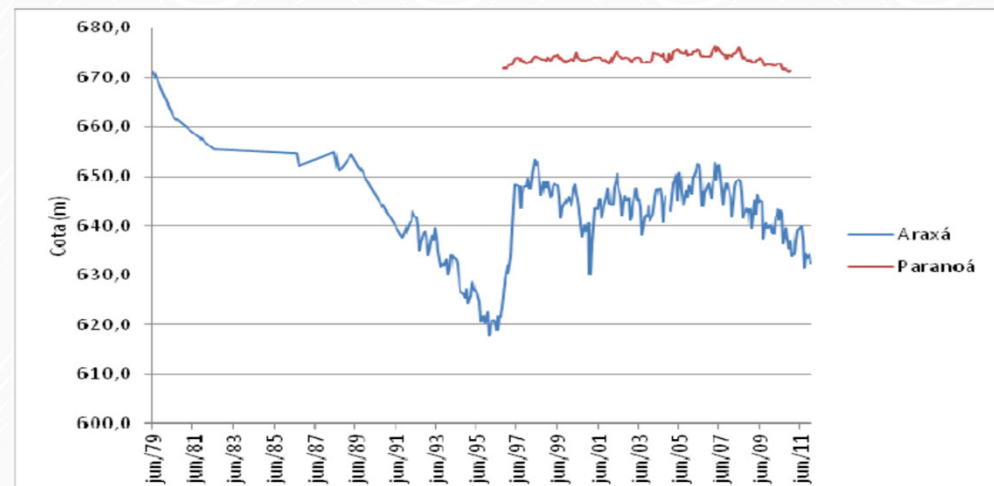
Efeitos Negativos da Superexploração



Aquífero Termal Caldas Novas/GO

Rebaixamentos de mais de 50m no nível potenciométrico do aquífero Araxá, fim do artesianismo em muitos poços e desaparecimento de surgências termais devido perfuração desordenada de poços partir da década 70.

- Medidas adotadas pelo DNPM:
 - Interdição de poços ilegais
 - Controle por hidrômetros
 - Suspensão da outorga de novos alvarás de pesquisa e de lavra para águas termais (desde 1996)
 - Substituição de mananciais para abastecimento público
 - Conscientização de proprietários



Fonte: Andrade & Almeida, 2012

Portaria DNPM Nº 72, de 31/01/2018:

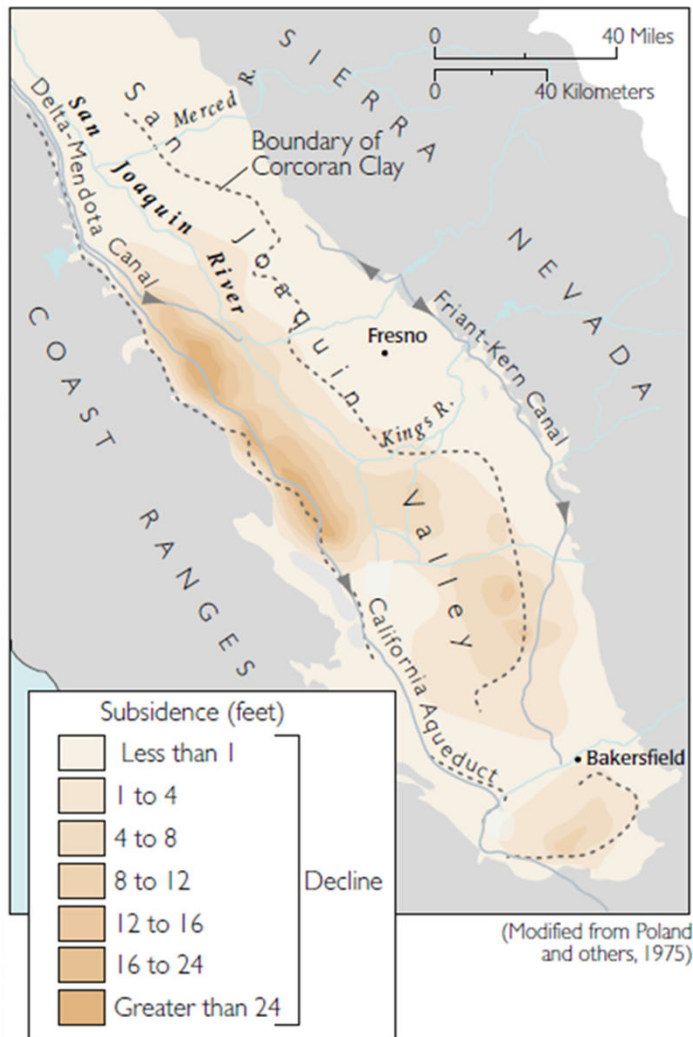
Art. 1º Fica prorrogado por mais 10 (dez) anos o prazo de suspensão de outorga de alvarás de Pesquisa no aquífero de Caldas Novas e Rio Quente, Estado de Goiás, na área descrita na Portaria DG-DNPM nº 52, de 19 de fevereiro de 1999.

Efeitos Negativos da Superexploração

Subsidência e Abatimento

Central Valley Aquifer System, San Joaquin Valley, Califórnia

Land subsidence from 1926 to 1970



Localmente, há rebaixamento total de até 10m

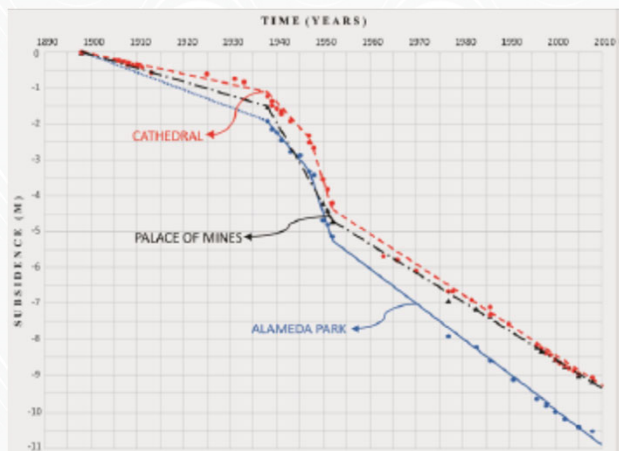
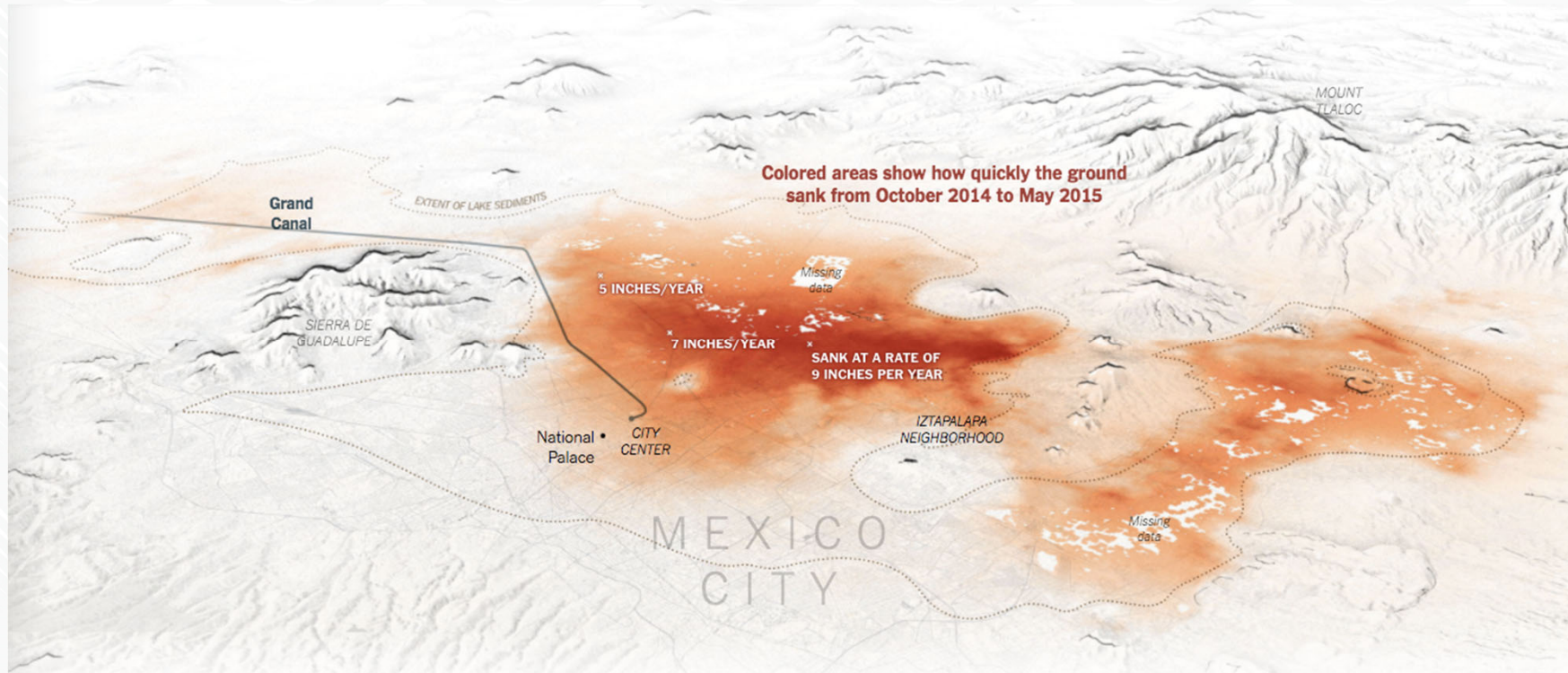
Taxa de rebaixamentos de 1,25 a 300 cm/ano

Danos a infraestrutura como canais, aquedutos, Pontes, estradas



Efeitos Negativos da Superexploração

Subsidência e Abatimento



Cidade do México



1942



2016

Efeitos Negativos da Superexploração

Subsidência e Abatimento

Buraco de Cajamar (SP) – 1986



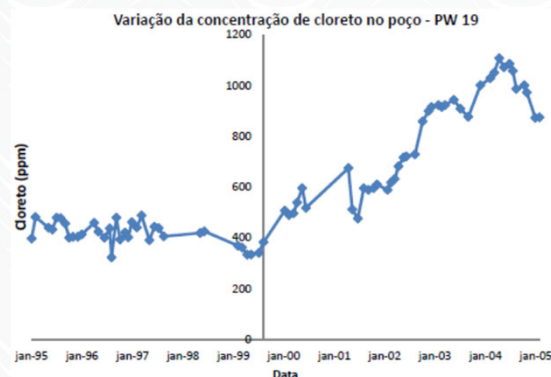
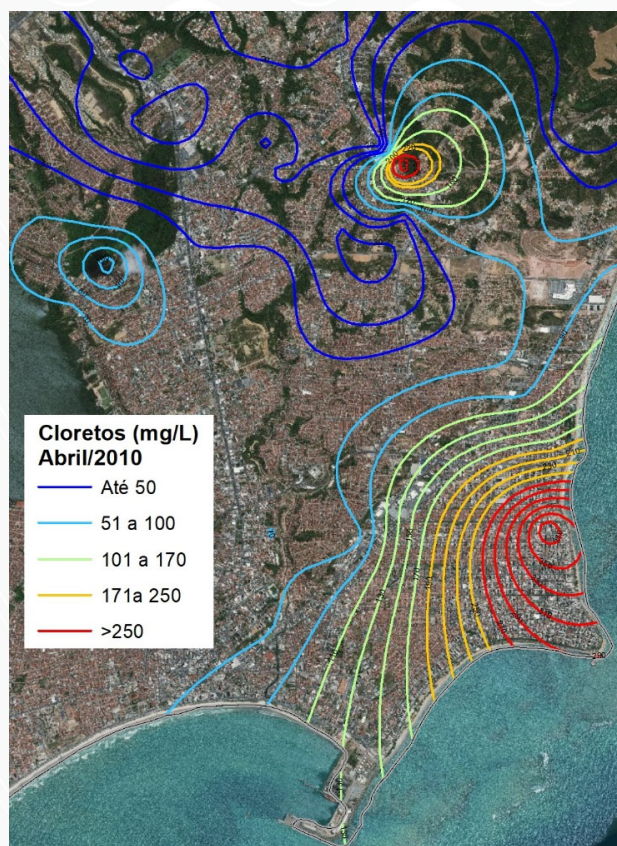
Calcários em subsuperfície

Subsidência e colapso
associada a áreas
cársticas.

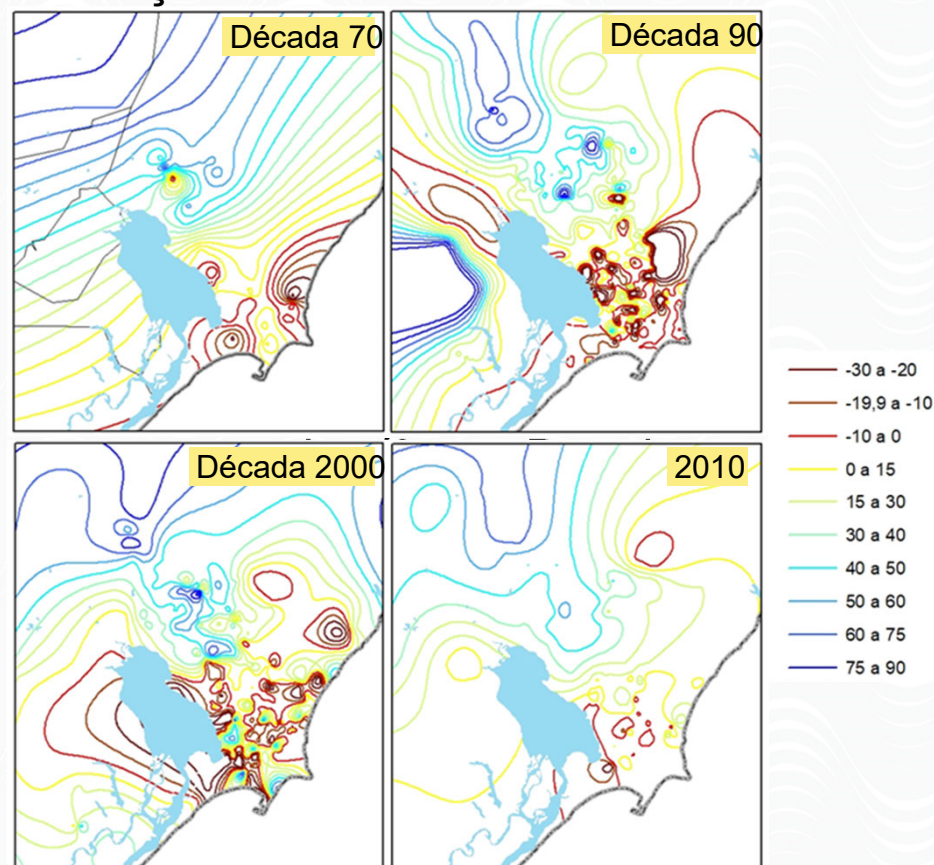
Há indícios que o
processo, embora
natural, teria sido
acelerado por
estiagem e extração
excessiva de águas
subterrâneas pelas
indústrias locais

Efeitos Negativos da Superexploração

Intrusão Salina



Evolução da Potenciometria



RM MACEIÓ/AL

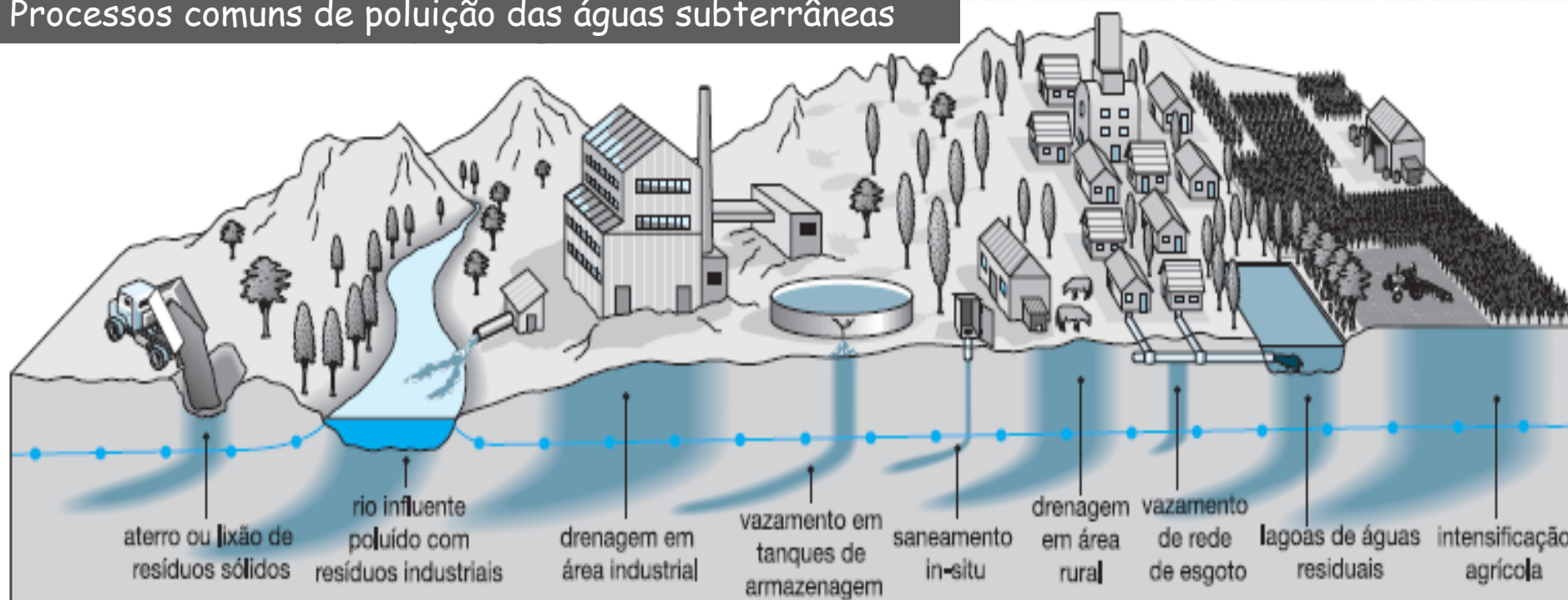
Exploração intensa na década de 90 provocou rebaixamento e salinização de poços.

Recuperação de níveis e da qualidade após a desativação de poços.

Impactos às águas subterrâneas

Poluição das águas subterrâneas

Processos comuns de poluição das águas subterrâneas



Impactos às águas subterrâneas

Poluição das águas subterrâneas

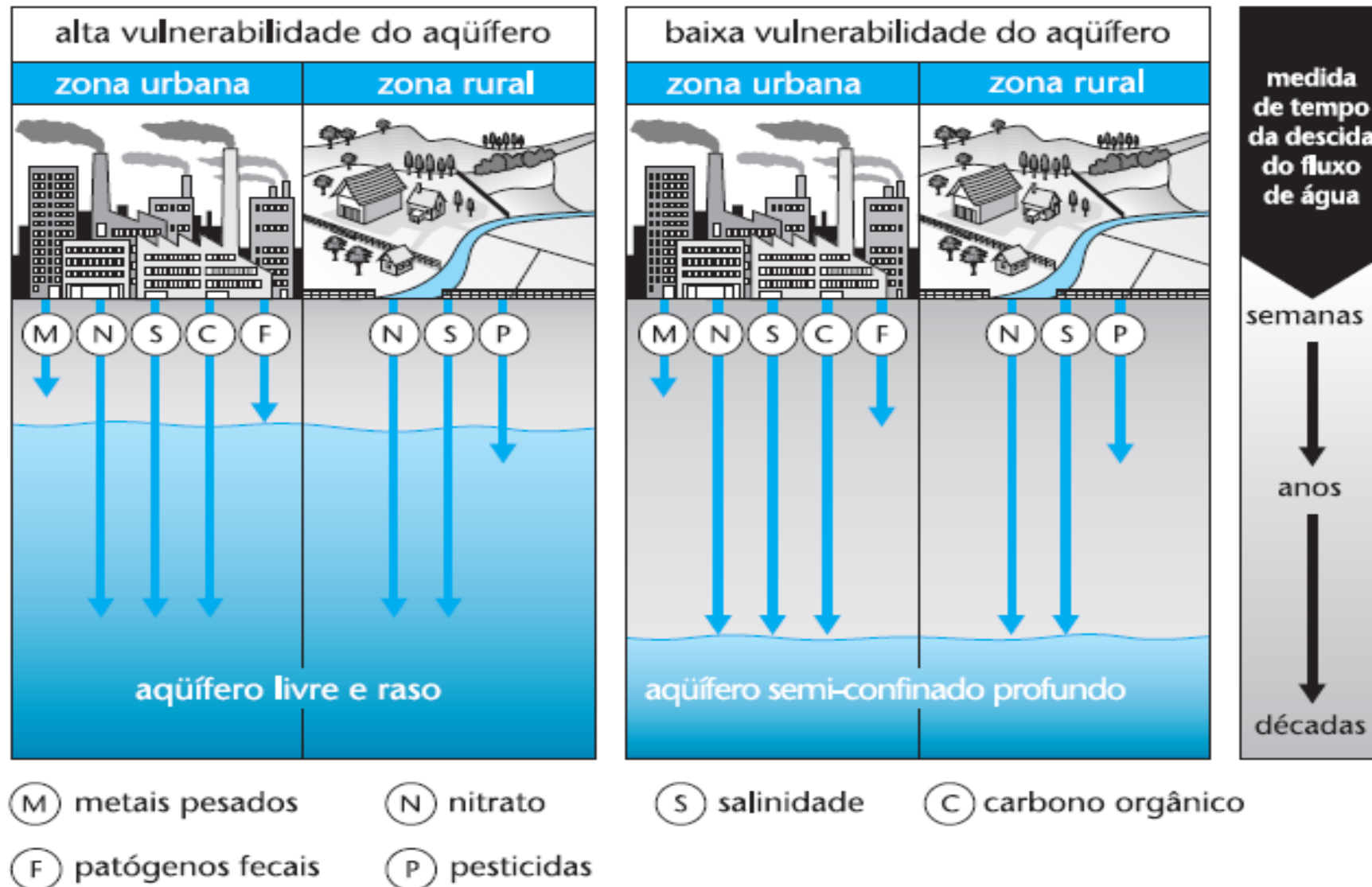
Contaminantes comuns das águas subterrâneas e fontes comuns de poluição

ORIGEM DA POLUIÇÃO	TIPO DE CONTAMINANTE
Atividade agrícola	nitrato; amônio; pesticidas; organismos fecais
Saneamento <i>in situ</i>	nitrato; hidrocarbonetos halogenados; microorganismos
Garagens e postos de serviço	hidrocarbonetos aromáticos e halogenados; benzeno; fenóis
Disposição de resíduos sólidos	amônio; salinidade; hidrocarbonetos halogenados; metais pesados
Indústrias metalúrgicas	tricloroetileno; tetracloroetileno; hidrocarbonetos halogenados; fenóis; metais pesados; cianureto
Pintura e esmaltação	alquilbenzeno; hidrocarbonetos halogenados; metais; hidrocarbonetos aromáticos; tetracloroetileno
Indústrias de madeira	pentaclorofenol; hidrocarbonetos aromáticos; hidrocarbonetos halogenados
Limpeza a seco	tricloroetileno; tetracloroetileno
Indústria de pesticida	hidrocarbonetos halogenados; fenóis; arsênico
Despejo de lodo do esgoto	nitrato amônio; hidrocarbonetos halogenados; chumbo; zinco
Curtumes	cromo; hidrocarbonetos halogenados; fenóis
Extração/exploração de gás e petróleo	salinidade (cloreto de sódio); hidrocarbonetos aromáticos
Mineração de carvão e metalíferos	acidez; metais pesados; ferro; sulfatos

Impactos às águas subterrâneas

Poluição das águas subterrâneas

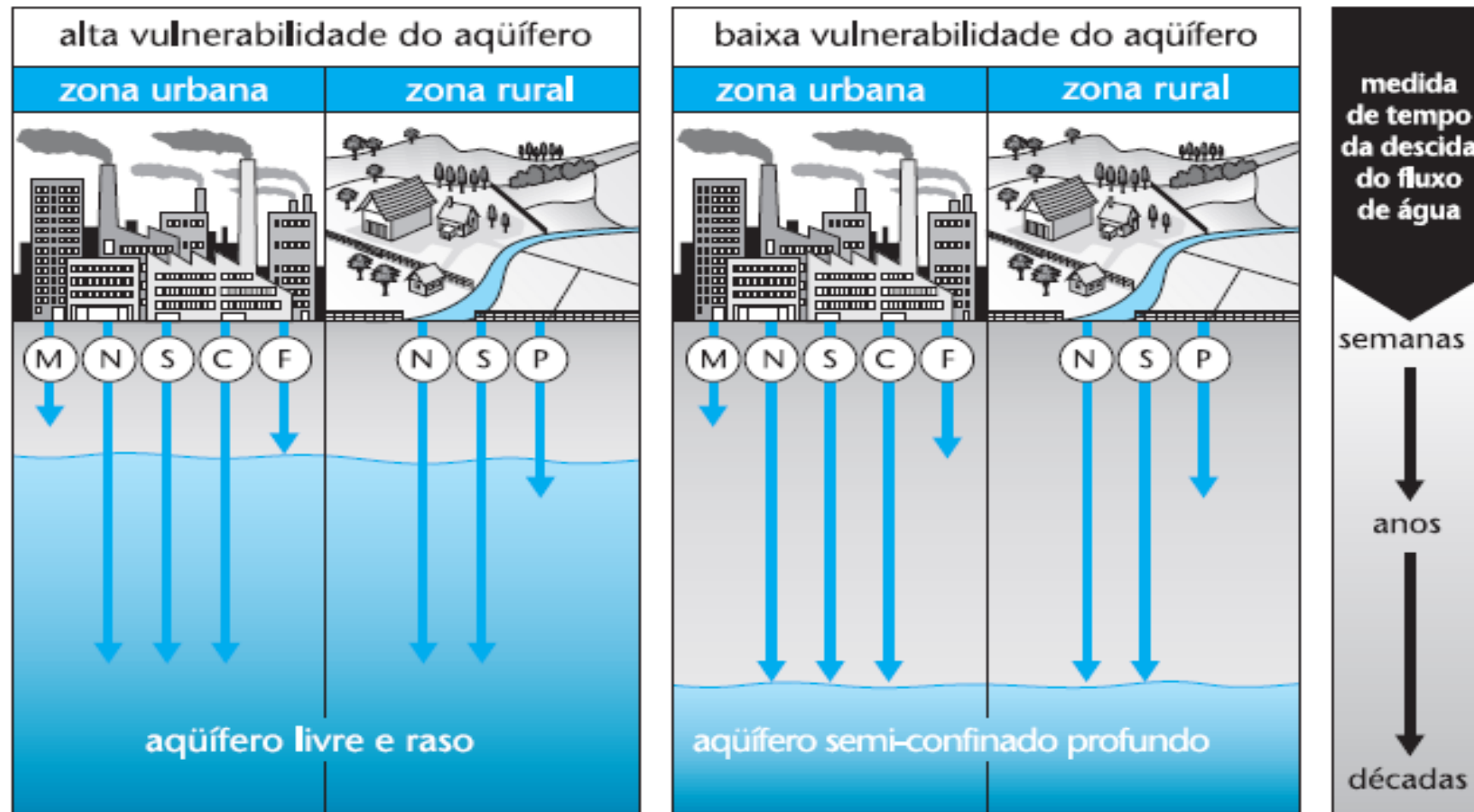
Vulnerabilidade x fontes de contaminação



Impactos às águas subterrâneas

Poluição das águas subterrâneas

Vulnerabilidade x fontes de contaminação



(M) metais pesados

(N) nitrato

(S) salinidade

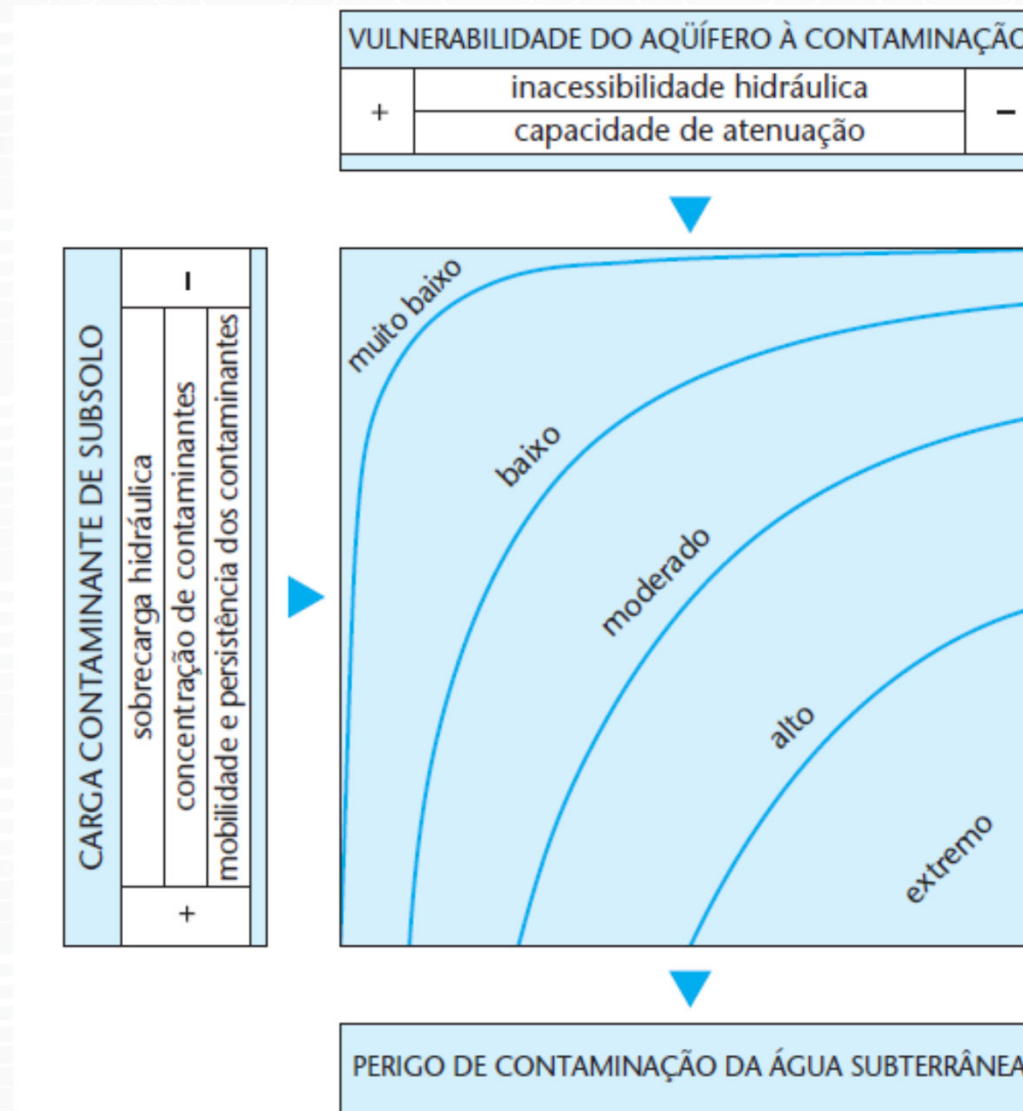
(C) carbono orgânico

(F) patógenos fecais

(P) pesticidas

Impactos às águas subterrâneas

Poluição das águas subterrâneas



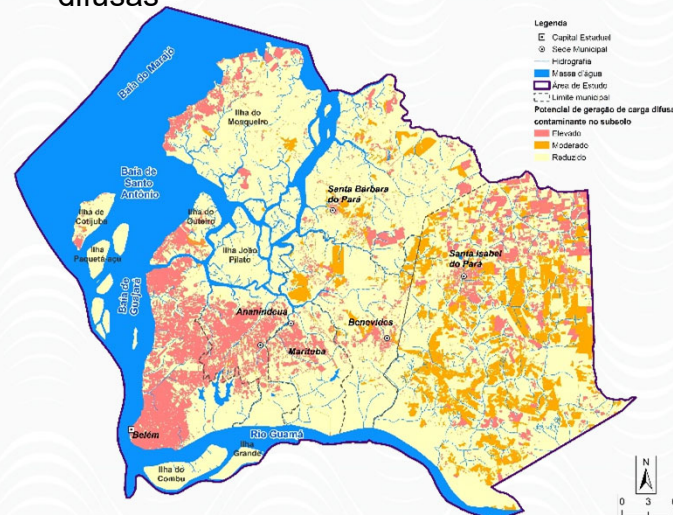
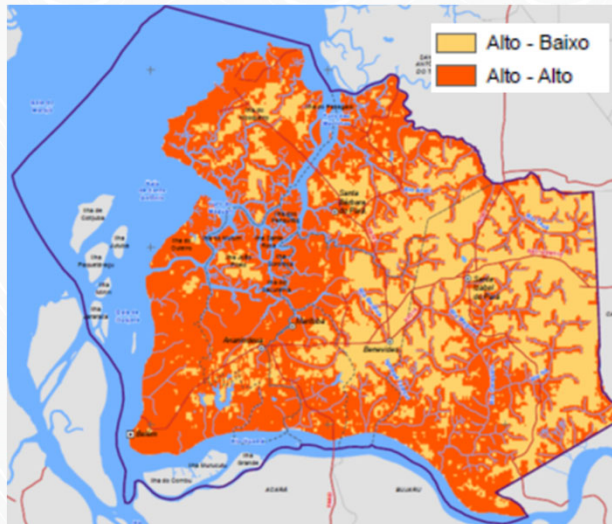
Impactos à qualidade das águas subterrâneas

Nitrato em áreas urbanas

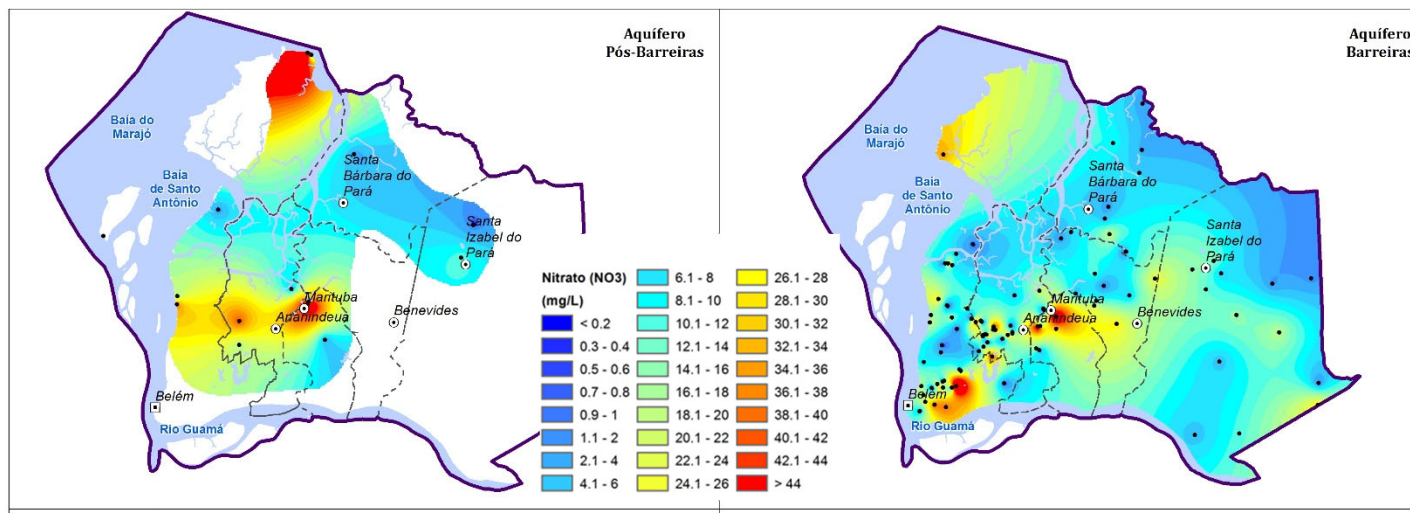
Carência de saneamento básico
(10% de coleta)



Vulnerabilidade GOD dos aquíferos superficiais Potencial de contaminação das fontes difusas



REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM/PA



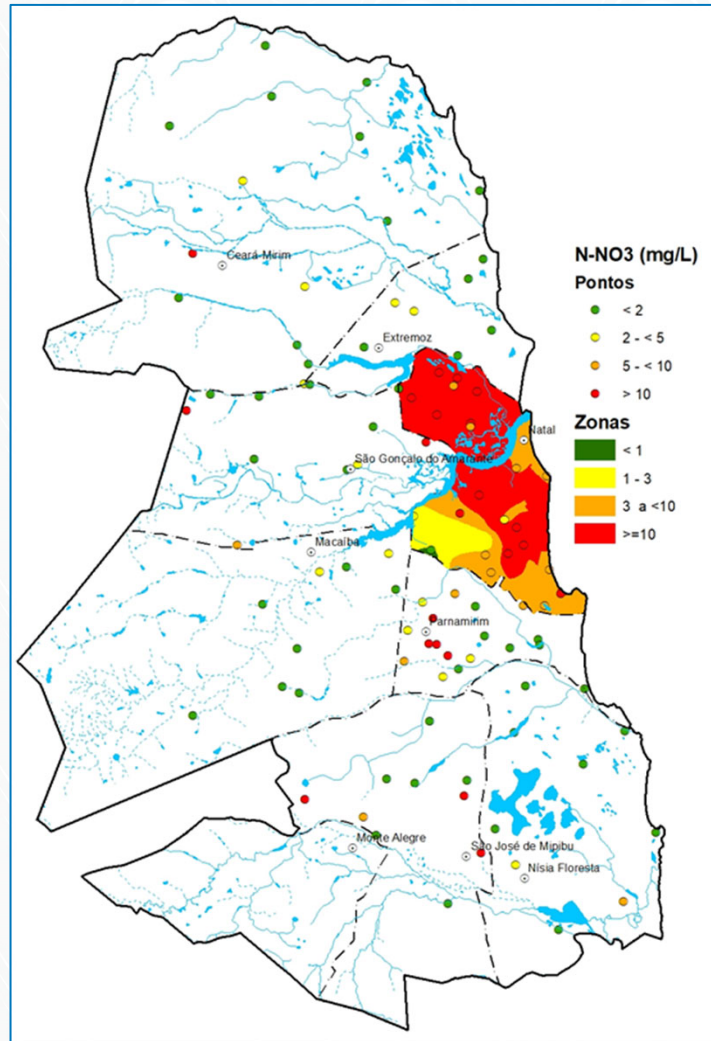
Poços mal construídos



#AÁguaÉUmaSó

Impactos à qualidade das águas subterrâneas

Nitrato em áreas urbanas



REGIÃO METROPOLITANA DE NATAL

- ❑ Aquífero de vulnerabilidade alta a média (Dunas/Barreiras)
- ❑ Baixo Índice de Saneamento (somente 22% da população atendida com esgotamento sanitário)

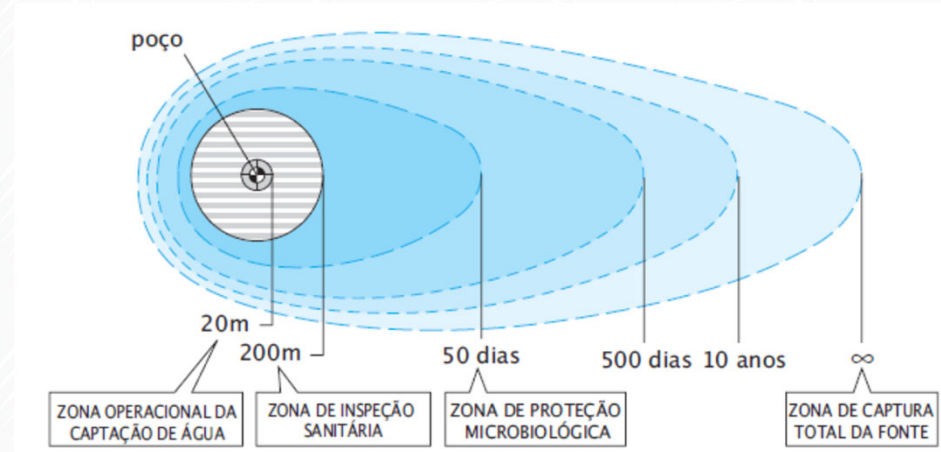
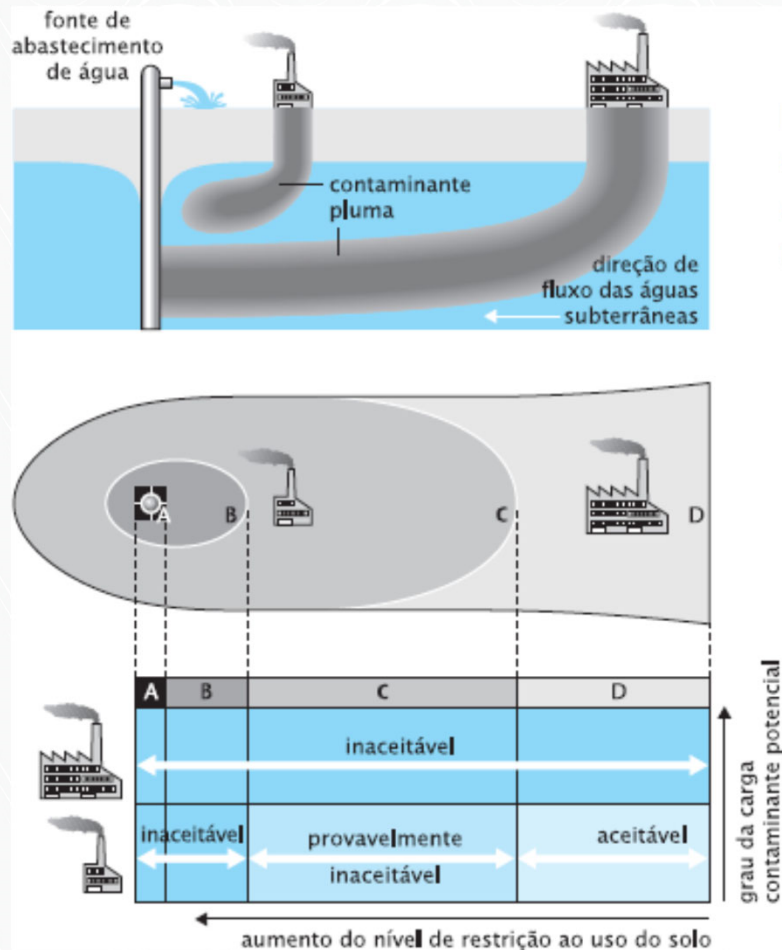


Nitrato acima do VMP em 23% dos pontos analisados (55% dos pontos analisados no município de Natal)

Impactos à qualidade das águas subterrâneas

Perímetro de Proteção do Poço

Divisão do entorno dos poços em diferentes zonas, graduados do maior ao menor risco potencial de contaminação e quanto às restrições a serem impostas



Tempo de trânsito: Tempo para que uma partícula de água alcance o poço

Padrão de Instalação do poço





AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

#AÁguaÉUmaSó

Monitoramento das águas subterrâneas

Monitoramento das águas subterrâneas

➤ POR QUE MONITORAR AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS?

- Ampliar o conhecimento hidrogeológico dos principais aquíferos brasileiros;
- Acompanhar as alterações espaciais e temporais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas;
- Identificar impactos às águas subterrâneas;
- Estimar a disponibilidade do recurso hídrico subterrâneo;
- Auxiliar na gestão integrada dos recursos hídricos;
- Dar suporte à estratégias e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo.

Monitoramento das águas subterrâneas

❑ REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM)

- Monitoramento Quantitativo – Variações do nível d'água subterrânea (NA)
- Monitoramento Qualitativo – Parâmetros físico-químicos e químicos da água subterrânea

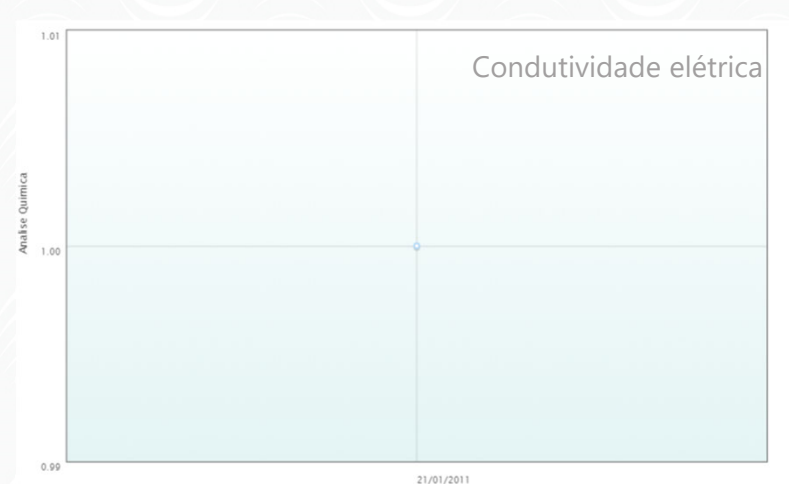
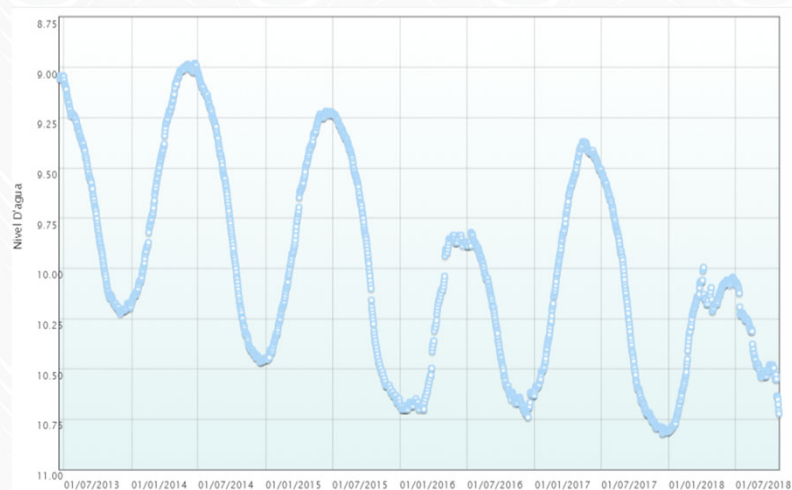
❑ EXEMPLOS DE REDES ESTADUAIS DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

- Distrito Federal – ADASA/CPRM
- Ceará - COGERH
- São Paulo – CETESB/DAEE
- Minas Gerais – IGAM/CPRM

Monitoramento das águas subterrâneas

❑ REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM)

- Rede essencialmente quantitativa associada a controle e alerta de qualidade (pH, CE e T)
- Precipitação, umidade relativa do ar e pressão atmosférica (suporte ao monitoramento de níveis)
- Frequência: níveis, chuva, UR, PA (horário); química indicadores (semestral); química completa (quinquenal)
- Coleta de dados dois em dois meses armazenados no *dataloggers*, medida manual do NA e manutenção



REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

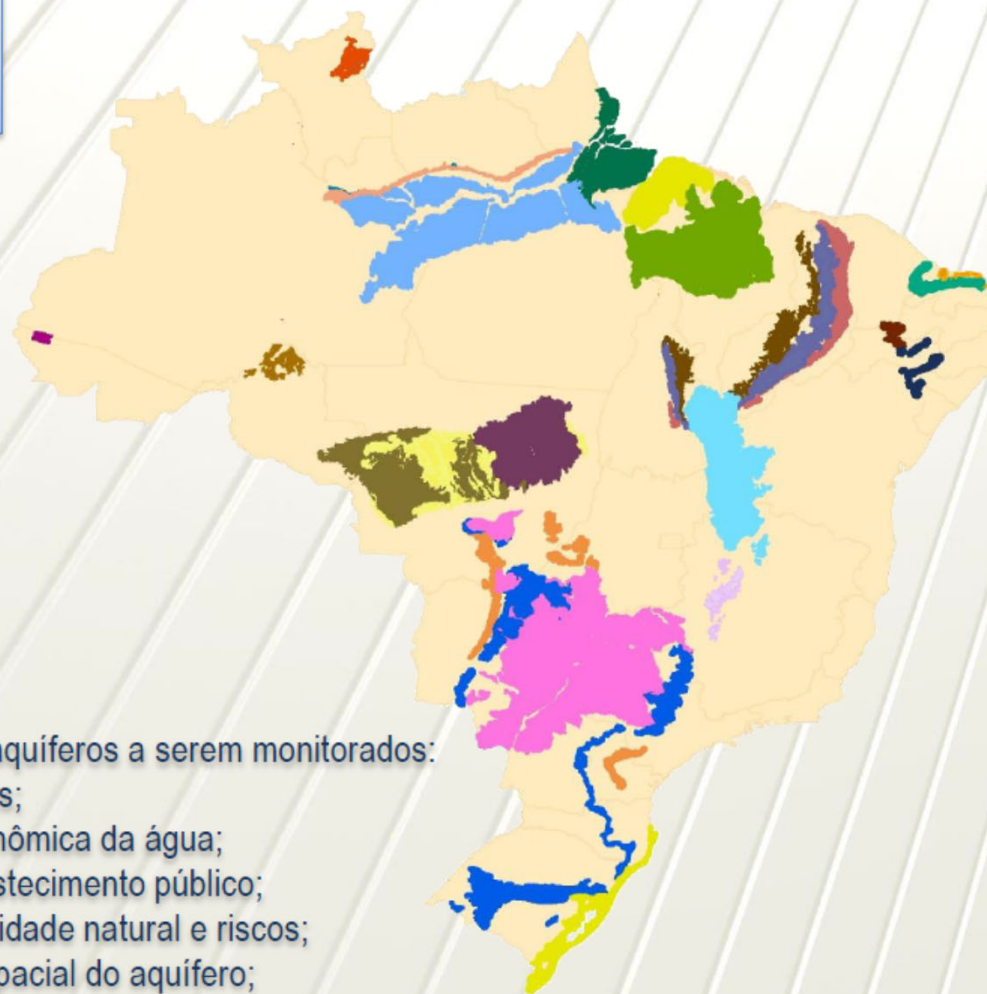
Principais Características

Aquíferos
Monitorados



Critérios de priorização de aquíferos a serem monitorados:

- 1) Aquíferos sedimentares;
- 2) Importância sócio-econômica da água;
- 3) Uso da água para abastecimento público;
- 4) Aspectos de vulnerabilidade natural e riscos;
- 5) Representatividade espacial do aquífero;
- 6) Existência de poços para monitoramento.



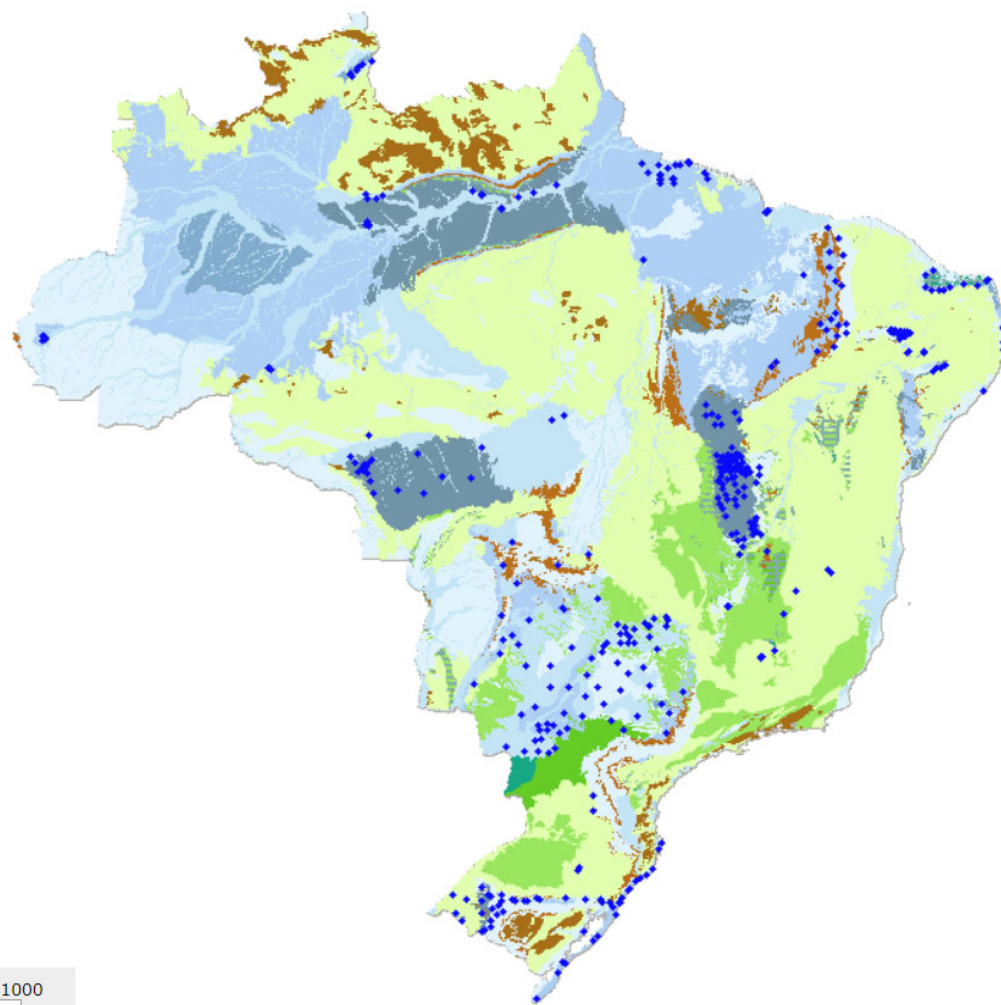
AQUÍFEROS MONITORADOS	Nº DE POÇOS ATIVOS
Aquífero Açú	9
Aquífero Alter do Chão	17
Aquífero Areado	2
Aquífero Barreiras	4
Aquífero Bauru_Caiua	62
Aquífero Beberibe	7
Aquífero Boa Vista	5
Aquífero Cabeças	11
Coberturas Cenozoicas Indiferenciadas MG	12
Coberturas Cenozoicas Indiferenciadas RO	3
Aquífero Fissural	3
Aquífero Furnas	4
Aquífero Grajaú	3
Aquífero Guarani	42
Aquífero Iça	7
Aquífero Itapecuru	2
Aquífero Litoraneo	18
Aquífero Missão Velha- Mauriti	21
Aquífero Parecis Indiviso	22
Aquífero Pirabas	14
Aquífero Poti_Piauí	1
Aquífero Prosperança	1
Aquífero Ronuro	3
Aquífero Salto das Nuvens	2
Aquífero Serra do Tucano	2
Aquífero Serra Grande	7
Aquífero Tacaratu	9
Aquífero Trombetas	3
Aquífero Tucunaré	3
Aquífero Urucuia	79



RIMAS

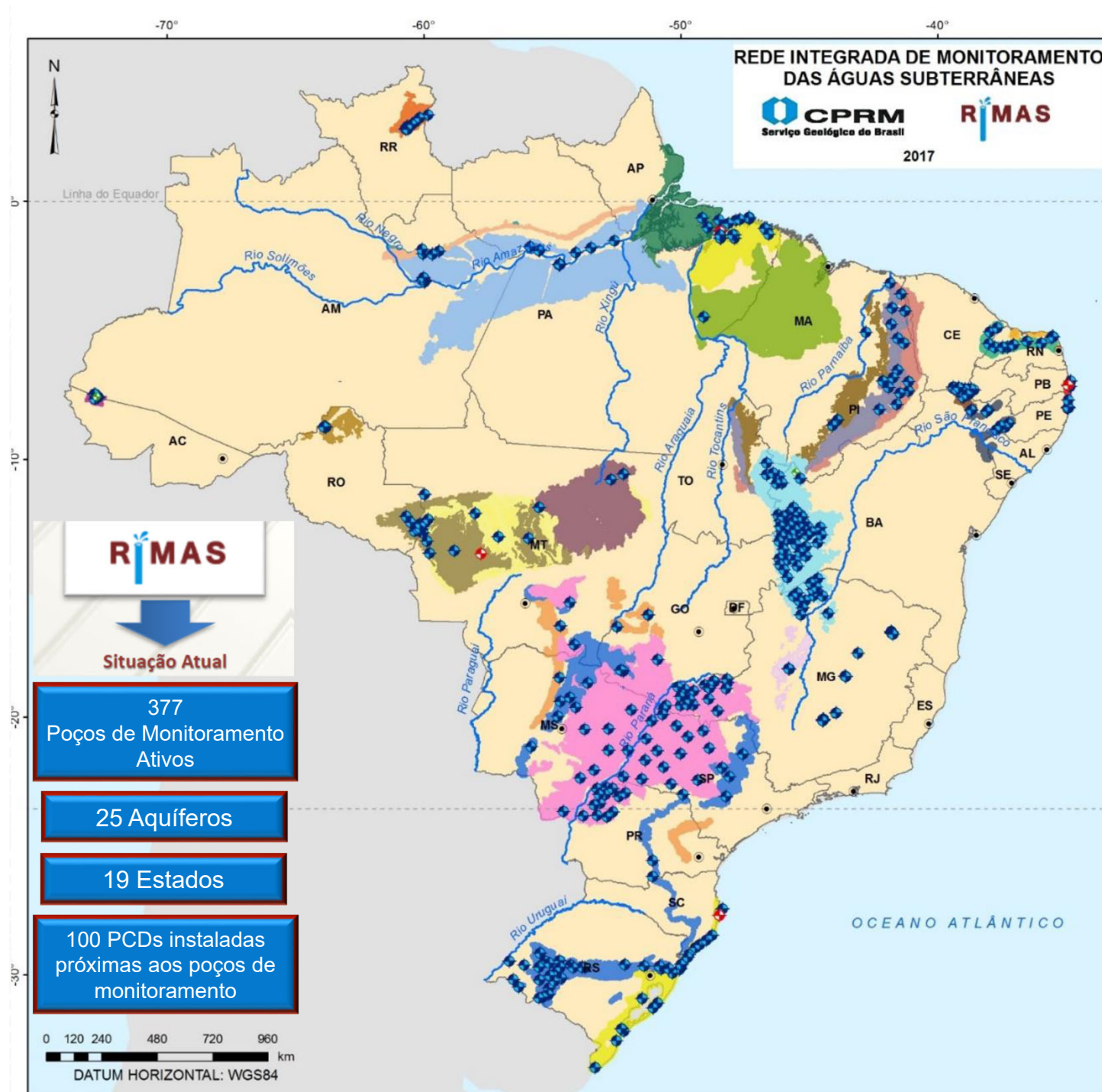
Buscar por... ▼

407 poços



Fonte: rimasweb.cprm.gov.br (outubro/2019)

#AÁguaÉUmaSó



Legenda

Poços de Monitoramento

Situação Outubro/2019

- ◆ Ativos 377
- ◆ Não Instalados,
- ◆ Desativados

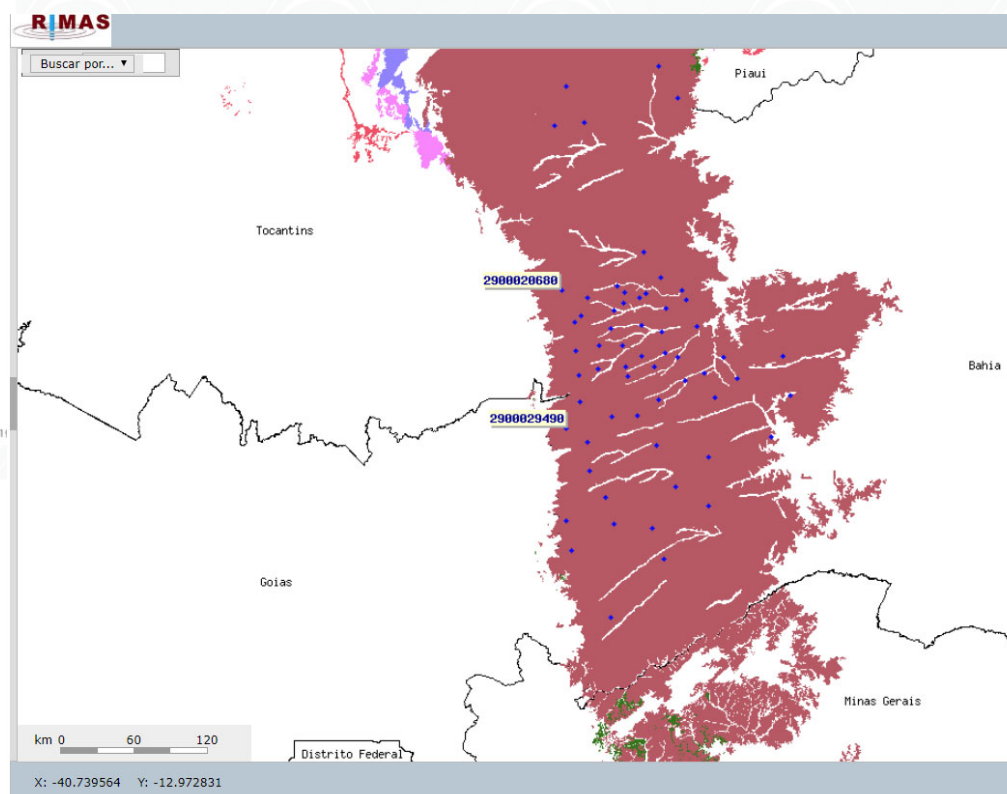
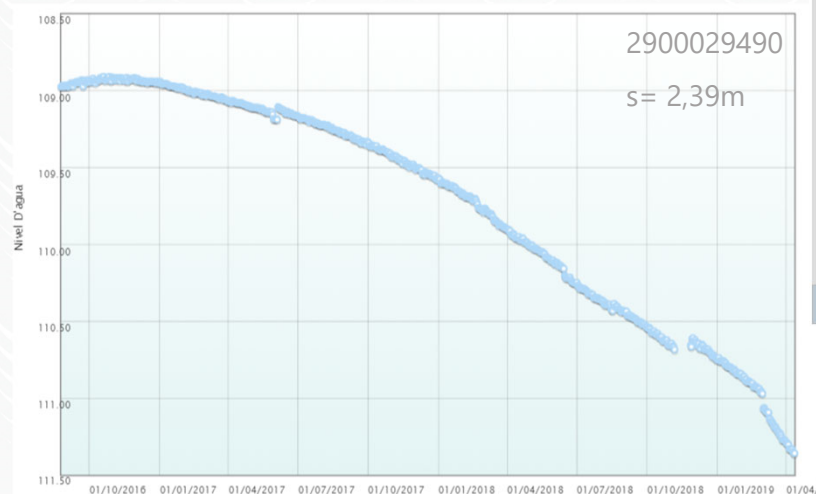
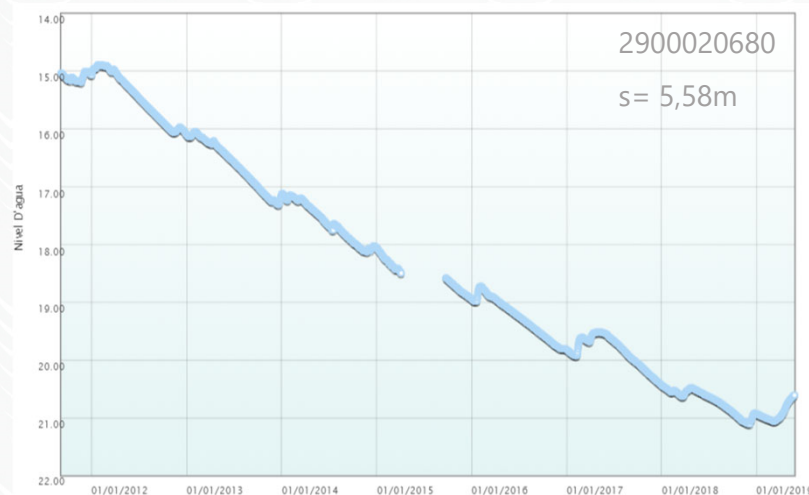
Convenções Cartográficas

- Capitais
- Rios Principais

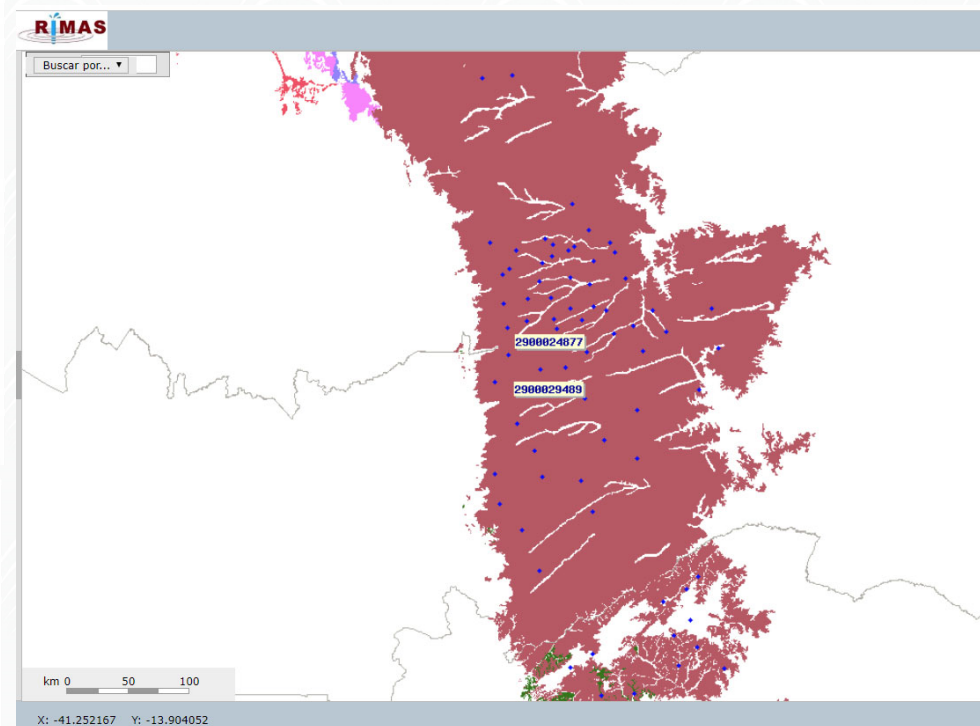
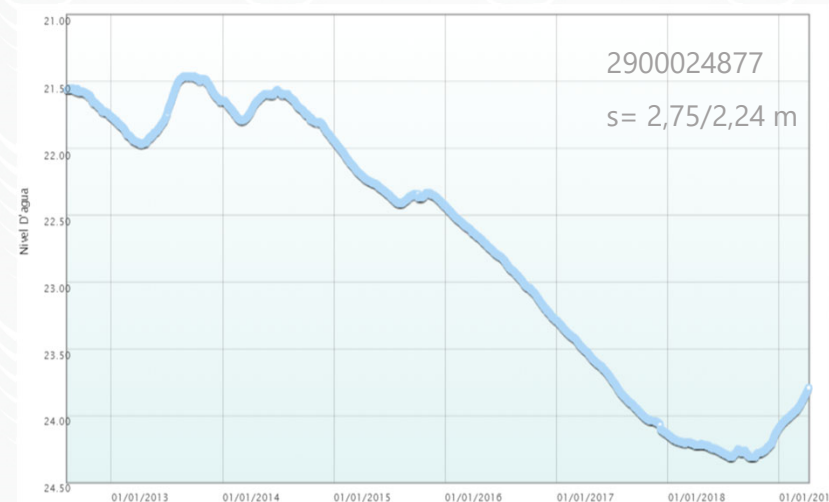
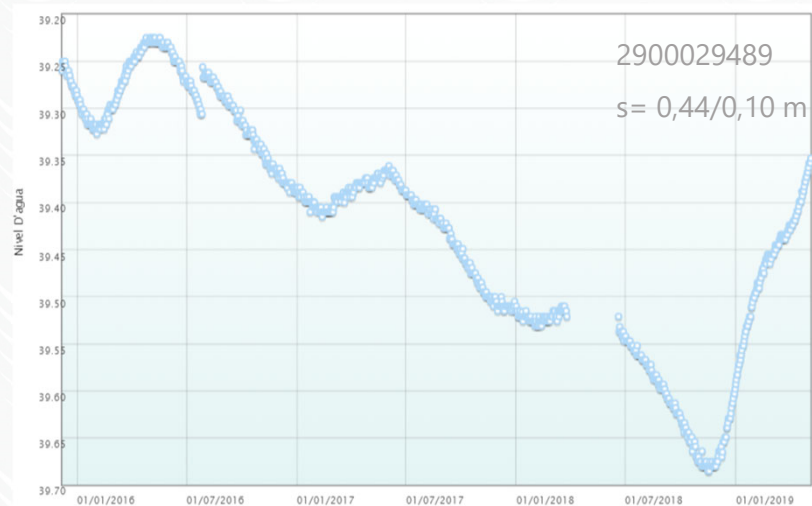
Aquíferos Monitorados

- Aquífero Alter do Chão
- Aquífero Areado
- Aquífero Açu
- Aquífero Barreiras
- Aquífero Barreiras (Pirabas e Grajaú subjacentes)
- Aquífero Bauru Caiua
- Aquífero Beberibe
- Aquífero Boa Vista
- Aquífero Cabeças
- Coberturas Cenozóicas Indiferenciadas
- Aquífero Furnas
- Aquífero Guarani
- Aquífero Itapecuru
- Aquífero Iça
- Aquífero Litorâneo
- Aquífero Missão Velha-Mauriti
- Aquífero Parecis Indiviso
- Aquífero Poti Piaui
- Aquífero Prosperança
- Aquífero Ronuro
- Aquífero Salto das Nuvens
- Aquífero Serra Grande
- Aquífero Serra do Tucano
- Aquífero Tacaratu
- Aquífero Trombetas
- Aquífero Tucunare
- Aquífero Urucuia

REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM)



REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS - RIMAS SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM)

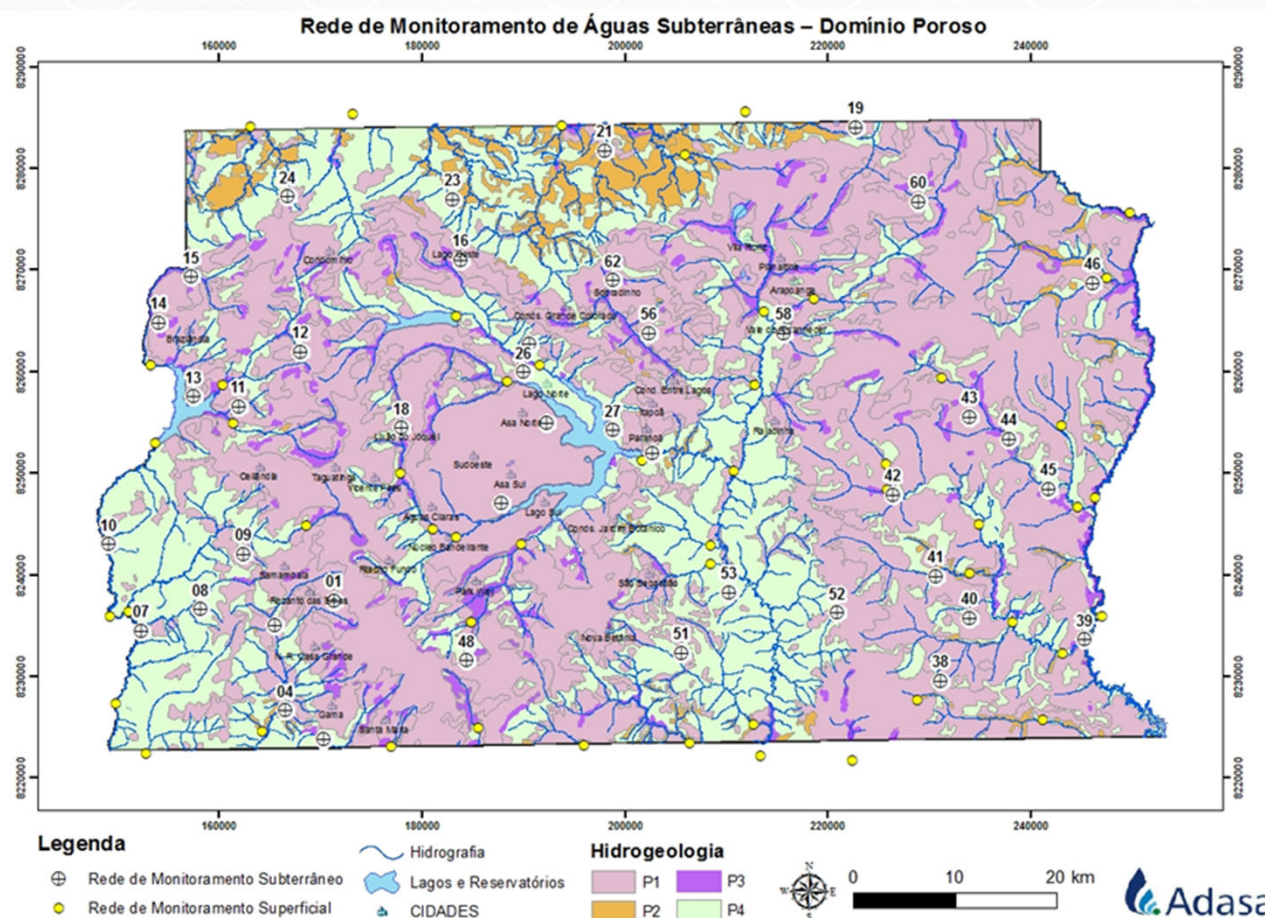


Fonte: rimasweb.cprm.gov.br (outubro/2019)

#AÁguaÉUmaSó

Monitoramento das águas subterrâneas

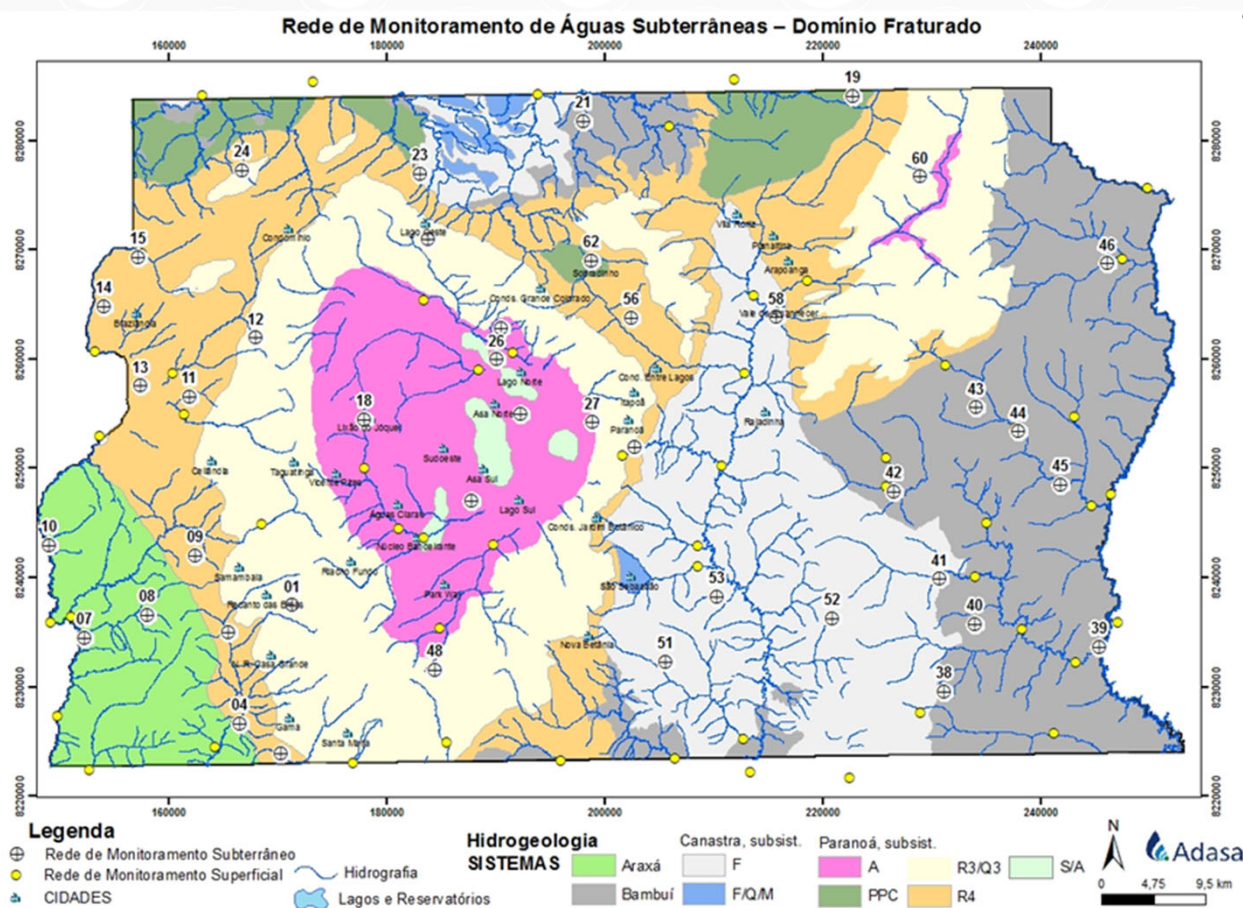
REDE DE MONITORAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - ADASA



- 42 estações, com um par de poços cada: um no domínio poroso (30 m), e outro no domínio fraturado (150 m)

Monitoramento das águas subterrâneas

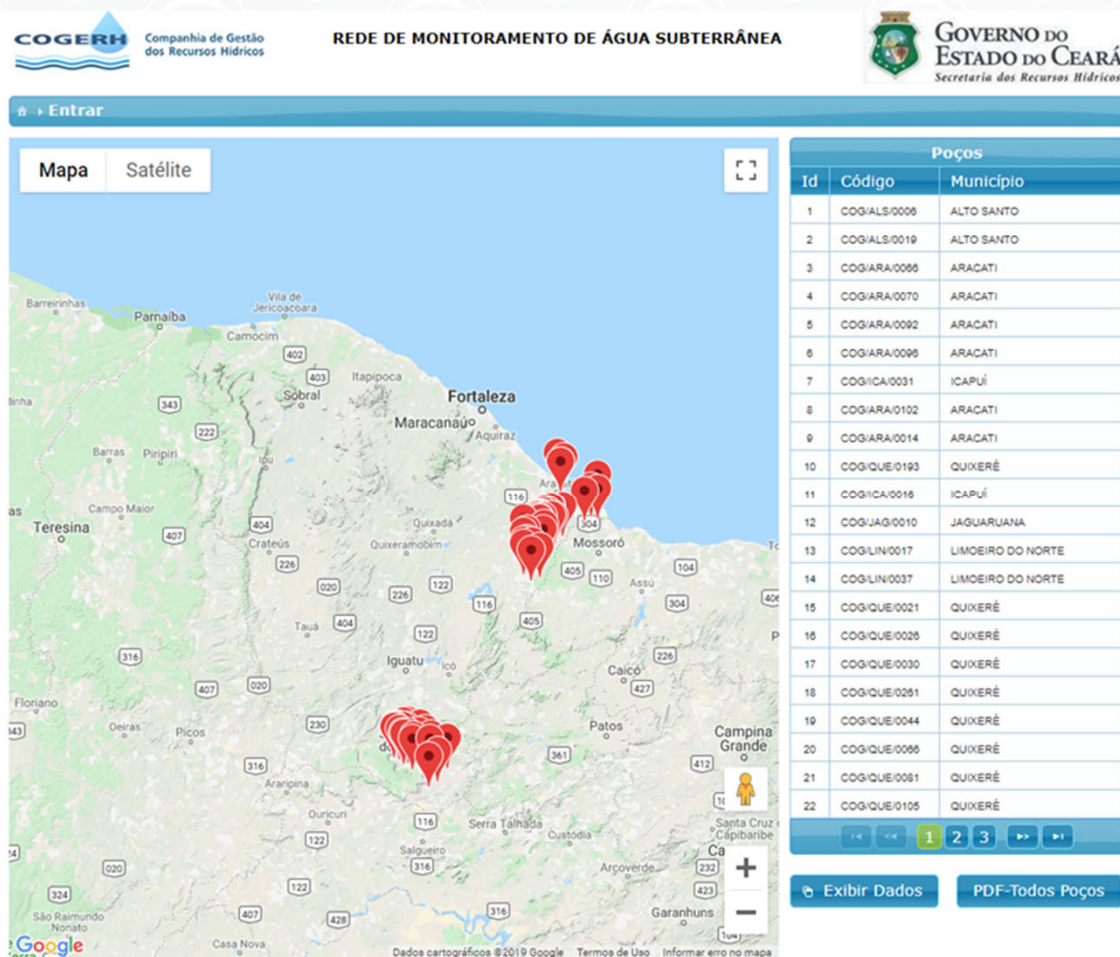
REDE DE MONITORAMENTO DO DISTRITO FEDERAL - ADASA



- 84 poços de monitoramento (rasos e profundos) dedicados exclusivamente à detecção de rebaixamentos de nível da água nos aquíferos, à identificação de problemas de superexploração, à coleta de dados para modelagem e à verificação da variação espacial e temporal da qualidade da água.

Monitoramento das águas subterrâneas

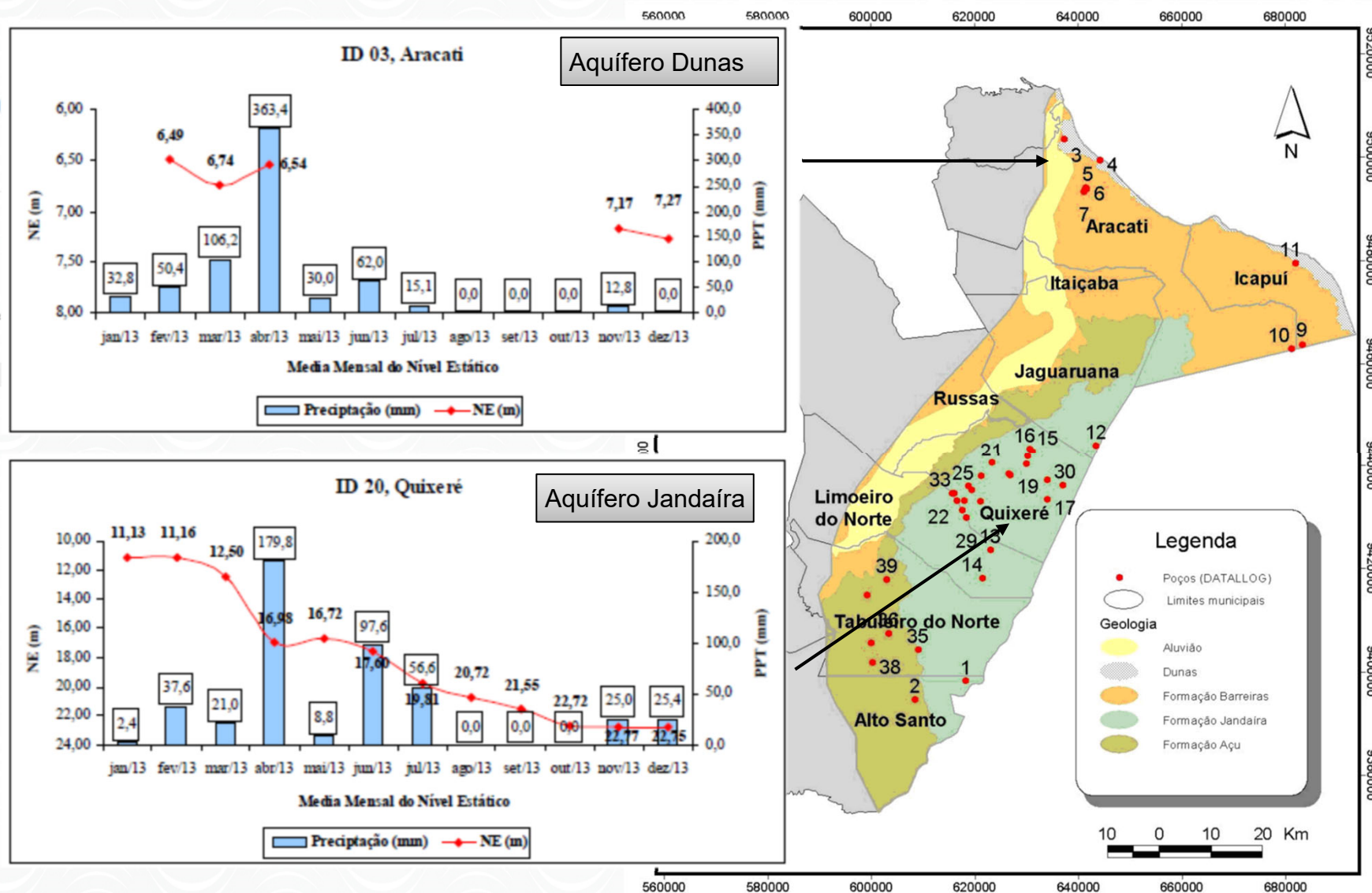
CEARÁ



✓ Rede Bacia Sedimentar do Potiguar

✓ Rede de Monitoramento da Bacia Sedimentar do Araripe

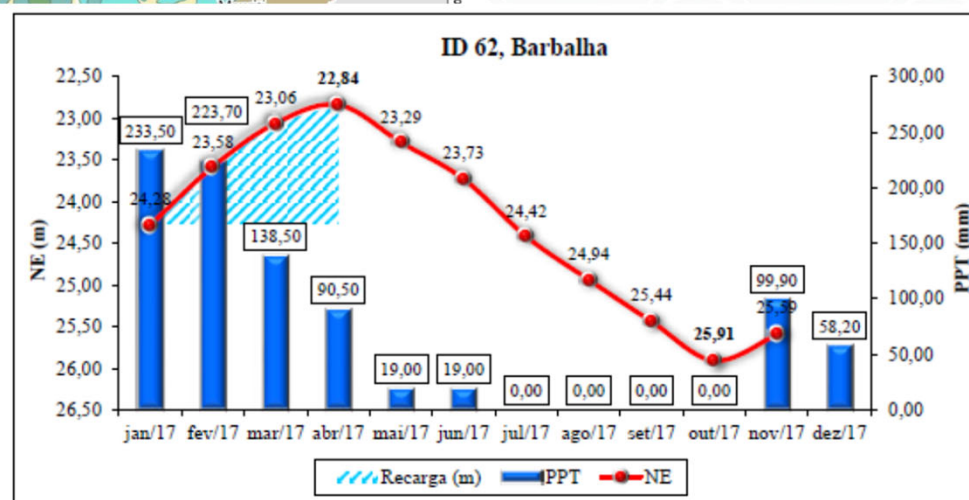
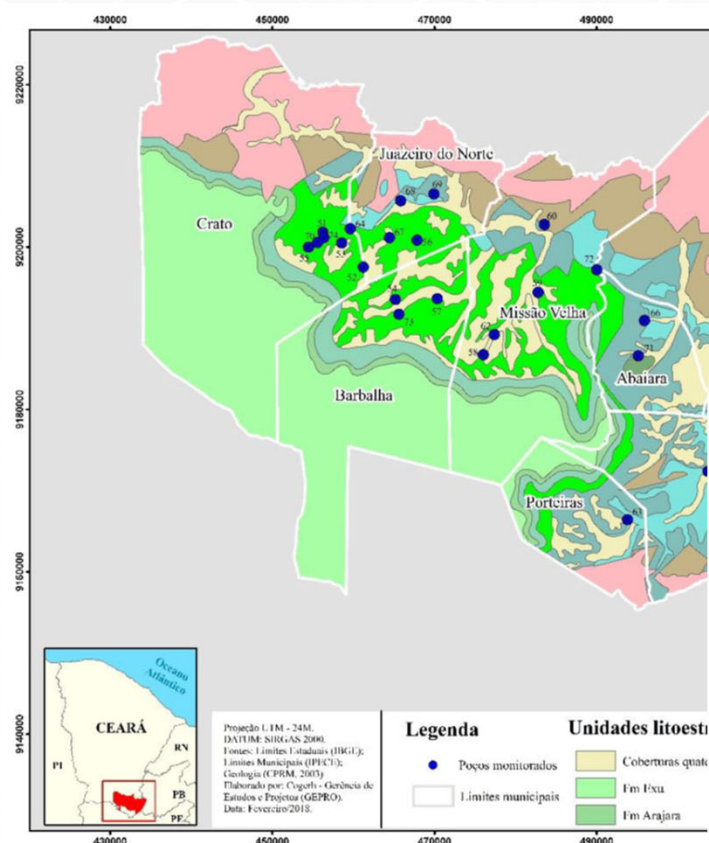
Monitoramento das águas subterrâneas



Monitoramento das águas subterrâneas

CEARÁ

- ✓ Rede de Monitoramento da Bacia Sedimentar do Araripe (COGERH)



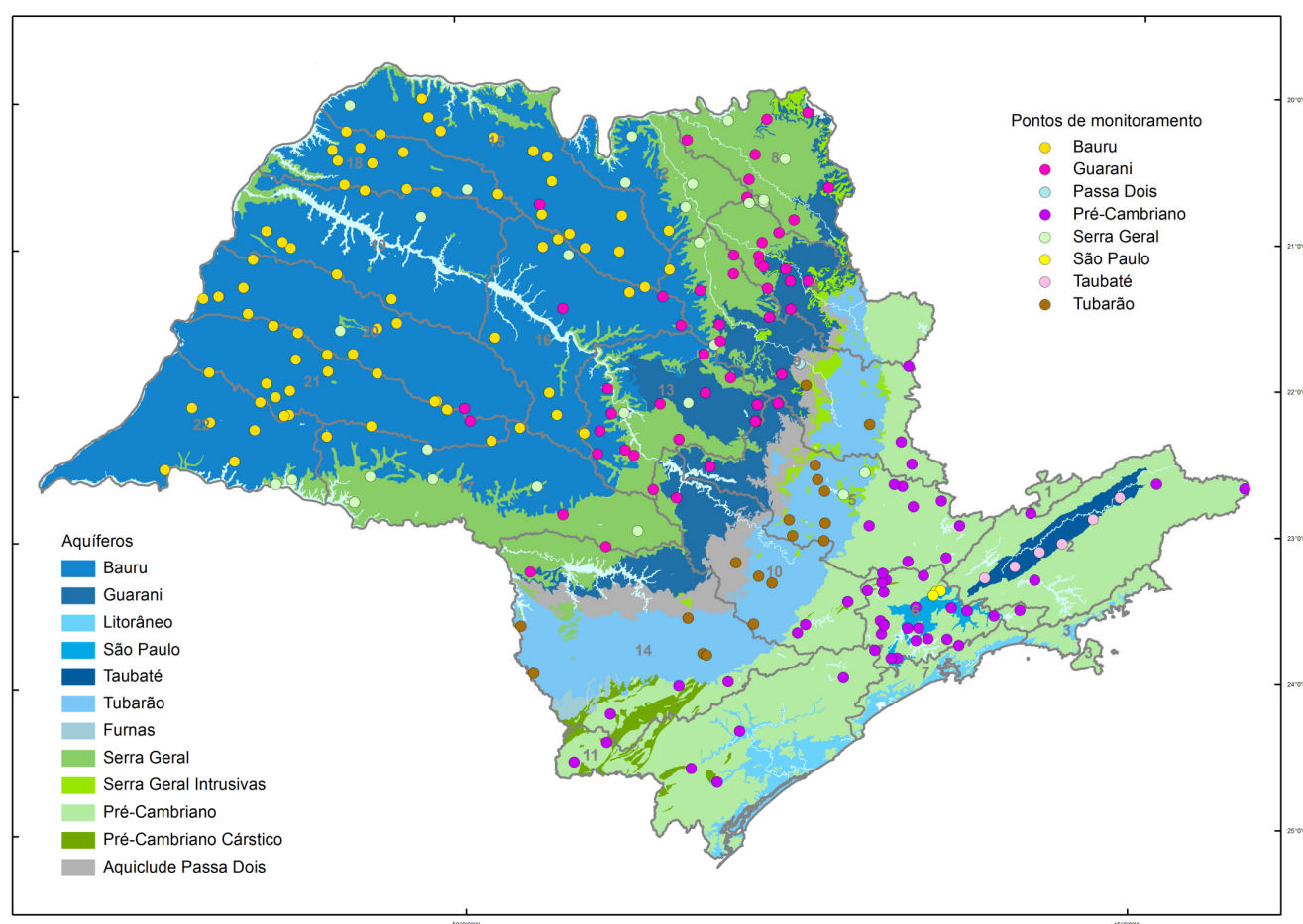
Monitoramento das águas subterrâneas

☐ REDE DE MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM SÃO PAULO

- ✓ Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas Subterrâneas (CETESB)
Poços de abastecimento público (principalmente) e nascentes
Desde 1990
- ✓ Rede Integrada de Monitoramento de Qualidade e Quantidade das Águas Subterrâneas (CETESB /DAEE)
Poços de monitoramento
Desde 2009

Monitoramento das águas subterrâneas

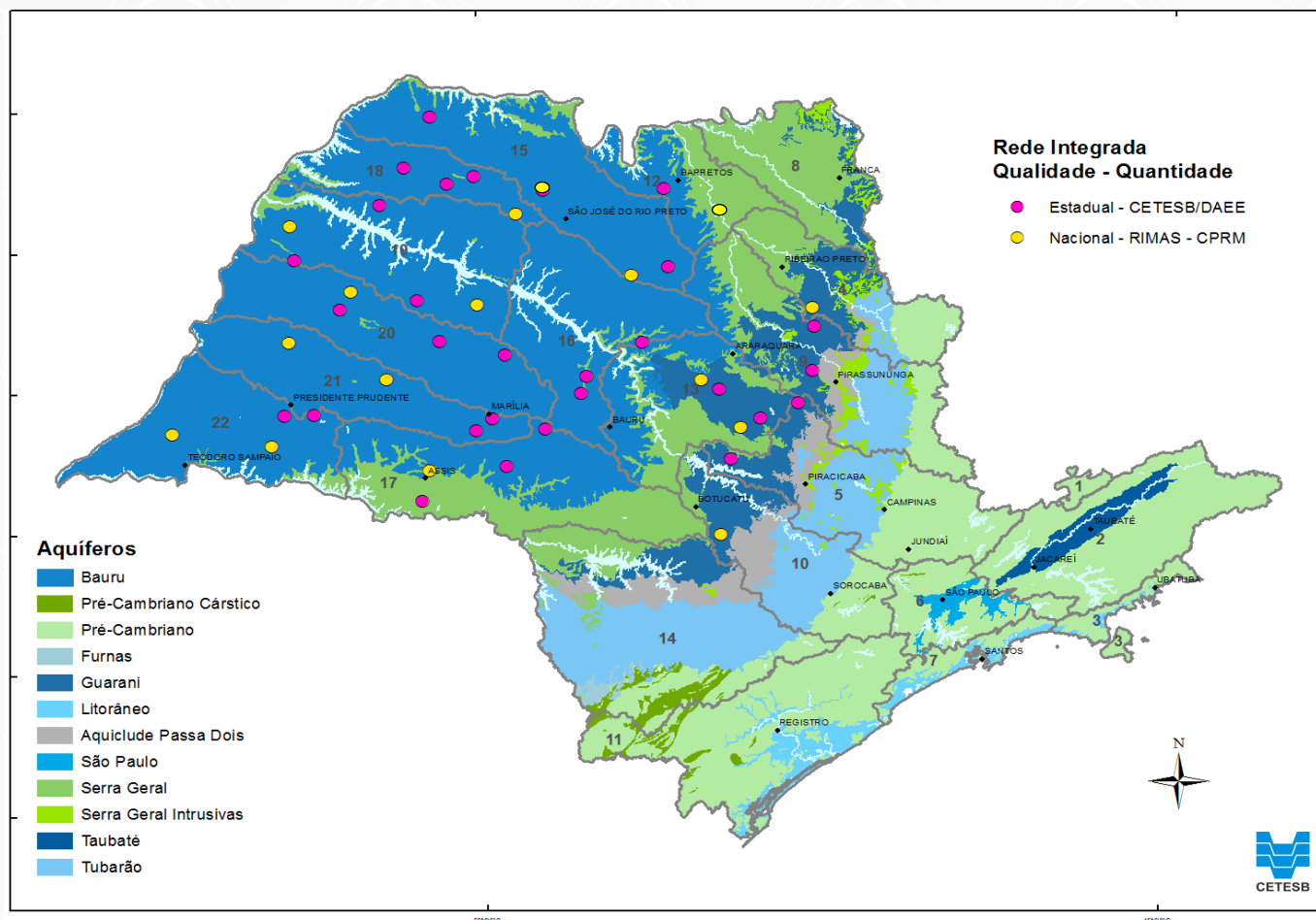
REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM SÃO PAULO



- 282 poços e nascentes
- Aquíferos Guarani, Bauru, Serra Geral, São Paulo, Taubaté, Tubarão e Pré-Cambriano
- 40 parâmetros físicos, químicos e biológicos

Monitoramento das águas subterrâneas

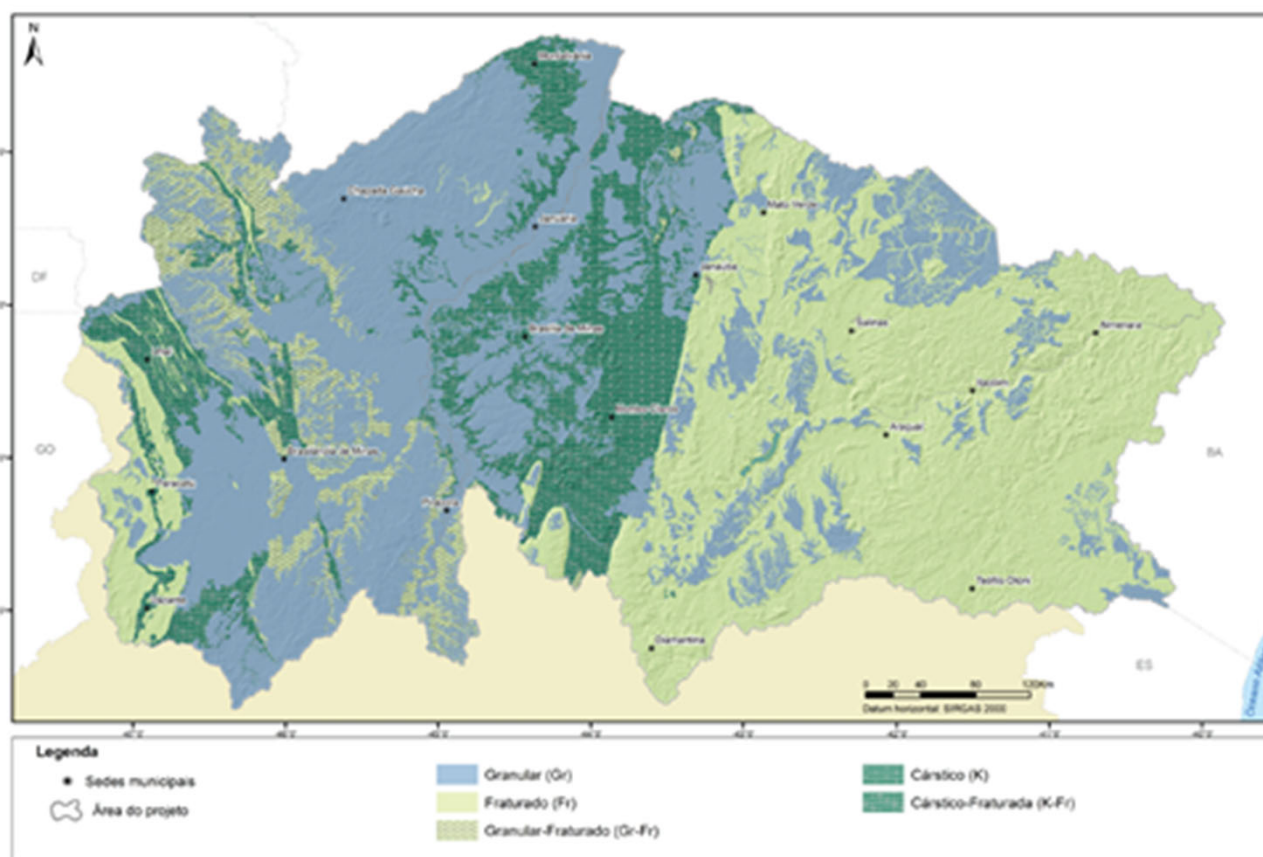
REDE INTEGRADA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE E QUANTIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM SÃO PAULO



- 31 pontos (17 RIMAS e 14 CETESB/DAEE)
- Aquíferos Guarani, Bauru, Serra Geral

Monitoramento das águas subterrâneas

REDE DE MONITORAMENTO DE MINAS GERAIS - IGAM



- 38 poços de monitoramento na região do norte de Minas Gerais
- Associados ao Projeto Águas do norte desenvolvido pela CPRM em parceria com IGAM
- 7 Poços "ativos" operados pela CPRM
- Perspectiva de Convênio COPASA/CPRM/IGAM

Letícia Lemos de Moraes Márcia Pantoja Gaspar

Coordenação de Águas Subterrâneas
Superintendência de Implementação e Programas e Projetos

leticia.moraes@ana.gov.br | (+55) (61) 2109 –5465
marcia.gaspar@ana.gov.br | (+55) (61) 2109 –5300



www.twitter.com/anagovbr

facebook

www.facebook.com/anagovbr



www.youtube.com/anagovbr

Obrigada