

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA**

Secretaria de Recursos Hídricos- SERHID/RN

**OS EFEITOS DO DESENVOLVIMENTO URBANO,
INDUSTRIAL E AGRÍCOLA NO PROCESSO DE RECARGA E
NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO RN**

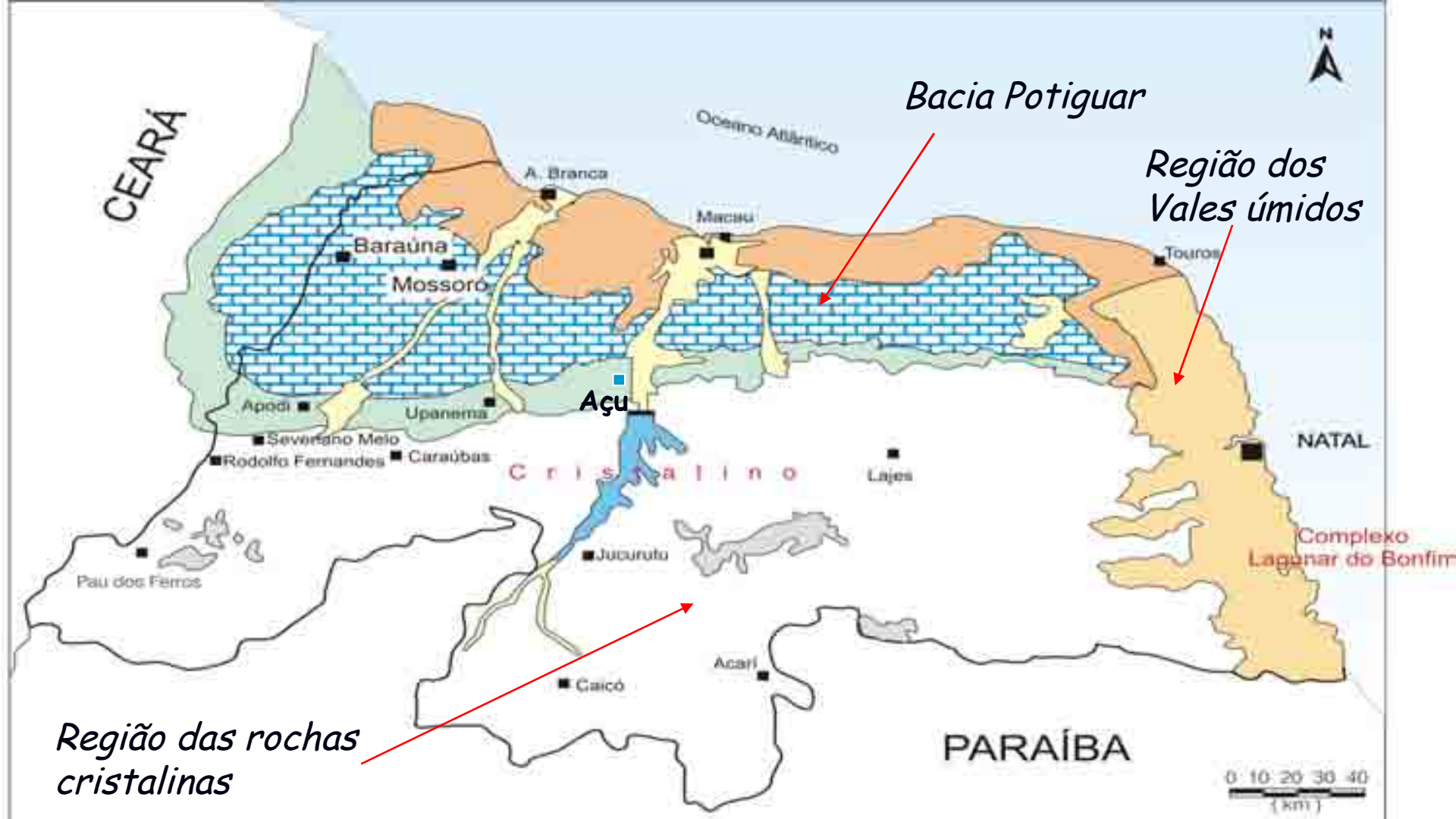
Conteúdo

Prof. José Geraldo de Melo

Unidades aquíferas

- Usos
- Potencialidades e Recarga
- Qualidade das águas
- Vulnerabilidade
- Efeitos das Atividades antrópicas

Julho 2006



Região das rochas cristalinas

Bacia Potiguar

Região dos Vales úmidos

Vales úmidos
 Aquífero Barreiras
*P: 1000/
 1600 mm/a*

Bacia Potiguar
 Aquífero Aluvial
 Aquífero Barreiras
 Aquífero Jandaíra
 Aquífero Açu

Região das Rochas Cristalinas
 Aquífero Aluvial
 Barreiras(Cobertura)
 Aquífero fissural

Adequado de HIDROSERVICE/SERHID, 1997c

**Região semi-árida
 (Bacia Potiguar/R. Rochas
 Cristalinas)**
P: 500 a 700 mm/a

Principais sistemas aquíferas do Estado do Rio Grande do Norte

AQUÍFERO BARREIRAS (VALES ÚMIDOS) (1998)

Sistema livre com semi-confinamentos localizados

Elevada transmissividade em alguns setores (10-2 m²/s);

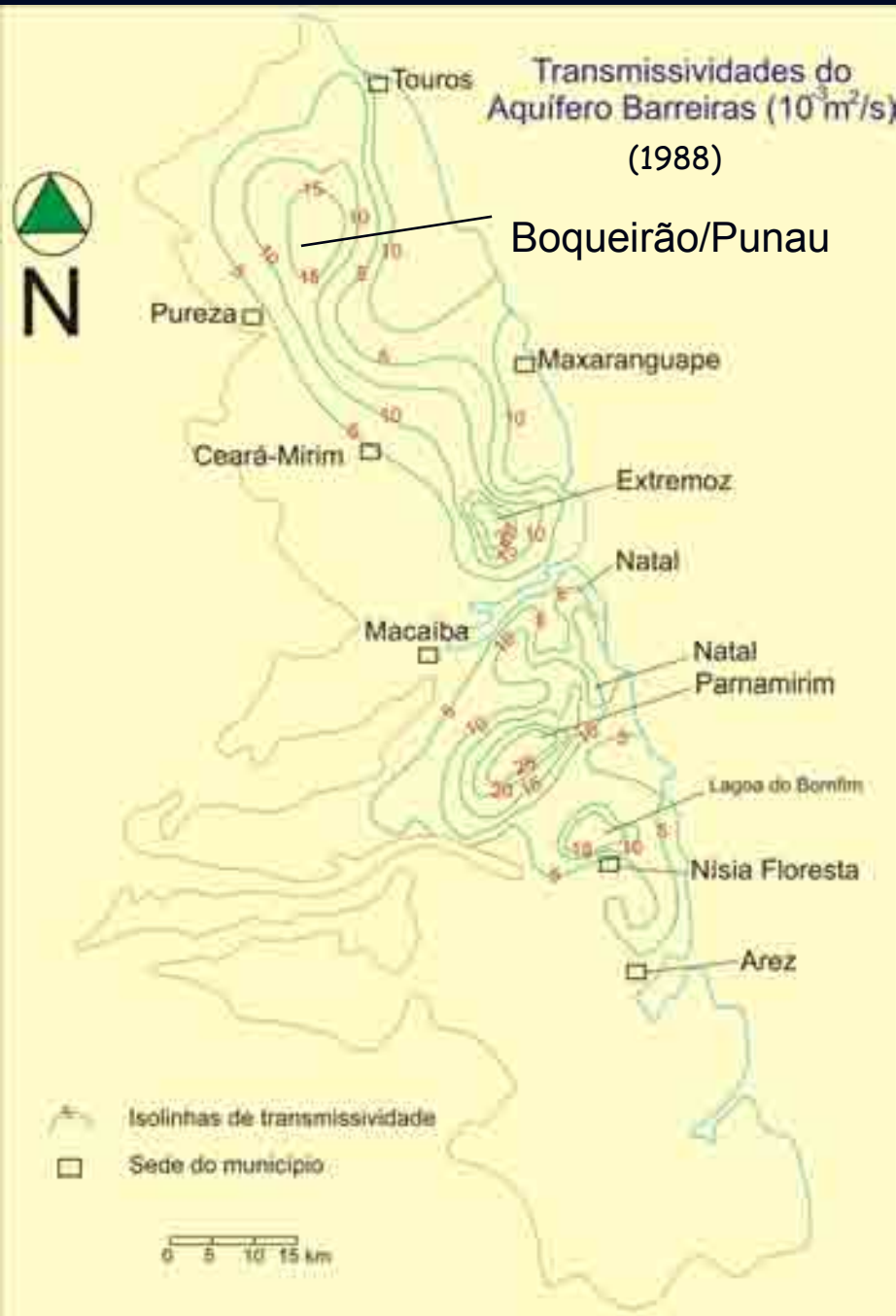
Taxas de recarga elevadas (superior a 10%);
Águas de qualidade excelente em condições naturais (STD: < 100 mg/l) ;

Vulnerabilidade elevada de ser afetada por contaminantes;

Maior uso: abastecimento da cidade de Natal e outras cidades, inclusive da região semi-árida através de sistemas de adutoras;

Atividades antrópicas: Desenv. Urbano c/disposição local de efluentes domésticos.

Outros: Ativid. de carcinicultura/atividade agroindustrial.



AQUÍFERO AÇU E AQUÍFERO JANDAIRA



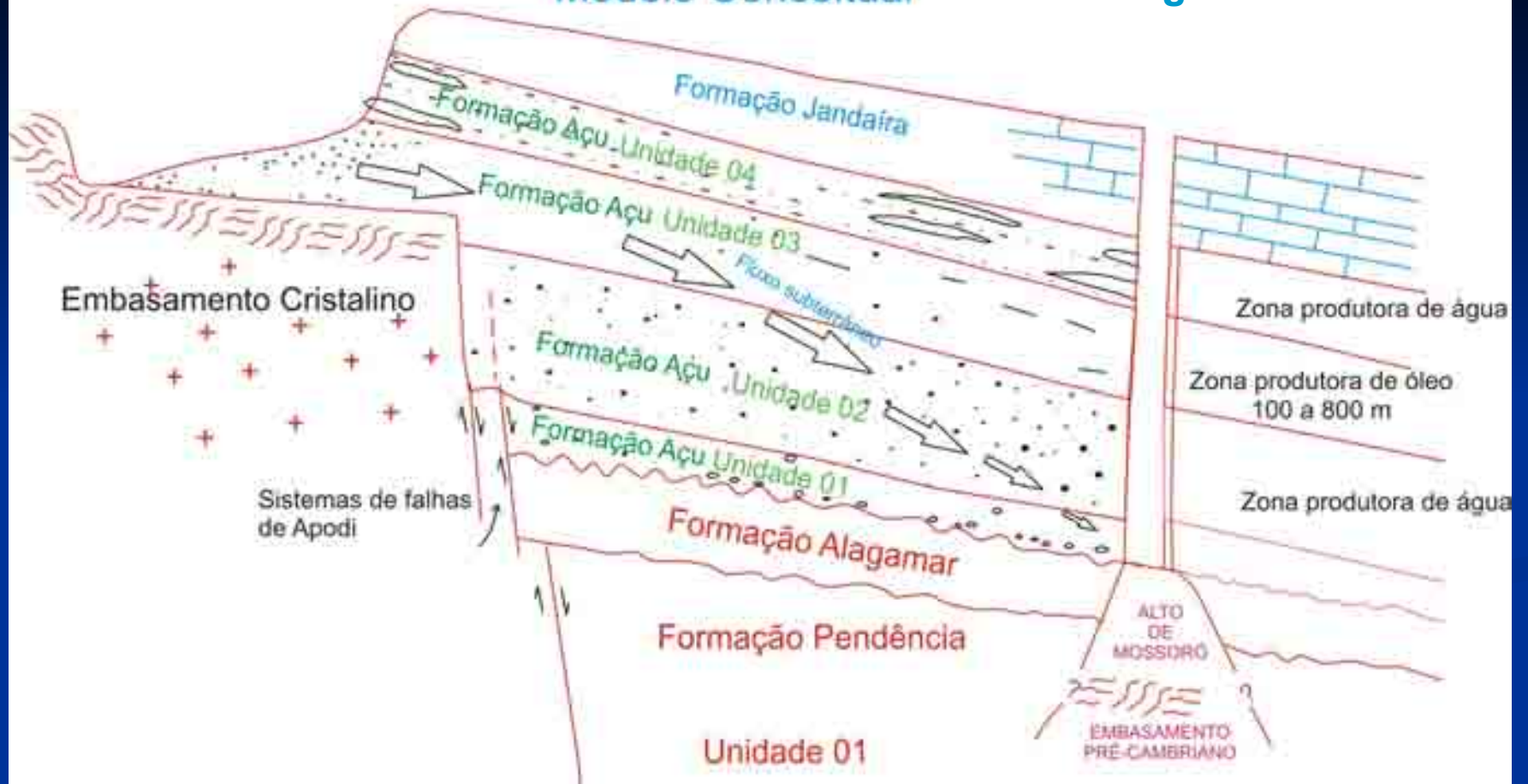
AQUÍFERO AÇU

- Livre a semilivre (recarga) e confinado
- Setor oriental: <pot. Hidrog ($Q < 20 \text{ m}^3/\text{h}$); $\text{STD} > 1000 \text{ mg/L}$)
- Setor Ocidental: >pot Hidrog ($Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$); $\text{STD} < 600 \text{ mg/L}$)
- Recarga: difícil na zona de conf. com expl. em regime de exaustão
- Usos: Abast. Cidades e irrigação
- Vulnerab elevada: atividades de explor. Petróleo;
- Ativ. Antrópicas de risco: petróleo e superexploração.

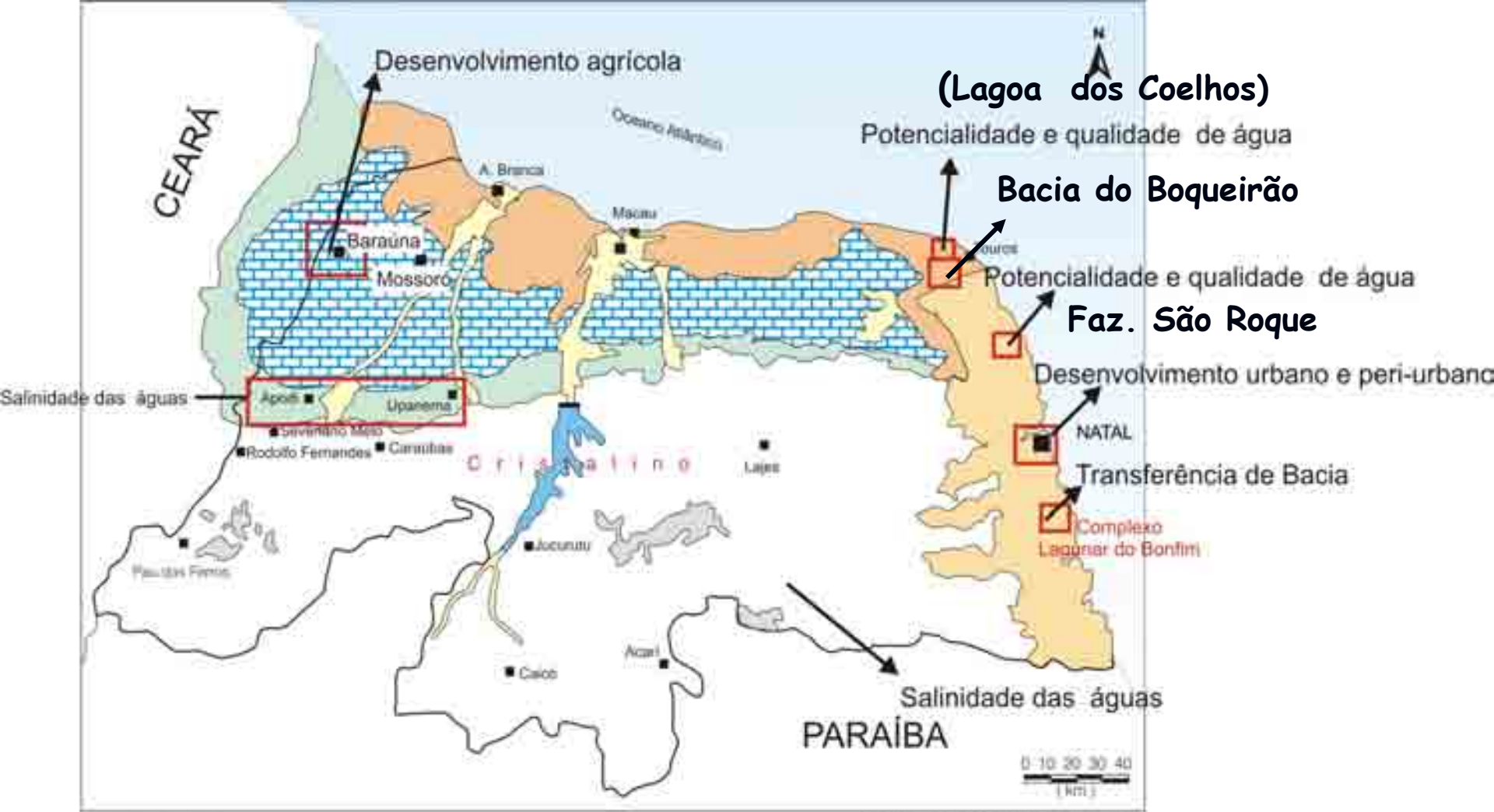
AQUÍFERO JANDAIRA

- Aquífero carstico
- Setor oriental: <pot. Hidrog ($Q < 10 \text{ m}^3/\text{h}$); $\text{STD} > 2000 \text{ mg/L}$;
- Setor Ocidental: >pot Hidrog (Q até $100 \text{ m}^3/\text{h}$); $\text{STD} < 1000 \text{ mg/L}$)
- Recarga: localizada e elevada
- Usos: abastecimento cidades e irrig.
- Vulnerab elevada à contaminação
- Ativ. Antrópicas de risco: Superexploração, atividades agrícolas, ativ. petróleo.

Modelo Conceitual - Bacia Potiguar



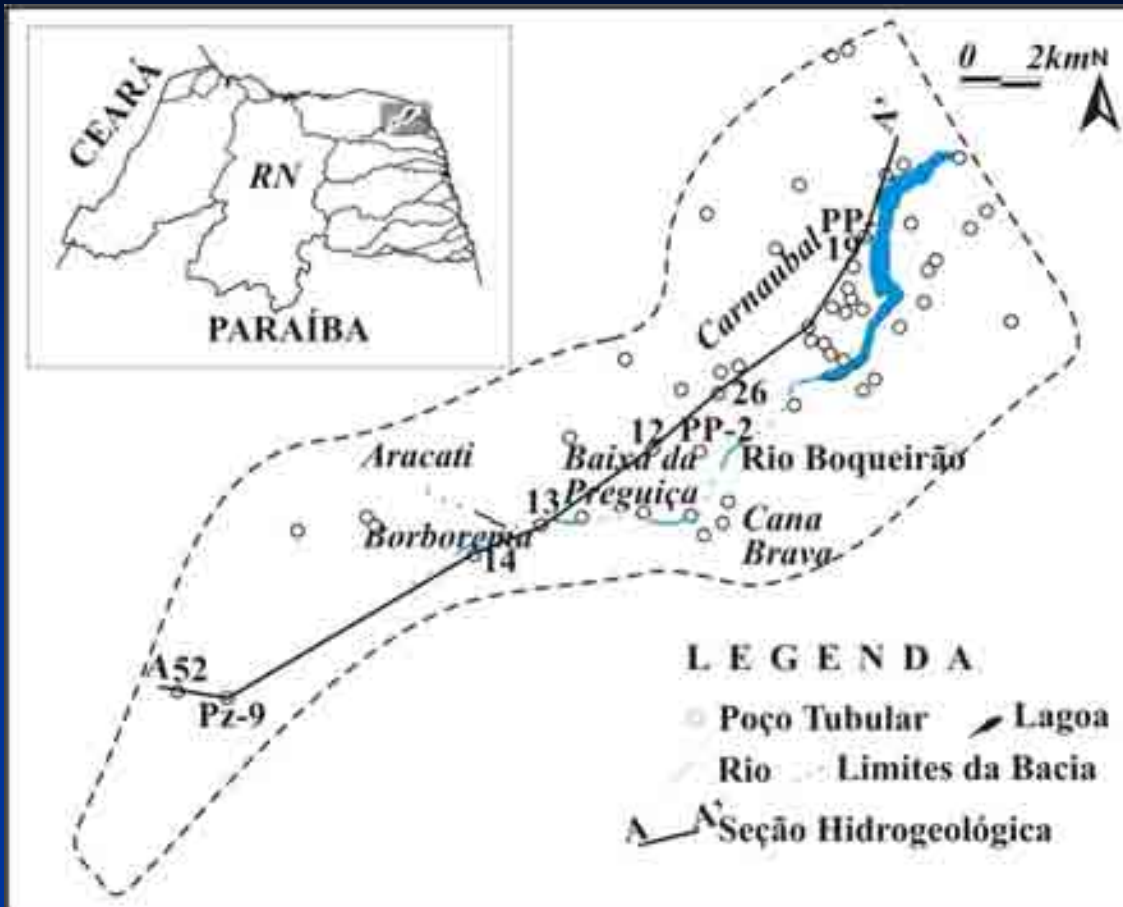
Sousa, 2005



Vales úmidos	Bacia Potiguar	Região das Rochas Cristalinas
Aquífero Barreiras	Aquífero Aluvial	Aquífero Aluvial
	Aquífero Barreiras	Barreras (Cobertura)
	Aquífero Jandaíra	Aquífero fissural
	Aquífero Açú	

Adaptado de HIDROSERVICE/SERHO, 1997

Quantificação da oferta hídrica da região da Lagoa do Boqueirão, Touros, RN. HIDROSERVICE/SERHID/ RN, 2000.



- **Aquífero Barreiras**

- **Área: 190 km²;**

- **Região transição climática e geológica**

- **Costa Leste: vales úmidos rios perenes; Costa Norte: semiárido, rios transitórios. (P: 792 mm)**

- **Taxa de infiltração na Zona produtora: 14%;**

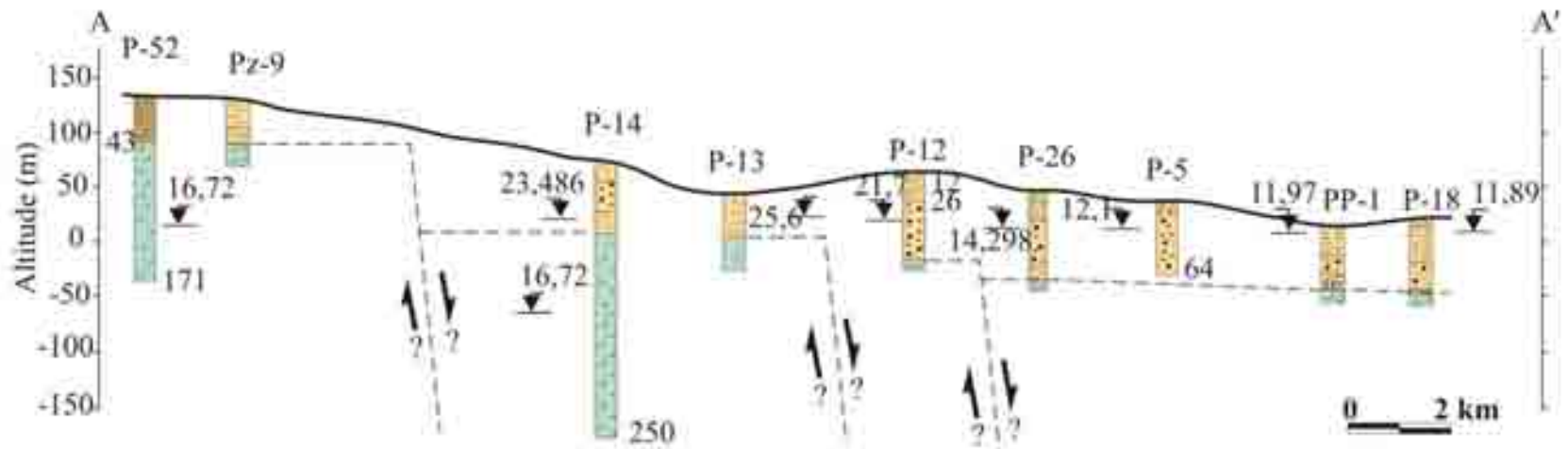
- **Recursos explotáveis: 10,5 milhões m³/ano**

- **Lagoa: 6 km de extensão e 318 m de largura;**

Localização da área do Boqueirão, Touros, RN



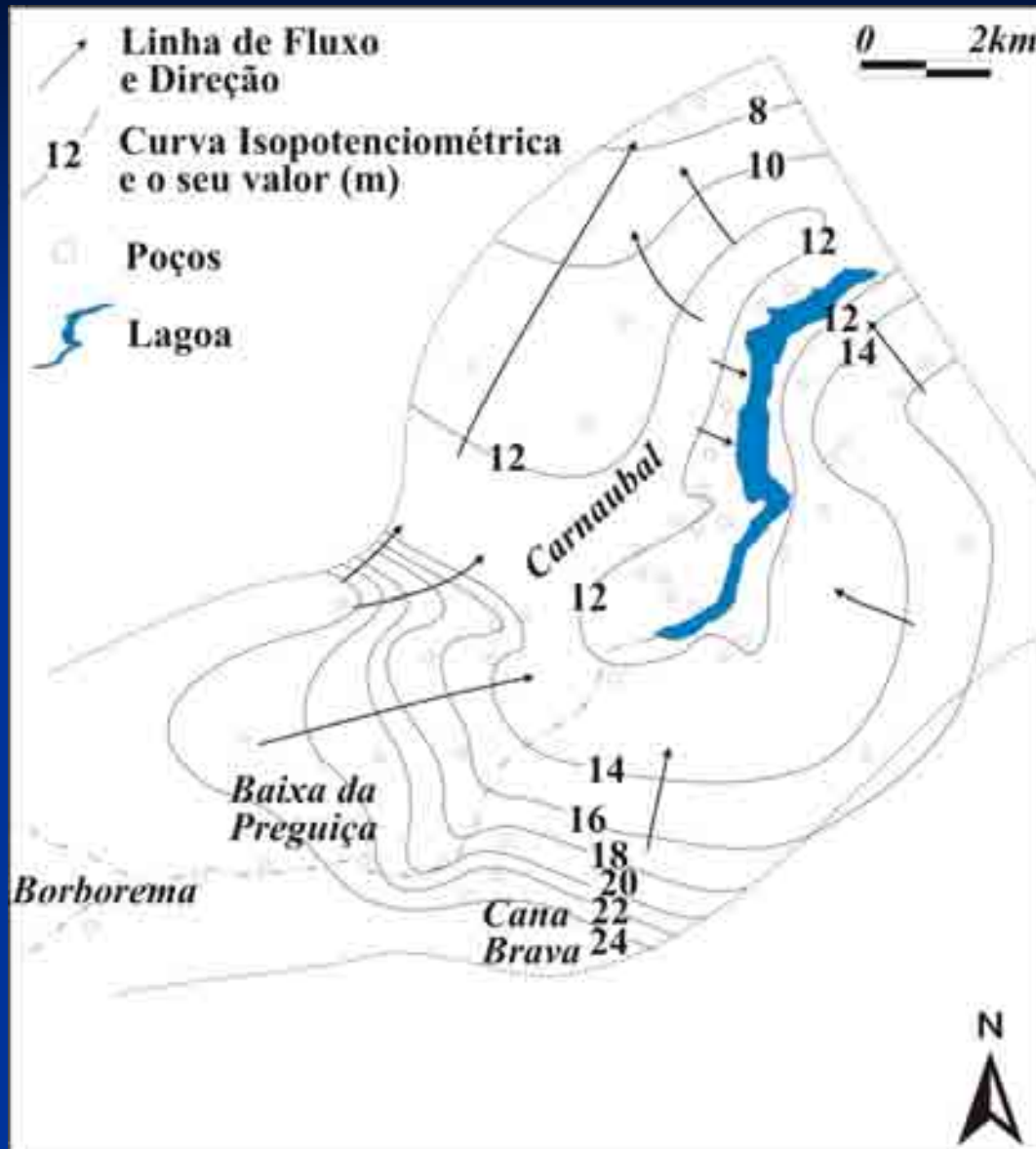
Geologia da região da Lagoa de Boqueirão, Touros, RN

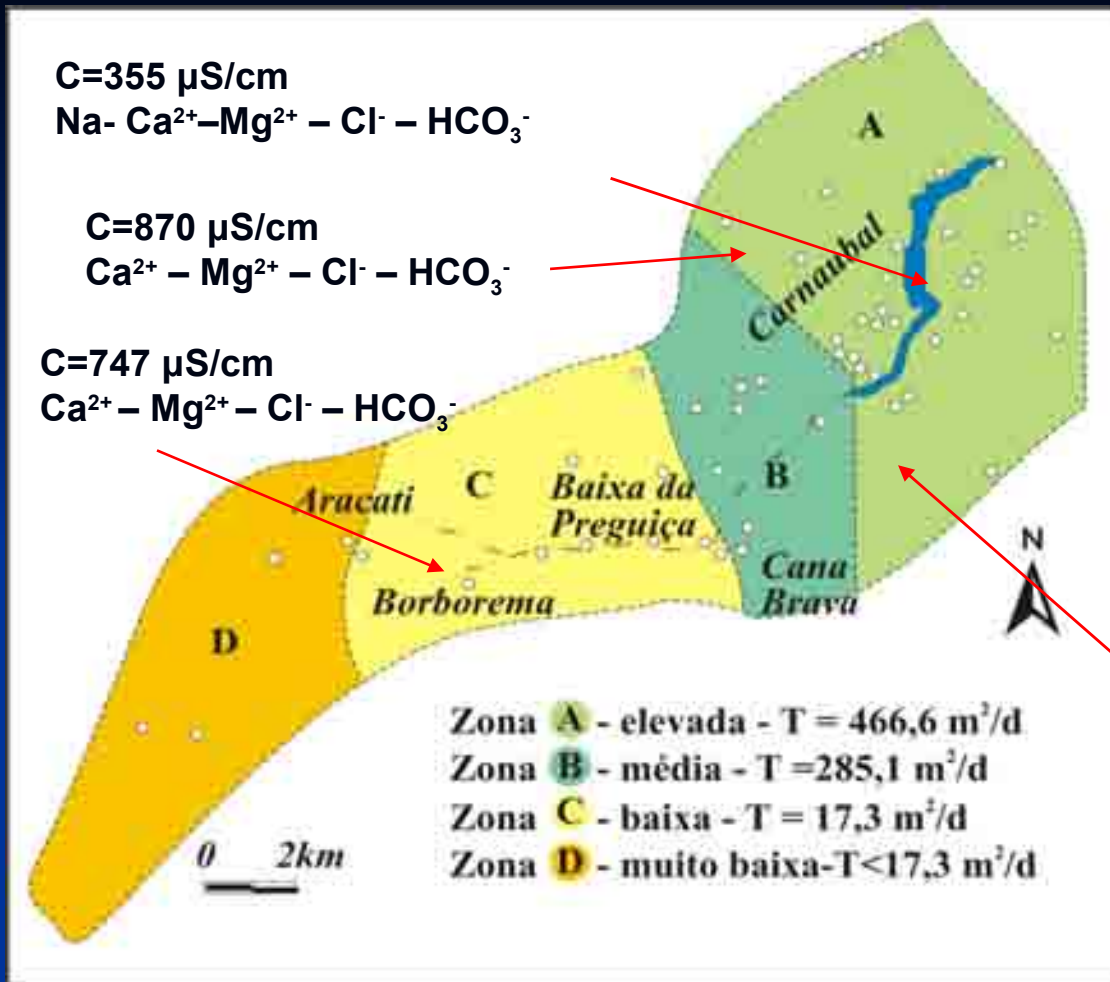


LEGENDA

- | | | |
|---|--|--|
|  Argila |  Arenito argiloso |  Falha inferida |
|  Arenito fino a grosso |  Areia fina |  Nível d'água (m) |
|  Calcário | | |

Mapa potenciométrico





PRODUTIVIDADE DE POÇOS

Zona (A): Poços 100 m^3/h ;
 Zona (B): Poços 50 m^3/h ;
 Zona (C): poços de até 10 m^3/h ;
 Zona (D): poços < 10 m^3/h .

Potencialidades do aquífero Barreiras na bacia do Rio Boqueirão, Touros, RN
 (A = 190 km^2)

Estudo Hidroambiental e avaliação das potencialidades e condições de exploração das águas subterrâneas da Fazenda Lagoa do coelho. PLANOAMBIENTAL.
Coord. Melo, J. G de., 2006



Área de estudo

(Lagoa do Coelho, Touros, RN)

P=800 mm/ano

Qualidade das águas

Lagoa: $C=1210 \mu\text{S}/\text{cm}$
C. p/ Irrigação: $C_2S_2T_3$

Poços: $C=300 \mu\text{S}/\text{cm}$
C. p/ Irrigação: $C_1S_2T_1$

Vazões calculadas

P1=120 m³/h

P2=194 m³/h

P3=108 m³/h

P4=100 m³/h

Vazões recomendadas

P1=P2=P3=P4=80 m³/h

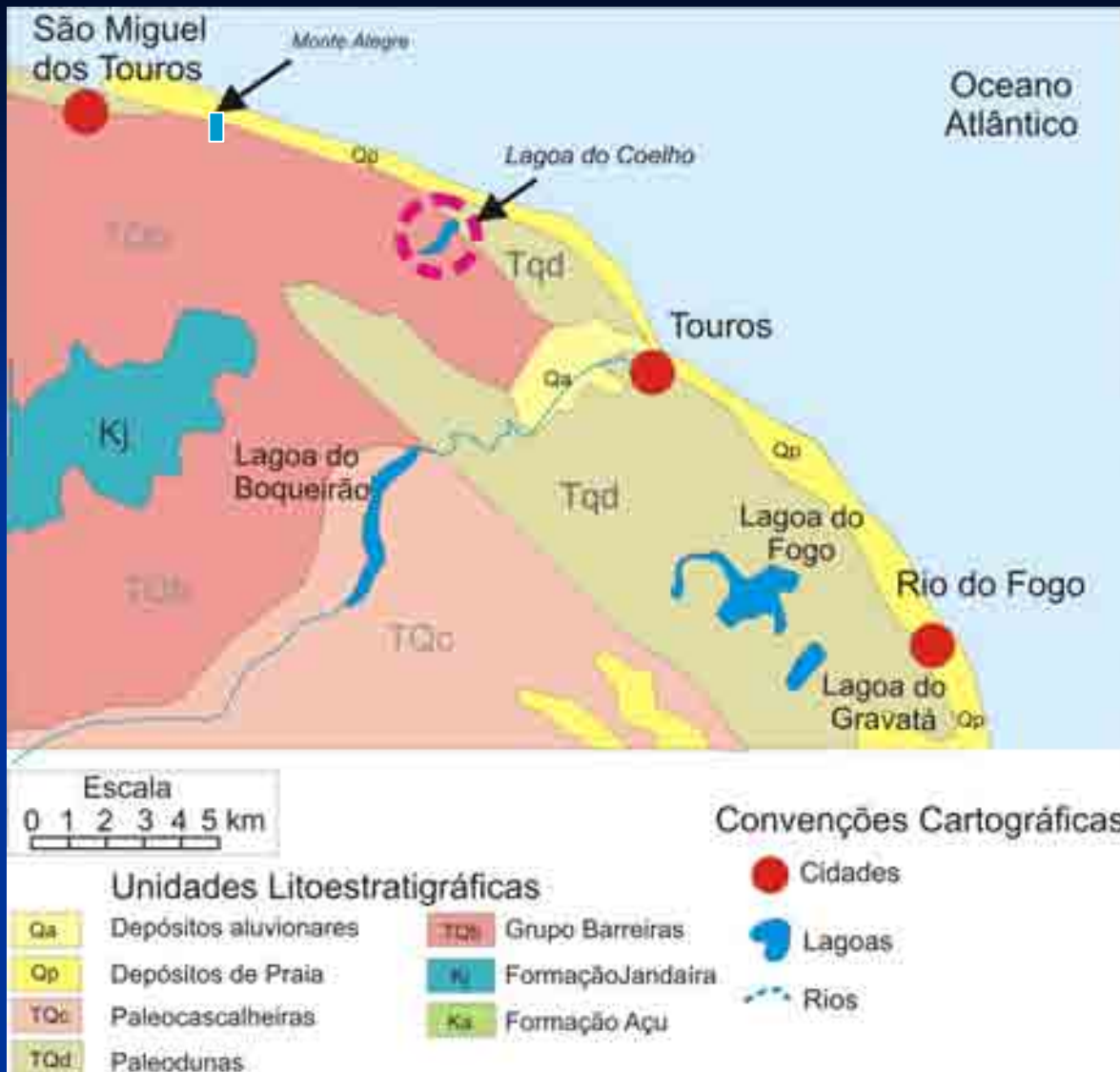
Transmissividade

10^{-2} a 10^{-3} m²/s

L. Coelho

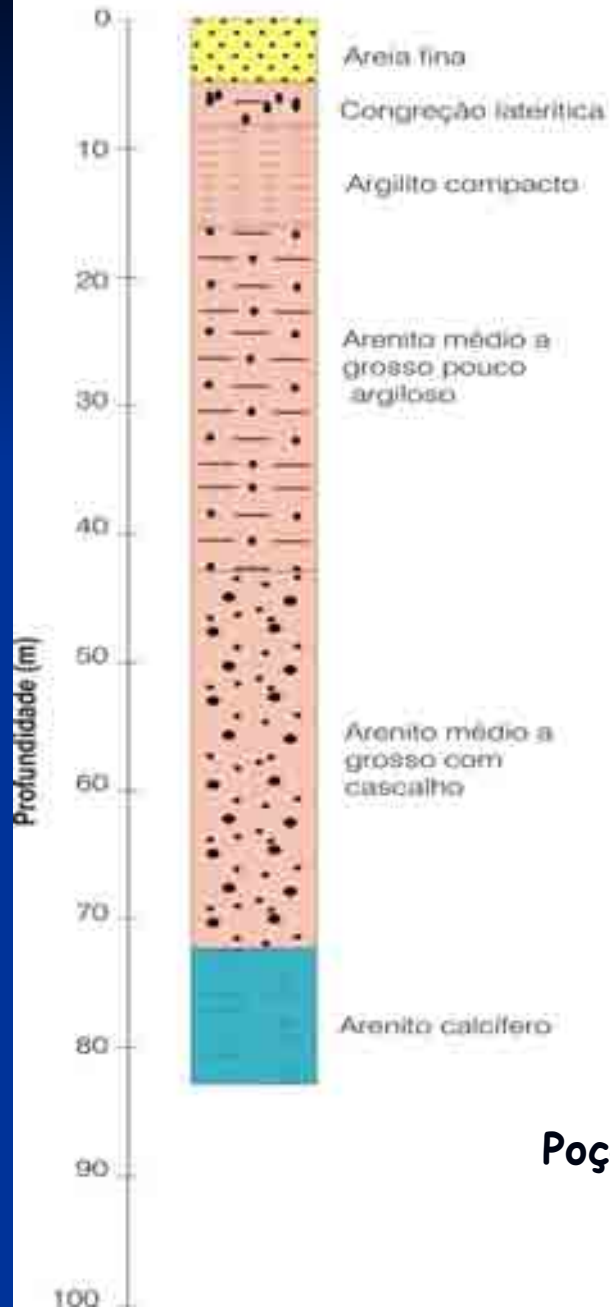
-Empreendimento hoteleiro
c/ viabilidade p/residencias e
serviços específicos.

-Demanda de água: 600m³/h

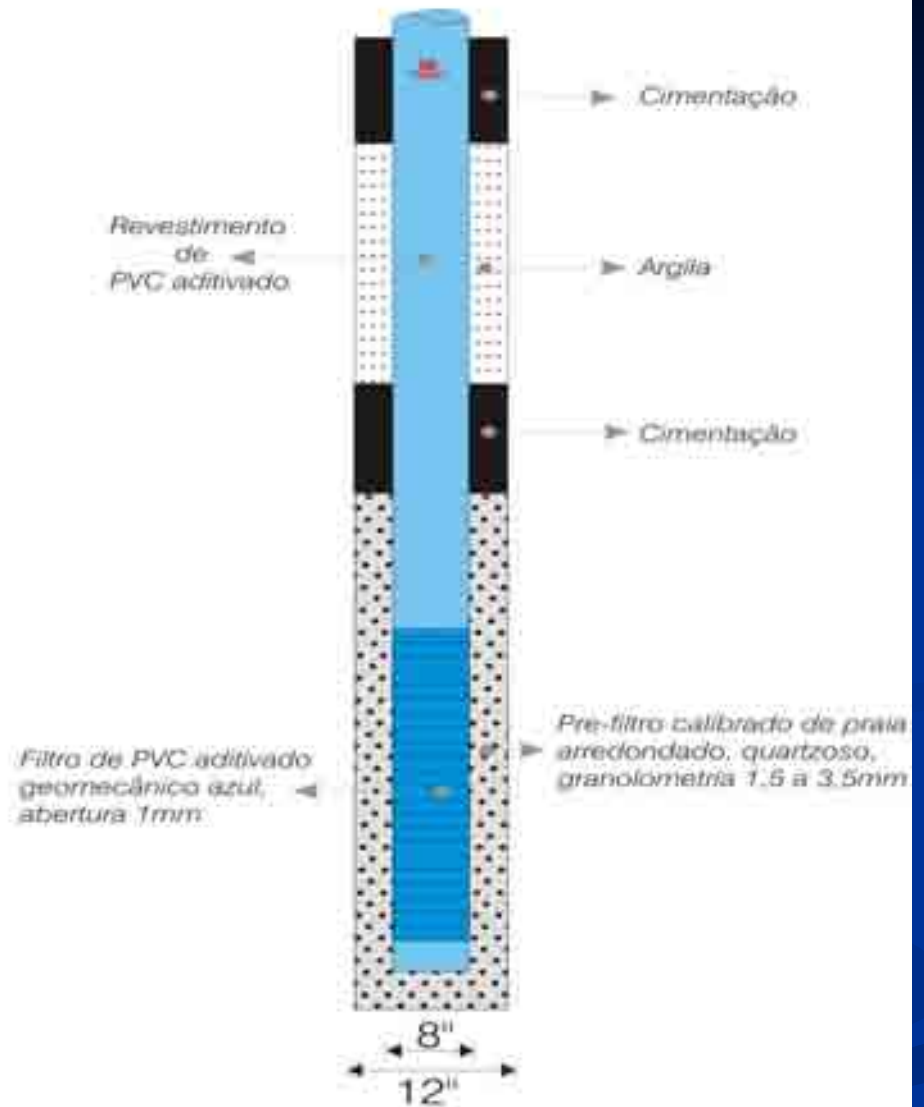


Situação geológica das áreas de Lagoa do Coelho (Touros) e de Monte Alegre (S. Miguel do Gostoso, RN).

Perfil litológico



Perfil construtivo



Poço produção P1 (Lagoa do Coelho)

Estudos ambientais e avaliação das potencialidades e condições de exploração das águas subterrâneas da Fazenda São Roque, Maxaranguape, RN. PLANO AMBIENTAL. Coord. Melo, J. G de., 2006.

.



Faz. São Roque

$P=1261$ mm/ano

POTENCIALIDADES

Transmissividade: 10^{-4} m²/s

Produtividade poços:
30 a 40 m³/h

QUALIDADE DAS ÁGUAS

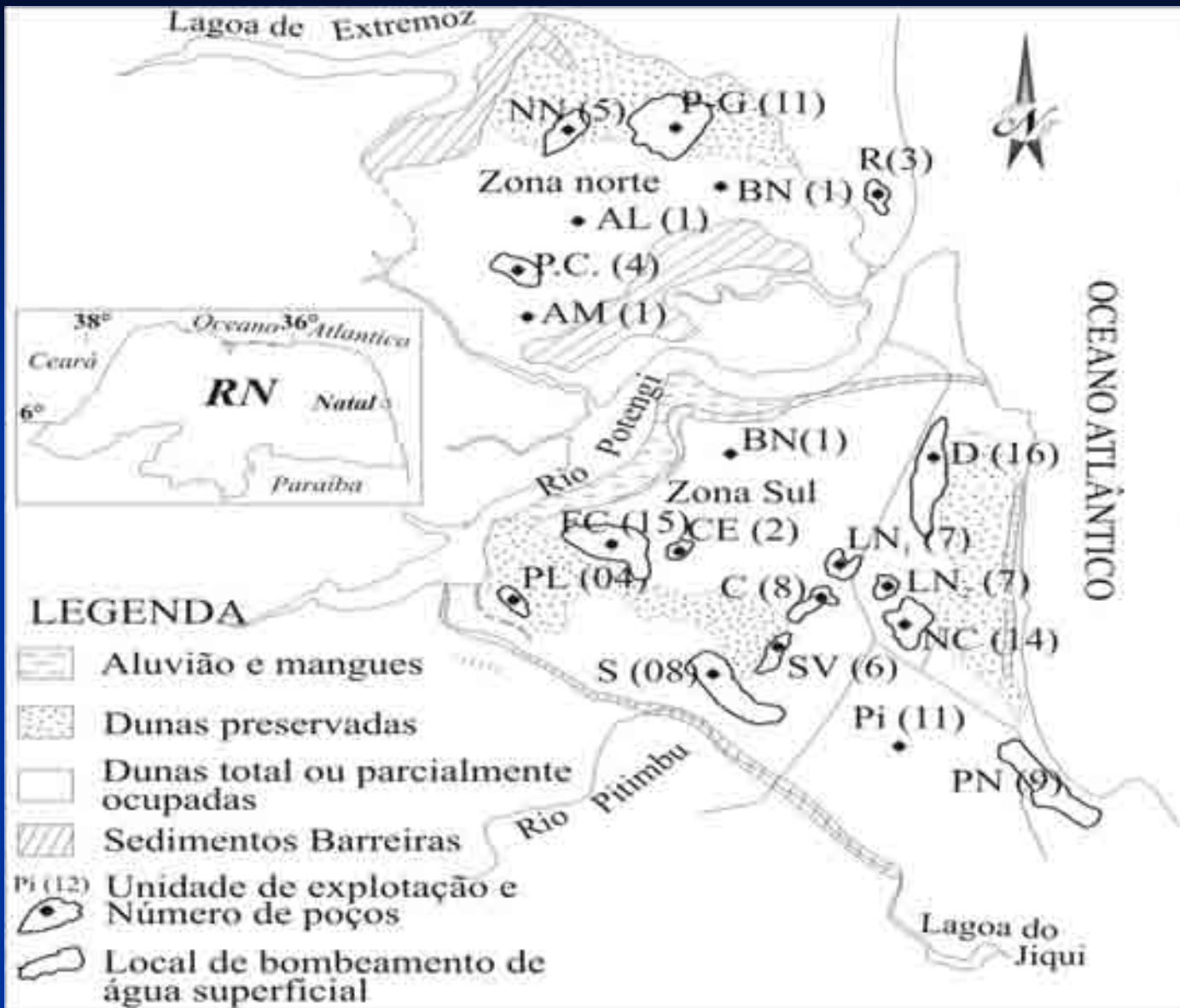
Poços: $110 \mu\text{S}/\text{cm}$
C. p/ irrig.: $C_1S_2T_1$

Lagoas: $C=45 \mu\text{S}/\text{cm}$

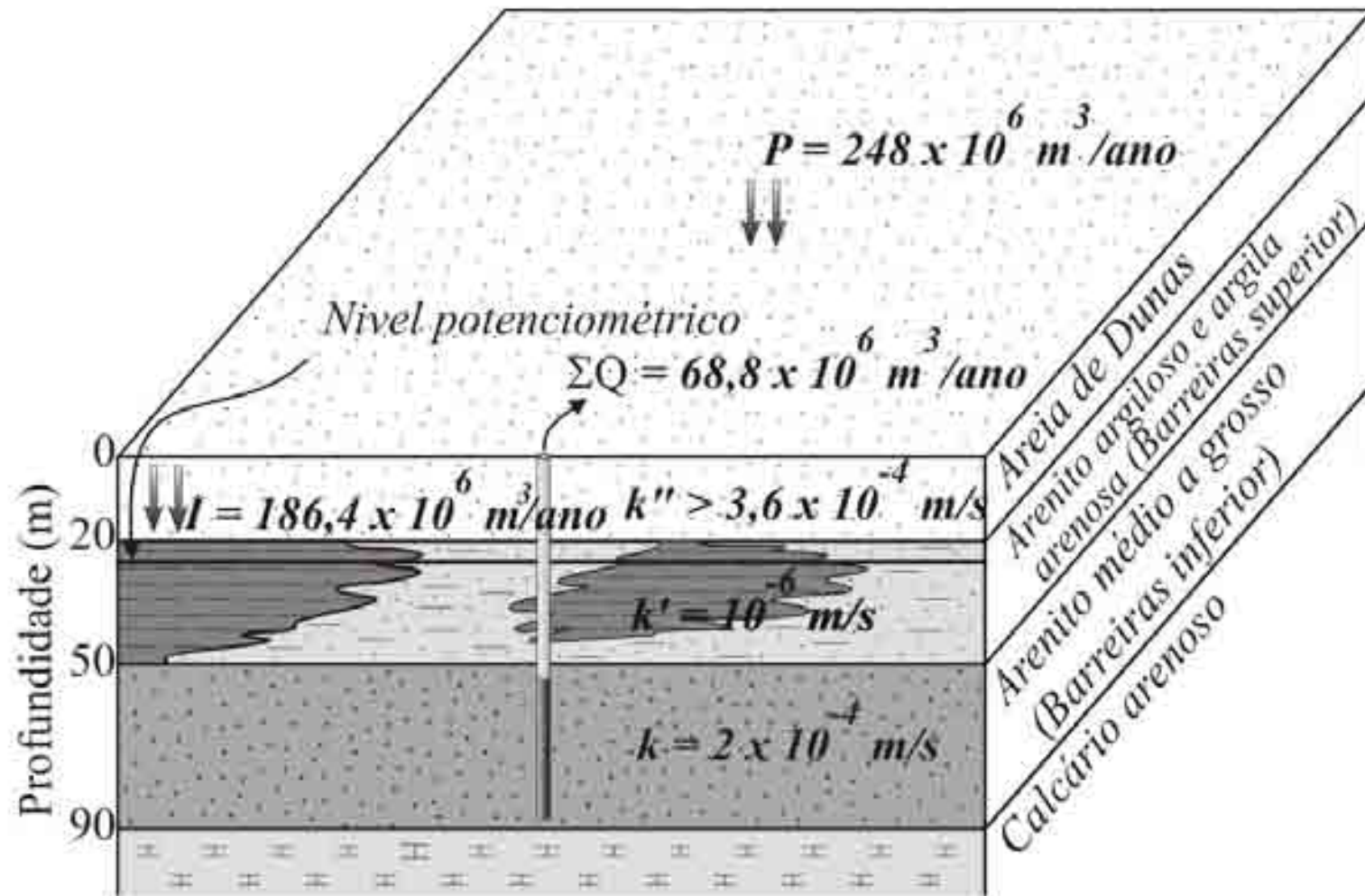
Figura 2: Em destaque: área da Fazenda São Roque, Maxaranguape, RN, Brasil.

Cidade de Natal

- Os efeitos do desenvolvimento urbano na recarga e na qualidade das águas de Natal, RN
- O desenvolvimento da horticultura na Zona peri-urbana de Natal



Modelo conceitual do sistema aquífero Dunas/ Barreiras




k = Condutividade Hidráulica I = Infiltração
 P = Precipitação Q = Descarga bombeada

1,4 km




LEGEND

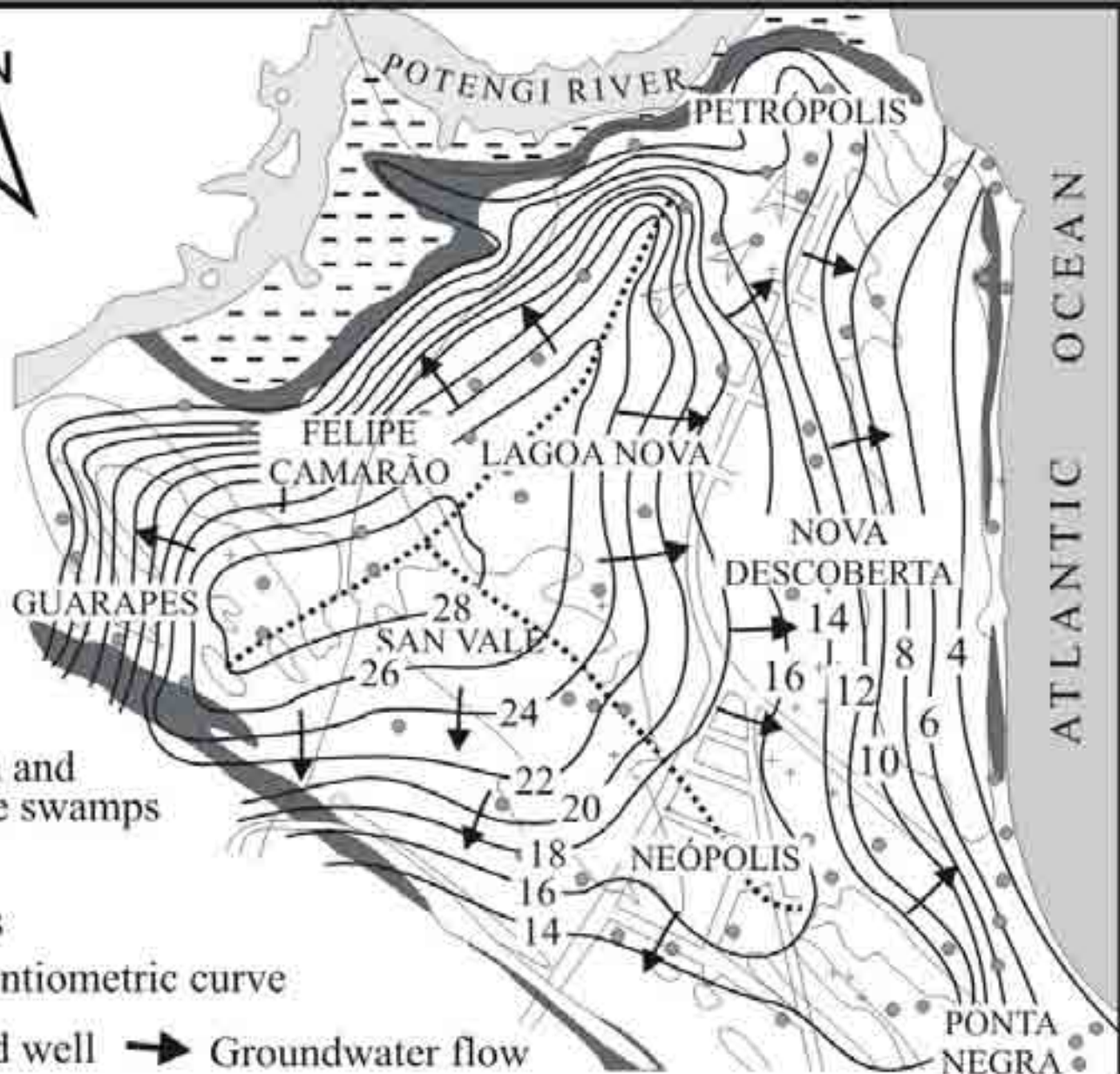
 Alluvium and mangrove swamps

 Dune

 Barreiras

 Isopotentiometric curve

 Observed well  Groundwater flow



Qualidade das águas de natal

- Águas de excelente qualidade em suas condições naturais ($C = 90 \mu\text{S}/\text{cm}$);
- Águas com pH entre 6 e 7;
- Águas de Baixa dureza;
- Águas em geral Cl – Na;



Teores de nitrato nas águas subterrâneas de natal (Melo, 1995)

Nova Descoberta

Potilandia

Candelária

Milão

Cidade Jardim

Nitrato (mg/l)- fev. 2002

P-1	: 49,9
P-2	: 33,7
P-3	: 68,0
P-4	: 44,2
P-5	: 97,7
P-6	: 0,00
LN-1	: 60,3
LN-7	: 43,7
LN-9	: 64,8

P-6 - Fev. 2003

- ◆ Poço de captação d'água
- Estação de tratamento de esgoto
- Direção mais provável do fluxo subterrâneo regional.

Poços de captação d' água no Campos Universitário da UFRN.

CONDICIONANTES FÍSICOS/ URBANIZAÇÃO DA CIDADE DE NATAL

- Fonte de captação de água/ volume captado
 - Água subterrânea: 70 milhões de m³/ano
 - Água superficial; 33 milhões de m³/ ano (água importada)
 - Volume total de suprimento: 103 milhões de m³/ano
- Cobertura rede de esgotos: 30% área urbana
- Destinação dos esgotos: Rio Potengi, p/ canais superficiais, lagoas de estabilização
- Drenagem pluvial: p/ rio Potengi; canais superficiais; para o mar; lagoas de infiltração
- Perdas potenciais de água na rede: 36,4 milhões de m³/ano
- Percentual de perda: 35% (CAERN obteve 45%)
- Volume de esgotos descarregado no subsolo: 42 milhões de m³/ano

(Modificado de MELO, 2001)

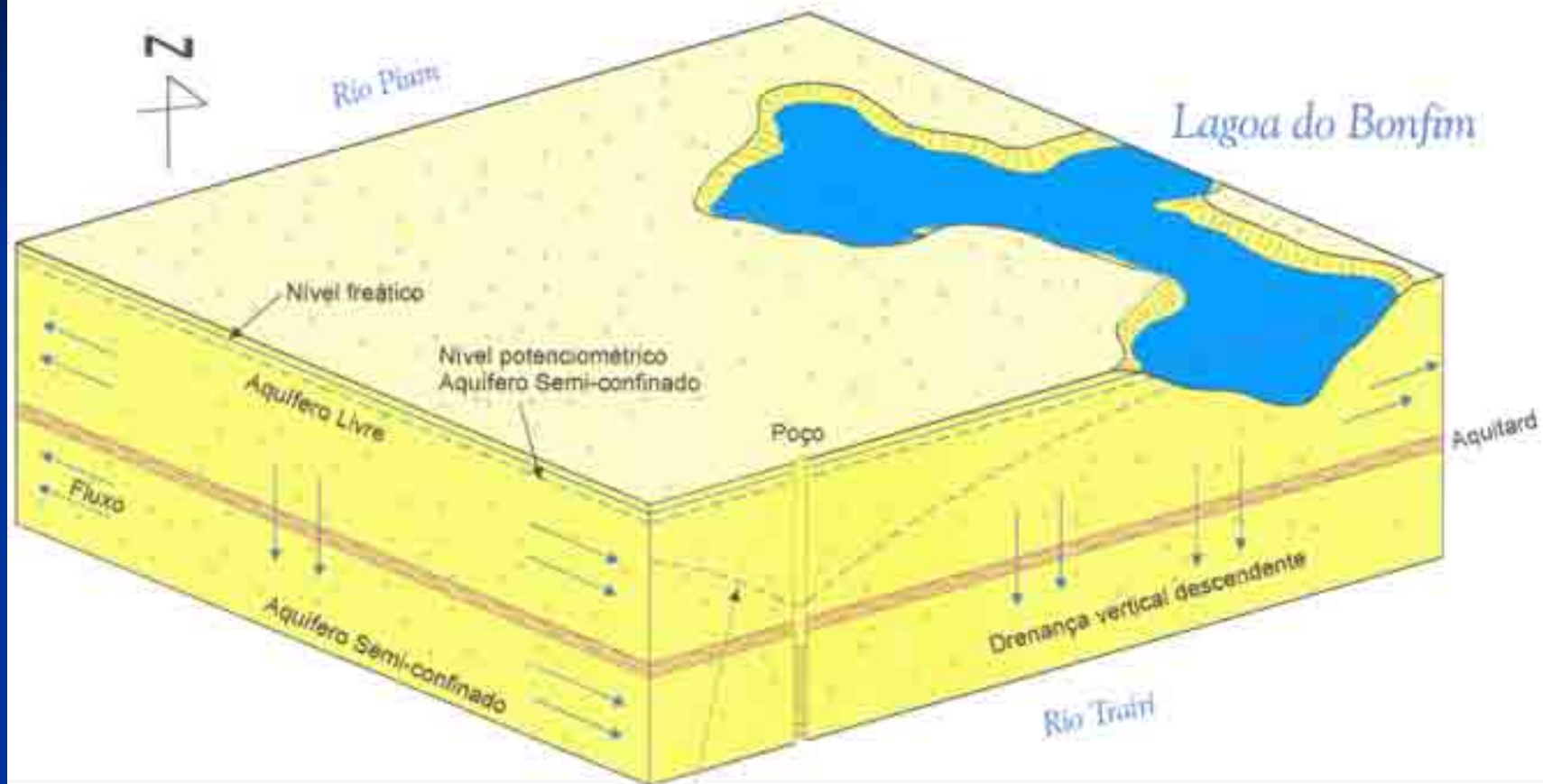
DESENVOLVIMENTO DA AGROINDÚSTRIA

Zona peri-urbana da cidade de Natal



Pesquisa hidrogeológica no complexo lagunar de
Bonfim, RN. Melo, J. G. e Feitosa, E. C.
SERHID/ RN, 1998

Fig.54 - ESQUEMA DO FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO DO SISTEMA AQUIFERO BARREIRAS NO SETOR OCIDENTAL DA LAGOA DO BONFIM



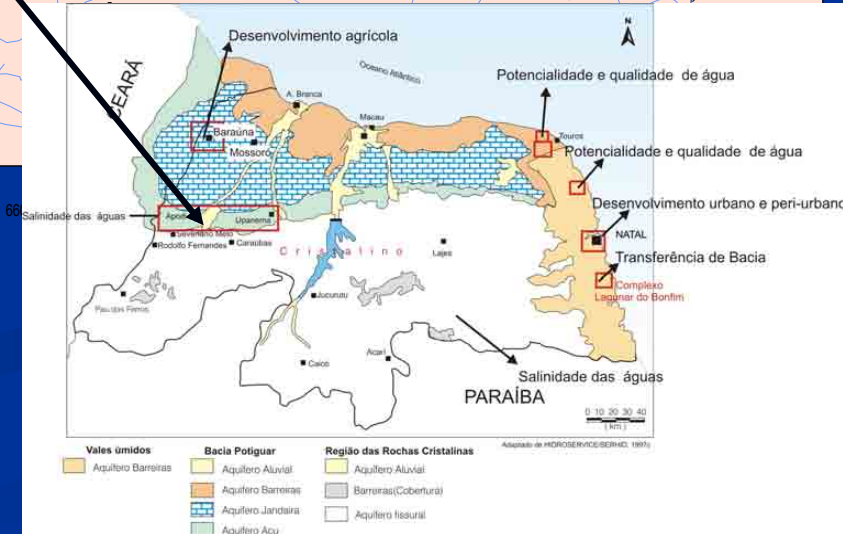
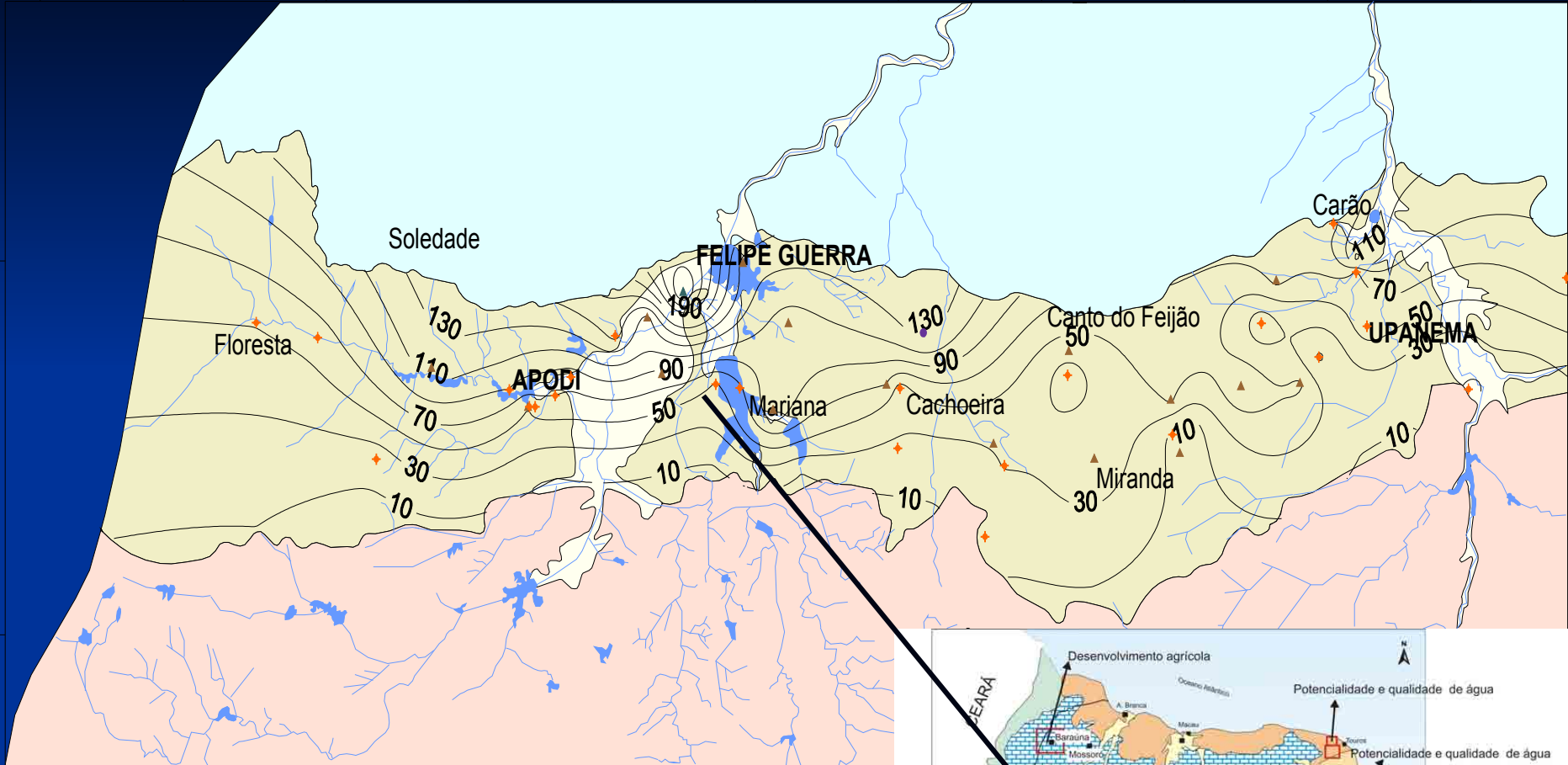
Poço	Alcance de 10 anos				Alcance de 20 anos			
	8/24 h	12/24 h	18/24 h	24/24 h	8/24 h	12/24 h	18/24 h	24/24 h
P-1	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
P-2	144,0	138,0	133,0	130,0	144,0	138,0	138,0	130,0
P-3	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
P-4	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0	150,0
P-5	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0	120,0
P-6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
P-7	83,0	80,0	77,0	75,0	83,0	80,0	80,0	75,0
Total	827,0	818,0	810,0	805,0	827,0	818,0	818,0	805,0

Alternativas de exploração da bateria de poços da área produtora (m³/h)
- Lagoa do Bonfim

(Região semi-árida - Bacia Potiguar)

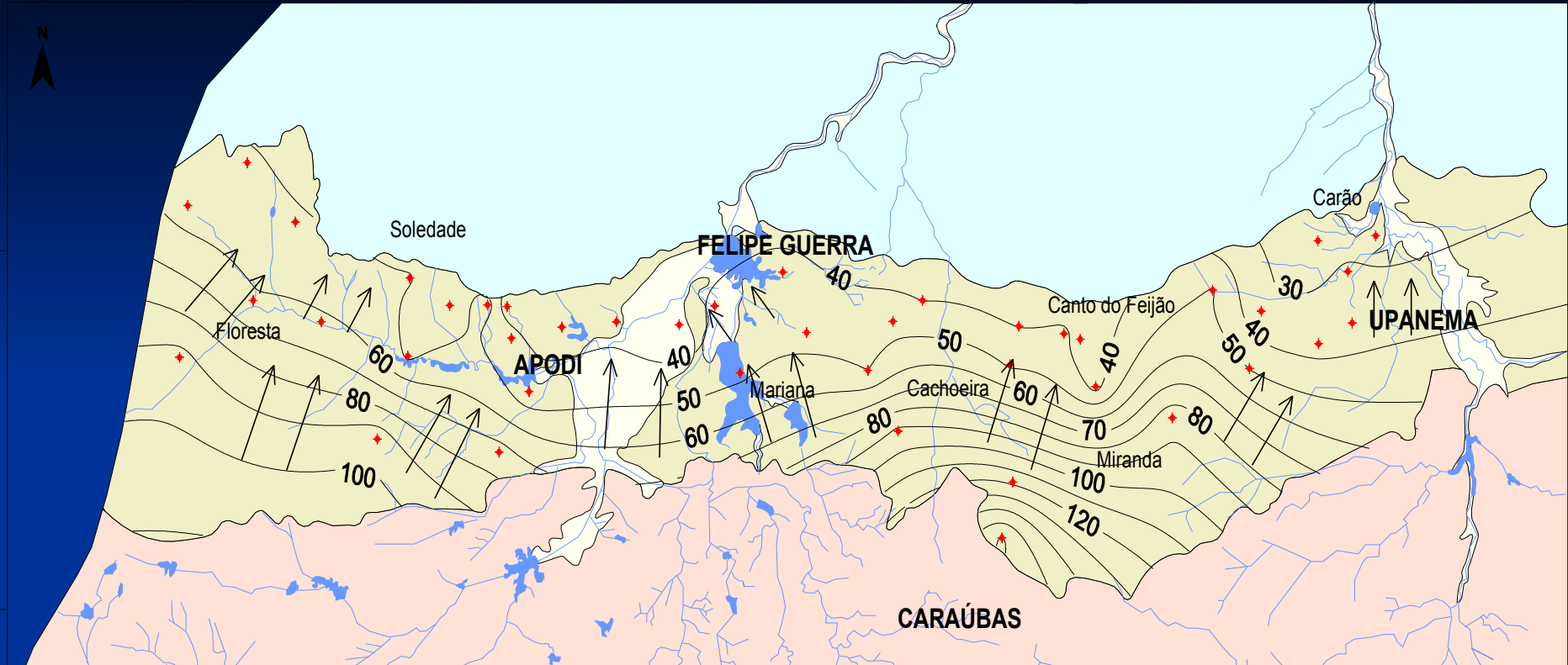
Recursos hídricos subterrâneos da Formação Açu na Borda Sul da Bacia Potiguar, RN, Brasil -Faixa Apodi – Upanema. Melo, J. G. de e Stein, P., CAERN, 2003.

Transmissividade das águas subterrâneas (m²/s)



Mapa potenciométrico

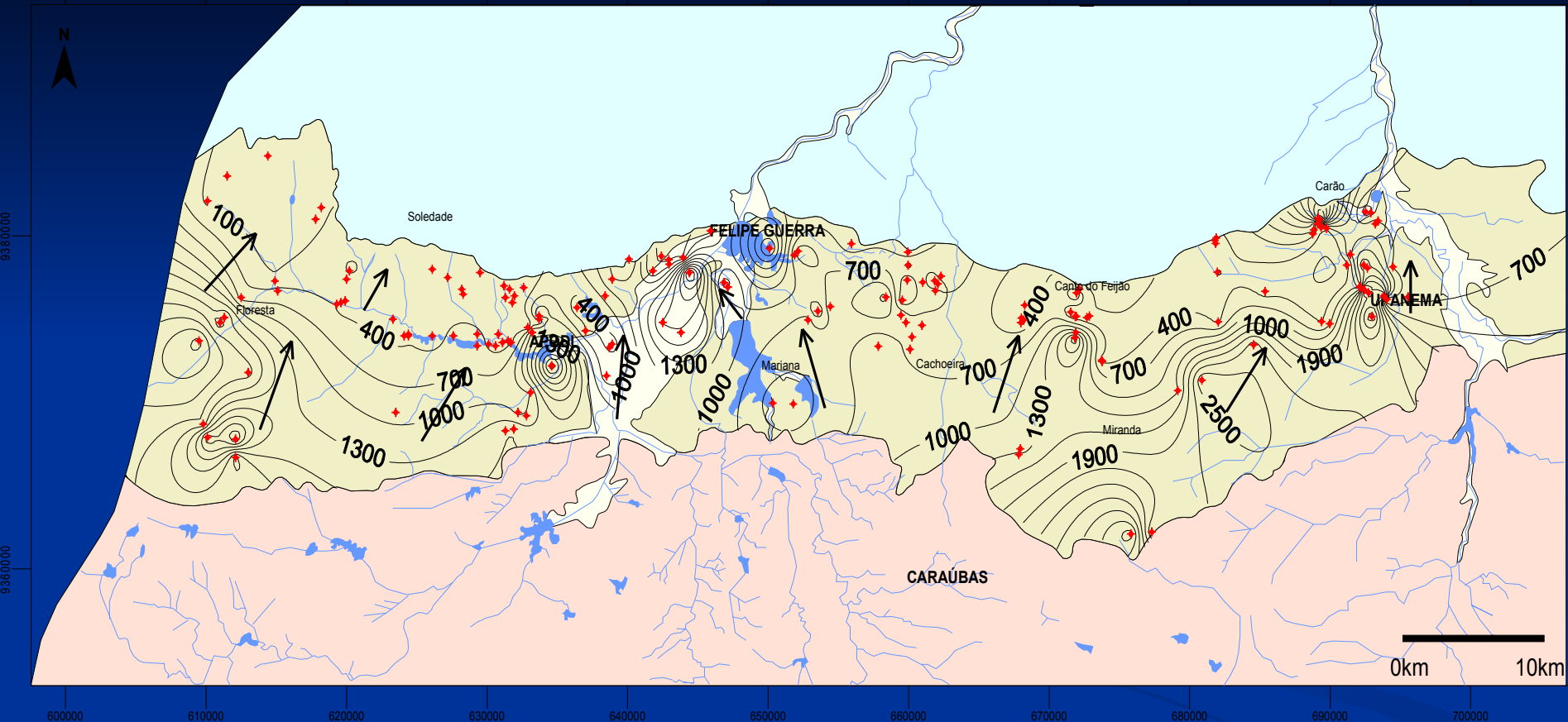
FLOXO SUBTERRÂNEO










	SIB	TH	10%	10n	10n
60000					

10km

Mapa de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) SUBTERRÂNEAS



LEGENDA

- | | | | | | |
|---|------------------------------|---|------------------------|---|------------------------------|
|  | Aluvião |  | Arenito (Formação Açú) |  | Drenagens e Açudes |
|  | Calcário (Formação Jandaíra) |  | Embasamento Cristalino |  | Poços tubulares |
| | | | |  | Sentido do fluxo subterrâneo |

Condições de exploração e qualidade das águas subterrâneas

AVALIAÇÃO POTENCIAL DO AQUÍFERO AÇU



Aluvião



Calcário (Formação Jandaíra)



Arenito (Formação Açú)



Embasamento Cristalino

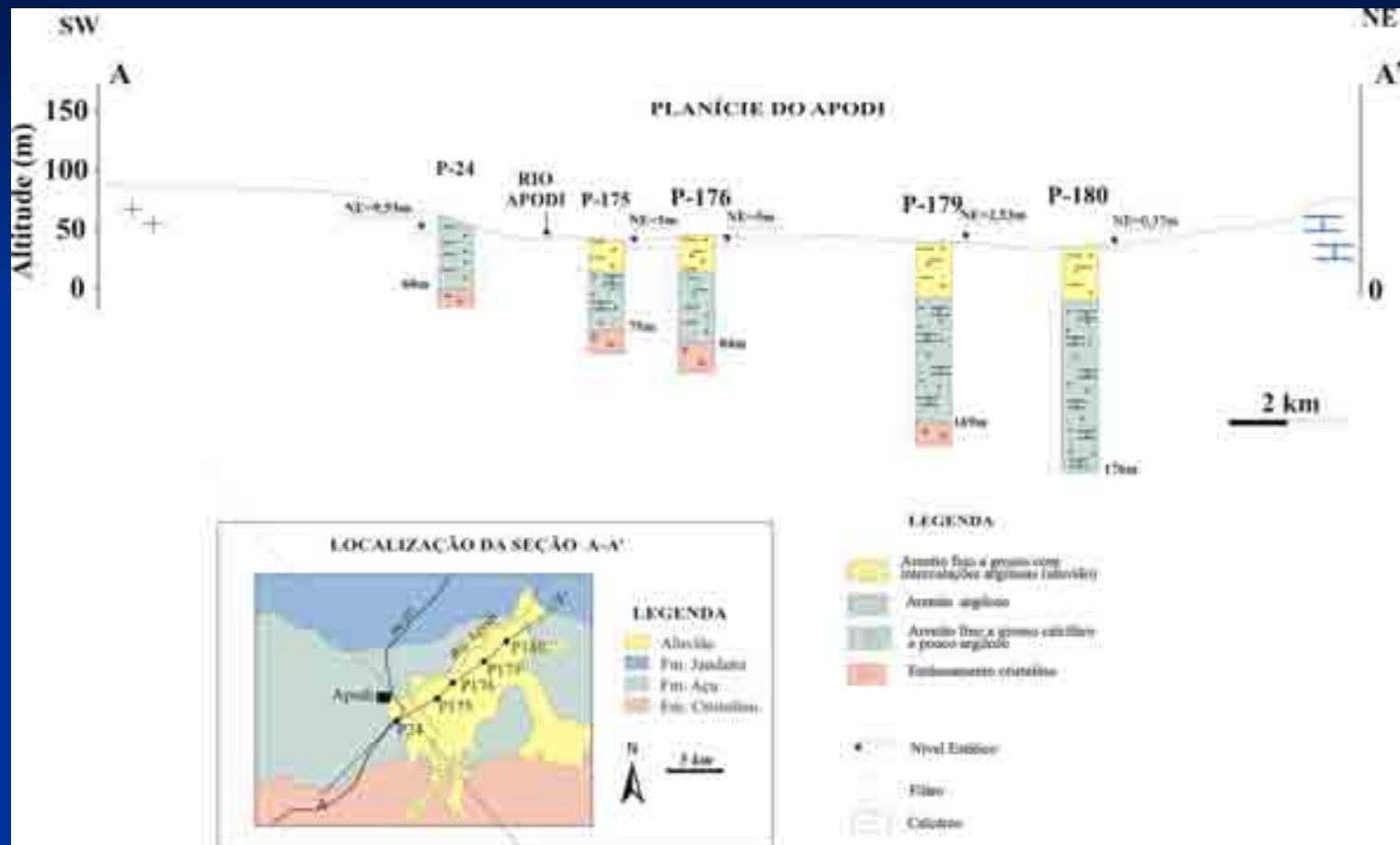


Drenagens e Açudes

Zona A: Elevado Potencial Hidrogeológico - transmissividade de 280 m²/dia; poços com 160 m de profundidade, em média, com capacidade de produção de até 100 m³/h; águas de baixo a médio conteúdo de sais.

Zona B: Médio Potencial Hidrogeológico - transmissividade de 100 m²/dia; poços com 120 m de profundidade, em média, com capacidade de produção de até 50 m³/h; águas de baixo a médio conteúdo de sais.

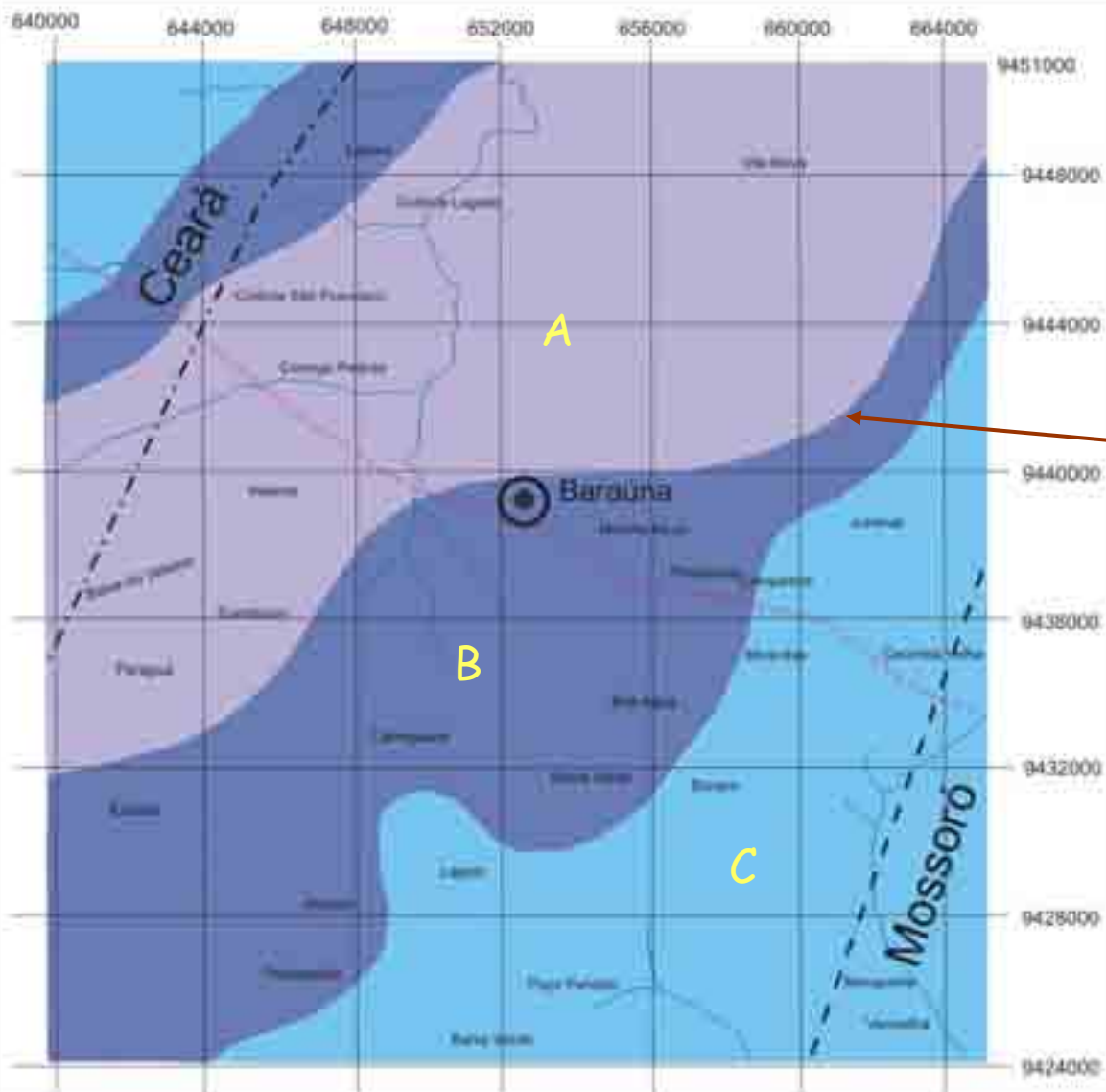
Zona C: Baixo Potencial Hidrogeológico - transmissividade inferior a 10 m²/dia; poços com até 70 m de profundidade, com capacidade de produção inferior a 10 m³/h; águas de salinidade elevada na maioria dos casos.



Região semi-árida - Bacia Potiguar

Região de Barauna – Aquífero Jandaira

Avaliação hidrogeoquímica e qualidade das águas para irrigação na região de Barauna. Barroca, A.; Melo, J.G.. Pós-graduação em Geociências da UFRN. SERHID/RN. 2006.

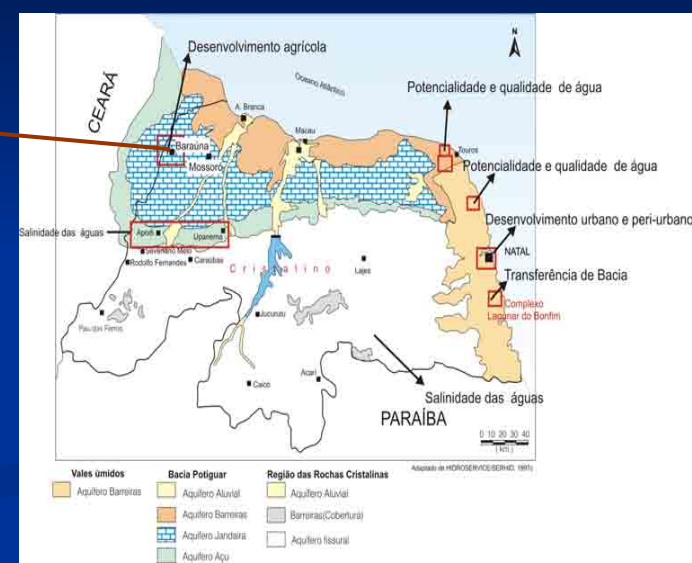


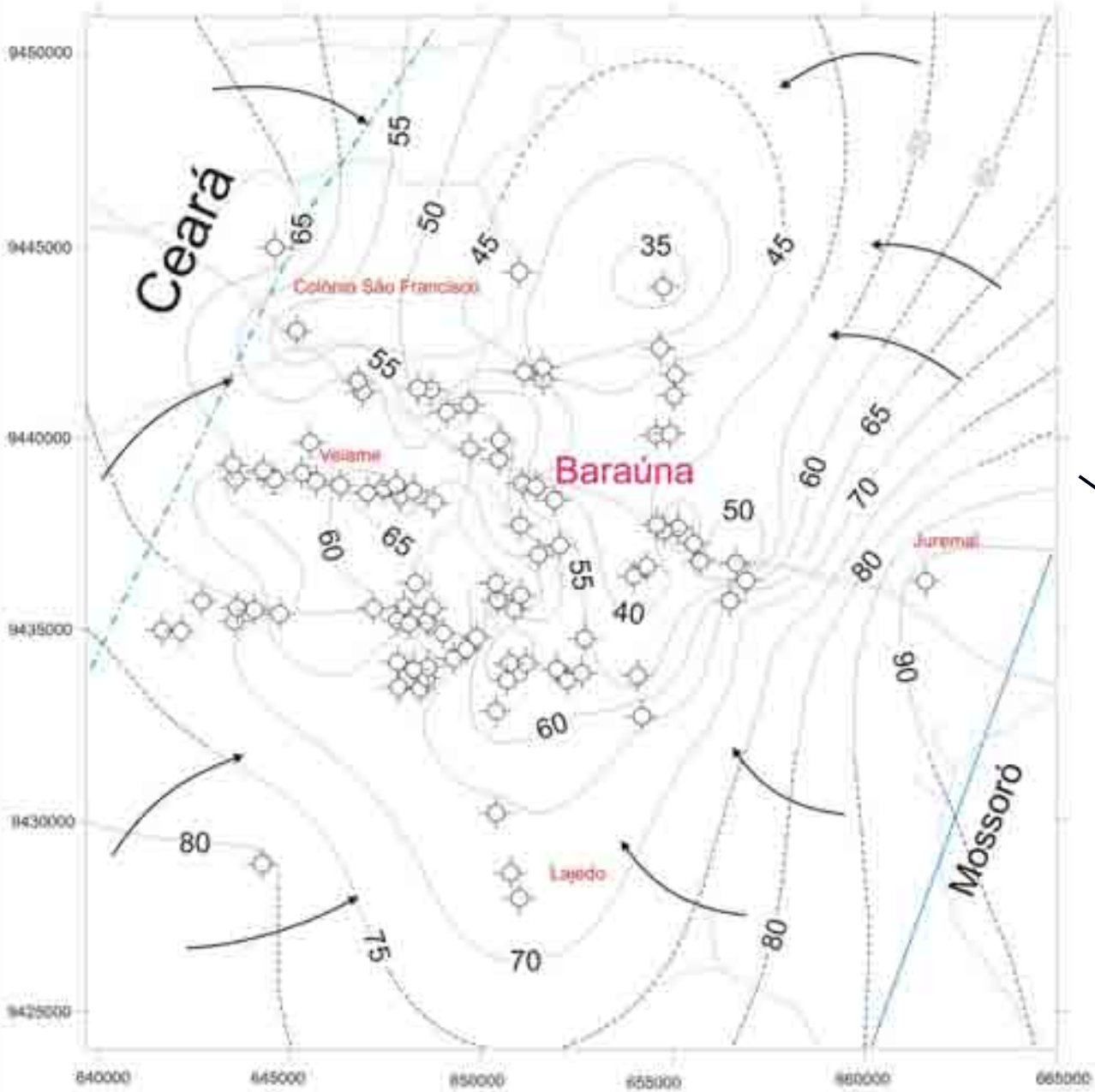
Convenções geológicas

- Zona A: Área relativamente mais carstificada.
- Zona B: Área com intercalações de folhetos.
- Zona C: Área representada por calcilina com ausência relativa de carstificação.

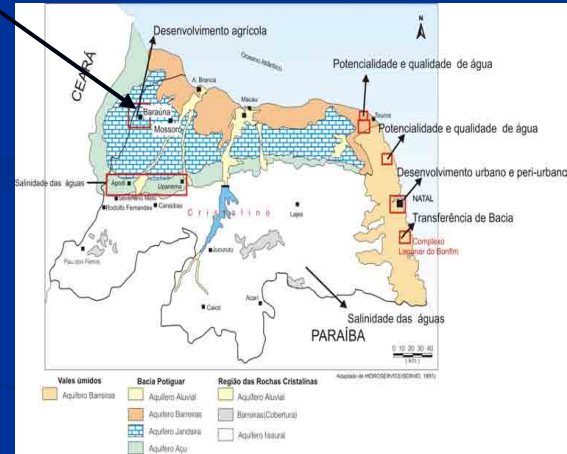
Convenções cartográficas

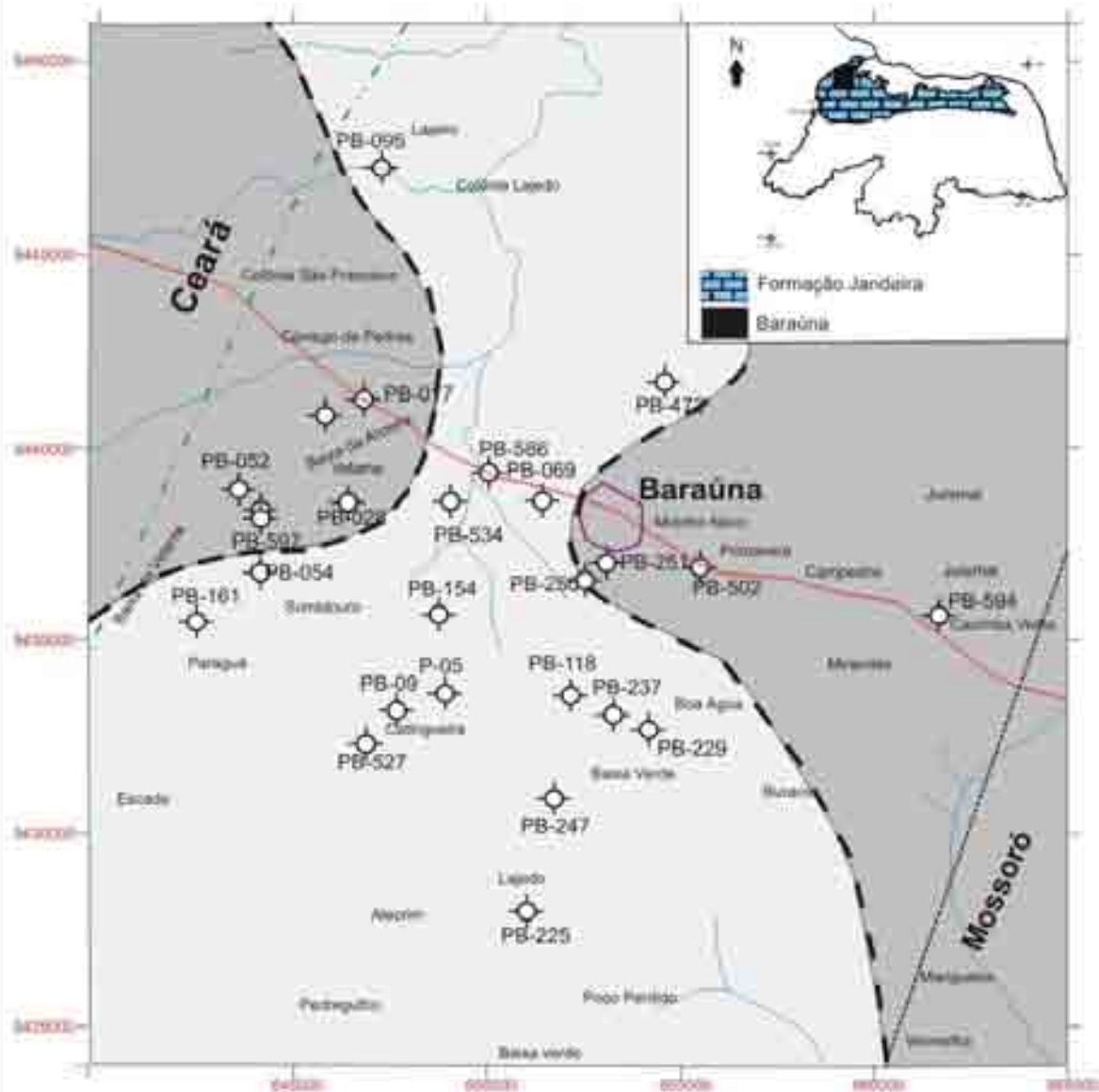
- Sede municipal
- Limite municipal
- Limite estadual
- Rodovia
- Poço com perfil litológico e construtivo





-80- Equipotenciais
 Linhas de Fluxo
 -90- Equipotenciais Inferidas
 Poço tubular





Convenções Cartográficas

Rodovia

Área urbana

Zonas Nitrato (NO_3^-)

0 1 2 3 4 5 km

Límite municipal

Drenagem

$\leq 10 \text{ mg/L} - \text{N}$

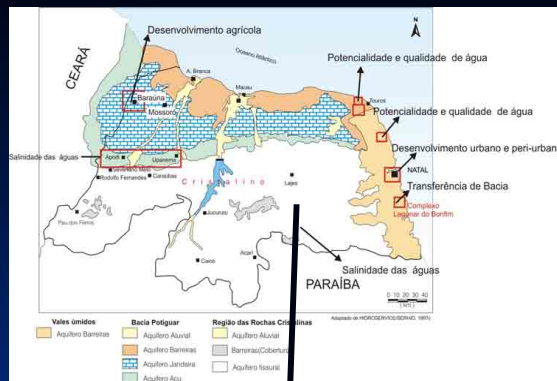
Límite estadual

$> 10 \text{ mg/L} - \text{N}$

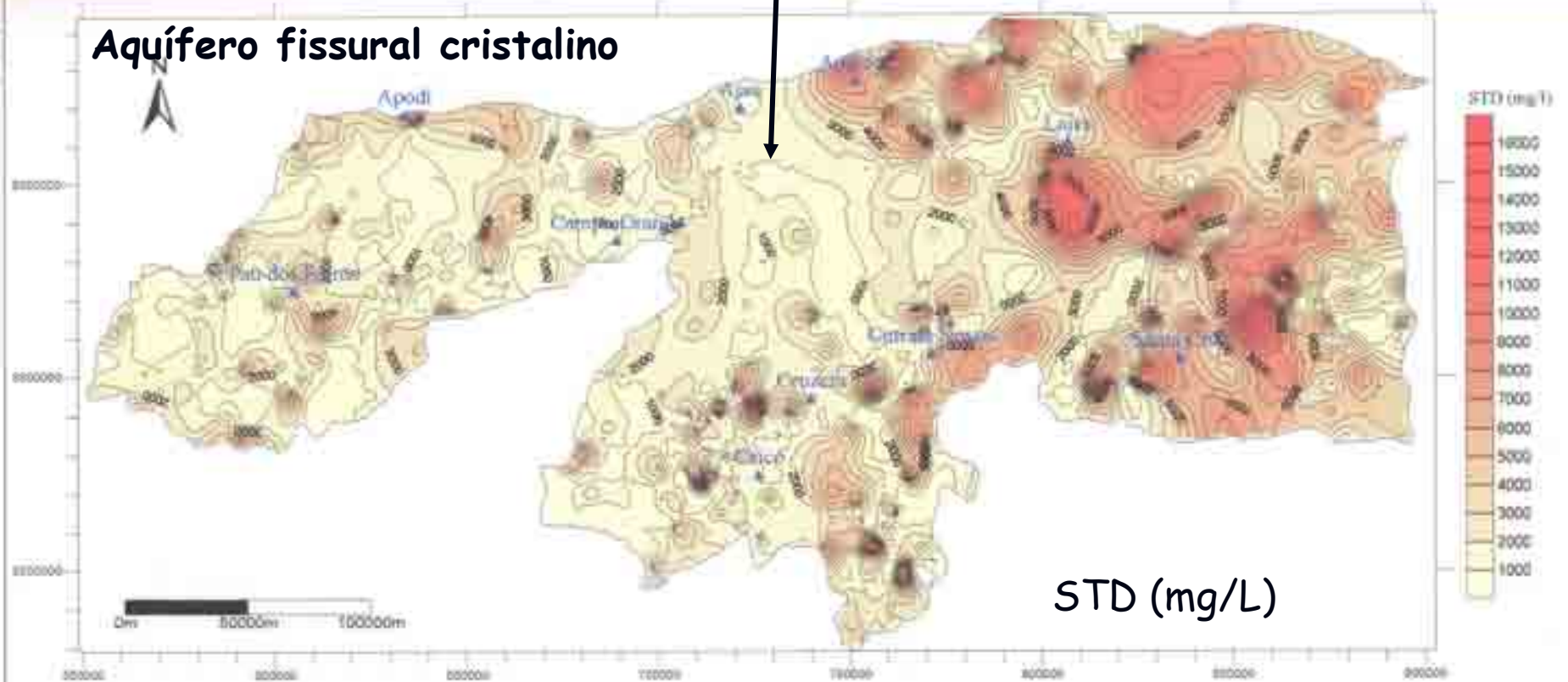
Exemplo de caso

Região semi-árida – Região das rochas cristalinas

Aquífero fissural cristalino



Aquífero fissural cristalino



Autora: COSTA, A.M.B. 2002.

Figura 7.4 - Mapa de "iso-teor" dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) das águas subterrâneas do cristalino/RN.

