

As Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

A Integração das Águas do
Paranapanema: Águas Subterrâneas
e Superficiais

Coordenação de Águas Subterrâneas/SIP

Avaré. 07 de junho de 2022.

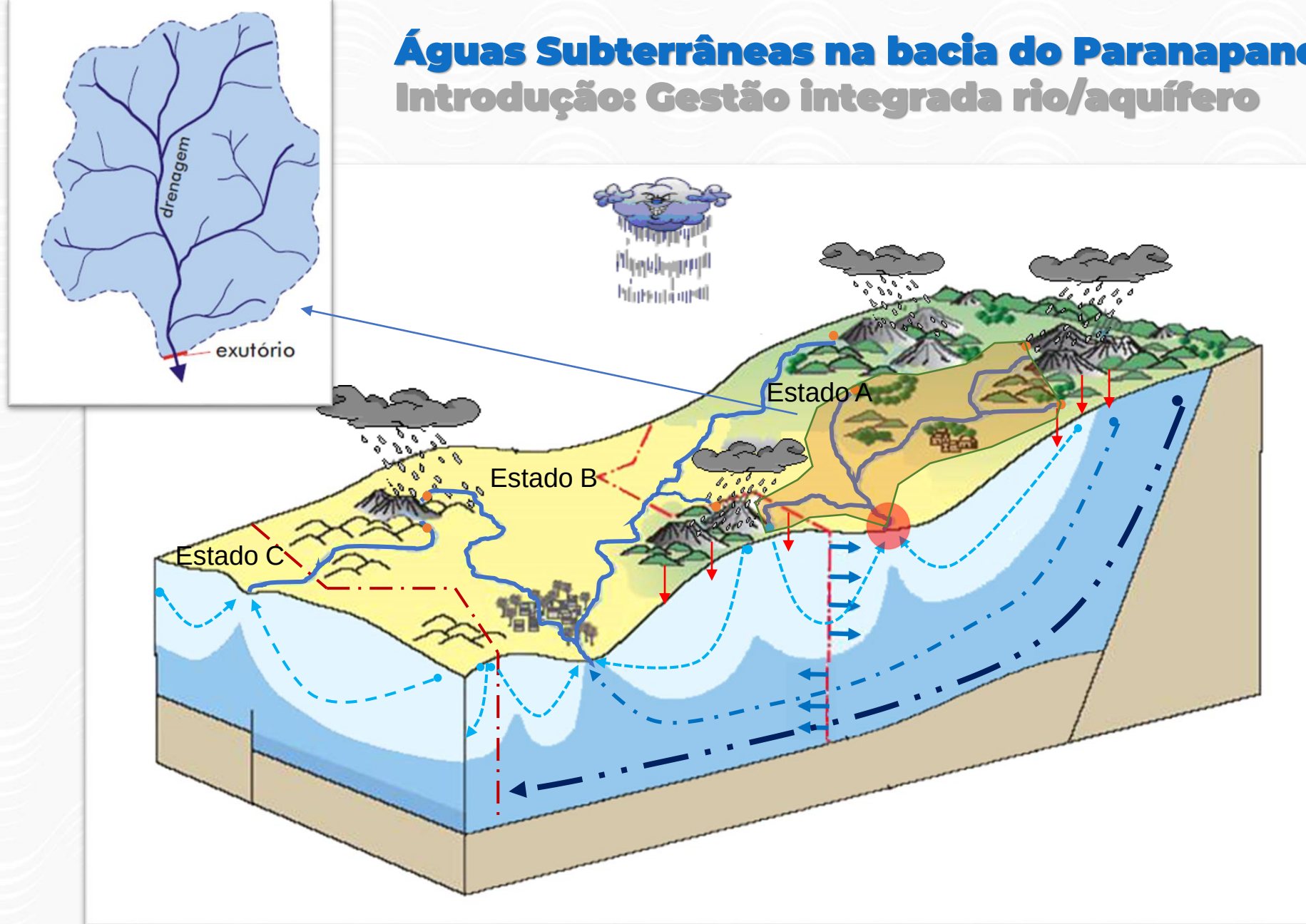


Tópicos abordados na apresentação:

- **Introdução: Gestão integrada rio/aquífero;**
- **Diagnóstico integrado águas subterrâneas e superficiais na bacia do Paranapanema;**
- **Planejamento e implementação da Rede de monitoramento piezométrica - PIRH/MOP;**
- **Para pensar...**
- ...

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Introdução: Gestão integrada rio/aquífero

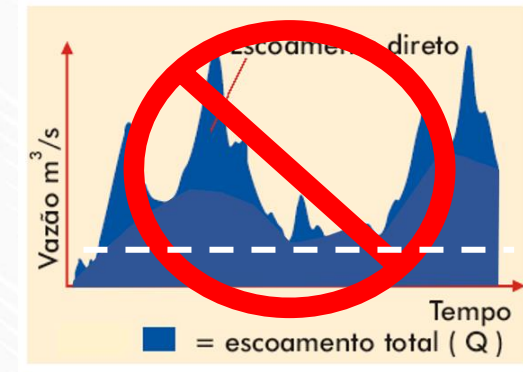
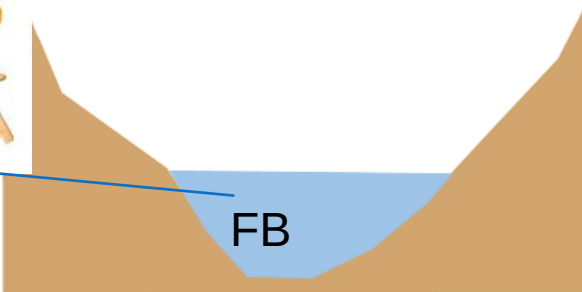
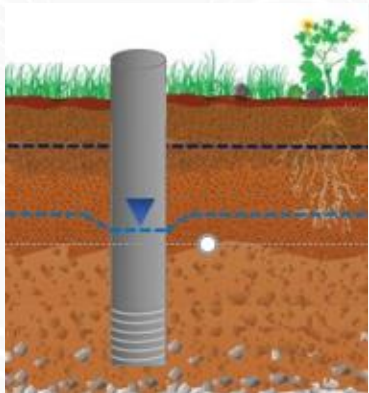
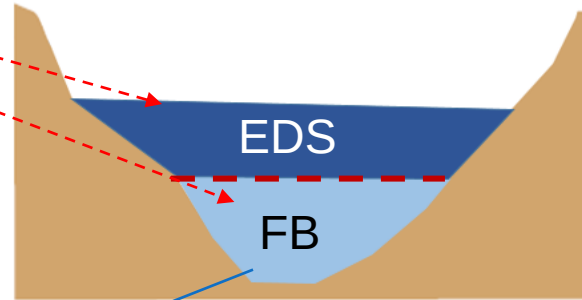
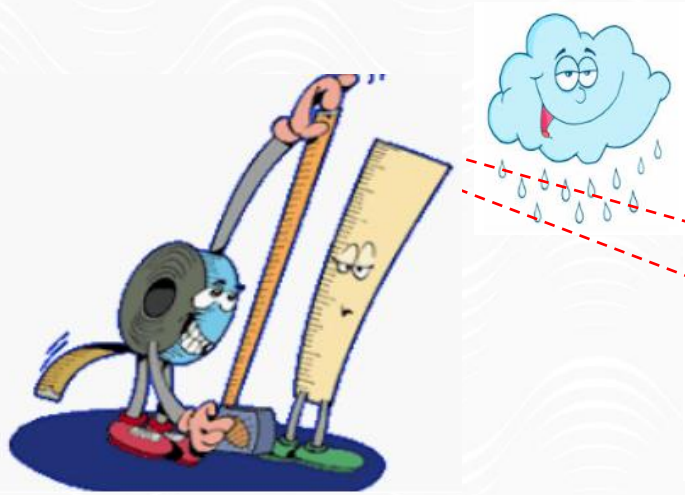


Ciclo hidrológico é naturalmente integrado !

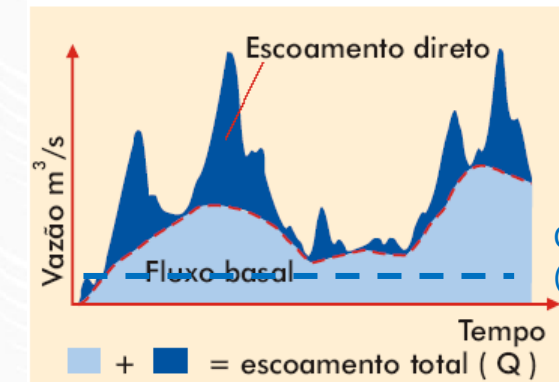
(Puri, 2002; ANA, 2010)

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

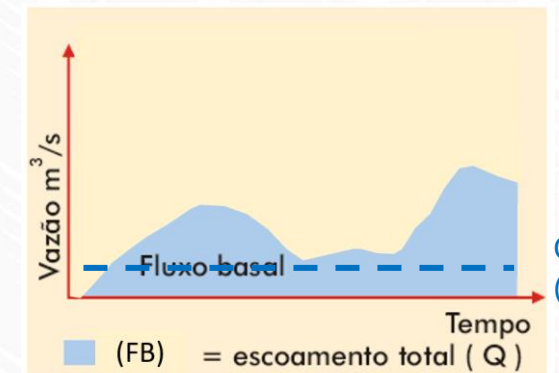
Introdução: Gestão integrada rio/aquífero



Q ref. Out. superf.
(Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$)



Q ref. Out. superf.
(Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$)

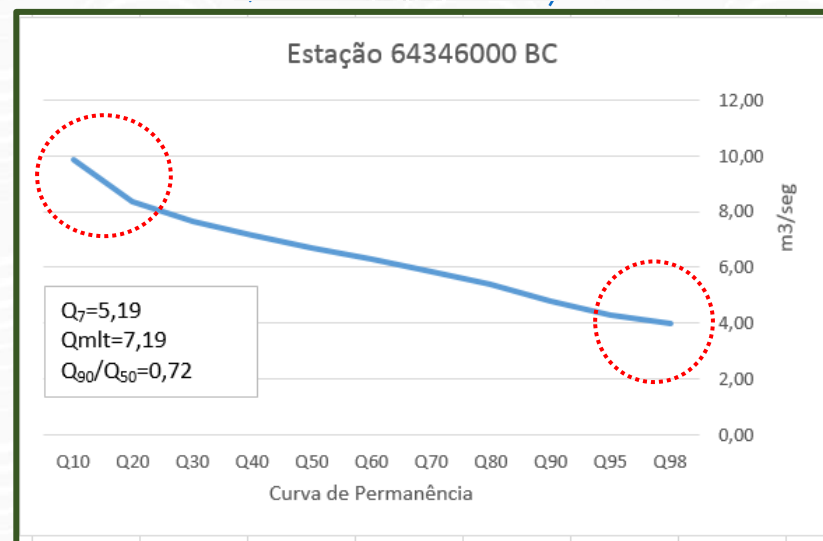
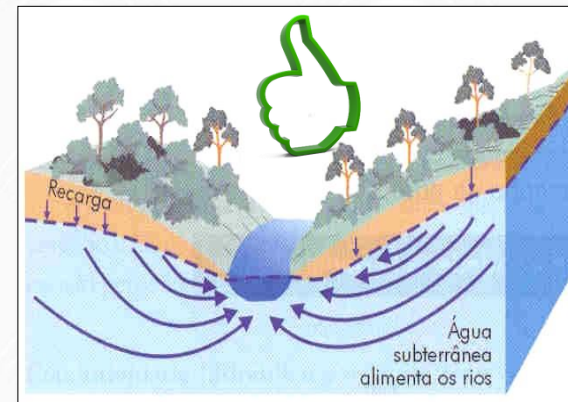
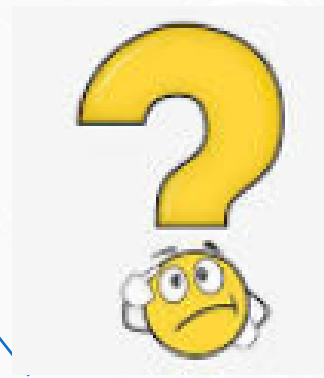


Q ref. Out. superf.
(Q_{90} , Q_{95} e $Q_{7,10}$)

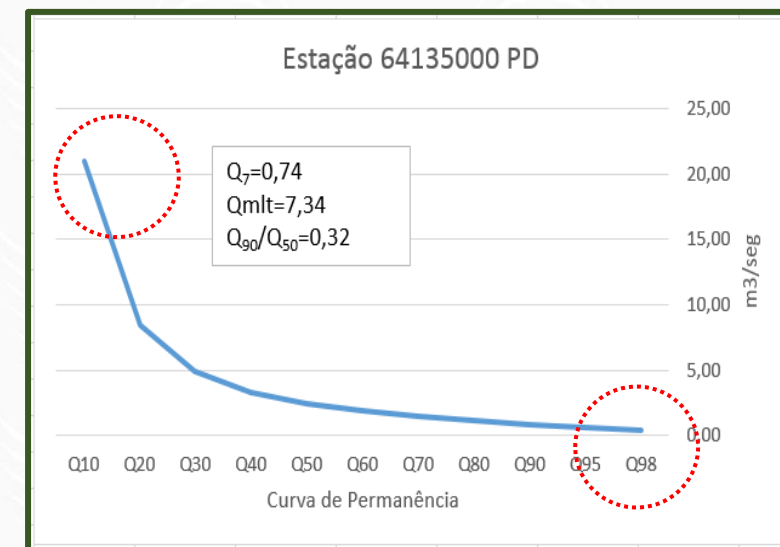
(ANA, 2020)

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Introdução: Gestão integrada rio/aquífero



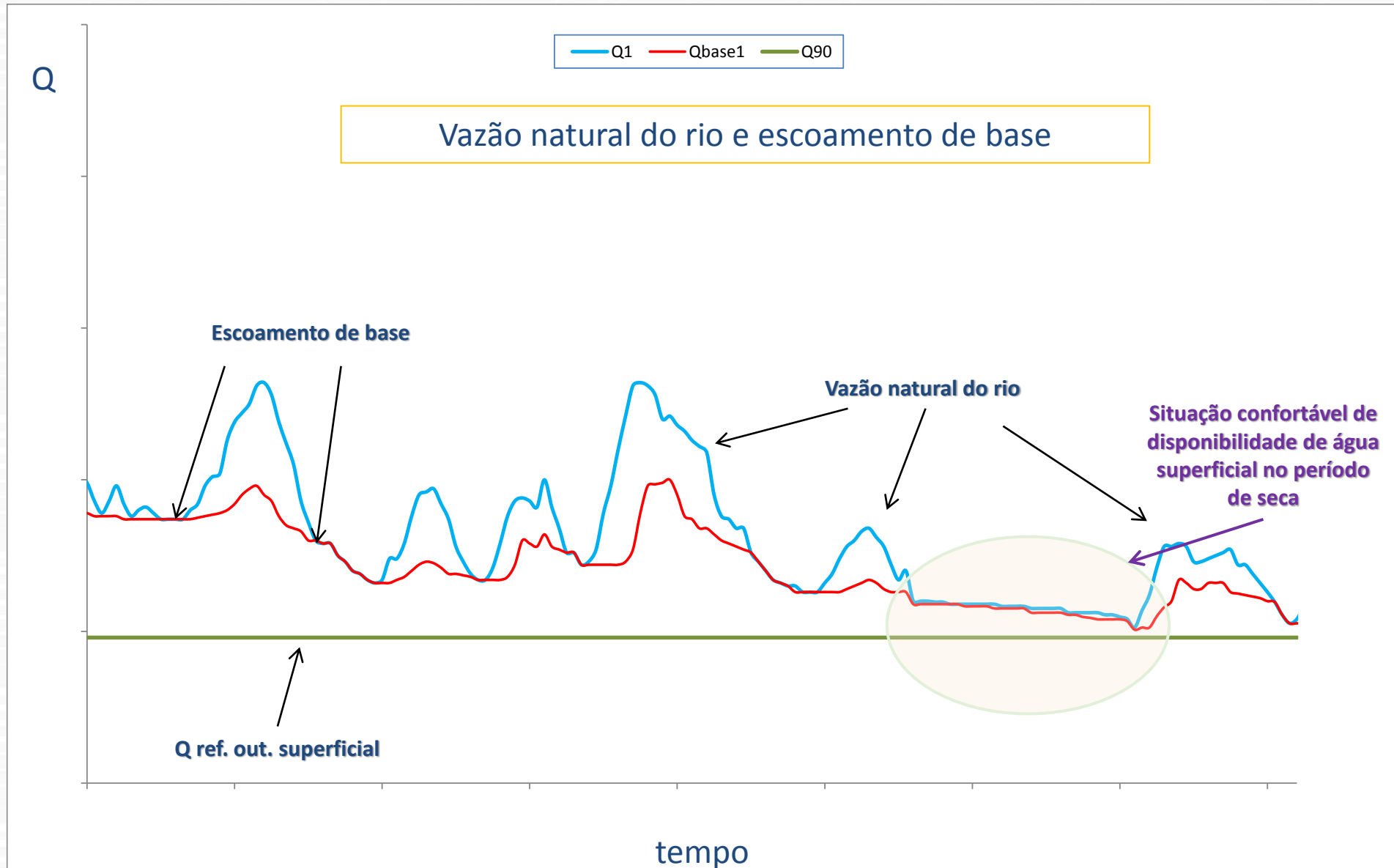
Aquífero com elevadas porosidade e permeabilidade, fluxo de base é parcela importante do escoamento superficial médio.



Aquífero com baixa permeabilidade, fluxo de base pouco significativo para o escoamento superficial médio.

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Introdução: Gestão integrada rio/aquífero

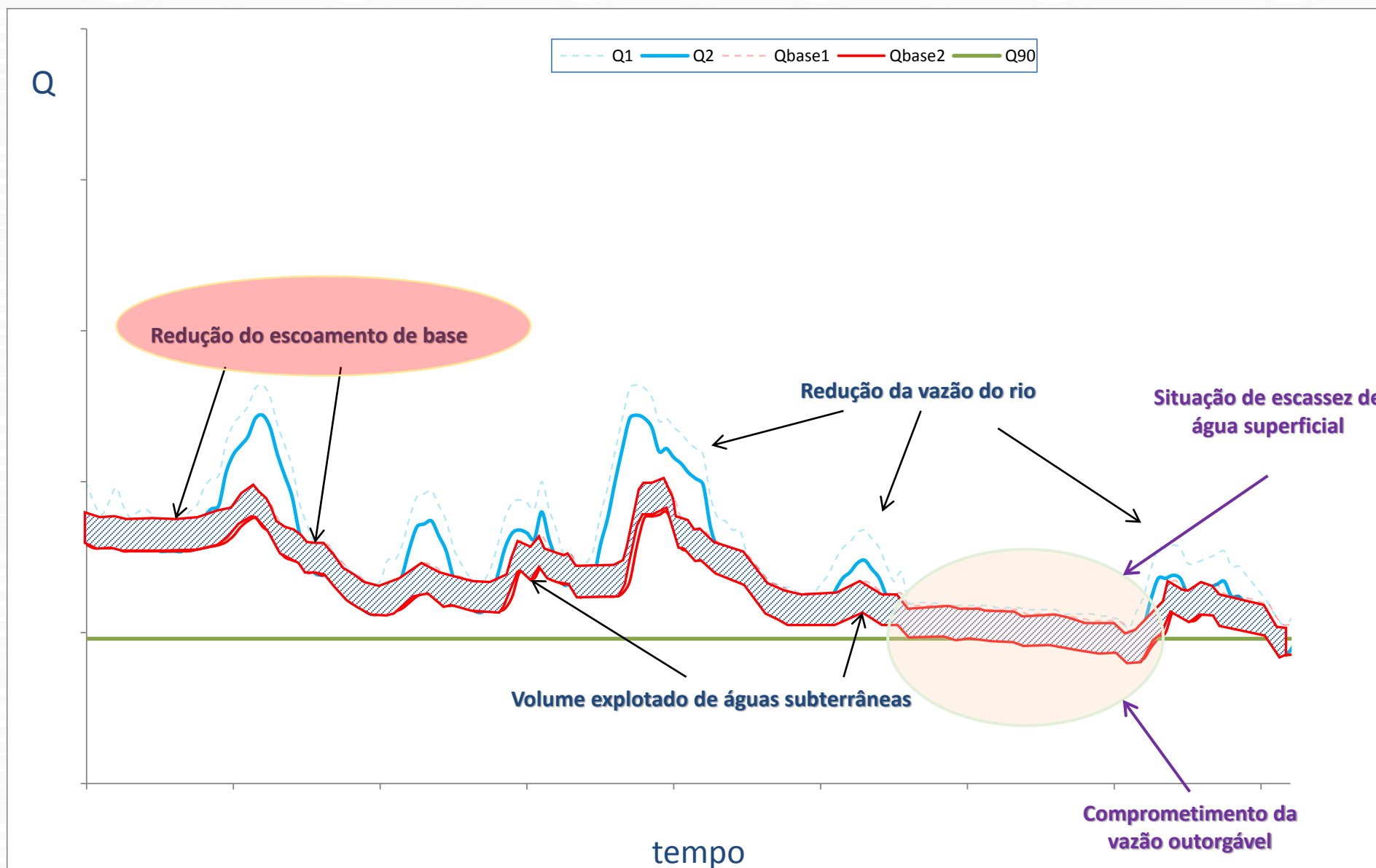


Hidrograma com separação de escoamentos

(ANA, 2013)

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Introdução: Gestão integrada rio/aquífero

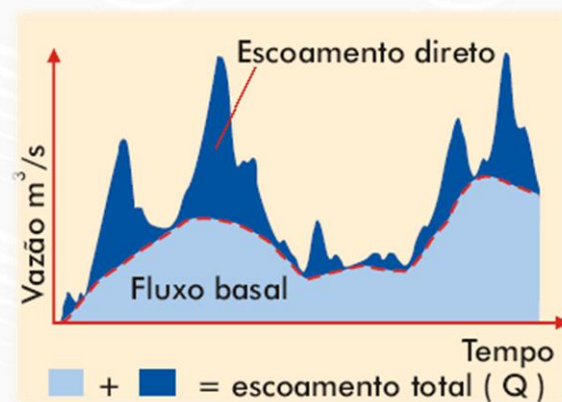
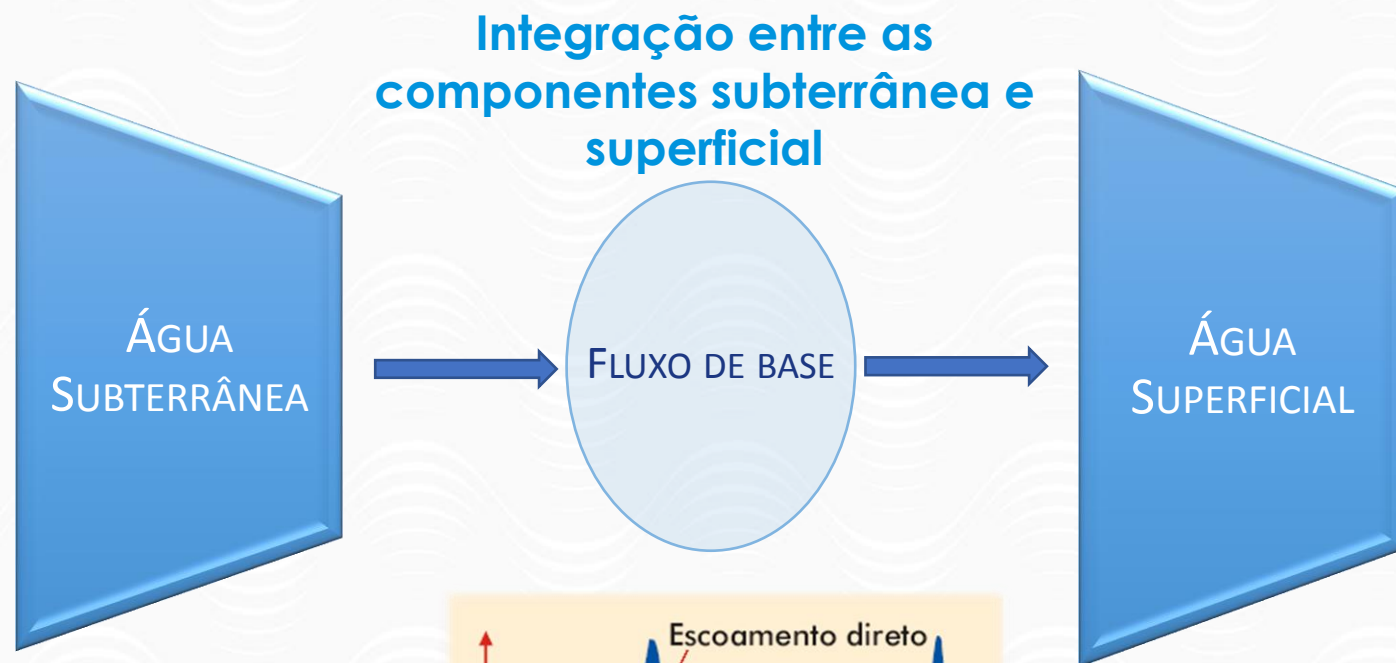


Hidrograma com separação de escoamentos

(ANA, 2013)

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

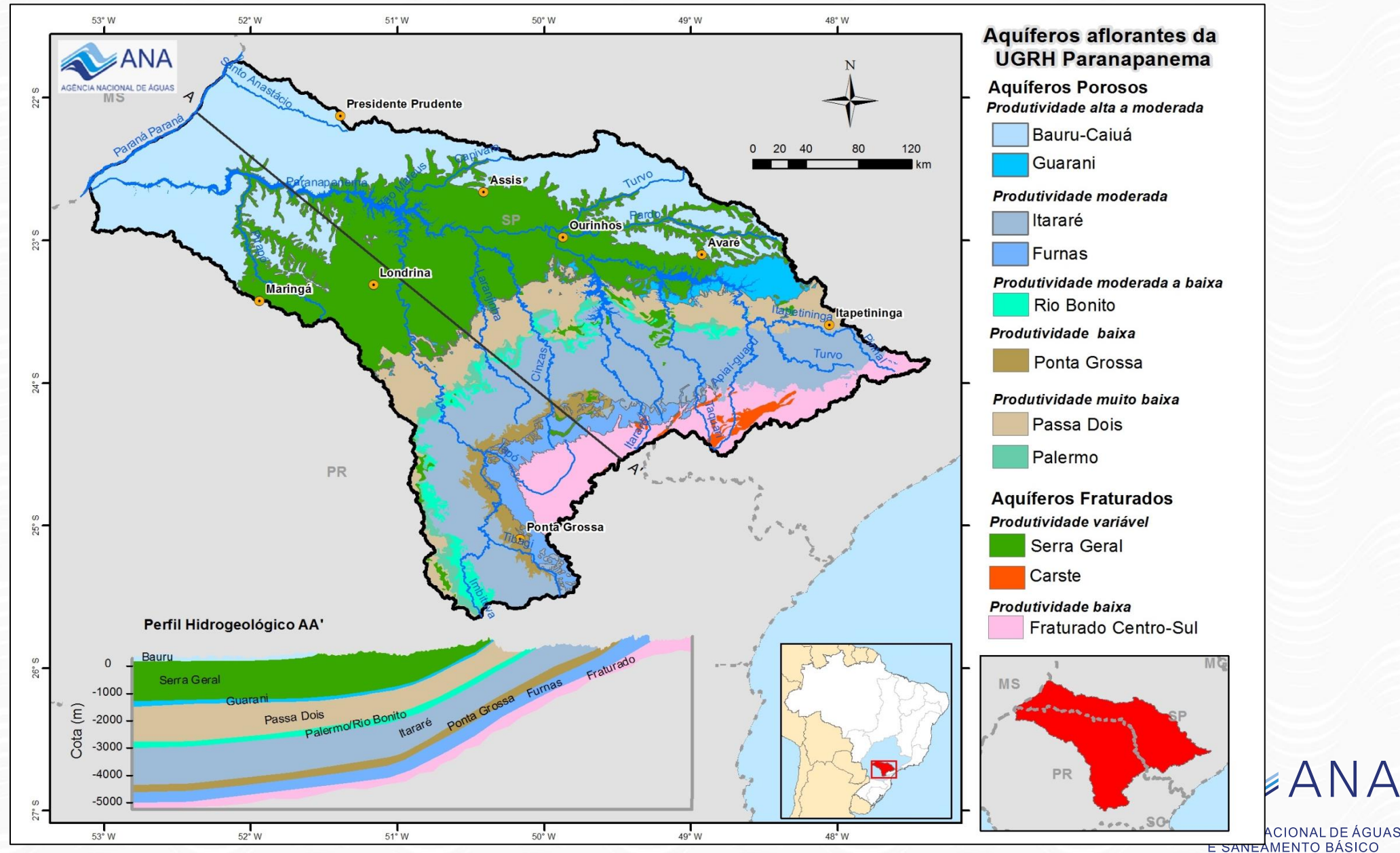
Introdução: Gestão integrada rio/aquífero



Qual a componente de integração?

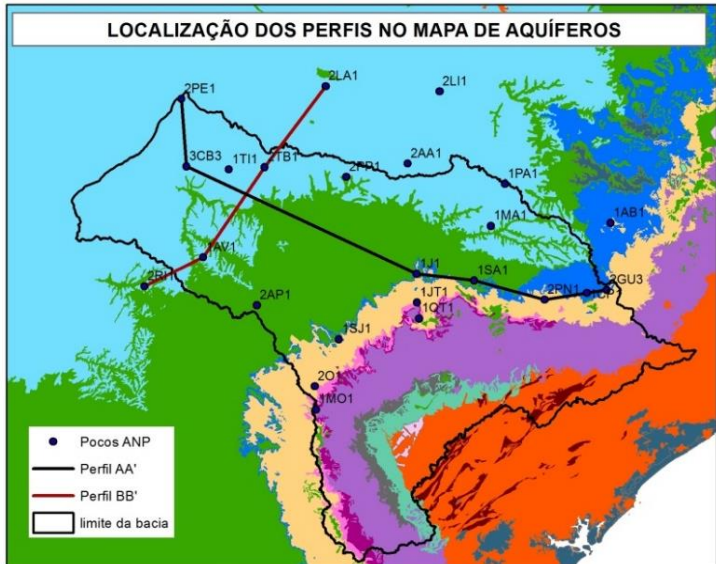
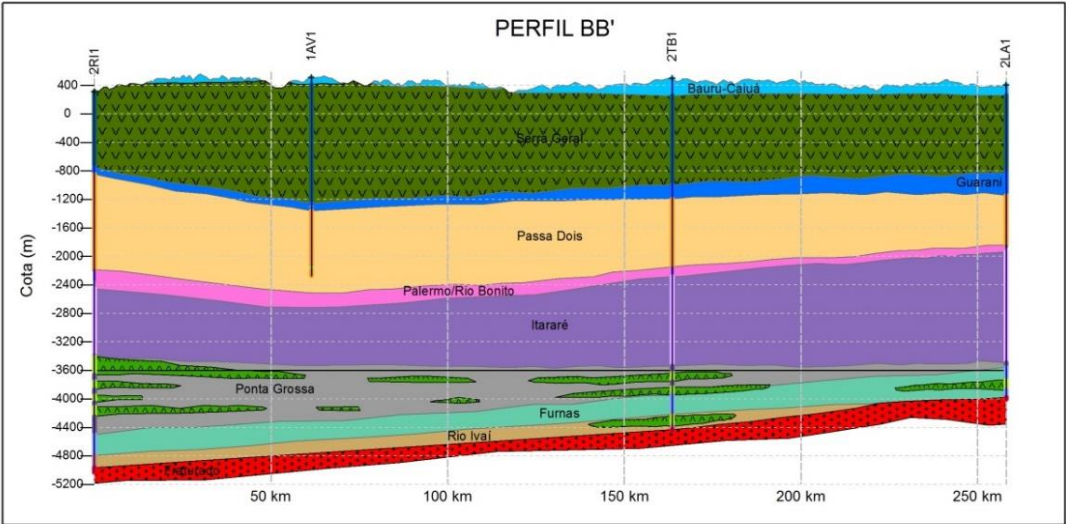
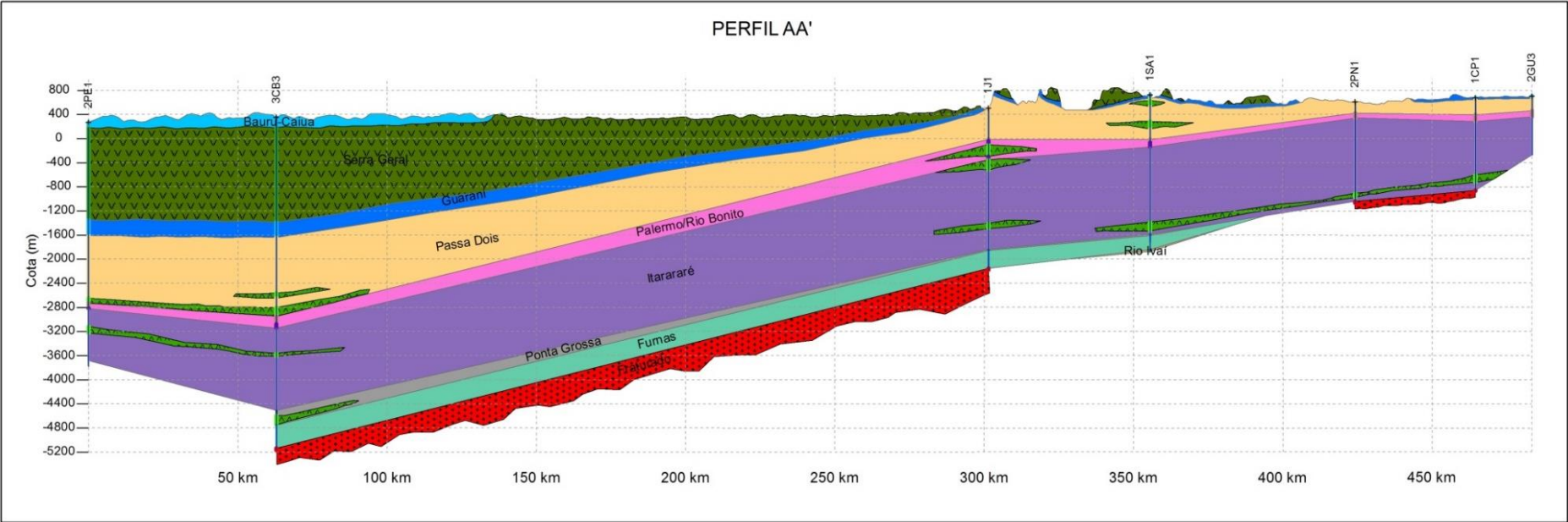
Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Diagnóstico integrado águas subterrâneas e superficiais



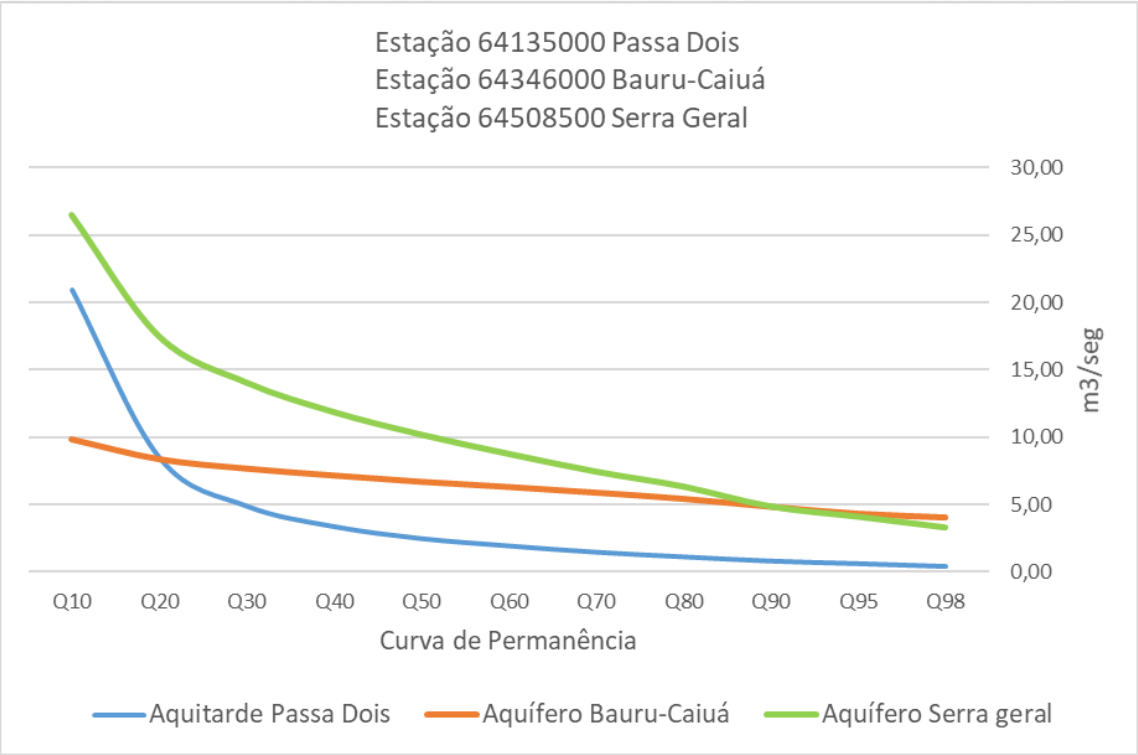
Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Diagnóstico integrado águas subterrâneas e superficiais



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Diagnóstico integrado águas subterrâneas e superficiais



AQUÍFERO	Ci (%)	Q90/Q50	CS
Bauru	17	0,68	0,2
Serra Geral	14	0,47	0,4
Passa Dois	4	0,31	0,4

Relação Q90/Q50 e curvas de permanência

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Diagnóstico integrado águas subterrâneas e superficiais



**SISTEMA AQUÍFERO
BAURU-CAIUÁ**

Estação fluv	Área estação (km²)	Aquíferos (%)	Q _{mlt} (m³/s)	Q ₇ (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	Q ₉₀ (m³/s)	Q ₅₀ (m³/s)	Q _{7,10} (m³/s)	Q ₉₀ /Q ₅₀	Q ₇ /Q _{mlt}	Q _{7,10} /Q ₇	Q ₉₅ /Q ₇	Q ₉₀ /Q ₇	q _{7 esp} (l/s/km²)
64477600*	1.579,73	FCS (98) Fu (02)	33,45	7,74	7,37	9,28	23,93	3,34	0,39	0,23	0,43	0,95	1,20	4,90
64035000	473,91	FCS (83) AC (15) It (2)	8,51	4,09	3,23	3,73	6,51	2,64	0,57	0,48	0,65	0,79	0,91	8,62
64040000	539,56	FCS (75) AC (13) It (12)	9,12	4,21	3,58	4,12	6,90	2,74	0,60	0,46	0,65	0,85	0,98	7,81
64327000*	892,05	SABC (95) SASG (04)	10,31	5,41	5,20	5,78	8,66	3,82	0,67	0,52	0,71	0,96	1,07	6,06
64346000	651,24	SABC (94) SASG (06)	7,20	5,20	4,28	4,81	6,68	3,84	0,72	0,72	0,74	0,82	0,93	7,98
64344000	415,19	SABC (86) SASG (14)	5,21	3,24	2,64	2,95	4,45	2,38	0,66	0,62	0,73	0,81	0,91	7,80
64315000	3.343,91	SABC (70) SASG (30)	45,08	22,70	19,50	22,48	38,45	13,75	0,58	0,50	0,61	0,86	0,99	6,79
64320000	4.193,54	SABC (70) SASG (30)	53,90	28,05	24,55	27,75	46,70	17,35	0,59	0,52	0,62	0,88	0,99	6,69
64395000	1.559,05	SABC (70) SASG (30)	17,89	11,29	9,03	10,34	16,42	7,97	0,63	0,63	0,71	0,80	0,92	7,24
64250000*	1.449,99	It (84) Fu (15)	15,25	5,82	4,45	5,93	11,40	2,99	0,52	0,38	0,51	0,76	1,02	4,01
64460000	748,04	It (70) RB (16) PG (07) Pa (04) SASG (02)	13,37	3,53	2,51	3,60	8,55	1,41	0,42	0,26	0,40	0,71	1,02	4,72
64015000	781,19	It (72) FCS (28)	11,42	4,28	3,45	4,28	8,22	2,26	0,52	0,37	0,53	0,81	1,00	5,48
64491260*	363,71	PD(85) Pa(13) RB (01) PD (71) SAG (22) SASG (8)	5,83	0,66	0,42	0,68	2,21	0,16	0,31	0,11	0,24	0,64	1,03	1,81
64135000	600,22		7,34	0,74	0,58	0,78	2,45	0,31	0,32	0,10	0,42	0,79	1,06	1,23
64504550*	332,07	SASG (100)	5,63	2,31	1,75	2,19	4,22	1,10	0,52	0,41	0,48	0,76	0,95	6,95
64504591	134,04	SASG (100)	2,90	1,16	0,98	1,15	2,54	0,72	0,45	0,40	0,62	0,84	0,99	8,69
64501950	567,81	SASG (95) SAG(03) PD(02)	8,23	2,23	1,81	2,28	5,50	1,10	0,41	0,27	0,49	0,81	1,02	3,93
64508500	1.052,65	SASG (91) PD(05) SAG(04)	15,03	5,09	4,10	4,86	10,19	2,34	0,48	0,34	0,46	0,81	0,95	4,84

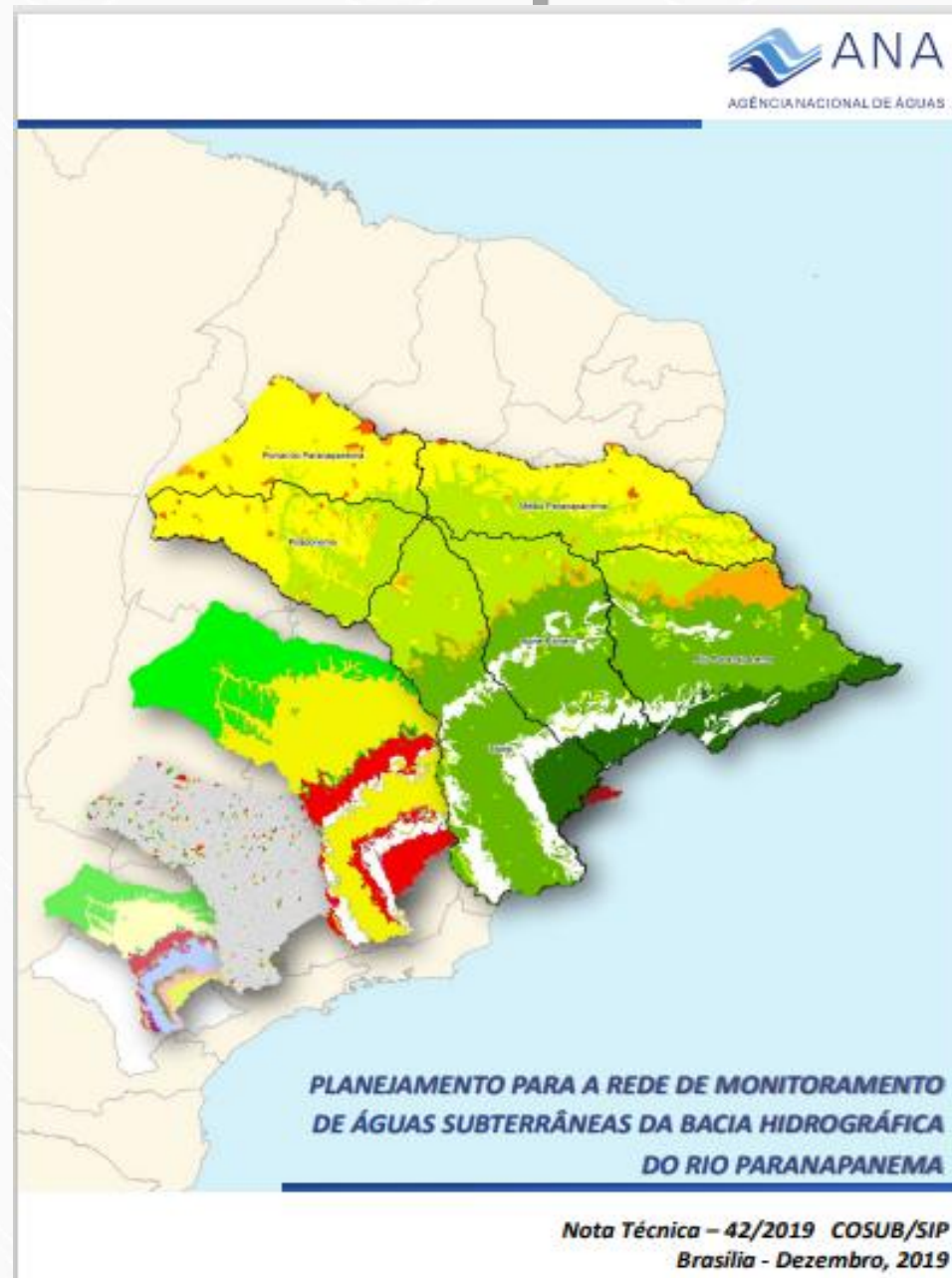
Abordagem Hídrica Integrada

FCS – Fraturado Centro-Sul; SABC - S.A. Bauru-Caiuá; It- Itararé; PD – Passa Dois; SASG – S.A. Serra Geral

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

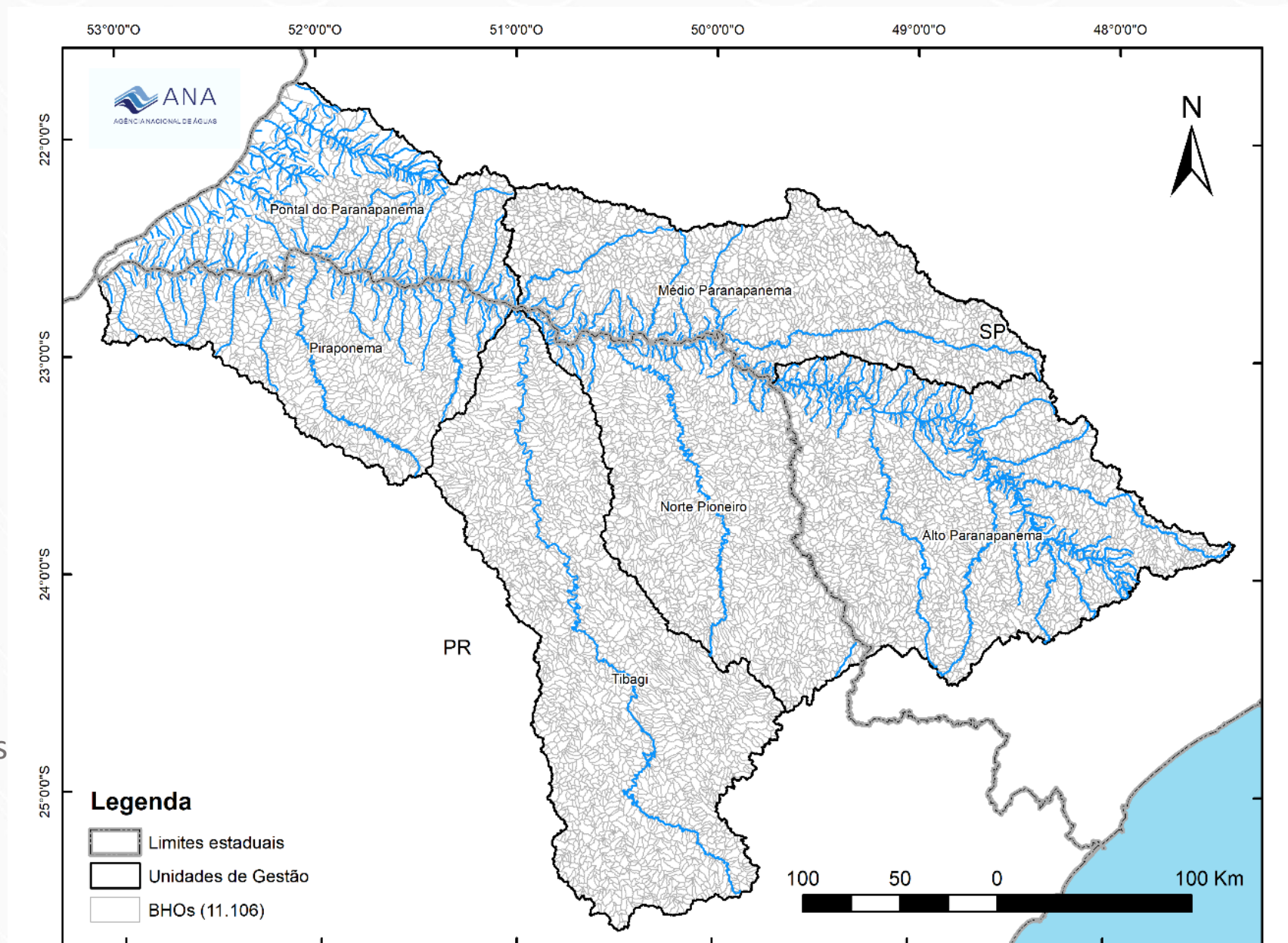
#AÁguaÉUmaSó

ESPACIALIZAÇÃO NA BASE DE
DADOS DA BACIA
HIDROGRÁFICA
OTTOCODIFICADA (BHO)

11.106 BHOs

(Área 162 – 0,00017 km²)

Obs.: É possível adotar diversos recortes: municípios, estados, bacias hidrográficas, áreas de afloramento dos aquíferos, áreas de contribuição de estações fluviométricas, unidade de gerenciamento de recursos hídricos



Delimitação das áreas prioritárias e numero de PMs

➤ Critérios considerados para a concepção da rede

☐ **Aquíferos prioritários/elegíveis**

Bauru-Caiuá

Serra Geral

Guarani

Itararé/Tubarão

☐ **Densidade de poços**

☐ **Percentual da Reserva Potencial Explotável (RPE) utilizado**

☐ **Relação Fluxo de Base/Vazão média (Q_7 / Q_{mlt}) (aquífero)**

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó

Temas discretizados por BHO (5K)



Aquíferos



Densidade de poços



Percentual da RPE explotada



Relação escoamento base/Qmlt

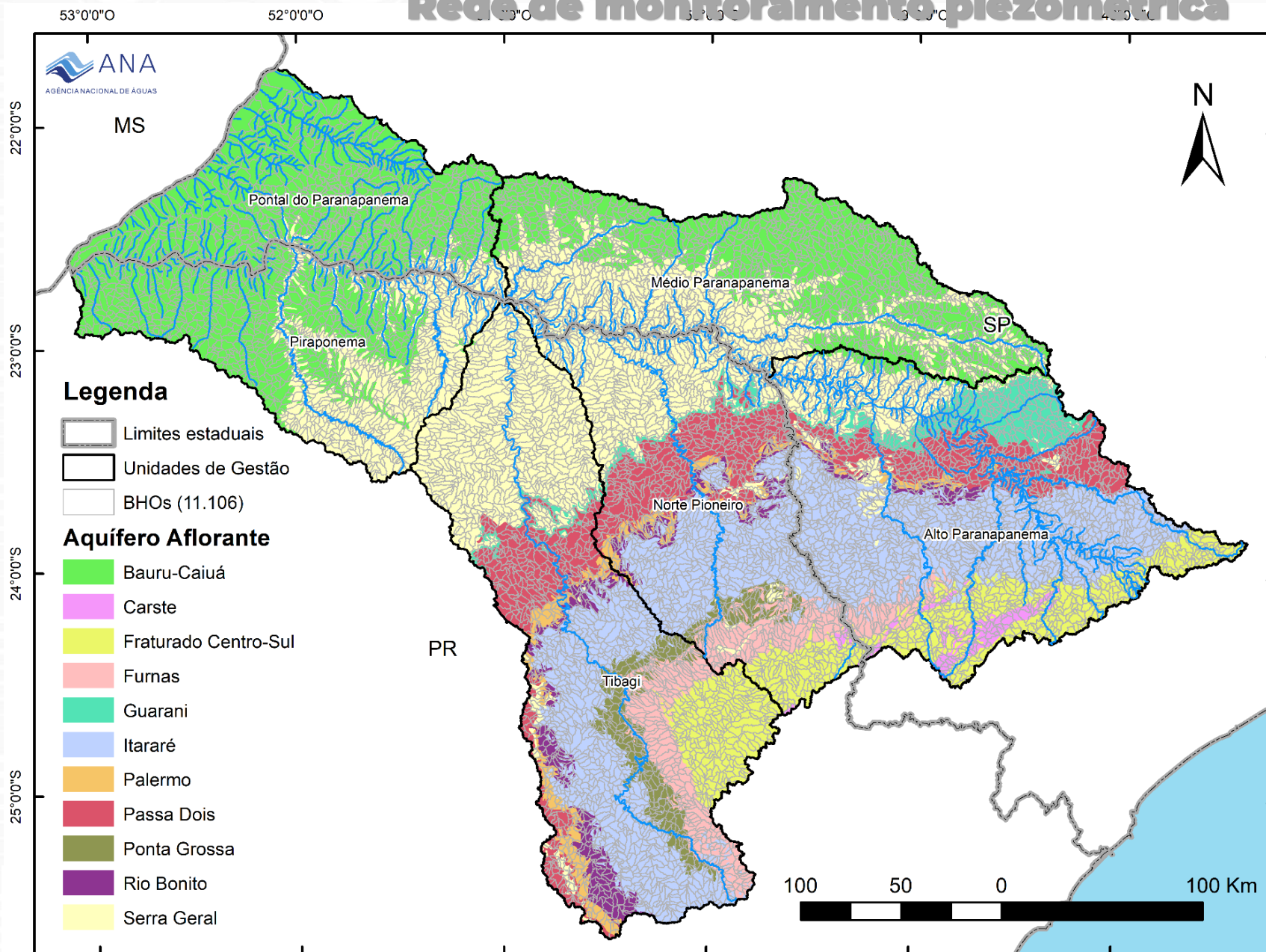


Definição das área prioritárias para monitoramento

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



Discretização dos aquíferos na bacia do PRP

Bacias Ottocodificadas BHO 5K

☐ Aquíferos prioritários/elegíveis

Bauru-Caiuá

Serra Geral

Guarani

Itararé/Tubarão

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó

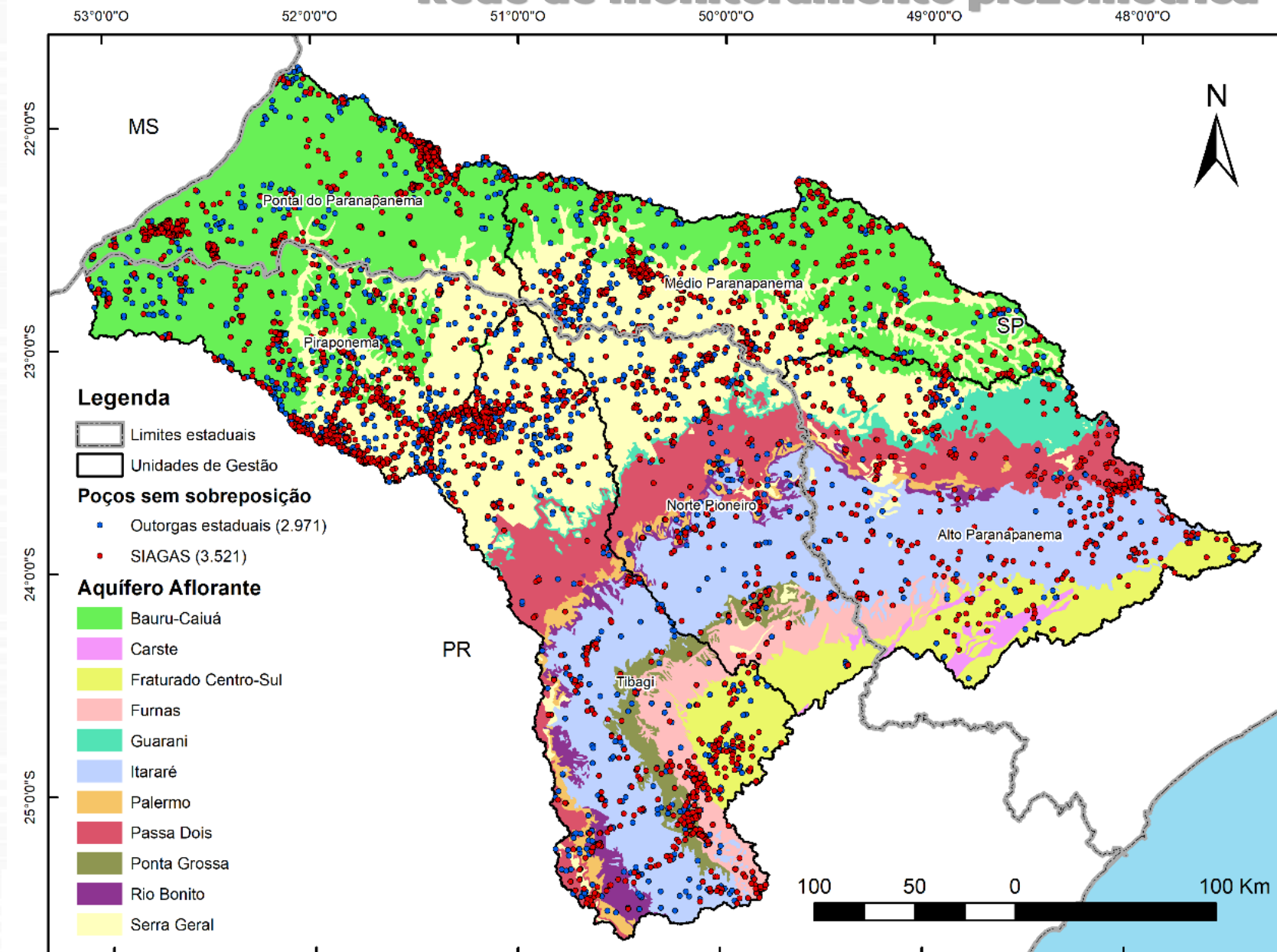
Distribuição dos poços na bacia do PRP (6.492 poços)

SIAGAS/CPRM (3.521 poços)
Regularizados SP e PR (2.971)

□ Densidade dos poços

SIAGAS/CPRM

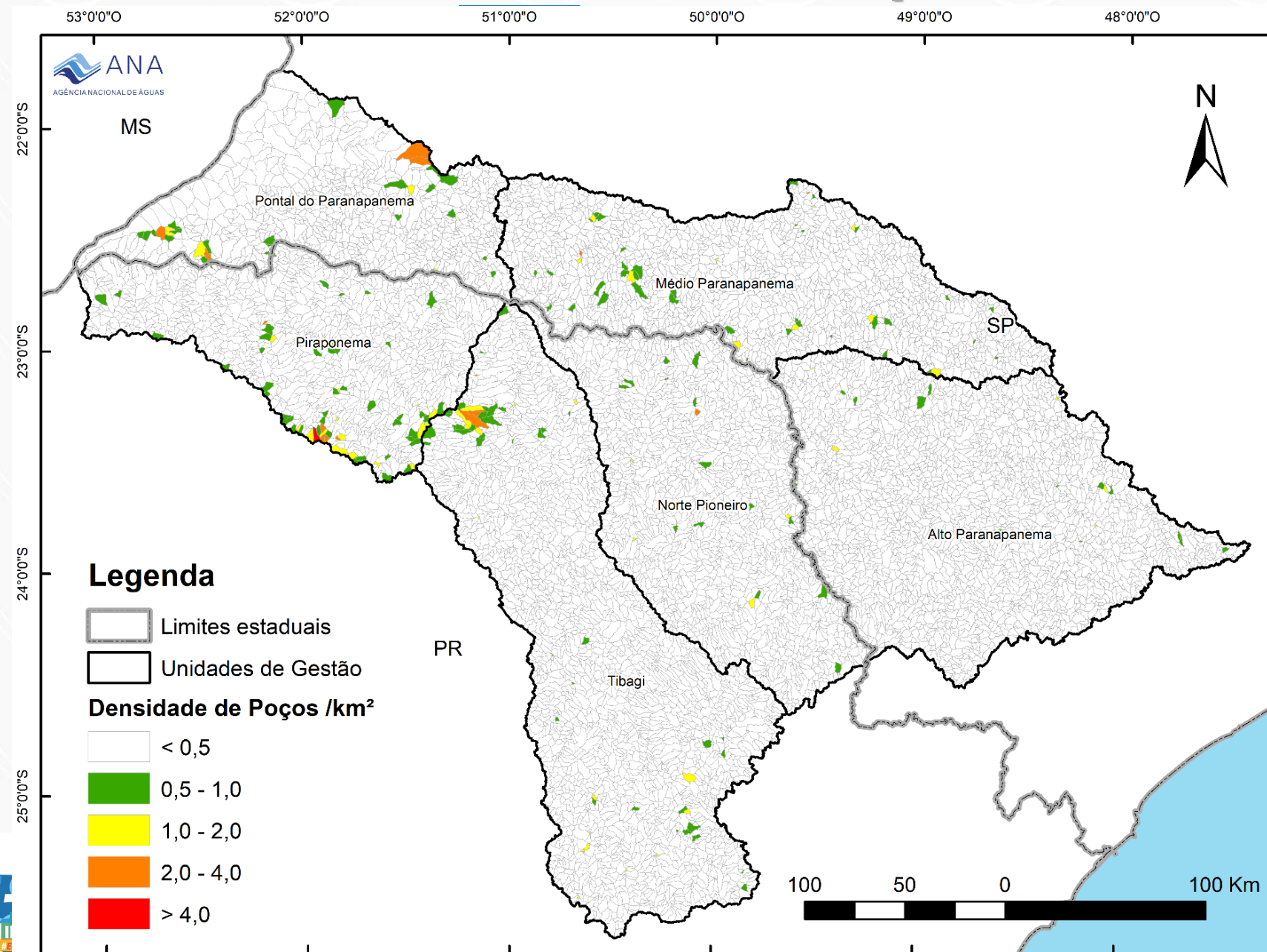
Cadastros estaduais



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



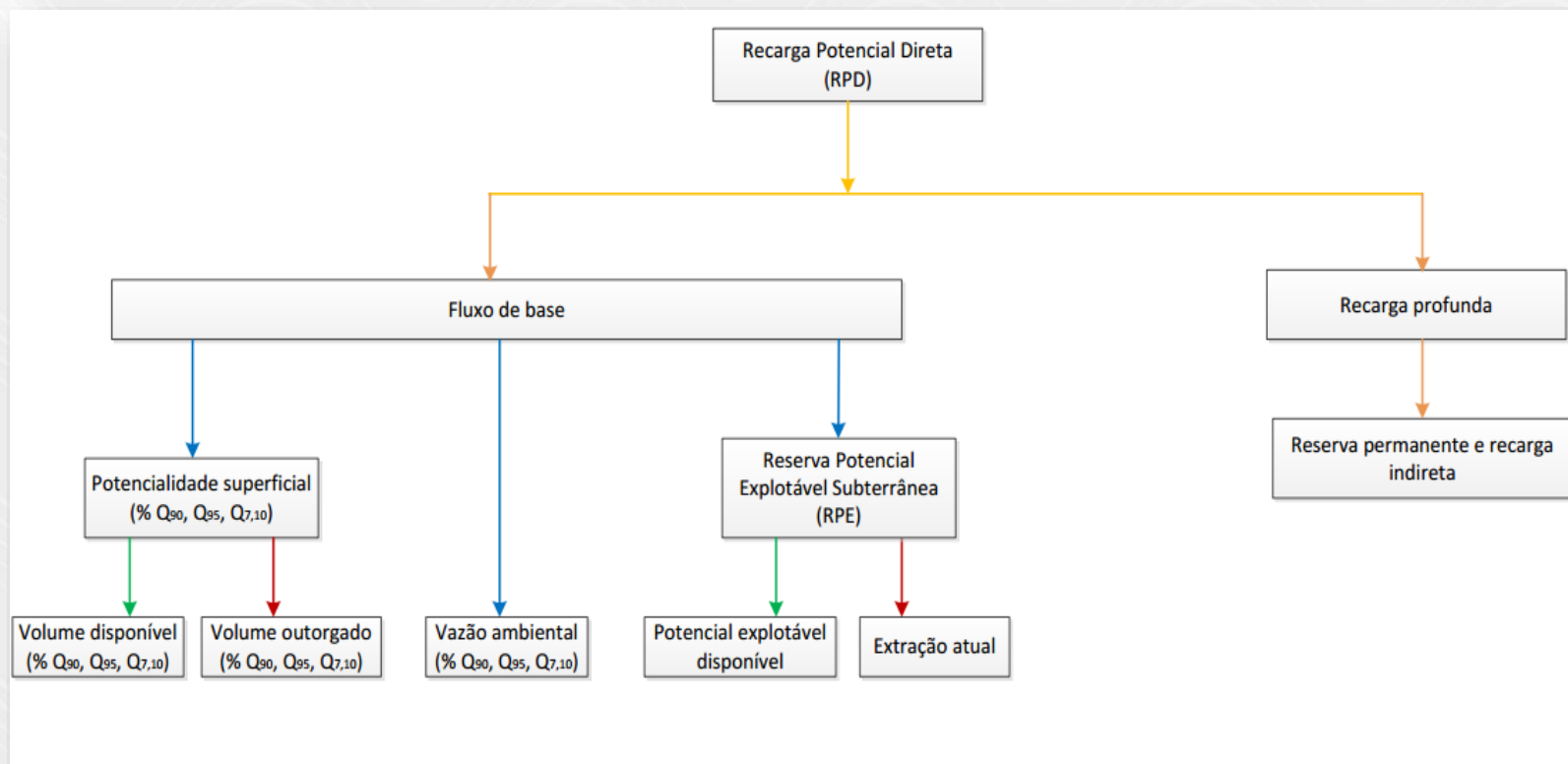
Densidade de Poços

Nº poços/km²

Distribuição por BHO 5K

Reserva Potencial Explotável - RPE

Disponibilidade hídrica sustentável (interdependência rio x aquífero)



❑ Percentual da Reserva Potencial Explotável (RPE) utilizado

$\text{VOLUME EXPLOTADO/RPE}$

Dados de entrada ➡

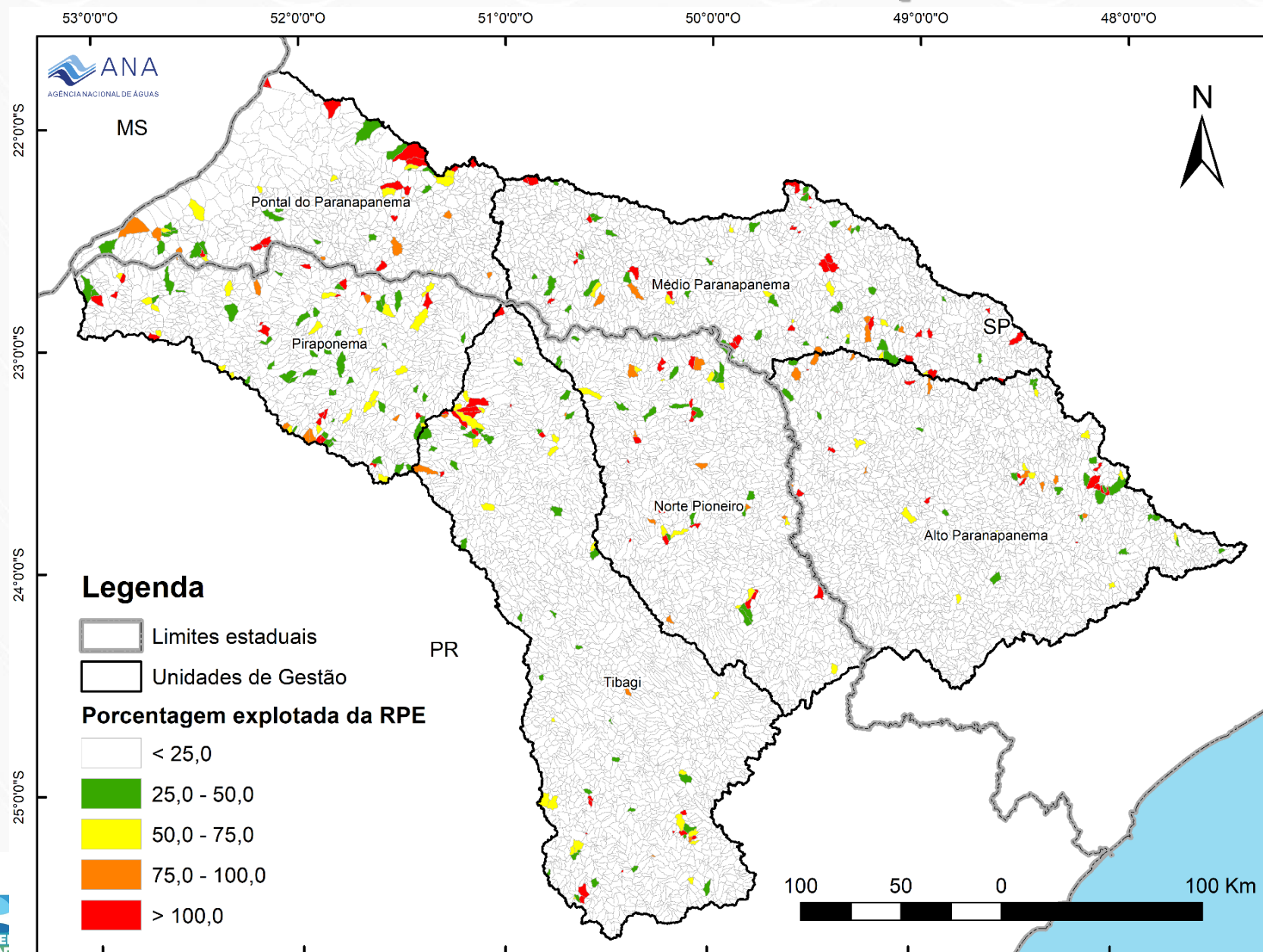
*CS: Coeficiente de sustentabilidade

Recarga Potencial Direta (RPD)
($\text{RPE} = \text{RPD} \times \text{CS}^*$)

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



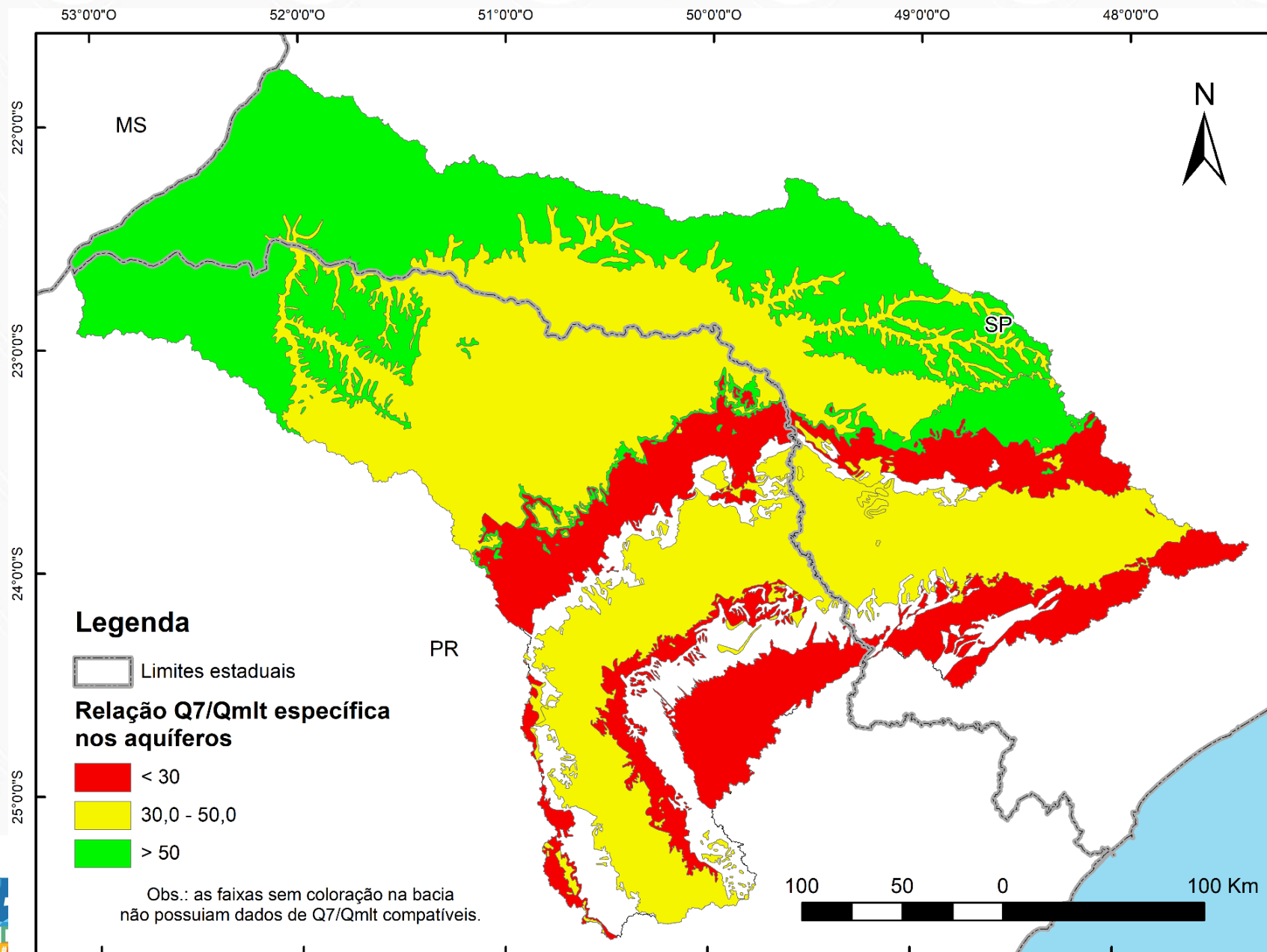
**Porcentagem de
exploração da
RPE**

BHO 5K

Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

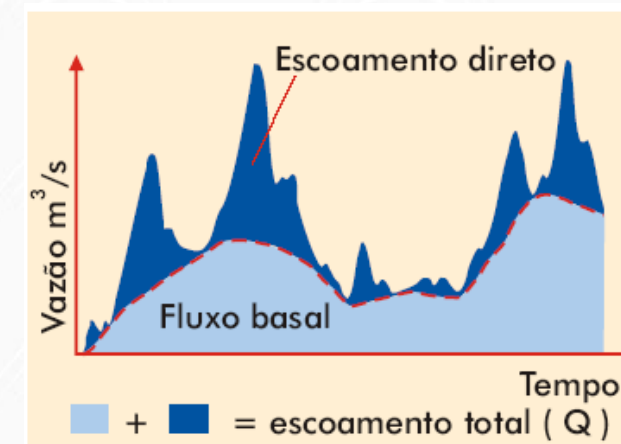
Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



Q_7/Q_{mlt}

- Relação Fluxo de Base/Vazão média (Q_7 / Q_{mlt}) (por aquífero)



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

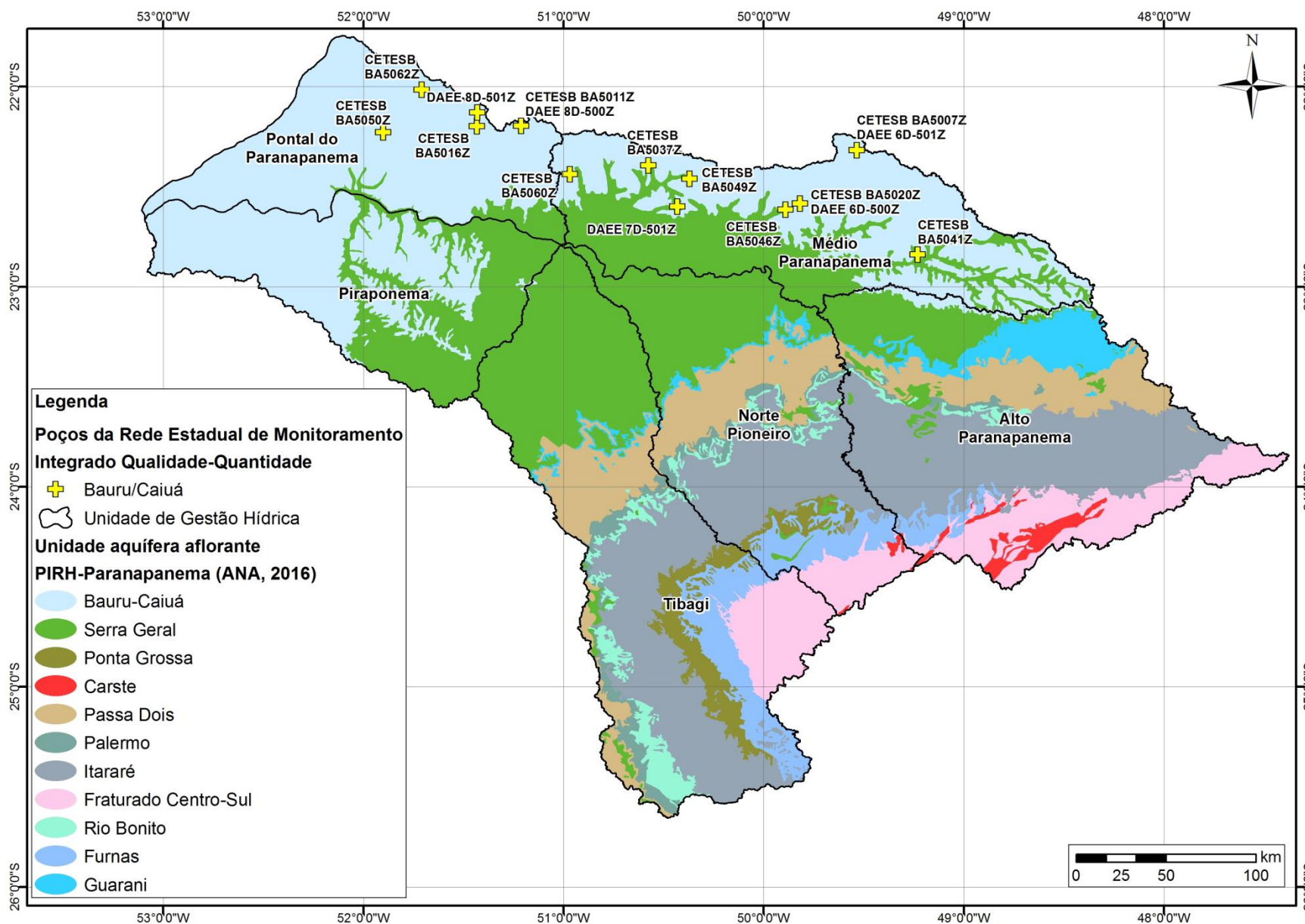
Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó

Redes existentes

☐ São Paulo

DAEE e DAEE/CETESB (13 PMs)



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

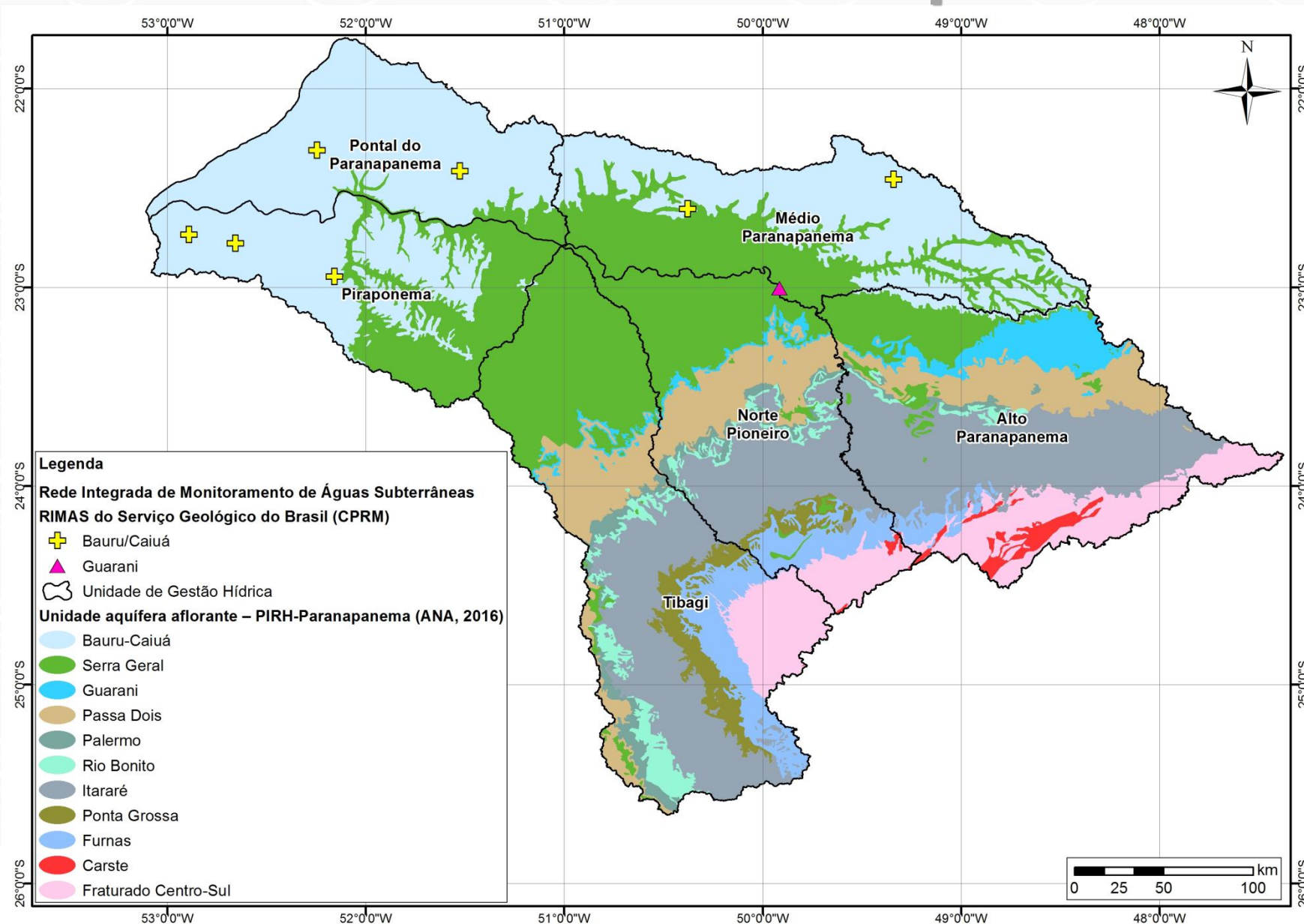
Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó

Redes existentes

☐ Paraná e São Paulo

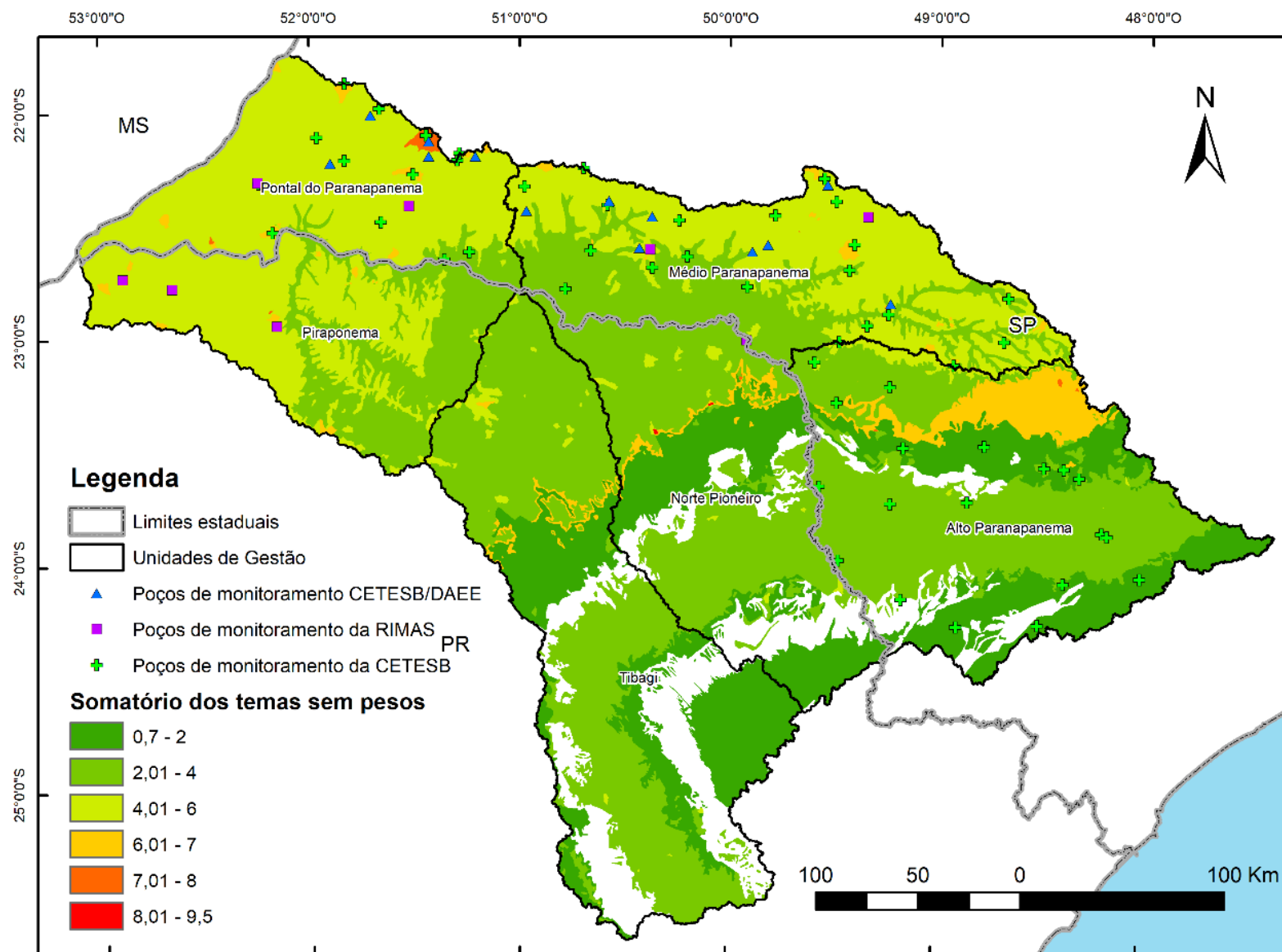
RIMAS/CPRM



Águas Subterrâneas na bacia do Paranapanema

Rede de monitoramento piezométrica

#AÁguaÉUmaSó



Proposta de áreas prioritárias para a locação de PMs e os PMs existentes

Proposta de Número de Pontos de Monitoramento

Por UGH

Por estado

Por aquífero

38 PONTOS DE MONITORAMENTO NO TOTAL PARA A BACIA

UGH DO ALTO PARANAPANEMA: 8 PMs

UGH DO MÉDIO PARANAPANEMA : 4 PMs

UGH DO PONTAL DO PARANAPANEMA : 6 PMs

UGH DO TIBAGI: 8 PMs

UGH DO PIRAPONEMA: 8 PMs

UGH DO NORTE PIONEIRO: 4 PMs

São Paulo: 18 PMs

Paraná: 20 PMs

SABC: 12 PMs

SAG: 4 PMs

SAIt: 9 PMs

SASG: 13 PMs

Estratégias de Implementação da rede

➤ Estimativa de Custos e Cronograma de implementação

Perfuração/instalação

Análises químicas

Operação/manutenção

Equipamentos

➤ Articulações e responsabilidades institucionais para implementar a rede e divulgar os dados

➤ Aonde estamos?

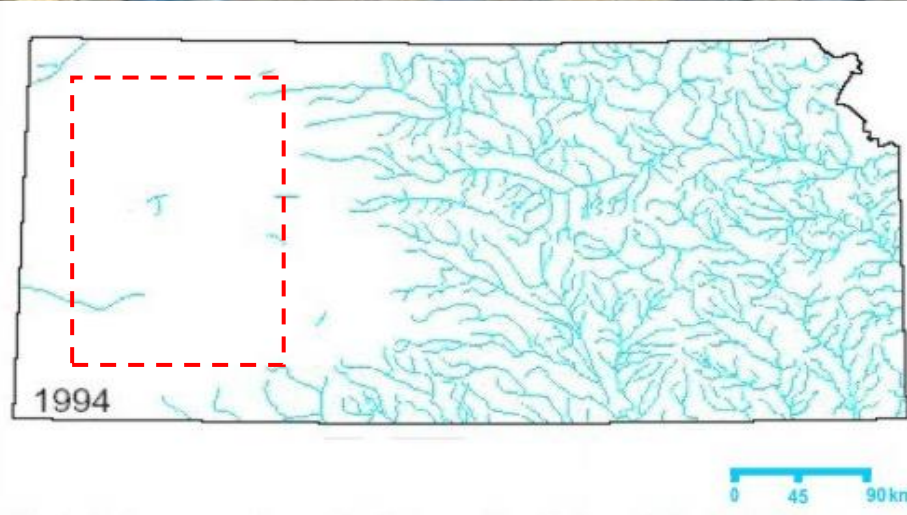
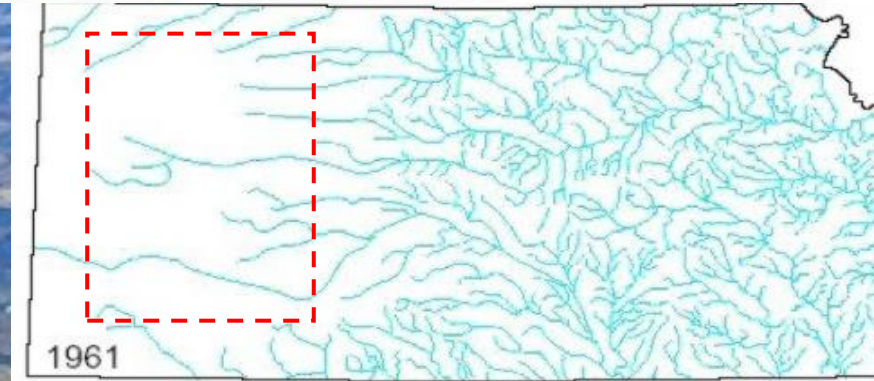
...

➤ Prioridades de implementação

Indicado na proposta

Indicação PIRH Paranapanema

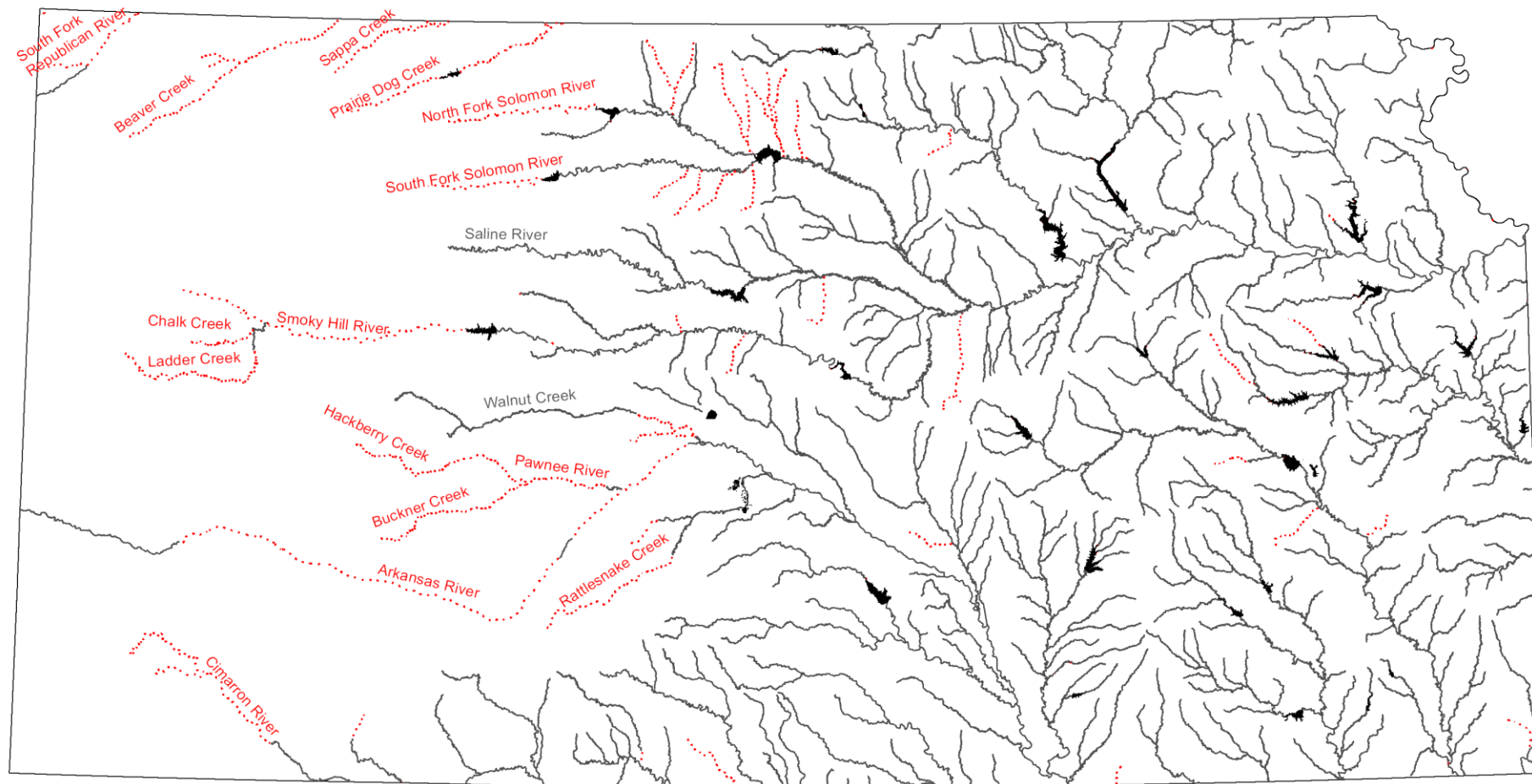
PARA PENSAR...



**Diminuição dos cursos d'água perenes no oeste do Kansas (EUA)
relacionada a exploração excessiva, diminuindo a vazão de base.**

In: Sophocleous & Sawin (2000)

Major Perennial Streams 1961 and 2009



Kansas Department of Agriculture
Administrative Services, GIS
March 12, 2010

Legend

- Streams regarded as perennial in 1961 but as nonperennial in 2009
- Streams regarded as perennial in both 1961 and 2009



(Heilweil, 2018)

Stream Data provided by the Kansas Department of Health and Environment.
1961 coverage (USGS: special surveys)
2009 coverage (KDHE: long-term observations)

Perennial: containing water throughout the year except for infrequent periods of severe drought (USGS, 1996).



Note: Some of the smaller streams shown on this map lacked recent observational data but were carried over as perennial systems pending further study. The standing body of water located near the center of the map and just north of the Arkansas River is Cheyenne Bottoms, which is normally a terminal basin.



Fernando Roberto de Oliveira

**Coordenação de Águas Subterrâneas
Superintendência de Implementação de Planos,
Programas e Projetos**

fernando@ana.gov.br – 61-2109-5352



www.twitter.com/anagovbr

facebook.

www.facebook.com/anagovbr

You Tube

www.youtube.com/anagovbr

Obrigado!!!