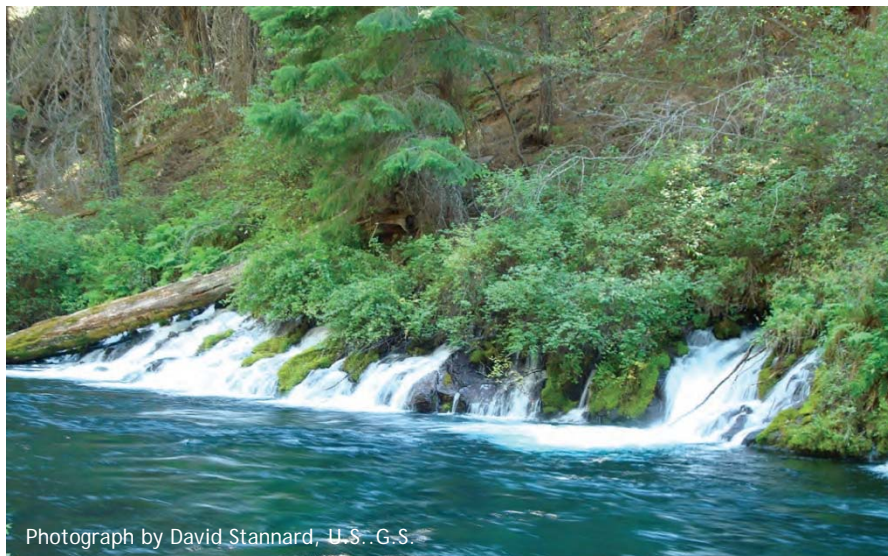
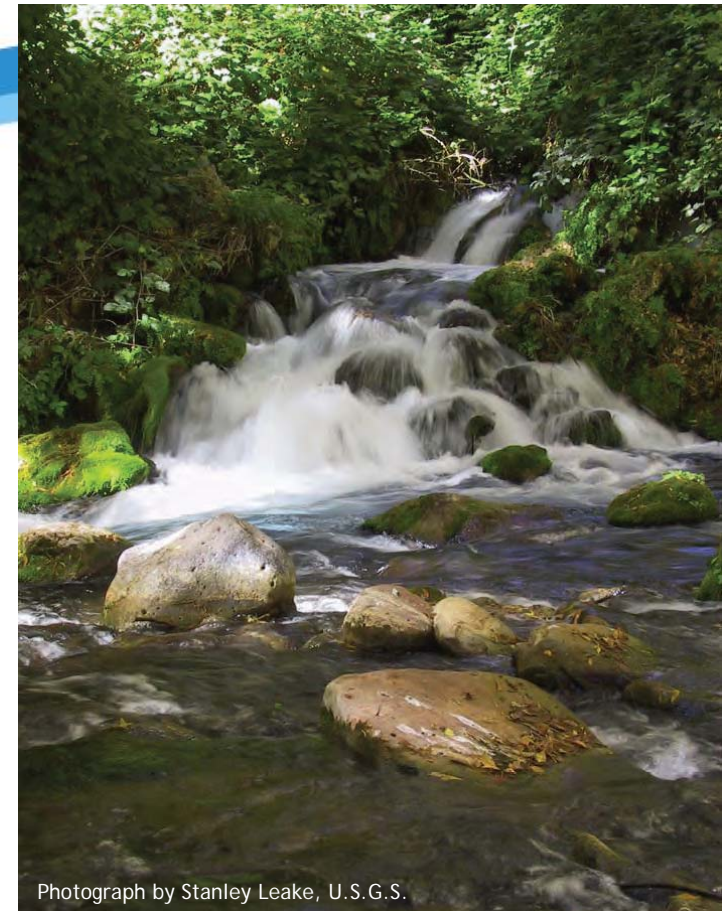


Gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos

Fernando Roberto de Oliveira
Coordenador de Águas Subterrâneas
Agência Nacional de Águas



Photograph by David Stannard, U.S..G.S.

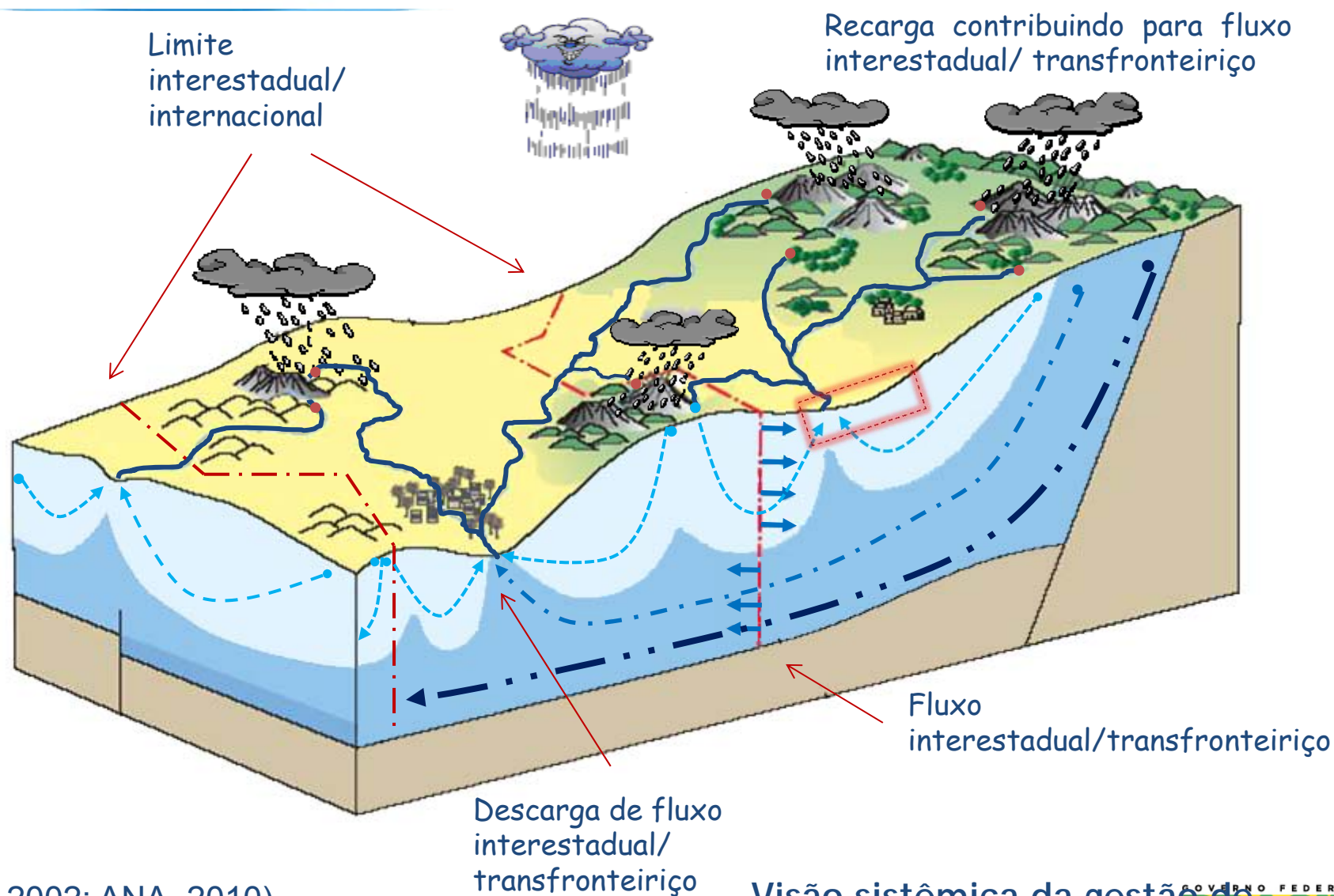


Photograph by Stanley Leake, U.S.G.S.

Camara Técnica de Águas Subterrâneas

Brasília-DF
14 de abril de 2015

Introdução



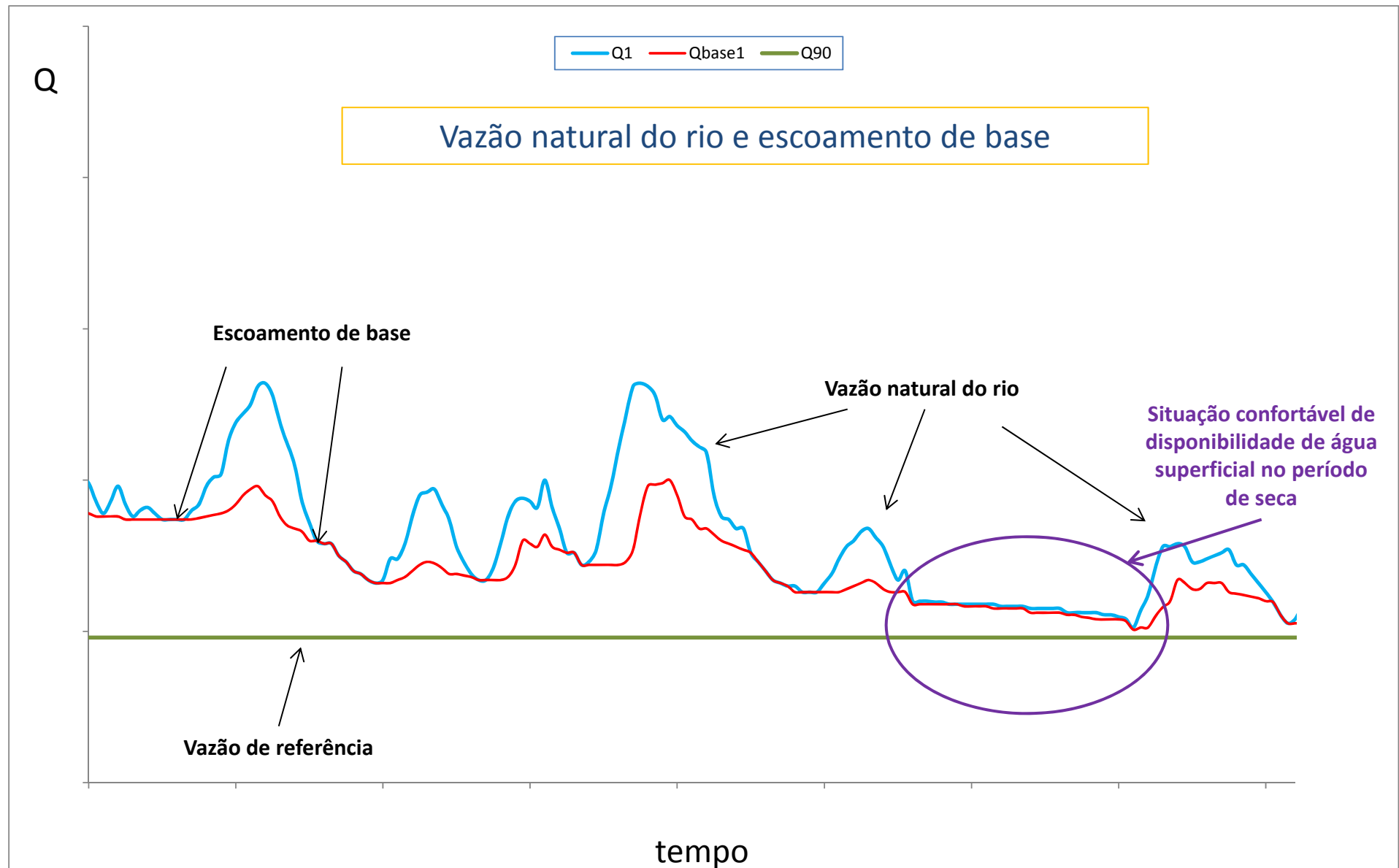
(Puri, 2002; ANA, 2010)

Visão sistêmica da gestão de
recursos hídricos

Condições de contorno

- Aplicação somente para aquíferos livres;
- Rios perenes;
- A extração de águas subterrâneas ocorre nas reservas renováveis;
- O balanço hídrico deve considerar a regularização produzida por reservatórios artificiais, recargas advindas da infiltração de esgotos e perdas da rede de distribuição (áreas urbanas) e retorno da irrigação (áreas rurais).

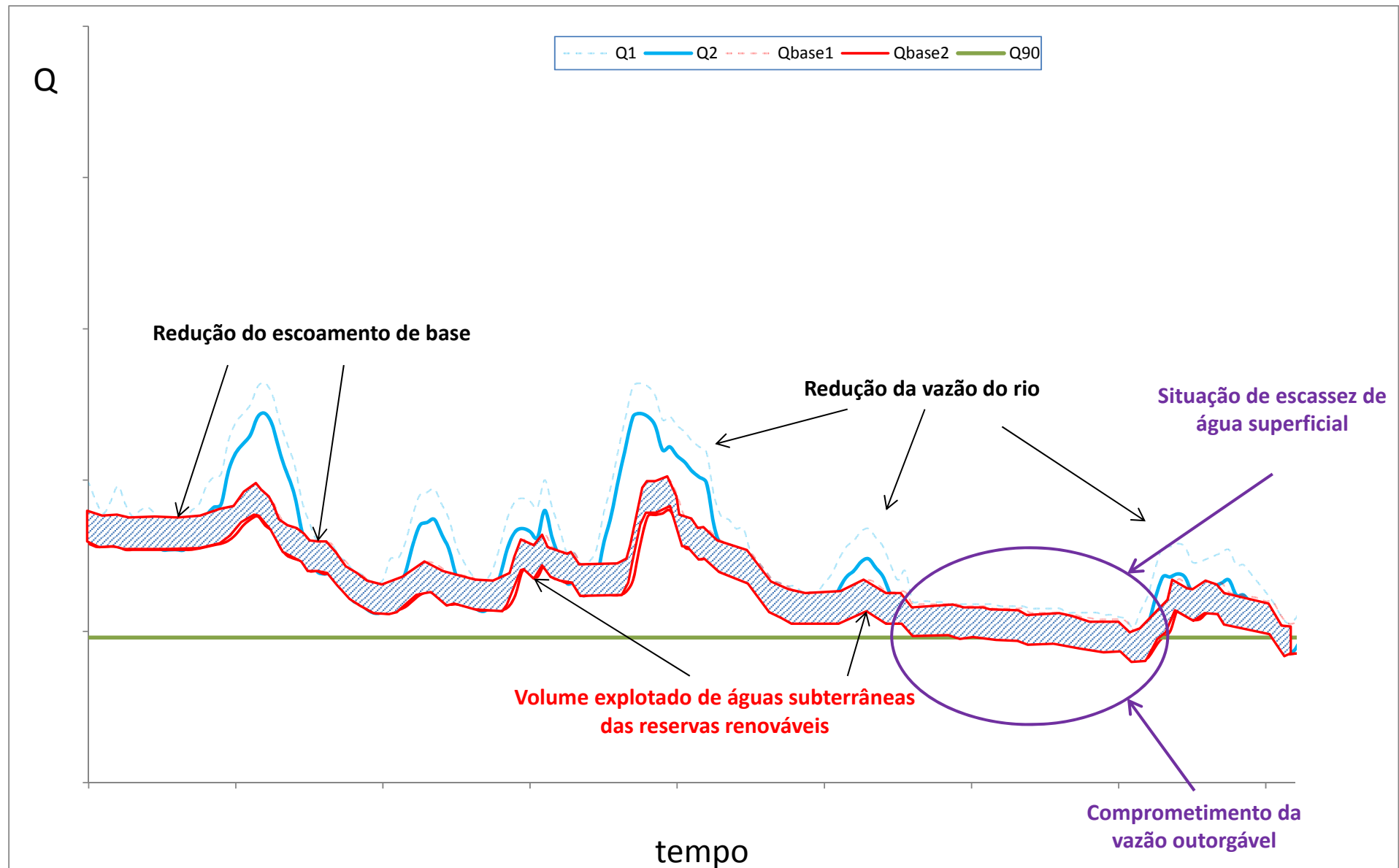
Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos



Redução do escoamento de base devido à
exploração de águas subterrâneas



Redução da vazão natural do rio



(ANA, 2013)

Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos

X % do $Q_{\text{esc base}}$ - Outorga subterrânea
(reserva renovável e aq. Livre)

Y % do $Q_{\text{esc base}}$ - Outorga superficial

Z % da $Q_{\text{esc base}}$ - Demanda ambiental

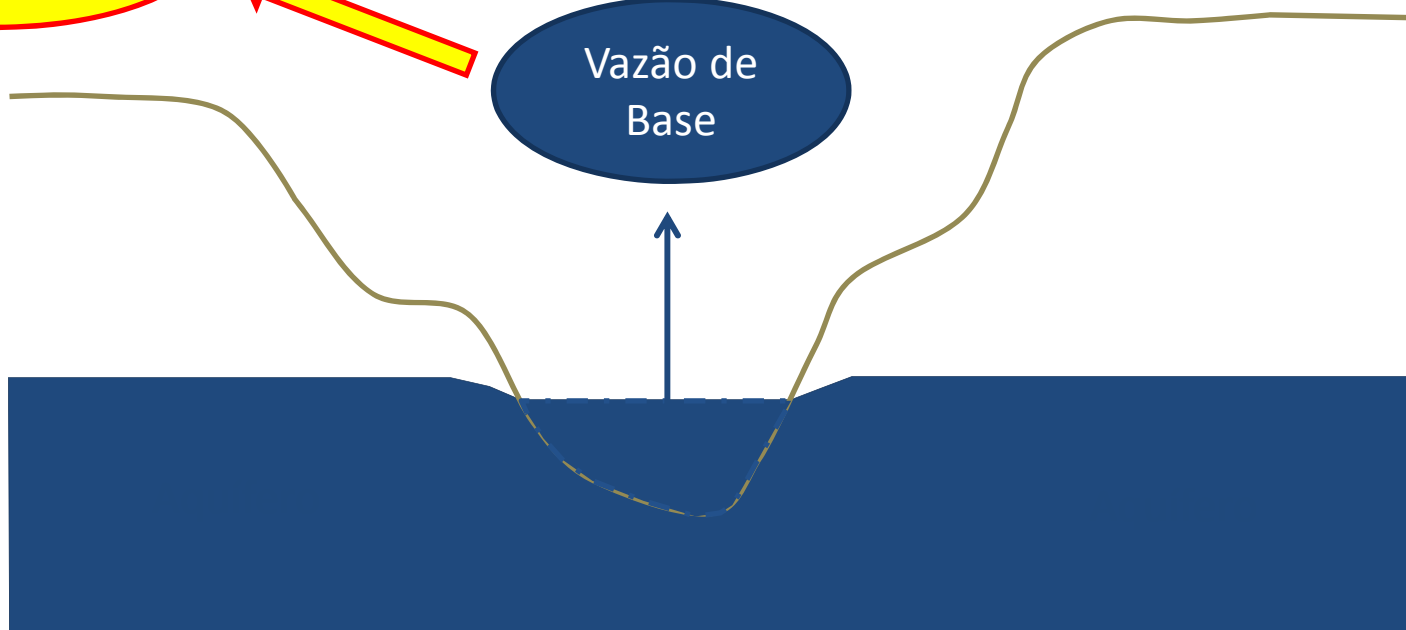
$$\Sigma (X + Y + Z) = 100\% \text{ da } Q_{\text{esc base}}$$

$Q_{\text{referência}}$ = parcela do Esc. de base = parcela da Recarga

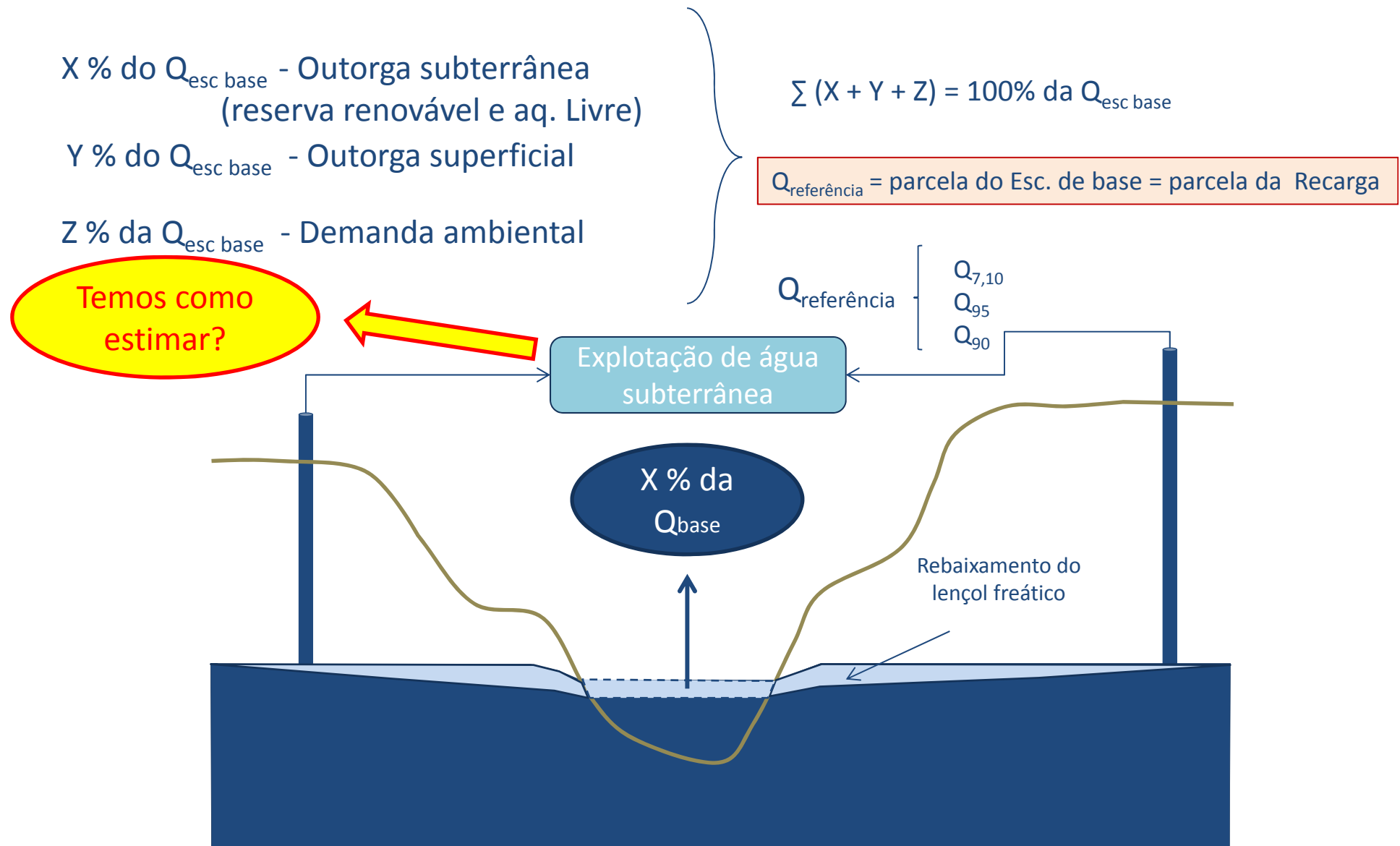
$$Q_{\text{referência}} \left\{ \begin{array}{l} Q_{7,10} \\ Q_{95} \\ Q_{90} \end{array} \right.$$

É possível
calcular ?

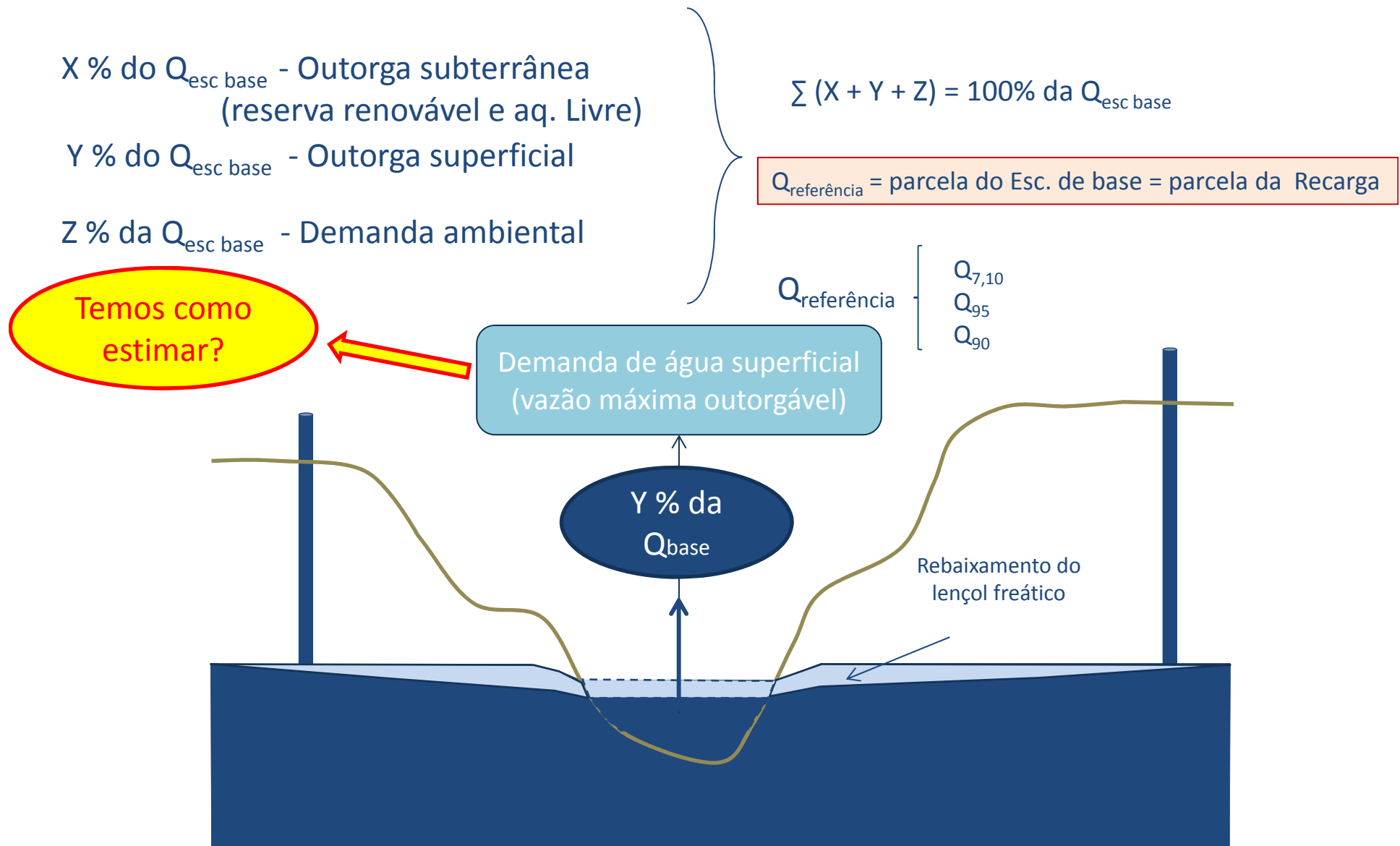
Vazão de
Base



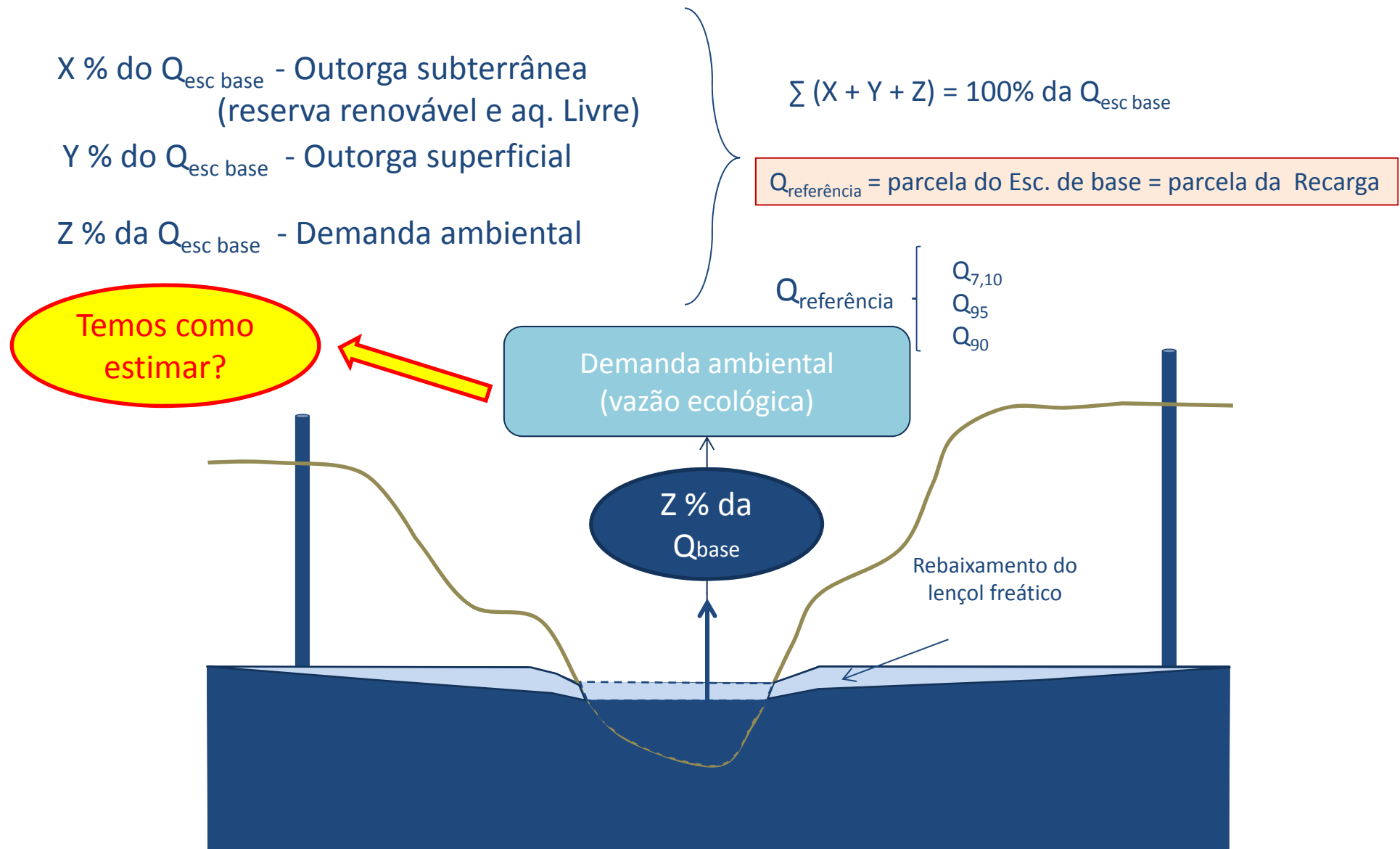
Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos



Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos



Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos



Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos

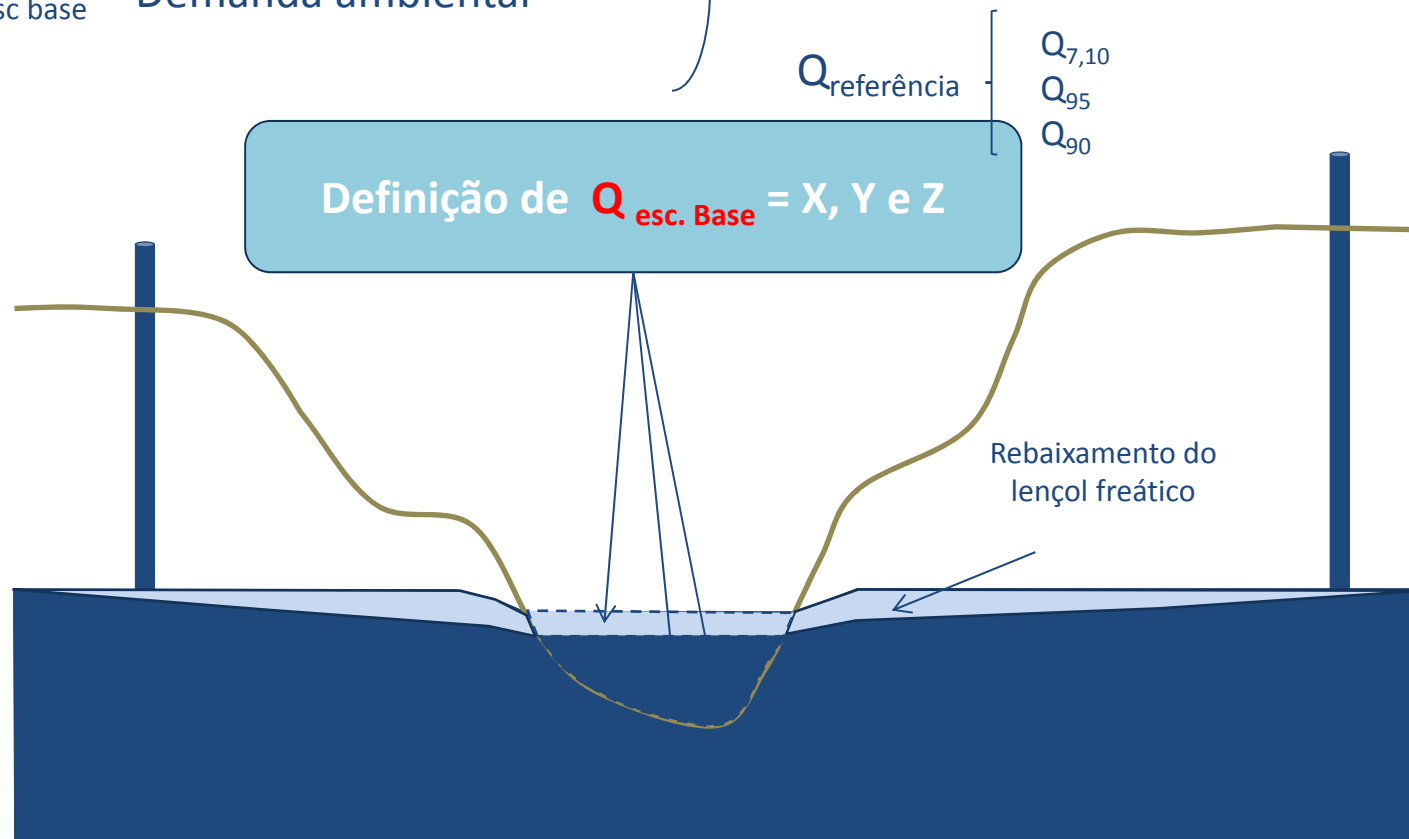
X % do $Q_{esc\ base}$ - Outorga subterrânea
(reserva renovável e aq. Livre)

Y % do $Q_{esc\ base}$ - Outorga superficial

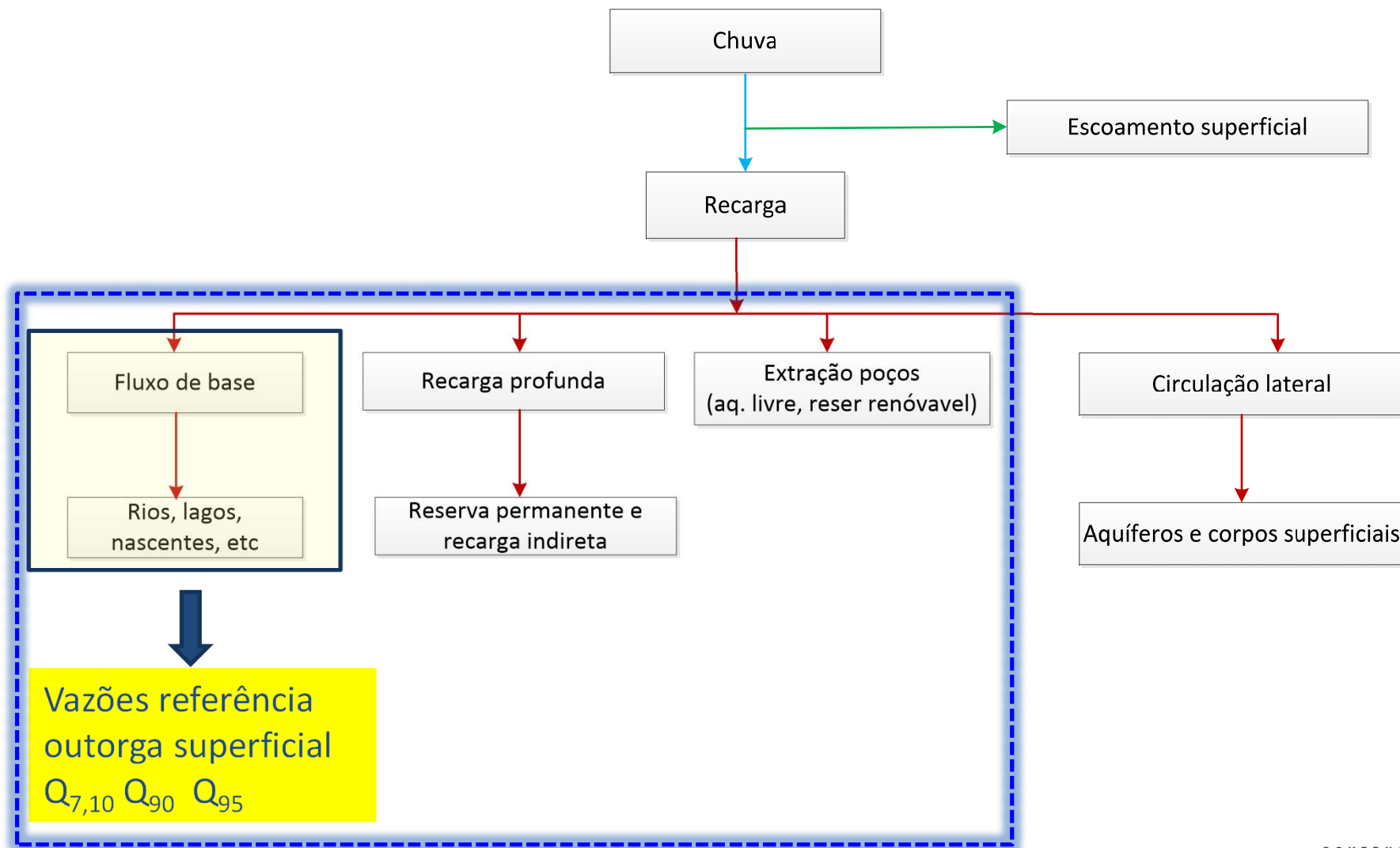
Z % da $Q_{esc\ base}$ - Demanda ambiental

$$\sum (X + Y + Z) = 100\% \text{ da } Q_{esc\ base}$$

$Q_{referência}$ = parcela do Esc. de base = parcela da Recarga



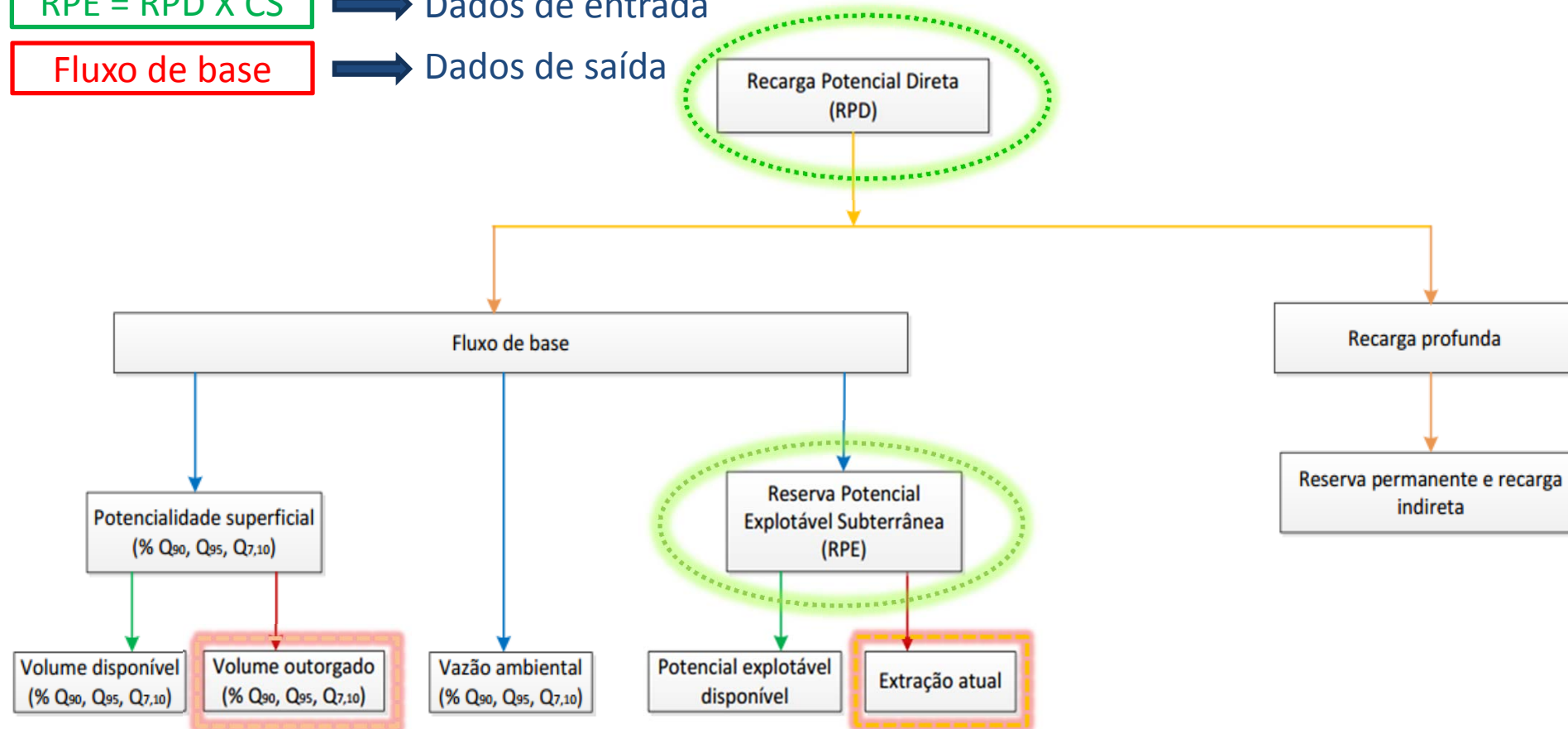
Visão sistêmica da gestão de recursos hídricos



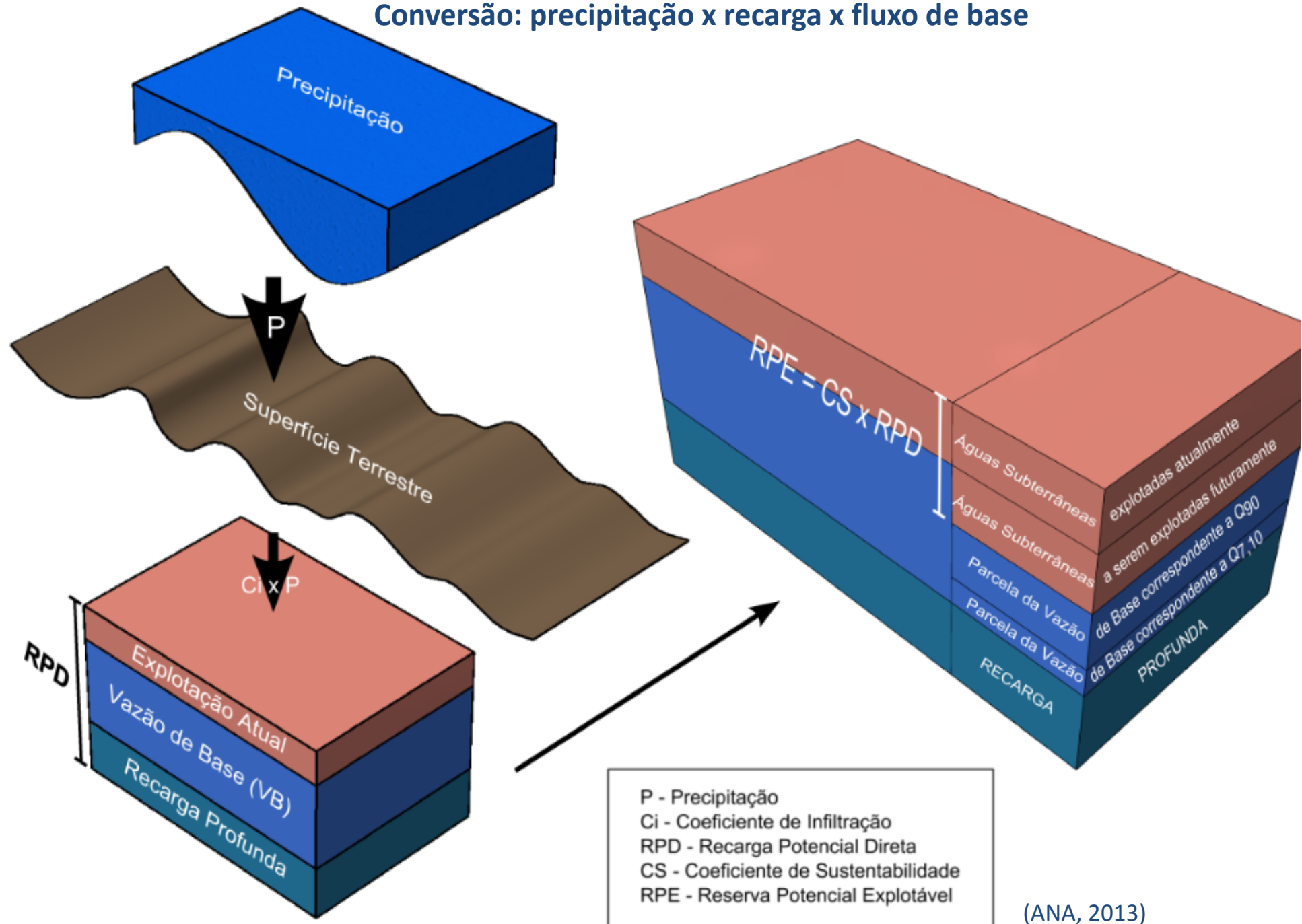
Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos

$RPE = RPD \times CS$ ➡ Dados de entrada

Fluxo de base ➡ Dados de saída



Conversão: precipitação x recarga x fluxo de base



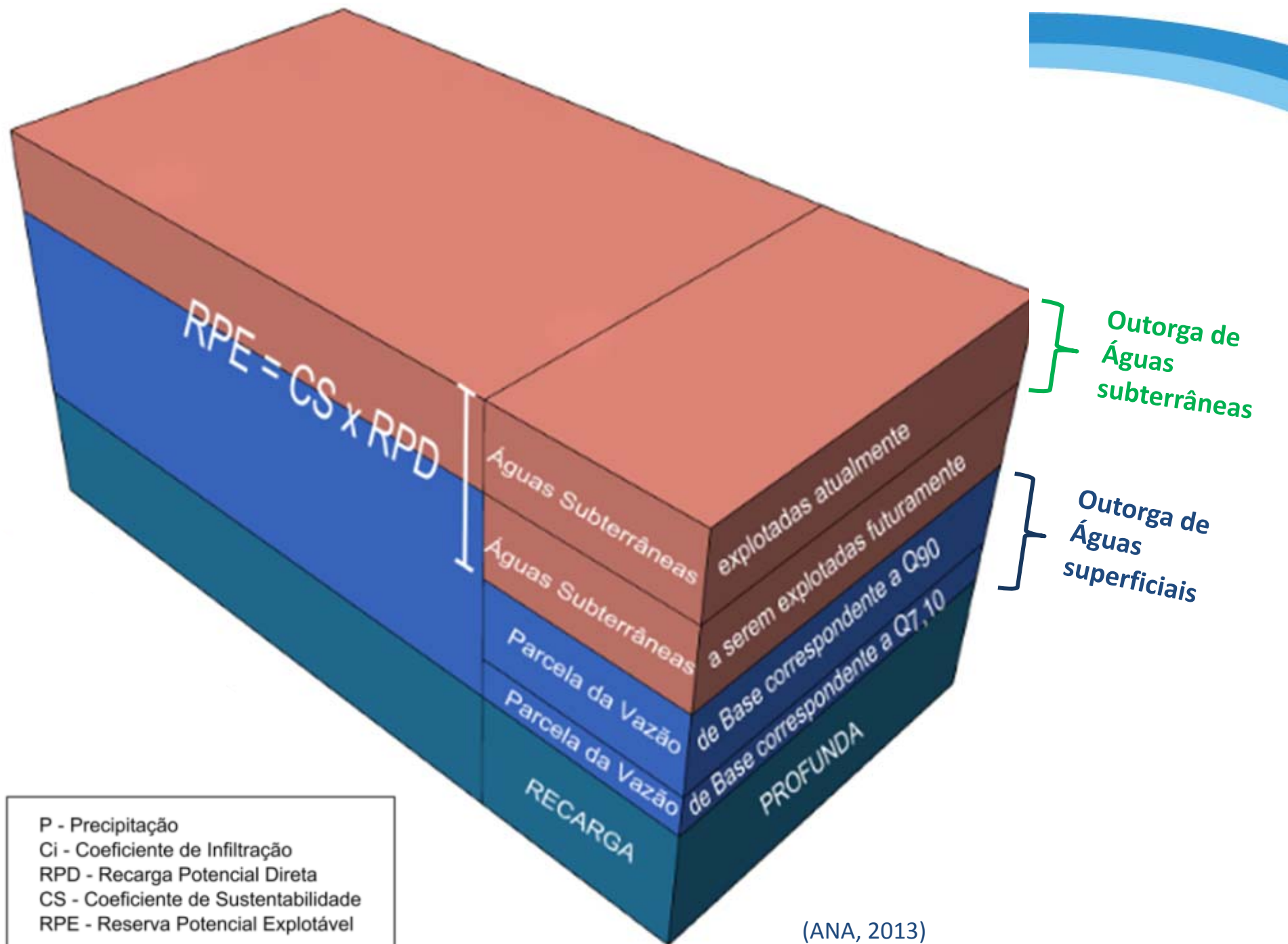
(ANA, 2013)

Definições

Recarga Potencial Direta –RPD . Corresponde à parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres. Essa recarga inclui em seu cômputo o **fluxo de base** - parcela do escoamento superficial alimentada por água subterrânea (**Qb**), a **extração atual de águas subterrâneas** por poços tubulares (**Qp**), a **recarga profunda (Rp)**, além da parcela correspondente à **circulação lateral (Cl)**.

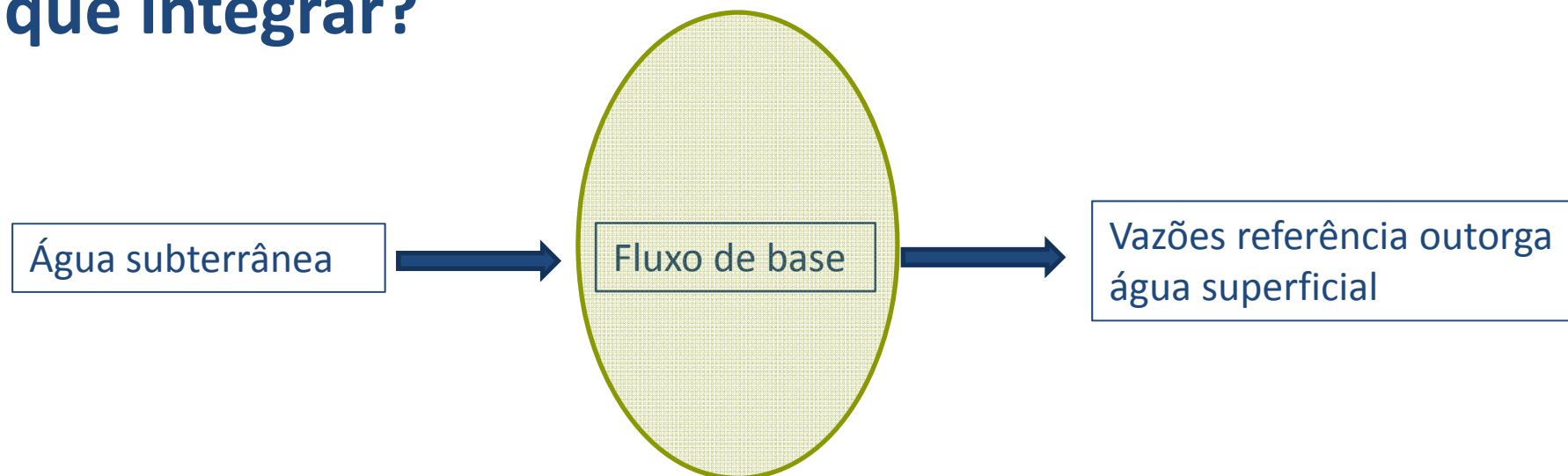
Coeficiente de Sustentabilidade – CS . É o percentual máximo da Recarga Potencial Direta (RPD) que pode ser explorada sem gerar efeitos adversos nos aquíferos e redução significativa das vazões de base, de forma a não comprometer a disponibilidade hídrica superficial nos períodos de estiagem, sendo variável, por aquífero. A **relação Q_{90}/Q_{50}** , constitui bom **parâmetro indicativo** para o **estabelecimento dos valores de CS**, uma vez que mostra a participação do escoamento subterrâneo no escoamento superficial.

Reserva Potencial Explotável – RPE . Equivale à parcela da RPD que pode ser explorada de forma sustentável, de forma a não interferir nas vazões superficiais mínimas referenciais para outorga, como a $Q_{7,10}$ e Q_{95} .



(ANA, 2013)

O que integrar?

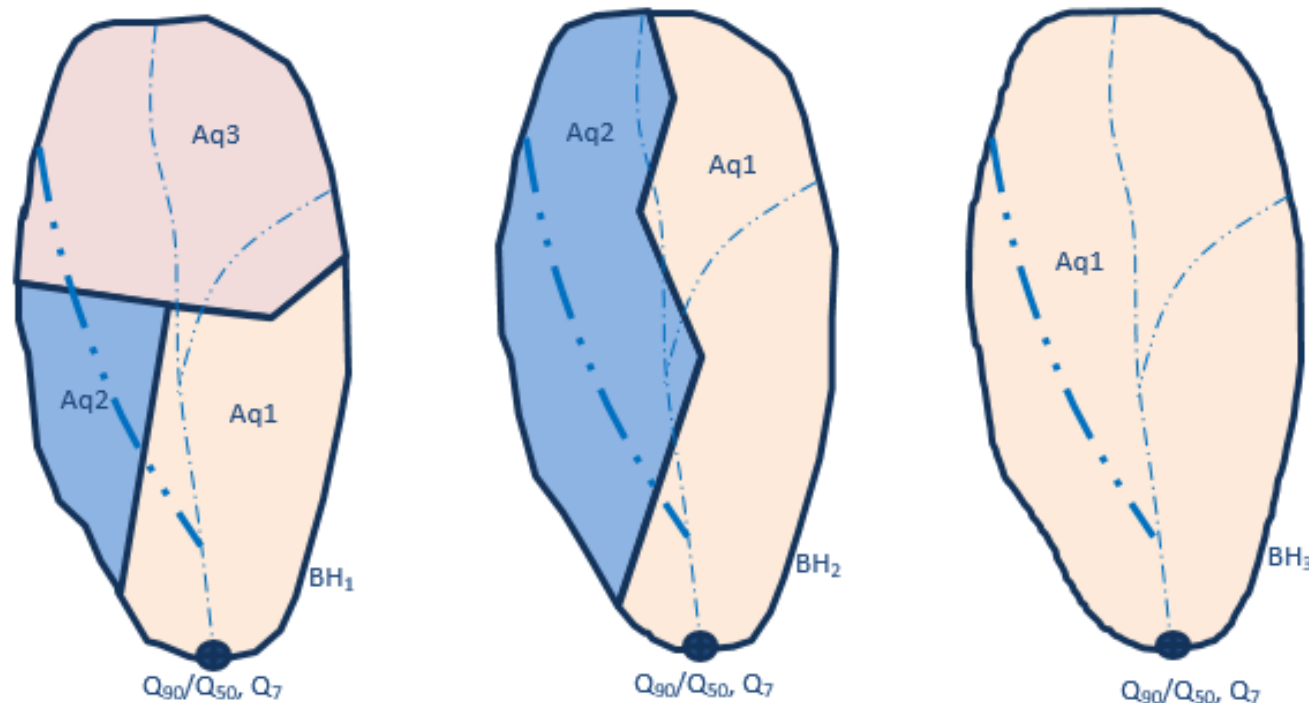


**integração entre as componentes
subterrânea e superficial**

O que e como quantificar?

- **Recarga**
 - Balanço hídrico
 - Taxa de infiltração
 - Variação níveis poços
 - Isótopos
 -
- **Fluxo de base**
 - Vazões mínimas (Q_7 , $Q_{7,10}$; Q_{90} , Q_{95})
 - Relações curva permanência Q_{90}/Q_{50}
 - Curva recessão
 - Separação hidrogramas
 -
- **Participação do fluxo de base no escoamento superficial**
(SEPARAÇÃO DE ESCOAMENTO)

Estimativas de fluxo de base por Q7 e Q90/Q50



$$(Q_{90}/Q_{50}, Q_7) BH1 = \sum (P1Aq1) + (P2Aq2) + (P3Aq3)$$

$$(Q_{90}/Q_{50}, Q_7) BH2 = \sum (P1Aq1) + (P2Aq2)$$

$$(Q_{90}/Q_{50}, Q_7) BH3 = Aq1$$

Aq1= aquífero 1 - peso aquífero $(P1) = (A1, K1, ne1, dec1)$

Aq2= aquífero 2 - peso aquífero $(P2) = (A2, K2, ne2, dec2)$

Aq3= aquífero 3 - peso aquífero $(P3) = (A3, K3, ne3, dec3)$

BH1 –bacia hidrográfica 1

A1= área aflorante do aquífero 1 na bacia hidrográfica

K1 = condutividade hidráulica do aquífero 1

ne1= porosidade eficaz do aquífero 1

dec1 =declividade da área aflorante do aquífero 1



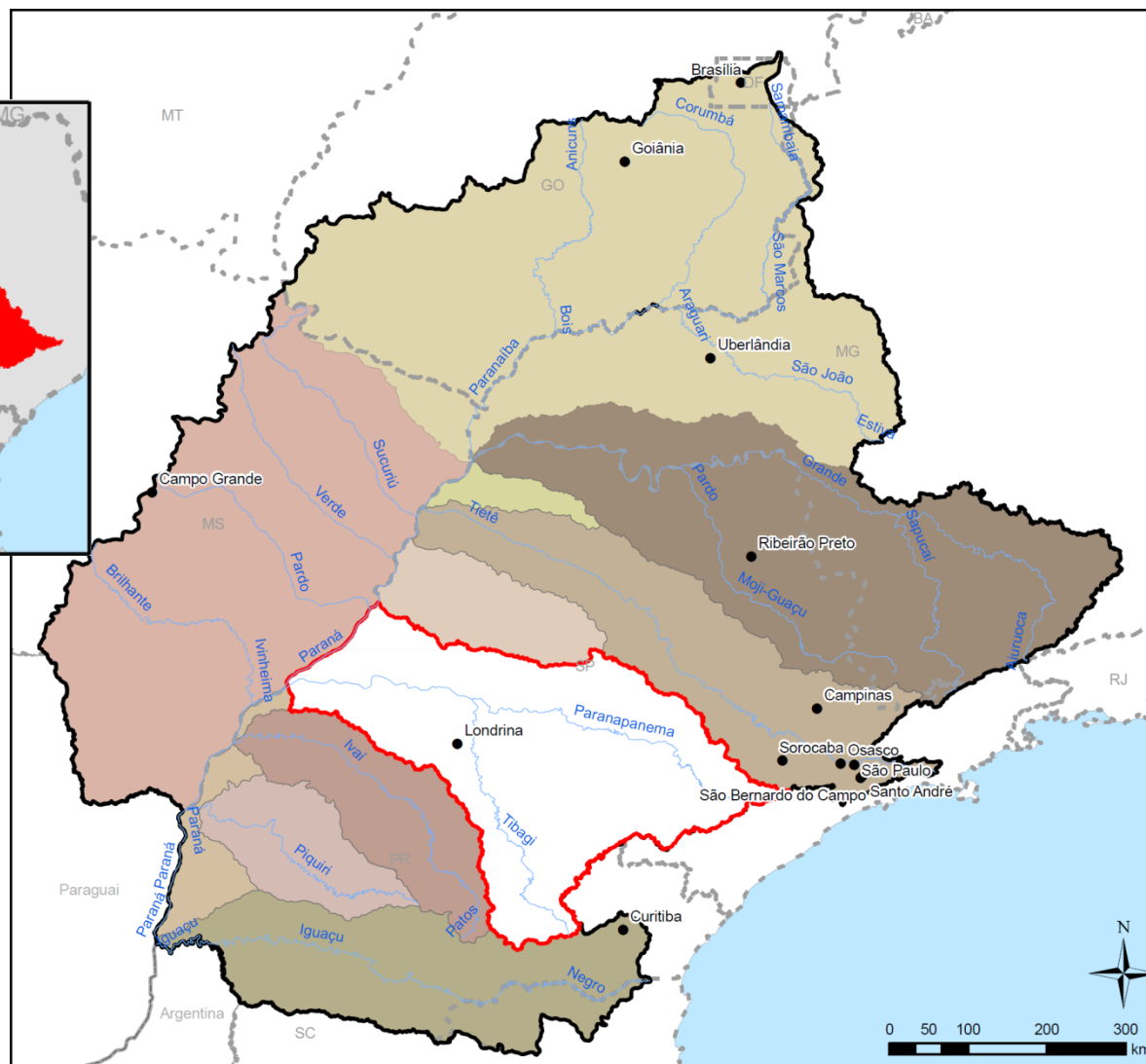
UGRH Paranapanema

Diagnóstico de Águas Subterrâneas

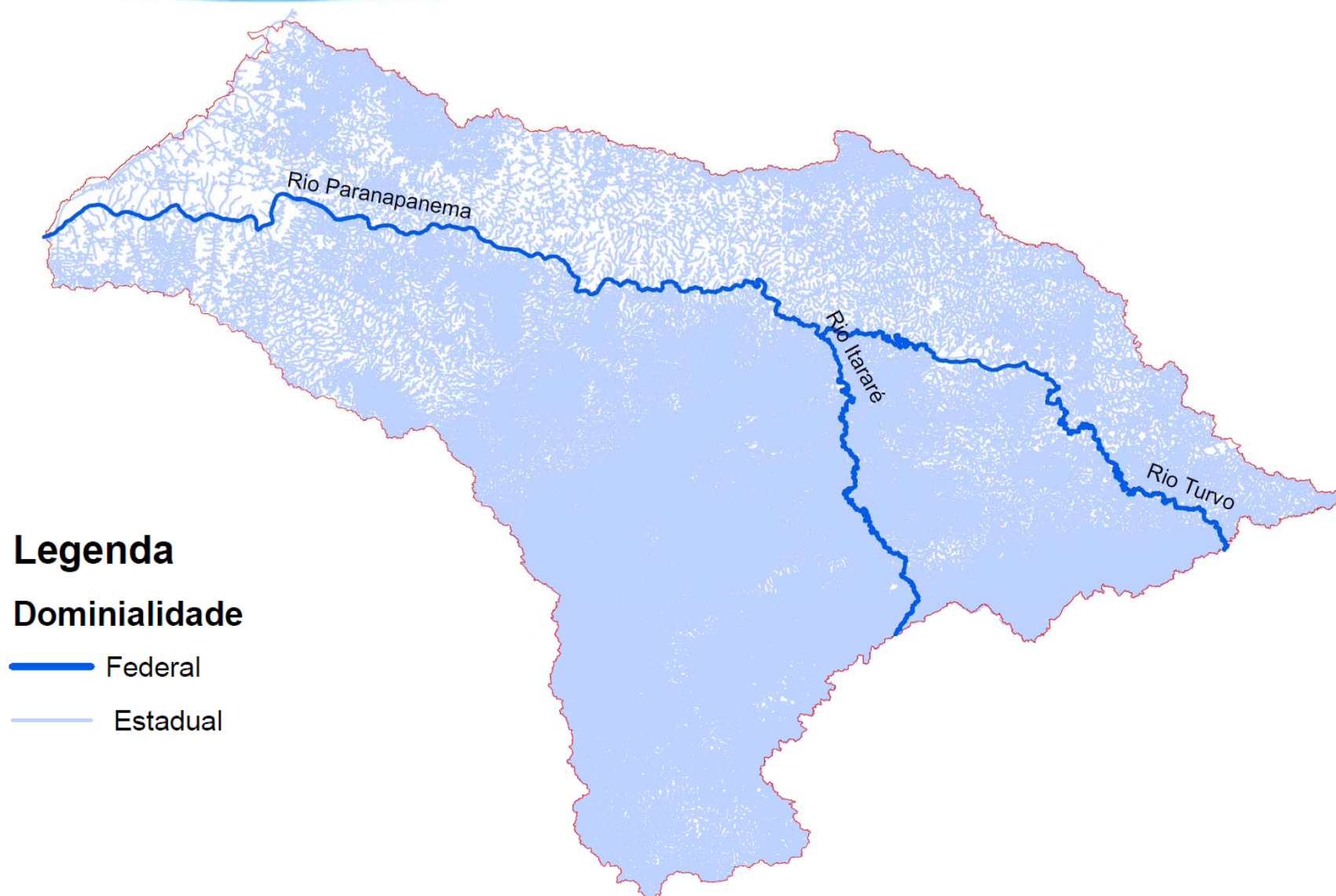
UGRH Paranapanema



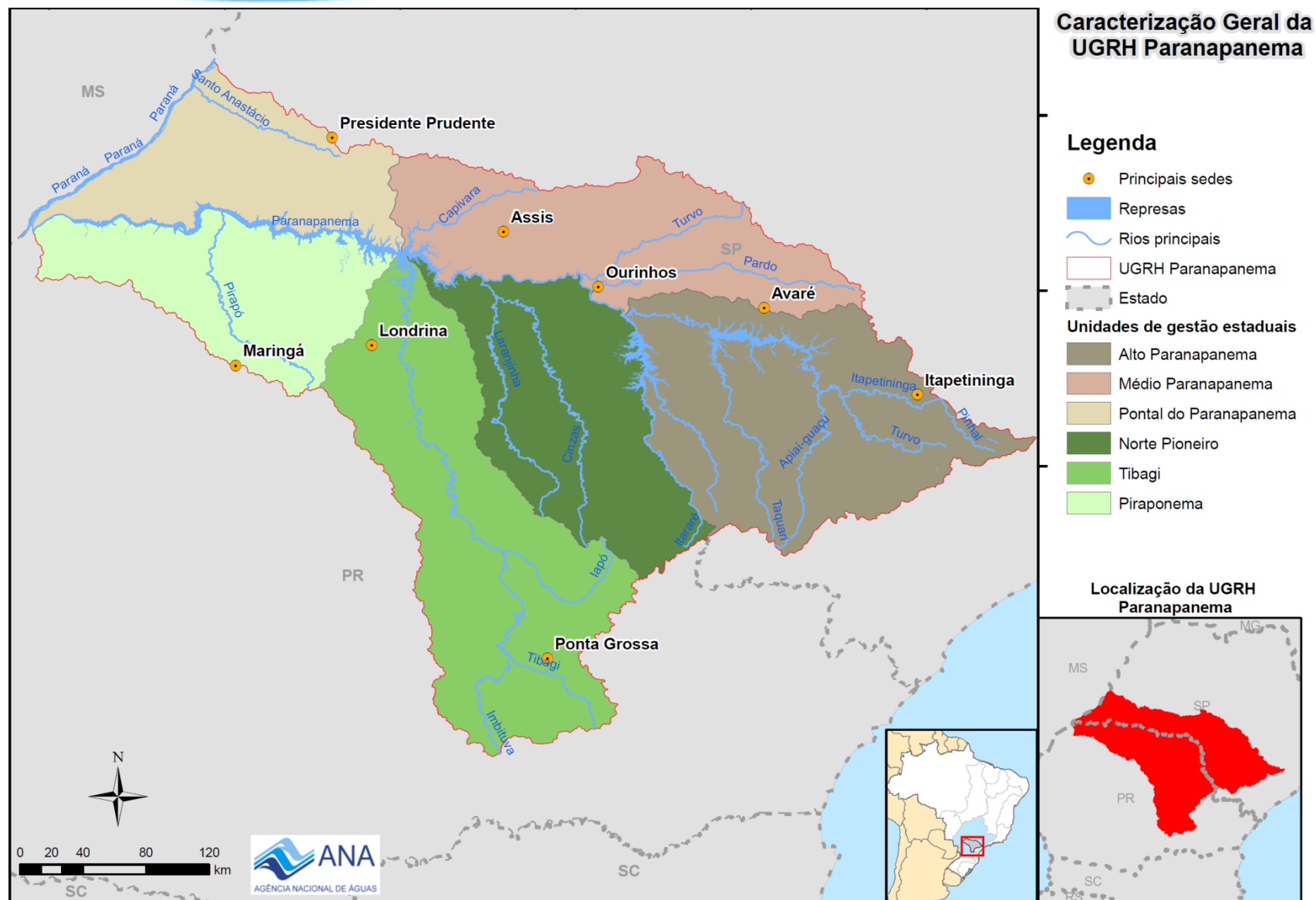
Área Total = 107.038 km²

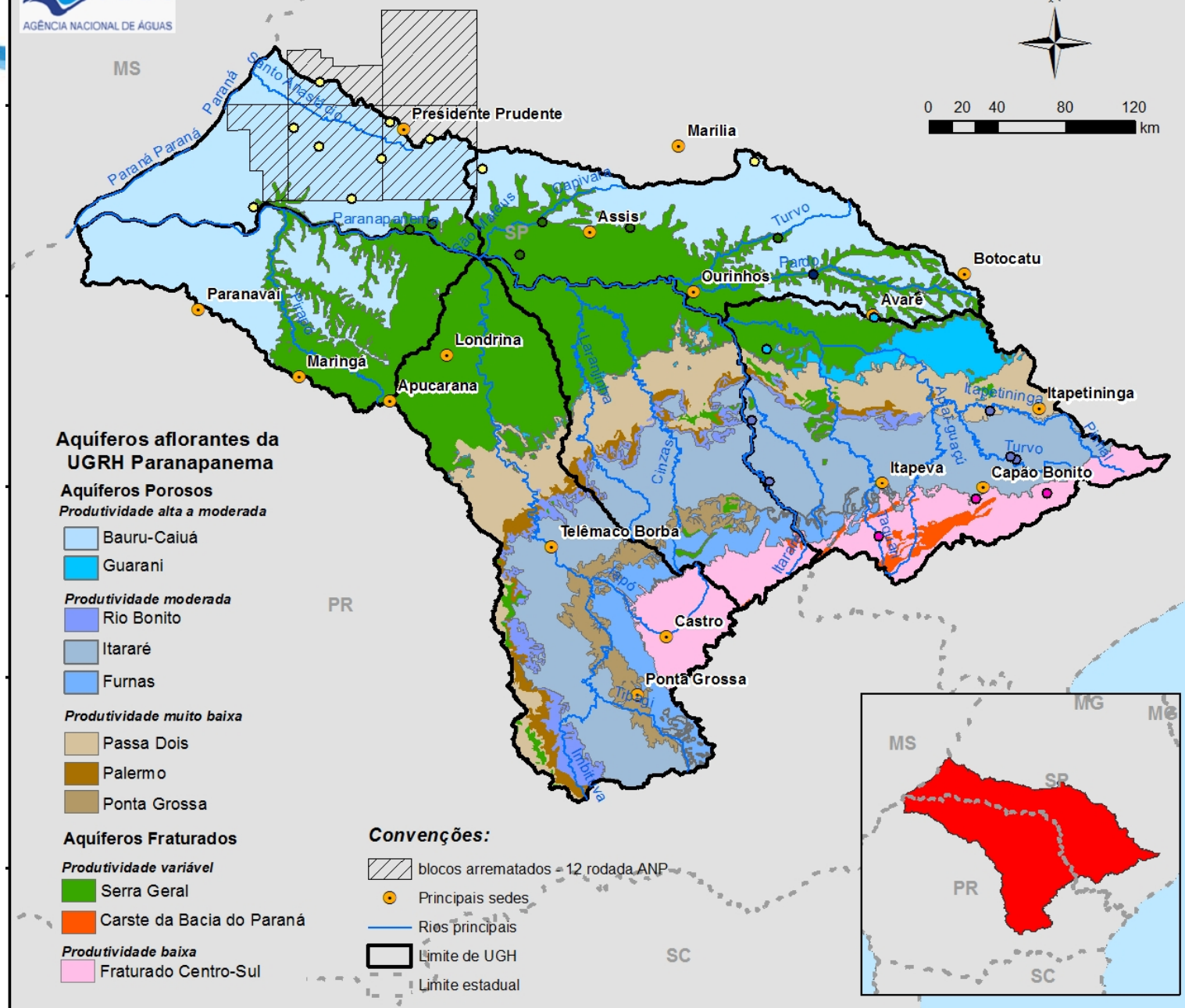


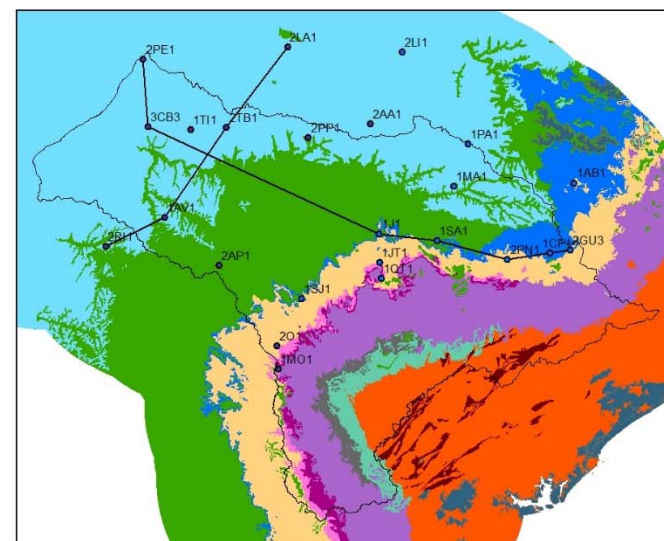
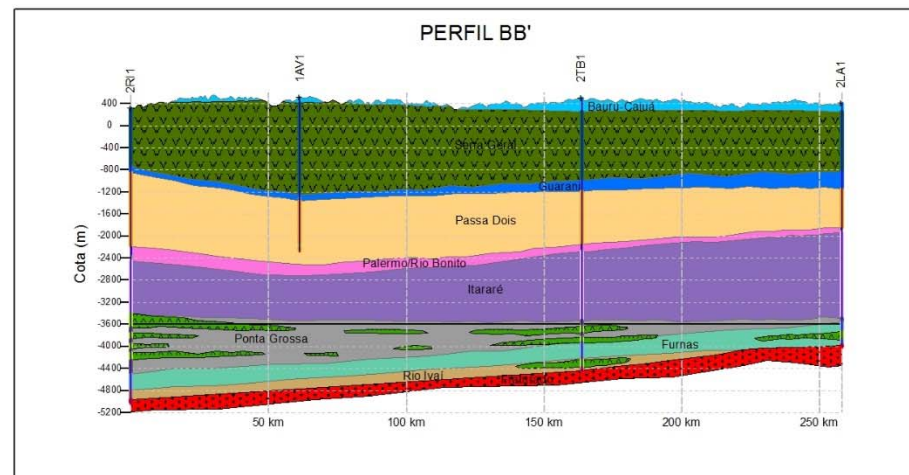
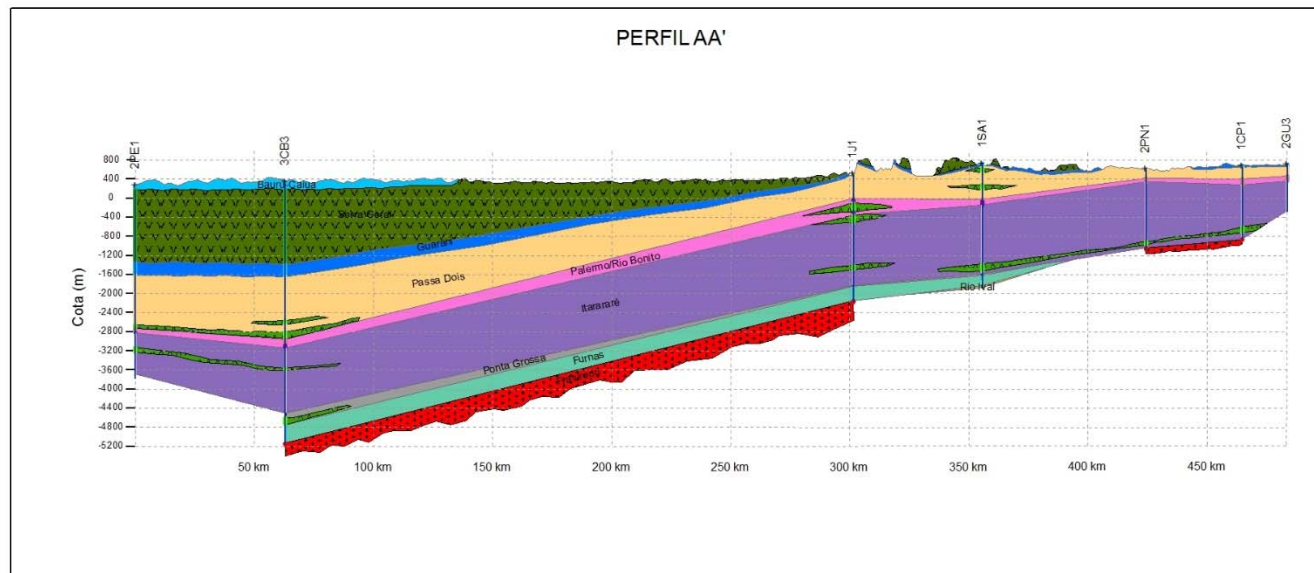
Dominialidade

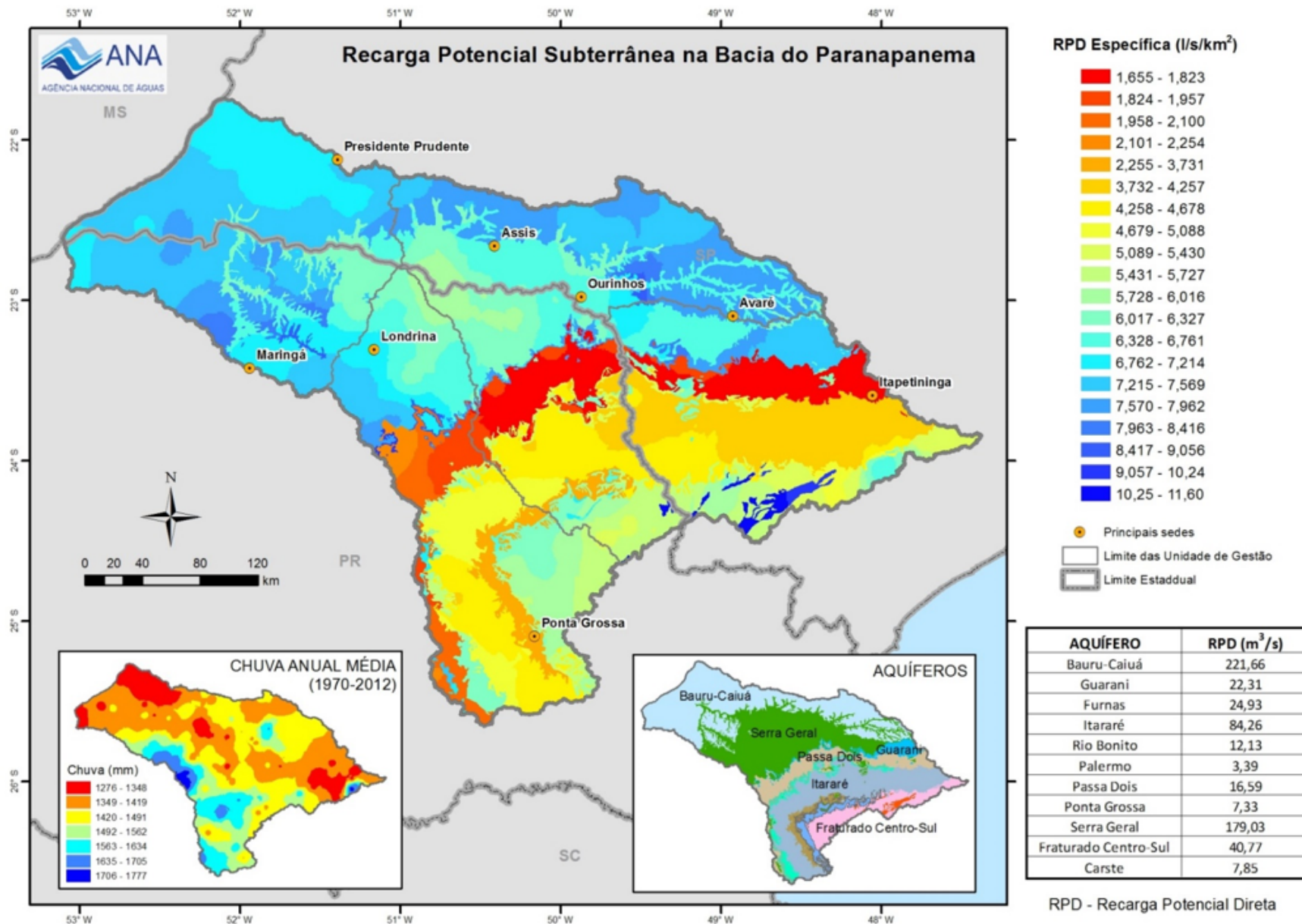


Unidades de Gestão Estaduais







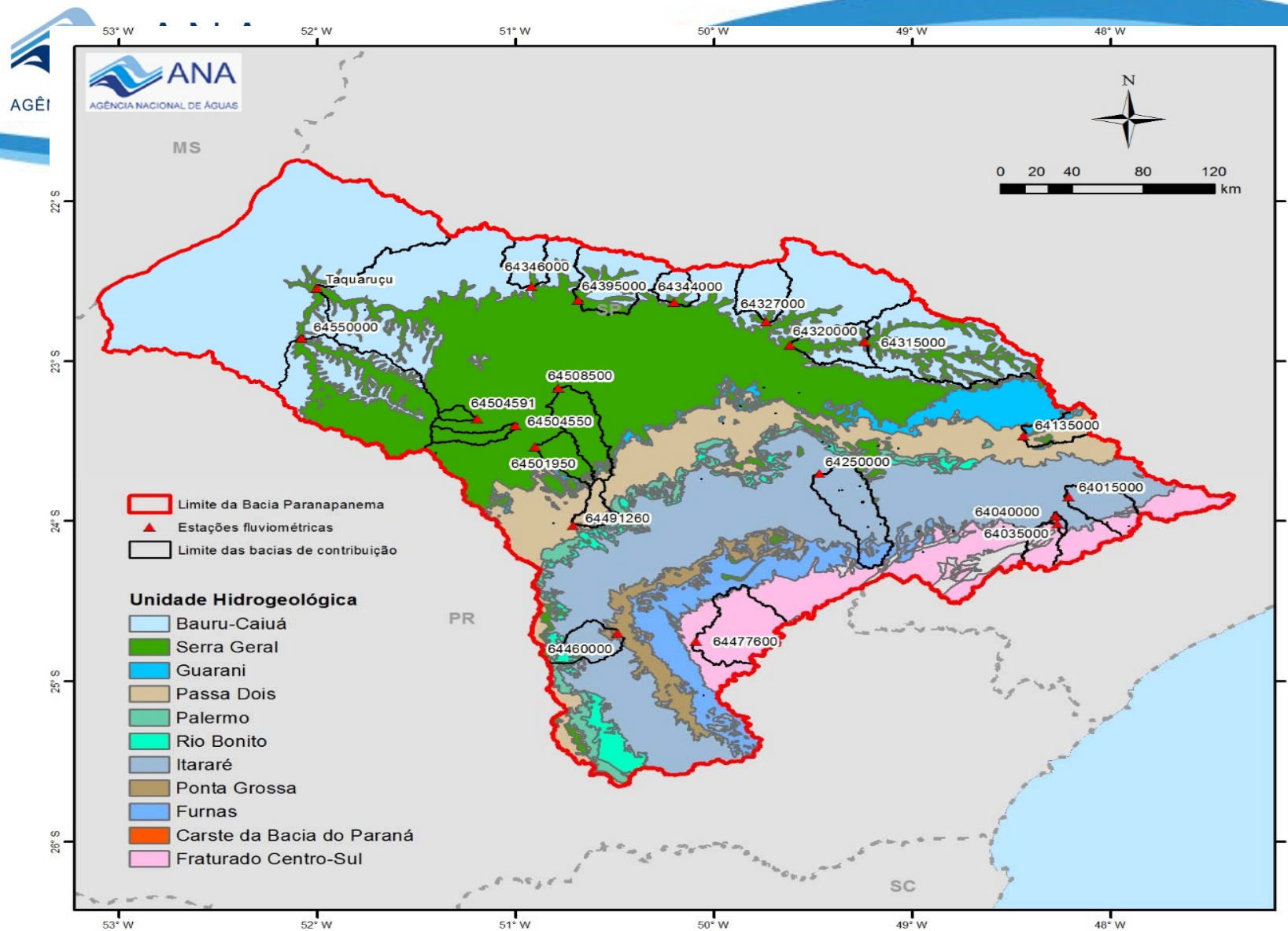


Mapa da recarga potencial direta específica subterrânea

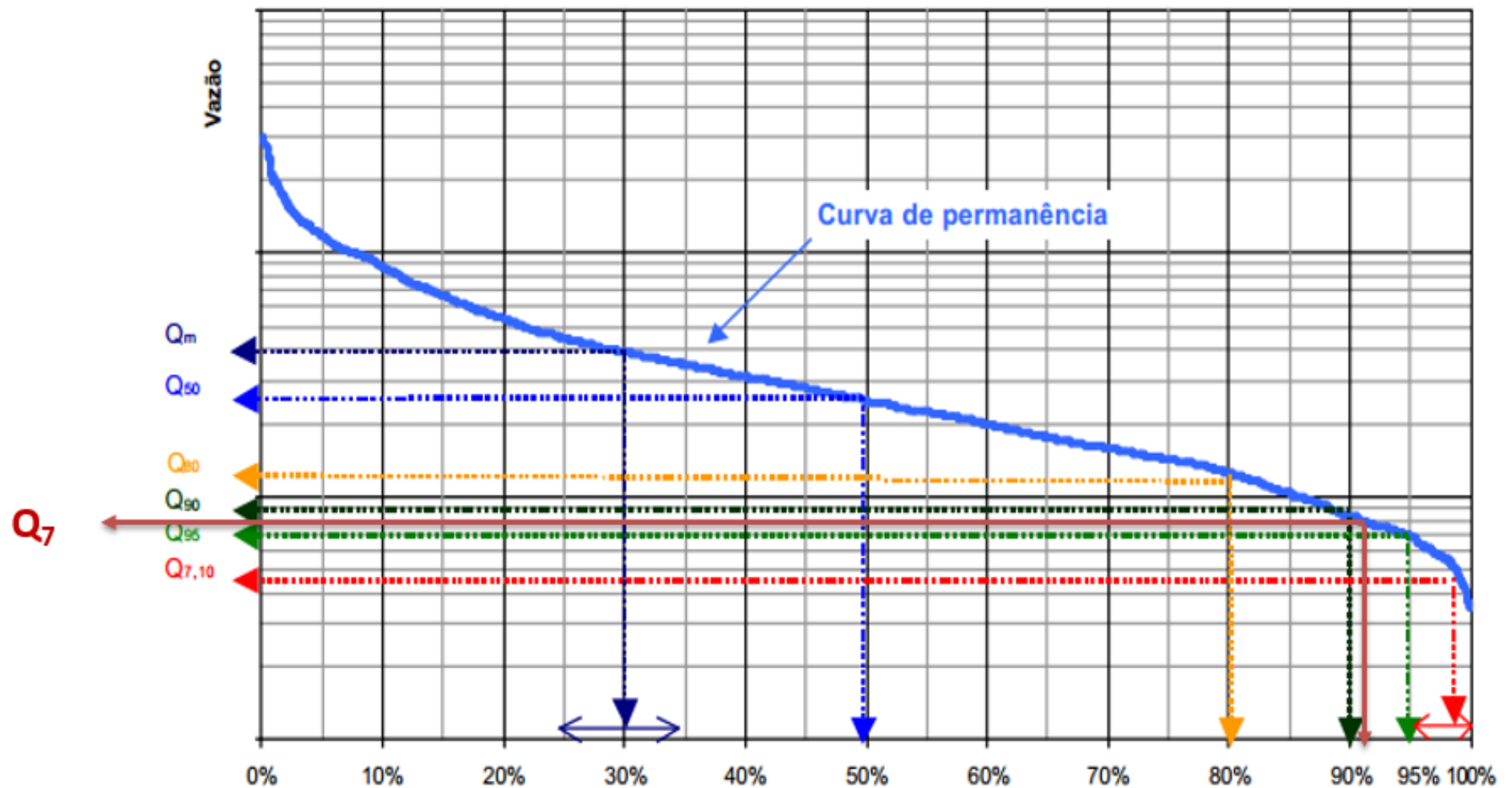
Unidade Hidrogeológica	Área aflorante (Km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/Km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/Km²)
Bauru-Caiuá	29.572,18	0,2	17	221,66	7,50	44,332	1,50
Guarani	2.898,58	0,2	17	22,32	7,70	4,464	1,54
Furnas	4.261,55	0,4	12	24,93	5,85	9,972	2,34
Itararé	19.293,91	0,4	9,5	84,26	4,37	33,704	1,75
Rio Bonito	2.131,62	0,4	12	12,13	5,69	4,852	2,28
Palermo	1.782,83	0,4	4	3,39	1,90	1,356	0,76
Ponta Grossa	2.119,85	0,4	7	7,33	3,45	2,93	1,38
Passa Dois	8.953,35	0,4	4	16,59	1,85	6,636	0,74
Fraturado Centro-Sul	7.295,59	0,4	12	40,77	5,59	16,307	2,24
Serra Geral	27.528,16	0,4	14	179,03	6,50	71,612	2,60
Carste	750,18	0,3	23	7,85	10,46	2,355	3,14
TOTAL	106.588	NA	NA	620,26	NA	198,52	NA

CS: Coeficiente de sustentabilidade, Ci: coeficiente de infiltração; RPD: recarga potencial direta;
RPE: Recarga Potencial Explotável; NA=Não avaliado

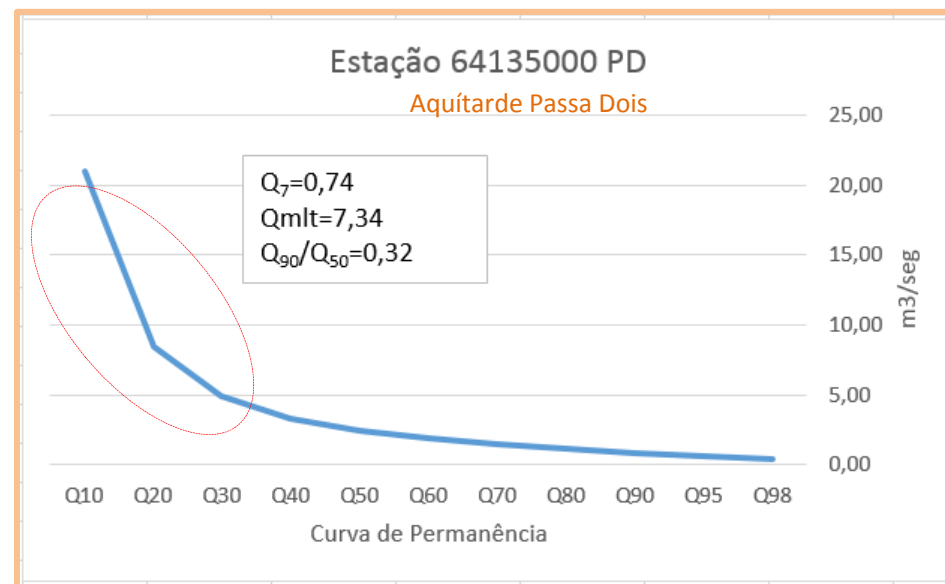
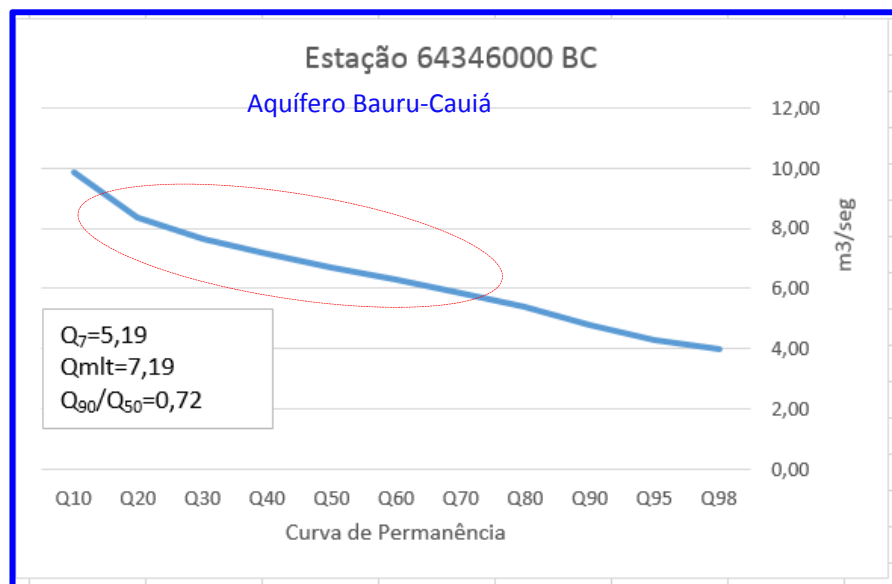
Tabela . Estimativas de RPD, RPE e CS para os aquíferos da bacia do Rio Paranapanema



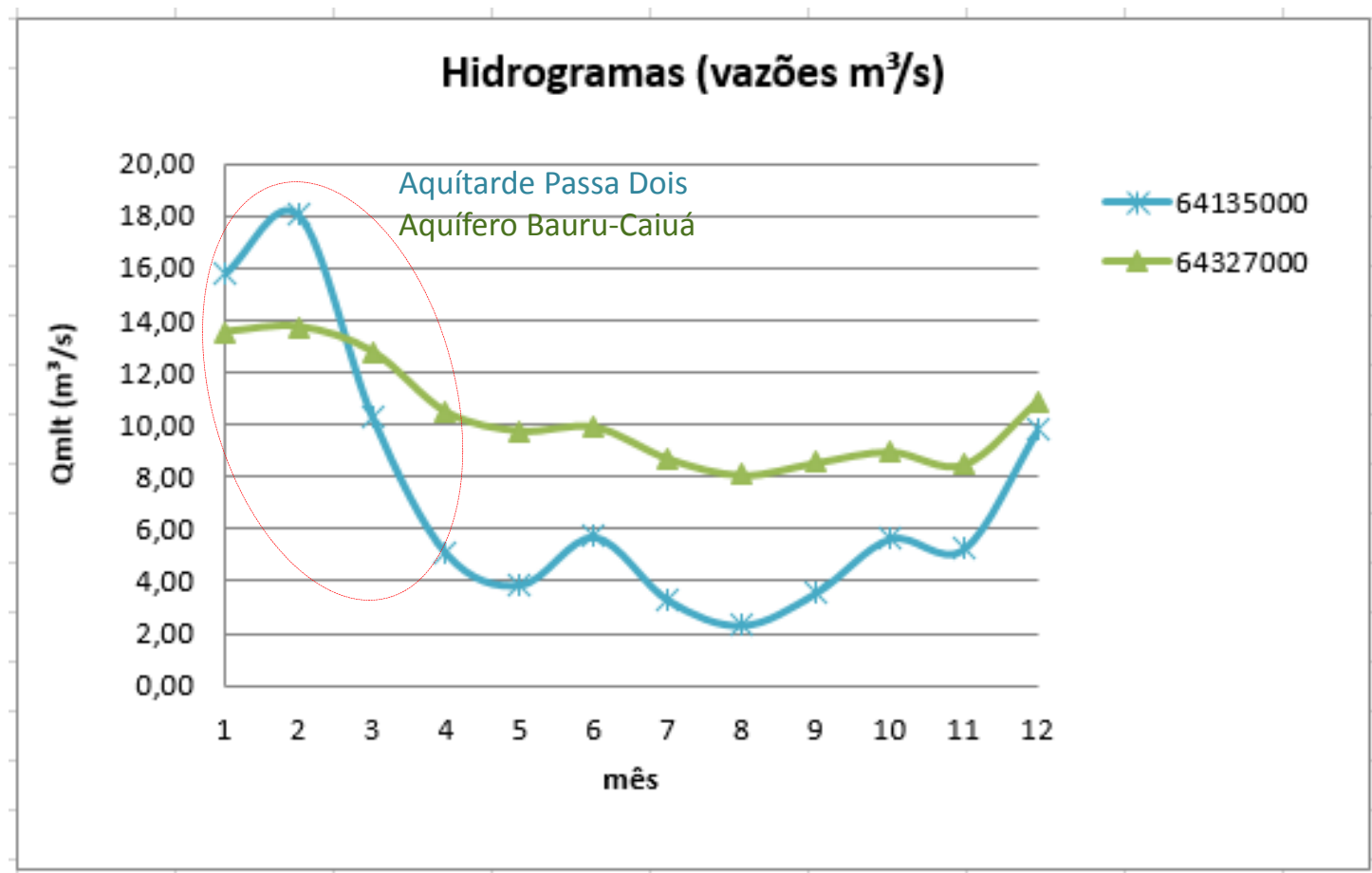
Mapa de aquíferos aflorantes com localização das estações fluviométricas utilizadas e respectivas áreas de contribuição



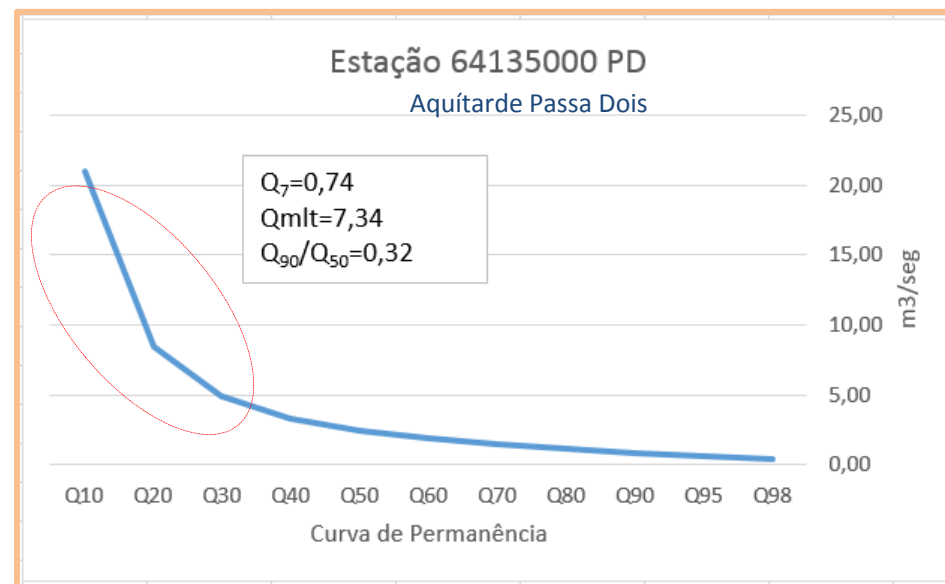
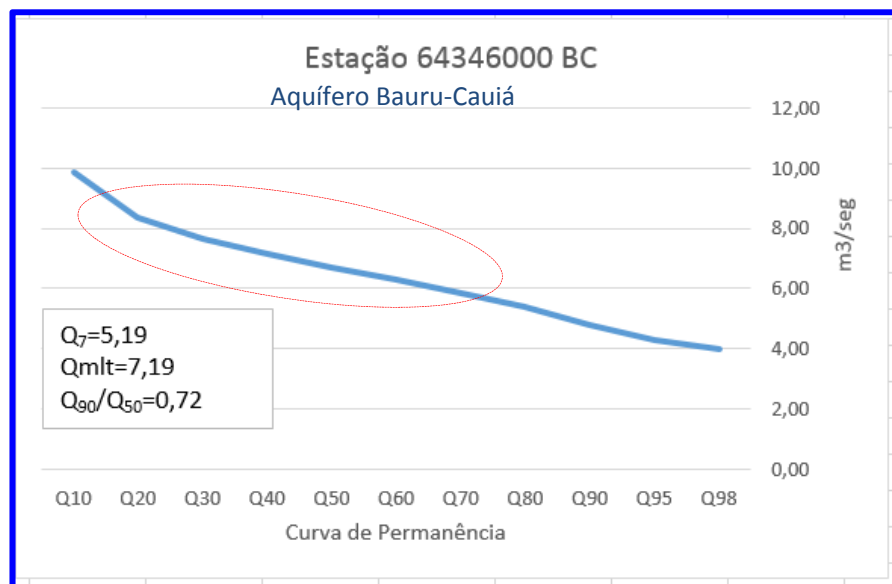
Curva de permanência



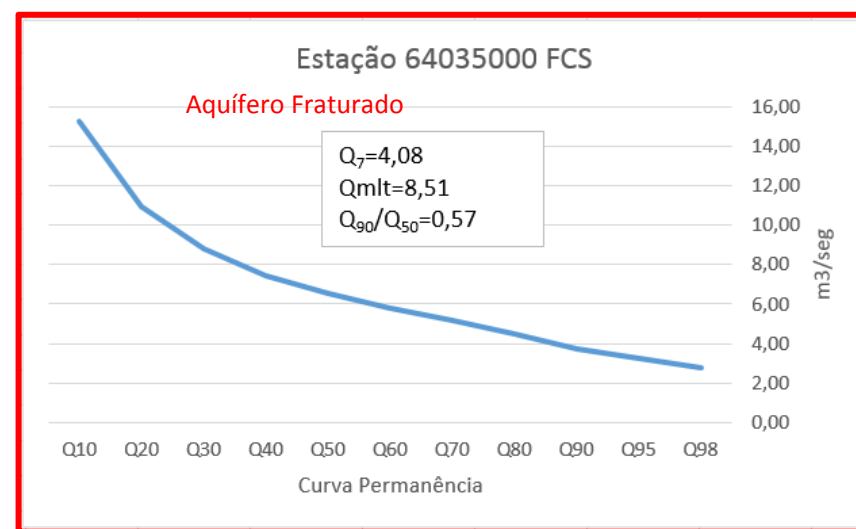
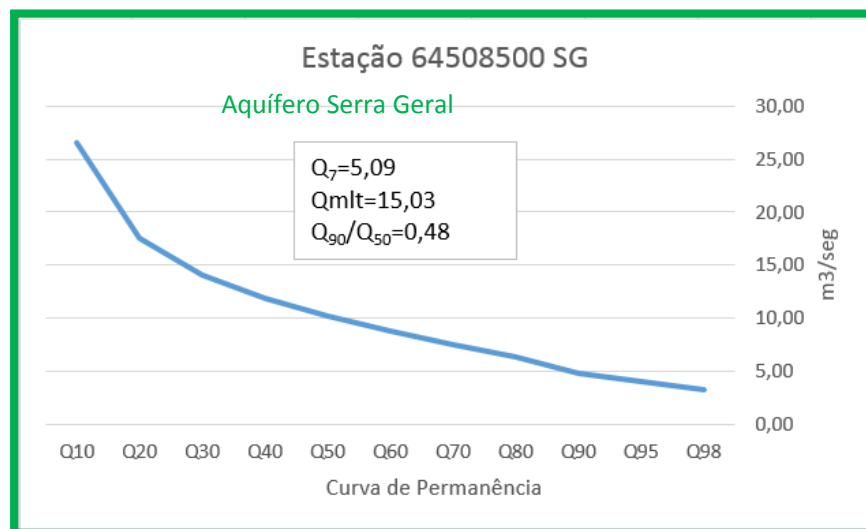
Comportamento da curva de permanência por aquífero



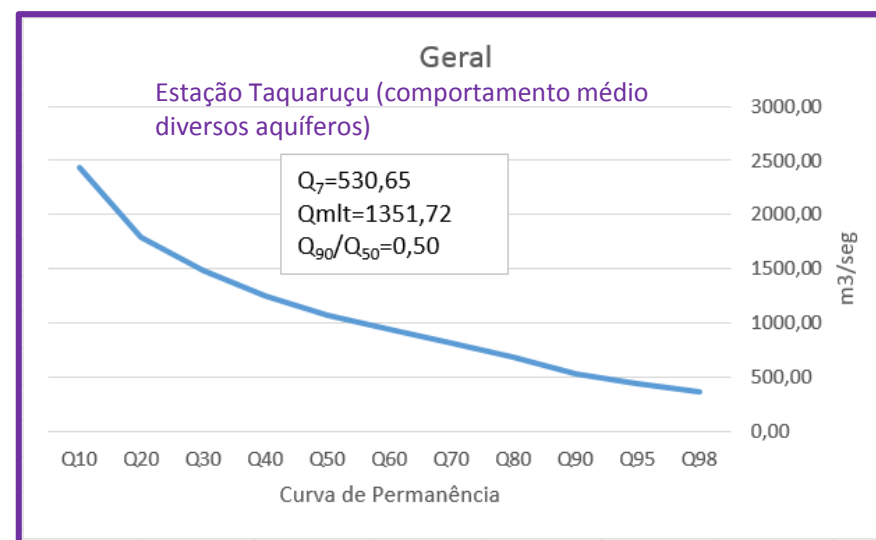
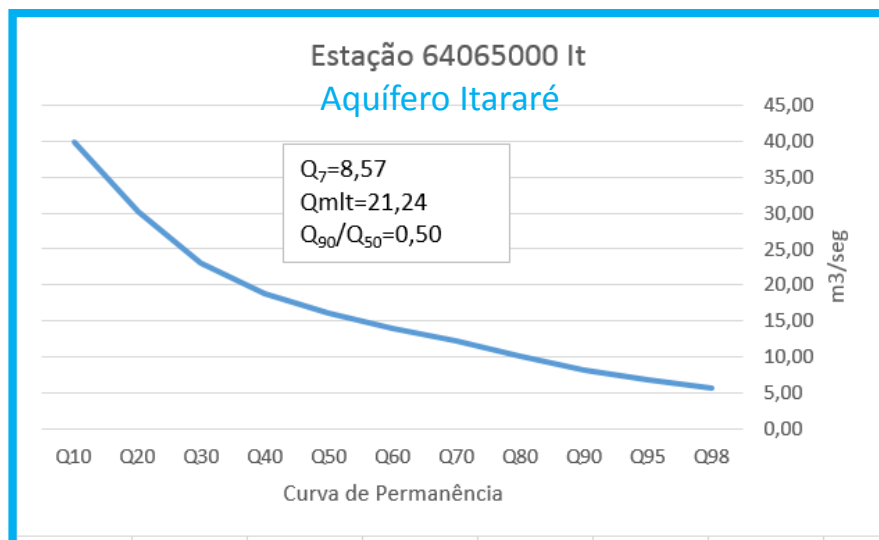
Variação das vazões por aquífero



Comportamento da curva de permanência por aquífero



Comportamento da curva de permanência por aquífero

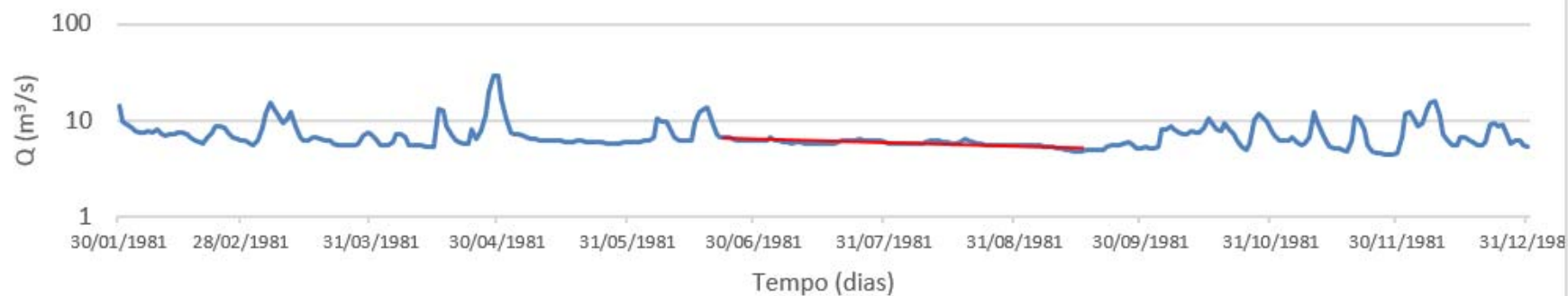


Comportamento da curva de permanência por aquífero

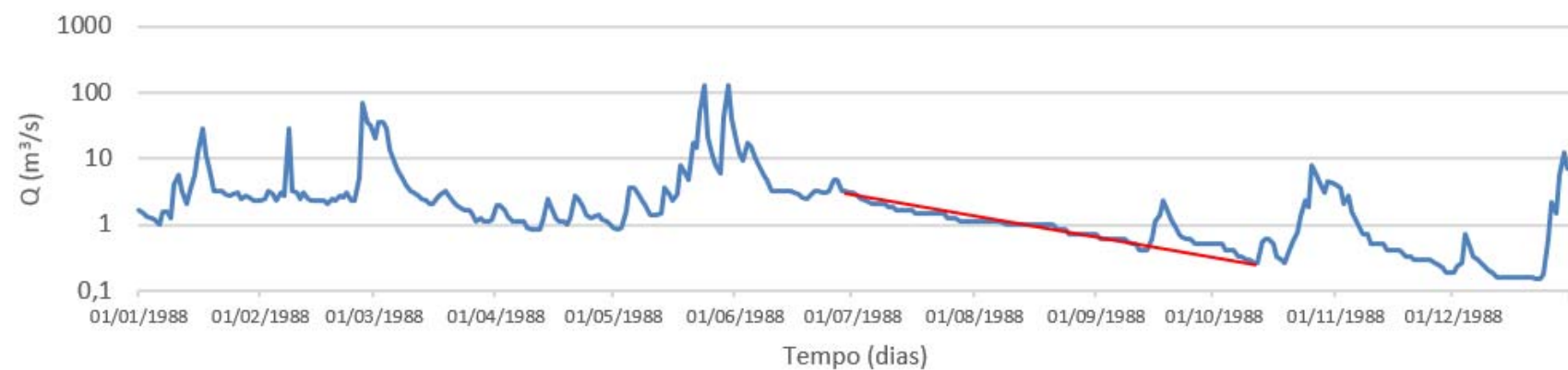
Unidades hidrogeológicas	Estação Fluviométrica	Área contribuição. (km²)	P (mm/ano)	K	Restituição/P(%)*
Sistema Aquífero Bauru-Caiuá	64327000	892,05	955,4	0,003998158	17,3
Sistema Aquífero Serra Geral	64504550	332,07	1208,6	0,013864704	13,0
Aquífero Itararé	64250000	1.449,99	811,4	0,00453215	9,2
Aquífero Fraturado Centro-sul	64477600	1.579,73	1.187,10	0,025016442	8,6
Aquitarde Passa Dois	64491260	363,71	932,2	0,023753555	3,5

Tabela - Valores de restituição da contribuição subterrânea ao escoamento superficial total, em segmentos de aquíferos livres na bacia do Paranapanema.

Estação 64327000 - ano 1981 - Sistema Aquífero Bauru-Caiuá



Estação 64491260 - ano 1988 - Aquitarde Passa Dois



Curvas de recessão

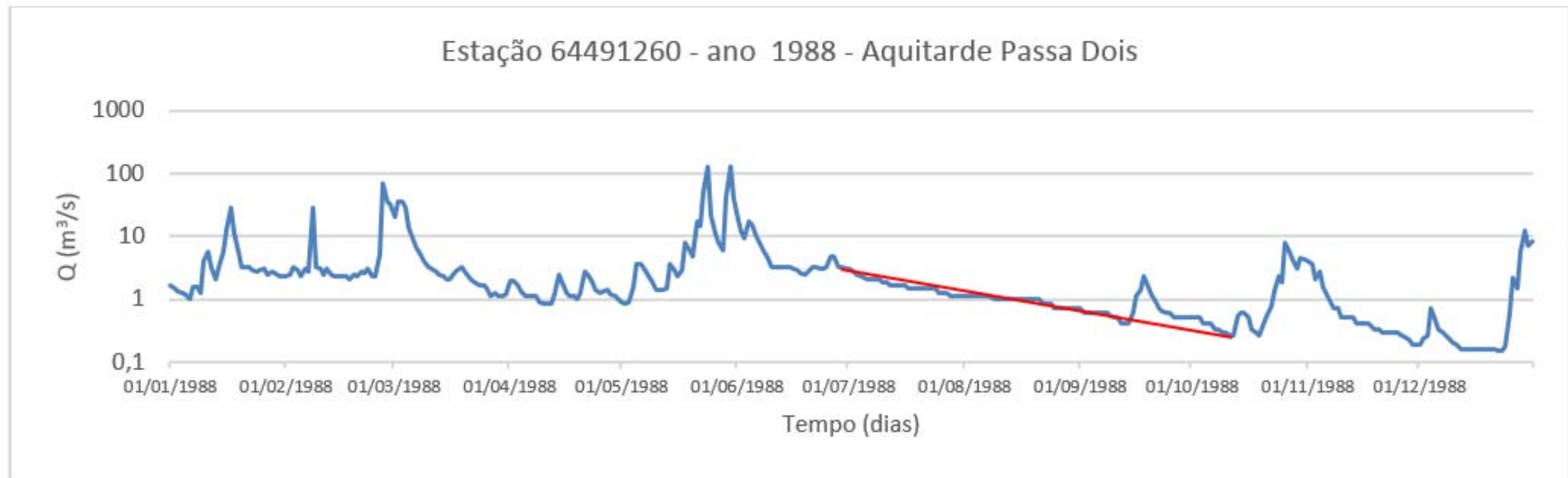
Estação 64504550 - ano 1988 - Sistema Aquífero Serra Geral



Estação 64250000 - ano 1985 - Aquífero Itararé



Curvas de recessão



Curva de recessão

Unidade hidrogeológica	Q_{90}/Q_{50}	CS	Q_7/Q_{mlt}	$Q_{7,10}/Q_7$	Q_{95}/Q_7	Q_{90}/Q_7	$q_7 \text{ esp}$ (l/s/km ²)	$q_{90} \text{ esp}$ (l/s/km ²)
Sistema Aquífero Bauru-Caiuá	0,68	0,2	0,62	0,73	0,87	0,97	7,07	6,19
Sistema Aquífero Serra Geral	0,47	0,4	0,36	0,51	0,80	0,98	5,17	4,14
Aquífero Itararé*	0,52	0,4	0,38	0,51	0,76	1,02	4,01	3,07
Aquitarde Passa Dois*	0,31	0,4	0,11	0,24	0,64	1,03	1,81	1,16
AquíferoFraturado Centro-Sul **	0,39	0,4	0,23	0,43	0,95	1,20	4,90	4,67

Tabela – Relações entre vazões características nos principais aquíferos da bacia do Paranapanema

Parâmetros	Q_{90}/Q_7	Q_{95}/Q_7	$Q_{7,10}/Q_7$	Q_7/Q_{mlt}
Média	0,99	0,82	0,56	0,41
Mediana	0,99	0,81	0,61	0,41
Desvio Padrão	0,07	0,07	0,13	0,16
Variância	0,00	0,01	0,02	0,03
Máximo	1,20	0,96	0,74	0,72
Mínimo	0,91	0,64	0,24	0,10
Est. Taquaruçu*	1,01	0,84	0,63	0,39

(*) Estação Taquaruçu cobre 83% da área da bacia do Paranapanema

Tabela - Distribuição estatística dos dados de tendência central para as relações entre a vazão Q_7 com algumas vazões referenciais para outorga de água superficial na bacia do Paranapanema, avaliadas em 19 estações fluviométricas.

Unidade Hidrogeológica	Área aflor. (Km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q7 (m³/s)	Q7 esp. (l/s/km²)	Q95 (m³/s)	Q95 esp. (l/s/km²)	Pot. sup ⁽¹⁾ (m³/s)
Bauru-Caiuá	29.572,18	0,2	17	221,66	7,50	44,33	1,50	209,08	7,07	183,05	6,19	164,74
Guarani	2.898,58	0,2	17	22,32	7,70	4,46	1,54	ND	ND	ND	ND	ND
Furnas	4.261,55	0,4	12	24,93	5,85	9,97	2,34	ND	ND	ND	ND	ND
Itararé	19.293,91	0,4	9,5	84,26	4,37	33,70	1,75	77,37	4,01	59,17	3,07	43,66
Rio Bonito	2.131,62	0,4	12	12,13	5,69	4,85	2,28	ND	ND	ND	ND	ND
Palermo	1.782,83	0,4	4	3,39	1,90	1,36	0,76	ND	ND	ND	ND	ND
Ponta Grossa	2.119,85	0,4	7	7,33	3,46	2,93	1,38	ND	ND	ND	ND	ND
Passa Dois	8.953,35	0,4	4	16,59	1,85	6,64	0,74	16,21	1,81	10,43	1,16	9,57
Fraturado Centro-Sul	7.295,59	0,4	12	40,77	5,59	16,31	2,24	35,75	4,9	34,04	4,67	19,44
Serra Geral	27.528,16	0,4	14	179,03	6,50	71,61	2,60	142,32	5,17	113,97	4,14	70,71
Carste	750,18	0,3	23	7,85	10,46	3,73	4,97	ND	ND	ND	ND	ND
TOTAL	106.587,80	NA	NA	620,26	NA	198,52	NA	480,72	NA	400,65	NA	308,13

(1) = Q₇-RPE (m³/s) referente somente aos 05 aquíferos com dados disponíveis de Q₇

NA= Não avaliado

ND=Não disponível

CS: Coeficiente de sustentabilidade, CI: coeficiente de infiltração; RPD: recarga potencial direta;

RPE: Recarga Potencial Explotável

Tabela - Síntese dos dados de disponibilidade hídrica subterrânea na bacia do Paranapanema e potencialidades de águas superficiais, por unidade hidrogeológica.

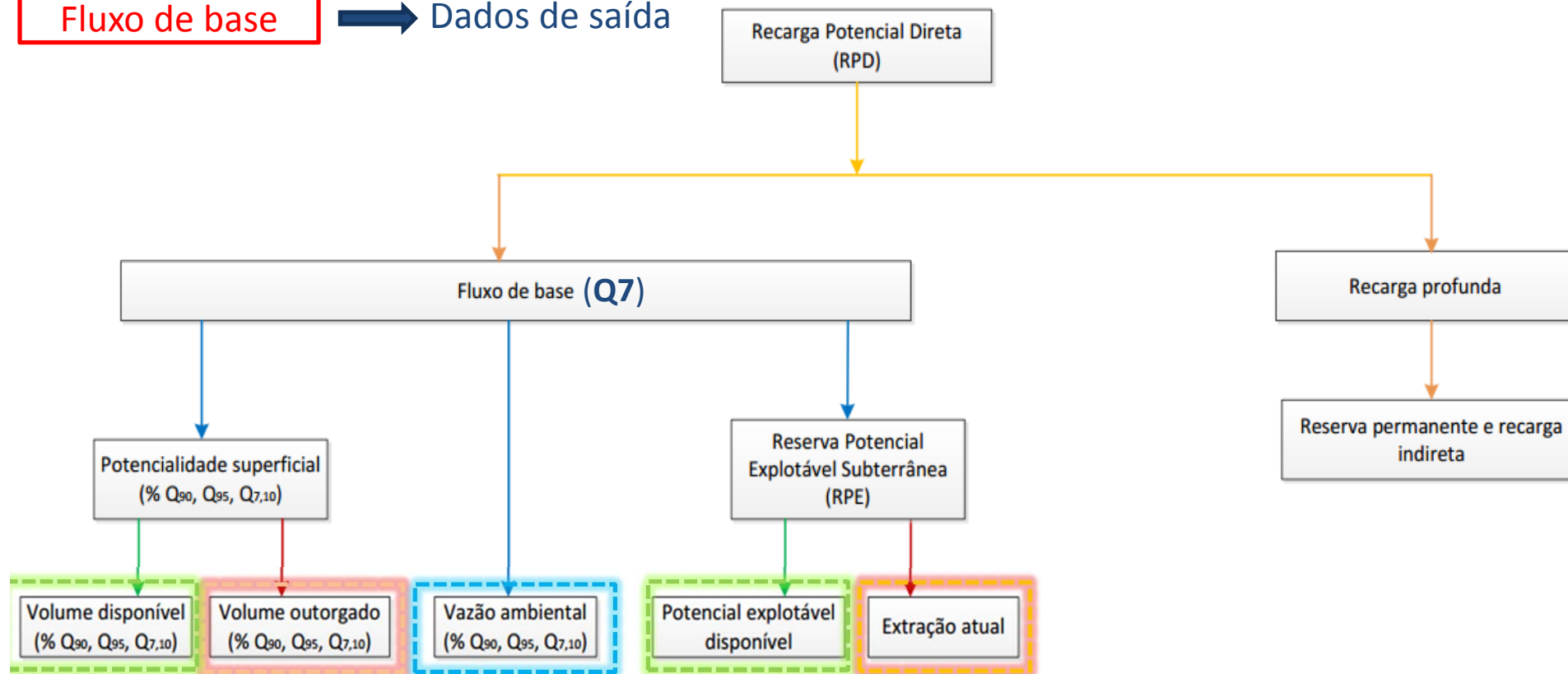
Gestão integrada recursos hídricos superficiais e subterrâneos

$$\text{RPE} = \text{RPD} \times \text{CS}$$

➡ Dados de entrada

Fluxo de base

➡ Dados de saída



UGRH		Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (Km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q ₂ (m³/s)	Q ₂ esp. (l/s/km2)	Pot. sup ⁽¹⁾ (m³/s)	Q ₃₅ (m³/s)	Q ₃₅ esp. (l/s/km²)	Vol. 2 ⁽²⁾ (m³/s)	Vol. 3 ⁽³⁾ (m³/s)	Vol. 4 ⁽⁴⁾ (m³/s)	Vol. 5 ⁽⁵⁾ (m³/s)
Alto Paranapanema		Bauru-Caiuá	384,15	0,2	17	3,00	7,81	0,60	1,56	2,72	7,07	2,12	2,38	6,19				
		Guarani	2.205,50	0,2	17	16,71	7,58	3,34	1,52	ND	ND	ND	ND	ND				
		Furnas	578,16	0,4	12	3,29	5,70	1,32	2,28	ND	ND	ND	ND	ND				
		Itararé	8.698,19	0,4	9,5	36,09	4,15	14,43	1,66	34,88	4,01	20,45	26,68	3,07				
		Rio Bonito	295,77	0,4	12	1,55	5,23	0,62	2,09	ND	ND	ND	ND	ND				
		Palermo	231,06	0,4	4	0,41	1,76	0,16	0,70	ND	ND	ND	ND	ND				
		Passa Dois	3.140,59	0,4	4	5,53	1,76	2,21	0,70	5,68	1,81	3,47	3,66	1,16				
		Fraturado Centro-Sul	3.668,17	0,4	12	20,15	5,49	8,06	2,20	17,97	4,90	9,91	17,11	4,67				
		Serra Geral	2.844,43	0,4	14	18,65	6,56	7,46	2,62	14,71	5,17	7,24	11,78	4,14				
		Carste	678,46	0,3	23	7,09	10,44	2,13	3,13	ND	ND	ND	ND	ND				
	TOTAIS	22.724,48	NA	NA	112,46	NA	40,33	NA	75,96	NA	43,19	61,60	ND	1,3	48,97	39,03	-5,78	
Médio Paranapanema		Bauru-Caiuá	9.967,13	0,2	17	76,60	7,69	15,32	1,54	70,47	7,07	55,15	61,70	6,19				
		Serra Geral	6.789,52	0,4	14	43,38	6,39	17,35	2,56	35,10	5,17	17,75	28,11	4,14				
		TOTAIS	16.756,65	NA	NA	119,97	NA	32,67	4,09	105,57	NA	72,90	89,81	ND				
Ponal Paranapanema		Bauru-Caiuá	11.530,15	0,2	17	83,92	7,28	16,78	1,46	81,52	7,07	64,73	71,37	6,19				
		Serra Geral	810,61	0,4	14	5,10	6,29	2,04	2,52	4,19	5,17	2,15	3,36	4,14				
		TOTAIS	12.340,76	NA	NA	89,02	NA	18,83	NA	85,71	NA	66,88	74,73	ND				
Norte Pioneiro		Guarani	391,42	0,2	17	3,01	7,68	0,60	1,54	ND	ND	ND	ND	ND				
		Fumas	1.401,46	0,4	12	8,15	5,82	3,26	2,33	ND	ND	ND	ND	ND				
		Itararé	4.396,99	0,4	9,5	19,36	4,40	7,74	1,76	17,63	4,01	9,89	13,48	3,07				
		Rio Bonito	544,36	0,4	12	2,94	5,40	1,18	2,16	ND	ND	ND	ND	ND				
		Palermo	579,28	0,4	4	1,05	1,81	0,42	0,72	ND	ND	ND	ND	ND				
		Ponta Grossa	512,96	0,4	7	1,76	3,43	0,70	1,37	ND	ND	ND	ND	ND				
		Passa Dois	2.951,05	0,4	4	5,28	1,79	2,11	0,72	5,34	1,81	3,23	3,44	1,16				
		Fraturado Centro-Sul	1.245,79	0,4	12	6,85	5,50	2,74	2,20	6,10	4,90	3,37	5,81	4,67				
		Serra Geral	4.574,44	0,4	14	28,31	6,19	11,33	2,48	23,65	5,17	12,32	18,94	4,14				
		Carste	70,01	0,3	23	0,75	10,64	0,22	3,19	ND	ND	ND	ND	ND				
	TOTAIS	16.667,76	NA	NA	77,45	NA	30,31	NA	52,73	NA	28,81	41,67	ND	1,47	6,55	28,84	22,26	
Tibagi		Bauru-Caiuá	10,99	0,2	17	0,08	7,52	0,02	1,50	0,08	7,07	0,06	0,07	6,19				
		Guarani	301,60	0,2	17	2,60	8,63	0,52	1,73	ND	ND	ND	ND	ND				
		Fumas	2.281,98	0,4	12	13,49	5,91	5,39	2,36	ND	ND	ND	ND	ND				
		Itararé	6.198,68	0,4	9,5	28,82	4,65	11,53	1,86	24,86	4,01	13,33	19,01	3,07				
		Rio Bonito	1.291,52	0,4	12	7,65	5,92	3,06	2,37	ND	ND	ND	ND	ND				
		Palermo	972,49	0,4	4	1,93	1,99	0,77	0,80	ND	ND	ND	ND	ND				
		Ponta Grossa	1.606,94	0,4	7	5,57	3,47	2,23	1,39	ND	ND	ND	ND	ND				
		Passa Dois	2.861,61	0,4	4	5,78	2,02	2,31	0,81	5,18	1,81	2,87	3,33	1,16				
		Fraturado Centro-Sul	2.381,76	0,4	12	13,77	5,78	5,51	2,31	11,67	4,90	6,16	11,11	4,67				
		Serra Geral	7.043,60	0,4	14	47,36	6,72	18,94	2,69	36,42	5,17	17,47	29,16	4,14				
	Carste	1,73	0,3	23	0,02	10,58	0,01	3,17	ND	ND	ND	ND	ND					
	TOTAIS	24.952,90	NA	NA	127,05	NA	50,28	NA	78,20	NA	39,90	62,68	ND	2,55	10,77	47,73	29,13	
Pirapitama		Bauru-Caiuá	7.680,11	0,2	17	58,05	7,56	11,61	1,51	54,30	7,07	42,69	47,54	6,19				
		Serra Geral	5.466,32	0,4	14	36,23	6,63	14,49	2,65	28,26	5,17	13,77	22,63	4,14				
		TOTAIS	13.146,43			94,28	NA	26,10	NA	82,56	NA	56,46	70,17	ND				
TOTAL BACIA PARANAPANEMA			106.588,98	ND	ND	620,25	NA	198,52	NA	480,73	NA	308,14	400,66	ND	14,23	89,59	184,29	218,55

Balanco integrado global da bacia do Paranapanema

ND= não disponível

NE= não avaliado

(1)=Q₇ - RPE
Potencialidade superficial, referente somente aos 05 aquíferos com dados disponíveis de Q₇

(2)=volume outorgado de água subterrânea, considera a vazão nominal do poço

(3)=volume outorgado de água superficial

(4)=RPE - vol. outorgado de águas subterrâneas.
Volume disponível de águas subterrâneas

(5)= (1) - (3), volume disponível de água superficial, inclui os valores de vazão ecológica

UGRH	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (Km²)	CS	CI (%)	RPD (m³/s)	RPD esp. (l/s/km²)	RPE (m³/s)	RPE esp. (l/s/km²)	Q ₇ (m³/s)	Q ₇ esp. (l/s/km²)	Pot. sup. (1) (m³/s)	Q ₉₅ (m³/s)	Q ₉₅ esp. (l/s/km²)	Vol. 2 (2) (m³/s)	Vol. 3 (3) (m³/s)	Vol. 4 (4) (m³/s)	Vol. 5 (5) (m³/s)
Alto-Parapanema	Bauru-Caiuá	384,15	0,2	17	3,00	7,81	0,60	1,56	2,72	7,07	2,12	2,38	6,19	9	9	9	9
	Guarani	2.205,50	0,2	17	16,71	7,58	3,34	1,52	ND	ND	ND	ND	ND				
	Furnas	578,16	0,4	12	3,29	5,70	1,32	2,28	ND	ND	ND	ND	ND				
	Itararé	8.698,19	0,4	9,5	36,09	4,15	14,43	1,66	34,88	4,01	20,45	26,68	3,07				
	Rio-Bonito	295,77	0,4	12	1,55	5,23	0,62	2,09	ND	ND	ND	ND	ND				
	Palermo	231,06	0,4	4	0,41	1,76	0,16	0,70	ND	ND	ND	ND	ND				
	Passa-Dois	3.140,59	0,4	4	5,53	1,76	2,21	0,70	5,68	1,81	3,47	3,66	1,16				
	Fraturado-Centro-Sul	3.668,17	0,4	12	20,15	5,49	8,06	2,20	17,97	4,90	9,91	17,11	4,67				
	Serra-Geral	2.844,43	0,4	14	18,65	6,56	7,46	2,62	14,71	5,17	7,24	11,78	4,14				
	Carste	678,46	0,3	23	7,09	10,44	2,13	3,13	ND	ND	ND	ND	ND				
	TOTAIS	22.724,48	NA	NA	112,46	NA	40,33	NA	75,96	NA	43,19	61,60	ND	1,3	48,97	39,03	-5,78
Médio-Parapanema	Bauru-Caiuá	9.967,13	0,2	17	76,60	7,69	15,32	1,54	70,47	7,07	55,15	61,70	6,19	9	9	9	9
	Serra-Geral	6.789,52	0,4	14	43,38	6,39	17,35	2,56	35,10	5,17	17,75	28,11	4,14				
	TOTAIS	16.756,65	NA	NA	119,97	NA	32,67	4,09	105,57	NA	72,90	89,81	ND	3,71	15,55	28,96	57,35

ND= não disponível

NE= não avaliado

(1)=Q₇ - RPE . Potencialidade superficial, referente somente aos 05 aquíferos com dados disponíveis de Q7

(2)=volume outorgado de água subterrânea, considera a vazão nominal do poço

(3)=volume outorgado de água superficial

(4)=RPE - vol. outorgado de águas subterrâneas. Volume disponível de águas subterrâneas

(5)= (1) - (3), volume disponível de água superficial, inclui os valores de vazão ecológica

Potencialidade Superficial - **Pot. Sup. (1)** = $Q_7 - RPE$ (aquíferos com dados disponíveis de Q_7)

Volume outorgado de água subterrânea - **Vol. (2)** (considera a vazão nominal do poço)

Volume outorgado de água superficial - **Vol. (3)**

Volume disponível de águas subterrâneas - **Vol. (4)** = $RPE - \text{Vol. outorgado de águas subterrâneas}$

Volume Disponível de águas superficiais - **Vol. (5)** = $(1) - (3)$ (inclui os valores de vazão ecológica)

Algumas questões:

- ☐ É necessário **definir** a vazão referencial que **expresse** a contento o valor do **fluxo de base**.
- ☐ **Quanto** se quer explorar da **recarga** como águas subterrâneas e superficiais?
- ☐ A **definição** da reserva potencial explorável (RPE) impacta diretamente na disponibilidade hídrica superficial.
- ☐ Definições de condições de **exploração** e **entrega** .
- ☐ **Fragilidade** dos dados de **retirada** de águas subterrâneas (poços não cadastrados , volume outorgado, aquífero explorado, etc).
- ☐ A **representatividade** dos **aquíferos** e geologia na área de cada **estação**.

Comentários

- A determinação da **vazão de base** e sua quantificação no escoamento superficial é **quesito essencial** para a gestão integrada.
- Na presente proposta foram utilizadas 03 metodologias de forma a checar e confirmar os valores gerados (curva de recessão, Q_{90}/Q_{50} e Q_7).
- A **vazão mínima Q_7** é uma **boa candidata** para representar o fluxo de base. É um valor direto, real e medido *in loco*, é **dado de saída** do sistema. Não minimiza ao extremo as vazões outorgáveis.
- A locação de novas estações fluviométricas deve considerar, além dos critérios usais, levar em conta também os aquíferos em sua área de cobertura, de forma a minimizar o número de aquíferos em cada estação, com, no máximo, dois ou três aquíferos por área de contribuição.

Comentários

- A **Outorga** e os **Planos** são os instrumentos da PNRH com maior impacto quanto à **gestão integrada** e que podem apresentar resultados práticos de forma mais imediata.
- Diretrizes e metodologias indicadas para a gestão integrada devem ser factíveis de implementação na **realidade** dos órgãos gestores de recursos hídricos .
- A unidade territorial de gestão de recursos hídricos (inclusive integrada!) é e a continua sendo a **bacia hidrográfica**.
- A gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas é particularmente critica nos períodos de estiagem.

Obrigado!

Fernando Roberto de Oliveira
Coordenador de Águas Subterrâneas

fernando@ana.gov.br | (+55) (61) 2109 –5352

www.ana.gov.br



www.twitter.com/anagovbr

The Facebook logo, consisting of a dark blue square with the word "facebook" in white lowercase letters.

www.facebook.com/anagovbr



www.youtube.com/anagovbr