

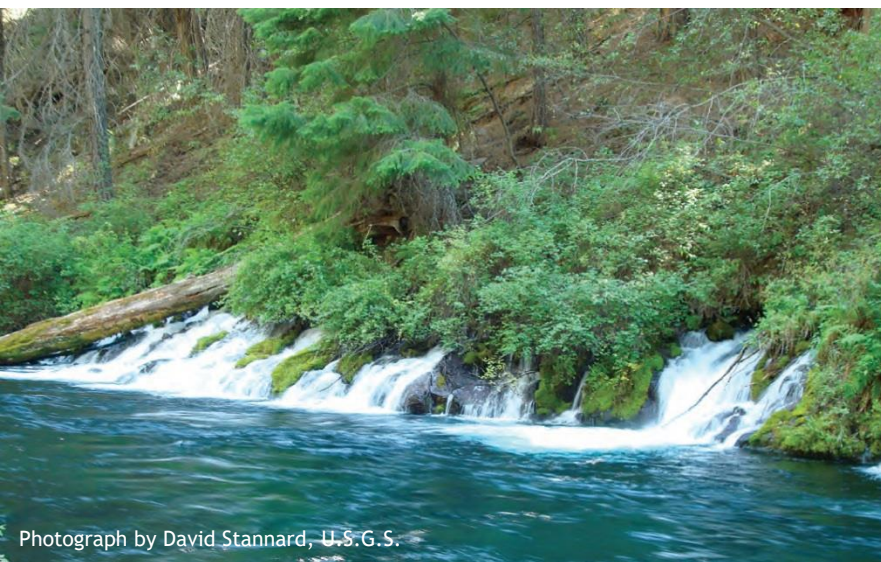
Avaliação Disponibilidade Hídrica Subterrânea na Bacia do Rio Paraguai

Fernando Roberto de Oliveira

Coordenação de Águas Subterrâneas SIP/ANA



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



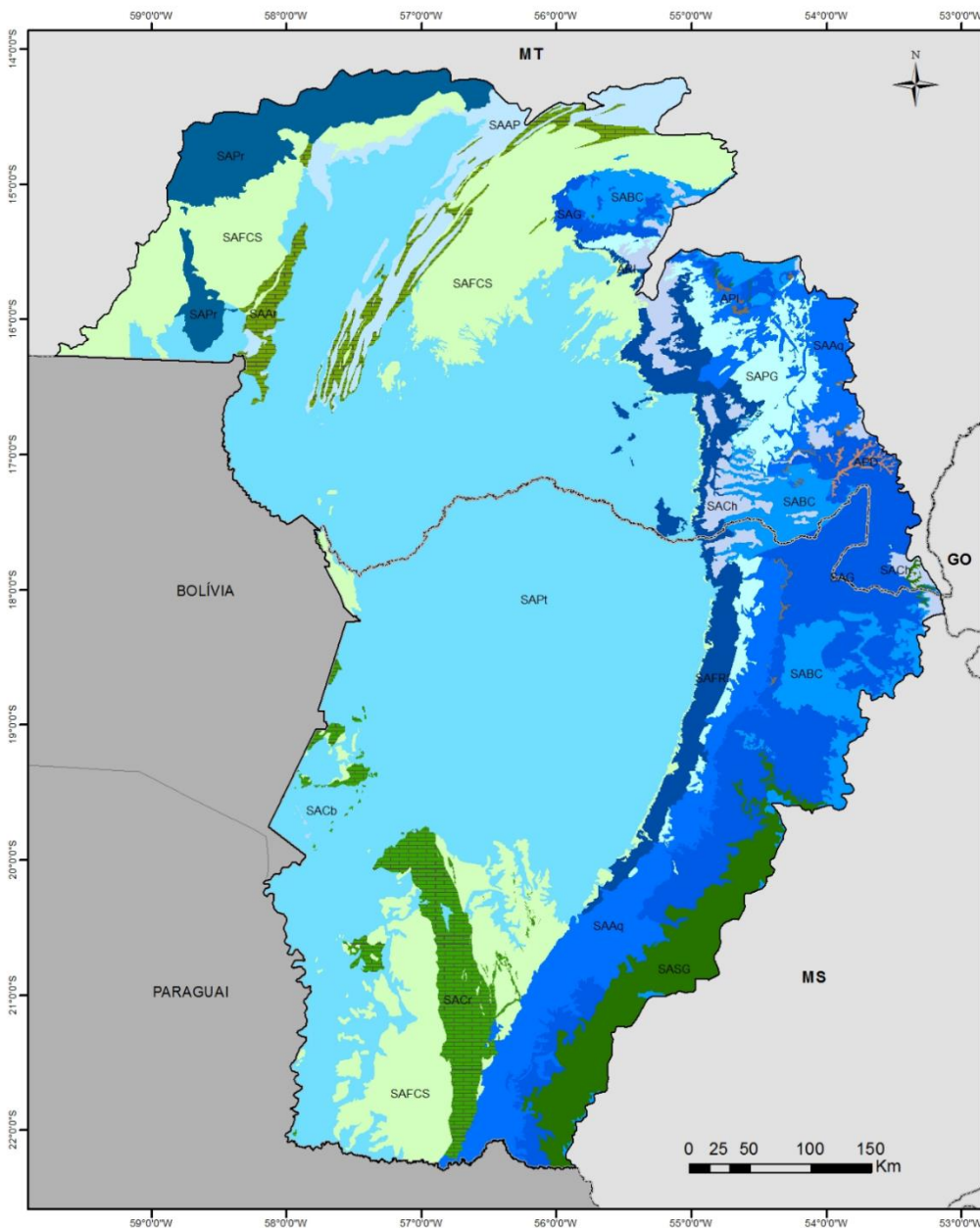
Photograph by David Stannard, U.S.G.S.

Cuiabá, MT- 21 de junho de 2016

Resoluções do CNRH com abordagem para a gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas

Previsão Legal para Gestão Integrada de recursos hídricos

Res CNRH	Instrumento/Tema	Pontos chaves
13/2000	Sistema de Informações	- Promoção da gestão integrada - Disponibilização de dados, sistemas de avaliação e outorgas de águas superficiais e subterrâneas
15/2000	Diretrizes nacionais para gestão integrada	- Implementação dos instrumentos da PNRH, considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas . - Sistema de informações: disponibilizar dados para gerenciamento integrado das águas
16/2001	Outorga	- Avaliação integrada considerando a interdependência das águas superficiais e subterrâneas
22/2001	Águas subterrâneas em Planos	- Planos devem promover a caracterização dos aquíferos e definir as inter-relações de cada aquífero com os demais corpos hídricos superficiais e subterrâneos
91/2008	Enquadramento	- Enquadramento deve considerar, de forma integrada e associada , as águas superficiais e subterrâneas
92/2008	Proteção das águas subterrâneas	- Os Planos devem delimitar as áreas de recarga e definir suas zonas de proteção - Informações (estudos, monitoramento, planos) incorporadas ao Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos



AQUÍFEROS AFLORANTES NA BACIA DO PARAGUAI

Aquíferos Porosos

Produtividade Alta

- SAPr Parecis
- SAFRi Fumas-Rio Ivaí

Produtividade Moderada a Alta

- SAG Guarani

Produtividade Moderada

- SAAq Aquidauana

Produtividade Baixa a Moderada

- SABC Bauru-Caiuá

Produtividade Baixa

- SAAP Alto Paraguai
- SACH Cachoeirinha
- SACb Coimbra

Produtividade Muito Baixa

- SAPG Ponta Grossa

Produtividade Variável

- SAPn Pantanal

Unidade pouco produtiva ou não aquífera

- API Palermo
- APD Passa Dois

Aquíferos Fraturados

Produtividade Moderada a Alta

- SASG Serra Geral

Produtividade Muito Baixa

- SAFCS Fraturado Centro-Sul

Aquíferos Cársticos

Produtividade Variável

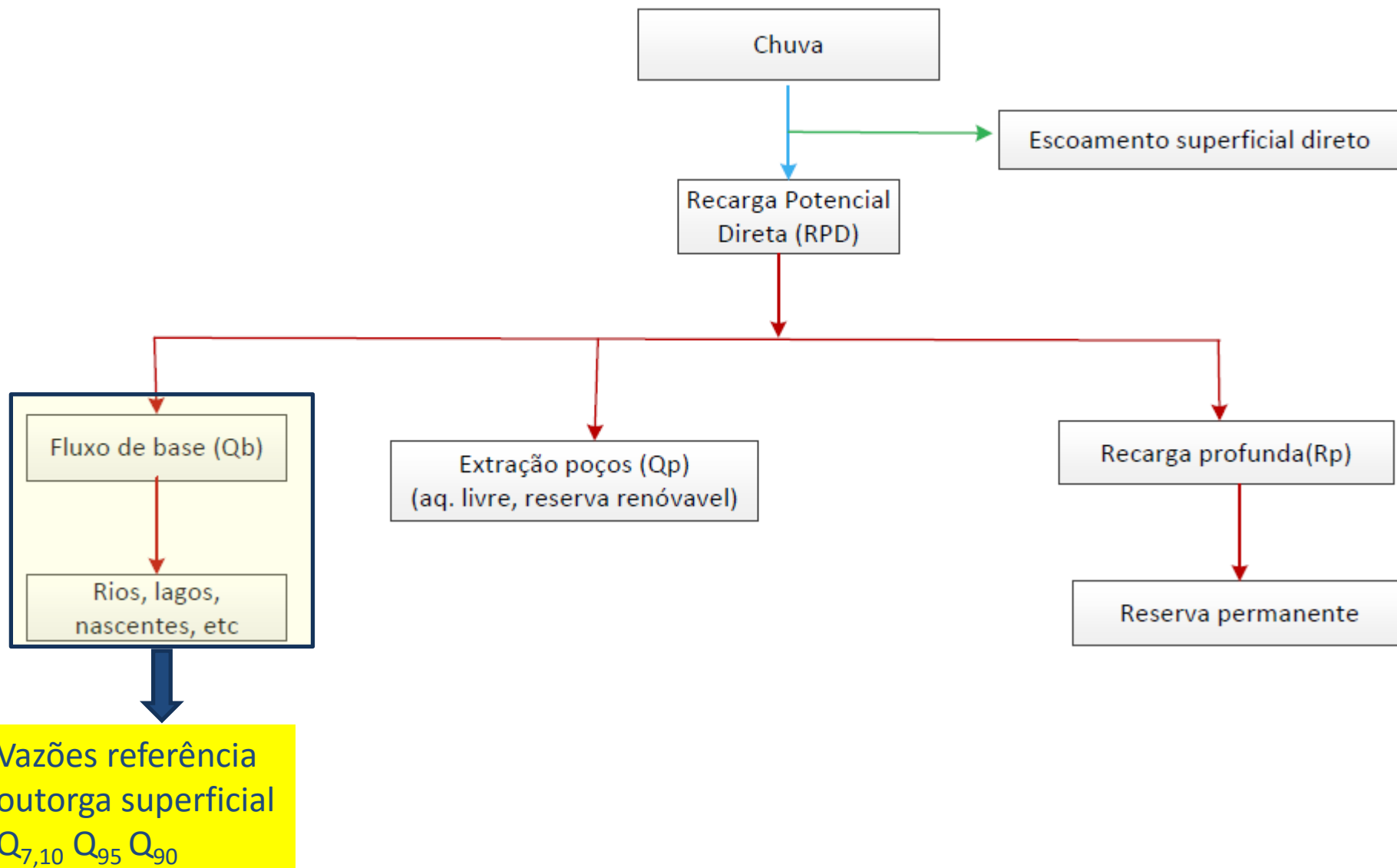
- SAC Corumbá
- SAAr Araras

ESTIMATIVAS DE RESERVAS PERMANENTES DE AQUÍFEROS DA BACIA DO RIO PARAGUAI

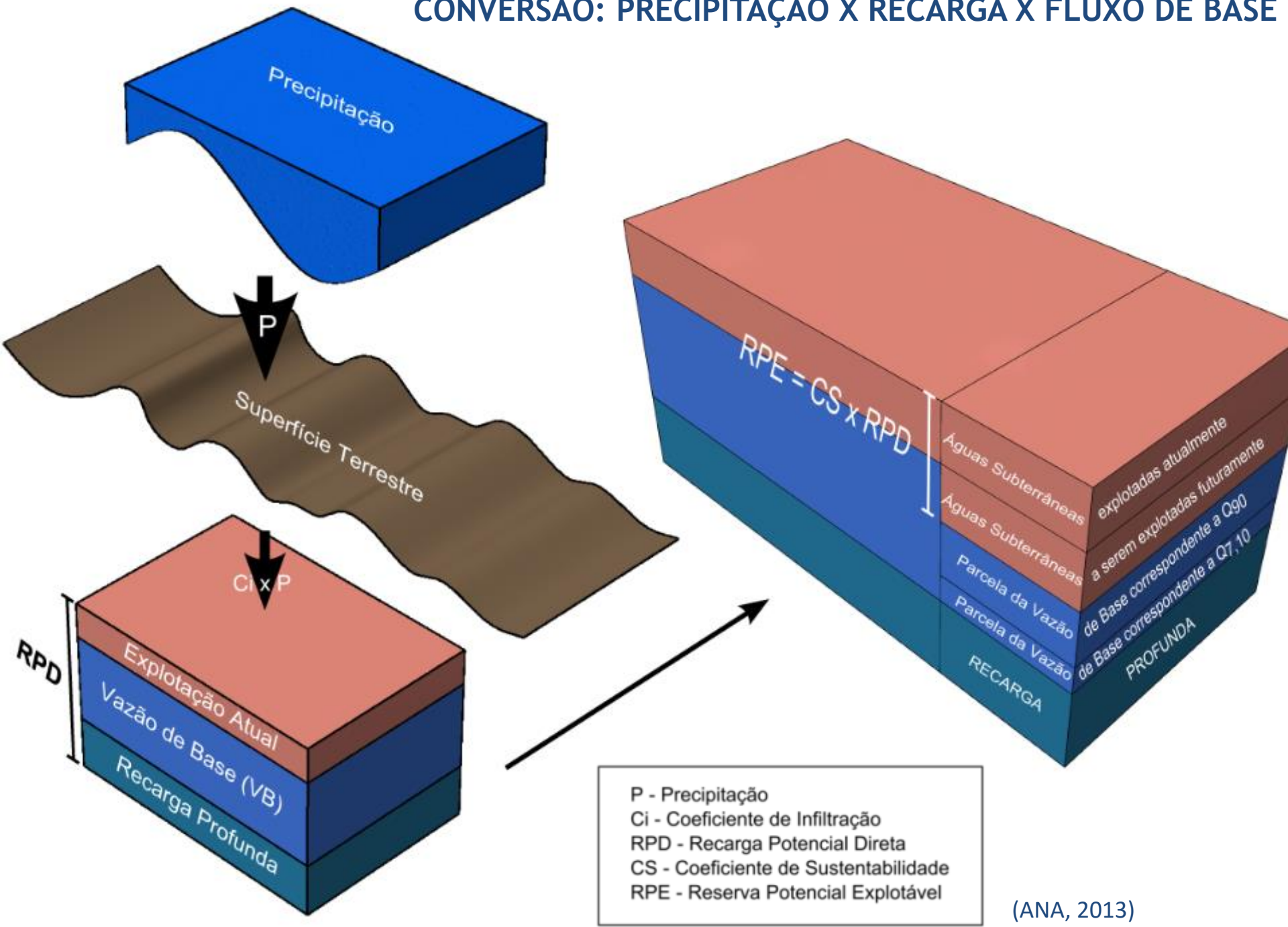
Sistema Aquífero	Área (Km ²)	ne	b	Rp (m ³ /s)	Ref. Bibliogr.
Pantanal (SAPt)	162.199,57	0,09	225	104.152,12	MMA/SRH (2007) e Ussami et al. (1999) Apud Assine (2003).
Guarani (SAG)	29.422,90	0,15	250	34.987,28	MMA/SRH 2007 e ANA (2003)
Bauru-Caiuá (SABC)	14.841,67	0,1	200	9.412,53	MMA/SRH (2007) e ANA (2003)
Parecis (SAPr)	12.365,61	0,15	150	8.822,49	MMA/SRH (2007), CPRM (1974) e ANA (2013)
Alto Paraguai (SAAP)	10.100,39	0,06	150	2.882,53	MMA/SRH (2007)
Furnas-Rio Ivaí (SAFRI)	11.315,08	0,1	200	7.175,98	MMA/SRH (2007) e (2006)
Cachoeirinha (SACH)	6.770,93	0,08	30	515,29	MMA/SRH (2007) e CPRM (1972)

(ne-porosidade efetiva; b-espessura saturada; Rp- reserva permanente)

DIAGRAMA DE BLOCOS ESQUEMÁTICO DA CONVERSÃO CHUVA X RECARGA X ESCOAMENTO



CONVERSÃO: PRECIPITAÇÃO X RECARGA X FLUXO DE BASE

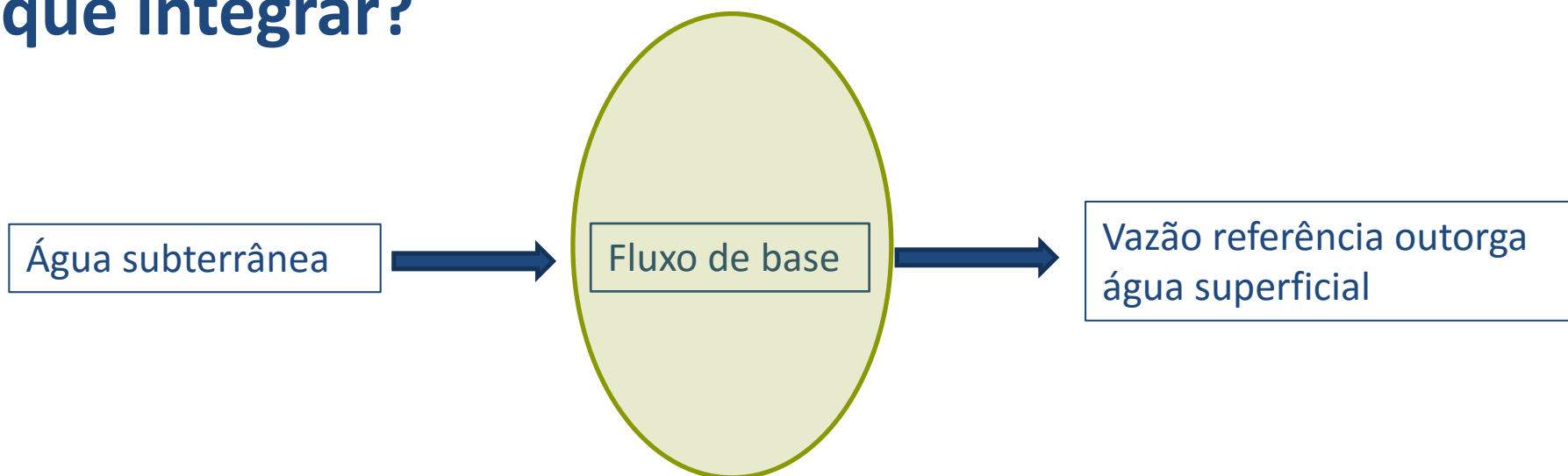


ESTIMATIVA DE DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA RENOVÁVEL

CONCEITOS

- **Recarga Potencial Direta (RPD)** - Corresponde à parcela da precipitação pluviométrica média anual que infiltra e efetivamente chega aos aquíferos livres, onde parte irá alimentar o escoamento de base dos rios.
- **Coeficiente de Sustentabilidade (Cs)** - É um percentual máximo recomendado para se explorar da Recarga Potencial Direta (RPD), com vistas a evitar efeitos adversos nos aquíferos e redução significativa das vazões de base dos rios a eles interconectados. Valores sugeridos, conforme conhecimento evolua. A relação Q_{90}/Q_{50} é bom indicador para estabelecer o Cs.
- **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.

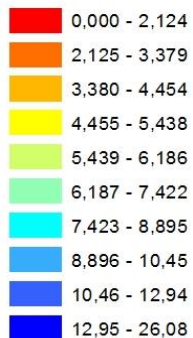
O que integrar?



**integração entre as componentes
subterrânea e superficial**

Recarga Potencial Subterrânea na Bacia do Paraguai

RPD Específica (L/s/Km²)

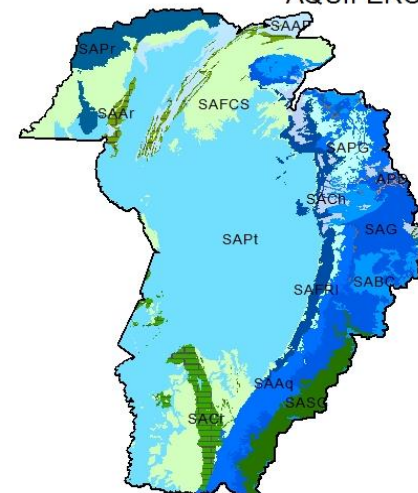


Limite Estadual

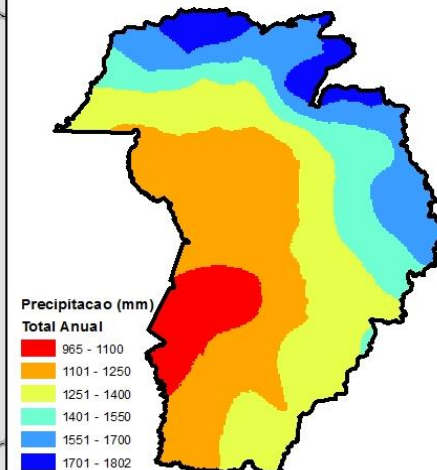
AQUÍFERO	RPD (m ³ /s)
Alto Paraguai - SAAP	34,7205
Aquidauana - SAAq	231,8443
Araras - SAAr	25,4130
Bauru-Caiuá - SABC	146,9392
Cachoeirinha - SACH	101,0492
Coimbra - SACb	-
Corumbá - SACr	36,4751
Faturado Centro-Sul - SAFCS	72,8639
Fumas-Rio Ivaí - SAFRI	101,8274
Guarani - SAG	305,5072
Palermo - Apl	0,7656
Pantanal - SAPt	942,6723
Parecis - SAPr	152,6871
Passa Dois - APD	0,8099
Ponta Grossa - SAPG	27,0461
Serra Geral - SASG	70,0946

RPD - Recarga Potencial Direta

AQUÍFEROS



CHUVA ANUAL MÉDIA



Estimativas de RPD, RPE e Cs para os sistemas aquíferos da Bacia do Rio Paraguai.

Unidade Hidrogeológica	Área aflorante (Km ²)	CS	CI (%)	RPD (m ³ /s)	RPD _{esp} (l/s/Km ²)	RPE (m ³ /s)	RPE _{esp} (l/s/Km ²)
Parecis	12.365,61	0,20	0,24	152,69	12,35	30,54	2,47
Guarani	29.422,90	0,20	0,22	305,51	10,38	61,10	2,08
Furnas-Rio Ivaí	11.315,08	0,20	0,20	101,83	9,00	20,37	1,80
Bauru-Caiuá	14.841,67	0,20	0,20	146,94	9,90	29,39	1,98
Cachoeirinha	6.770,93	0,20	0,30	101,05	14,92	20,21	2,98
Pantanal	162.199,57	0,20	0,15	942,67	5,81	188,53	1,16
Alto Paraguai	10.100,39	0,40	0,07	34,72	3,44	13,89	1,37
Coimbra	31,74	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Palermo	378,77	0,40	0,04	0,76	2,01	0,30	0,80
Ponta Grossa	9.238,47	0,40	0,06	27,05	2,93	10,82	1,17
Aquidauana	22.639,74	0,30	0,23	231,84	10,24	69,55	3,07
Passa Dois	398,77	0,40	0,04	0,81	2,03	0,32	0,81
Serra Geral	11.808,66	0,40	0,04	70,09	5,94	28,04	2,37
Fraturado Centro-Sul	55.129,36	0,40	0,03	72,86	1,32	29,14	0,53
Corumbá	9.609,09	0,20	0,10	36,47	3,80	7,29	0,76
Araras	5.727,59	0,30	0,10	25,41	4,44	7,62	1,33
TOTAL	361.978,34	-	-	2250,7	-	517,12	-

AVALIAÇÃO DO ESCOAMENTO DE BASE DOS AQUÍFEROS POR VAZÕES MÍNIMAS - DADOS DE SAÍDA

- A relação Q_{90}/Q_{50} indica a **proporção** da **contribuição** da **água subterrânea** no **escoamento** ou o percentual do fluxo de base, sem considerar os efeitos de escala da bacia.

Ref.

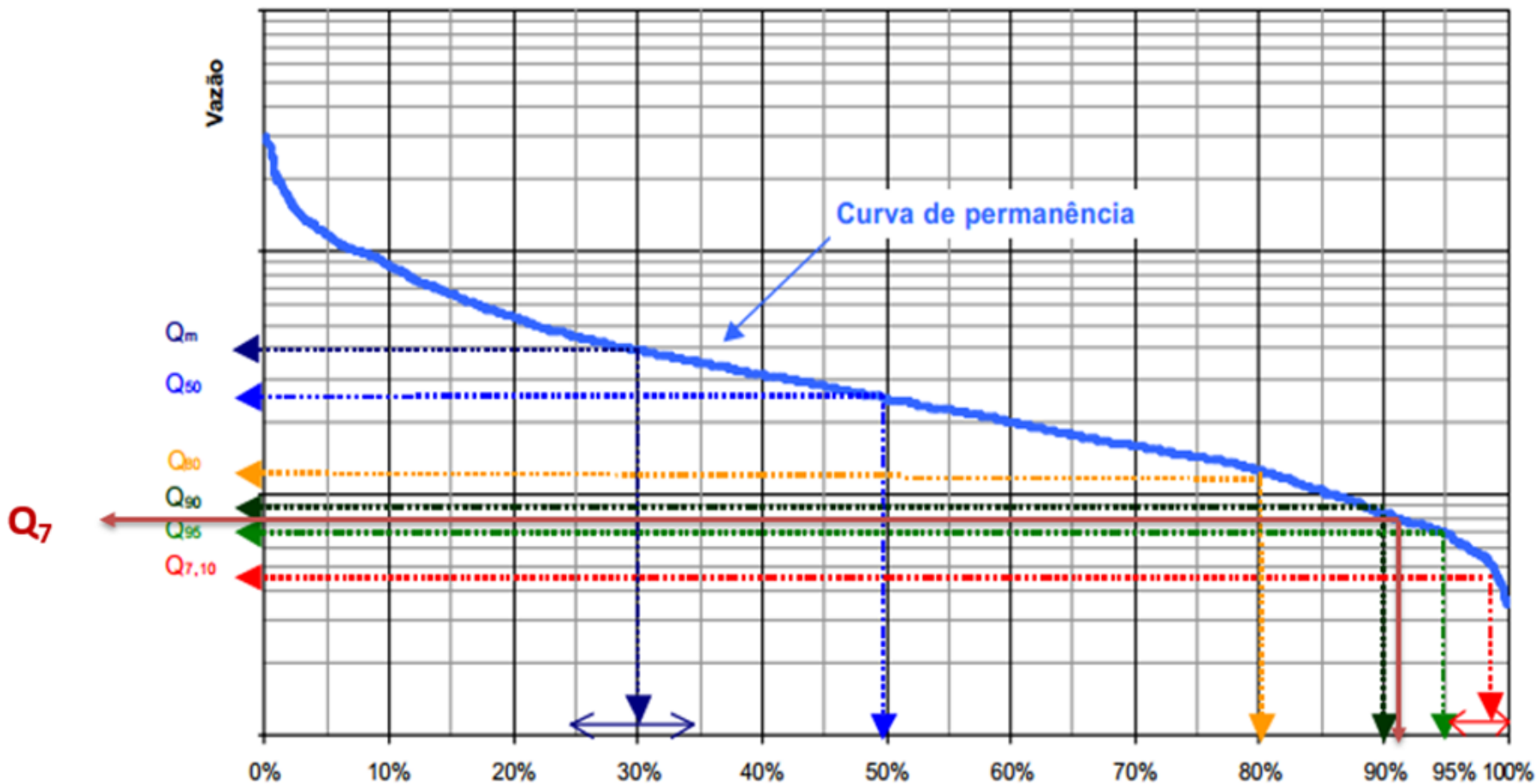
Lyne & Hollick (1979)

Smothikin (2001)

Welderufael & Woyessa (2010)

- A vazão Q_7 representa o **valor médio** da série histórica das **vazões mínimas** das **médias móveis de sete dias**, ao longo do período de dados das estações fluviométricas. Em sendo a vazão mínima das médias móveis de sete dias, considerada ano a ano, representa a contribuição subterrânea, uma vez que é medida em época de baixas vazões, ou seja, durante a estiagem, quando a vazão superficial é mantida pelo fluxo de base.
- A Q_7 representa a **contribuição do fluxo de base** ao escoamento **superficial** total.
- É calculada a partir de séries de **vazões naturais** ou **naturalizadas**.

RELAÇÃO DE VAZÕES MÍNIMAS TÍPICAS DA CURVA DE PERMANÊNCIA

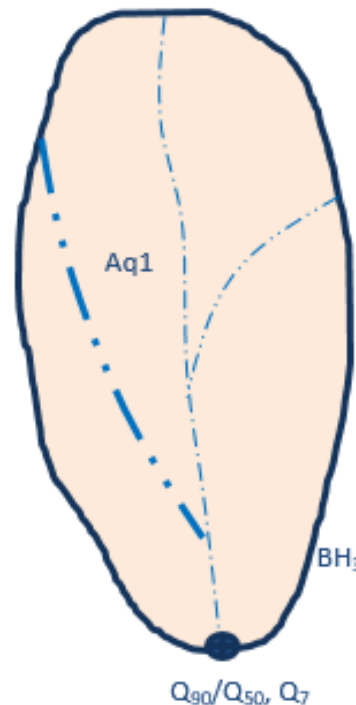
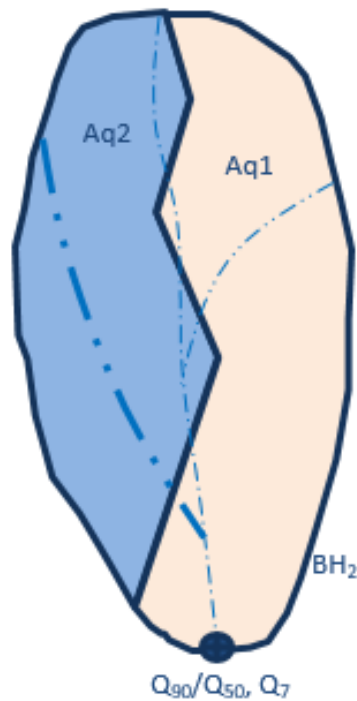
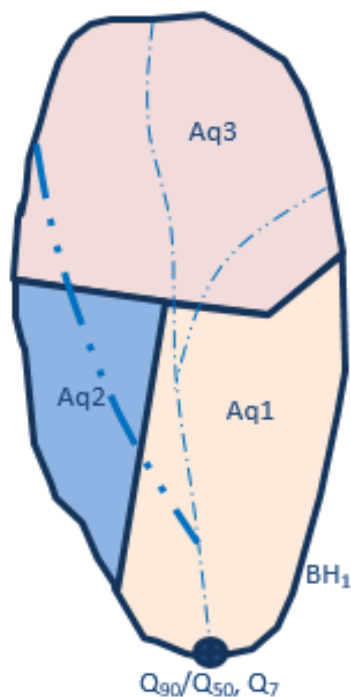


Forma da curva de permanência é função da geologia, relevo, área, solo, chuva, clima, urbanização.

ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA AVALIAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO SUBTERRÂNEA AO ESCOAMENTO SUPERFICIAL TOTAL

Estação	Anos	Área (km²)	Aquíferos (Percentual da área da Estação)
66040000	31	4176,3	SAPr (77%) SAFCS (23%)
66845000	16	9668,8	SAG (78,9%) SABC 10%) SACH (6,7%) SAAq (2,2%) SASG (1,6%) API (0,4%) APG (0,2%)
66006000	45	1602,7	SAAP (0,4%) SAPr (74%) SAFCS (25,6%)
66849000	26	7375,8	SAAq (4,6%) SABC (17%) SAG (73%) SASG (5,2%)
66520000	39	2899,9	SAAq (0,9%) SABC (11,2%) SAG (70,6%) API (0,2%) APD (13,7%) SASG (0,1%) SACH (3,4%)
66850000	15	6200,0	SABC (61,5%) SAG (38,2%) SAAq (1,5%) API (0,3%)
66162000	26	2545,5	SAAP (0,5%) SAAr (0,1%) SABC (5,7%) SAFCS (92,3%) SACH (1,3%)
66140000	31	2322,2	SAAP (96,9%) SAAr (3,1%)
66126000*	43	2269,6	SAAP (0,1%) SAPn(98,2%) SAFCS (1,7%)
66440000	12	2182,0	SAPG (64,3%) SAAq (22,6%) SABC (2,4%) SAG (2,7%) SAFRI (2,6%) API (1,9%) SACH (4,8%)
66171500	13	1357,2	SABC (60,2%) SAG (19,5%) SACH (20,3%)
66008000	27	1310,7	SAAP (79%) SAAr (14,4%) SAFCS (2,6%) SAPn (4%)
67025000	40	938,2	SAC (8,9%) SAPn (6,4%) SAFCS (84,7%)
66390000	44	852,7	SACH (75%) SAFRI (21,6%) SAPG (3,3%)
66005000	48	657,9	SAAP (95,4%) SAPr (4,6%)
66865000	9	497,7	SAAq (68,1%) SAPG (5,7%) SAG (26,1%) SAFRI (0,1%)
66888200	7	408,5	SAAq (9,7%) SAFRI (72%) SAPG (18,2%)

Estimativas de fluxo de base



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

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

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

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

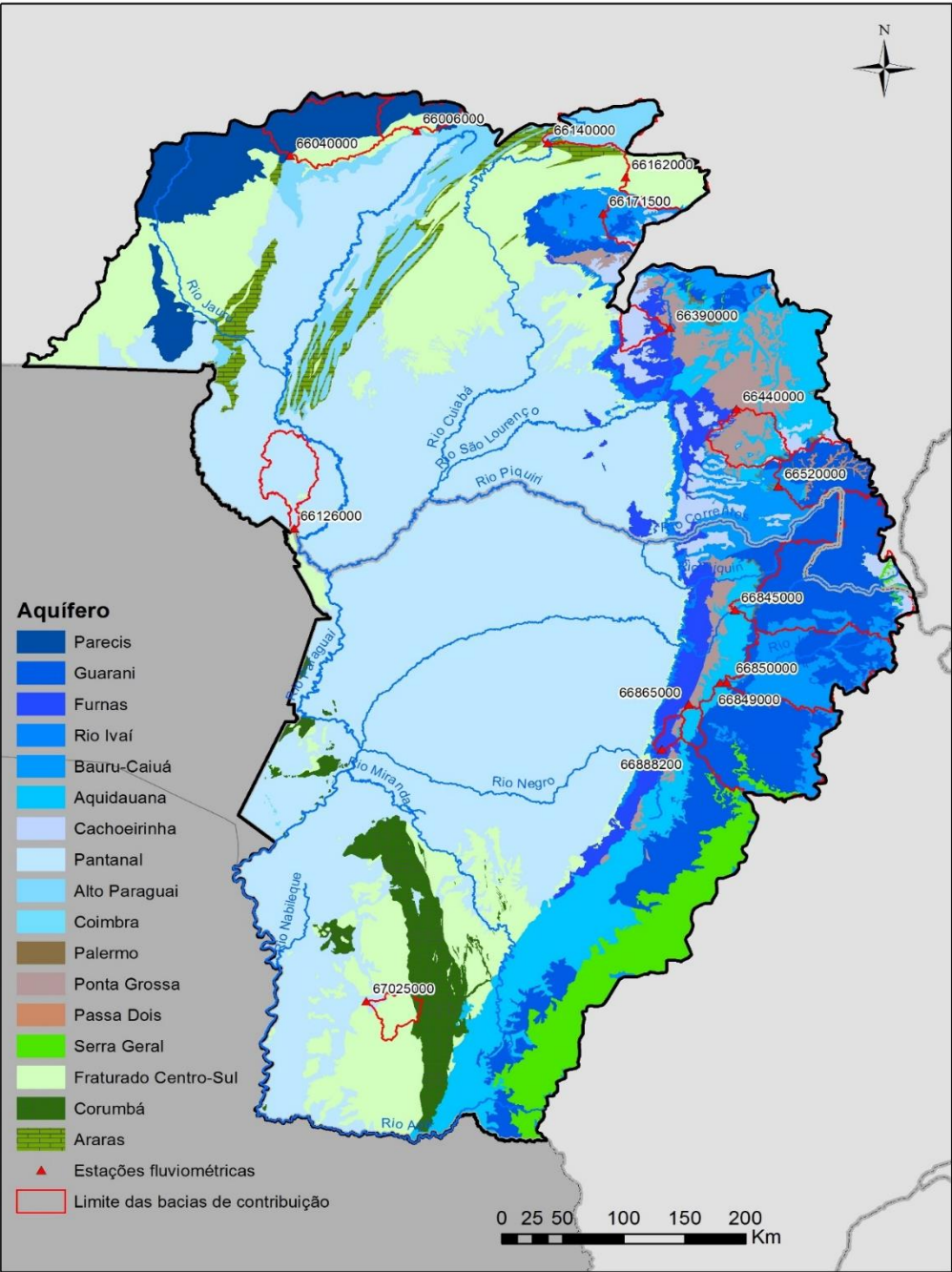
K1 = condutividade hidráulica do aquífero 1

ne1= porosidade eficaz do aquífero 1

dec1 =declividade da área aflorante do aquífero 1

● Estação fluviométrica
- - - Drenagem

MAPA DAS ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS SELECIONADAS PARA ANÁLISE ESCOAMENTO DE BASE



VAZÕES DE REFERÊNCIA E RELAÇÕES ENTRE VAZÕES, UTILIZADAS NA AVALIAÇÃO DA INTERAÇÃO ÁGUA SUBTERRÂNEA X SUPERFICIAL

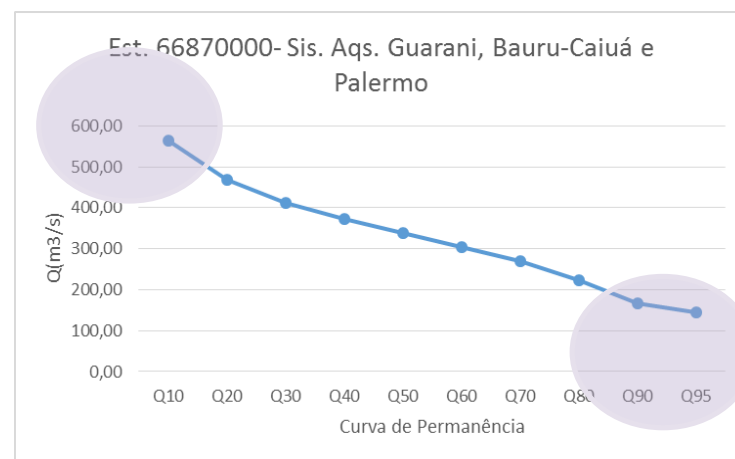
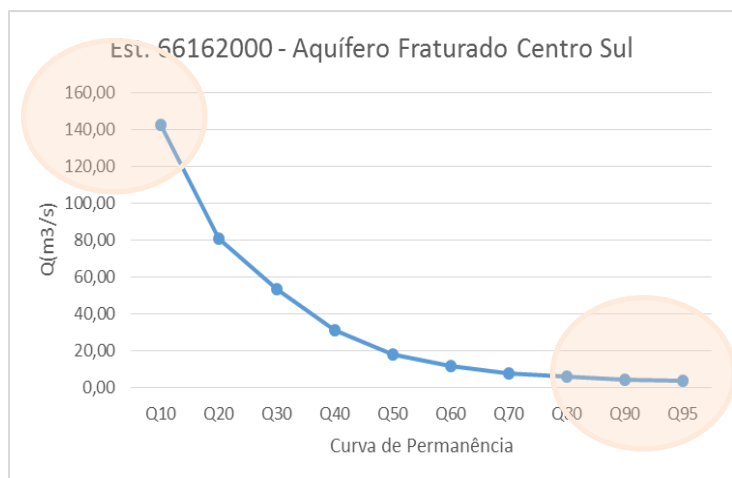
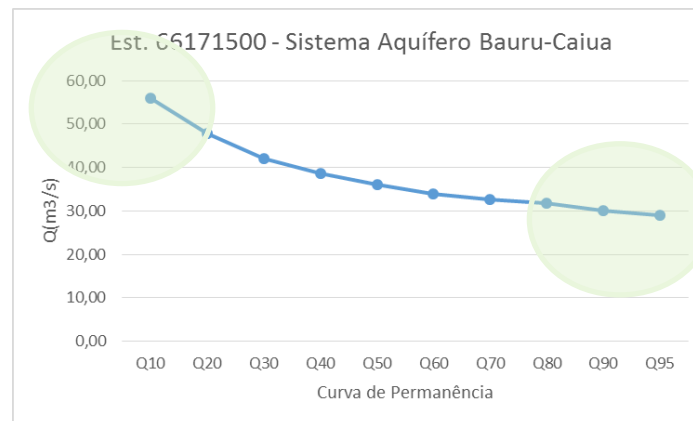
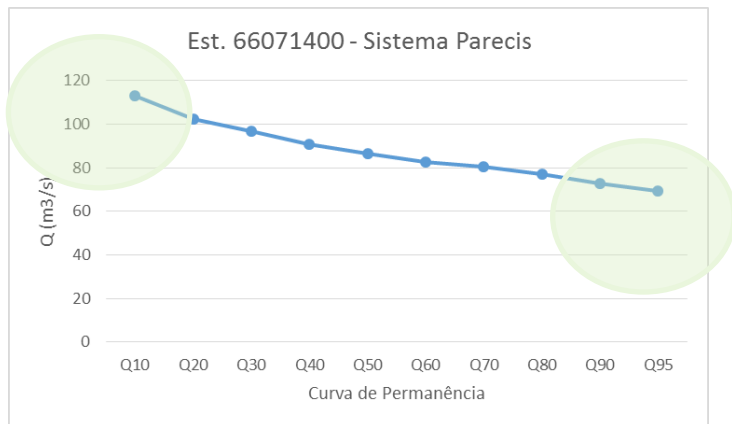
Estação	Aquíferos (%)	Q _{mlt}	Q ₇	Q ₉₅	Q ₉₀	Q ₅₀	Q _{7,10}	Q ₉₀ / Q ₅₀	Vol 1 m³/s	Vol 2 m³/s	Rel 1	Rel 2	Q ₇ /Q _{mlt}	Q _{7,10} / Q ₇	Q ₇ / Q ₉₅	Q ₇ /Q ₉₀	q _{7esp} l/s/k m²	q _{90 esp} l/s/k m²
66005000	SAAP (95,4)	11,67	3,89	1,70	2,36	7,35	0,95	0,32	2,36	3,75	1,65	1,04	0,33	0,24	2,29	1,65	5,91	3,59
66140000	SAAP (96,9)	63,19	6,42	6,25	7,30	24,60	-	0,30	7,30	18,75	0,88	0,34	0,10	ND	1,03	0,88	2,76	3,14
66008000	SAAP (79), SAAr (14,4)	22,85	2,64	1,94	2,74	8,90	1,31	0,31	2,74	7,04	0,96	0,38	0,12	0,50	1,36	0,96	2,02	2,09
66006000	SAPr (74) , SAFCS (25,6)	38,08	12,15	9,54	12,00	28,10	5,42	0,43	12,00	16,26	1,01	0,75	0,32	0,45	1,27	1,01	7,59	7,50
66040000	SAPr (77) , SAFCS (23)	114,38	58,40	61,00	65,48	103,26	53,24	0,63	65,48	72,54	0,89	0,81	0,51	0,91	0,96	0,89	13,98	15,68
66520000	SAG (70,6) , APD (13,7), SABC (11,2)	60,96	29,69	27,99	30,31	49,78	23,20	0,61	30,31	37,12	0,98	0,80	0,49	0,78	1,06	0,98	10,17	10,38
66845000	SAG (78,9) ,SABC (10), SACH (6,7)	175,00	113,94	113,00	119,72	154,81	99,78	0,77	119,72	135,34	0,95	0,84	0,65	0,88	1,01	0,95	11,71	12,30
66849000	SAG (73) ,SABC (17)	69,99	39,78	36,66	40,60	60,25	31,94	0,67	40,60	47,16	0,98	0,84	0,57	0,80	1,09	0,98	5,39	5,50
66162000	SAFCS (92,3)	54,23	3,56	3,64	4,28	17,94	2,51	0,24	4,28	12,93	0,83	0,28	0,07	0,71	0,98	0,83	1,38	1,66
67025000	SAFCS (84,7), SAC (8,9), SAPn (6,4)	10,41	0,42	0,26	0,40	2,15	-	0,19	0,40	1,93	1,06	0,22	0,04	ND	1,62	1,06	0,45	0,42
66171500	SABC (60,2) ,SAG (19,5), SACH(20,3)	41,08	29,27	29,09	29,97	36,08	26,96	0,83	29,97	34,13	0,98	0,86	0,71	0,92	1,01	0,98	21,41	21,93
66850000	SABC (61,5) ,SAG (38,2)	67,15	37,84	25,57	32,45	59,91	21,47	0,54	32,45	36,38	1,17	1,04	0,56	0,57	1,48	1,17	5,99	5,14
66390000	SACH (75) ,SAFRI (21)	16,07	10,88	10,30	11,02	14,60	9,15	0,75	11,02	12,13	0,99	0,90	0,68	0,84	1,06	0,99	12,75	12,92
66865000	SAAq (68,1) , SAG (26,1)	6,07	3,96	3,27	3,46	4,53	3,23	0,76	3,46	4,64	1,14	0,85	0,65	0,82	1,21	1,14	7,95	6,94
66888200	SAFRI (72), SAPG(18,3)	5,38	2,57	2,57	2,81	4,43	2,07	0,63	2,81	3,41	0,92	0,75	0,48	0,80	1,00	0,92	6,29	6,87
66440000	SAPG (64,3) ,SAAq (22,6)	30,14	5,92	3,78	4,40	13,03	2,26	0,34	4,40	10,17	1,35	0,58	0,20	0,38	1,57	1,35	2,72	2,02

(Vol 1 - relação Q₉₀/Q₅₀ * Q₅₀ - Vol 2 - relação Q₉₀/Q₅₀ * Q_{mlt} -Rel 1 - relação Q₇/Vol 1 -Rel 2 - relação Q₇/Vol 2)

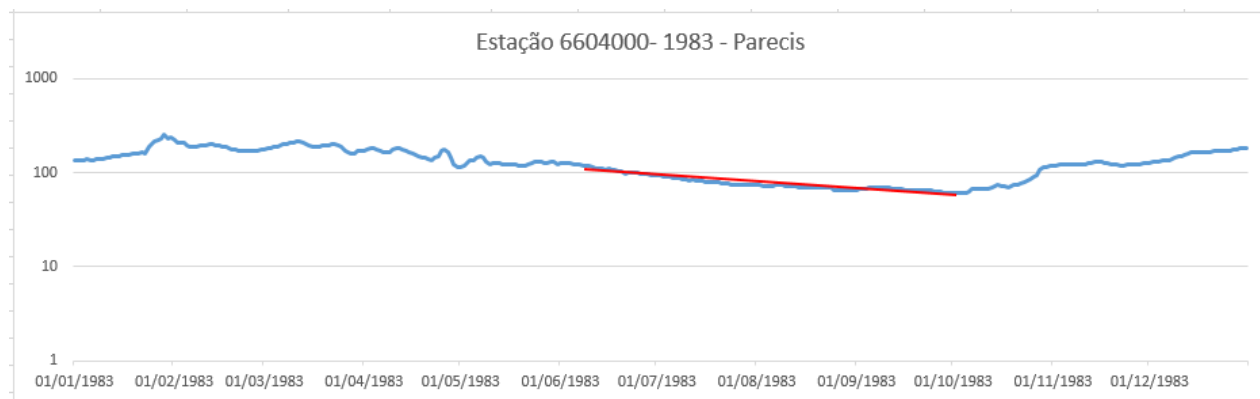
VALORES MÉDIOS DE RELAÇÕES ENTRE VAZÕES CARACTERÍSTICAS PARA ÁREAS AFLORANTES DE SISTEMAS AQUÍFEROS LIVRES

Aquífero	Cs	Q_{90}/Q_{50}	$Q_{7,10}/Q_7$	Q_7/Q_{95}	Q_7/Q_{90}	Q_7/Q_{mlt}	q_{7esp} (l/s/km ²)	$q_{90 esp}$ (l/s/km ²)
Alto Paraguai	0,40	0,30	0,41	1,32	1,03	0,14	3,56	2,94
Parecis	0,20	0,58	0,78	1,04	0,93	0,46	10,79	11,59
Guarani	0,20	0,72	0,84	1,04	0,97	0,60	9,09	9,40
Fraturado Centro-Sul	0,40	0,23	0,70	1,14	0,89	0,06	0,91	1,04
Bauru-Caiuá	0,20	0,59	0,63	1,40	1,13	0,59	13,70	13,53
Cachoeirinha	0,20	0,75	0,84	1,06	0,99	0,68	12,75	12,92
Aquidauana	0,30	0,76	0,82	1,21	1,14	0,65	7,95	6,94
Furnas-Rio Ivaí	0,20	0,63	0,80	1,00	0,92	0,48	6,29	6,87
Ponta Grossa	0,40	0,34	0,38	1,57	1,35	0,20	2,72	2,02

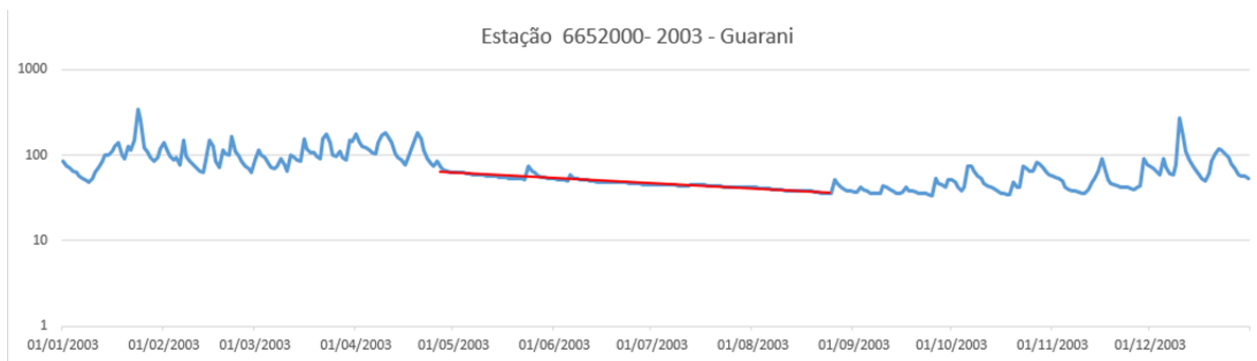
COMPORTAMENTO DA CURVA DE PERMANÊNCIA PARA ALGUNS AQUÍFEROS



CURVA DE RECESSÃO EM ALGUNS AQUÍFEROS

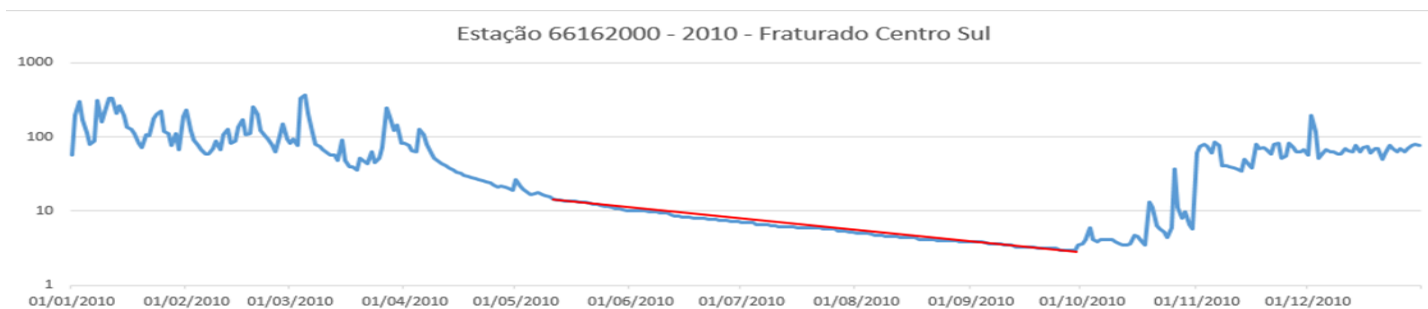


Curva de recessão de contribuição do Sistema Aquífero Parecis (restituição de 27% da precipitação)

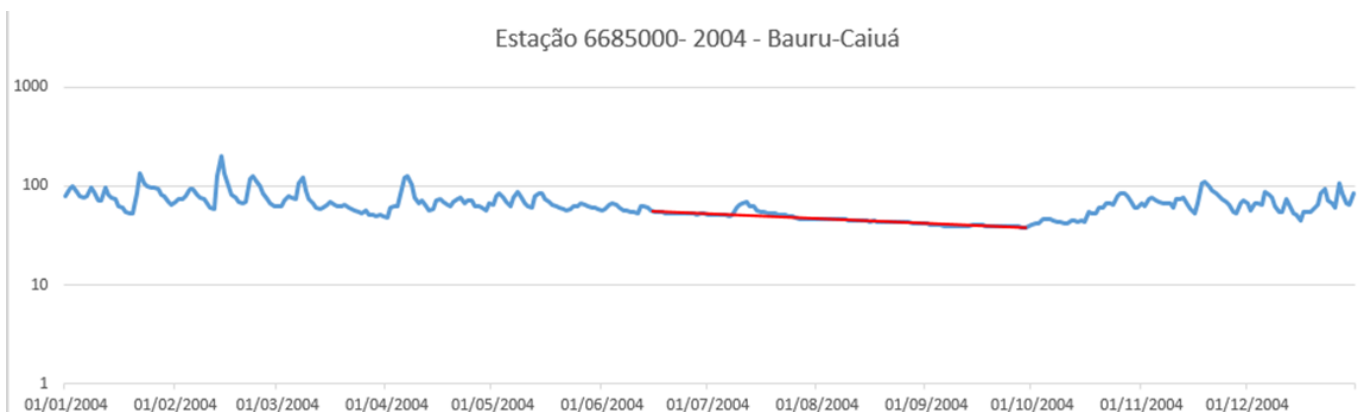


Curva de recessão de contribuição do Sistema Aquífero Guarani (restituição de 19% da precipitação)

CURVA DE RECESSÃO EM ALGUNS AQUÍFEROS



Curva de recessão com contribuição do Sistema Aquífero Fraturado Centro-Sul (restituição de 2,9%)



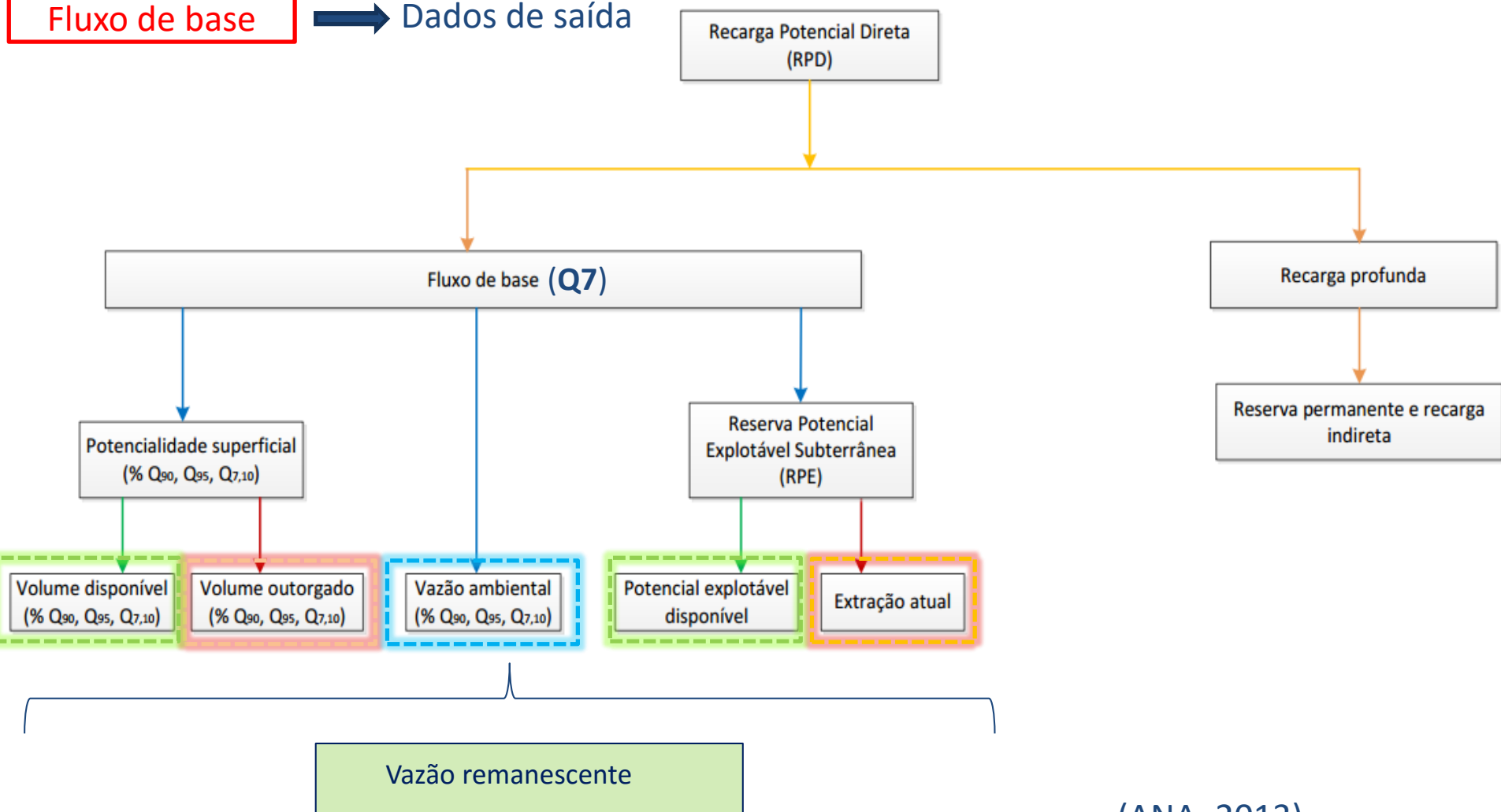
Curva de recessão com contribuição do Sistema Aquífero Bauru-Caiuá (restituição de 14%).

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

➡ Dados de entrada

Fluxo de base

➡ Dados de saída



DISTRIBUIÇÃO ESTATÍSTICA PARA AS RELAÇÕES ENTRE A VAZÃO Q_7 COM VAZÕES CARACTERÍSTICAS

Parâmetros estatísticos (N=16 estações)	$Q_{7,10}/Q_7$	Q_7/Q_{90}	Q_7/Q_{95}	Q_7/Q_{mlt}
Média	0,69	1,05	1,25	0,40
Mediana	0,80	0,98	1,07	0,48
Desvio Padrão	0,17	0,20	0,34	0,23
Variância	0,03	0,04	0,12	0,06
Máximo	0,92	1,65	2,29	0,71
Mínimo	0,38	0,83	0,96	0,04

BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO GLOBAL DA BACIA DO RIO PARAGUAI NO MATO GROSSO DO SUL

UPG (MS)	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	Q ₉₅ m³/s	q ₉₅ esp. l/s/km²	Vol.A ⁽¹⁾ m³/s	Vol.B ⁽²⁾ m³/s	Vol.C ⁽³⁾ m³/s	Vol.D ⁽⁴⁾ m³/s	Vol.E ⁽⁵⁾ m³/s
II-1. Correntes	Aquidauana	753,62	0,30	0,23	8,39	11,14	2,52	3,34	5,99	7,95	4,94	6,56	27,17	0,231	4,121	16,119	23,05
	Bauru-Caiuá	866,43	0,20	0,20	8,36	9,65	1,67	1,93	7,52	8,68	6,12	7,06					
	Cachoeirinha	539,27	0,20	0,30	7,58	14,06	1,52	2,81	6,88	12,75	6,51	12,08					
	Furnas-Rio Ivaí	314,53	0,20	0,20	9,99	31,75	2,00	6,35	1,98	6,29	1,98	6,28					
	Guarani	824,69	0,20	0,22	19,04	23,09	3,81	4,62	7,63	9,25	7,40	8,97					
	Palermo	1.720,25	0,40	0,04	0,10	0,06	0,04	0,02	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	49,93	0,20	0,15	20,79	416,42	4,16	83,28	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Ponta Grossa	3.201,69	0,40	0,06	1,53	0,48	0,61	0,19	8,71	2,72	5,57	1,74					
	Fraturado Centro - Sul	536,40	0,40	0,03	0,07	0,13	0,03	0,05	0,62	1,15	0,61	1,13					
	TOTAIS	8.806,80	-	-	75,85	-	16,35	-	39,32	-	33,12	-	27,17	0,231	4,121	16,119	23,05

.....

	TOTAIS GERAIS	187.275,64			1.146,05		263,51		448,53		403,73		324,08	3,008	15,62	260,499	308,46
--	----------------------	-------------------	--	--	-----------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--	---------------	--------------	--------------	----------------	---------------

(1) Vol. A = Q₇ - RPE. Potencialidade superficial, referente somente os aquíferos com dados disponíveis de Q₇.

(2) Vol. B = volume outorgado de água subterrânea entre 2011-2014, considera a vazão nominal do poço.

(3) Vol. C = volume outorgado de água superficial entre 2007-2014.

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

(5) Vol E = (A) - (C), volume disponível de água superficial, inclui os valores de vazão ecológica.

BALANÇO HÍDRICO INTEGRADO GLOBAL DA BACIA DO RIO PARAGUAI NO MATO GROSSO

UPG (MT)	Unidades hidrogeológicas	Área aflorante (Km ²)	CS	CI (%)	RPD m ³ /s	RPD esp. l/s/km ²	RPE (m ³ /s)	RPE esp. l/s/km ²	Q ₇ m ³ /s	q ₇ esp. l/s/km ²	Q ₉₅ m ³ /s	q ₉₅ esp. l/s/km ²	Vol.A ⁽¹⁾ m ³ /s	Vol.B ⁽²⁾ m ³ /s	Vol.C ⁽³⁾ m ³ /s	Vol.D ⁽⁴⁾ m ³ /s	Vol.E ⁽⁵⁾ m ³ /s
P1- Jaurú	Alto Paraguai	357,02	0,40	0,07	0,99	2,78	0,40	1,11	1,10	3,07	0,84	2,35					
	Araras	1.893,50	0,30	0,10	7,73	4,08	2,32	1,23	ND	ND	ND	ND					
	Pantanal	3.516,17	0,20	0,15	21,33	6,07	4,27	1,21	NA*	NA*	NA*	NA*					
	Fraturado Centro - Sul	6.282,07	0,40	0,03	8,29	1,32	3,32	0,53	7,22	1,15	7,09	1,13					
	Parecis	3.366,46	0,20	0,24	38,45	11,42	7,69	2,28	41,10	12,21	41,10	12,21					
	TOTAIS	15.415,22	-	-	76,80	-	17,99	-	49,42	-	49,03	-	38,02	0,042	1,984	11,362	36,04

TOTAIS GERAIS	174.099,59			1.110,07		254,70		550,58		510,03		388,33	1,285	19,138	160,966	369,19
---------------	------------	--	--	----------	--	--------	--	--------	--	--------	--	--------	-------	--------	---------	--------

(1) Vol. A = Q₇ - RPE. Potencialidade superficial, referente somente os aquíferos com dados disponíveis de Q₇.

(2) Vol. B = volume outorgado de água subterrânea entre 2011-2014, considera a vazão nominal do poço.

(3) Vol. C = volume outorgado de água superficial entre 2007-2014.

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

(5) Vol E = (A) - (C), volume disponível de água superficial, inclui os valores de vazão ecológica.

COMENTÁRIOS

- As metodologias utilizadas para a estimativa do fluxo de base nas diversas estações fluviométricas da bacia, considerando a **contribuição exclusiva ou majoritária** de um **único aquífero livre**, mostram **valores e comportamento** de curvas de permanência e de recessão **coerentes** entre si para cada aquífero.
- O Sistema Aquífero Aquidauana (SAAq) é o de **maior capacidade de regularização**, ou seja, o que gera a maior contribuição de fluxo de base ao escoamento superficial, de 76% na estação avaliada.
- O volume “**comum**” entre os meios subterrâneo e superficial é a **porção da reserva renovável** expressa pelo **fluxo de base**, adotada neste trabalho como a **vazão mínima Q_7** , portanto, é o volume alvo para gestão integrada de águas subterrâneas e superficiais. (aquíferos livres e extrações na reserva renovável).
- As **potencialidades** devem ser **maiores** uma vez que o balanço (Q_7 - RPE) foi calculado apenas para os aquíferos com **dados hidrológicos**.
- As unidades hidrogeológicas APl, SAPn, SACb, SASG, SAC, SAAr e APD **não tiveram seus aportes estimados** para a potencialidade **superficial** (não existência de estações ou estações com dados pouco representativos).

- O **balanço** entre potencialidade e retiradas em todas as UGHs é **positivo**, bem como os saldos disponíveis de águas superficiais e subterrâneas.
- Os dados de retirada, em ambos os Estados, especialmente de águas subterrâneas **não reflete a realidade**, com extrações certamente **superiores** às estimativas elaboradas. No Mato Grosso do Sul, possivelmente também a retirada de água superficial também deve ser bastante superior aos dados disponíveis uma vez que a outorga também é relativamente recente.

RECOMENDAÇÕES

- O presente diagnóstico deverá ser **ampliado e detalhado**, em especial pela **ausência de estações fluviométricas** cobrindo vários aquíferos e a melhoria na representatividade das atuais, com melhor distribuição das estações.
- Estudos com vistas à **regionalização** de vazões poderão vir a preencher lacunas de dados hidrológicos para os cálculos de vazões mínimas e de permanência de forma a ampliar a representatividade areal dos aquíferos, bem como gerar dados para os aquíferos que não foram analisados pela ausência de estações fluviométricas ou com dados não representativos.
- Para o futuro, as novas **estações fluviométricas** devem ser **locadas** considerando a área, **preferencialmente**, de um **único aquífero aflorante**, de maneira que os dados de vazões reflitam a capacidade de armazenamento de apenas um aquífero.
- A qualidade do balanço hídrico também evoluirá à medida seja ampliado a base dos **dados de extração de águas subterrâneas** e que estas **referenciem** claramente qual (i) o **aquífero explorado**, não somente em qual unidade o poço está locado em superfície; (ii) o **volume outorgado**; e (iii) o **regime de bombeamento**.
- A escolha do **CS** é ponto **crítico** na **gestão integrada** de águas subterrâneas e superficiais uma vez que é o indicador das parcelas exploráveis provenientes das reservas renováveis. O estabelecimento do CS necessariamente deve **considerar** como **fator chave** a **participação da vazão de base no escoamento superficial**, além de condições de circulação e ambientais específicas, sendo a relação Q_{90}/Q_{50} uma boa referência inicial.

Obrigado!

Coordenação de Águas Subterrâneas - COSUB/SIP

fernando@ana.gov.br

www.ana.gov.br