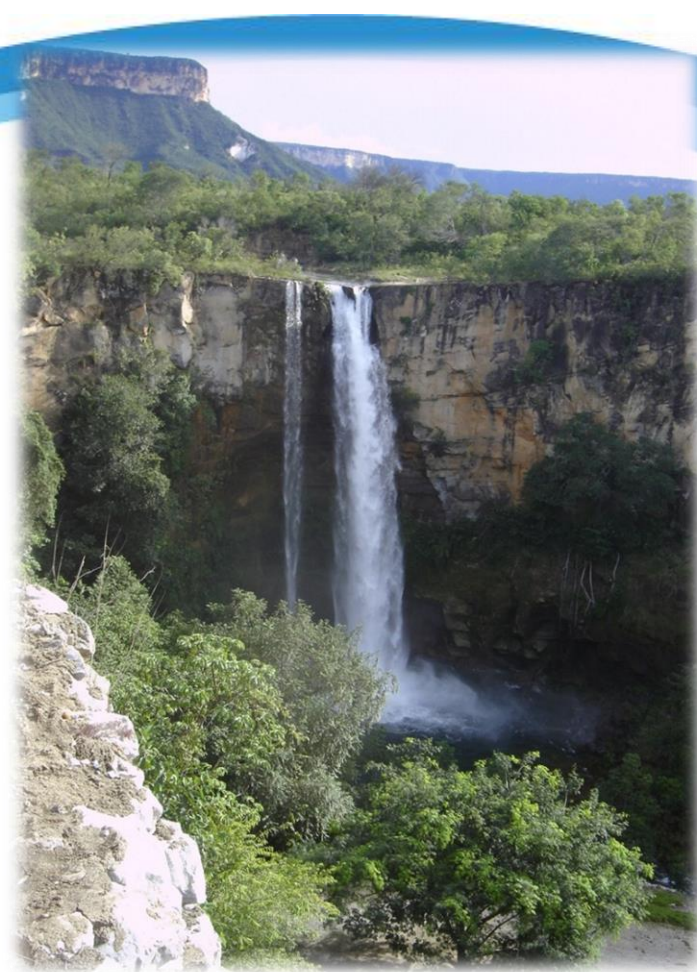


Gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos: Sistemas aquíferos Urucuia e Bambui

Fernando Roberto de Oliveira
Leonardo Almeida

Coordenação de Águas Subterrâneas SIP/ANA



**XXIX Reunião Plenária do Comitê da
Bacia Hidrográfica do rio São Francisco**

Aracaju, SE- 19 de maio de 2016



Estrutura da Apresentação

- Introdução
 - Base Legal
 - Base Técnica
 - A Bacia do São Francisco
- Estudos Hidrogeológicos do Sistema Aquífero Urucuia
- Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Cársticos e Físsuro-Cársticos da RH São Francisco
- Comentários

Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9433/97

- ❑ Art. 2. Inc II. **Objetivos**... a utilização racional e integrada dos recursos hídricos ... com vistas ao desenvolvimento sustentável;
- ❑ Art. 3. Inc I. **Diretrizes** gerais de ação...”Gestão sistêmica dos recursos hídricos.
- ❑ Art. 4. A União articular-se-á com os Estados tendo em vista o gerenciamento dos recursos hídricos de interesse comum.
- ❑ Bacia hidrográfica é a unidade de gestão.

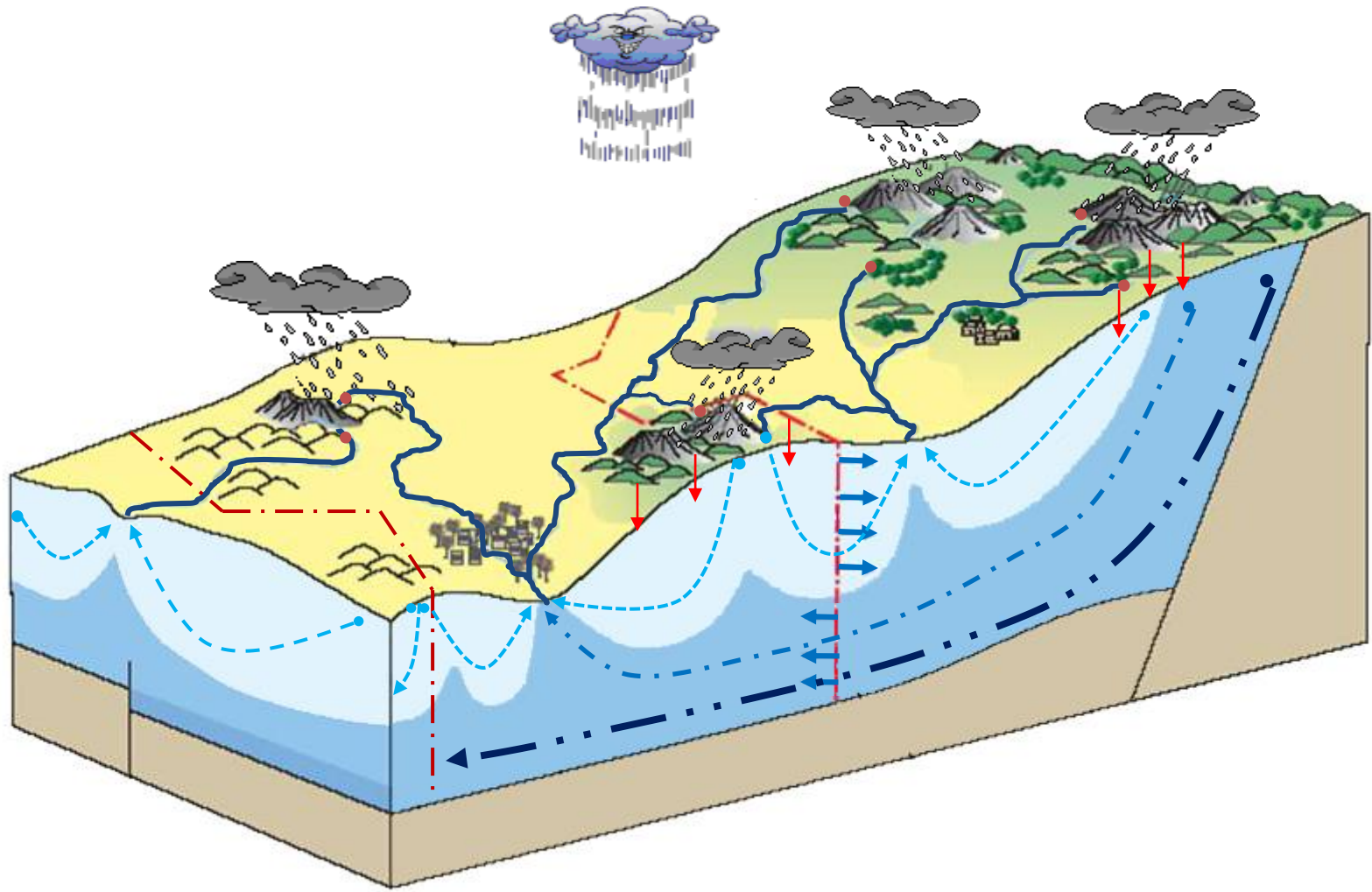
Resoluções do CNRH abordagem para a gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas

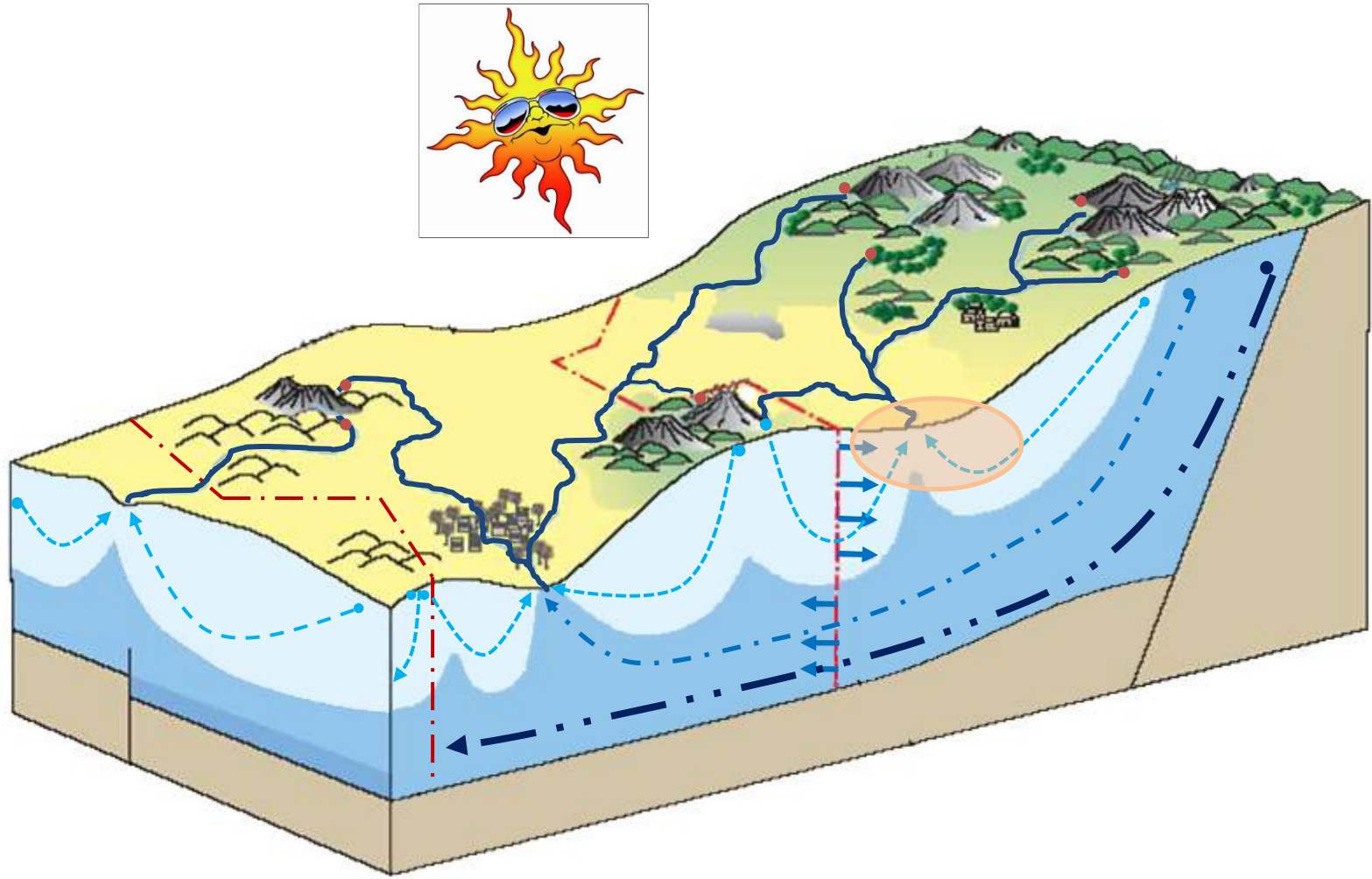
Previsão Legal para Gestão Integrada de recursos hídricos

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

POR QUE FAZER GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS?

- O ciclo hidrológico é naturalmente integrado;
- Agir proativamente de maneira a evitar futuros conflitos de disponibilidade entre usos e usuários;
- Dispor de valores de oferta hídrica mais realistas;
- Uso sustentável dos recursos hídricos, reduzindo-se a possibilidade de danos ambientais importantes (seca de cursos d'água, salinização, colapso estruturas, entre outros);
- Cumprir disposição legal.

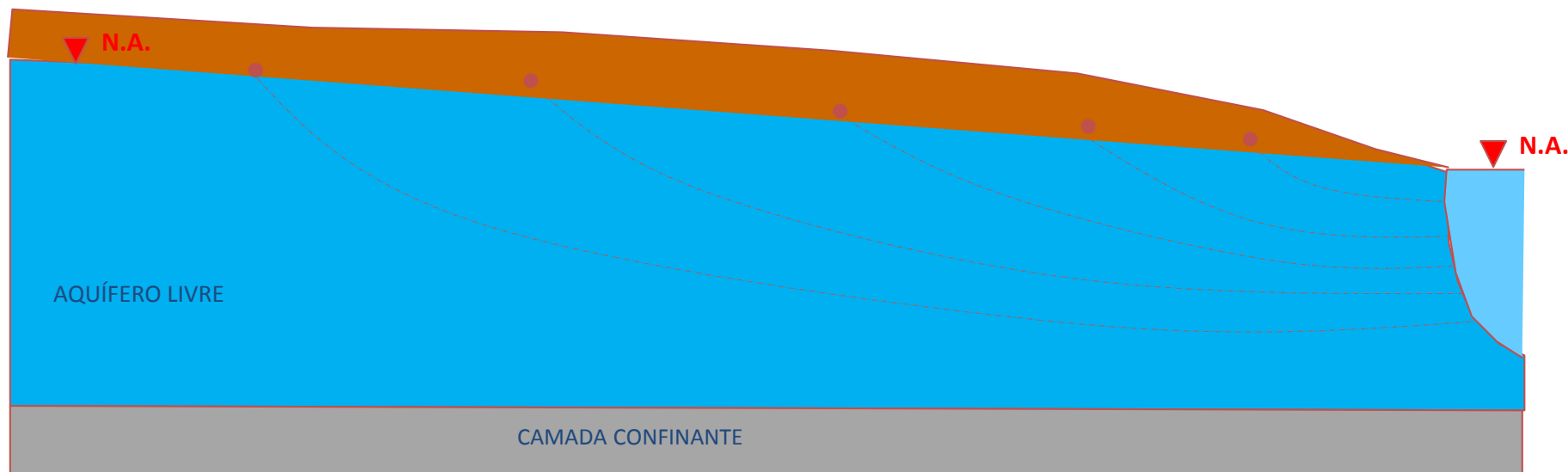




Cenário 1 (t0)

Pré-desenvolvimento da exploração de águas subterrâneas:

Recarga = Fluxo de base + recarga profunda

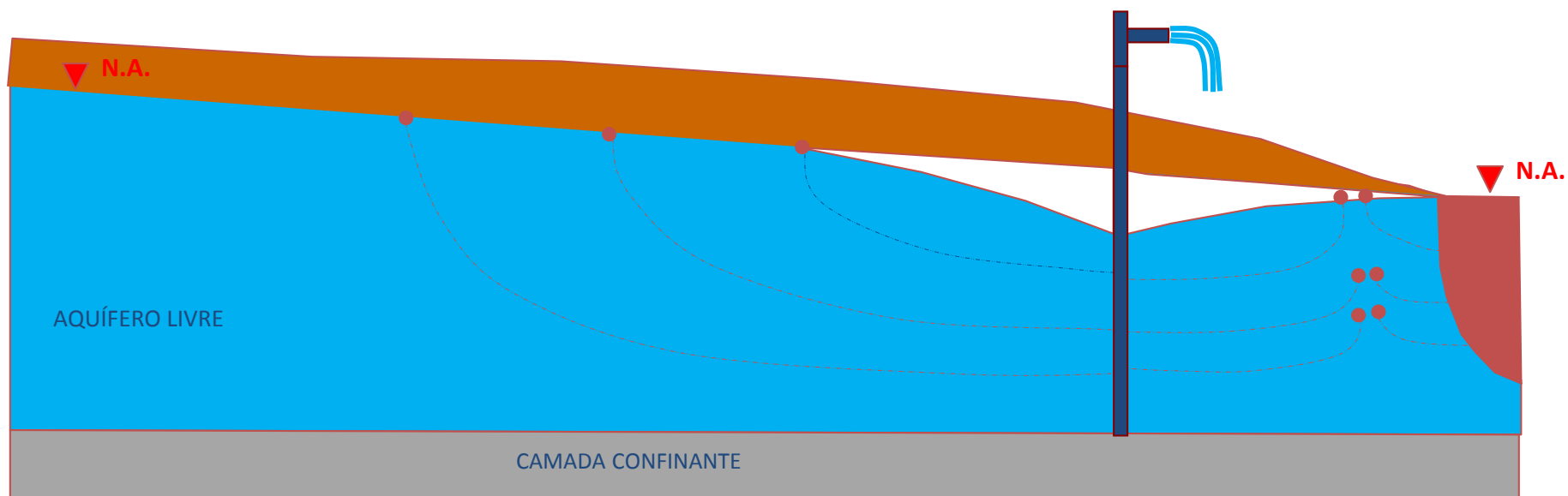


ANA, 2010

Interação rio x aquífero

Cenário 2 (t1)

Redução da descarga natural do aquífero para o fluxo de base (vazão rio).

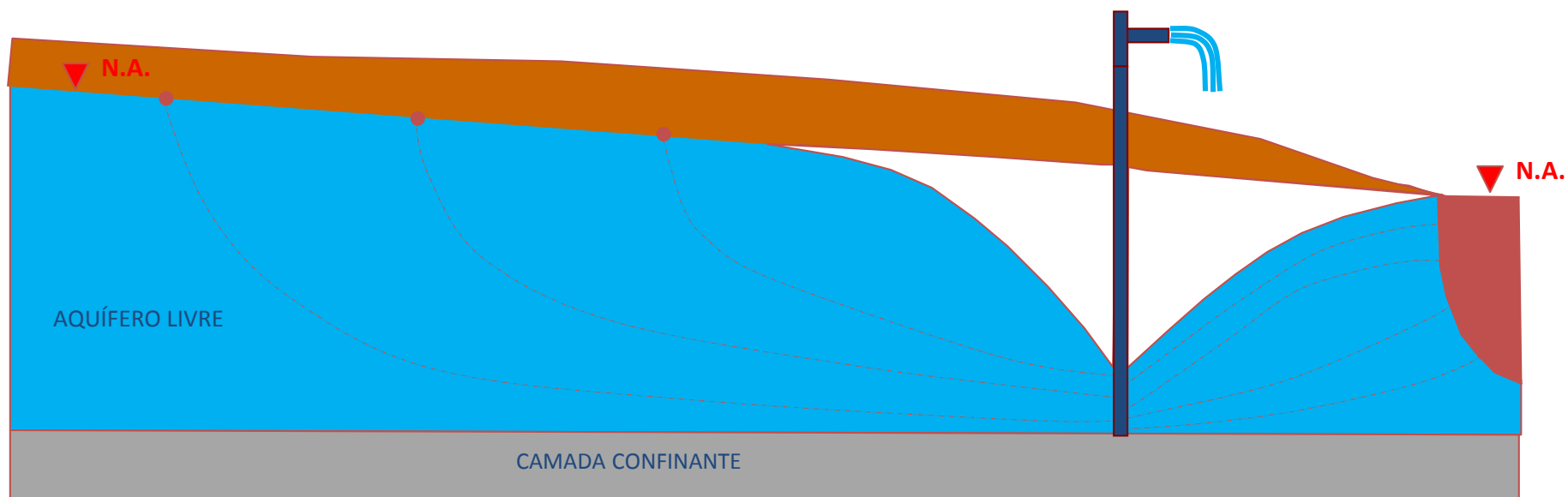


ANA, 2010

Interação rio x aquífero

Cenário 3 (t2)

Poderá ocorrer redução na contribuição do fluxo de base para o rio, sendo que no período de estiagem é possível o comprometimento das outorgas superficiais ($Q_{7,10}$, Q_{95} e Q_{90}) nas áreas onde a relação demanda/oferta é crítica.



ANA, 2010

Interação rio x aquífero

Q

Q1 Qbase1 Q90

Vazão natural do rio e escoamento de base

Escoamento de base

Vazão natural do rio

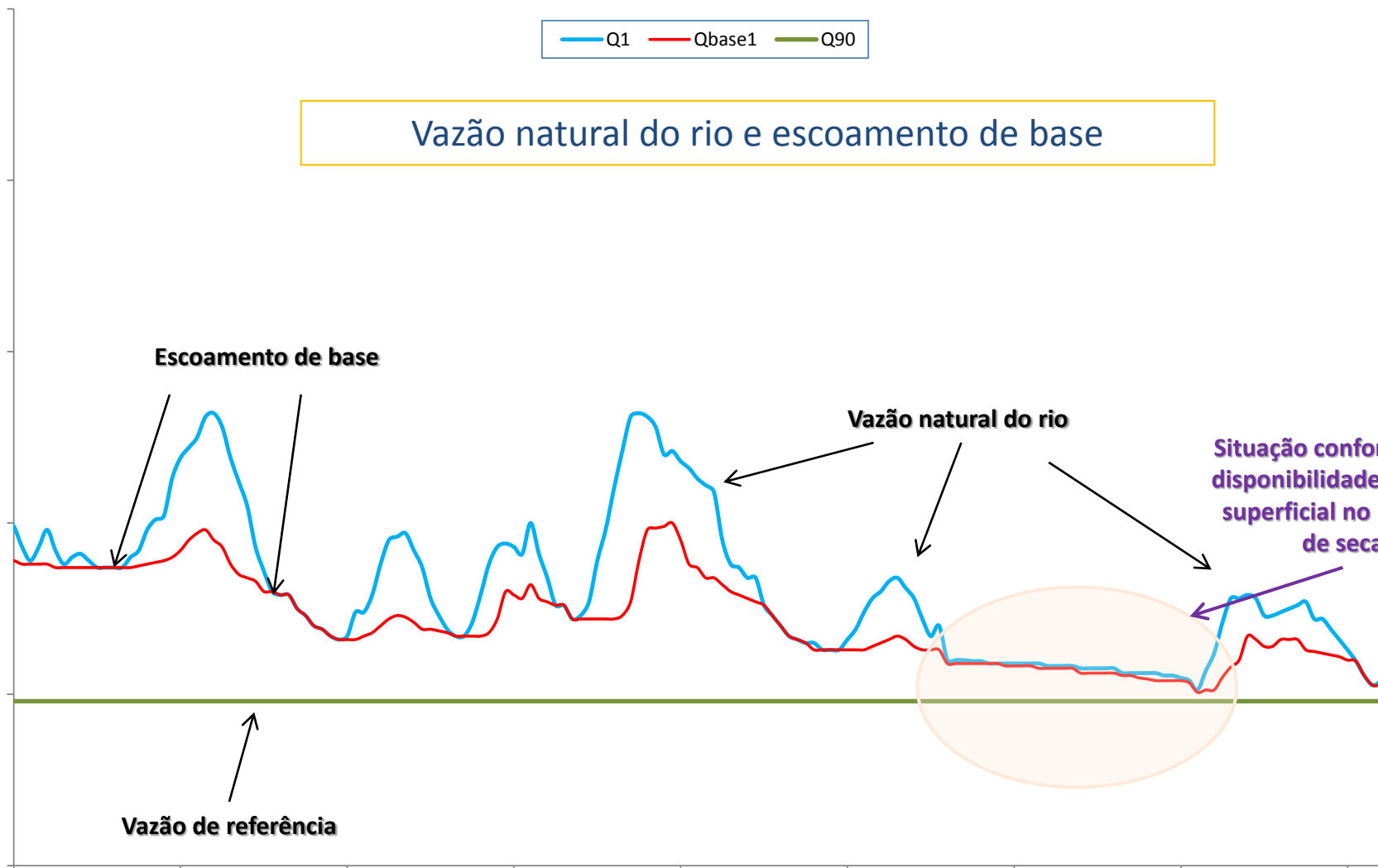
Situação confortável de disponibilidade de água superficial no período de seca

Vazão de referência

tempo

Hidrograma com separação de escoamentos

(ANA, 2013)



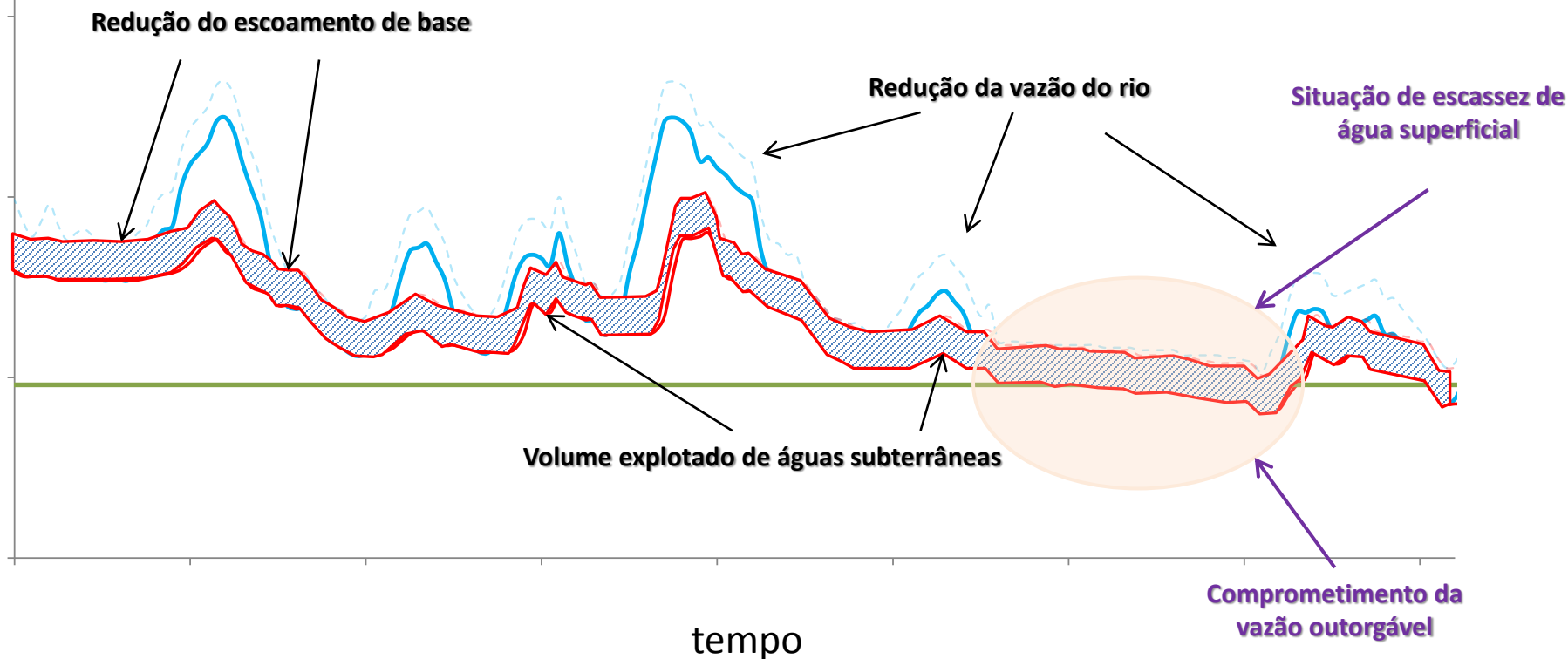
Redução do escoamento de base devido à exploração de águas subterrâneas



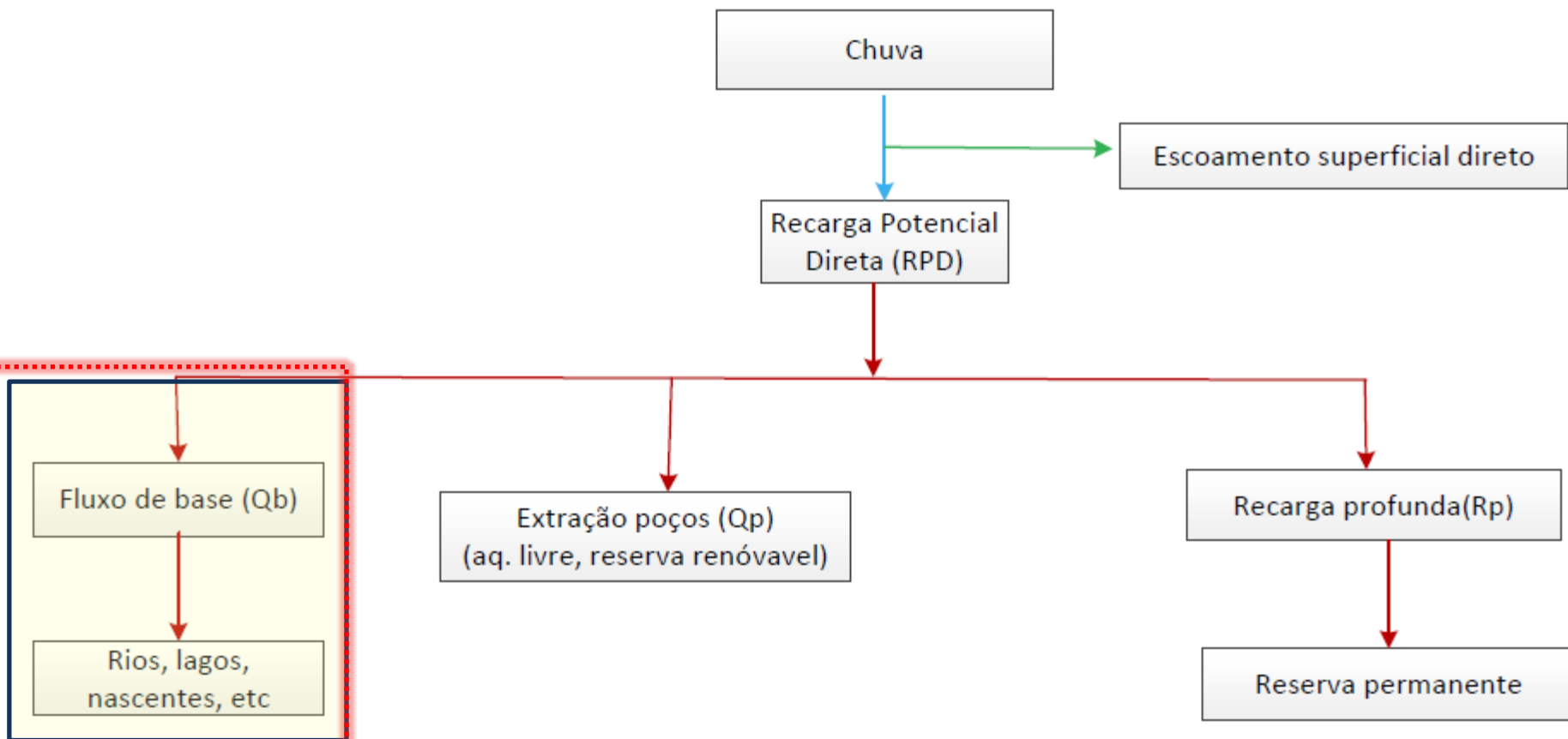
Redução da vazão natural do rio

Q

Q1 Q2 Qbase1 Qbase2 Q90

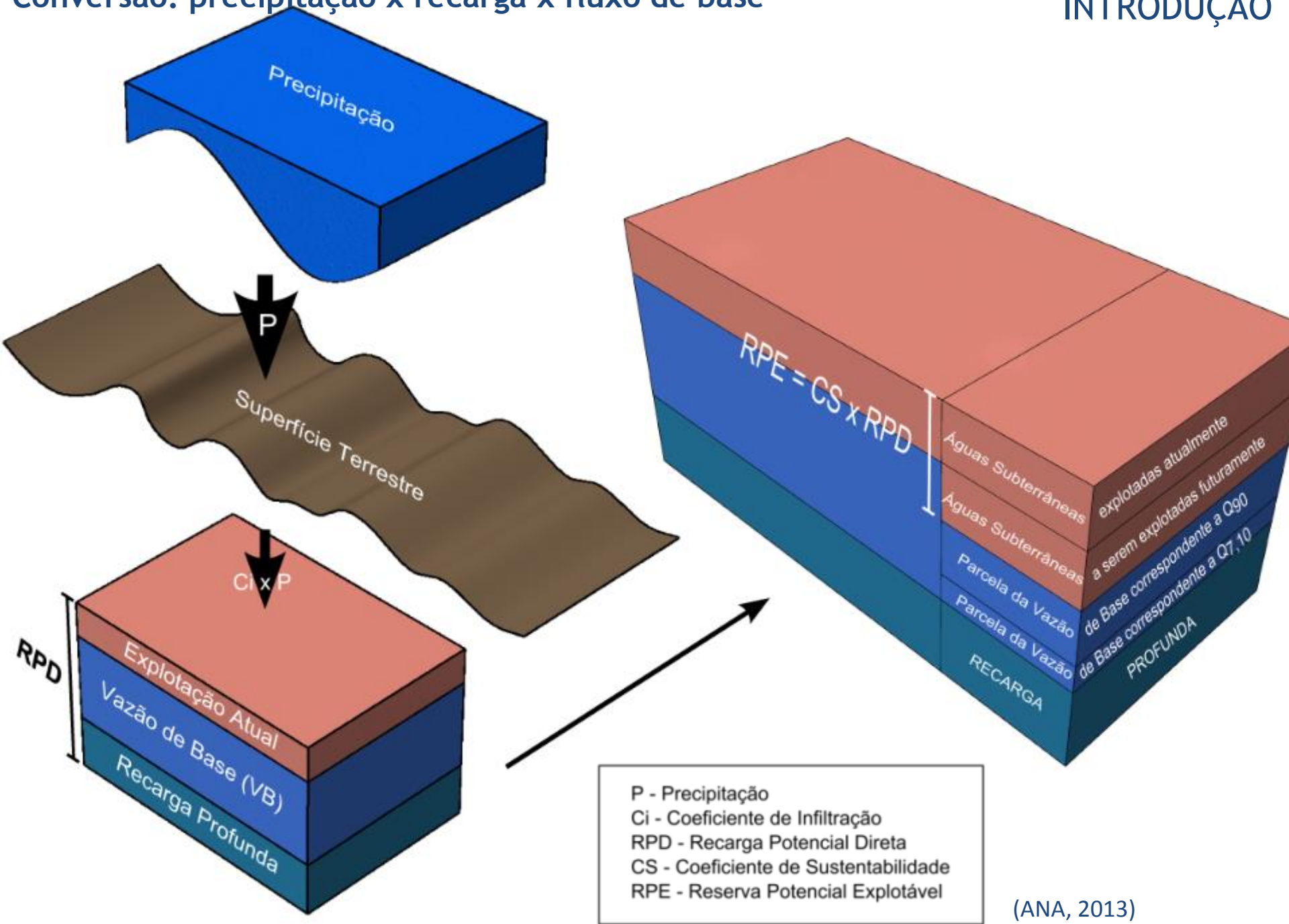


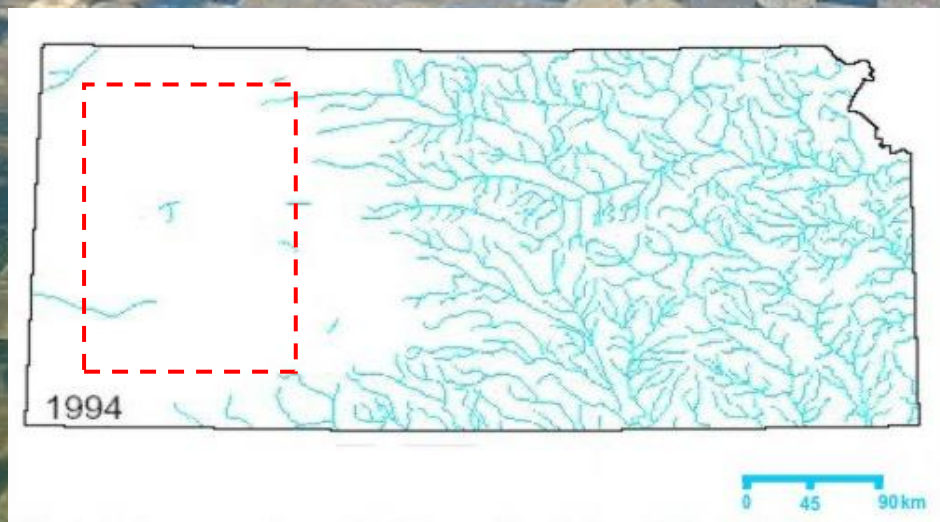
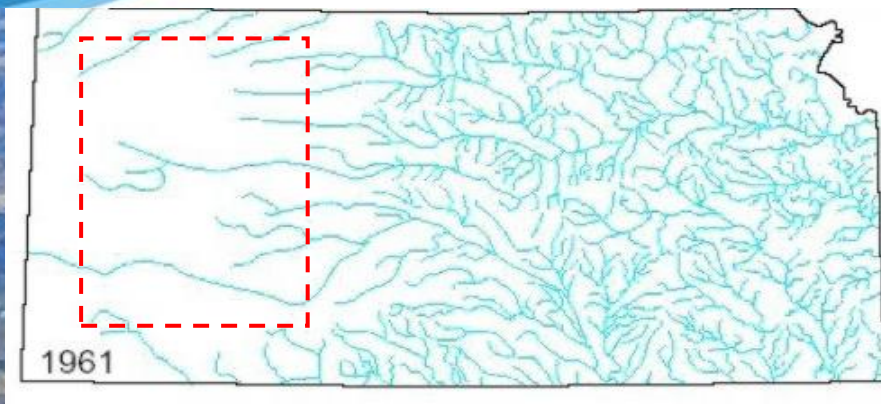
Hidrograma com separação de escoamentos



Vazões referência
outorga superficial
 $Q_{7,10}$ Q_{95} Q_{90}

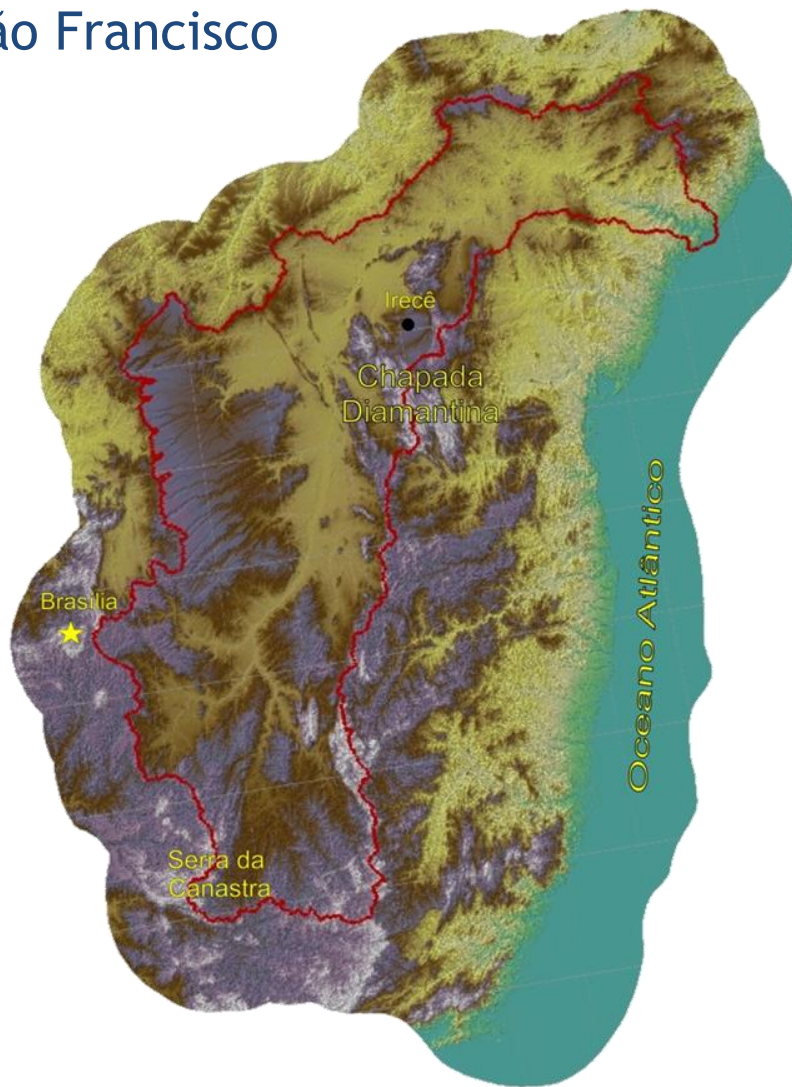
Diagrama de blocos esquemático da conversão chuva x recarga x escoamento





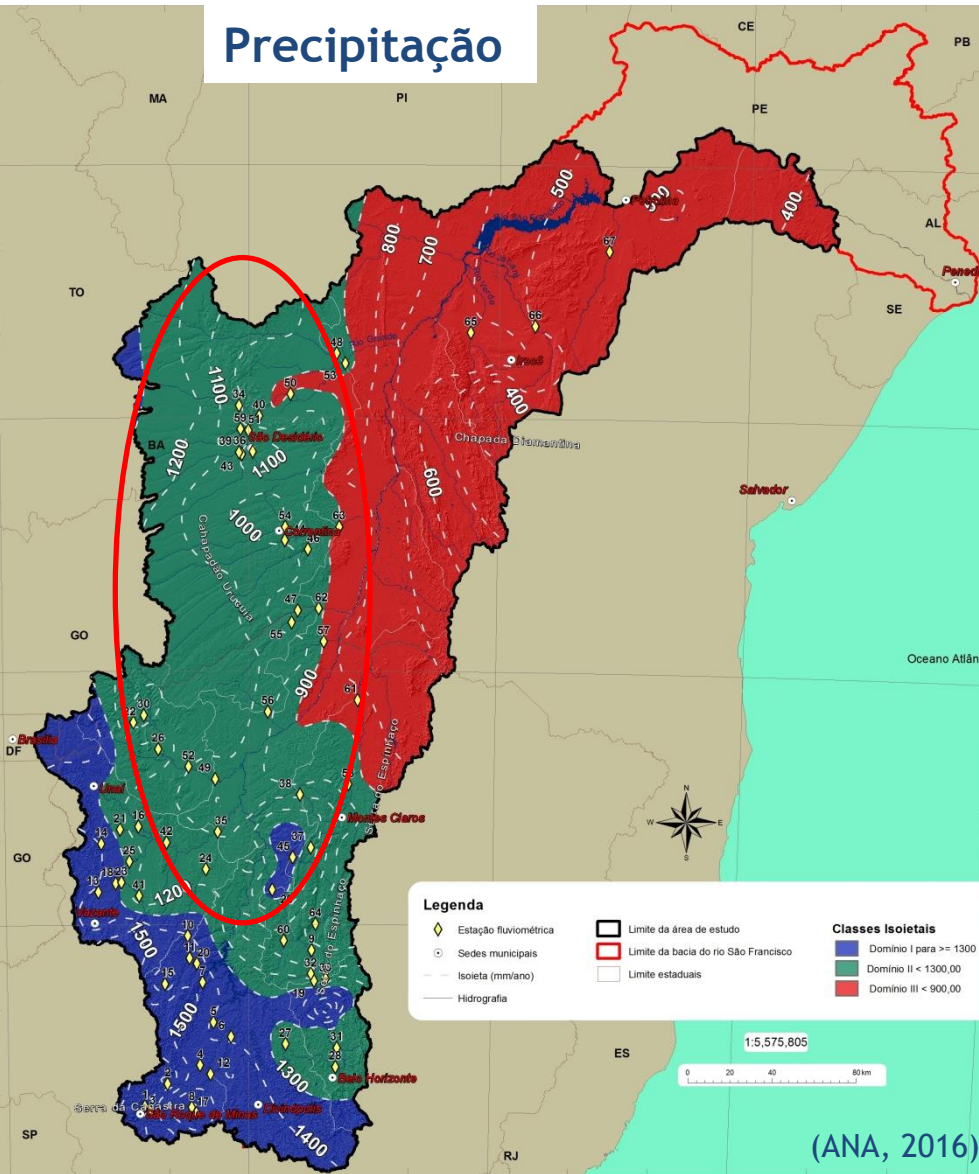
Diminuição dos cursos d'água perenes no oeste do Kansas (EUA) relacionada a exploração excessiva, diminuindo o escoamento de base dos rios.

A Bacia do São Francisco

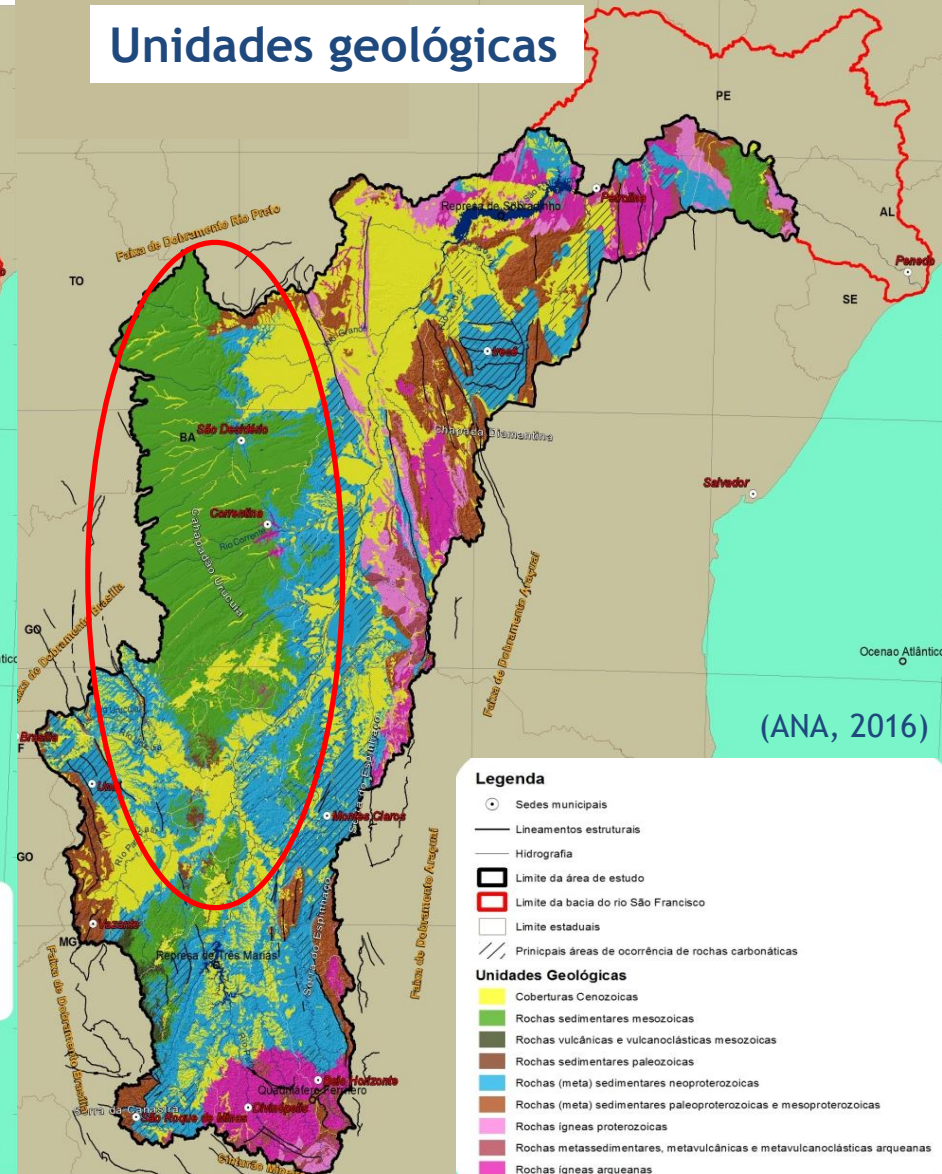


A Bacia do São Francisco

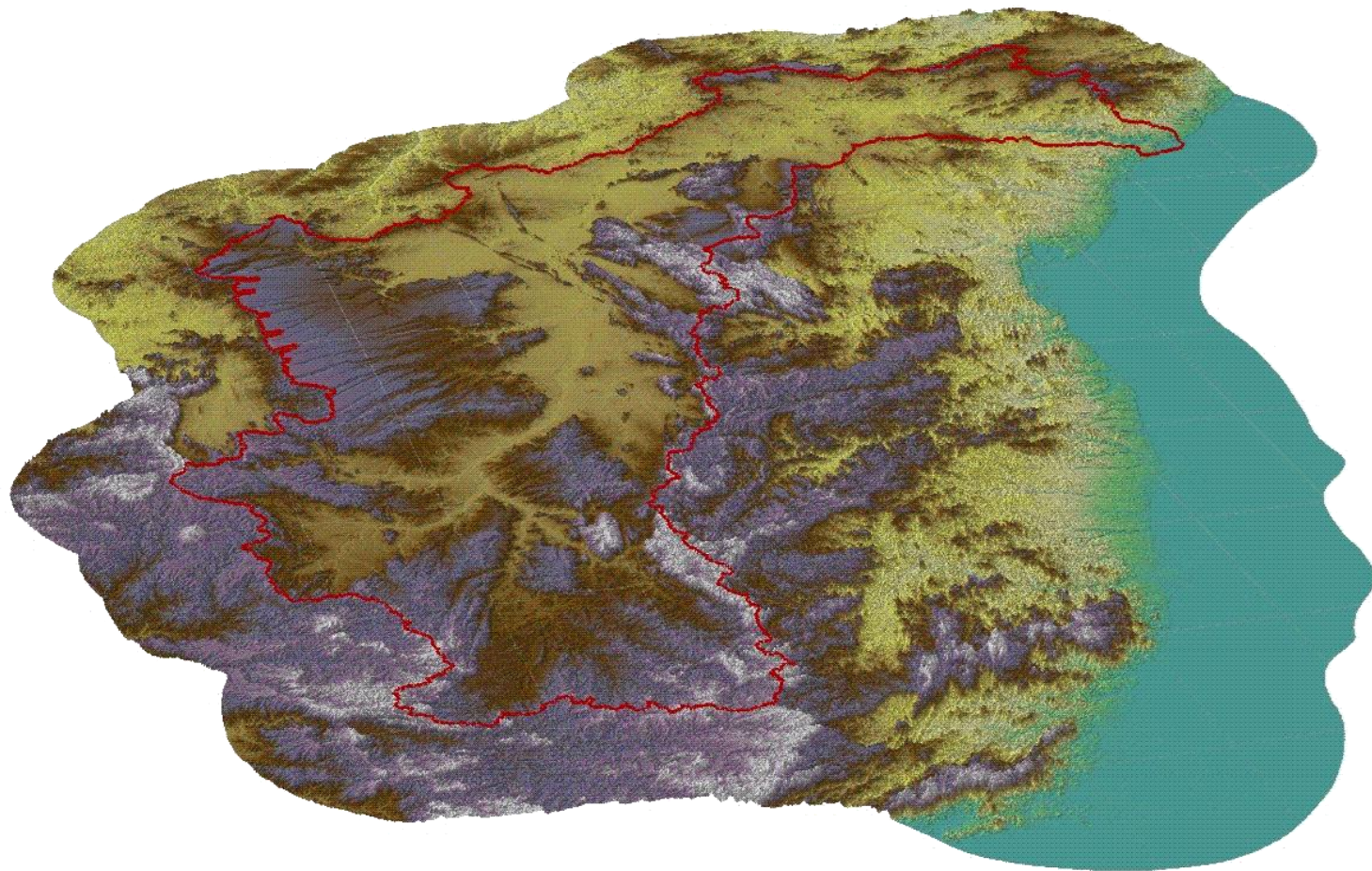
Precipitação



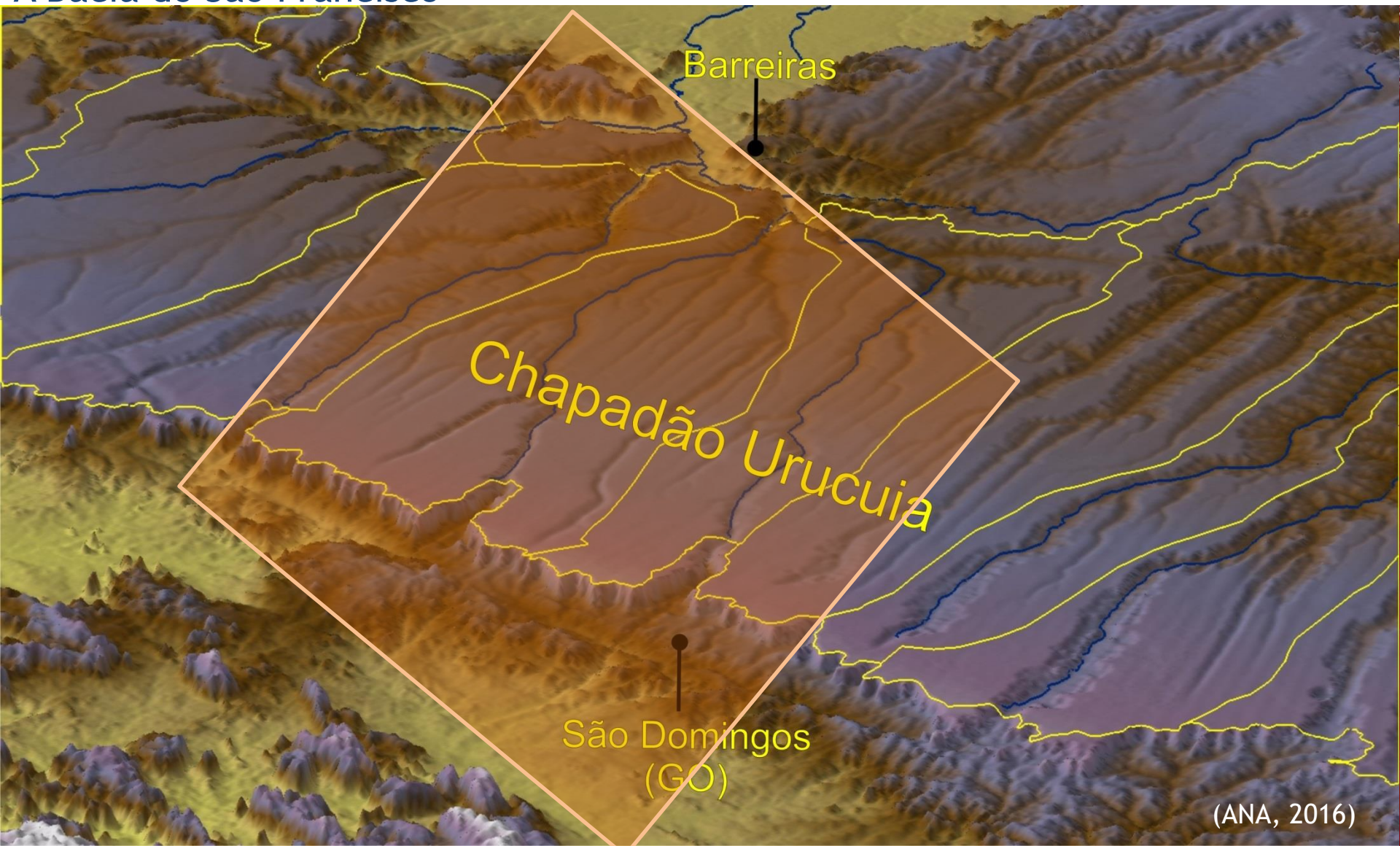
Unidades geológicas



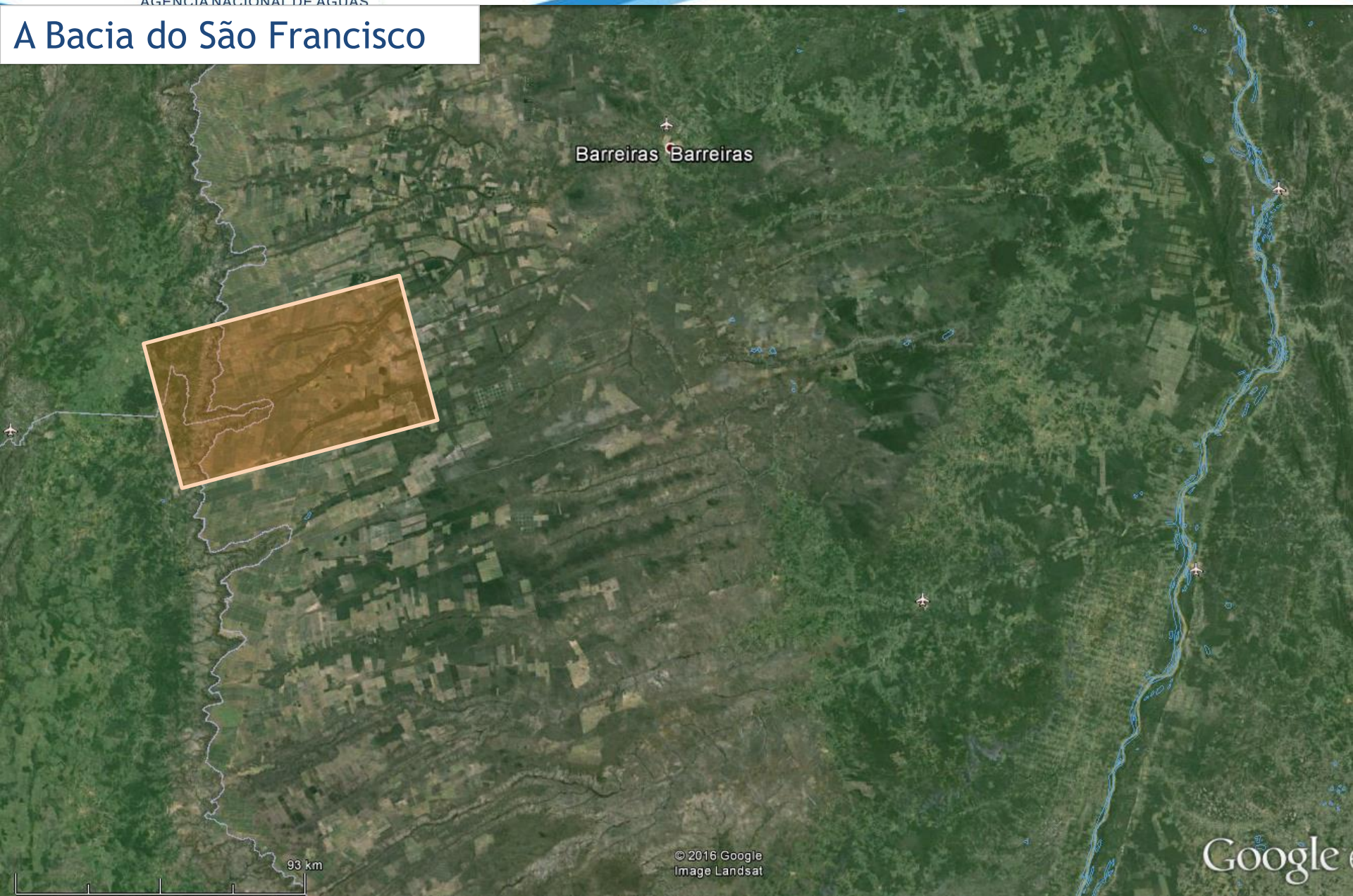
A Bacia do São Francisco



A Bacia do São Francisco



A Bacia do São Francisco



Barreiras Barreiras

93 km

© 2016 Google
Image Landsat

Google

A Bacia do São Francisco



Roda Velha Roda Velha

16.1 km

Image © 2016 DigitalGlobe
© 2016 Cnes/Spot Image
© 2016 Google
Image © 2016 CNES / Astrium

Google

INTRODUÇÃO

Estudos Hidrogeológicos desenvolvidos pela ANA na Bacia do Rio São Francisco

➤ Sistema Aquífero Urucuia

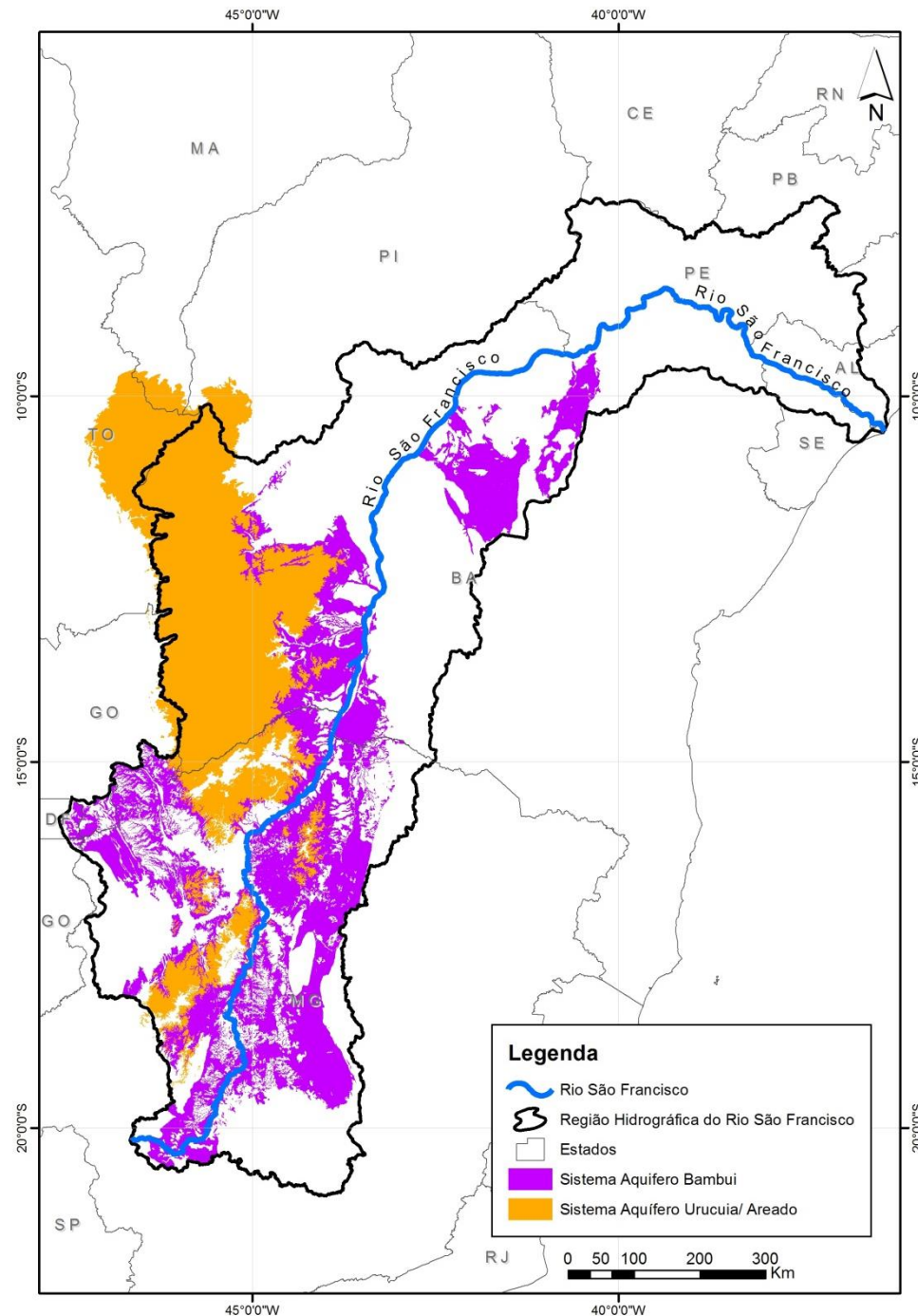
142 mil Km²

6 Estados envolvidos

➤ Sistema Aquífero Bambuí

111 mil Km²

2 Estados

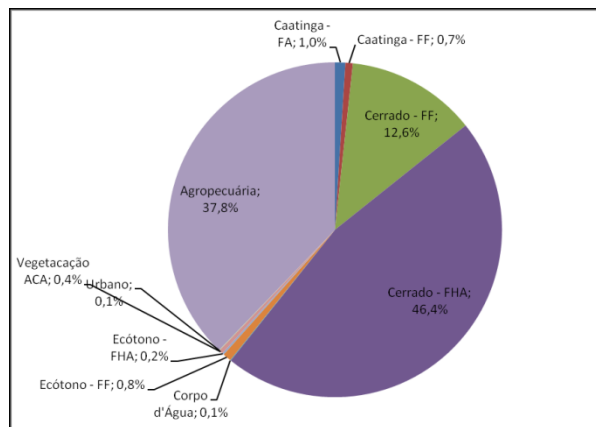


Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade no Sistema Aquífero Urucuia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

➤ Atividades desenvolvidas

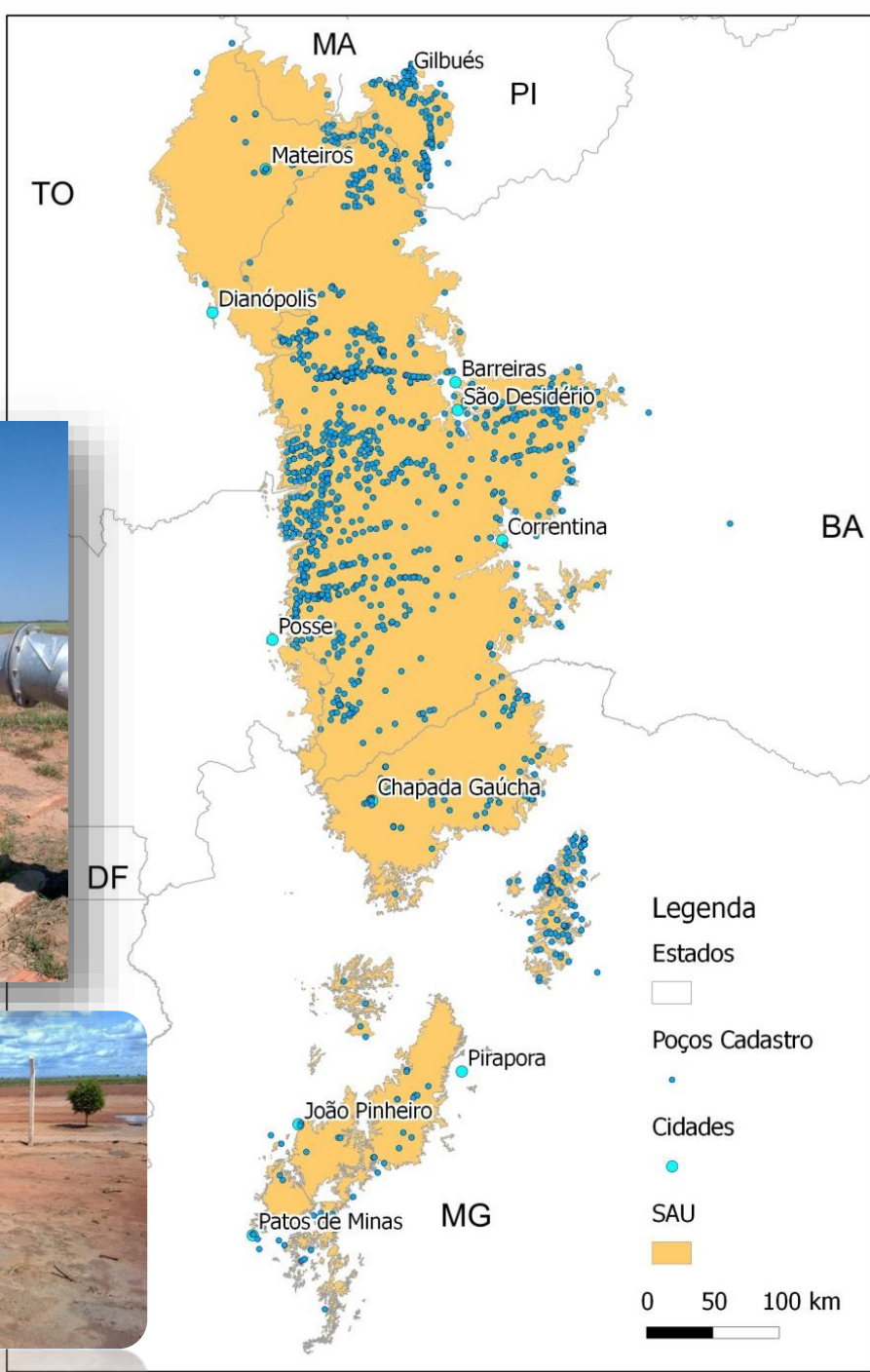
Uso e ocupação da terra (Imagens de satélites – até 2011)

- 62% natural/38% antrópico
- Vocação agrícola (Soja, algodão, milho, café, arroz, pastagem, feijão, fruticultura)



➤ Atividades desenvolvidas

Cadastro de pontos de água
(poços e nascentes): 1.423
compilados
271 pontos novos
248 poços
132 cacimbas
12 nascentes



➤ **Atividades desenvolvidas**

Levantamentos geológicos de campo

- 3 campanhas na Sub-bacia Urucuia
- 2 campanhas na Sub-bacia Abaeté

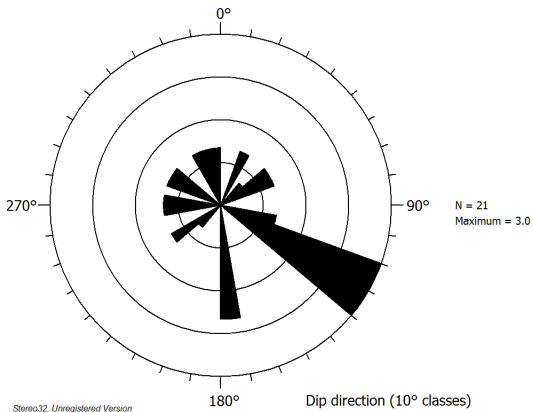
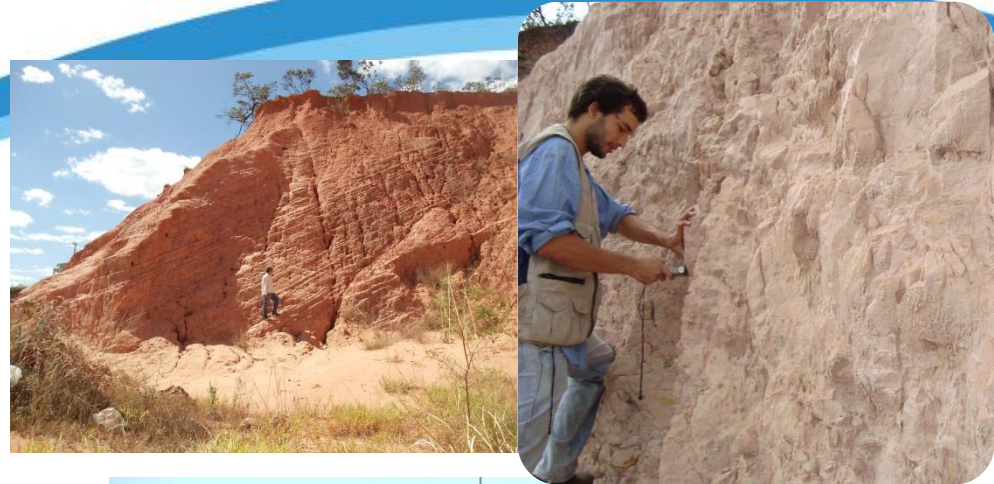


Diagrama de rosetas

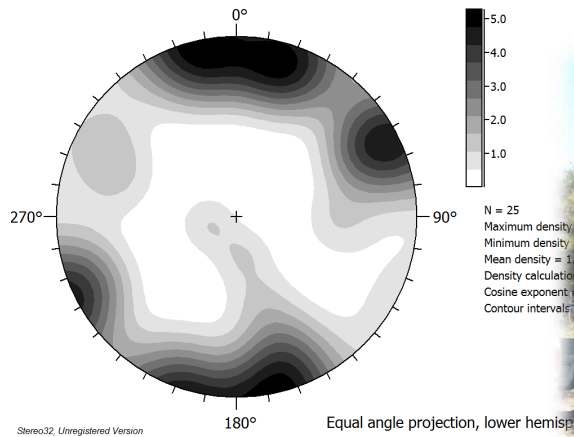


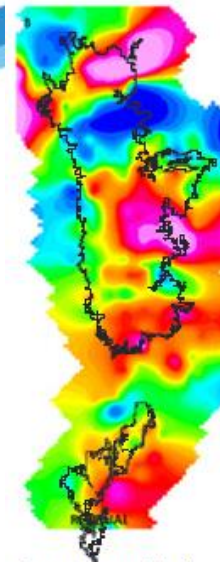
Diagrama de Schmitd-Lambert



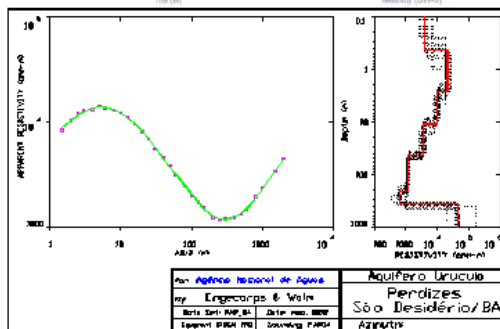
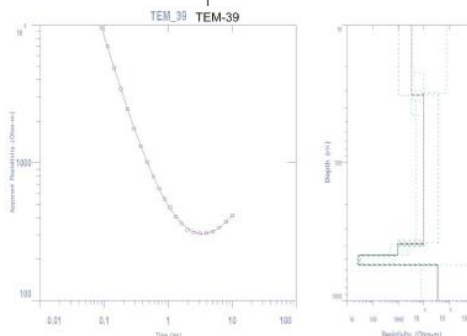
Atividades desenvolvidas

Ensaios geofísicos

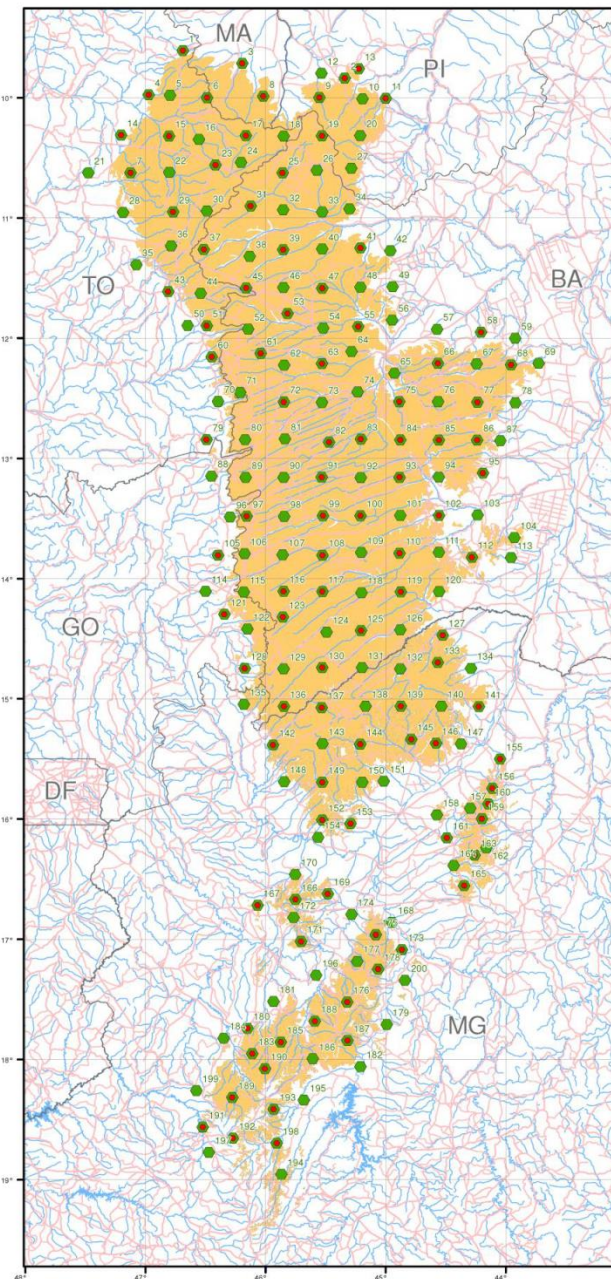
- 145 SEVs
- 200 TDEM
- 200 GRAV



e TDEM



Por: Agência Nacional de Águas	Aquífero Urucuiá
Por: Engecorps & Walm	Perdizes
Nota: Sítio PAV-BA	São Desidério/BA
Elaborado: EPIGE/ANA	Scale: 1:50000
Atualizado: FAP/ANA	DATA: 2011



➤ **Atividades desenvolvidas**

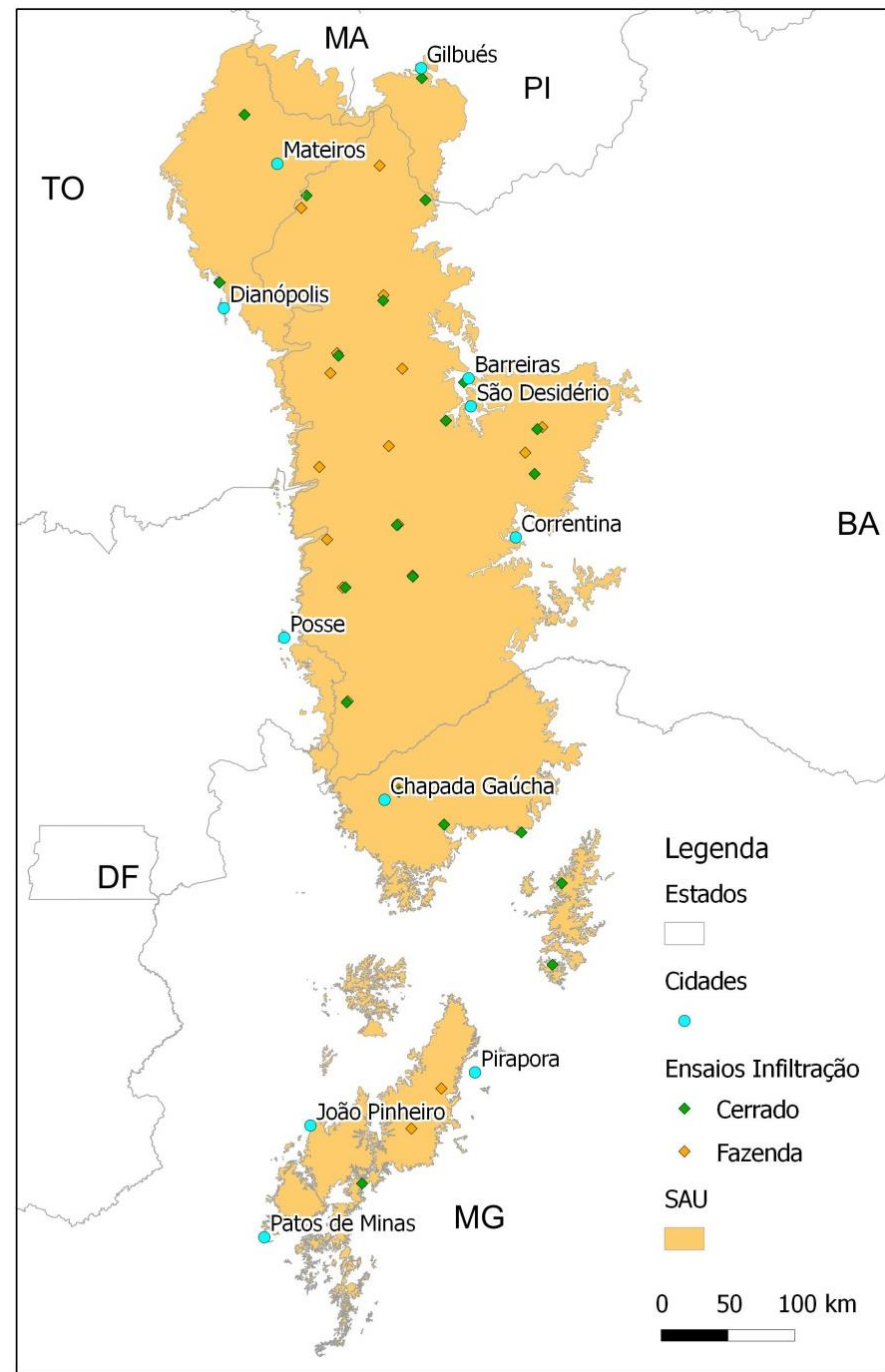
Ensaio de infiltração



40 pontos com Infiltrômetro de duplo anel



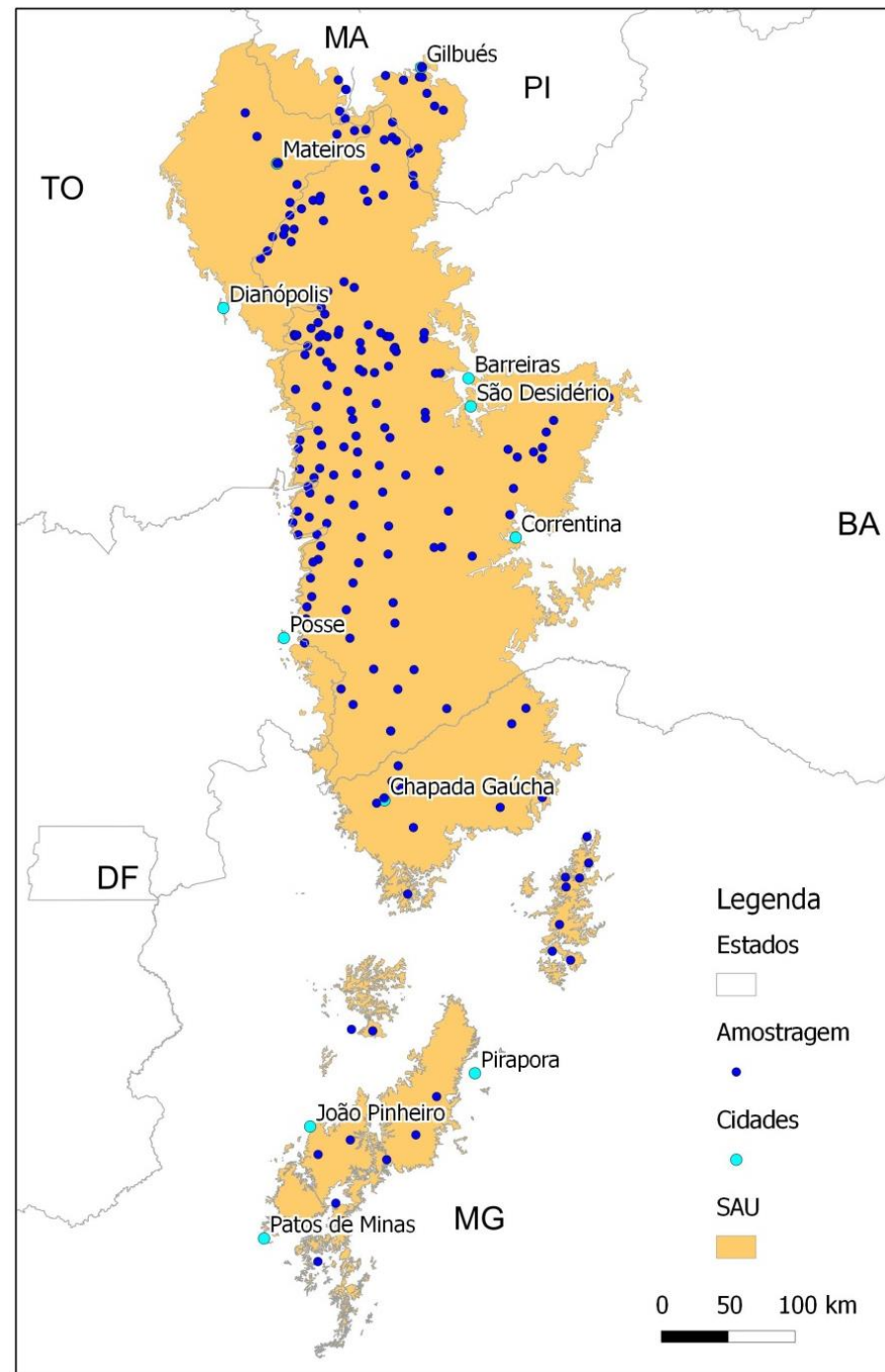
40 pontos com Permeômetro Guelph



Atividades desenvolvidas

Hidroquímica – coleta e análises de amostras de água (poços e nascentes)

- 203 pontos de amostragem de água subterrânea (por campanha);
- **Dois campanhas**
- Parâmetros físico-químicos, químicos, específicos: BTEX, agroquímicos, metais pesados, coliformes, ^2H e ^{18}O , ^3H , ^{14}C
- Análise estatística
- Classificação das águas
- Diagramas de Piper e Stiff



➤ Atividades desenvolvidas

Gestão Participativa

- Seminários
Barreiras (BA)
Arinos (MG)
Palmas (TO)



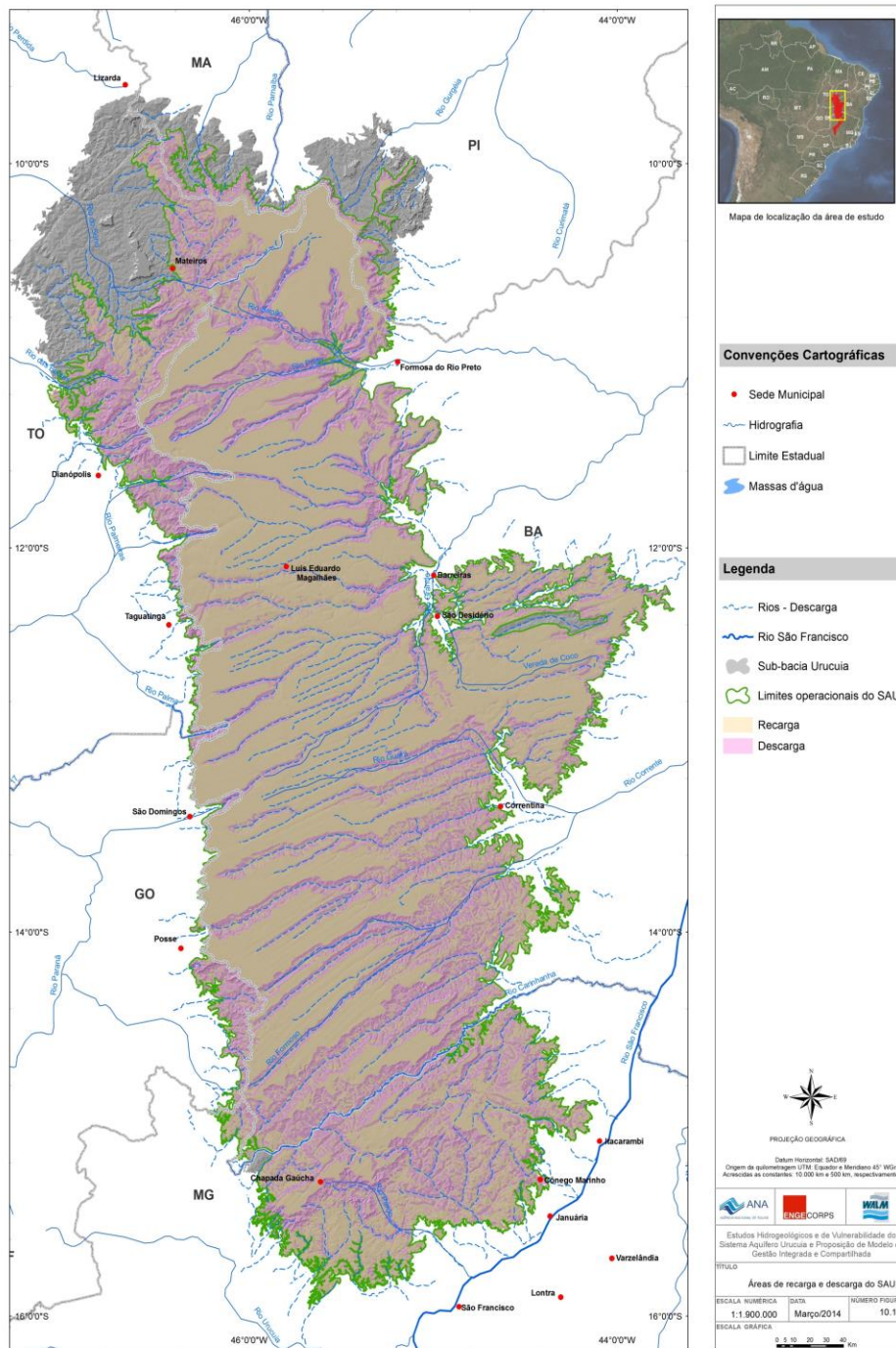
- Participação: 316
- Universidades, órgãos gestores, comitês de bacias, prefeituras, empresas de perfuração de poços, setores usuários, além de membros da CTAF, técnicos do consórcio e representantes da ANA.
- Apresentação:
 - Resultados parciais
 - Programa de educação ambiental
 - Minuta da proposta de gestão compartilhada
 - Receber contribuições dos atores

Resultados do estudos

Áreas de recarga e descarga SAU

Áreas de descarga: declividade do terreno > 2%, e também menores do que 2% quando associadas a cursos de água superficiais (planícies aluvionares).

As áreas de recarga correspondem a 67% e as áreas de descarga a 33% da área operacional do Sistema Aquífero Urucuia.



➤ Resultados

Ensaios geofísicos – SAU e SAA

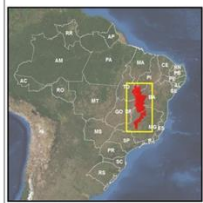
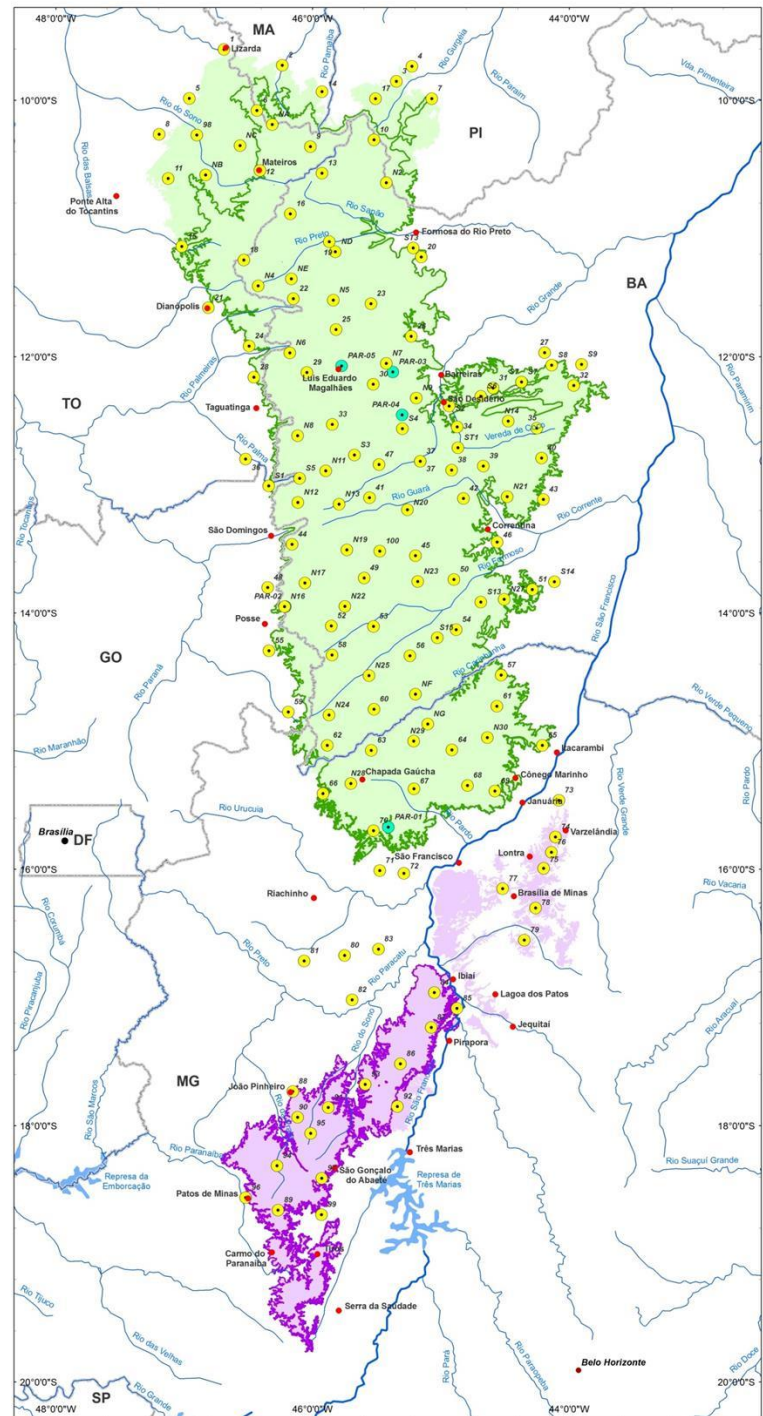
Sondagens Elétricas verticais - 149 sondagens

Gravimetria – 200 estações

TDEM – 200 sondagens

SAU
Espessura: 15 a 400 metros (Valores maiores 500-600 metros foram alcançados por poços estratigráficos da CPRM e ANP).
Nível d'água: 2,1 a 160 metros (mais prof. poços)

SAA
Espessura SAA: até 250 metros



Mapa de localização da área de estudo

Convenções Cartográficas

- Sede Capital Federal
- Sede Capital Estadual
- Sede Municipal
- Hidrografia
- Limite Estadual
- Massas d'água

Legenda

- Rio São Francisco
- SEVs Executadas
- SEVs Paramétricas
- Sub-bacia Urucuaia
- Sub-bacia Abaeté
- Limites operacionais do SAU
- Limites operacionais do SAA



PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Datum Horizontal: SAD69
Origem de coordenadas UTM: Equador e Meridiano 45° WGR
Acrescidas as constantes: 10 000 km e 500 km, respectivamente

ANA, BRG/COARPS, WLM
Estudo Hidrogeológico e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuaia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

TÍTULO

Localização das SEVs executadas e modeladas no SAU e SAA

ESCALA NUMÉRICA	DATA	NÚMERO FIGURA
1:3.000.000	Set 2013	5.2
ESCALA GRÁFICA		

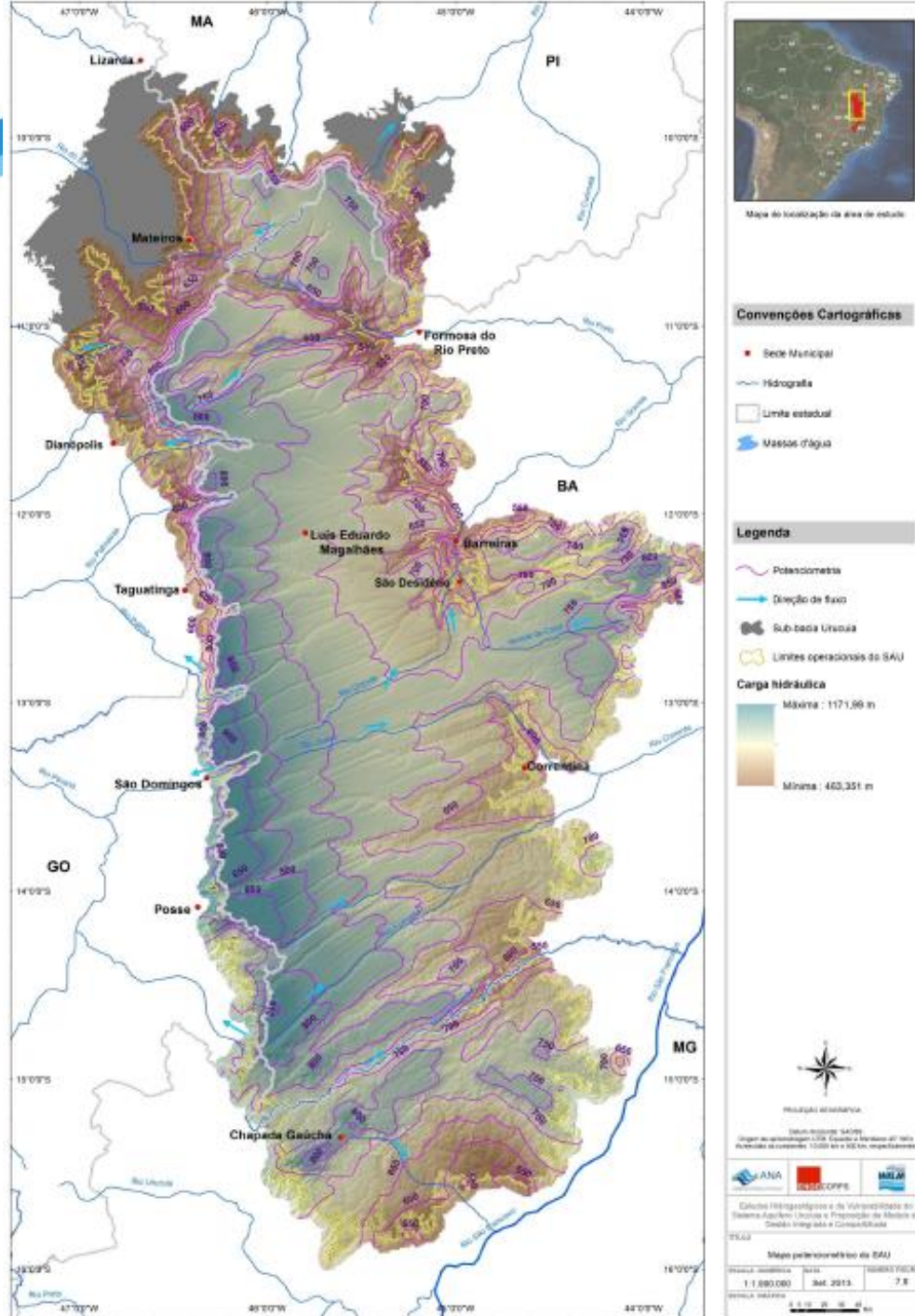


➤ Resultados

Hidrogeologia - SAU

Sistema Aquífero Urucuia
(660 Km x 170-300 Km)
Área operacional: 109.531 Km²

- Aquífero de natureza livre, do tipo poroso, de extensão regional, contínuo e regionalmente homogêneo.
- Resultados de testes: “não confinado com drenagem retardada” (Neuman 1975);
- K (condutividade hidráulica) geralmente superiores a 2 m/d;
- Porosidades efetivas da ordem de 14%.
- Potenciometria
- Direções regionais e locais de fluxo
- **Divisores de águas subterrâneas**

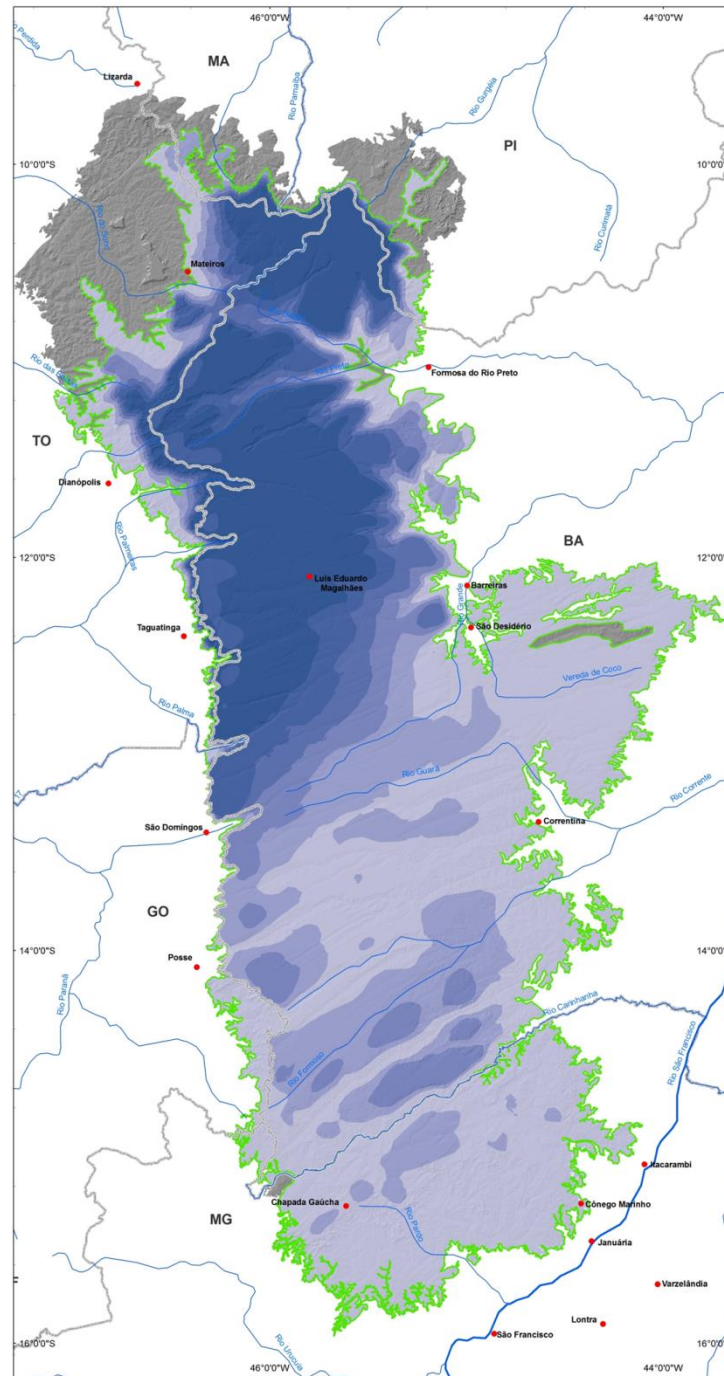


➤ Resultados

Hidrogeologia - SAU

Sistema Aquífero Urucuaia

Potencialidade: Até 600 m³/h



Mapa de localização da área de estudo

Convenções Cartográficas

- Sede Municipal
- Hidrografia
- Limite Estadual
- ☁ Massas d'água

Legenda

- Rio São Francisco
- ☁ Sub-bacia Urucuaia
- Limites operacionais do SAU

Potencialidades

- Vazão (m³/h)**
- 100
 - 200
 - 300
 - 400
 - 500
 - 600



PROJEÇÃO GEOGRÁFICA

Dados Horizontais: SADOB
Origem de quilômetros: UTM Equador e Meridiano 45° WGr
Altimetrias em constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente

Logos: ANA, INCORPUS, WILM

Estudo Hidrogeológico e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuaia e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

TÍTULO: Mapa de potencialidade (vazões exploráveis) do SAU

ESCALA NUMÉRICA	DATA	NÚMERO FIGURA
1:1.900.000	Março/2014	7.14

ESCALA GRÁFICA: 0 5 10 20 30 40 Km

Resultados

Ensaio de infiltração

40 ensaios em solo saturado

- Solos com **agricultura** (modificado antropicamente)
- Solos em **cerrado nativo** (vegetação natural)

Resultados (Permeâmetro Guelph)

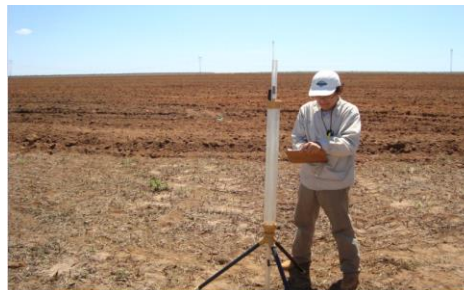
Solos em **cerrado nativo** (média de $7,0 \times 10^{-3}$ cm/s)

Solos com **agricultura** (média de $1,6 \times 10^{-3}$ cm/s)

Resultados (Infiltrômetro de Anel Duplo)

Solos em **cerrado** (média de $1,6 \times 10^{-2}$ cm/s)

Solos com **agricultura** (média de $3,4 \times 10^{-3}$ cm/s)



Resultados

Balanço hídrico

$$P = E_s + E_v + E_b + \Delta S$$

Permite:

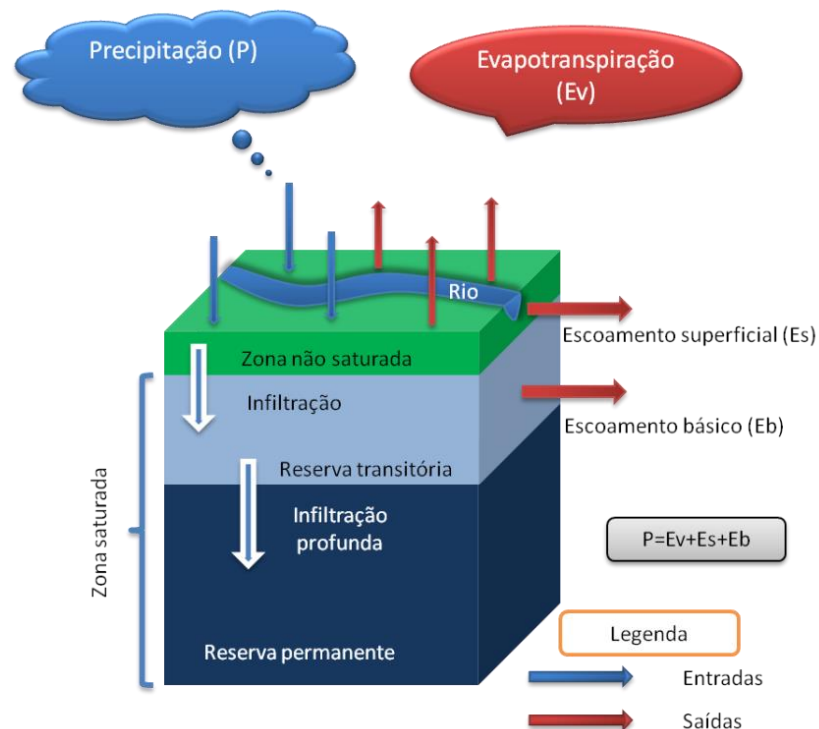
- Estimativa de recarga (% P);
- Estimativa de reserva transitória ou reguladora.

Avaliação da recarga na Sub-bacia Urucuia

$$R = E_b$$

R = recarga transitória
Eb = escoamento básico

Premissa: fluxo de base é igual à descarga subterrânea e que a água descarregada pelo solo é aproximadamente igual à recarga (equilíbrio).



➤ **Resultados**

Sistema Aquífero Urucuia

Estimativa da recarga anual do SAU nas sub-bacias				
Posto	Nome do Posto	Rio	Área SAU (km ²)	R = Eb (mm/ano)
46790000	Formosa do Rio Preto	Preto	13.270	211,27
46610000	São Sebastião	Grande	28.046	185,62
45910001	Santa Maria da Vitória	Corrente	23.590	232,81
45210000	Lagoa das Pedras	Carinhanha	11.341	298,71
45220000	Capitânea	Coxá	2.313	151,01
44250000	Usina dos Pandeiros Montante	Pandeiros	3.389	183,22
Médias Ponderadas			81.949	217,93

Recarga ~ 18% da precipitação média

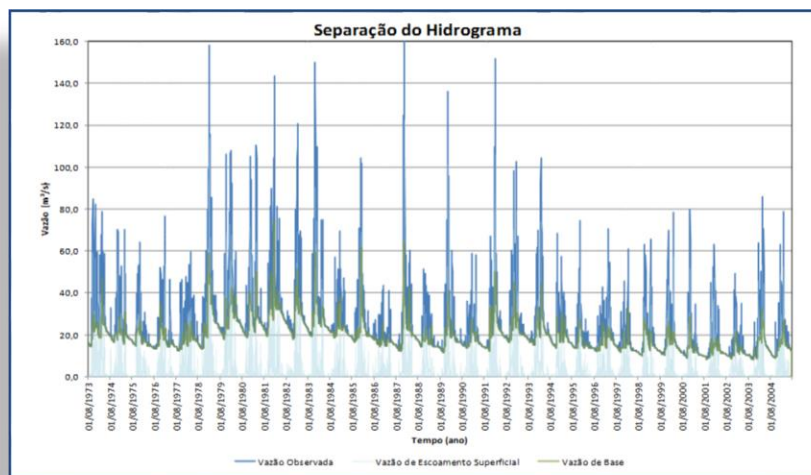
Estimativa da recarga anual total do SAU			
Área (km ²)	R (mm/ano)	R (m ³ /s)	R (km ³ /ano)
109.531	217,93	756,92	23,87

Resultados

Resumo dos parâmetros hidrológicos do SAU

Rio	Área SAU (km ²)	P (mm)	Eb (mm/ano)	Es (mm/ano)	Et (mm/ano)	Ev (mm/ano)	Eb/P	Eb/Et
Preto	13.270	1.250	211,27	18,27	229,54	1.020,46	0,17	0,92
Grande	28.046	1.300	185,62	11,74	197,36	1.102,64	0,14	0,94
Corrente	23.590	1.120	232,81	17,20	250,01	869,99	0,21	0,93
Carinhanha	11.341	1.075	298,71	29,94	328,65	746,35	0,28	0,91
Coxá	2.313	1.050	151,01	17,29	168,29	881,71	0,14	0,90
Pandeiros	3.389	1.100	183,22	40,06	223,28	876,72	0,17	0,82

P=precipitação
Eb=esc. de base
Es=esc. superficial
Et=esc. total (Eb+Es)
Ev=evapotransp



➤ Resultados

Contribuições do SAU/SAA para as principais bacias hidrográficas

Bacias	Área SAU/SAA (km ²)	Precipitação média anual (mm)	Contribuição/ Precipitação (%)	Contribuição anual (mm)	Contribuição (m ³ /s)
São Francisco	109.129	1.180	17,9%	211,15	730,68
Tocantins	27.831	1.427	17,1%	243,92	215,26
Parnaíba	7.361	1.137	16,9%	192,18	44,86
Paranaíba	98	1.450	16,7%	241,52	0,75
Total Geral/Média	144.419	1.226	17,7%	216,52	991,55

- Contribuição média do SAU para o Rio São Francisco é de **30 % da vazão média** natural em Sobradinho;
- Contribuição do SAU para o Rio São Francisco alcança entre **80 e 90%** na **estiagem** (agosto a outubro);
- Contribuição média do SAU para o Rio Tocantins é de 5%.

➤ Resultados

Sistema Aquífero Urucuia

Reservas hídricas do SAU

Área (km ²)	Volume Saturado (km ³)	Reserva Reguladora (km ³ /ano)	Reserva Permanente (km ³ /ano)	Reservas Totais (km ³ /ano)
109.531	9.656	23,87	1.327,97	1.351,84

**Surface Volume do programa ArcGis®*

*** Admitindo-se porosidade efetiva de 14%*

Resultados do estudos

Em construção ✍




- Proposta de Plano de Gestão Integrada e Compartilhada do SAU
- Qbase

Unidades de Gestão

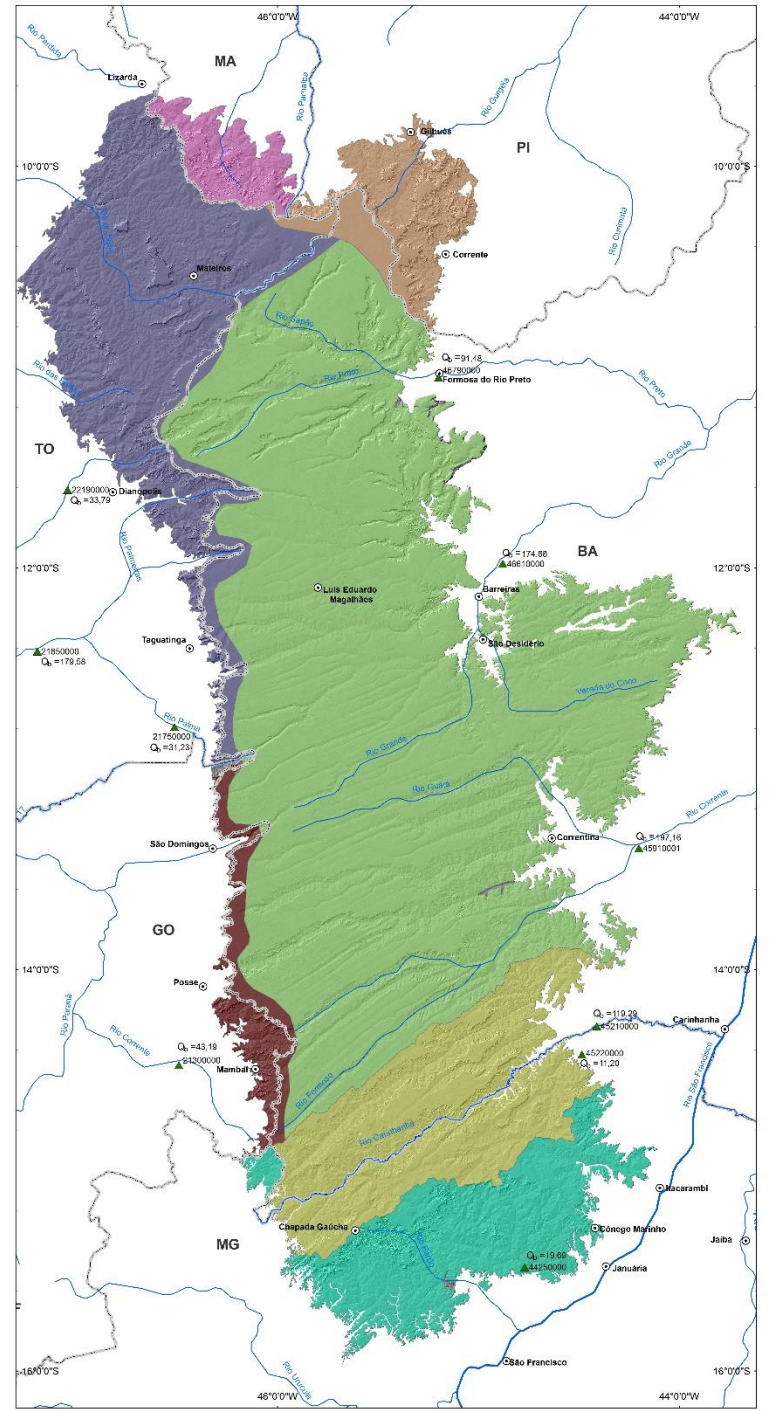
Unidades de Gestão Integrada e Compartilhada

-  Unidade de Gestão Integrada e Compartilhada do Gurguéia (UGICO-1)
-  Unidade de Gestão Integrada e Compartilhada do Jalapão (UGICO-2)
-  Unidade de Gestão Integrada e Compartilhada do Urucuia Goiano (UGICO-3)
-  Unidade de Gestão Integrada e Compartilhada do Carinhanha (UGICO-4)

Unidades de Gestão Integrada

-  Unidade de Gestão Integrada Urucuia do Oeste Baiano (UGI-1)
-  Unidade de Gestão Integrada Urucuia Mineiro (UGI-2)
-  Unidades de Gestão Integrada das Nascentes do Parnaíba (UGI-3)

Q₉₅, Q₉₀, Q_{7.10} Vazões de Referência dos Rios Estaduais e Federais

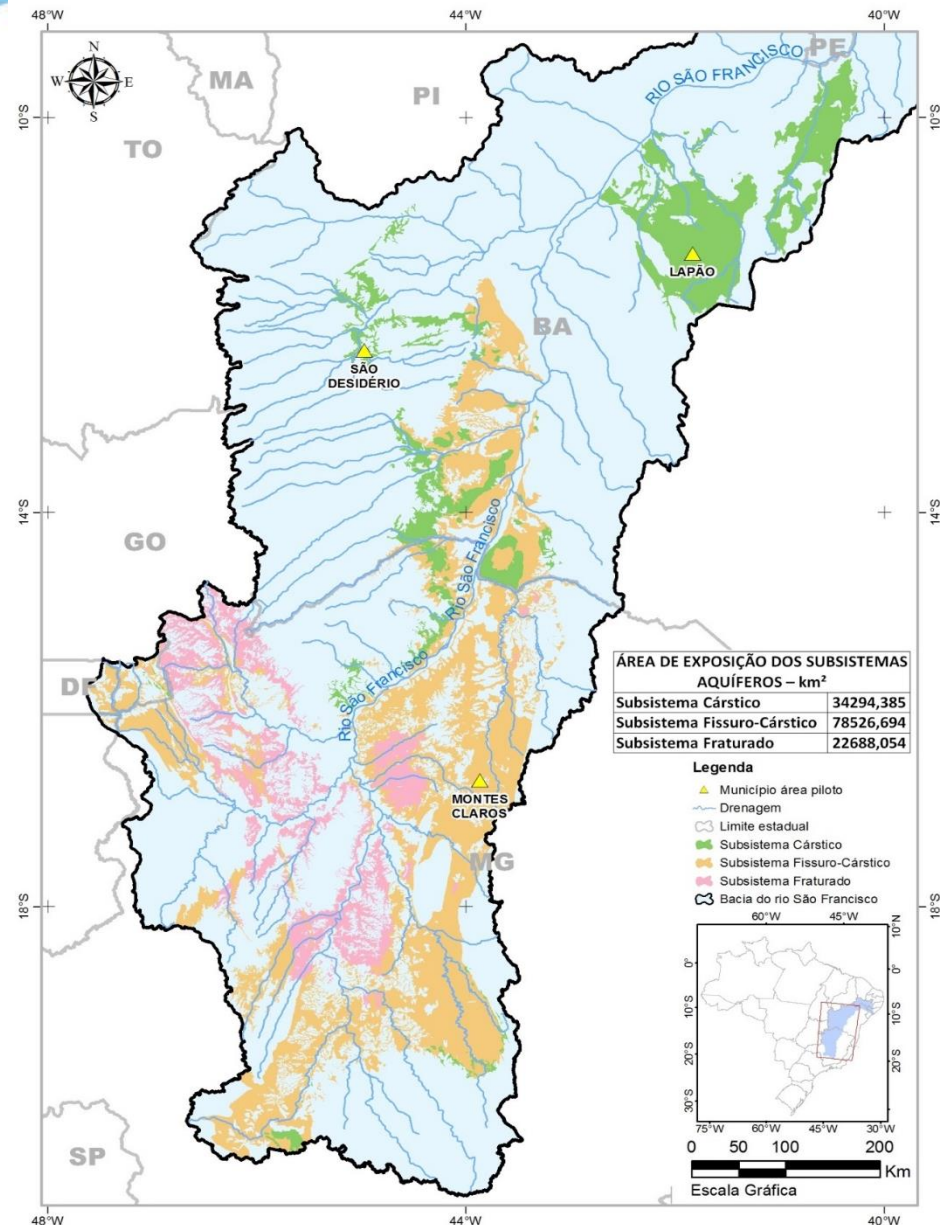


**AVALIAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DOS SISTEMAS
AQUÍFEROS CÁRSTICOS E FÍSSURO-
CÁRSTICOS NA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO
SÃO FRANCISCO, COM VISTAS À GESTÃO
INTEGRADA E COMPARTILHADA DE RECURSOS
HÍDRICOS**



ÁREA DE ESTUDO

- Aquíferos Cársticos e Físsuro-Cársticos da RH São Francisco;
- 03 Áreas Piloto:
 - Montes Claros (MG)
 - São Desidério (BA)
 - Lapão (BA)



PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

- Cadastramento de poços, usuários de água e potenciais fontes de contaminação
- Caracterização do meio físico - geologia, hidrologia, hidrometeorologia, geomorfologia e solos
- Hidrogeologia e Hidrodinâmica
- Hidroquímica e Traçadores

- Avaliações do Uso e Ocupação do Solo**
- Avaliação da Vulnerabilidade e Perigo de Contaminação dos Sistemas Aquíferos Cársticos e Físsuro-Cársticos**
- Elaboração de Modelo Hidrogeológico Conceitual do Sistema Aquífero Bambuí**
- Proposta de Gestão Integrada e Compartilhada**

➤ Atividades desenvolvidas

Gestão Participativa



• SEMINÁRIOS

- Juazeiro (BA)
- Salvador (BA)
- Montes Claros (MG)
- Belo Horizonte (MG)

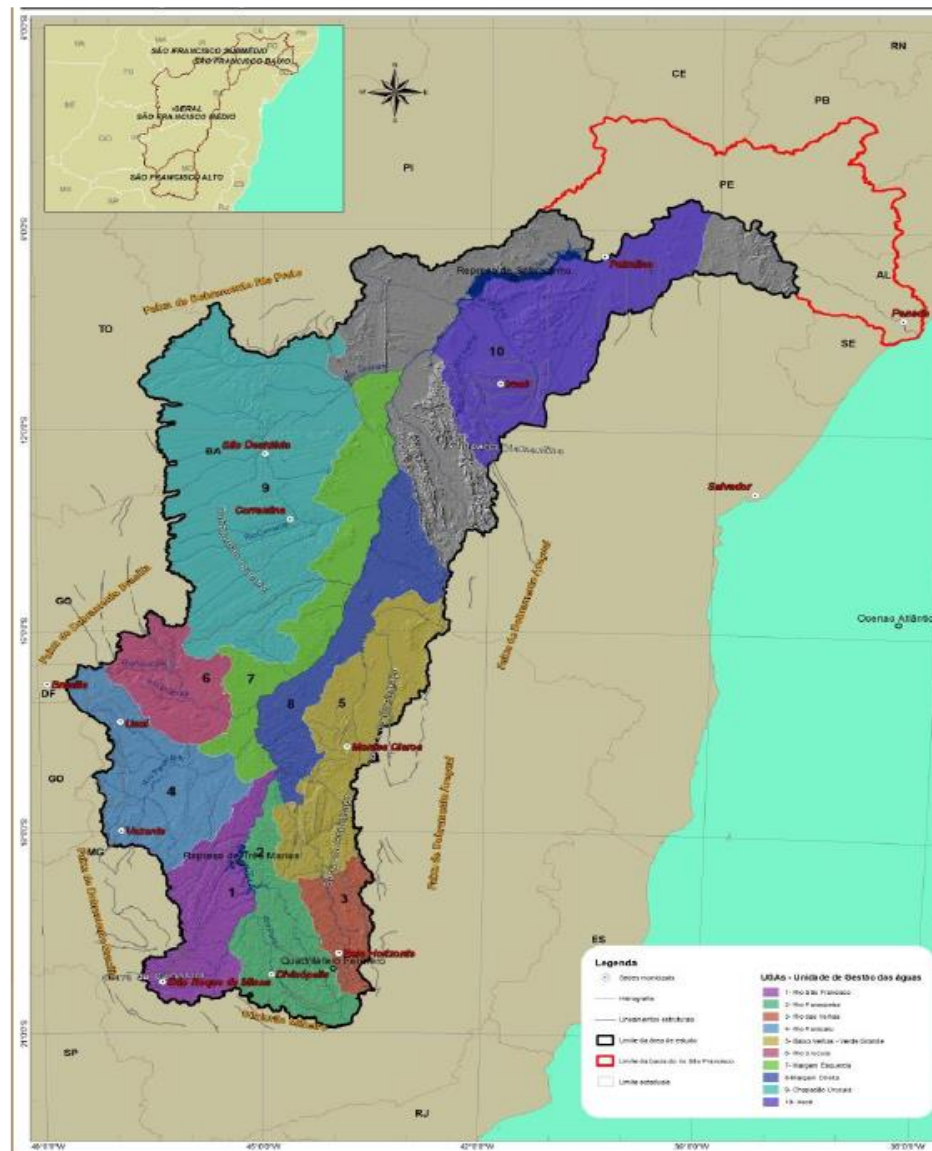
- Participação: Aproximadamente 300 pessoas.
- Órgãos gestores estaduais, universidades, comitês de bacias, prefeituras, empresas de perfuração de poços, setores usuários, além de membros da CTAF, técnicos do consórcio e representantes da ANA.

➤ Resultados do estudos

❑ Proposta de 10 Unidades de Gestão das Águas (UGAS)

❑ Divisão Realizada a Partir de Subdomínios Hidrogeológicos e Bacias Hidrográficas

❑ Integração com as Unidades de Planejamento e Gestão de Minas Gerais (RPGRHS) e Regiões de Planejamento e Gestão das Águas da Bahia (RPGAS)



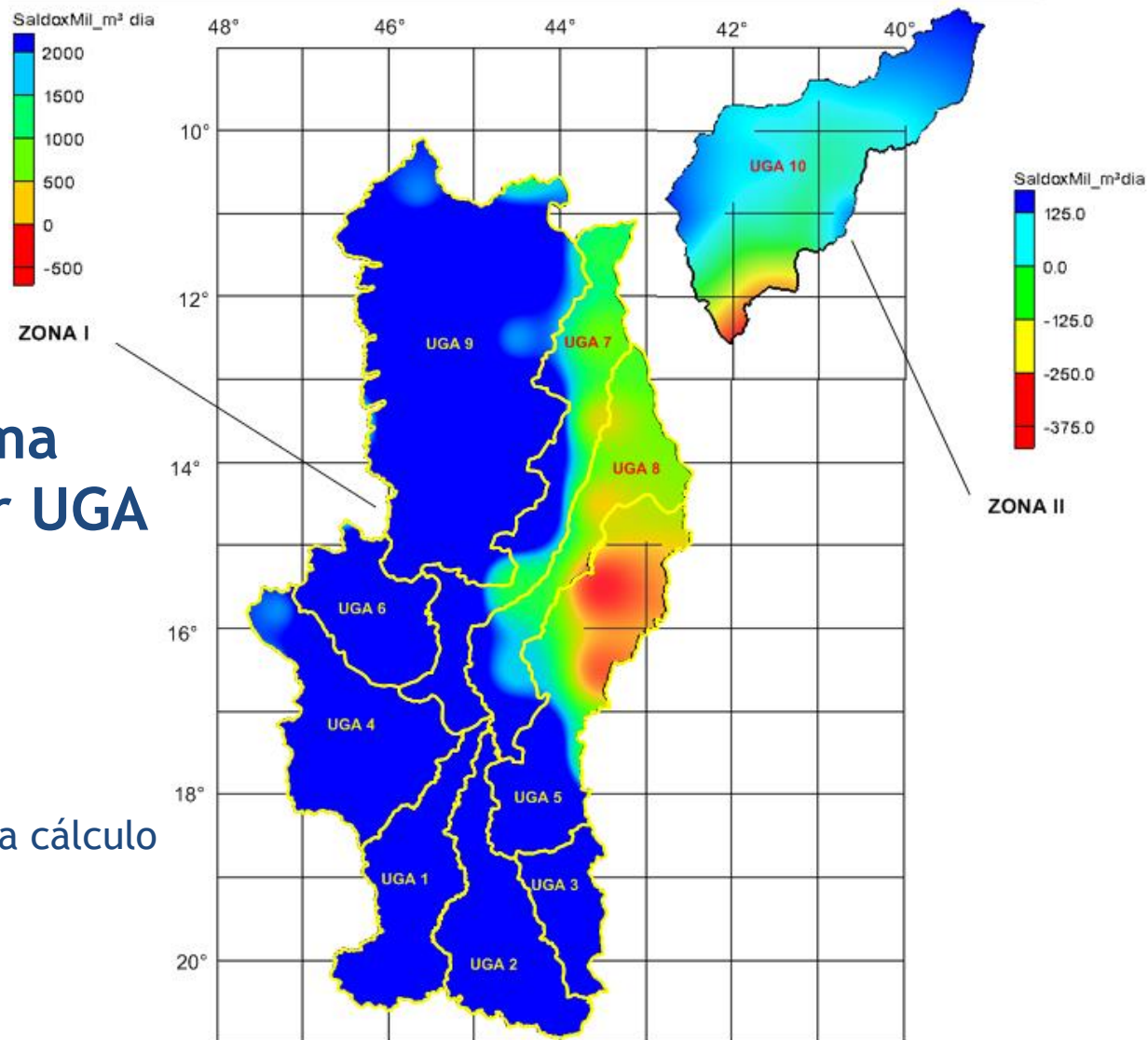
Unidades de Gestão das Águas (UGAS)

UGA 1 - Rio São Francisco		Area da bacia a montante da estação	Pluviosidade	Escoamento total na estação		Escoamento superficial				Escoamento subterrâneo				Evapotranspiração	
				vazão	vazão específica	vazão	vazão específica	valor ponderado pela precipitação	vazão	vazão específica	valor ponderado pela precipitação	valor ponderado pela precipitação			
Bacia	Curso d'água	km ²	mm	m ³ /s	l/s.km ²	m ³ /s	l/s.km ²	%	mm	m ³ /s	l/s.km ²	%	mm	%	mm
Fazenda São Félix	Rio Borrachudo	944.7	1345.2	27.25	28.84	18.2	19.3	45.2	608.2	9.03	9.56	22.4	301.3	32.4	435.6
Calciolândia	Rio São Miguel	329.5	1350.0	3.95	11.99	2.4	7.3	17.2	232.1	1.52	4.63	10.8	145.9	72.0	972.0
Major Porto	Ribeirão Areado	1,192.6	1350.3	19.73	16.54	11.5	9.6	22.4	302.9	8.27	6.93	16.2	218.7	61.4	828.7
Ponte do Chumbo	Rio São Francisco	9,963.8	1450.0	179.81	18.05	84.2	8.5	18.4	266.6	95.57	9.59	20.9	302.5	60.8	880.9
Porto do Passarinho	Ribeirão dos Tiros	4,135.7	1475.0	70.85	17.13	43.6	10.5	22.5	332.5	27.25	6.59	14.1	207.8	63.4	934.7
Veredas	Rio Santo Antônio	219.4	1490.0	3.36	15.33	1.7	7.8	16.5	246.4	1.65	7.52	15.9	237.2	67.5	1006.5
Abaeté	Ribeirão Marmelada	393.8	1500.0	7.05	17.90	4.2	10.7	22.4	336.3	2.85	7.23	15.2	228.1	62.4	935.5
Iguatama	Rio São Francisco	5,382.1	1500.0	107.24	19.93	48.9	9.1	19.1	286.3	58.37	10.85	22.8	342.0	58.1	871.6
Porto Indaiá e Barra do Funchal	Rio Indaiá	2,206.7	1500.0	37.73	17.10	23.3	10.6	22.2	332.8	14.44	6.54	13.8	206.3	64.1	960.9
Taquaral	Rib. São Mateus Grande	581.8	1550.0	10.28	17.67	5.7	9.8	19.9	308.0	4.60	7.91	16.1	249.4	64.0	992.7
Fazenda da Barra	Rio Santo Antônio	763.6	1650.0	23.65	30.97	13.1	17.2	32.8	540.8	10.55	13.82	26.4	435.7	40.8	673.4
Tapiraí Jusante	Rio Perdição	593.9	1650.0	12.27	20.66	4.9	8.3	15.9	262.4	7.33	12.34	23.6	389.2	60.5	998.4
Fazenda Samburá	Rio Samburá	760.4	1660.0	18.87	24.81	7.9	10.4	19.8	329.4	10.93	14.37	27.3	453.1	52.9	877.5
	média	2,112.9	1497.7	40.16	19.76	20.7	10.7	22.6	337.3	19.41	9.07	18.9	285.9	58.5	874.5
	máximo	9,963.8	1660.0	179.81	30.97	84.2	19.3	45.2	608.2	95.57	14.37	27.3	453.1	72.0	1006.5
	mínimo	219.4	1345.2	3.36	11.99	1.7	7.3	15.9	232.1	1.52	4.63	10.8	145.9	32.4	435.6
	mediana	763.6	1500.0	19.73	17.90	11.5	9.8	19.9	308.0	9.03	7.91	16.2	249.4	61.4	934.7

Estação	Litologias principais na bacia a montante da estação	vazão subterrânea específica (l/s.km ²)	Subdomínio geológico
Calciolândia	Sete Lagoas (65.66%), Subgrupo-Paraopeba (31.10%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (3.23%)	4.63	II A
Porto Indaiá/Barra do Funchal	Serra da Saudade (75.88%), Mata da Corda (10.58%), Areado (8.15%)	6.54	II B
Porto do Passarinho	Paraopeba (43.44%), Mata da Corda (26.24%), Areado (25.36%)	6.59	II B
Major Porto	Mata da Corda (41.19%), Paraopeba (36.85%), Areado (21.96%)	6.93	II B
Abaeté	Serra de Santa Helena (56.24%), Serra da Saudade (24.22%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (18.20%)	7.23	III A
Veredas	Coberturas detrito-lateríticas (46.66%), Areado (45.02%), Mata da Corda (8.02%)	7.52	II B
Taquaral	Serra de Santa Helena (59.63%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (31.58%), Serra da Saudade (8.78%)	7.91	III A
Fazenda São Félix	Paraopeba (49.34%), Areado (20.33%), Mata da Corda (14.52%)	9.56	II B
Ponte do Chumbo	Paraopeba (64.70%), Canastra Indiviso (21.94%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (13.47%)	9.59	III A
Iguatama	Paraopeba (46.64%), Canastra Indiviso (33.06%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (11,15%)	10.85	II A
Tapiraí Jusante	Canastra Indiviso (57.33%), Paraopeba (37.90%), Mata da Corda (3.84%)	12.34	II A
Fazenda da Barra	Canastra Indiviso (59.31%), Paraopeba (37.26%), Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (3.26%)	13.82	II A
Fazenda Samburá	Canastra Indiviso (98.64%), Paraopeba (1.36%)	14.37	II A

Exploração do Sistema Aquífero Bambuí por UGA

- 21.430 poços cadastrados
- Cerca de 3.000 utilizados para cálculo

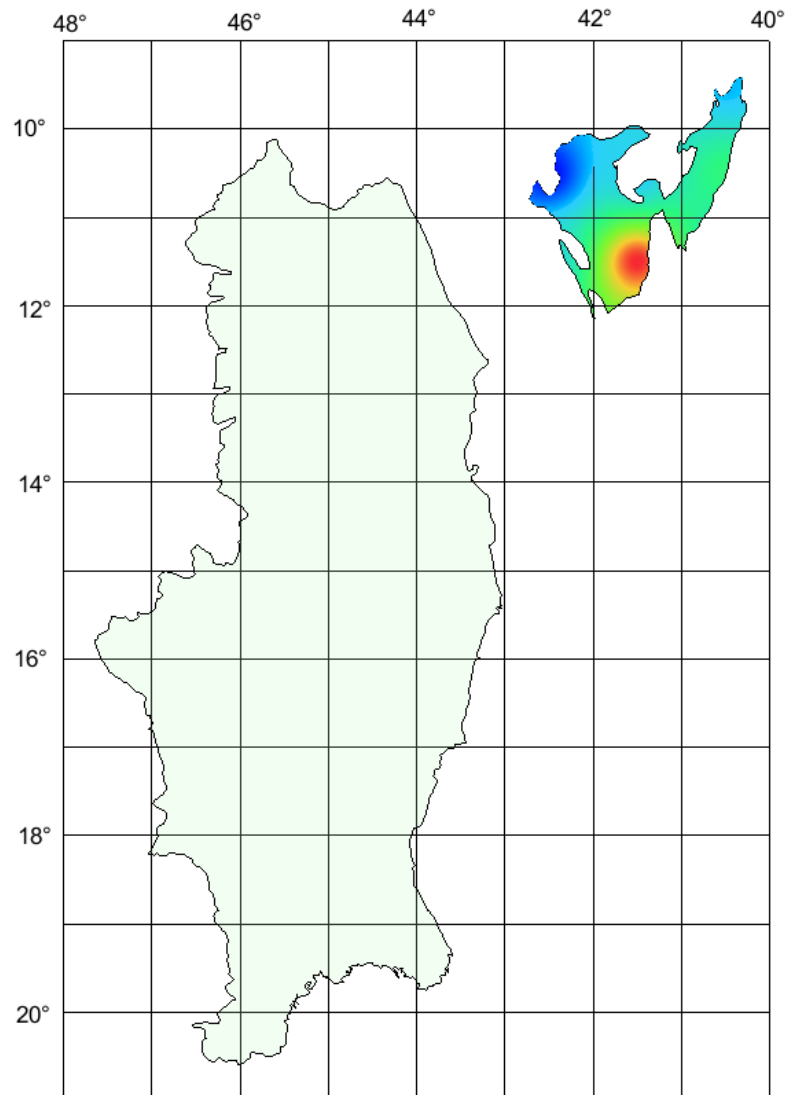
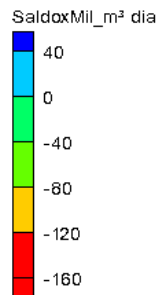


Unidade de Gestão	Área km ²	Recarga m ³ /s	Exploração m ³ /s	Saldo m ³ /s
UGA 1	30.856	246,40	2,63	243,74
UGA 2	32.765	117,70	2,97	114,76
UGA 3	14.563	60,97	3,02	57,95
UGA 4	40.939	184,25	2,16	182,09
UGA 5*	49.259	85,79	16,88	68,90
UGA 6	23.758	123,59	0,83	122,76
UGA 7	43.982	76,29	0,71	75,58
UGA 8**	36.055	28,64	3,03	25,61
UGA 9	120.443	435,73	2,63	433,09
UGA 10	70.028	2,00	4,03	-2,03

*Existe déficit de **- 9,11 m³/s** (total das células C29 e C34) nessa UGA

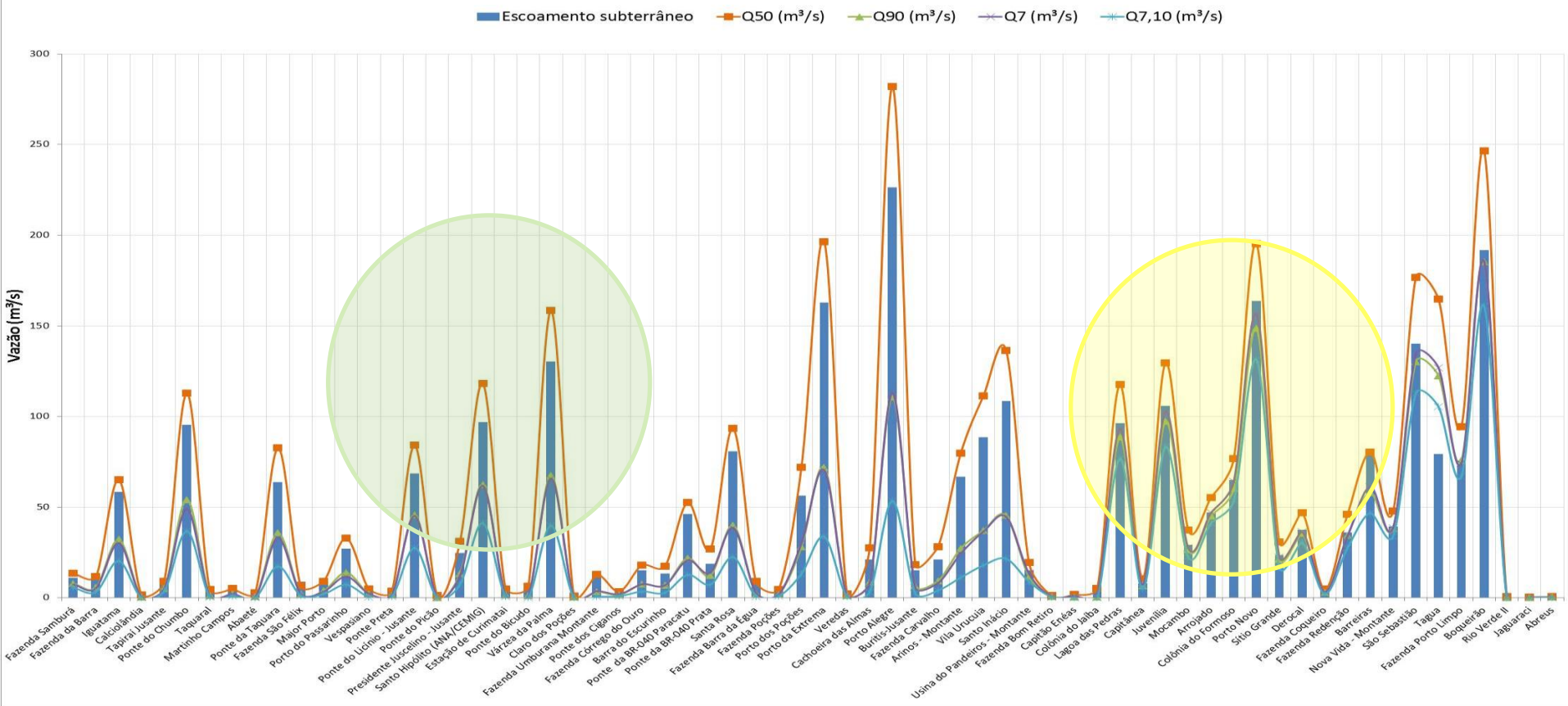
** Existe déficit de **- 0,77 m³/s** (célula C29) nessa UGA

Distribuição das células ZONA II e balanço



Balanço da exploração do SAB nas 12 células mais críticas da ZONA II

Célula	x	y	Número de poços	Área km ²	Recarga m ³ /s	Exploração m ³ /s	Saldo m ³ /s
C02	-40,5	-9,5	20	1954,8	0,07	0,03	0,04
C05	-42,5	-10,5	16	5110,4	0,52	0,07	0,45
C06	-41,5	-10,5	106	6336,3	0,26	0,26	0
C07	-40,5	-10,5	141	5118,5	0,19	0,70	-0,50
C11	-42,5	-11,5	68	2391,8	0,23	0,34	-0,11
C12	-41,5	-11,5	697	7220,2	0,66	2,54	-1,88
C13	-40,5	-11,5	28	542,7	0,06	0,09	-0,03
Total			1.077	28.753	2,00	4,03	-2,03



Separação de escoamentos em 59 estações fluviométricas da bacia do São Francisco

- Determinação da **vazão de base** e sua quantificação no escoamento superficial é **quesito essencial** para a gestão integrada;
- A integração deve facilitar a gestão no **momento mais crítico** do “hidrograma”;
- 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;
- A unidade territorial de gestão de recursos hídricos (inclusive integrada!) é a **bacia hidrográfica**.

Obrigado!

Fernando Oliveira e Leonardo de Almeida

www.ana.gov.br

Coordenação de Águas Subterrâneas - COSUB/SIP

fernando@ana.gov.br
leonardo.almeida@ana.gov.br