

Gestão Integrada de Águas Subterrâneas e Superficiais

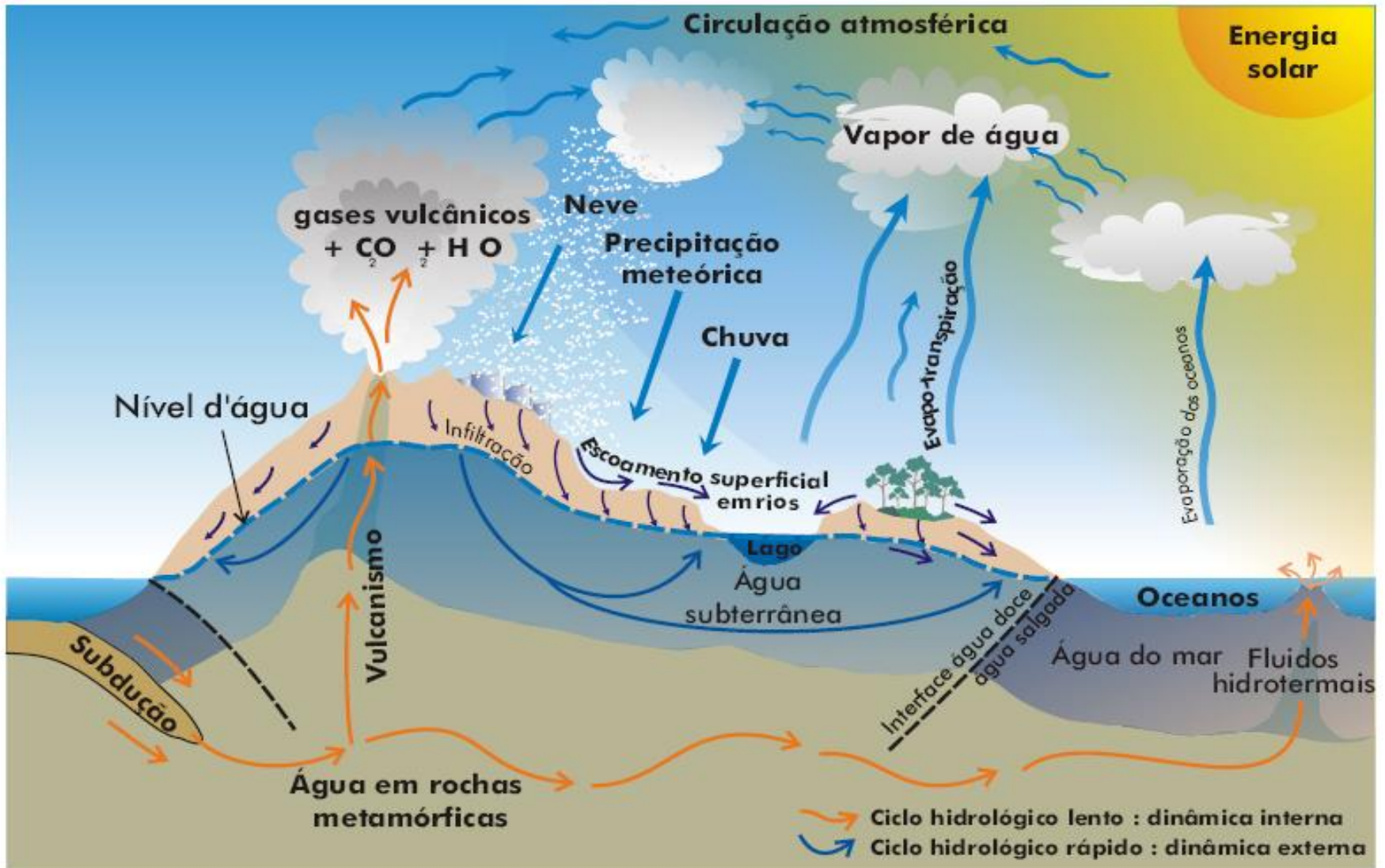
Fernando Roberto de Oliveira
Coordenador de Águas Subterrâneas - SIP/ANA

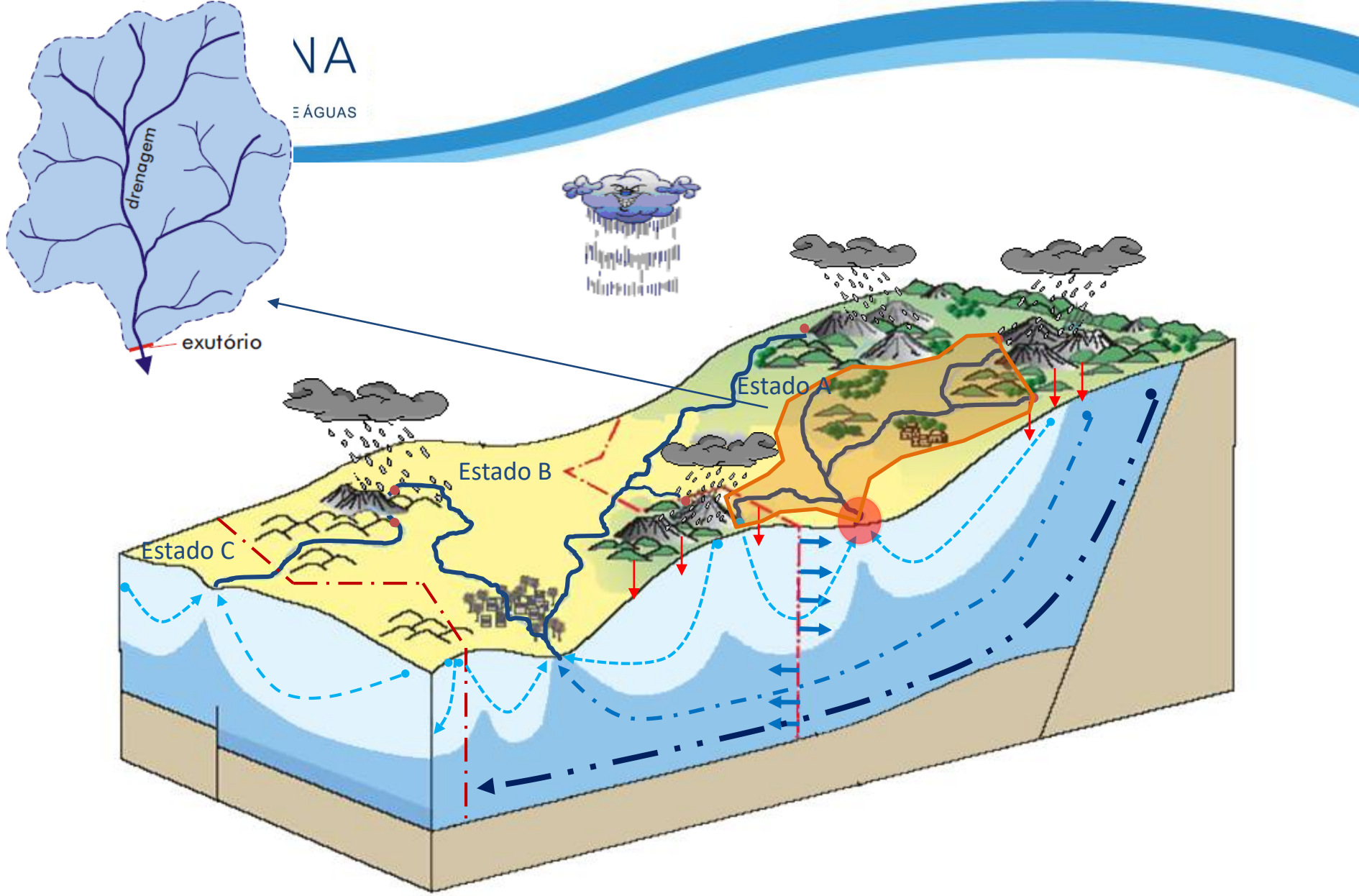


XXXIV Plenária Ordinária do CBSHF

Lagoa da Prata-MG, 17 de maio de 2018

Ciclo hidrológico

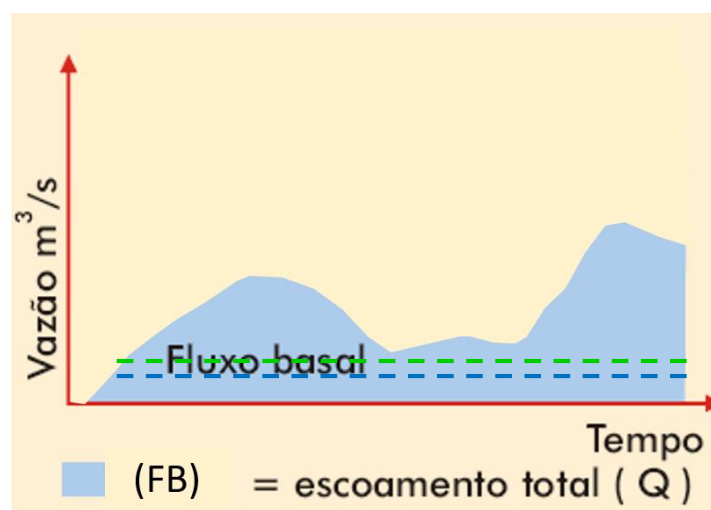
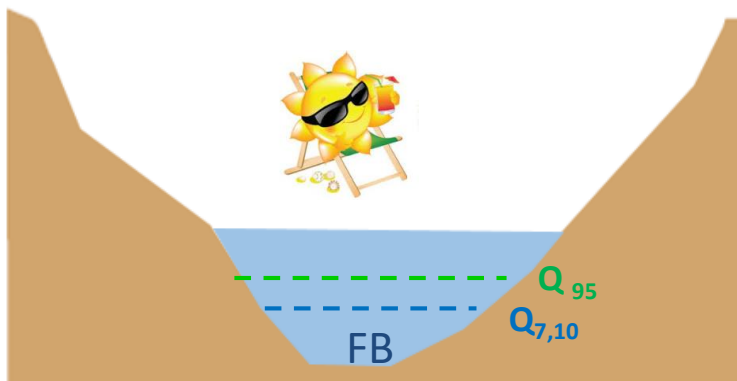
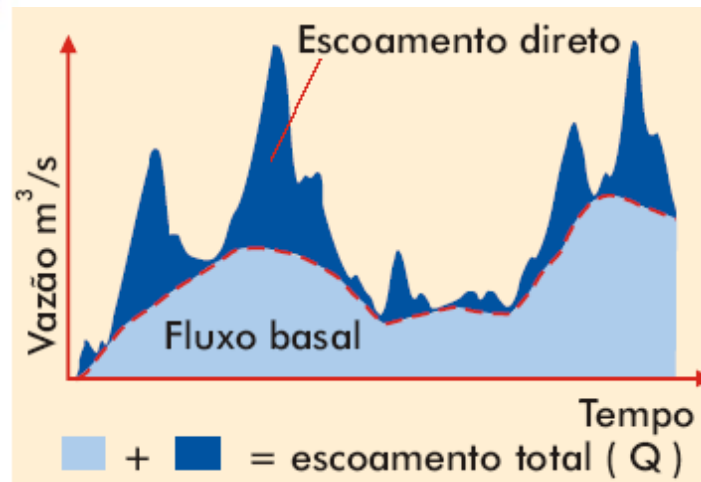
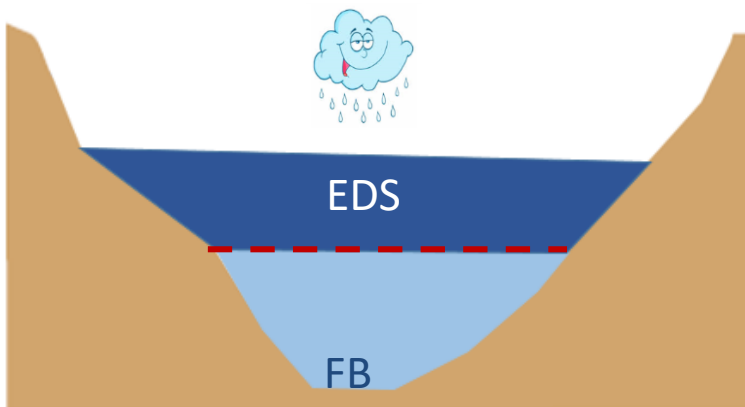




Visão sistêmica do ciclo hidrológico

(Puri, 2002; ANA, 2010)

Introdução

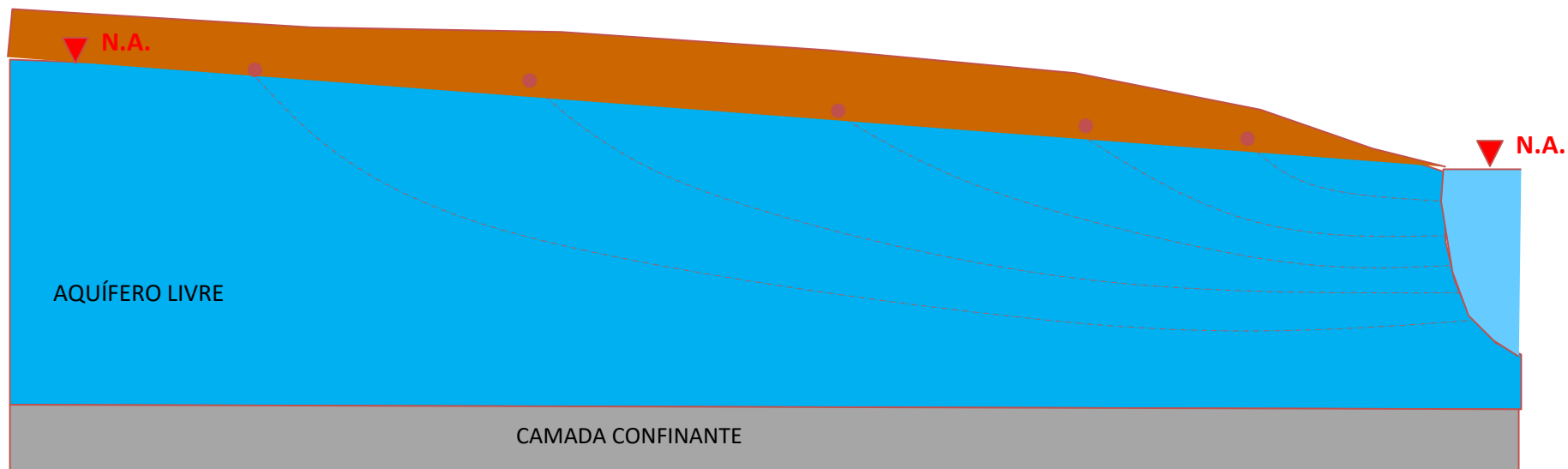


$Q_{7,10}, Q_{95}$: Vazões referência outorga água superficial

Interação rio x aquífero (livre)

Cenário 1 (t0)

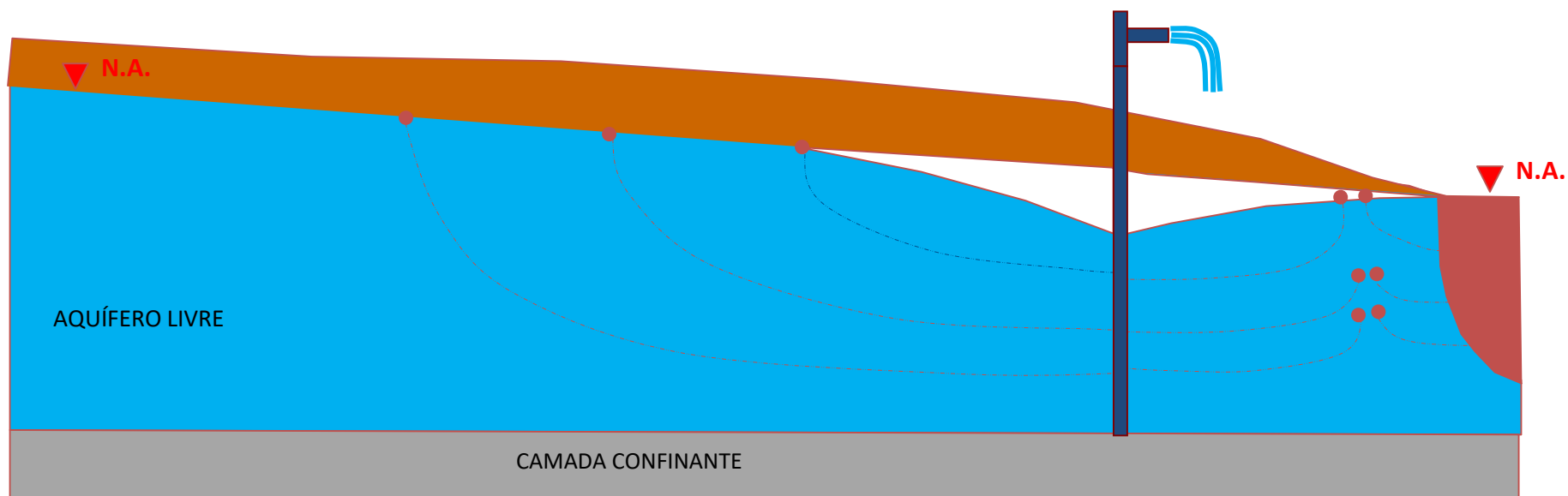
Pré-desenvolvimento da exploração de águas subterrâneas



Interação rio x aquífero (livre)

Cenário 2 (t1)

Redução da descarga natural do aquífero para o fluxo de base

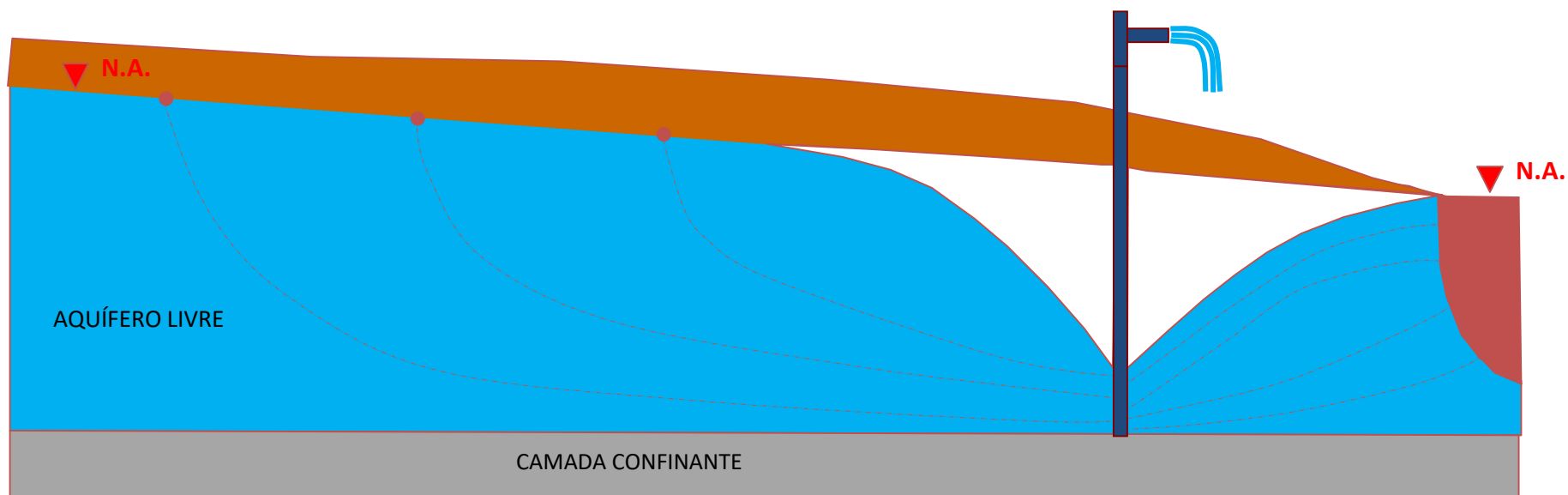


Interação rio x aquífero (livre)

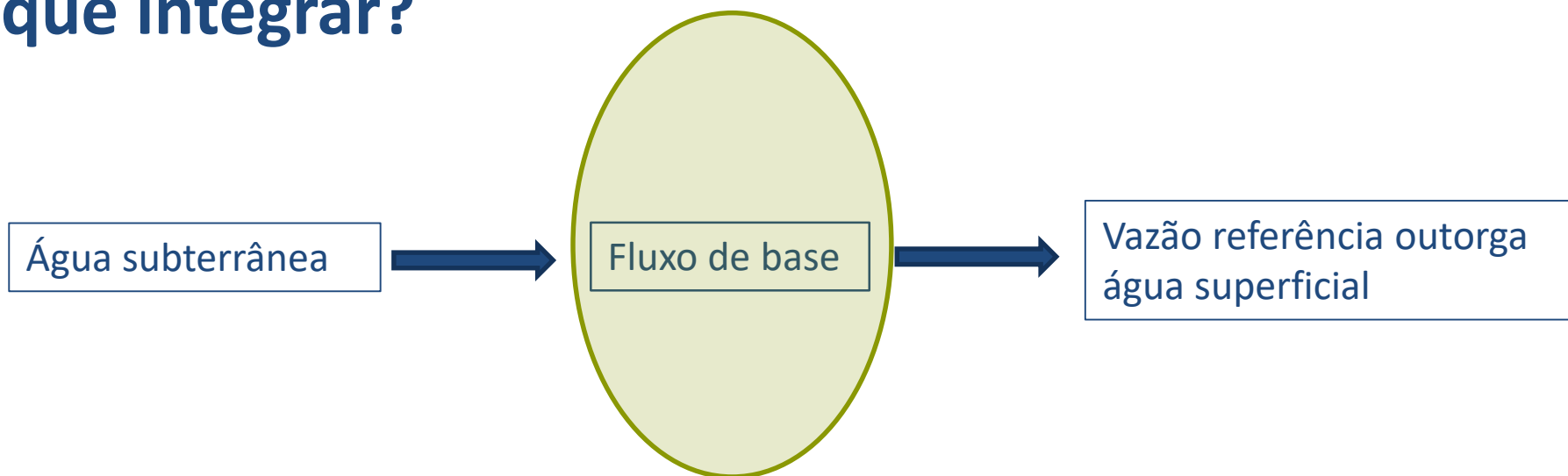
Cenário 3 (t2)

Recarga induzida do aquífero

rio poderá secar no período de estiagem, comprometimento das outorgas superficiais com base na $Q_{7,10}$, Q_{95} , Q_{90})

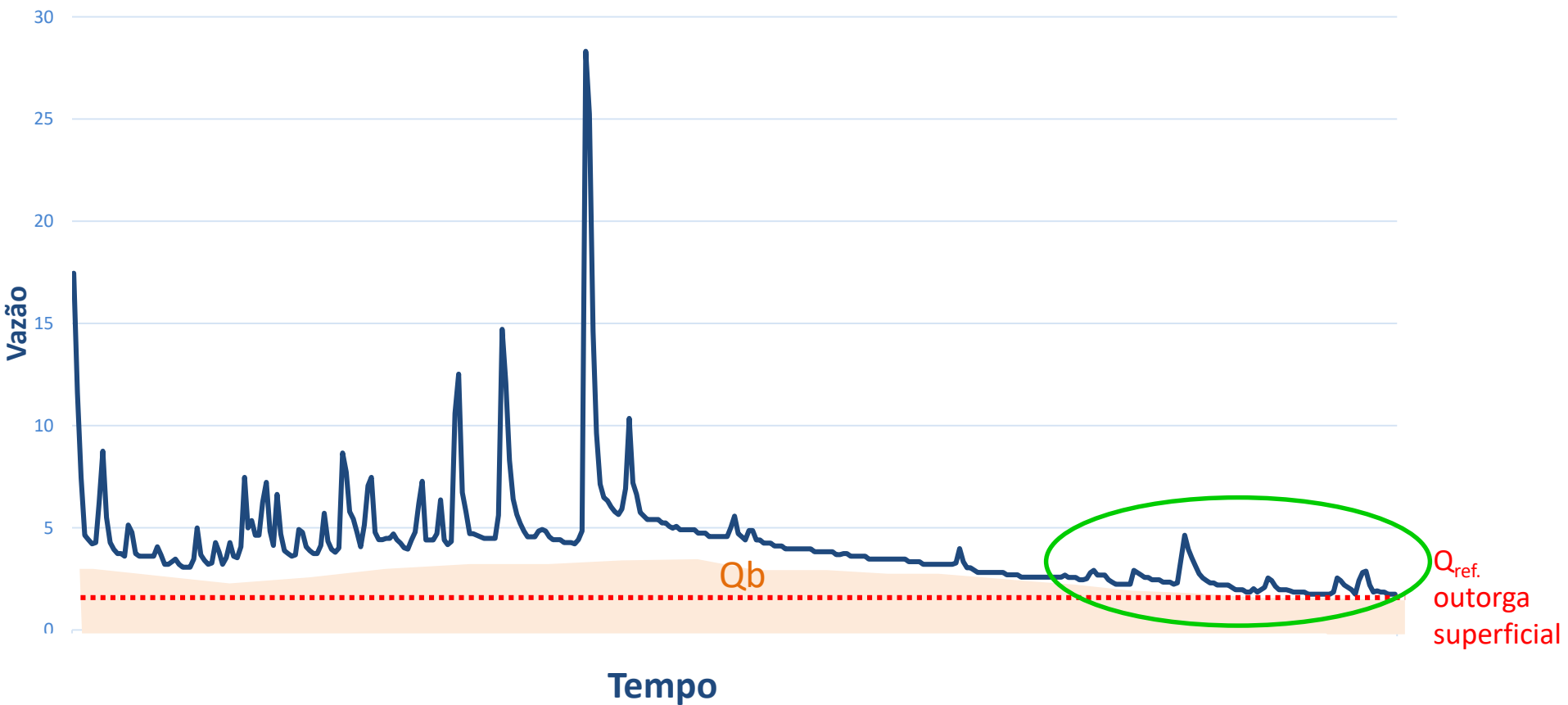


O que integrar?

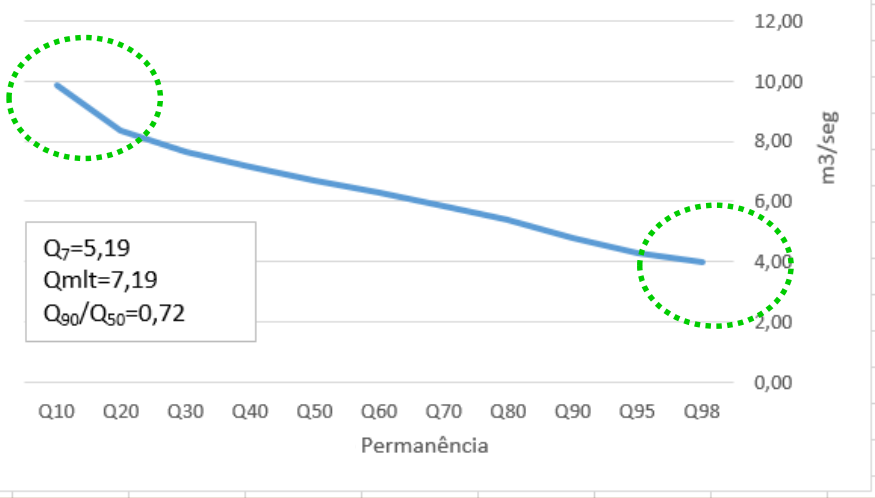


**integração entre as componentes
subterrânea e superficial**

Quando a gestão integrada é importante:

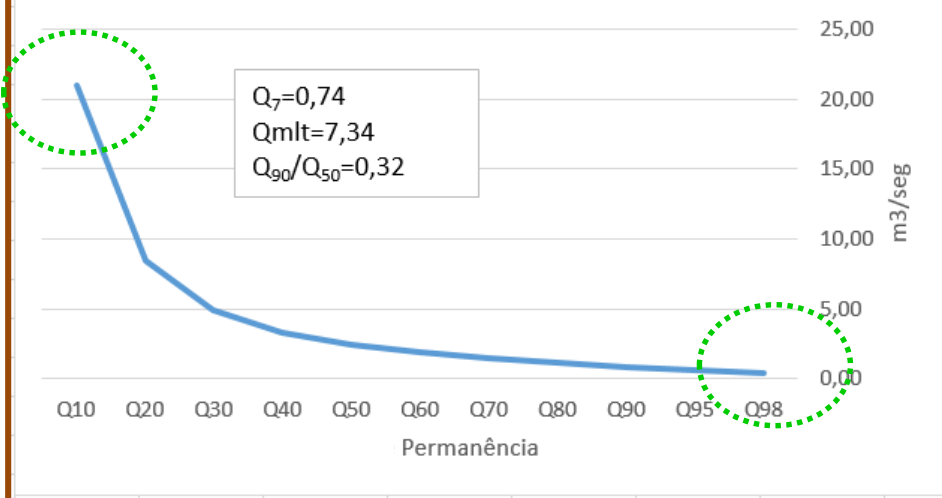


Estação 64346000 BC



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

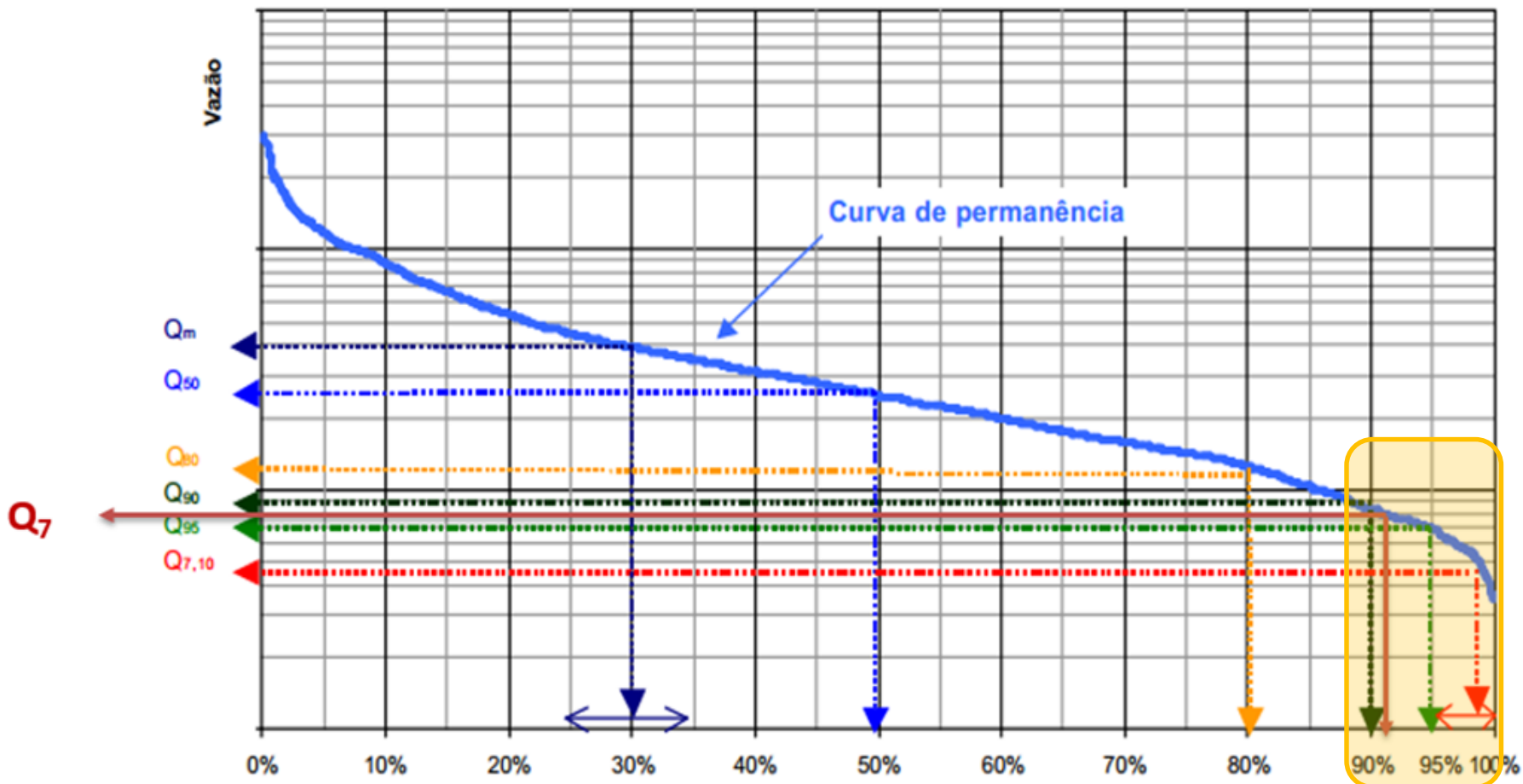
Estação 64135000 PD



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

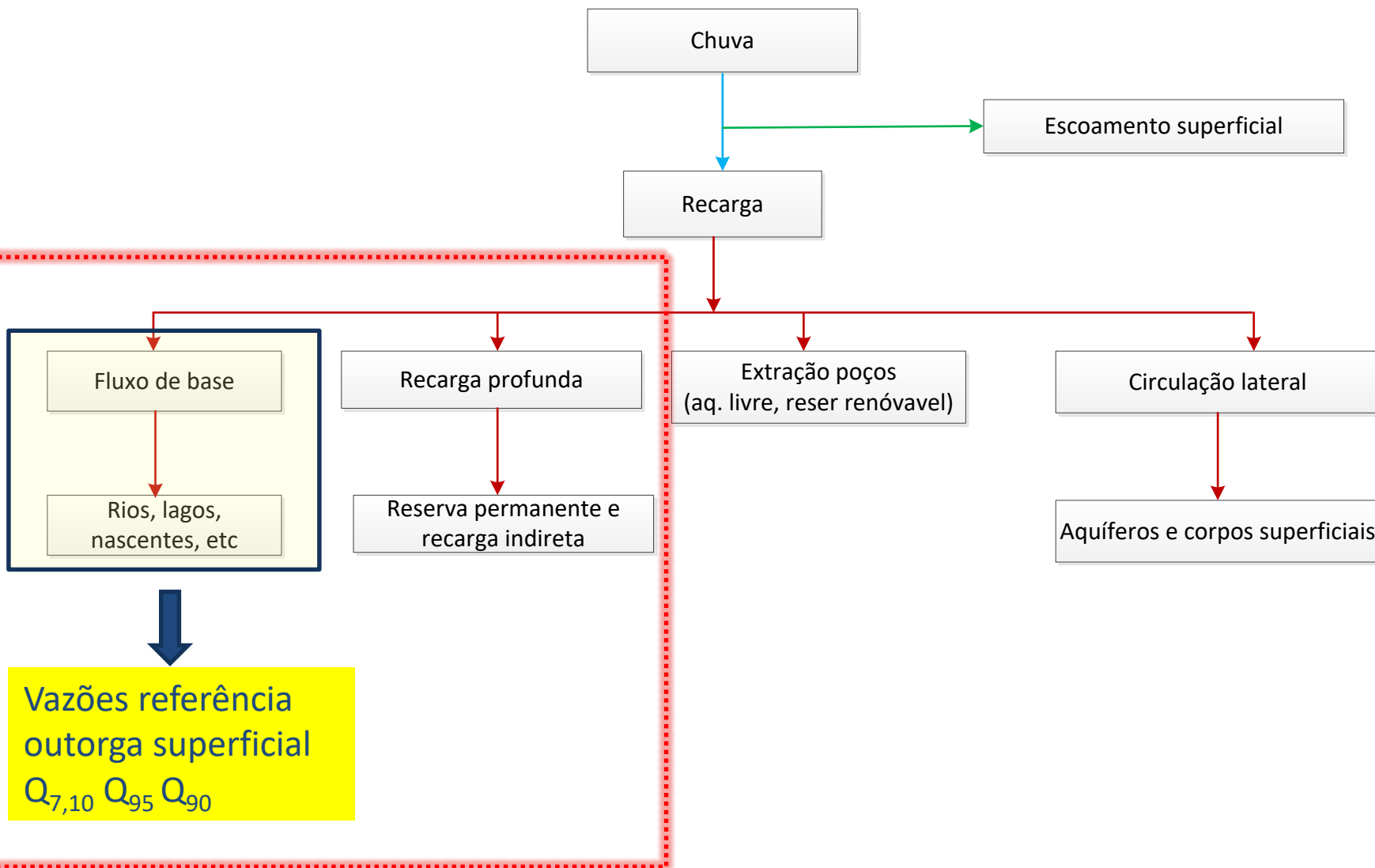
Curva de permanência de rios alimentados por aquíferos com distintas capacidades de regularização

RELAÇÃO DE VAZÕES MÍNIMAS TÍPICAS NA CURVA DE PERMANÊNCIA

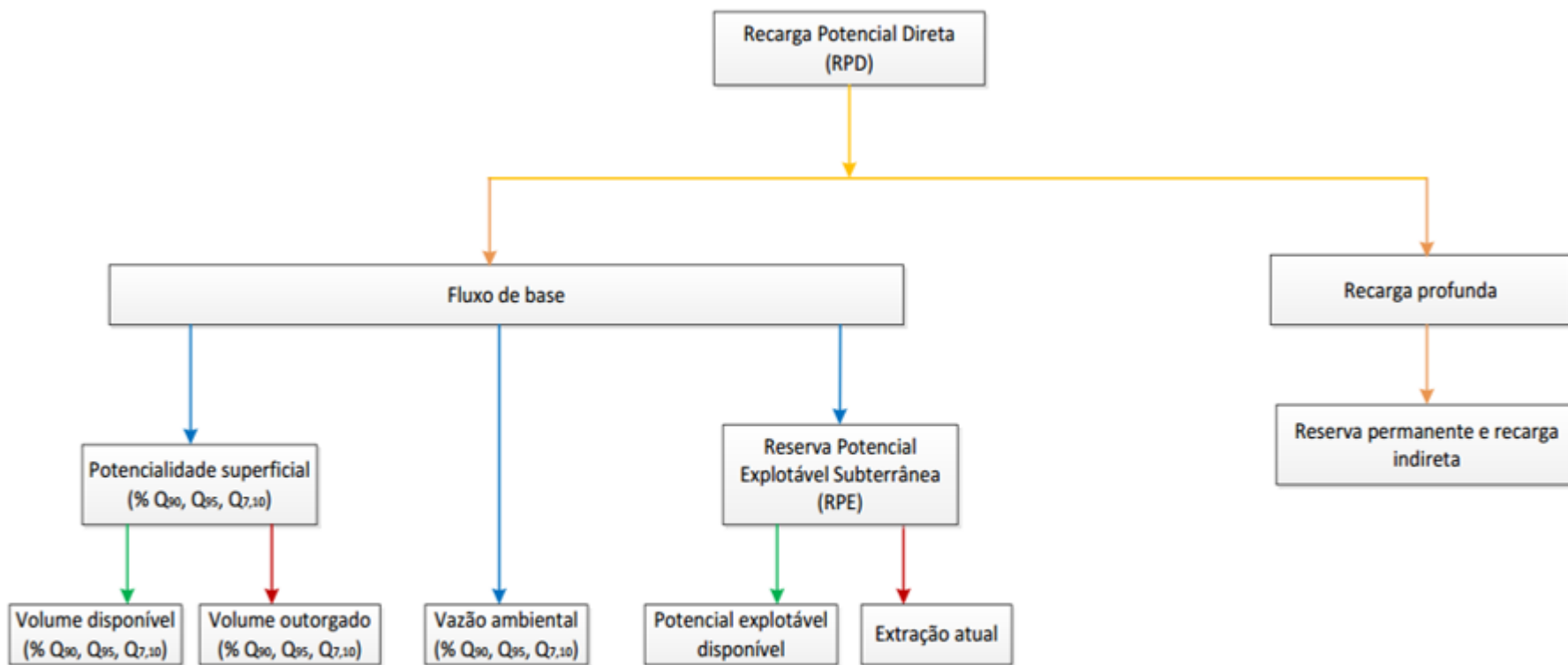


Forma da curva de permanência é função da geologia, relevo, solo, chuva, clima, urbanização, etc.

Visão sistêmica da gestão de recursos hídricos



Visão sistêmica da gestão de recursos hídricos



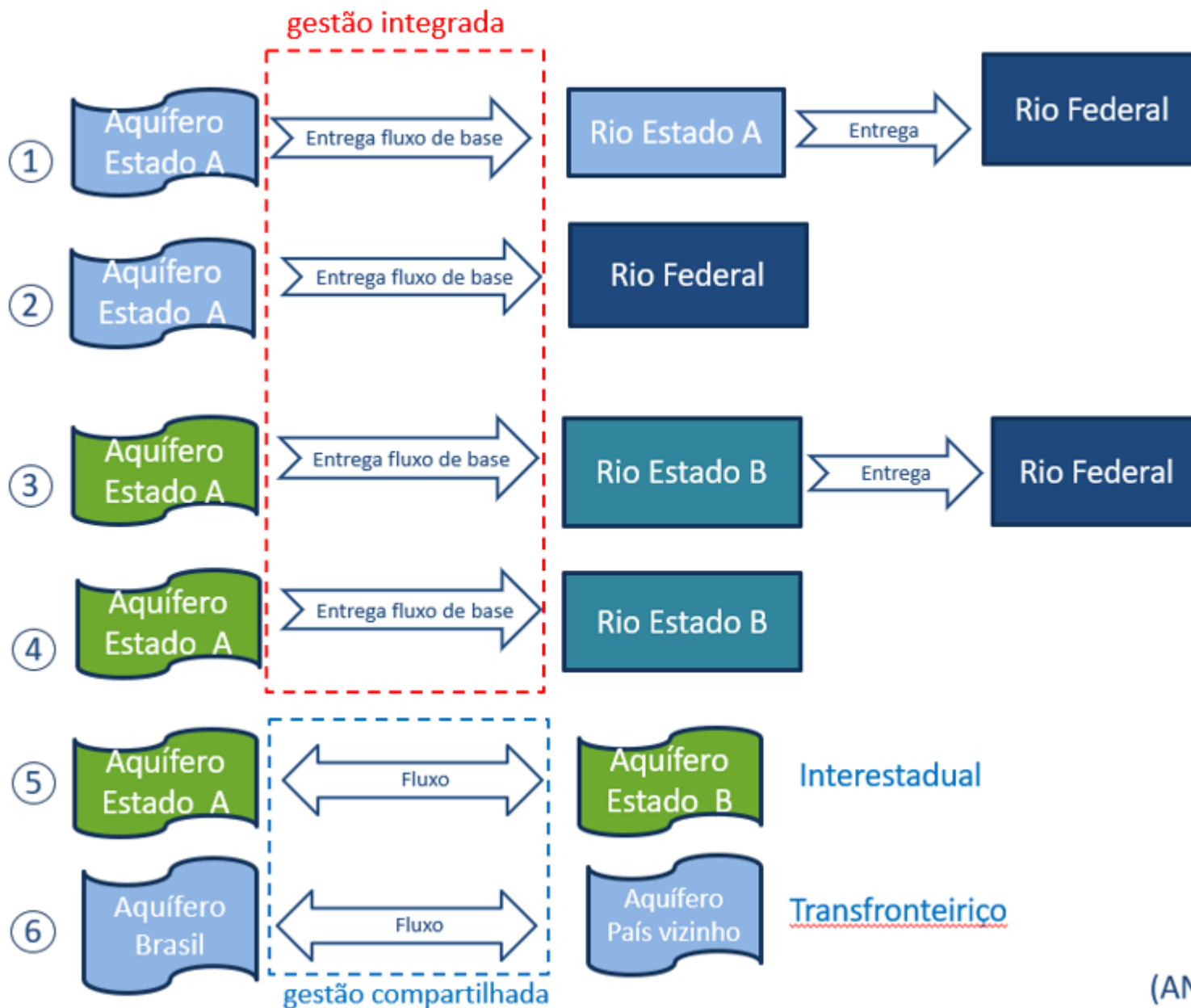
Política Nacional de Recursos Hídricos - Lei nº 9433/97

- ❑ 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.

Abordagem do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH na Gestão Integrada de águas superficiais e subterrâneas

Res CNRH	Instrumento/Tema	Pontos Chaves
13/2000	Sistema de Informações	- Coordenação/ 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
99/2009	Programa Nacional de águas de subterrâneas/PNRH	- Implementação do Programa Nacional de Águas Subterrâneas
107/2010	Monitoramento das águas subterrâneas	-Estabelece a Rede Nacional de Monitoramento de Águas Subterrâneas
XX/2018	Gestão Integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos	-Estabelece diretrizes para a GIRH superficiais e subterrâneos e articulação entre União e Estados e o DF

Cenários na gestão integrada



O que a ANA tem realizado em gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas ?

Plano Nacional de Recursos Hídricos



Programa Nacional de
Águas Subterrâneas



Programa Nacional de Águas Subterrâneas- PNAS/PNRH



Implementação

Agenda ANA de Ações para a Gestão Integrada Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos

Agenda de Ações para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos

Brasília, julho de 2015.

Ciclo 2015-2109

AGENDA DE AÇÕES PARA A GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEOS

Objetivo Geral

Fortalecer a implementação da gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos

Objetivos Específicos

Promover a gestão integrada de recursos hídricos entre União e Estados

Ampliar o conhecimento hidrogeológico nacional

Promover a aplicação dos instrumentos da PNRH nas águas subterrâneas

Capacitar para gestão integrada de recursos hídricos

Ações

Promoção da gestão integrada de aquíferos conectados com rios federais (A)

Elaboração de avaliações hidrogeológicas (B)

Sistematização de dados e monitoramento de águas subterrâneas (C)

Apoio a elaboração de planos de recursos hídricos no tema águas subterrâneas (D)

Capacitação (E)

Atividades

Diagnóstico dos aquíferos conectados com rios federais (A1)

Identificar e elaborar estudos em aquíferos de áreas urbanas onde a A.S. é relevante para o abastecimento humano (B1)

Operar e manter o Sistema de Águas Subterrâneas - SAS/SNIRH (C1)

Elaborar o diagnóstico de águas subterrâneas nos planos de recursos hídricos (D1)

Planejamento de capacitação específica em gestão integrada (E1)

Elaboração de avaliações para a gestão integrada (A2)

Identificar e elaborar avaliações hidrogeológicas em aquíferos interestaduais e transfronteiriços (B2)

Planejar e coordenar a RENAMAS (C2)

Implementar ações previstas nos planos de recursos hídricos relativas à águas subterrâneas (D2)

Implementação da capacitação específica em gestão integrada (E2)

Proposição de marcos regulatórios e alocações (A3)

Elaborar portfólio para soluções de abastecimento com A.S. em áreas com vulnerabilidade hídrica por eventos críticos (B3)

Legenda

Execução parceria ANA/Estados

Articulação ANA/CPRM/Estados

SIP

SIP/SPR

SIP/SPR/SRE

SIP/SAS

SIP/STI

SIP/SGH

SIP/SOE

Estudos ANA PNAS/PNRH

21 Estados envolvidos

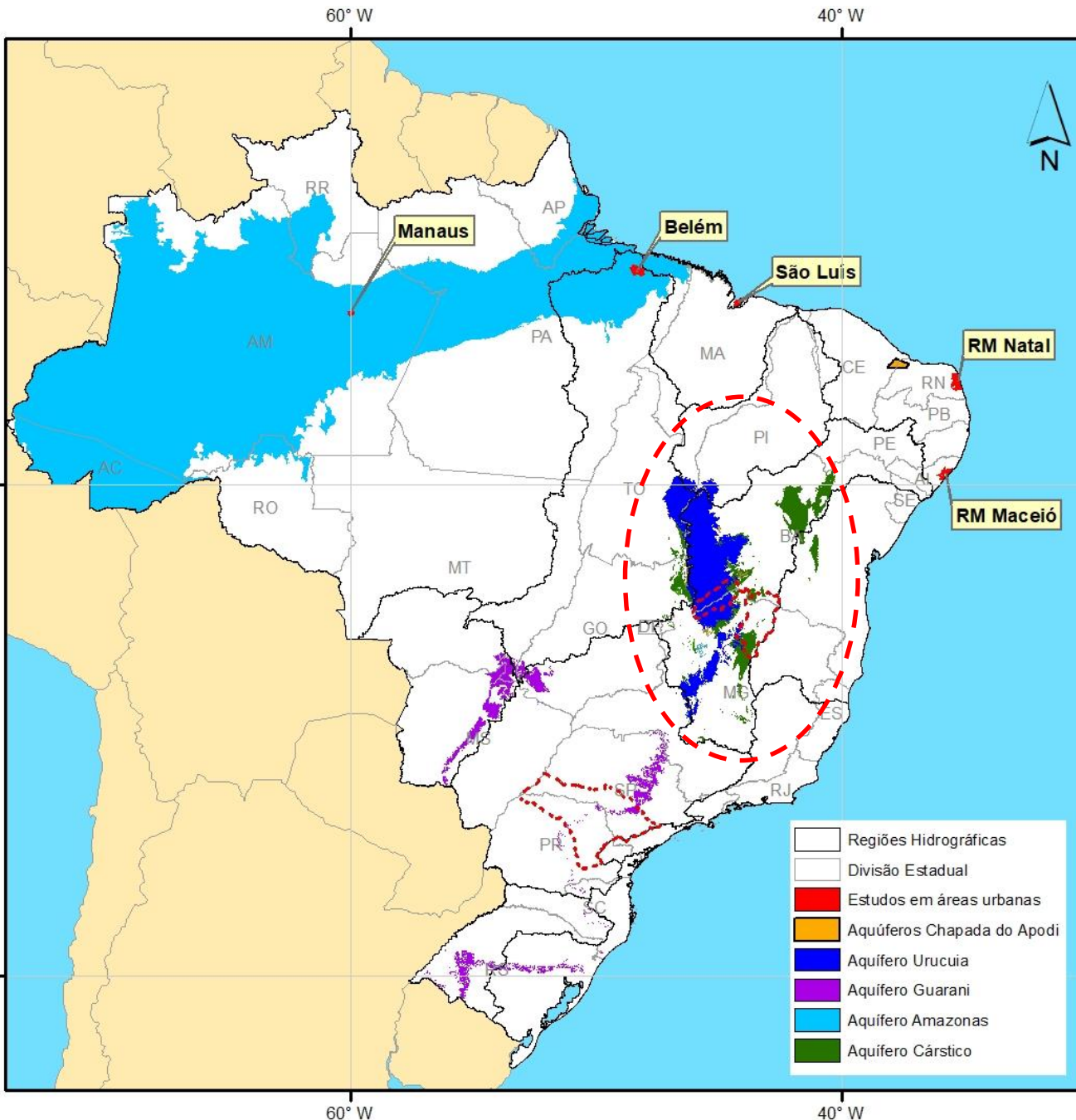
Aquíferos interestaduais
ou transfronteiriços

- ✓ Aquíferos da Chapada do Apodi
- ✓ Sistema Aquífero Urucuia (SAU)
- ✓ Estudo da Vulnerabilidade do Aquífero Guarani (SAG)
- ✓ Aquíferos da Prov. Hidr. do Amazonas
- ❖ Aquíferos Cársticos na Bacia do São Francisco

- ❑ Bacia rio Verde Grande
- ❑ Bacia rio Carinhanha
- ❑ Bacia rio Paranapanema

Estudos em áreas urbanas

- ✓ Região Metropolitana de Maceió
- ✓ Região Metropolitana de Natal
- ❖ Ilha de São Luís (MA)
- ❖ Belém (PA)
- ❖ Manaus (AM)



ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E DE VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUÍFERO URUCUIA

PROPÓSICÃO DE MODELO DE GESTÃO
INTEGRADA E COMPARTILHADA

RELATÓRIO FINAL

VOLUME 1 | DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO DE
ABRANGÊNCIA DOS SISTEMAS AQUÍFEROS URUCUIA E AREADO

TOMO I | Caracterização do Meio Físico, do Uso e Ocupação da Terra,
Levantamento Hidrogeológico e Investigações Geofísicas

CON S Ó R C I O



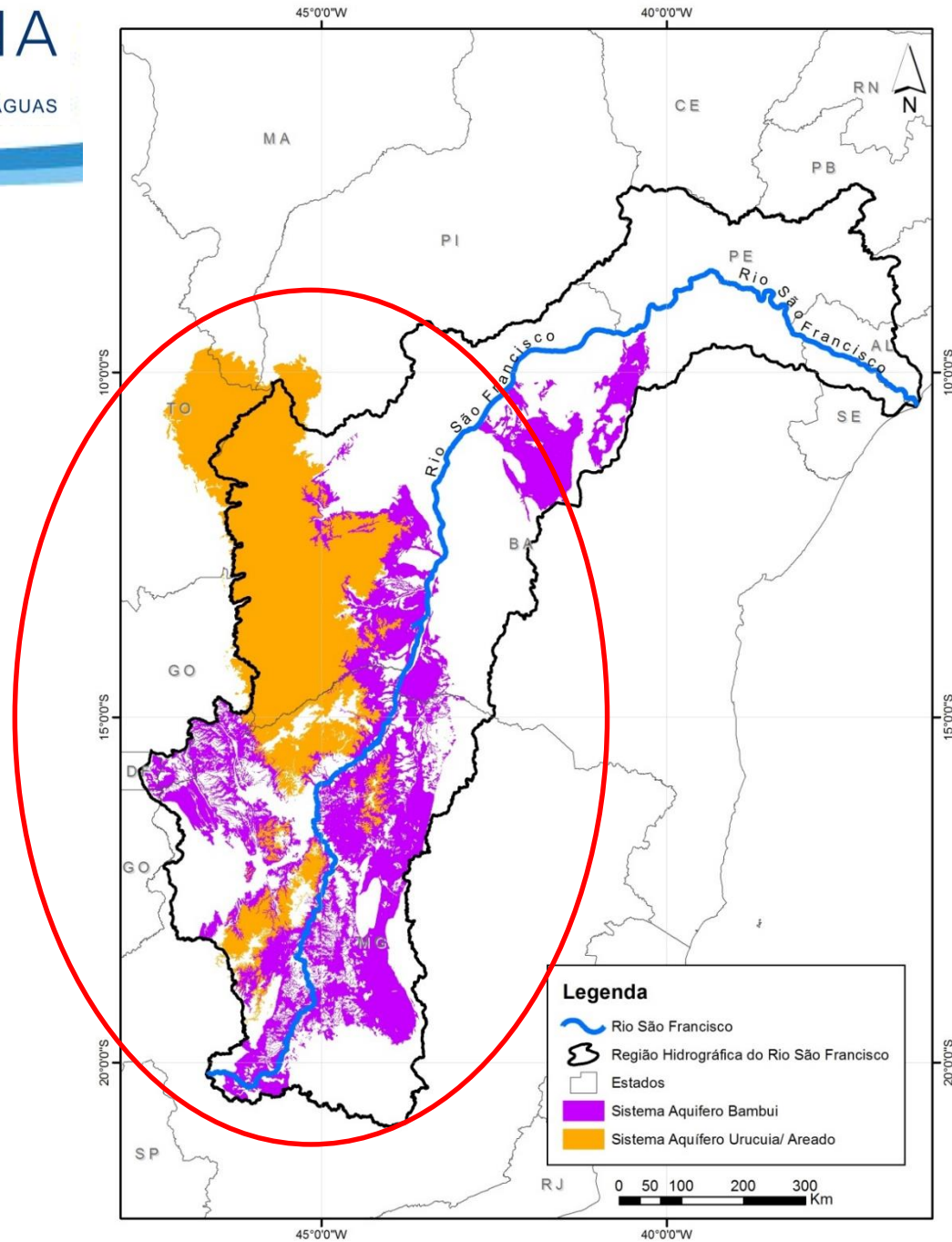
◀ Avaliação Hidrogeológica dos Sistemas Aquíferos
Cársticos e Fissuro-Cársticos na Região Hidrográfica
do São Francisco, com vistas à Gestão Integrada e
Compartilhada de Recursos Hídricos



Relatório Final
Volume II - Hidrogeologia

Consórcio:

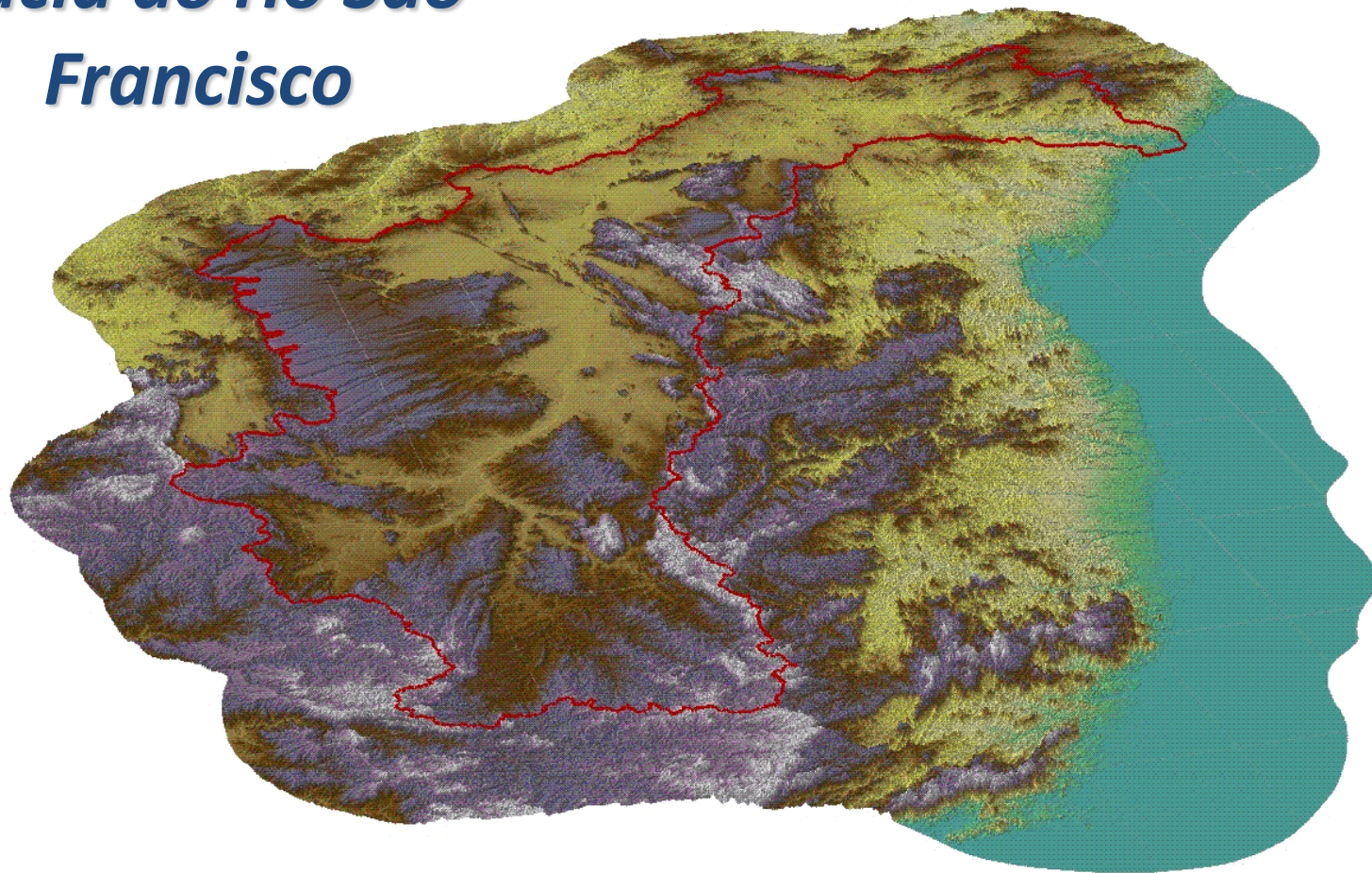


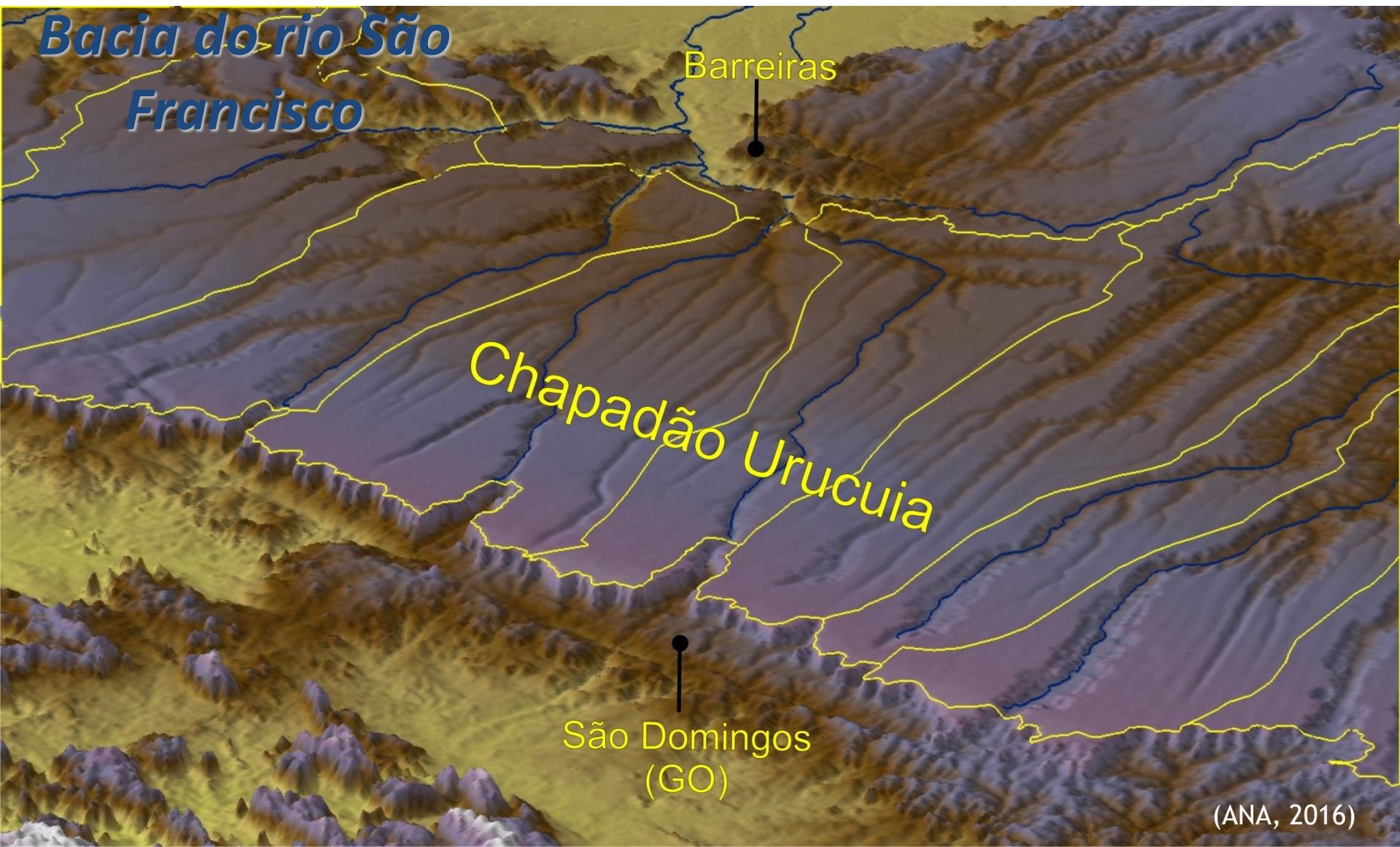


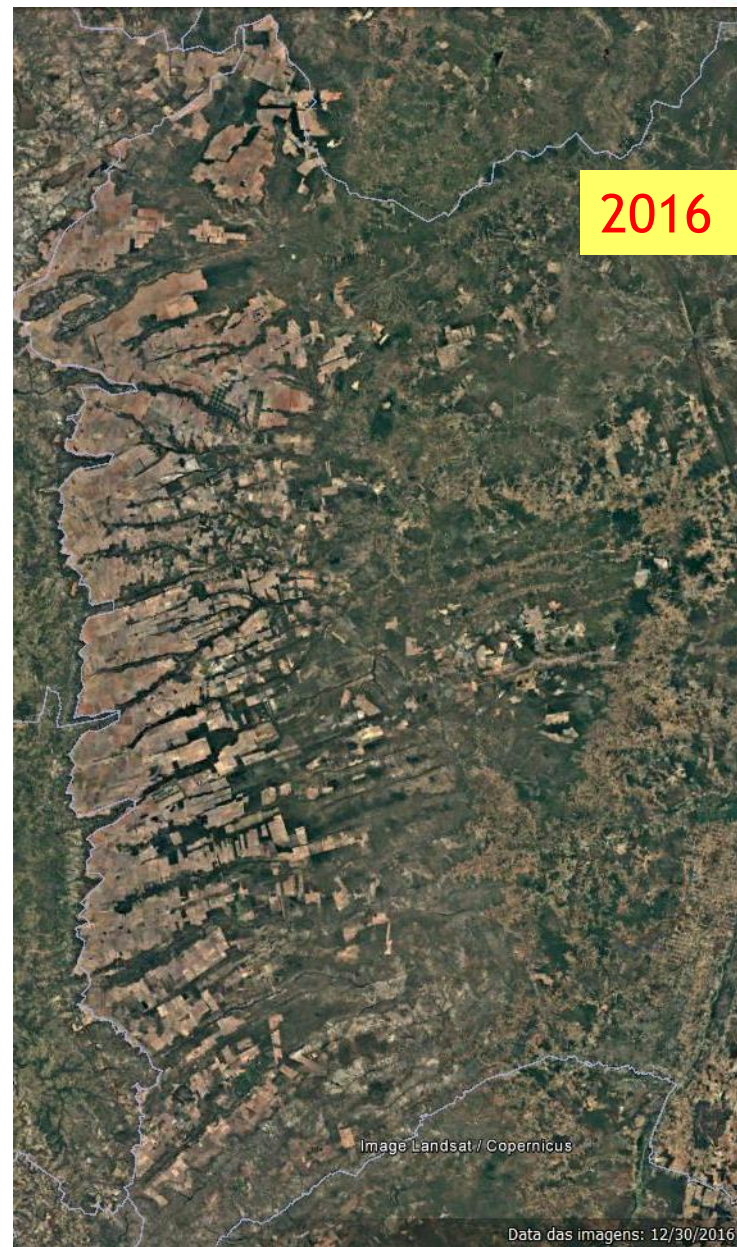
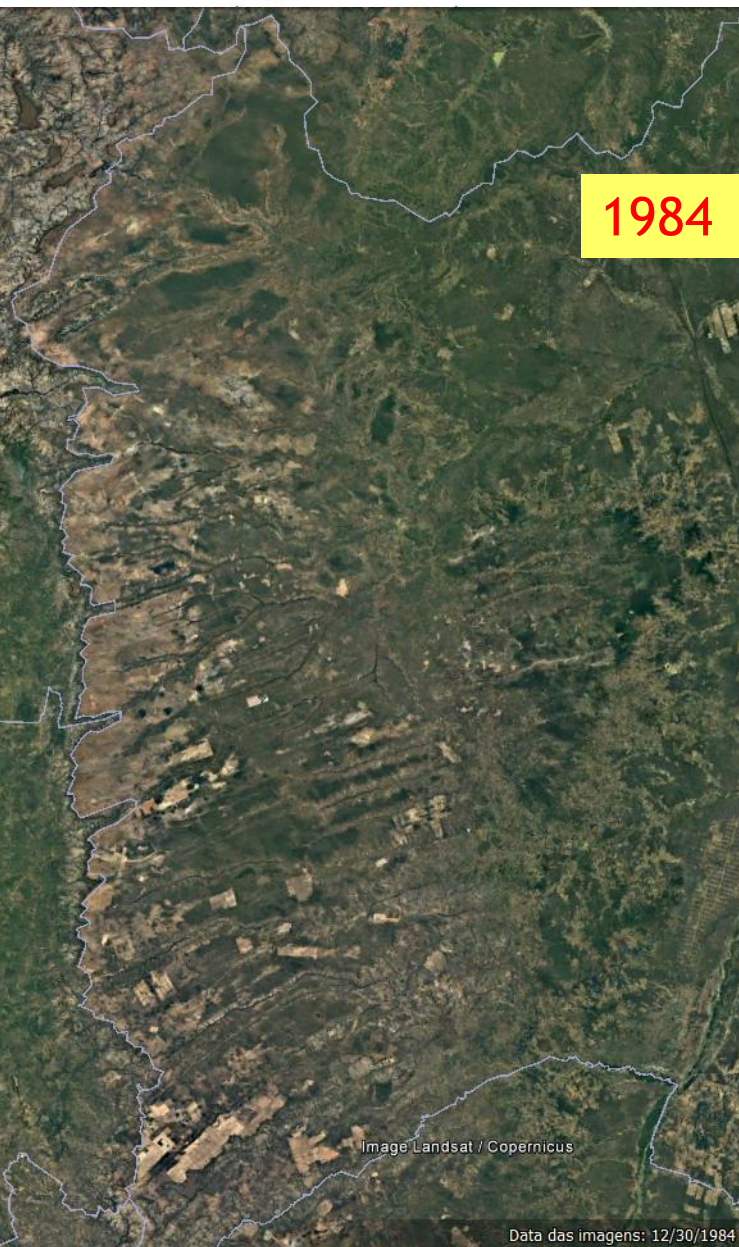
Bacia do rio São Francisco



Bacia do rio São Francisco







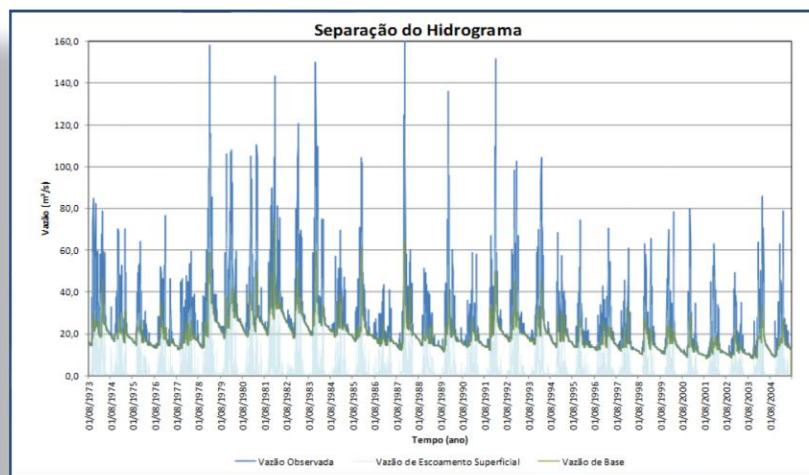
Uso e ocupação do solo no oeste da Bahia

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

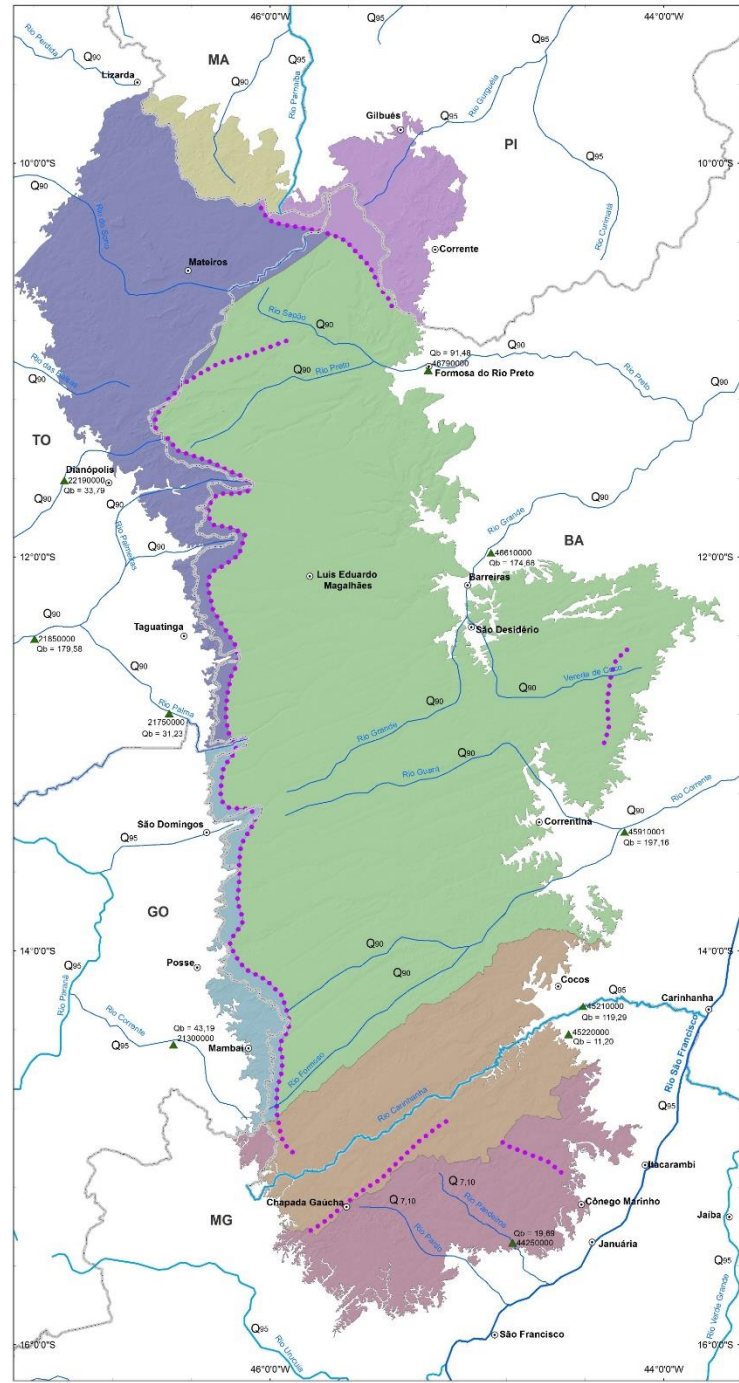
Contribuições do SAU/SAA para as principais bacias hidrográficas

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%.

Proposta de Plano de Gestão Integrada e Compartilhada do SAU

- *Ações de Gestão Integrada e Compartilhada do SAU*
 1. Definição de Áreas de Integradas e Compartilhadas do SAU
 2. Comissões interestaduais, Grupo Gestor e Resolução Conjunta
 3. Instrumentos integrados
 4. Proposta de rede de monitoramento integrada



Mapa de localização da área de estudo

Convenções Cartográficas

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

Legenda

- Rio São Francisco
- Rios de domínio da União
- Rios de domínio dos Estados
- Divisores de água subterrânea
- ▲ Postos Fluviométricos Principais

Áreas Integradas e Compartilhadas do SAU

- Área Integrada do SAU em Minas Gerais
- Área Integrada do SAU na Bahia
- Área Integrada e Compartilhada do SAU_BA/GO
- Área Integrada e Compartilhada do SAU_BA/MG/UNIÃO
- Área Integrada e Compartilhada do SAU_BA/TO
- Área Integrada e Compartilhada do SAU_MA/TO/PI/BA
- Área Integrada e Compartilhada do SAU_MA/UNIÃO

Qb = Vazão de Base (m³/s)
Q_{es}, Q_u, Q_u = Vazões de referência dos rios de domínios dos Estados e da União



Dados: UTM/BR
Origem no equador e 0° 0' 0" Equador e Meridiano 45° 0' 0" W
Amplitude da cordilheira: 10.000 km e 500 km, respectivamente.

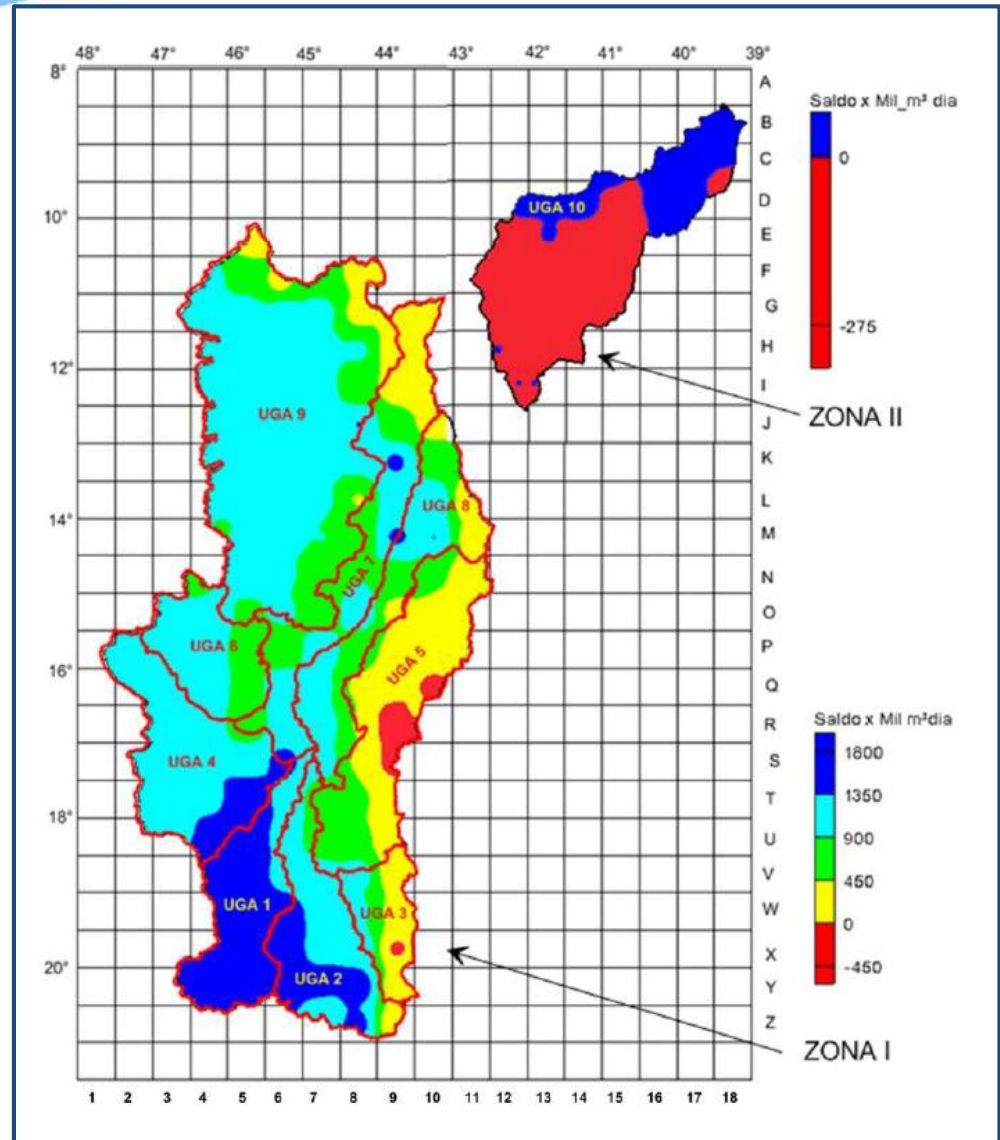
Logos: ANA, ENGECORPS, WLM

Produtos: Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Único e Processos de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada

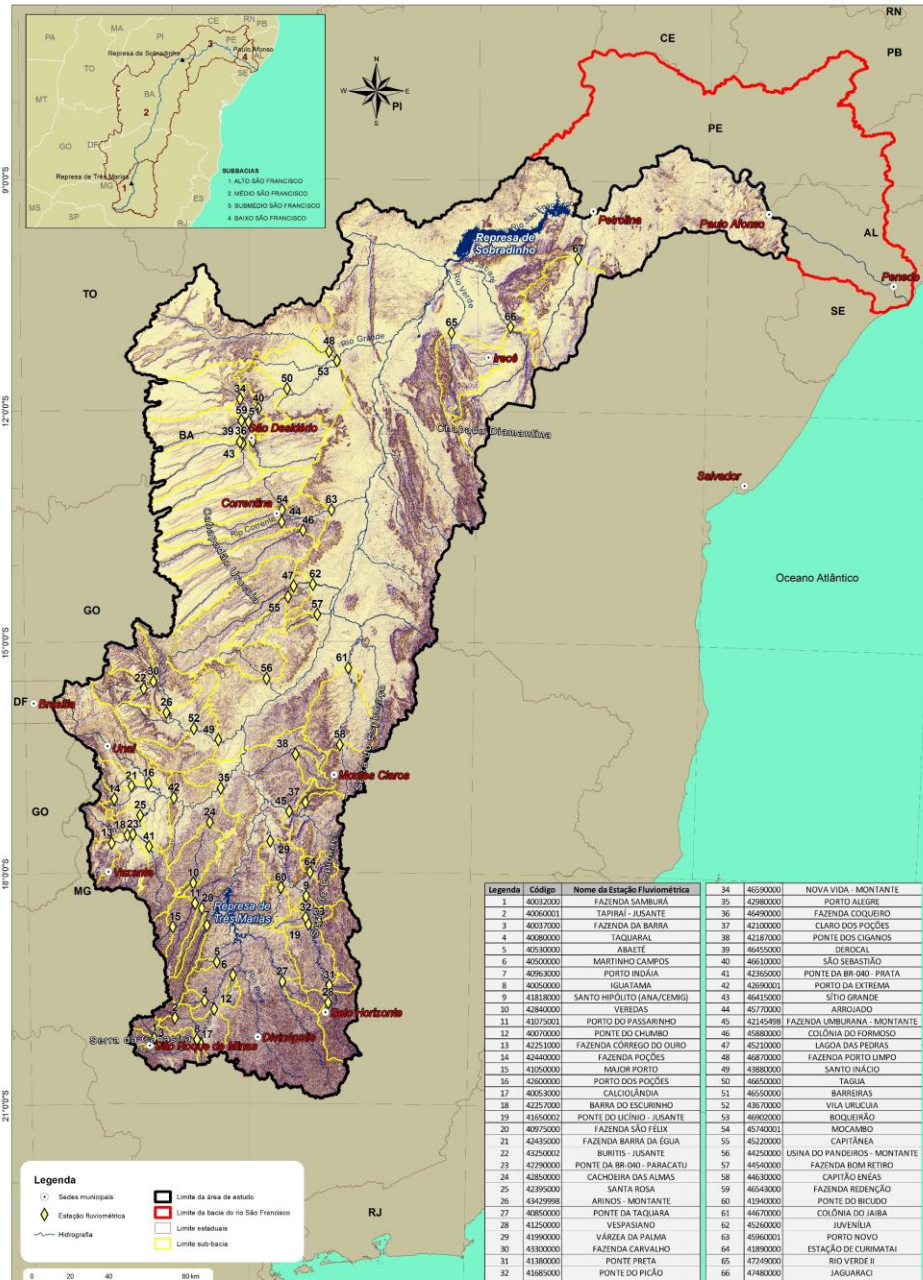
TÍTULO: Áreas Integradas e Compartilhadas do Sistema Aquífero Único

ESCALA NUMÉRICA	1:1.900.000
ESCALA GRÁFICA	0 5 10 20 30 40 Km
ESCALA FIGURAL	10.11

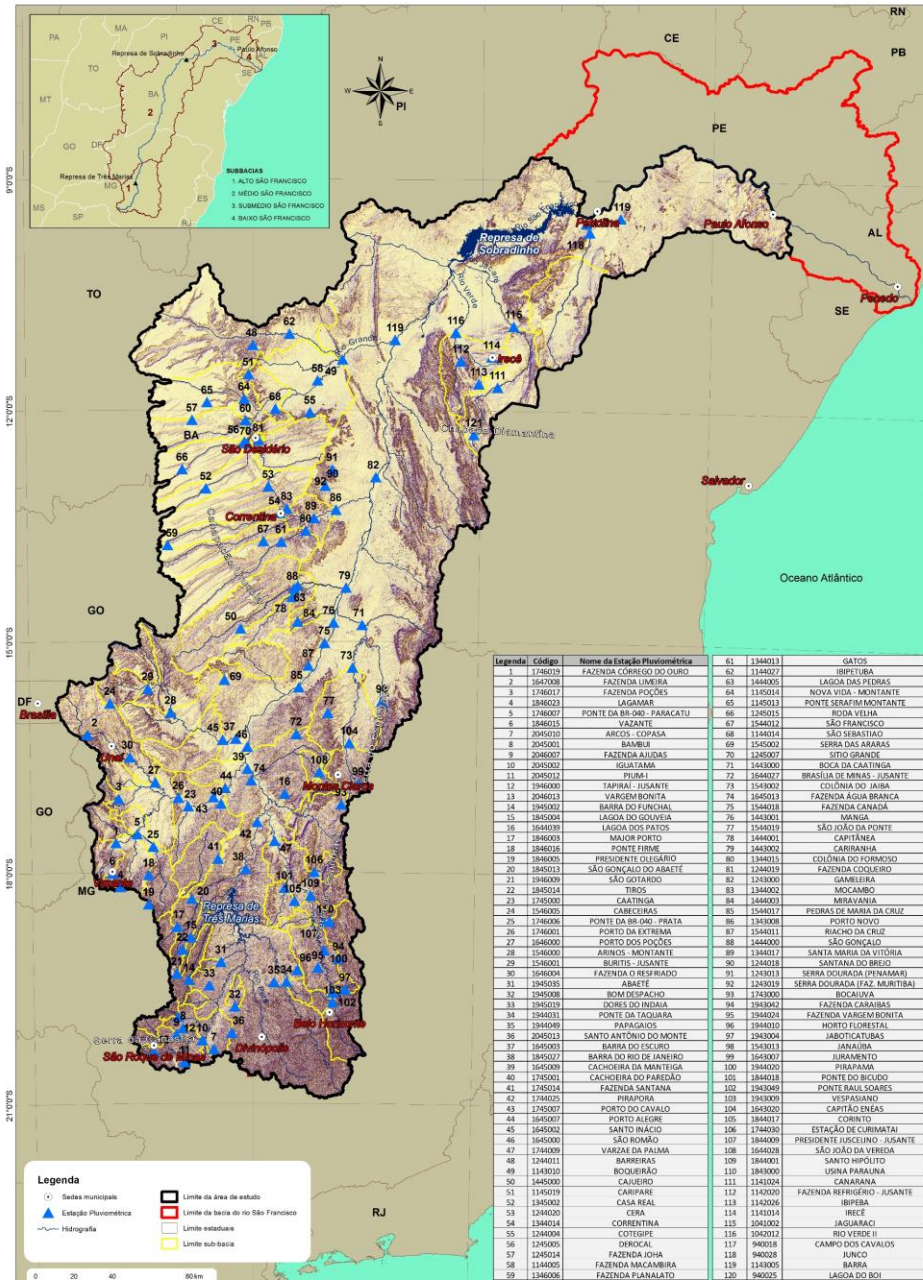
➤ *Exploração do Sistema Aquífero Bambuí por UGA*

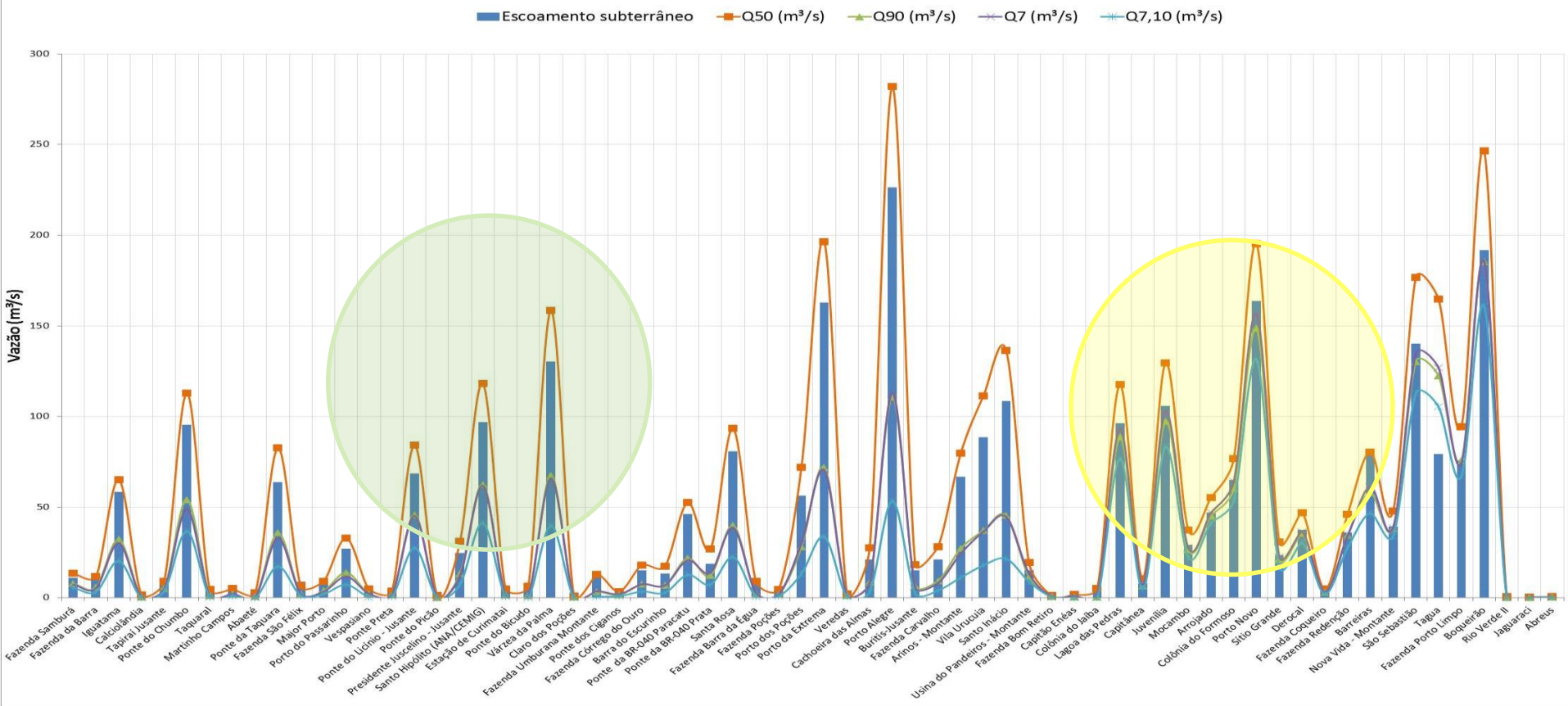


Bacias hidrográficas e as estações fluviométricas



Bacias hidrográficas e as estações pluviométricas

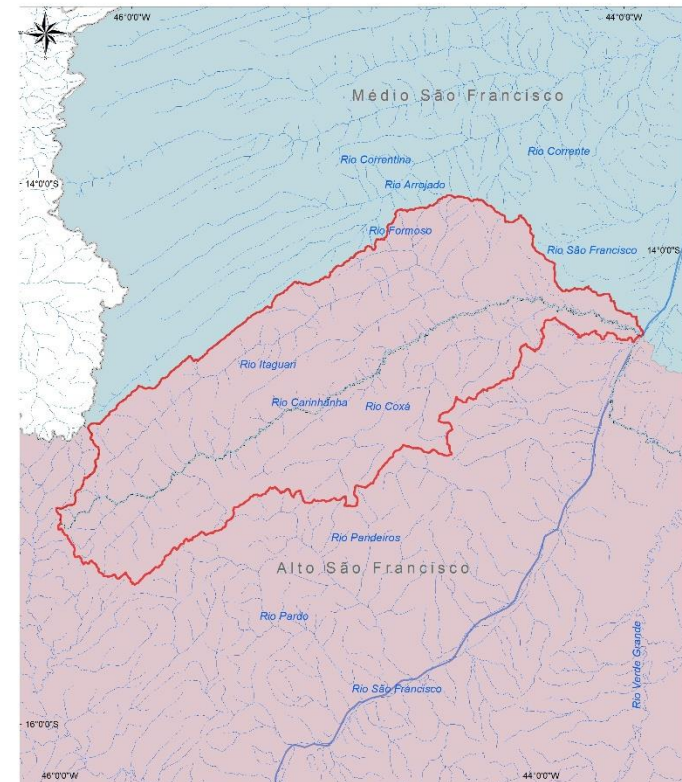




Separação de escoamentos em 59 estações fluviométricas da bacia do São Francisco

Bacia Hidrográfica do rio Carinhanha

- Área 17.178 Km²
- Alto São Francisco (novo limite CBHRSF)
- Divisa Bahia/Minas Gerais
- Dominialidade da União: rios Itaguari e Carinhanha (ANA)
- Dominialidade estadual: tributários e águas subterrâneas (INEMA e IGAM)



Convenções Cartográficas

- Limite Estadual
- ☪ Massas d'água

Legenda

- Rio São Francisco
- ▭ Bacia hidrográfica do rio Carinhanha

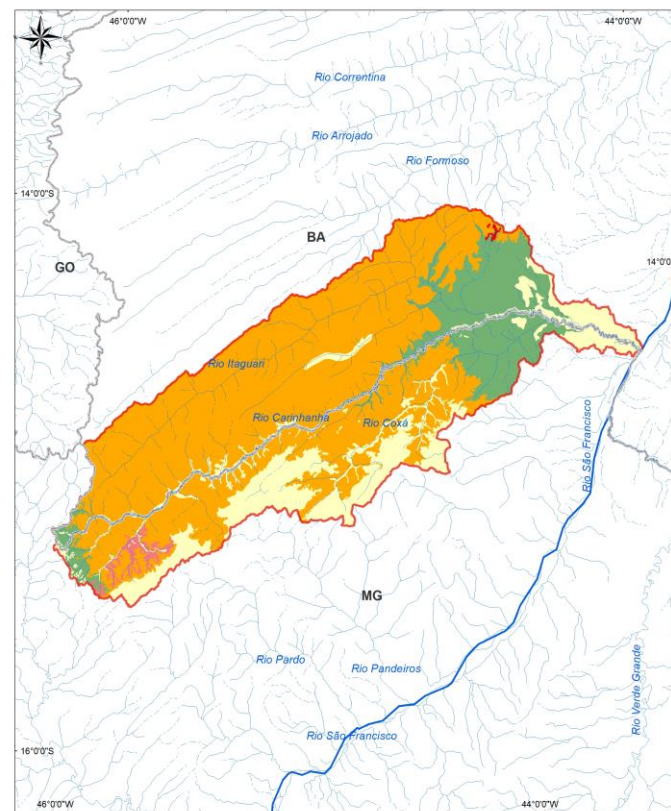
Contexto Hidrográfico

- Alto São Francisco
- Baixo São Francisco
- Médio São Francisco
- Sub-Médio São Francisco

Contexto geológico

- GEOLOGIA**

- Coberturas Recentes
- Grupo Urucuia
- Grupo Areado
- Grupo Bambuí
- Granito Correntina



Convenções Cartográficas

- Limite Estadual
- ☁ Massas d'água

Legenda

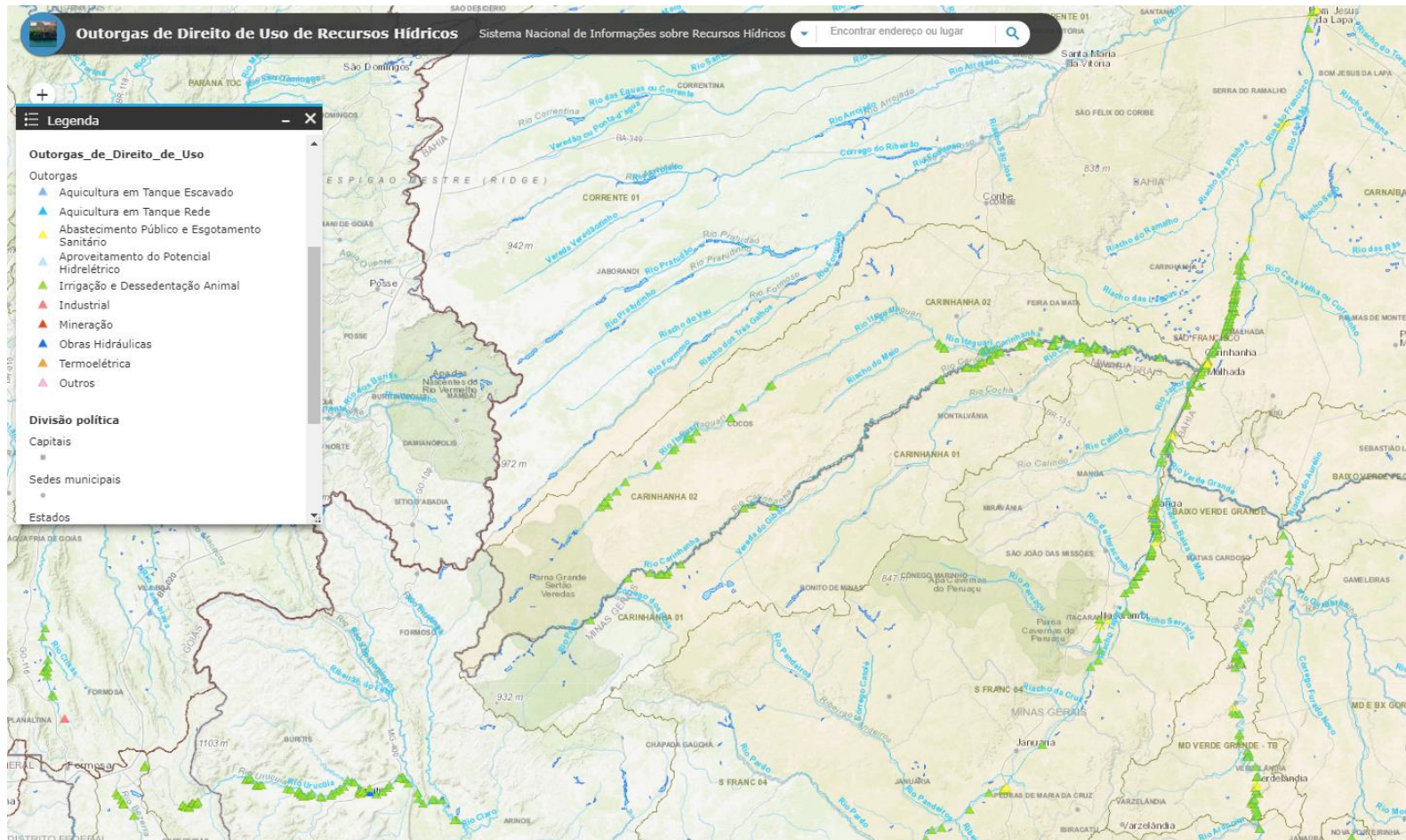
- ~ Rio São Francisco
- ▭ Bacia hidrográfica do rio Carinhonha

Geologia

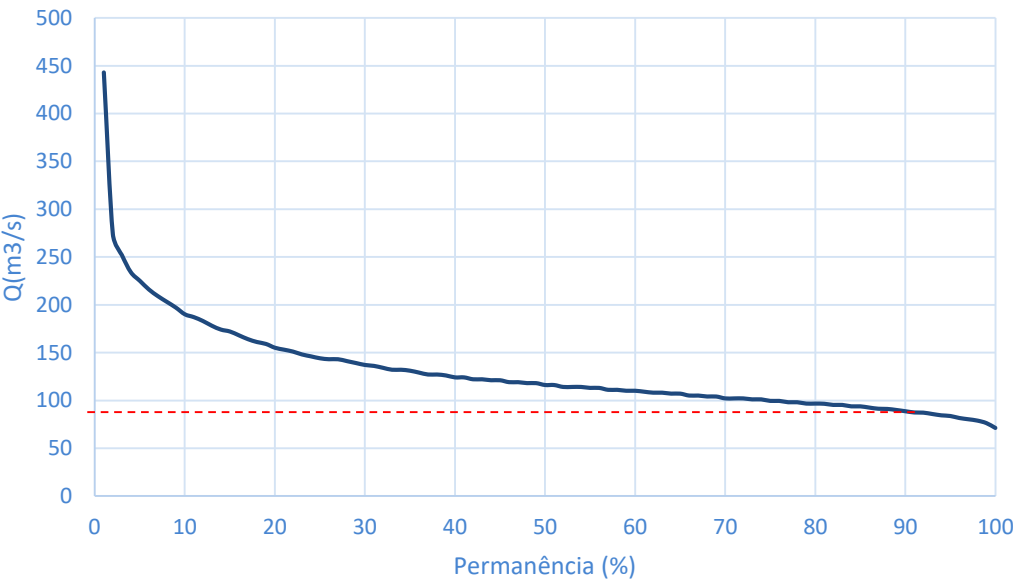
- ▭ Grupo Areado
- ▭ Coberturas recentes
- ▭ Granito Correntina
- ▭ Grupo Bambuí
- ▭ Grupo Urucuia

ANA
Projeto Piloto de Gestão Integrada de Águas Superficiais e Subterrâneas - Bacia do Rio Carinhonha (BAMG)
ESCALA GRÁFICA Datum Horizontal: SIRDAS 2000
0 4,8 9,6 14,4 19,2 24,0 28,8 Km

Outorgas ANA (Itaguari e Carinhanha)



Carinhanha - consistido -45210000 - 1969 a 2007



Vazão	(m3/s)
Q ₇	93,3
Q _{7,10}	76,8
Q ₉₀	88,6
Q ₉₅	83,6
Q ₅₀	116
Q ₉₀ /Q ₅₀	0,76

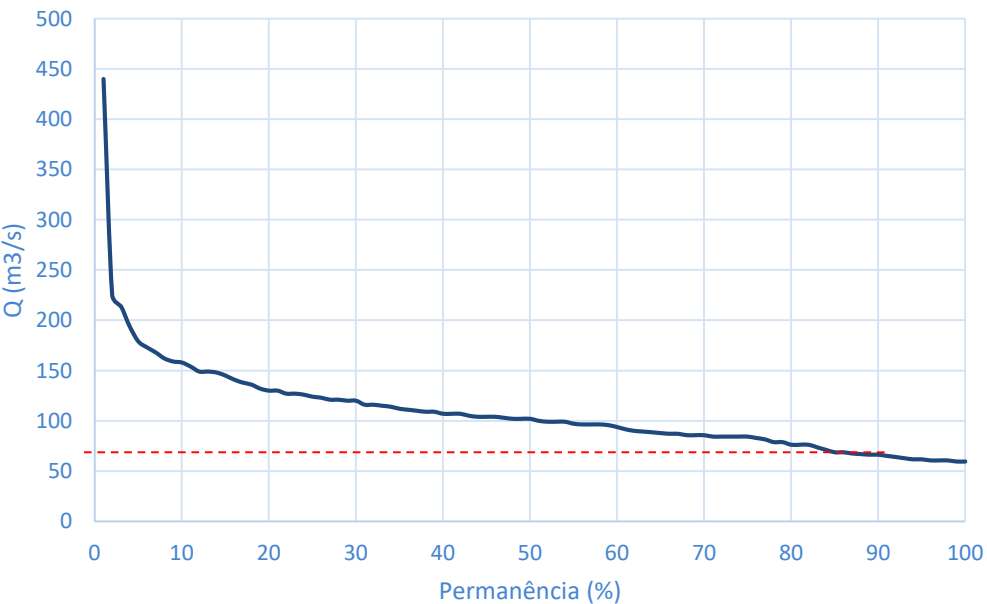
Redução nas vazões 1969-2007/2008-2017

Q ₇	-29%
Q _{7,10}	-22%
Q ₉₀	-25%
Q ₉₅	-26%
Q ₅₀	-12%
Q ₉₀ /Q ₅₀	-15%

➔ **Motivos ?**

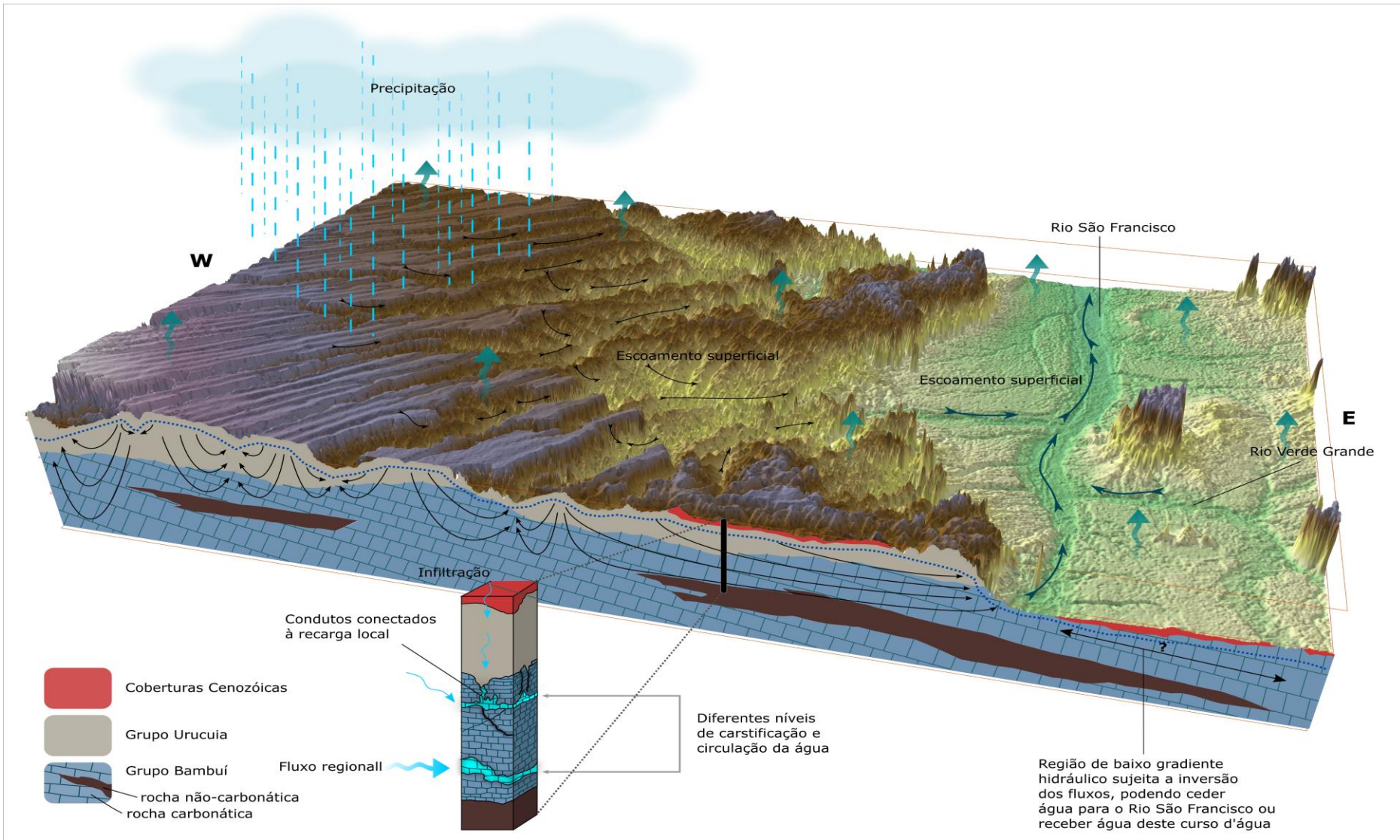
- Redução chuvas
- Aumento uso
- Modificações recarga
- ...

Carinhanha -bruto - 45210000 (2008-2017)




Vazão	(m3/s)
Q ₇	66,11
Q _{7,10}	59,6
Q ₉₀	66,3
Q ₉₅	61,7
Q ₅₀	102
Q ₉₀ /Q ₅₀	0,65

Modelo conceitual sistemas aquíferos / rios BHSF



Portal de Metadados da ANA




ESTUDOS HIDROGEOLÓGICOS E DE VULNERABILIDADE DO SISTEMA AQUIFERO URUCUIA

PROPOSIÇÃO DE MODELO DE GESTÃO INTEGRADA E COMPARTILHADA

RELATÓRIO FINAL
VOLUME 1 | DIAGNÓSTICO DO MEIO FÍSICO DA REGIÃO DE ABRANGÊNCIA DOS SISTEMAS AQUIFEROS URUCUIA E AREADO
TOMO I | Caracterização do Meio Físico, do Uso e Ocupação da Terra, Levantamento Hidrogeológico e Investigações Geofísicas

CONSORCIO



ENGECORPS
WLM
ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home

Arquivo Editar Exibir Favoritos Ferramentas Ajuda

Página Inicial | Contato | Links de Interesse | Sobre o GeoNetwork | Apoio

Mostrar mapa

ENCONTRE MAPAS INTERATIVOS, CONJUNTOS DE DADOS GEOGRÁFICOS, IMAGENS DE SATÉLITE E OUTROS SERVIÇOS

O PORTAL DE METADADOS GEOSPACIAIS DA ANA FOI CRIADO PARA ORGANIZAR INFORMAÇÕES ALUSIVAS A DADOS GPELA ANA VISANDO AO REGISTRO PADRONIZADO E PERMANENTE, SUA DISSEMINAÇÃO E ACESSIBILIDADE ATRAVÉS DO APLICATIVO GEONETWORK, SEGUINDO AS RECOMENDAÇÕES DO PERFIL DE METADADOS GEOSPACIAIS DO BRASIL, HC CARTOGRAFIA. AQUI VOCÊ ENCONTRA AMPLAS INFORMAÇÕES SOBRE DADOS GEORREFERENCIADOS, TALS COMO: LOCA FINALIDADE, ETC. O PORTAL TAMBÉM PERMITE ACESSO A DADOS EM FORMATO VETORIAL, COM VISUALIZAÇÃO SOBREI EXCLUSIVAMENTE PARA OS DADOS PRODUZIDOS PELA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS É POSSÍVEL FAZER O DOWNLOAD PARA O SITE DE ORIGEM. ATUALMENTE O PORTAL DISPÕE DE METADADOS CADASTRADOS PARA OS MAIS DE 70 DADOS GEOGRÁFICA (1G) DO SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS (SNIRH), ORGANIZADOS EM FUNCIONALIDADES DO PORTAL RECOMENDA-SE A NÃO UTILIZAÇÃO DO NAVEGADOR INTERNET EXPLORER. OS OBJETIVOS

- Melhorar o uso integrado, assim como o acesso aos dados e às informações espaciais
- Apoiar os processos de tomada de decisão
- Promover abordagens multidisciplinares para um desenvolvimento sustentável
- Reforçar a compreensão de benefícios da informação geográfica

O projeto GeoNetwork opensource permite de uma maneira fácil compartilhar informações temáticas georreferenciadas entre várias unidades da Federação.

metadados@ana.gov.br

O QUE?

ONDE?

Qualquer - Pesquisa

Reiniciar Ampliado Opções

- Balanco Hídrico
- Divisão Hidrográfica
- Eventos Hidrológicos Críticos
- Institucional
- Mapas
- Planejamento
- Programas
- Qualidade da Água
- Quantidade de Água
- Regulação e Fiscalização
- Temáticos
- Usos da Água

GeoRSS

- Estudos Hidrogeológicos e de Vulnerabilidade do Sistema Aquífero Urucuiá e Proposição de Modelo de Gestão Integrada e Compartilhada
- Modelo para o Brasil
- Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas
- Mapas Temáticos do Domínio dos Corpos Hídricos Superficiais nas Unidades da Federação
- Soluções nas Bacias DC1

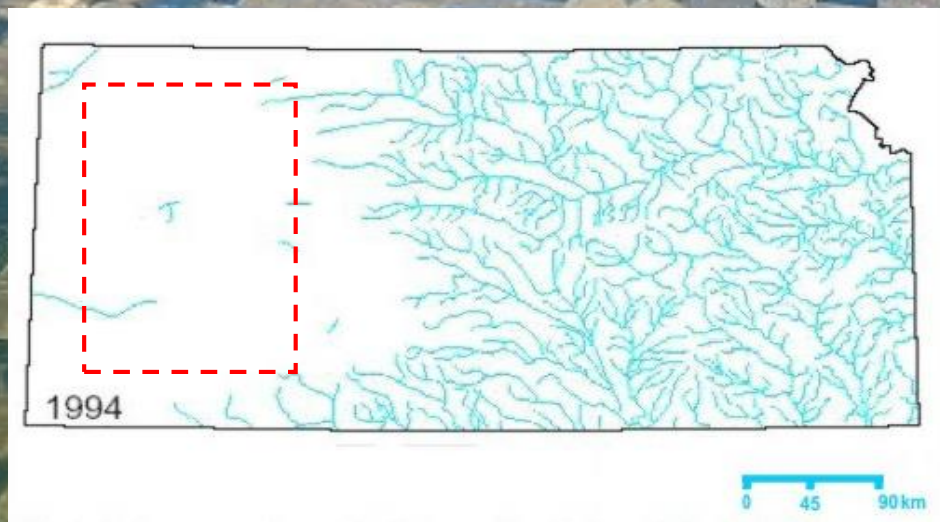
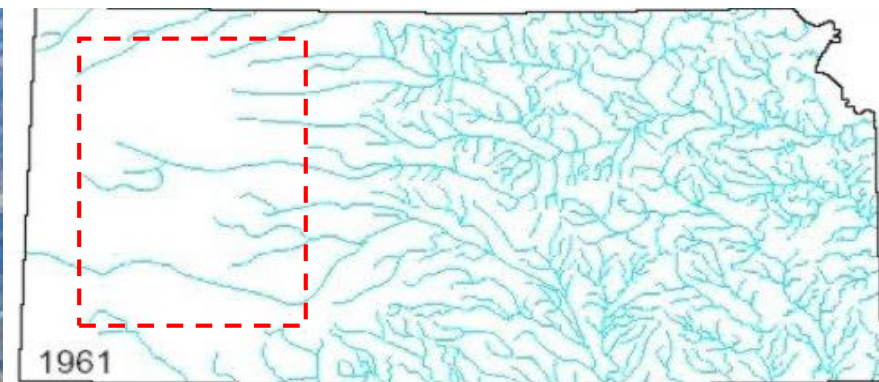
- Elevar o **patamar** dos recursos hídricos na **agenda** dos poderes executivo e legislativo;
- Ampliar a **integração** interinstitucional (União x União; União x Estados; Estados x Estados);
- Implementar **efetivamente** os instrumentos de gestão em recursos hídricos superficiais e **subterrâneos**;
- Incluir as águas **subterrâneas** na pauta dos **Comitês** de Bacia, da **sociedade** de modo geral;
- Implementar **monitoramento** (integrado) de águas subterrâneas.

Considerações Finais

- Determinar a **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”;
- o escoamento de base é **reflexo** direto da **precipitação** e das condições de **uso e ocupação do solo** na bacia;
- A **perenidade** e **aumento** das vazões das nascentes, implica necessariamente na melhoria do escoamento de base entregue pelos aquíferos, principalmente o sistema aquífero Urucuia.
- **Melhores** condições de **infiltração** favorecem o **aumento** do escoamento de **base**.
- Condições favoráveis de infiltração dependem diretamente do **manejo agrícola** adotado.
- A **sustentabilidade** do sistema hídrico **depende** de sua articulação e integração com o uso e ocupação do solo na bacia.

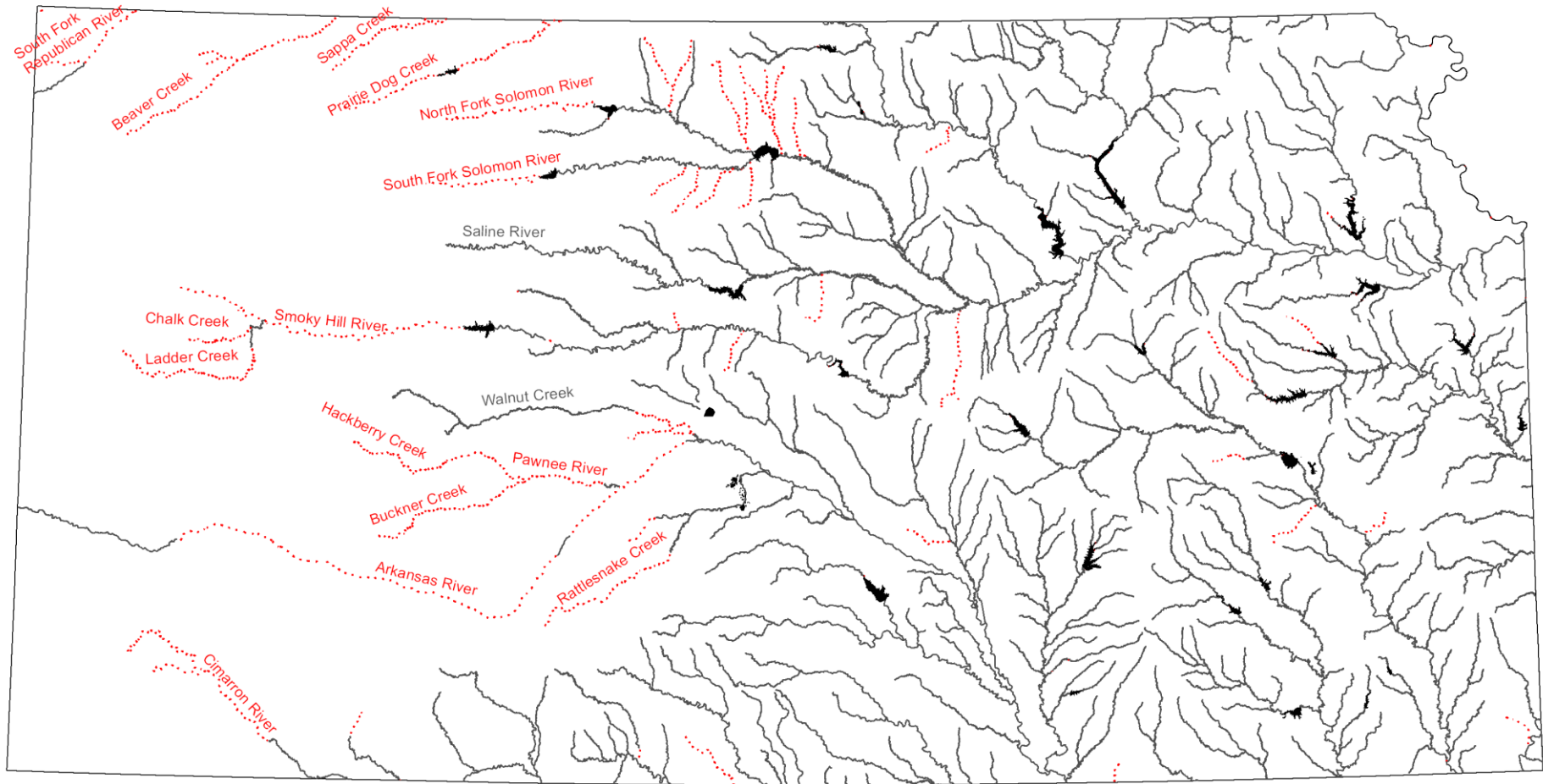
Considerações Finais

- 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 gestão de recursos hídricos deve “olhar” e ser “exercitada” **além da calha** dos rios, mas de fato **na bacia**, onde a água é “produzida”;
- O tema água subterrânea deve estar no **“mainstream”**, independentemente de ser o protagonista.



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

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).



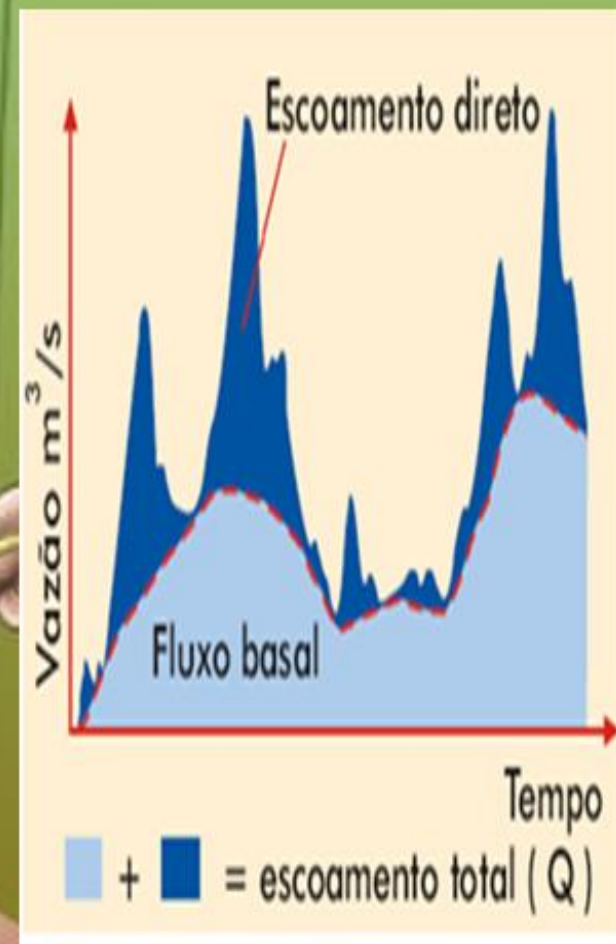
Note: Some of the smaller streams shown on this map lacked recent observational data but were carried over as perennial systems pending further study. The standing body of water located near the center of the map and just north of the Arkansas River is Cheyenne Bottoms, which is normally a terminal basin.

O que vê neste hidrograma?

Humm... Só água superficial...

GRADUAÇÃO MÁXIMA

Lei 9433/97
Res CNRH



Obrigado!

Fernando Roberto de Oliveira

www.ana.gov.br

Coordenador de Águas Subterrâneas

fernando@ana.gov.br