ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

HIDROGEOLOGIA DOS AMBIENTES CÁRSTICOS DA BACIA DO SÃO FRANCISCO PARA A GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Leonardo de Almeida
Agência Nacional de Águas - ANA

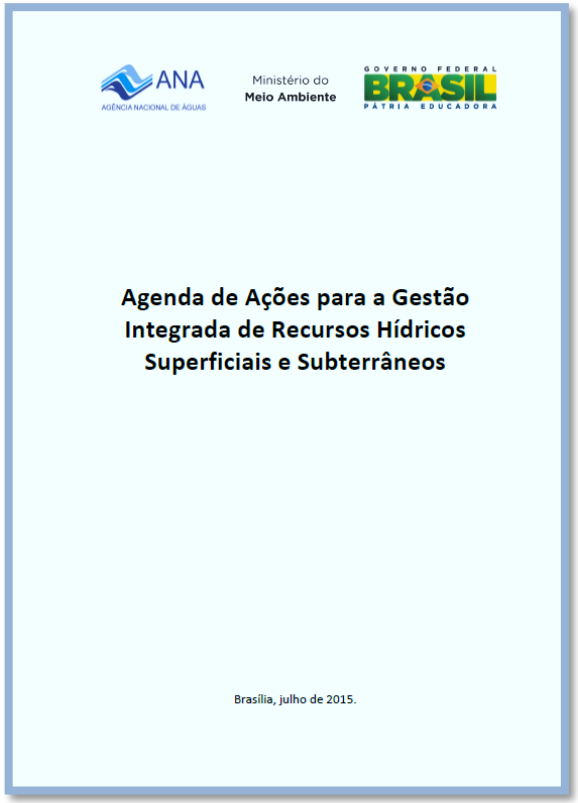
Campinas, 07 de novembro de 2018

Estrutura da Apresentação

- Introdução
  - Base Legal e Técnica
  - A Bacia do São Francisco
- Gestão Integrada de Recursos Hídricos Superficiais e Subterrâneos
- Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Cársticos e Físsuro-Cársticos da RH São Francisco
- Comentários e Discussões

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**.



Ciclo 2015-2109

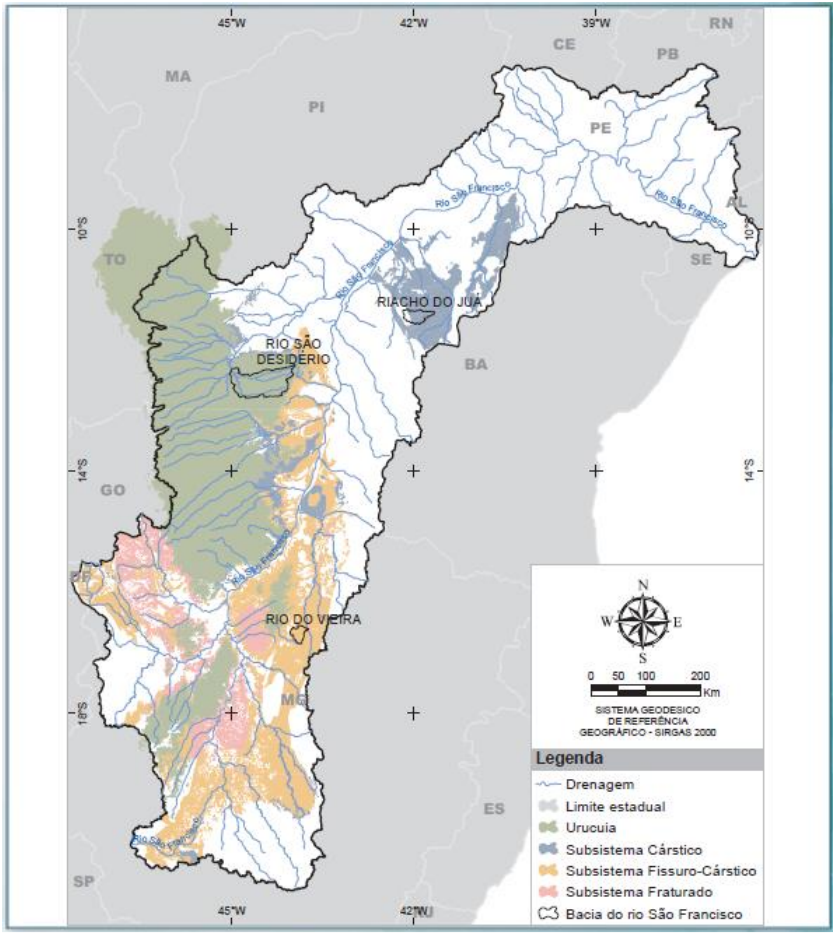
Agenda da ANA
Ciclo 2007-2014

Atualização da Agenda Ciclo 2015-2019

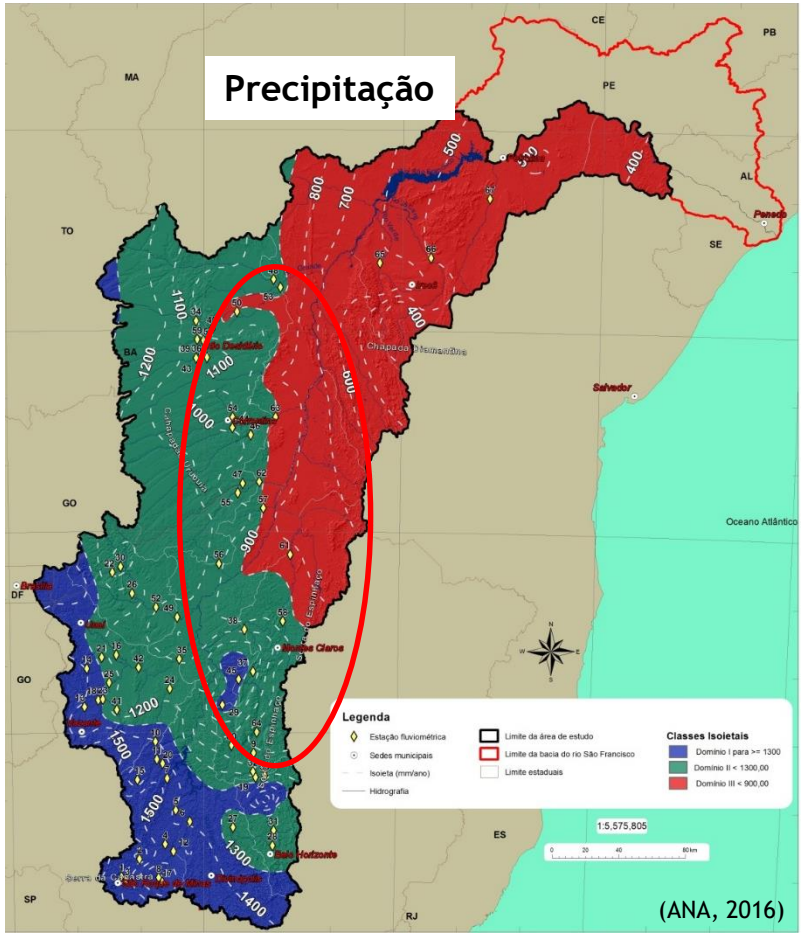
ÁREA DE ESTUDO

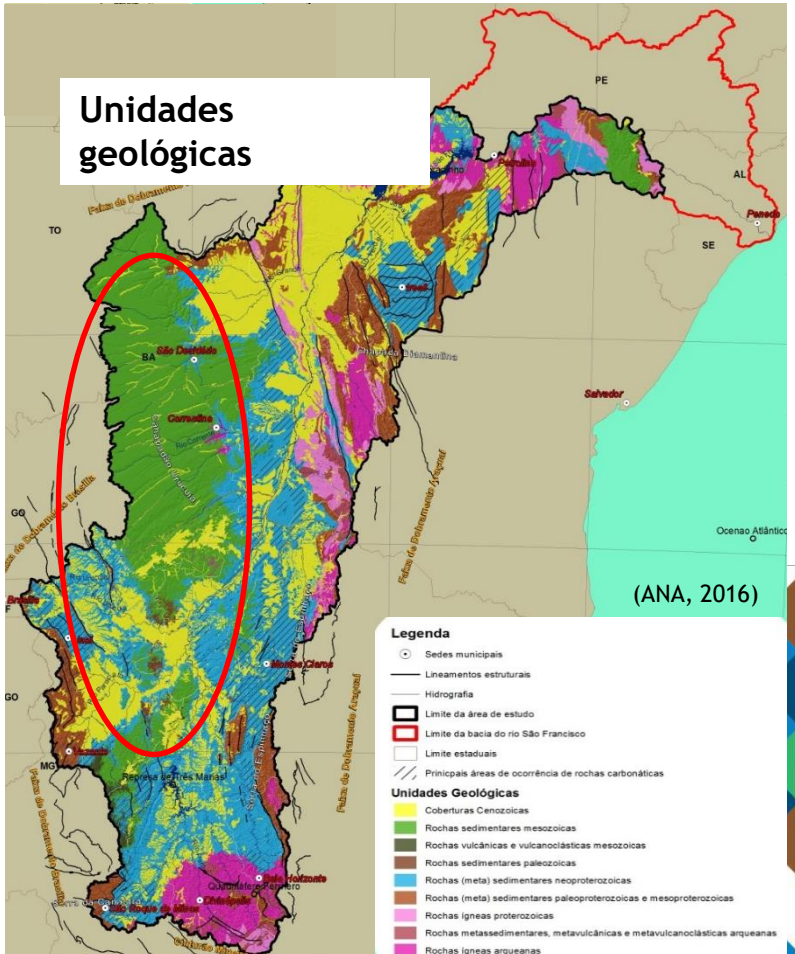
- Aquíferos Cársticos e Físsuro-Cársticos da RH São Francisco;

- 03 Áreas Piloto:
  - Montes Claros (MG)
  - São Desidério (BA)
  - Lapão (BA)

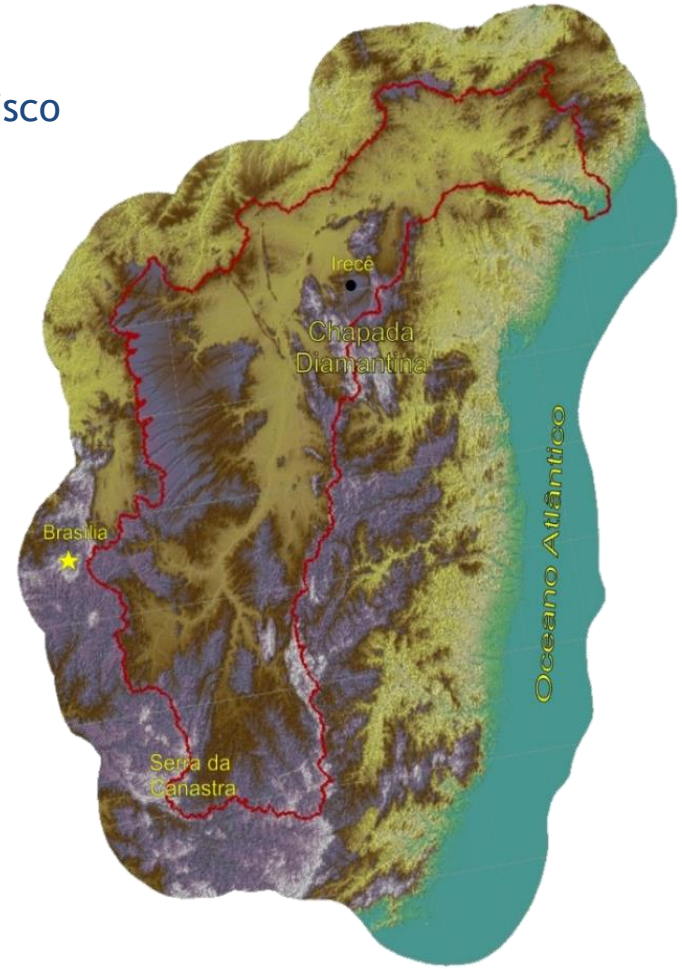


A Bacia do São Francisco



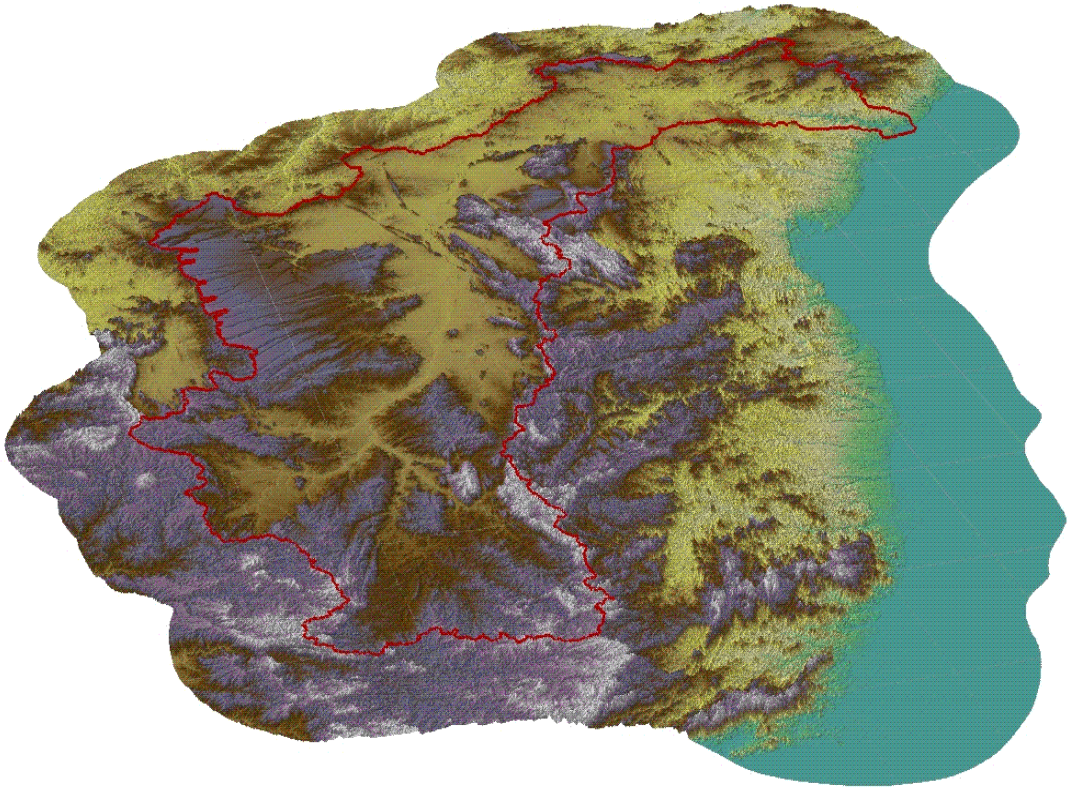


A Bacia do São Francisco



(ANA, 2016)

A Bacia do São Francisco

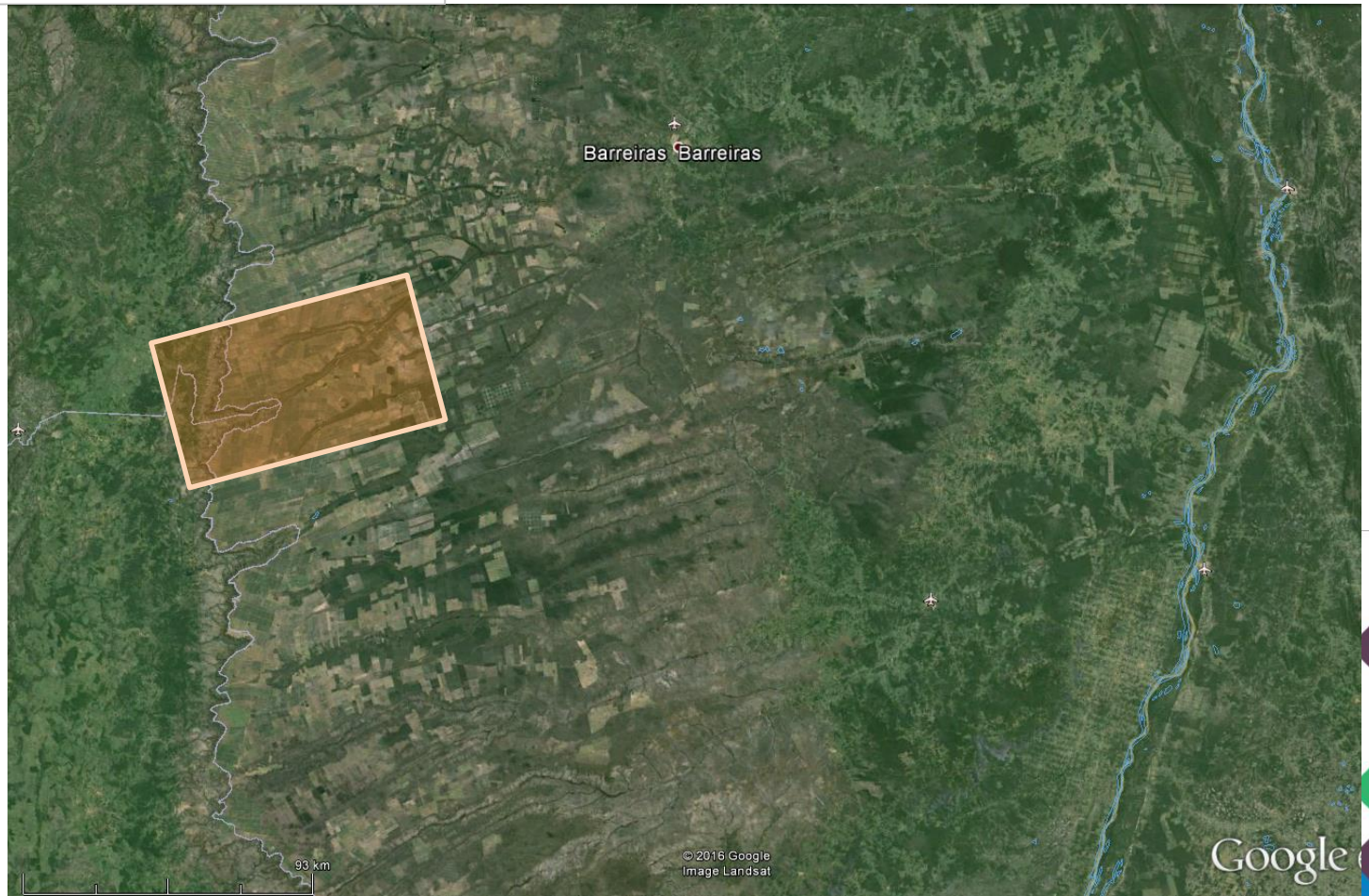


(ANA, 2016)

A Bacia do São Francisco

(ANA, 2016)

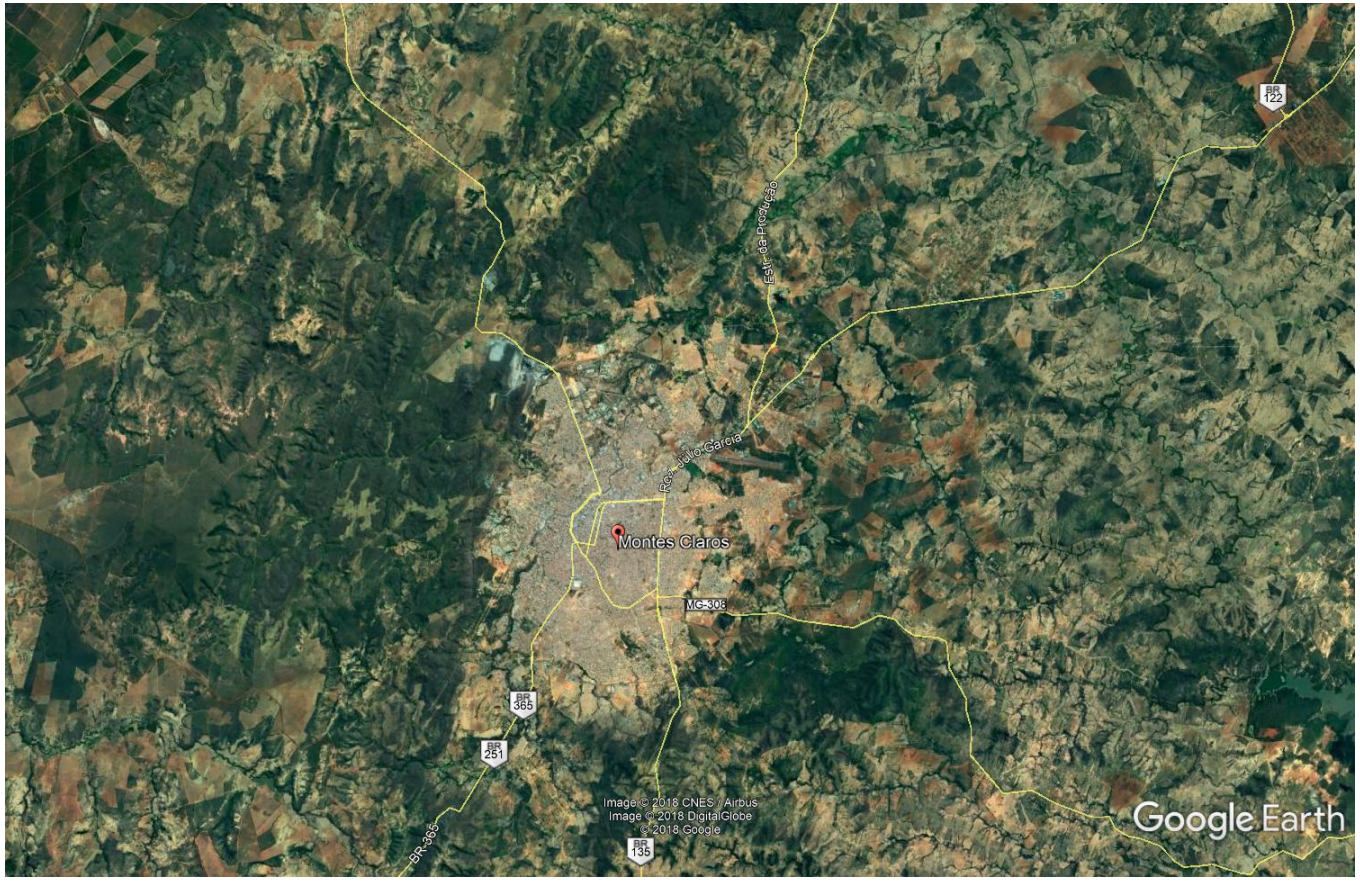
A Bacia do São Francisco



Gestão Integrada e Compartilhada

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

A Bacia do São Francisco



ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

A Bacia do São Francisco

Rio Verde Grande

Rio Verde Grande

Rio Verde Grande

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Lapão
Google BR

Cidade de Lapão

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

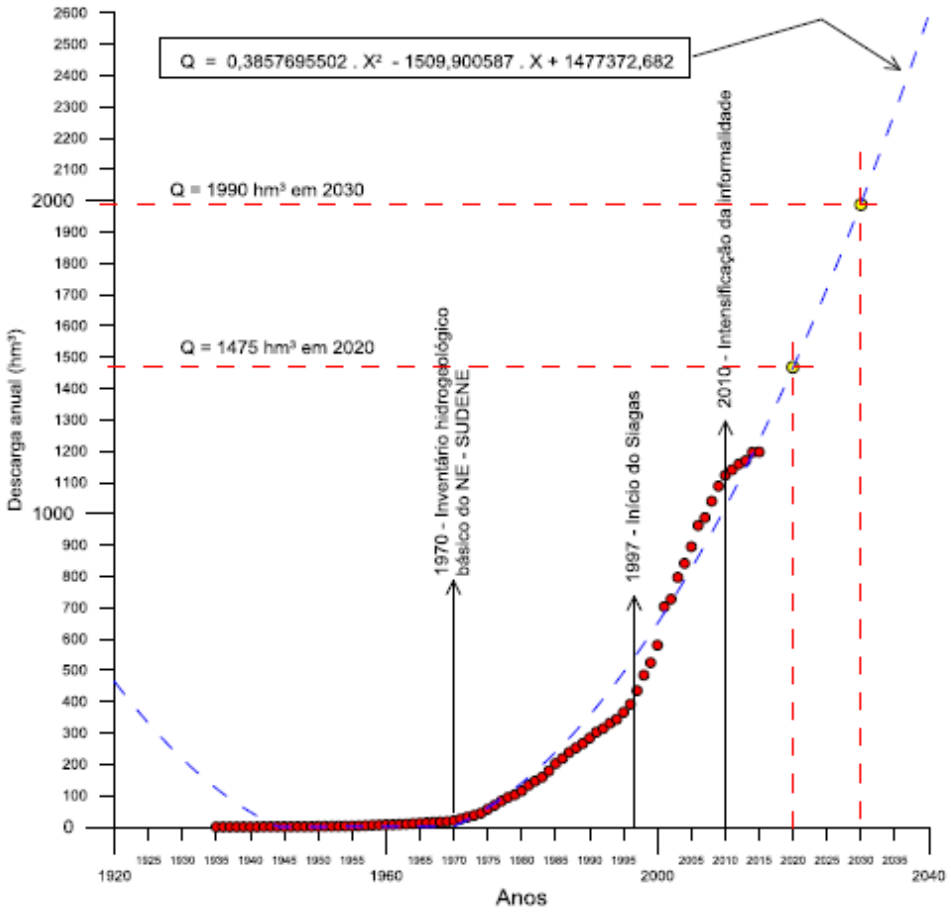
PRINCIPAIS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

- ❑ 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

Cadastro de Poços

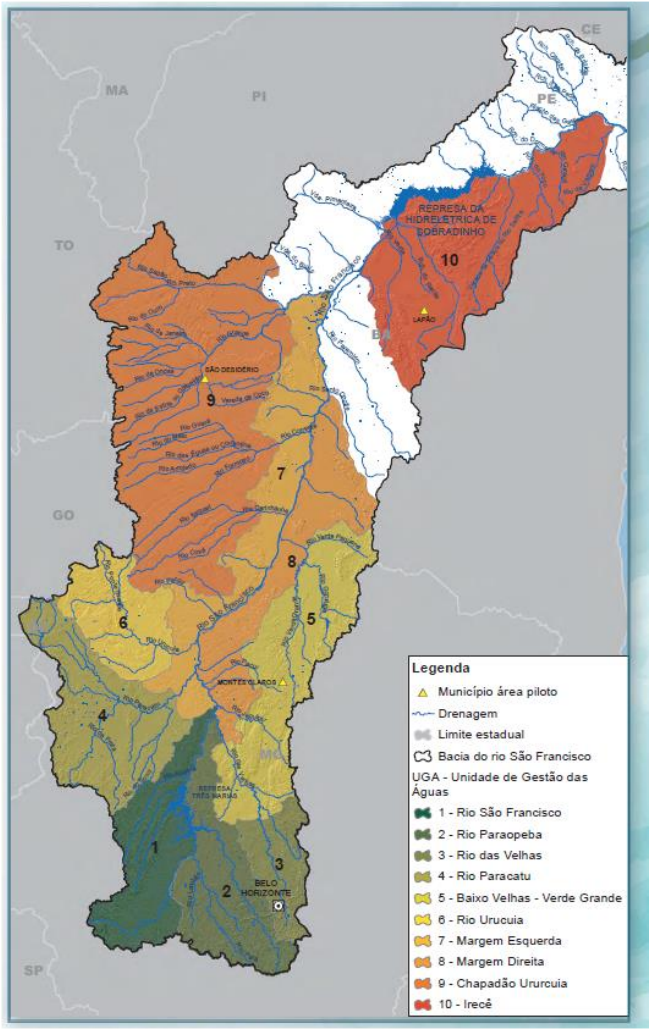
21.443 poços cadastrados

Evolução das descargas explotadas



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)

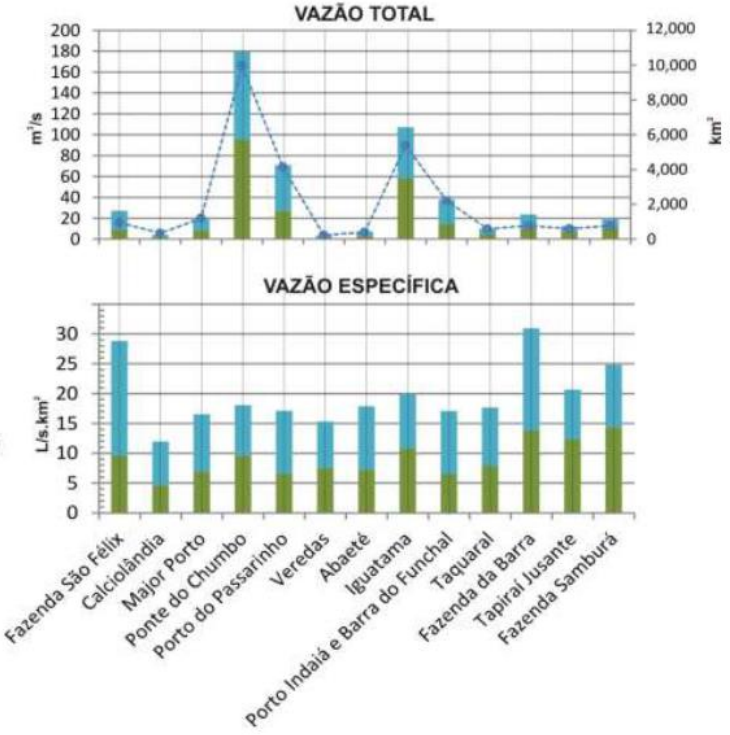


Unidades de Gestão das Águas (UGAS)

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	km²	mm	m³/s	l/s.km²	m³/s	l/s.km²	%	mm	m³/s	l/s.km²	%	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.km2)	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-leteríticas 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

Unidades de Gestão das Águas (UGAS)



ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Reservas e Saldo

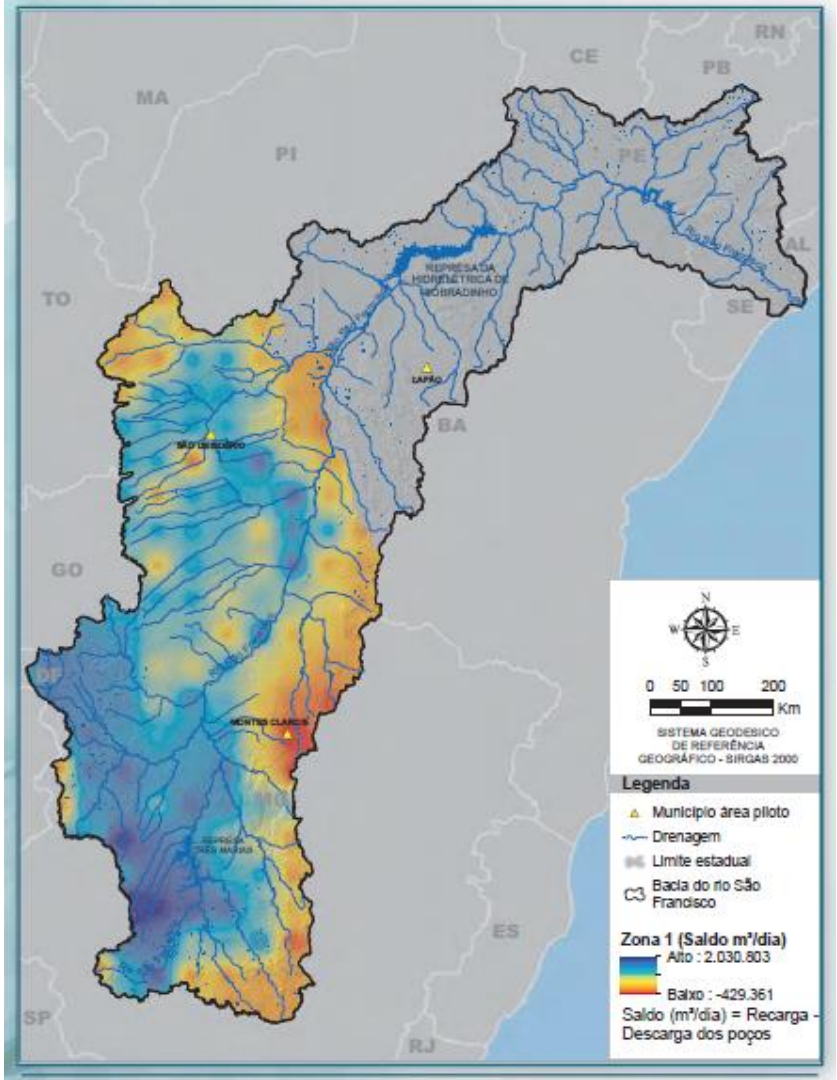
Unidade de Gestão	Reserva Renovável (m³/dia)	Fração da Reserva Renovável	Reserva Ecológica (72% BSF*)	Reserva Explotável (m³/dia)	CS*	Reserva Explotada (m³/dia)	Saldo Explotável (m³/dia)
UGA 1	22.136.215	0,154	12.438.223	9.697.992	0,438	244.178	9.453.814
UGA 2	13.835.870	0,096	7.774.303	6.061.567	0,438	241.518	5.820.049
UGA 3	7.869.299	0,055	4.421.718	3.447.581	0,438	829.474	2.618.107
UGA 4	21.729.199	0,151	12.209.523	9.519.676	0,438	321.032	9.198.644
UGA 5	8.711.396	0,061	4.894.888	3.816.508	0,438	2.613.879	1.202.629
UGA 6	11.222.040	0,078	6.305.605	4.916.435	0,438	90.863	4.825.572
UGA 7	4.677.426	0,032	2.628.221	2.049.205	0,438	236.780	1.812.425
UGA 8	5.118.122	0,036	2.875.846	2.242.276	0,438	498.710	1.743.566
UGA 9	48.519.716	0,337	27.262.975	21.256.742	0,438	771.709	20.485.033
UGA 10	105.175	0,001	59.097	46.077	0,438	1.037.818	-991.741
Total	**143.924.458**	1,000	**80.870.400**	**63.054.059**		**6.885.961**	**56.168.098**

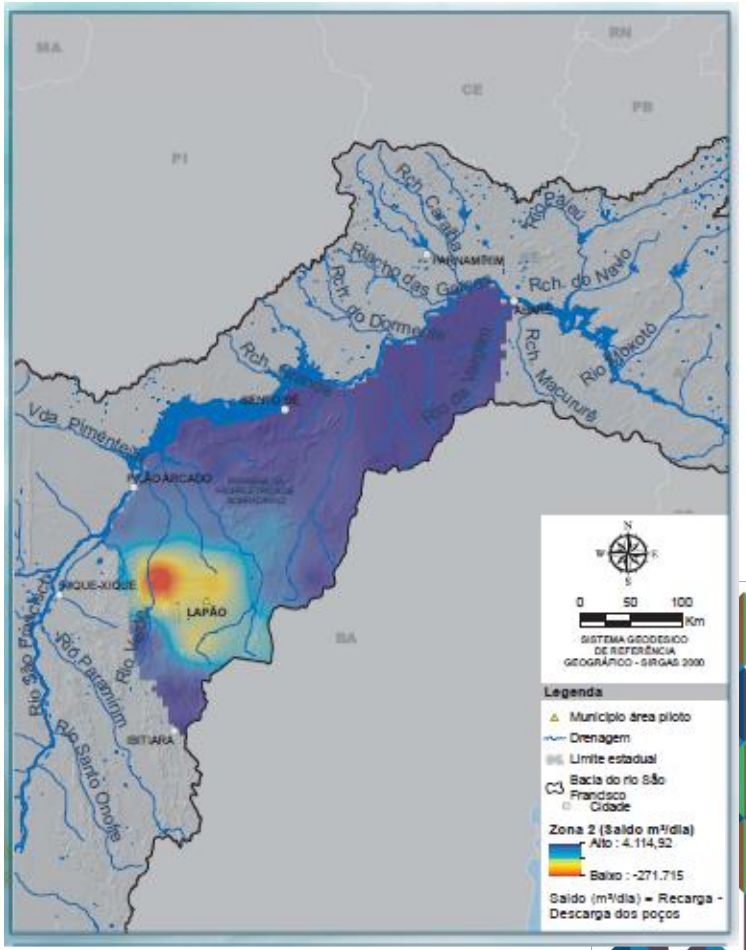
*BSF vazão ecológica da bacia do São Francisco (1300 m³/s); CS = Coeficiente de Sustentabilidade.

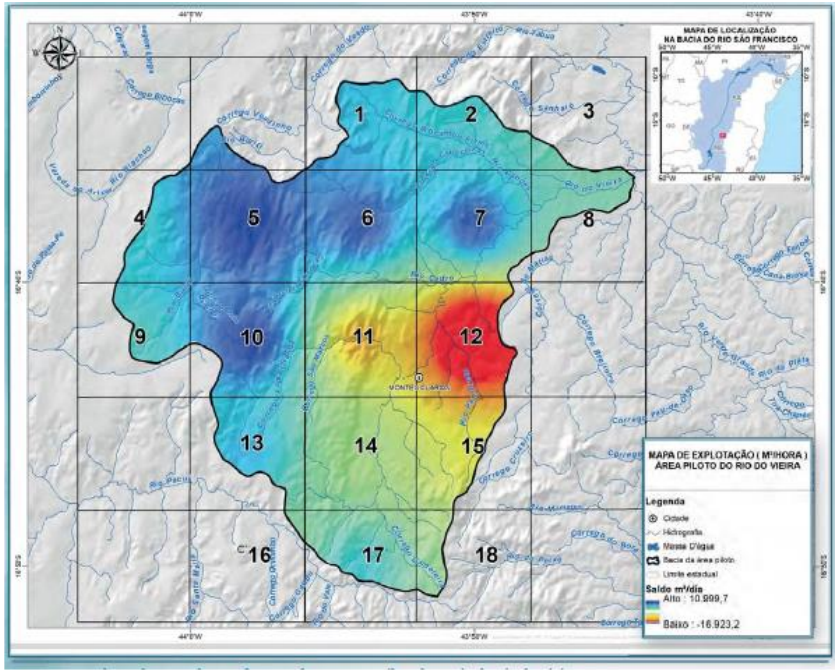
Demandas

UGA	Irrigação (m³/dia)	Dessedentação Animal (m³/dia)	Abast Rural (m³/dia)	Abast Urbano (m³/dia)	Industrial (m³/dia)	Demanda Total de água (m³/dia)	Explotação (m³/dia)	Percentual da Demanda
1	1.145.193	68.594	10.453	105.510	87	1.329.837	244.178	18%
2	1.607.327	76.775	38.397	734.329	1168	2.457.996	241.518	10%
3	302.030	21.560	19.659	877.745	1221	1.222.215	829.474	68%
4	4.761.665	79.328	13.239	105.402	119	4.959.753	321.032	6%
5	3.239.070	79.367	38.795	246.530	107	3.603.869	2.613.879	73%
6	364.592	24.646	6.429	12.942	6	408.615	90.863	22%
7	1.208.511	49.936	24.970	40.831	6	1.324.254	236.780	18%
8	731.657	56.629	34.236	82.004	11	904.537	498.710	55%
9	5.062.170	71.288	32.894	142.030	74	5.308.456	771.709	15%
10	2.094.717	27.802	34.164	199.251	33	2.355.967	1.037.818	44%
Total	**20.516.932**	**555.925**	**253.236**	**2.546.575**	**2.832**	**23.875.501**	**6.885.961**	**29%**

Saldos Hídricos Regionais

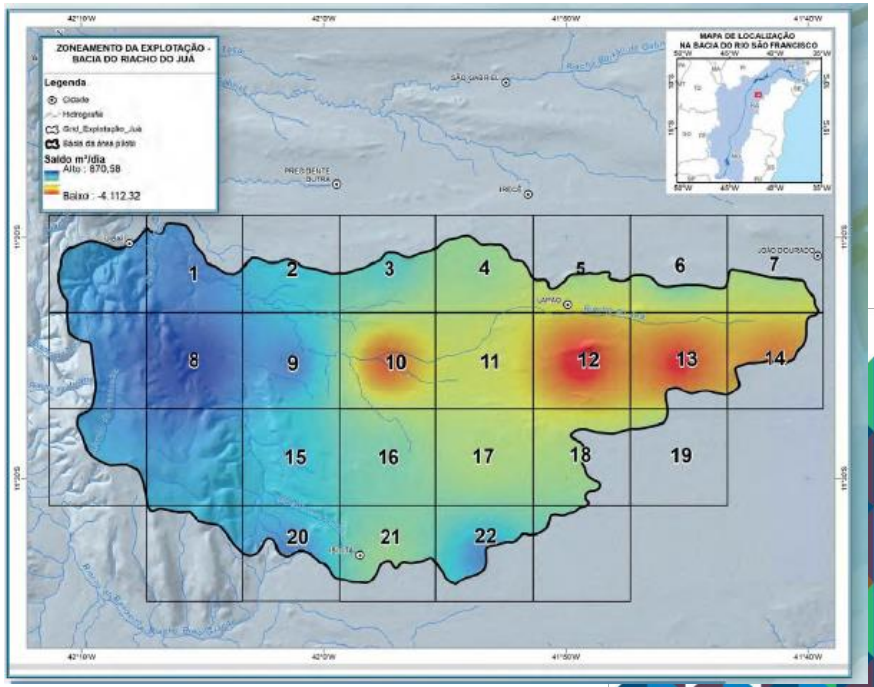


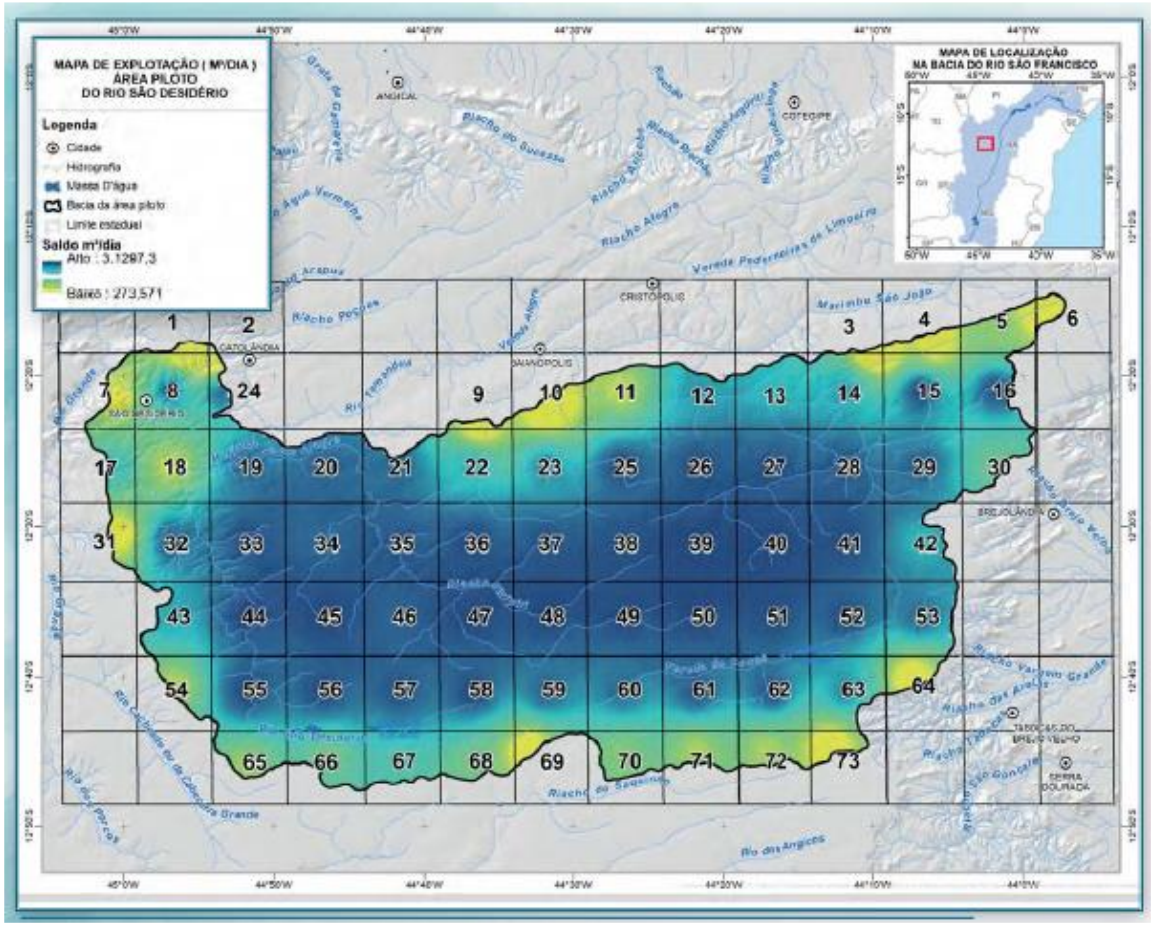




Saldo Hídrico Montes Claros

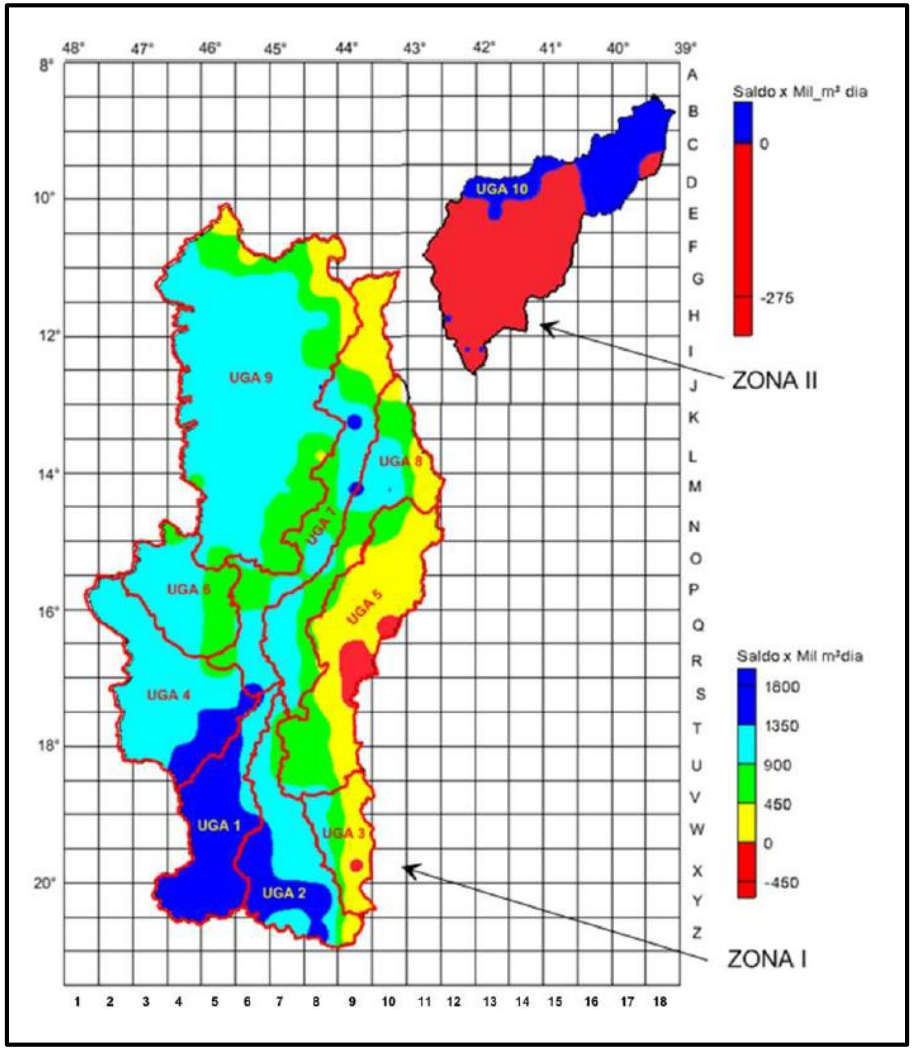
Saldo Hídrico Lapão





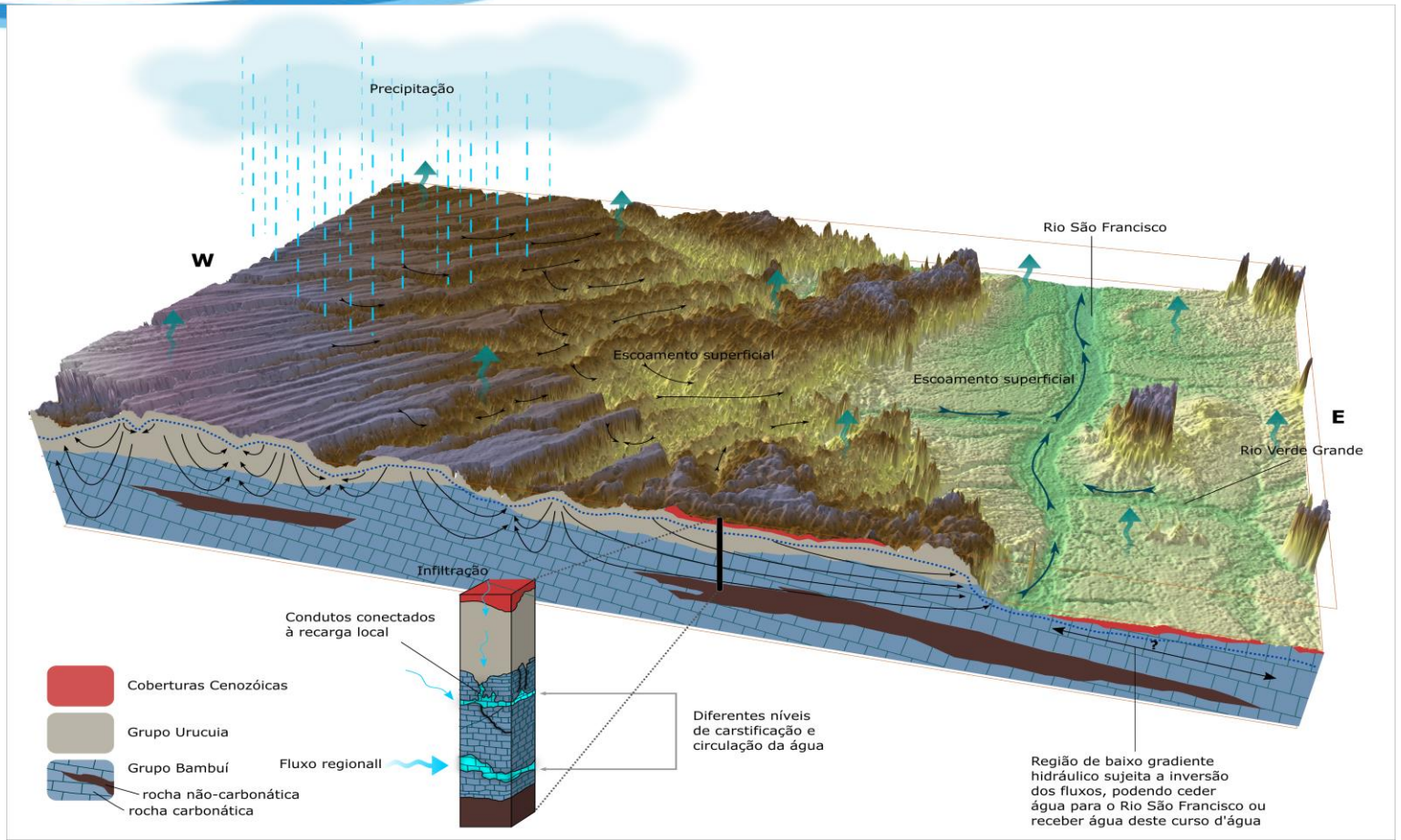
Saldo Hídrico São Desidério

Explotação por UGA



Balanço da explotação por UGAS

Zona	Unidade de Gestão	Nome	Área km²	Recarga m³/dia	Número de poços	Explotação m³/dia	Saldo m³/dia
I	UGA 1	Rio São Francisco	30.369	22.136.215	812	244.179	21.892.036
	UGA 2	Rio Paraopeba	32.362	13.835.870	802	241.518	13.594.352
	UGA 3	Rio das Velhas	14.556	7.869.299	1.260	829.474	7.039.825
	UGA 4	Rio Paracatu	40.927	21.729.199	1.255	321.032	21.408.167
	UGA 5	Baixo Velhas - Verde Grande	49.211	8.711.396	6.773	2.613.879	6.097.516
	UGA 6	Rio Urucuia	23.758	11.222.040	456	90.863	11.131.177
	UGA 7	Margem Esquerda	43.765	4.677.426	1.048	236.780	4.440.646
	UGA 8	Margem Direita	35.605	5.118.122	1.660	498.710	4.619.412
	UGA 9	Chapadão Urucuia	120.430	48.519.716	1.819	771.709	47.748.007
	UGAs 1 a 9		**390.982**	**143.819.283**	**15.885**	**5.848.144**	**137.971.139**
II	UGA 10		68.867	105.175	4.638	1.037.818	-932.643
	TOTAL		**459.849**	**143.924.458**	**20.523**	**6.885.962**	**137.038.496**


Precipitação
W
Rio São Francisco
Escoamento superficial
Escoamento superficial
E
Rio Verde Grande
Infiltração
Condutos conectados
à recarga local
Coberturas Cenozóicas
Grupo Urucuia
Grupo Bambuí
Fluxo regionall
rocha não-carbonática
rocha carbonática
Diferentes níveis
de carstificação e
circulação da água
?
Região de baixo gradiente
hidráulico sujeita a inversão
dos fluxos, podendo ceder
água para o Rio São Francisco ou
receber água deste curso d'água

AÇÕES DE GESTÃO
COMPONENTE 01
COMPONENTE 02
COMPONENTE 03
Implementação de ações de gestão:
• Atualização frequente do cadastramento de pontos d'água e de usuários.
• Conhecimento técnico dos reservatórios subterrâneos e de superfície, alcançado através de estudos específicos.
• Interação com a sociedade.
• Fortalecimento dos órgãos gestores estaduais.
• Formação e capacitação de equipes.
• Monitoramento qualiquantitativo.
• Planos diretores de recursos hídricos;
Racionalização dos usos e consumo das águas superficiais e subterrâneas:
• Conservação do solo e água;
• Combate à erosão;
• Recomposição de matas ciliares;
• Controle de perdas no abastecimento;
• Aumento da eficiência da irrigação e alocação negociada.
Incremento da oferta hídrica:
• Perfuração de poços tubulares profundos;
• Transposição de água superficial;
• Barramentos e recuperação de barragens;
• Saneamento básico (água, esgoto e lixo);
• Controle da poluição industrial.

Principais Ações de Gestão

- Atualização periódica do cadastramento de pontos d'água e de usuários;
- Fortalecimento dos órgãos gestores estaduais de recursos hídricos;
- Implementação efetiva da rede de Monitoramento Quali – Quantitativa;
- **Proibição de perfuração de novos poços tubulares nas regiões de Montes Claros/MG e Lapão/BA.**

ANA
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS
XXI ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS
06 a 08 de Novembro de 2018 | Campinas - SP

Fenágua 2018
FEIRA NACIONAL DA ÁGUA

Muito Obrigado!

Leonardo de Almeida

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS

Coordenação de Fiscalização – ANA/SFI/COFIS

leonardo.almeida@ana.gov.br