

Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande

Plano de Recursos Hídricos



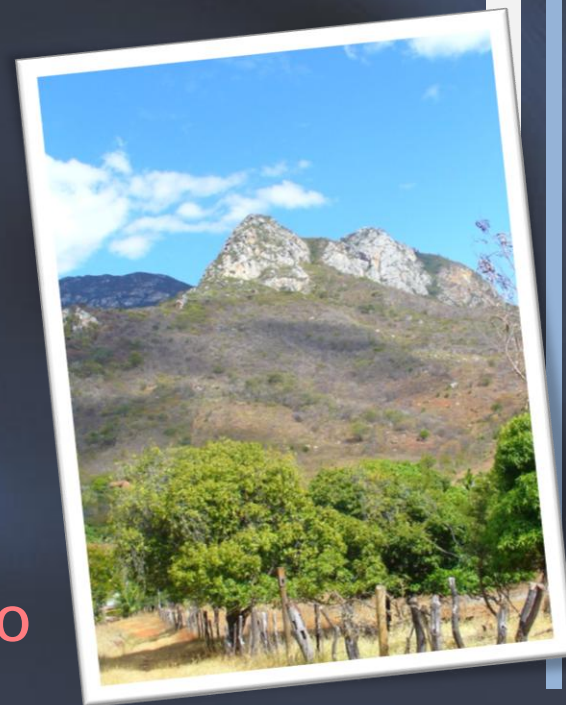
Cenários do Plano

Andamento dos Trabalhos de Elaboração do
PRH Verde Grande

Reuniões Públicas de Prognóstico

Urandi | Nova Porteirinha | Montes Claros

Maio - 2010





Conheça as entidades envolvidas no processo!

Promoção



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS



Execução



Acompanhamento



INSTITUTO MINEIRO
DE GESTÃO DAS ÁGUAS



Etapa 2 | Prognóstico

Bacia do Rio Verde Grande

Visão Geral sobre o Plano Verde Grande

Revisão do Diagnóstico – Etapa 1

Prognóstico da Bacia do Verde Grande

Tendências de crescimento das demandas

Alternativas de redução de demandas

Usos de águas subterrâneas

Alternativas de incremento da oferta hídrica

Formulação dos cenários do plano

Balancos hídricos

Temas Estratégicos para o plano



Histórico do Processo

Início dos serviços

Janeiro|2009

Diagnóstico Integrado

Setembro|2009

Elaboração de Cenários do Plano

Abril|2010

Próxima Etapa

Elaboração do Plano de Ações

Junho|2010

Escopo do Plano

ETAPA 0

Atividades Preliminares

ETAPA I

Diagnóstico Integrado da Bacia do Rio Verde Grande

ETAPA II

Prognóstico da Situação dos Recursos Hídricos na Bacia do Rio Verde Grande

ETAPA III

Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande

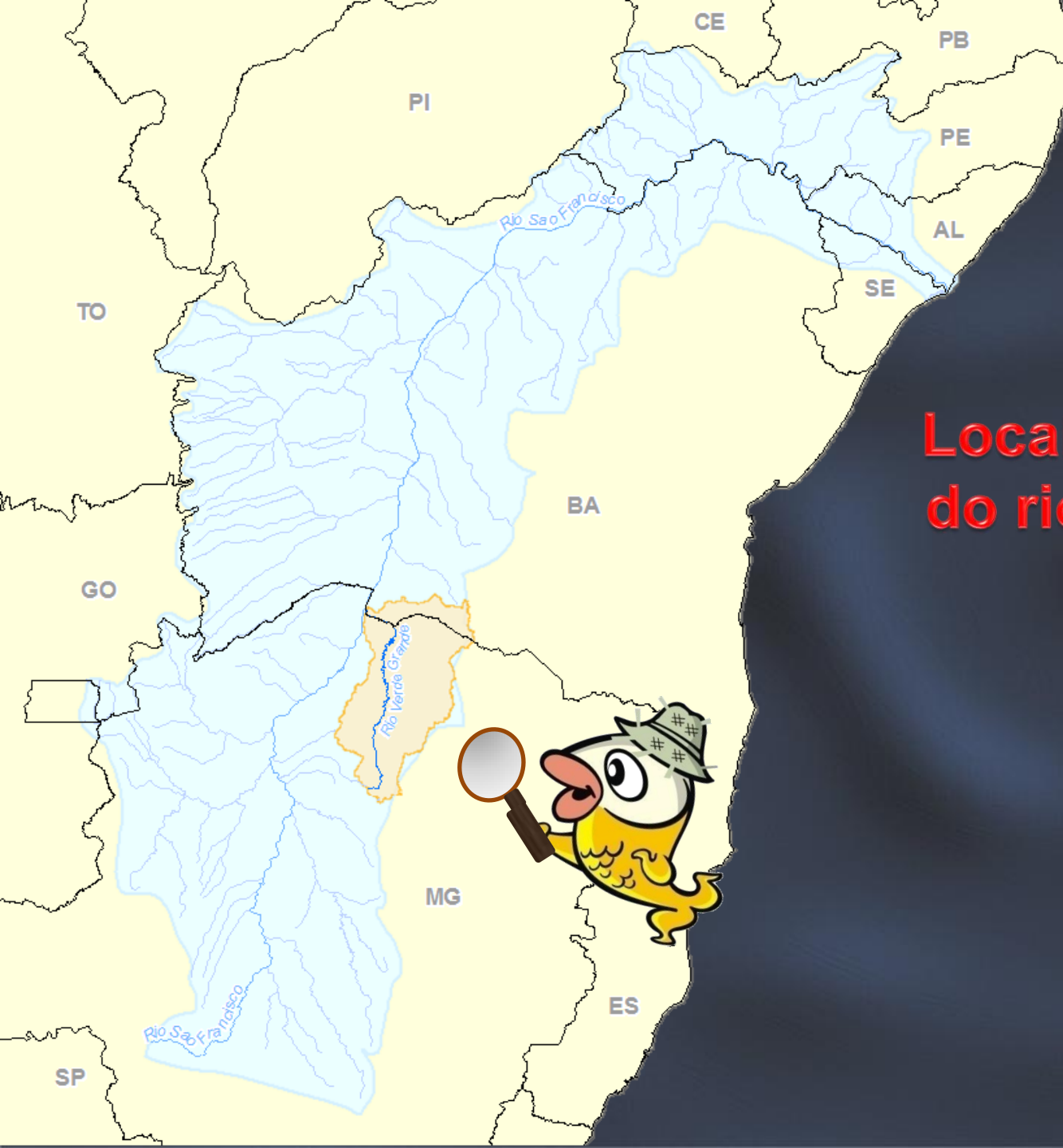
**Participação da
Sociedade**

Revisão do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Verde Grande



Bacia do Rio Verde Grande

Localização na bacia do rio São Francisco





Bacia do Rio Verde Grande

Localização

□ Bacia do Rio Verde Grande
Municípios = 35

Bahia = 08
Minas Gerais = 27

● Sedes Municipais = 26

○ Divisa Estadual (BA/MG)

Bahia = 02
Minas Gerais = 24

População

População = 741.682 habitantes

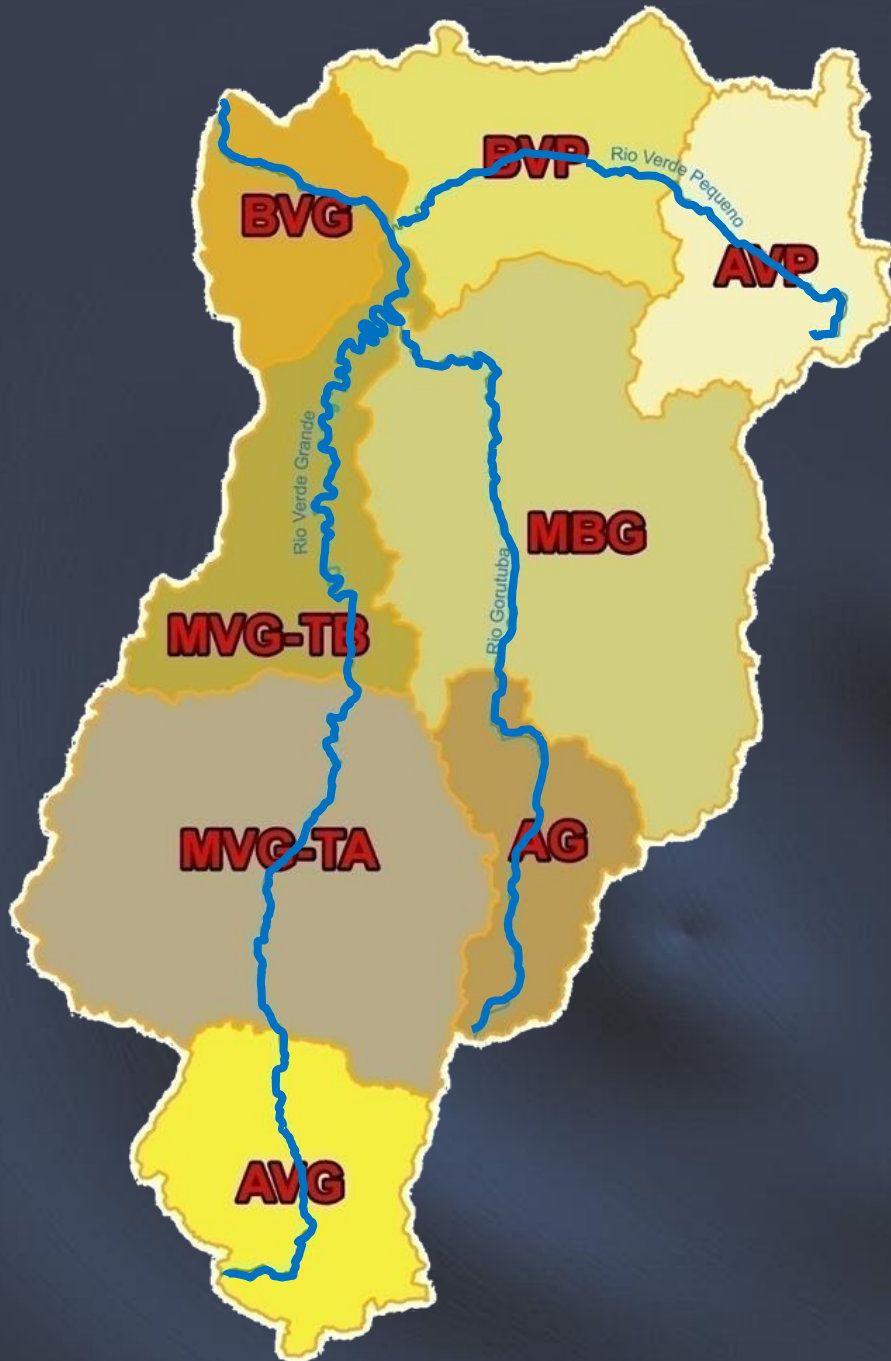
Urbana = 74%

Rural = 26%

(Fonte | IBGE, 2007)



Sub-Bacias



Alto Gorutuba (AG)

Médio e Baixo Gorutuba (MBG)

Alto Verde Pequeno (AVP)

Baixo Verde Pequeno (BVP)

Alto Verde Grande (AVG)

Médio Verde Grande
Trecho Alto (MVG-TA)

Médio Verde Grande
Trecho Baixo (MVG-TB)

Baixo Verde Grande (BVG)

Área das Sub-Bacias

Sub-Bacia	Área (km ²)	Participação
Alto Gorutuba (AG)	2.132,87	100% MG
Alto Verde Grande (AVG)	3.097,75	100% MG
Alto Verde Pequeno (AVP)	2.898,52	47% MG e 53% BA
Baixo Verde Grande (BVG)	1.934,11	67% MG e 33% BA
Baixo Verde Pequeno (BVP)	3.367,74	40% MG e 60% BA
Médio Verde Grande Trecho Alto (MVG-TA)	7.102,22	100% MG
Médio Verde Grande Trecho Baixo (MVG-TB)	3.161,10	100% MG
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	7.715,33	100% MG
Total	31.409,64	87% MG e 13% BA

Municípios nas Sub-Bacias

Alto Verde
Pequeno (AVP)

Espinosa - MG

Jacaraci - BA

Mamonas - MG

Monte Azul - MG

Mortugaba - BA

Pindaí - BA

Sebastião Laranjeiras - BA

Urandi - BA



Baixo Verde
Pequeno (BVP)

Espinosa - MG

Gameleiras - MG

Iuiú - BA

Palmas de Monte Alto - BA

Sebastião Laranjeiras - BA

Municípios nas Sub-Bacias

Médio e Baixo Gorutuba (MBG)

Catuti - MG

Gameleiras - MG

Jaíba - MG

Janaúba - MG

Mato Verde - MG

Monte Azul - MG

Nova Porteirinha - MG

Pai Pedro - MG

Porteirinha - MG

Riacho dos Machados - MG

Serranópolis de Minas-MG

Verdelândia - MG



AI to Gorutuba (AG)

Francisco Sá - MG

Janaúba - MG

Nova Porteirinha - MG

Porteirinha - MG

Riacho dos Machados-MG

Municípios nas Sub-Bacias

Médio Verde Grande -
Trecho Alto (MVG-TA)

Capitão Enéas - MG

Francisco Sá - MG

Ibiracatu - MG

Janaúba - MG

Mirabela - MG

Montes Claros - MG

Patis - MG

São João da Ponte - MG

Varzelândia - MG

Verdelândia - MG



Alto Verde Grande (AVG)

Bocaiuva - MG

Francisco Sá - MG

Glaucilândia - MG

Guaraciama - MG

Juramento - MG

Montes Claros - MG

Municípios nas Sub-Bacias

Médio Verde Grande –
Trecho Baixo (MGV-TB)

Gameleiras - MG

Jaíba - MG

Janaúba - MG

Matias Cardoso - MG

Varzelândia - MG

Verdelândia - MG



Baixo Verde Grande
(BVG)

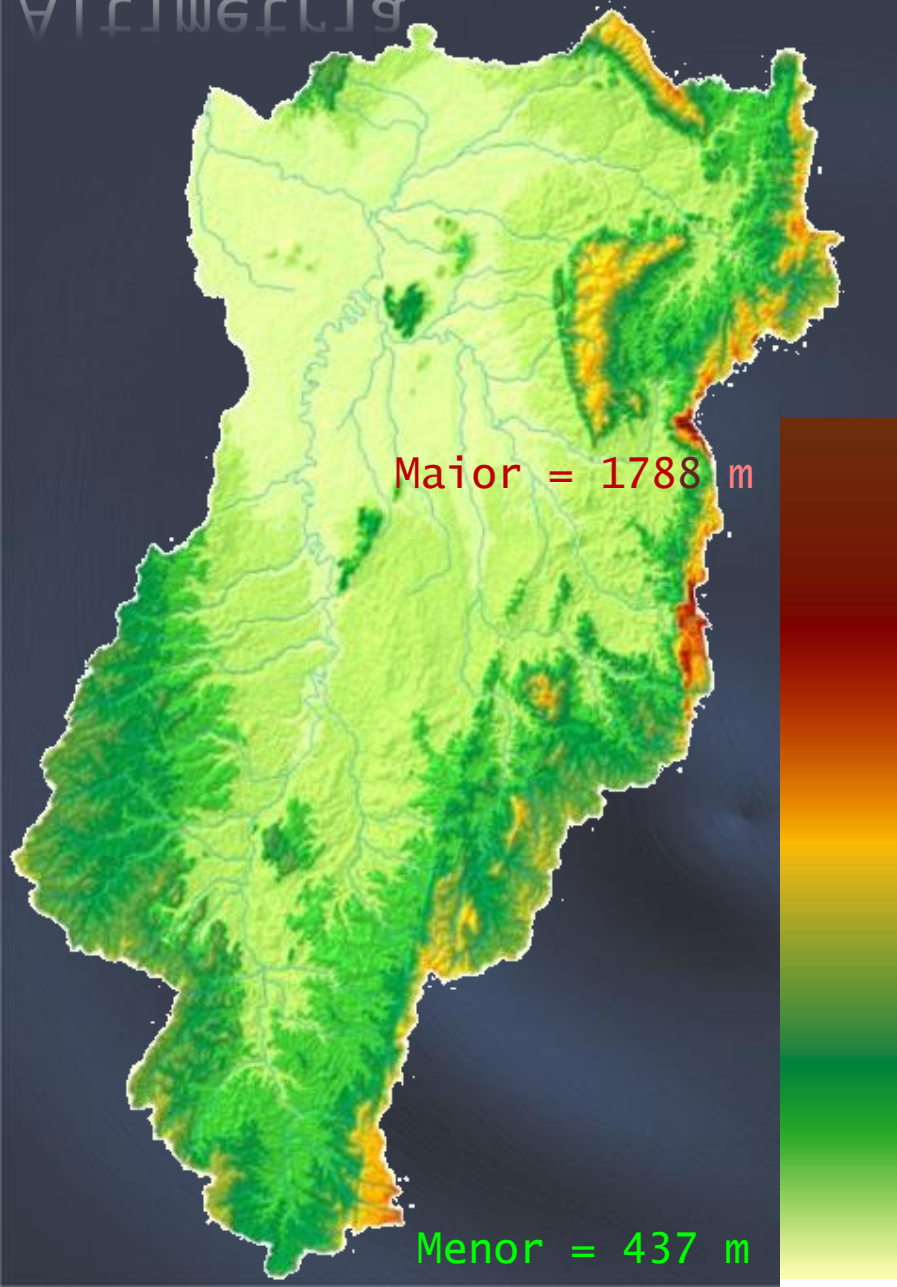
Iuiú - BA

Malhada - BA

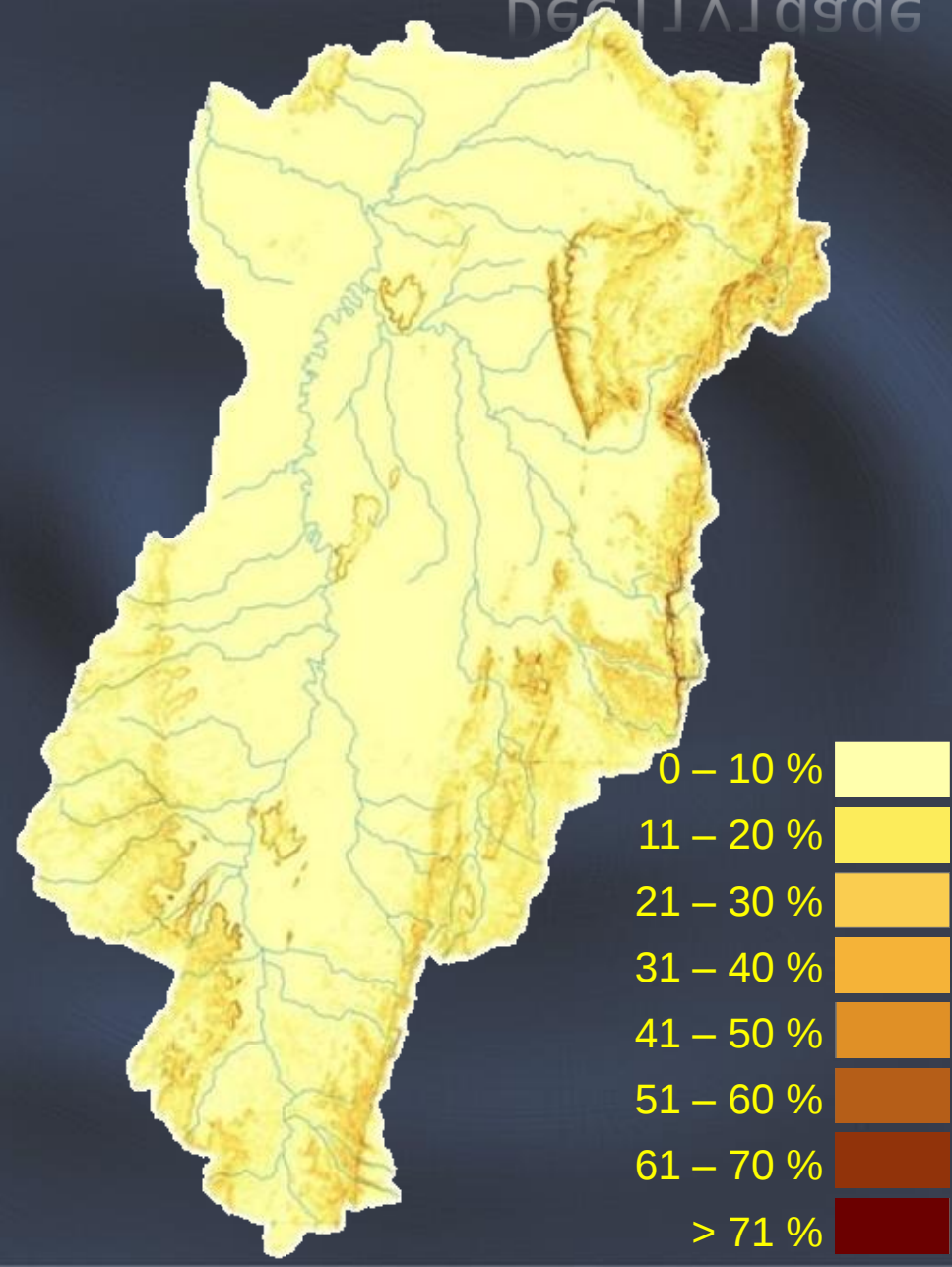
Matias Cardoso - MG

Relevo

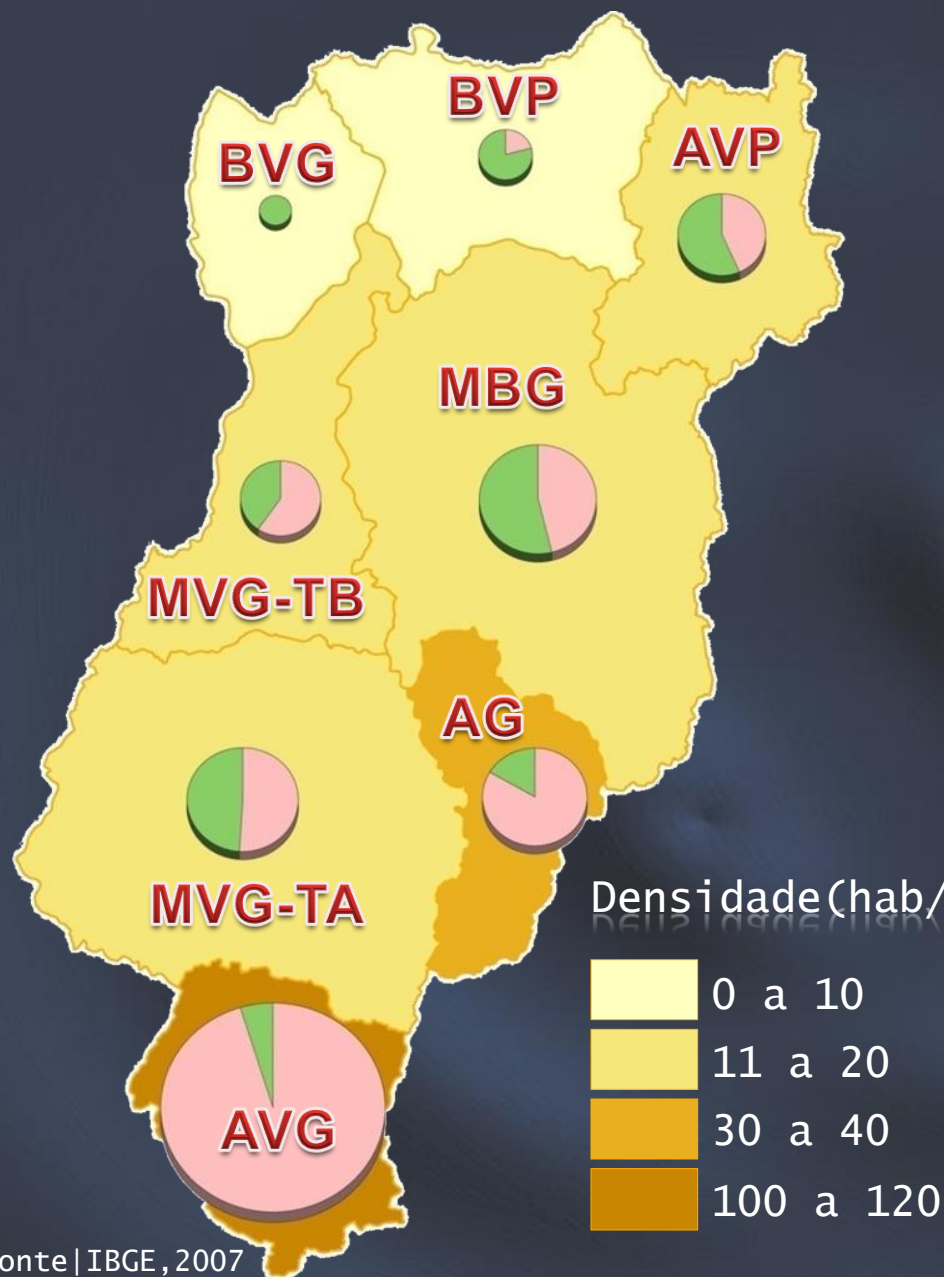
Altimetria



Declividade

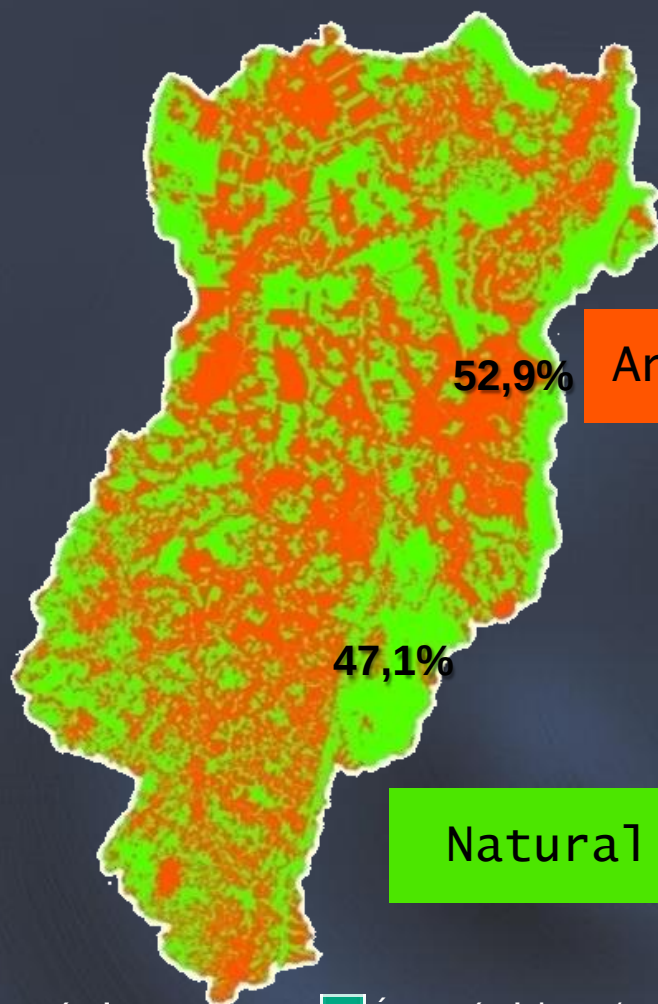


População nas Sub-Bacias



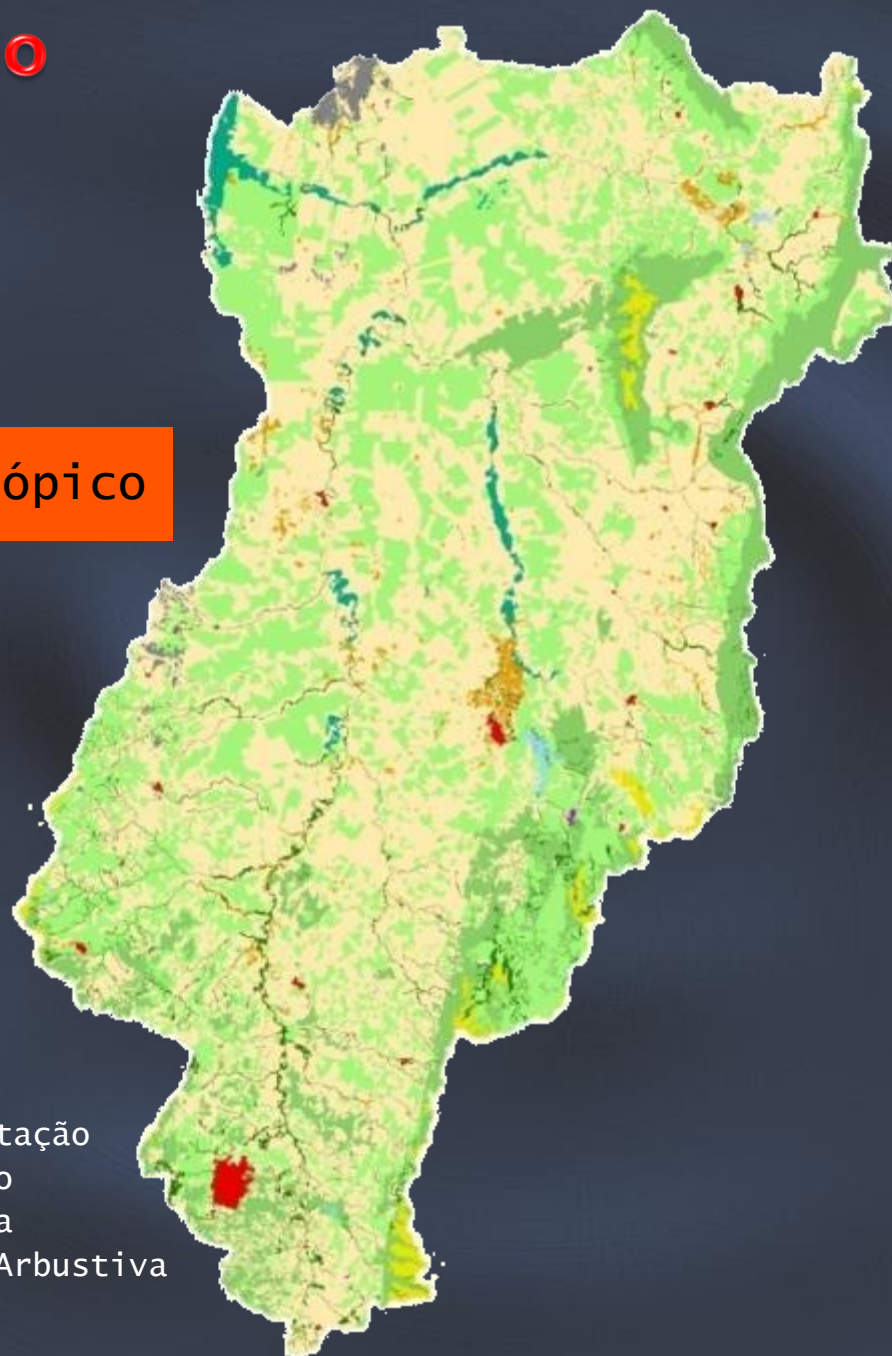
Sub-Bacia	População Total (Habitantes)
1. AVG	353.769
2. MVG-TA	87.017
3. AG	77.474
4. MBG	96.416
5. MVG-TB	45.523
6. AVP	54.085
7. BVP	20.208
8. BVG	7.190
TOTAL	741.682

Uso e Cobertura do Solo



52,9% Antrópico

Natural



- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| Agropecuária | Área úmida c/ vegetação |
| Agricultura Irrigada | Afloramento Rochoso |
| Queimada | Vegetação Arbustiva |
| Silvicultura | Vegetação Arbórea Arbustiva |
| Área Urbana | Mata Ciliar |
| | Hidrografia |

Situação da Irrigação na Bacia do Rio Verde Grande



Perímetros Públicos de Irrigação

Área Irrigada Total: 38,7 mil ha.

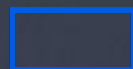
Área total de cultivos permanentes: 13,9 mil ha.

Área total de cultivos temporários: 98,9 mil ha.

Projeto	Área Bruta (ha)	Área do Projeto na Bacia (ha)		Cultivos
		Irrigável	Operação	
Gorutuba	7.064	7.064	4.745	banana, manga, limão, coco, feijão e milho
Lagoa Grande	1.689	1.689	995	banana, caju, coco, manga, pepino, feijão e milho
Jaíba	100.000	29.593	6.366	banana, manga, milho, limão, sementes, feijão, mandioca e cebola
Estreito	8.101	8.101	2.903	banana, manga, feijão, mandioca, algodão e milho

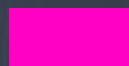


Áreas Irrigadas



Limite de Sub-bacia

Tipos de Irrigação:



Perímetro Estreito



Perímetro Jaíba



Poço



Rio Estadual



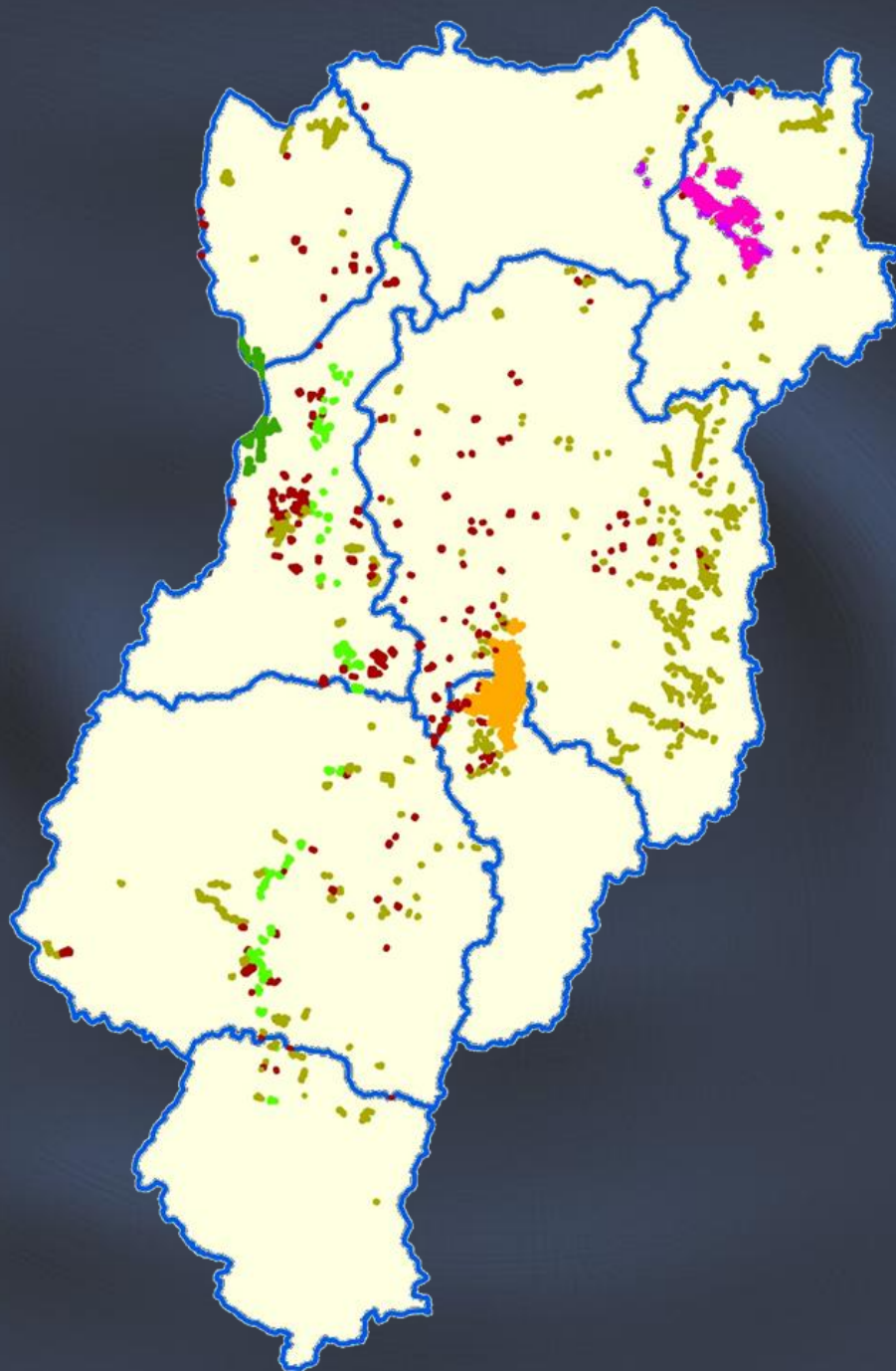
Perím. Gorutuba / L.Grande



Rio Federal - Verde Grande

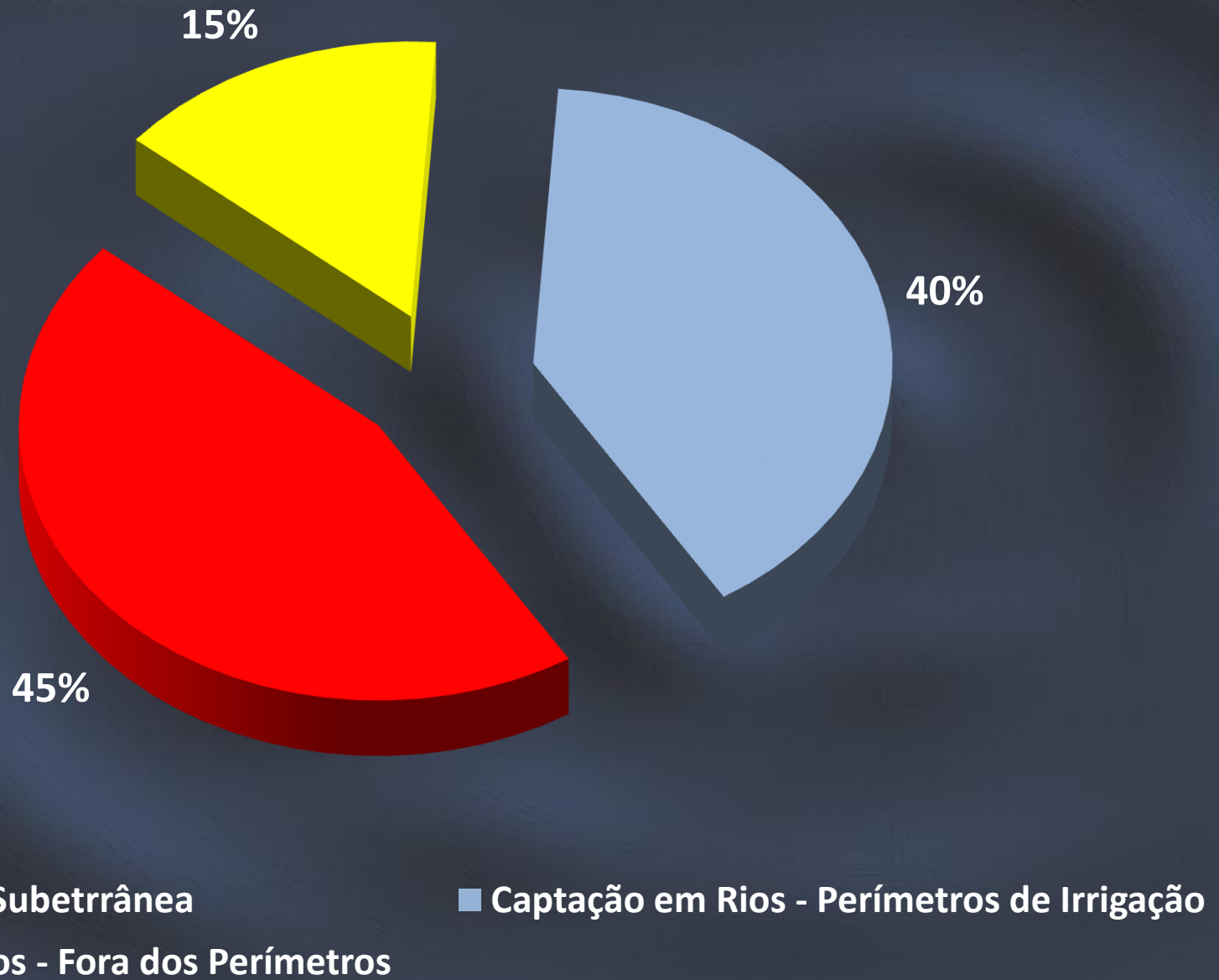


Rio Federal - Verde Pequeno



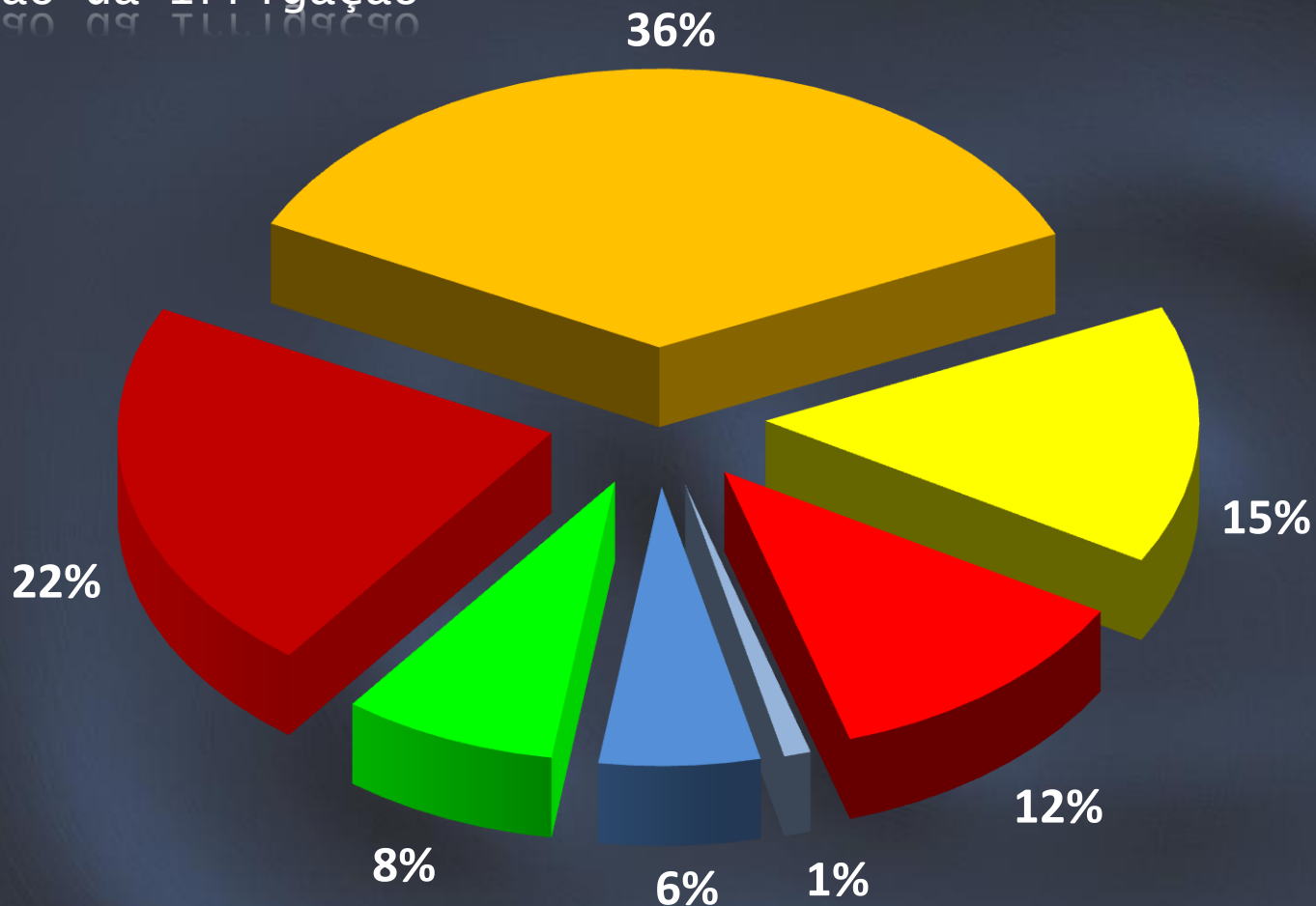
Áreas Irrigadas

Situação da Irrigação



Áreas Irrigadas

Situação da Irrigação



- Rio Federal - Verde Pequeno - Perímetro Estreito
- Rio Federal - Verde Pequeno - Fora dos perímetros
- Rio Federal - São Francisco - Perímetro Jaíba
- Rio Federal - Verde Grande - fora dos perímetros
- Rio Estadual - Perímetros Gorutuba e Lagoa Grande
- Rio Estadual - fora dos perímetros
- Fontes Alternativas - Águas Subterrâneas

Saneamento Básico na Bacia do Rio Verde Grande



Abastecimento de Água



Índice de Abastecimento Urbano de Água (%)

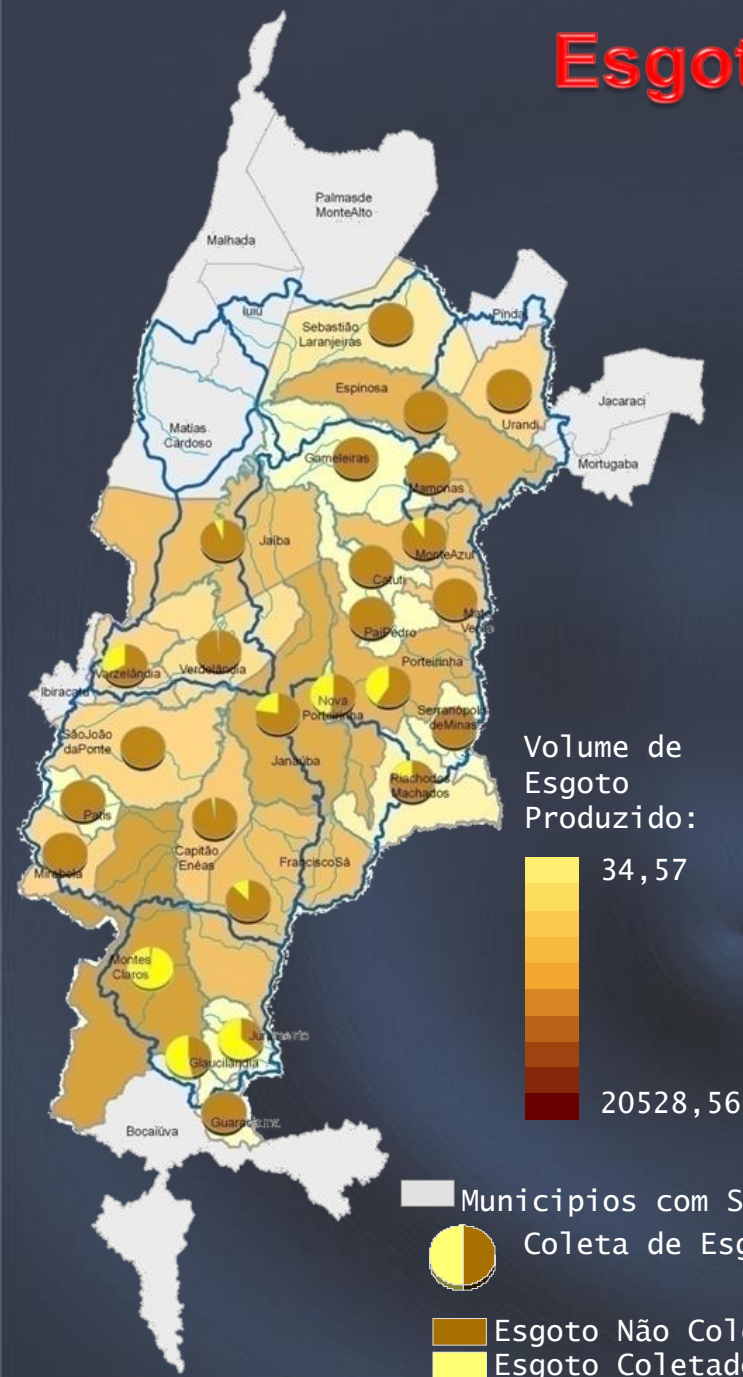


■ Municípios com Sede fora da Bacia

Estado	Sub-bacia	Volume produzido (1.000 m ³ /ano)
Bahia	AVP / BVP	382,00
	Estado BA	382,00
Minas Gerais	AVG	25.967,20
	MVG -TA	1.653,16
	AG	2.961,59
	MBG	2.400,21
	MVG -TB	1.299,60
	AVP	1107,88
	Estado MG	35.389,60
	Bacia Verde Grande	35.771,6

Fonte | SNIS (2007), PNSB (IBGE, 2000),
relatórios COPASA (2009) e Prefeituras (2009)

Esgotamento Sanitário



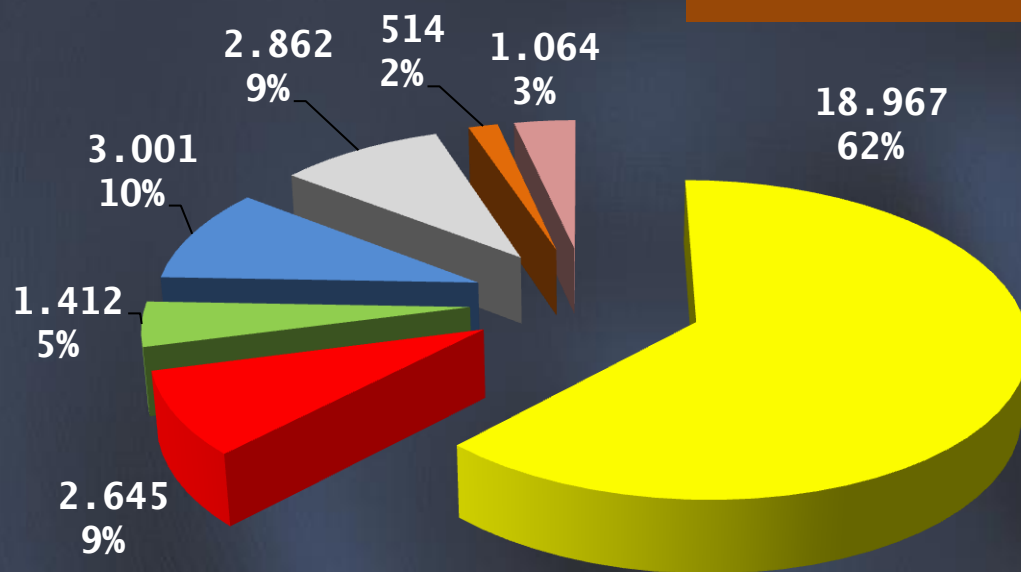
Estado	Sub-bacia	Volume de esgoto produzido 1.000m ³ /ano	Volume de esgoto tratado 1.000m ³ /ano
Bahia	AVP / BVP	305,6	0
	Estado BA	305,6	0
Minas Gerais	AVG	20.773,7	84,7
	MVG -TA	1.322,5	0
	AG	2.369,3	543,4
	MBG	1.920,2	340,3
	MVG -TB	1.039,7	124,8
	AVP	885,7	0
	Estado MG	28.311,0	1.093,2
Bacia Verde Grande		28.616,66	1.093,2

Fonte | SNIS (2007), PNSB (IBGE, 2000), relatórios COPASA (2009) e Prefeituras (2009)

Esgotamento Sanitário

Carga Poluidora
(kg/dia de matéria orgânica)

29,8 ton de DBO/dia



■ AVG

■ MVG-TB

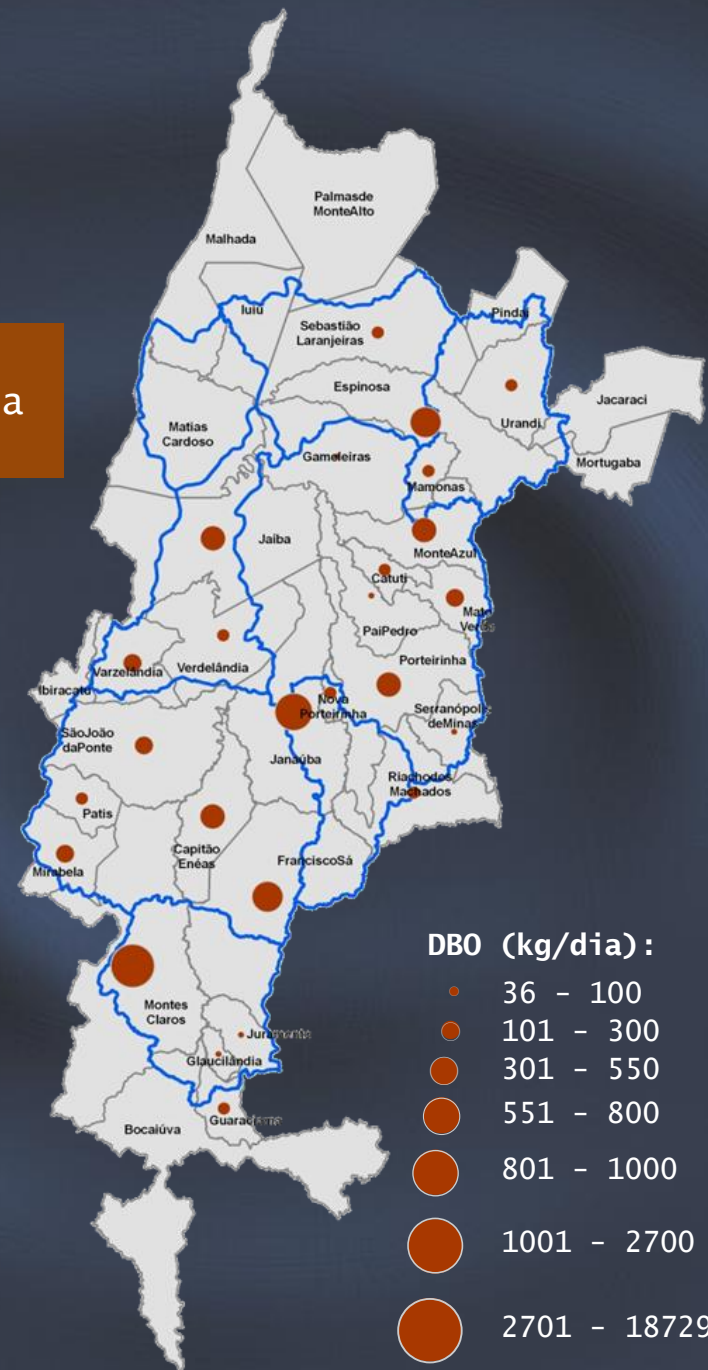
■ MBG

■ AVP - MG

■ MVG-TA

■ AG

■ AVP / BVP - BA



DBO (kg/dia):

● 36 - 100

● 101 - 300

● 301 - 550

● 551 - 800

● 801 - 1000

● 1001 - 2700

● 2701 - 18729

Recursos Hídricos

Quanta água temos?

Quanta água usamos?

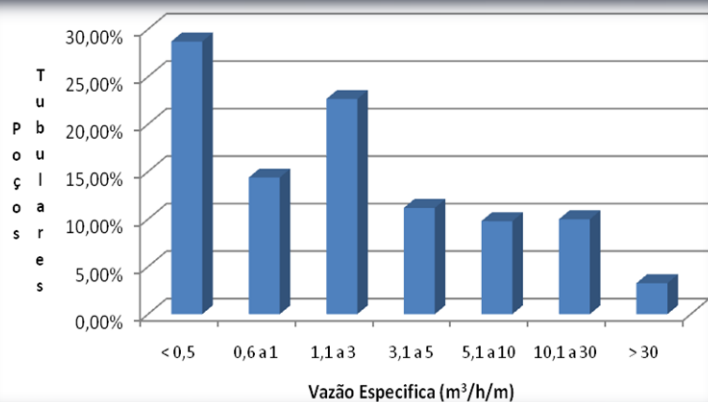
Quanta água sobra (ou falta)?

Qual é a sua qualidade?

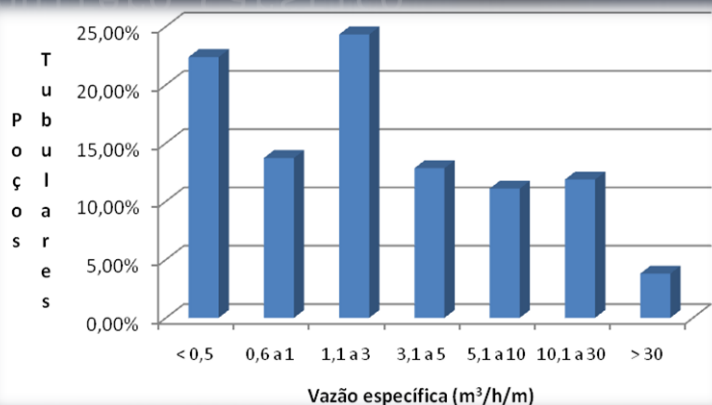


Águas Subterrâneas

Aquífero Cárstico-fissurado

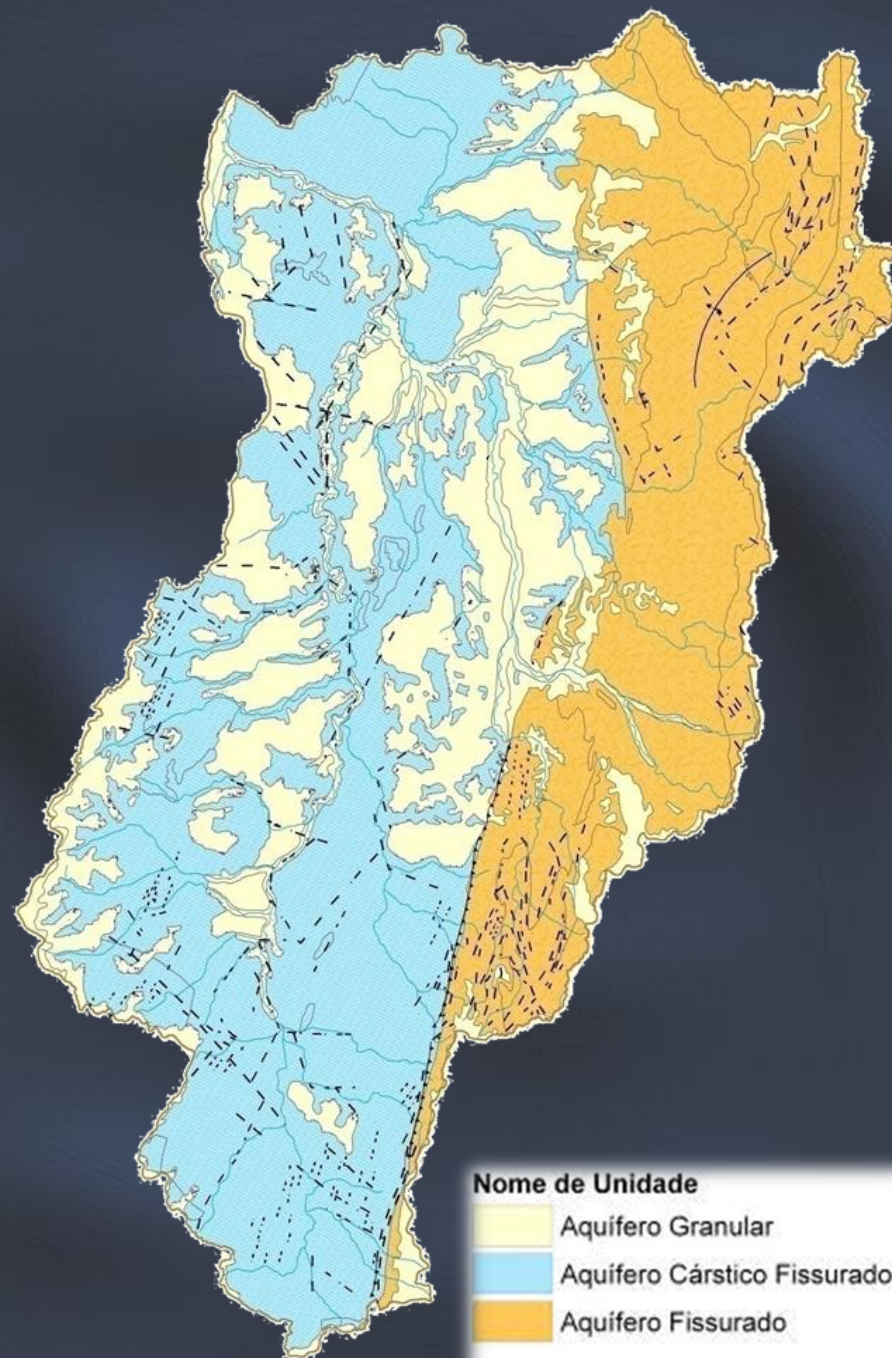


Aquífero Cárstico



Aquífero em Rochas Cristalinas

Nº Poços	Vazão Específica (m³/h/m)			
	máxima	média	mínima	moda
302	5,05	0,47	0,001	0,02



Nome de Unidade

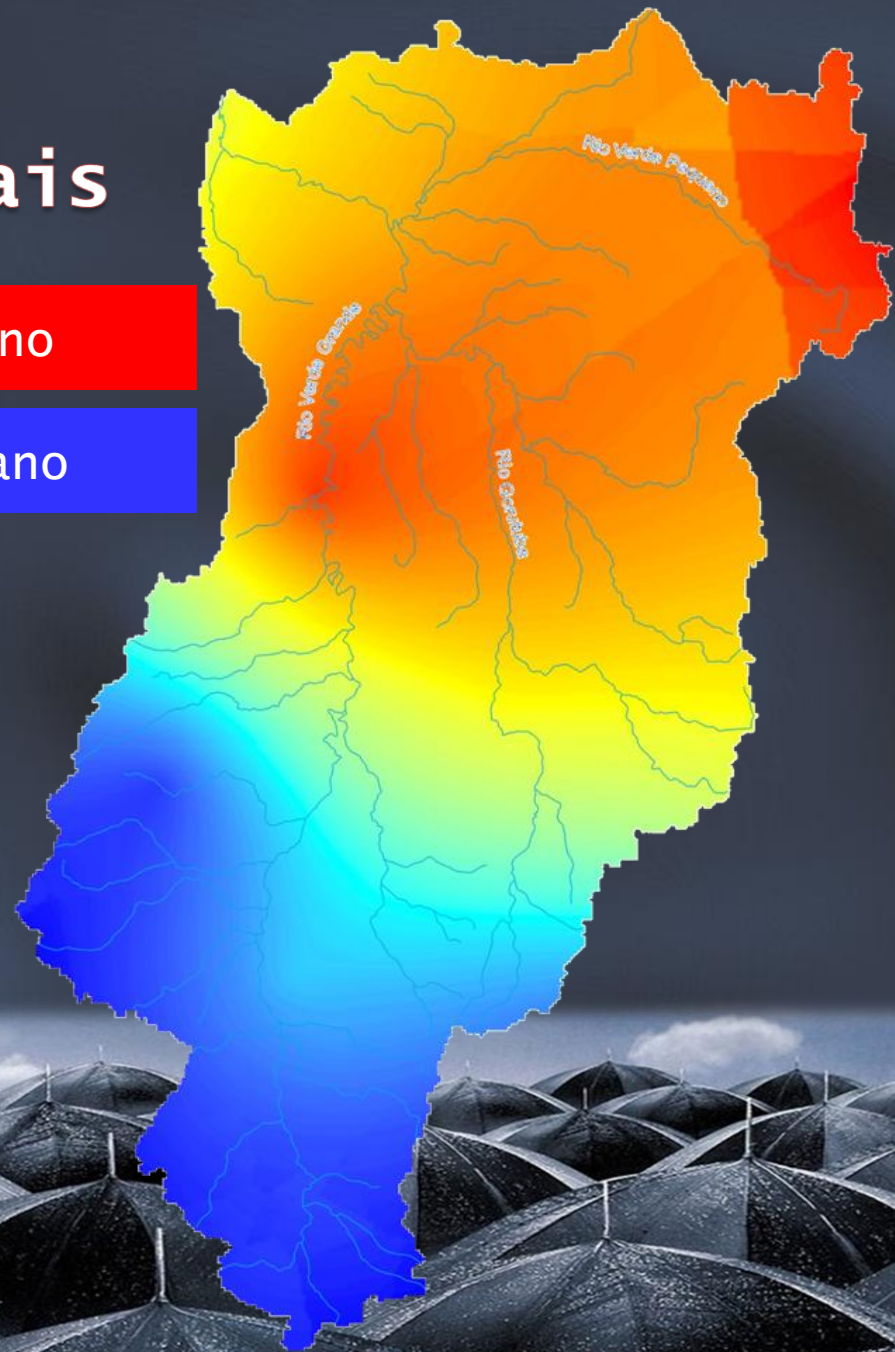
- Aquífero Granular
- Aquífero Cárstico Fissurado
- Aquífero Fissurado

Águas Superficiais

Precipitações Anuais

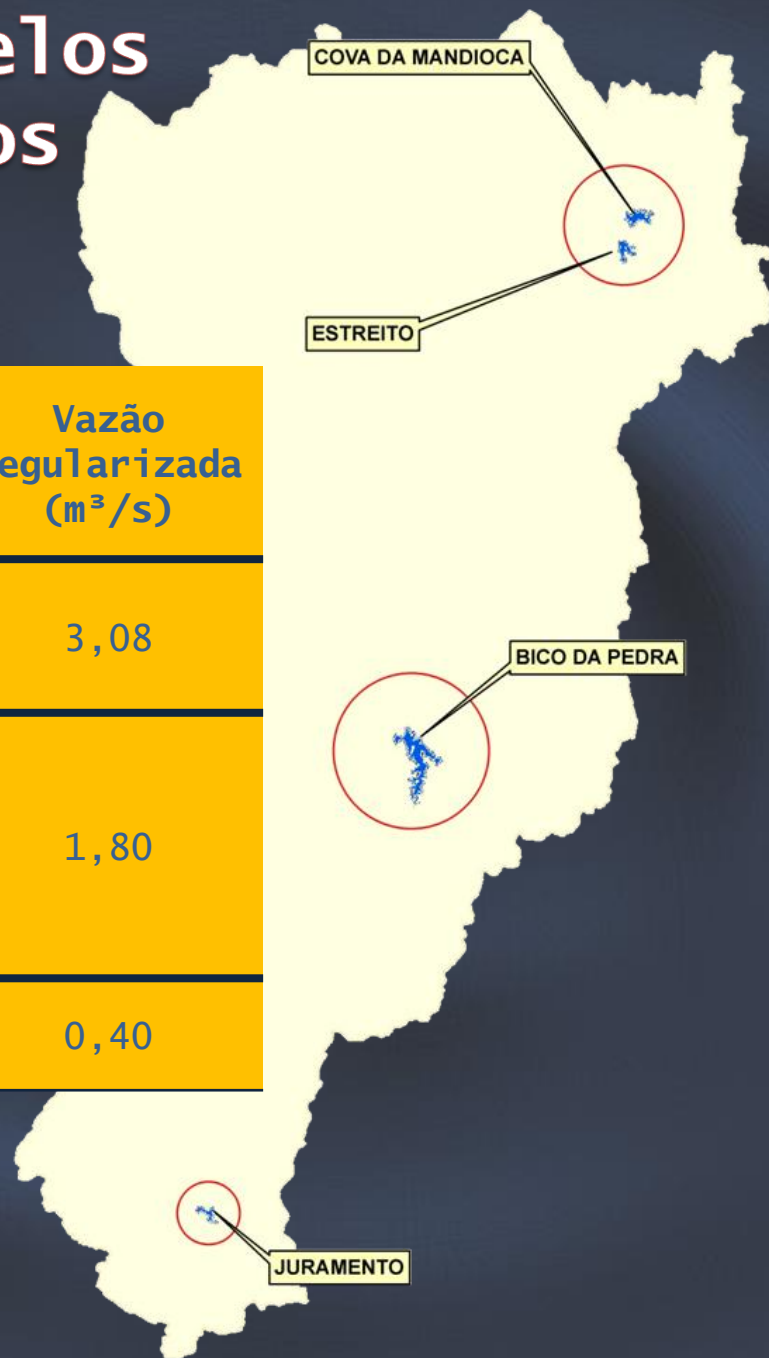
700 mm por ano

1000 mm por ano



Vazões Regularizadas pelos Principais Reservatórios

Barragem / Rio	Área (km ²)	Volume Total (Hm ³)	Volume Útil (Hm ³)	Vazão Regularizada (m ³ /s)
Bico da Pedra / Gorutuba	1.624,2	705	481	3,08
Estreito / Verde Pequeno	1.968,9	76	63	1,80
Cova da Mandioca		126	120	
Juramento	339,8	42,5	25,2	0,40



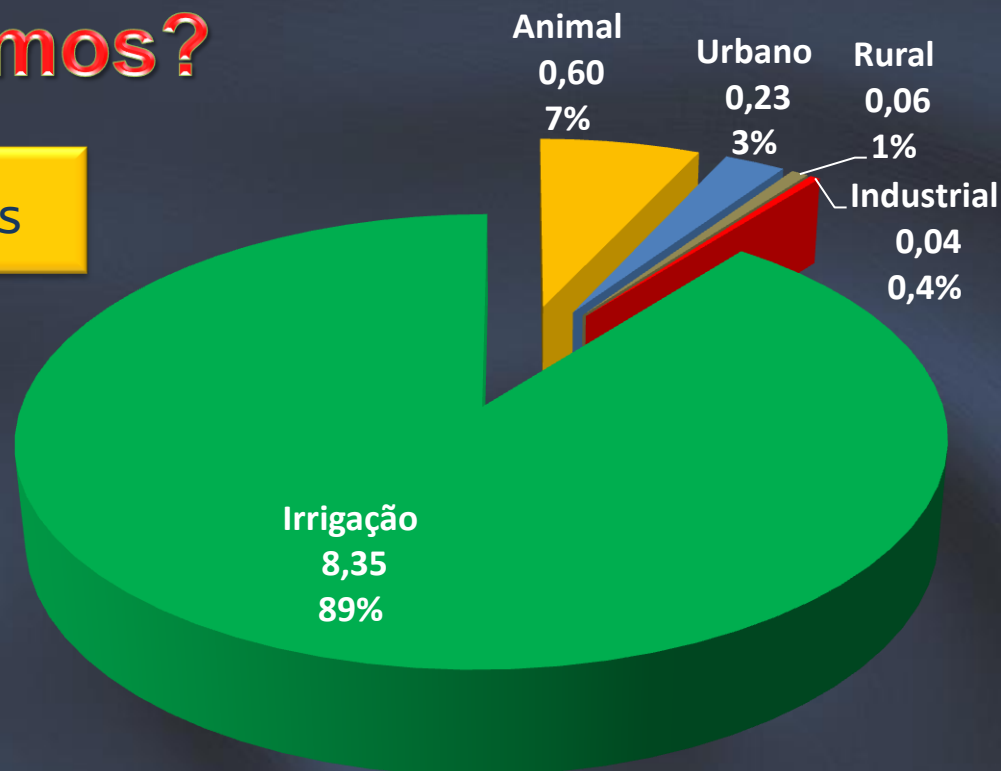
Quanta água temos?

Disponibilidades Acumuladas

Sub-Bacia	Vazão média (m ³ /s)	Disponibilidades hídricas (m ³ /s)		
		Q _{reg} + Q _{90%}	Q _{reg} + Q _{95%}	Q _{reg} + Q _{7,10}
AVG	5,121	0,971	0,798	0,682
MVG-TA	16,861	2,432	1,811	1,398
AG	3,118	3,162	3,135	3,119
MBG	14,396	4,419	3,978	3,731
MVG-TB	36,483	7,500	6,240	5,447
AVP	3,025	1,866	1,835	1,831
BVP	6,539	2,100	1,956	1,939
BVG	32,776	7,195	6,176	6,268

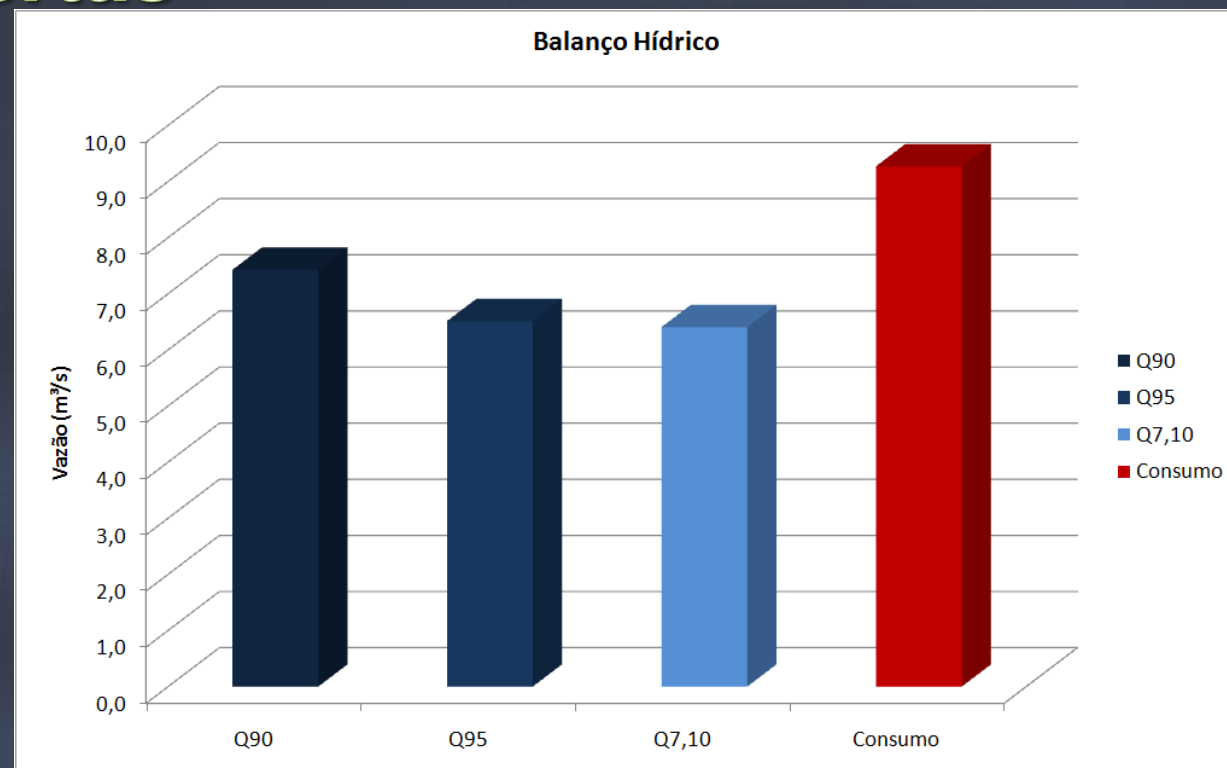
Quanta água usamos?

Consumo Total: 9,2 m³/s



Unidades de Análise	Vazões consumidas - acumuladas (m³/s)					Total
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	
Alto Verde Grande (AVG)	0,08	0,17	0,00	0,03	0,09	0,37
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,28	0,18	0,02	0,03	0,94	1,44
Alto Gorutuba (AG)	0,04	0,02	0,00	0,01	1,41	1,48
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,16	0,03	0,02	0,01	3,79	4,01
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	0,50	0,22	0,04	0,04	6,08	6,87
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,04	0,01	0,01	-	1,73	1,78
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,07	0,01	0,02	-	1,82	1,92
Baixo Verde Grande (BVG)	0,60	0,23	0,06	0,04	8,35	9,27

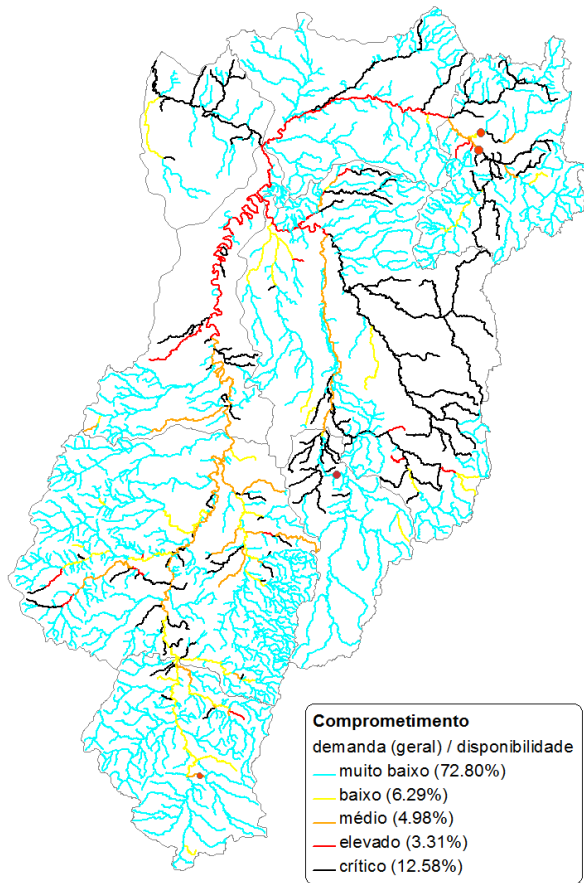
Consumos x Ofertas



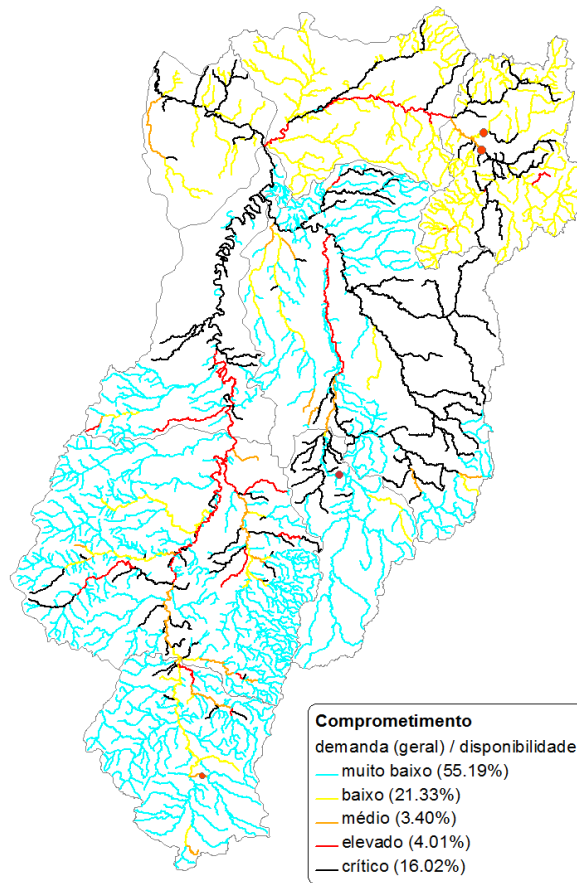
Sub-bacia	Vazões Acumuladas (m³/s) - ATUAL			Consumo Atual (m³/s)
	Q _{reg} + Q ₉₀	Q _{reg} + Q ₉₅	Q _{reg} + Q _{7,10}	
AVG	0,971	0,798	0,682	0,37
MVG-TA	2,523	1,907	1,496	1,44
AG	3,162	3,135	3,119	1,48
MBG	4,541	4,104	3,860	4,01
MVG-TB	8,061	6,735	5,851	6,87
AVP	1,866	1,835	1,831	1,78
BVP	2,100	1,956	1,939	1,92
BVG	7,427	6,512	6,405	9,27

Comprometimento – Consumo Total

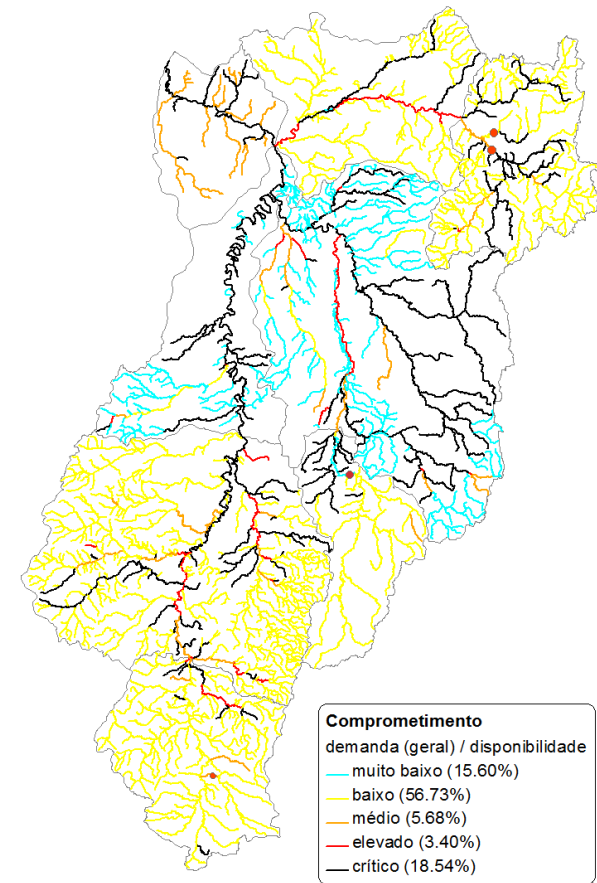
$Q_{reg} + Q_{90}$



$Q_{reg} + Q_{95}$



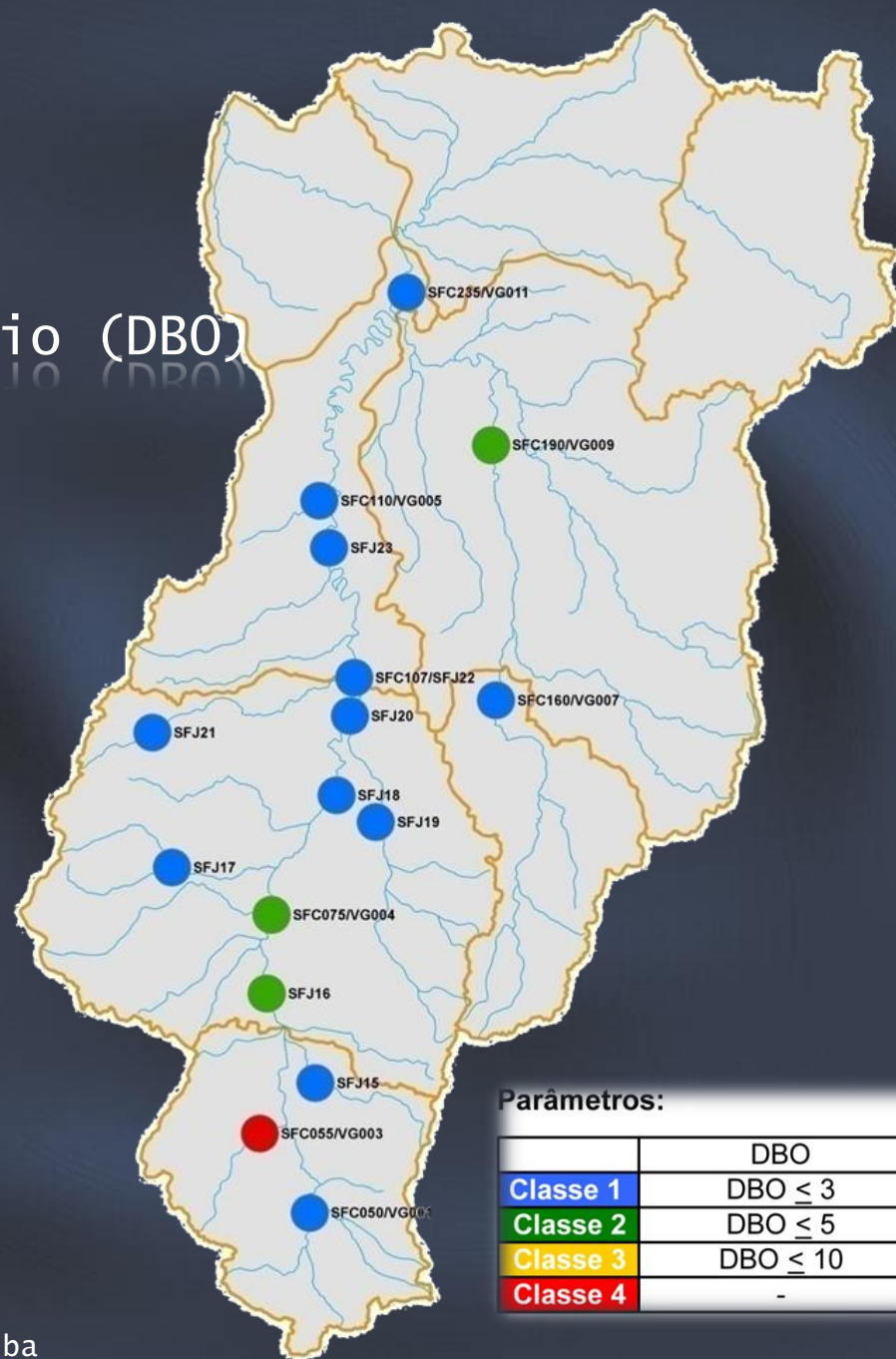
$Q_{reg} + Q_{7,10}$



Qualidade da Água

Água Superficial
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)
Matéria Orgânica

Interferência do lançamento de
esgotos sanitários no curso
superior do rio Verde Grande



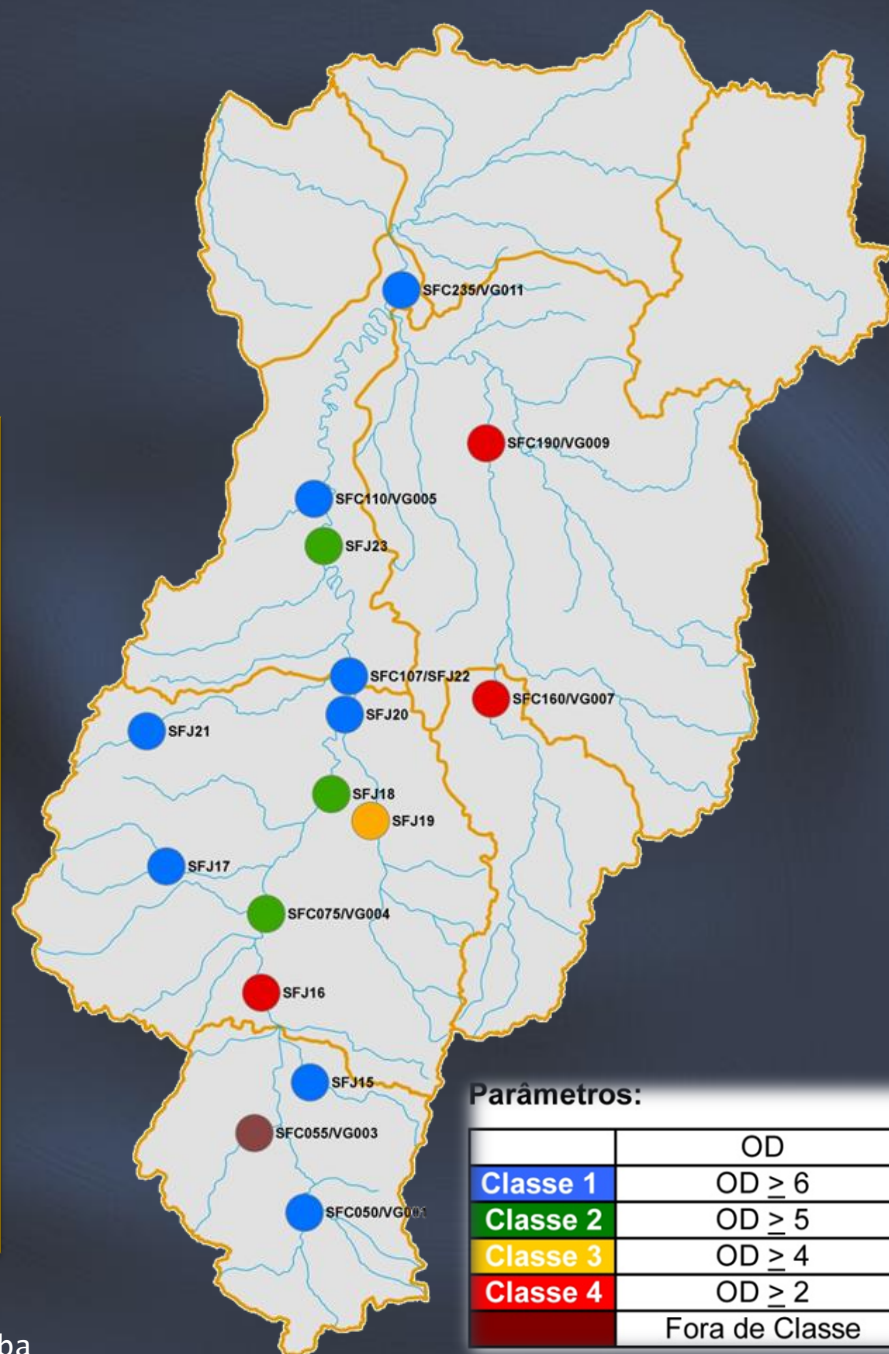
Qualidade da Água

Água Superficial Oxigênio Dissolvido (OD)

Interferência do lançamento de esgotos sanitários no curso superior do rio Verde Grande;

Predomínio do impacto negativo na qualidade das águas do rio Verde Grande advindo do lançamento de esgotos sanitários no trecho jusante ao aporte do rio do Vieira;

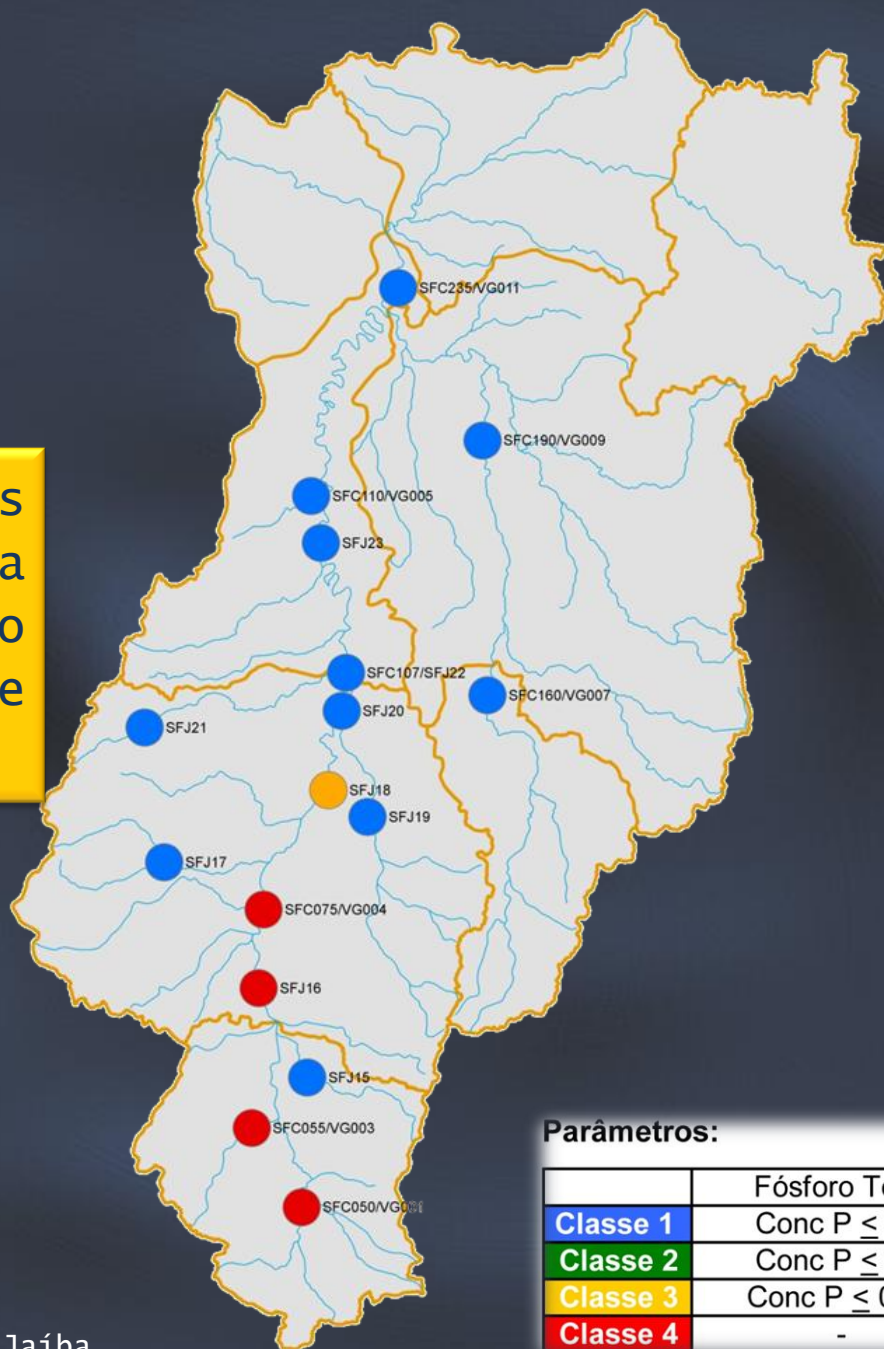
Insuficiência de saneamento básico repercutindo em condições sanitárias críticas no baixo curso do rio Verde Grande.



Qualidade da Água

Água Superficial
Fósforo Total - P_{total}

Interferência de fontes difusas na degradação da qualidade das águas no curso superior do rio Verde Grande.



Parâmetros:

	Fósforo Total
Classe 1	Conc P $\leq 0,1$
Classe 2	Conc P $\leq 0,1$
Classe 3	Conc P $\leq 0,15$
Classe 4	-

Águas Subterrâneas

Qualidade química das águas subterrâneas, em geral, é adequada para consumo humano, uso agrícola e dessedentação de animais.

Restrições quanto à potabilidade:

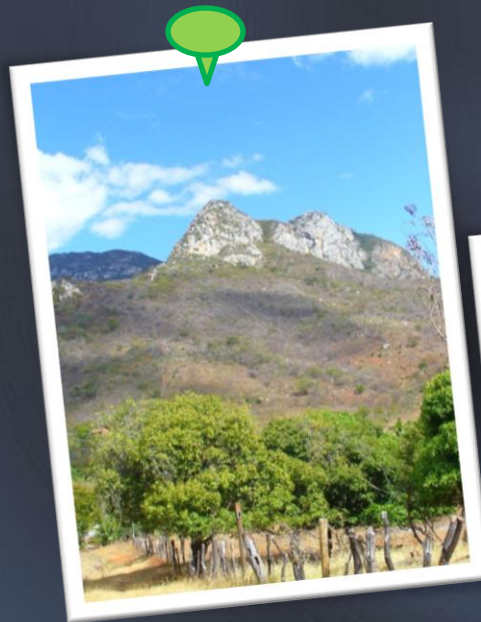
Altos teores de flúor registrados no aquífero carstico, em algumas áreas da bacia.

Valores de pH, alcalinidade e dureza que restringem o **uso industrial**.

Ocorrências pontuais de nitrato associadas à deficiência nos sistemas de esgotamento sanitário (fossas).

Ocorrência de Ferro e Manganês associadas às características naturais das águas subterrâneas dos diferentes sistemas aquíferos, que não restringem os usos.

Conclusões do Diagnóstico



Conclusões

Escassez Hídrica: quadro atual de demandas não é sustentável

Saneamento e impactos sobre a qualidade das águas

Saneamento:

- Abastecimento Público: praticamente universalizado
- Esgotamento Sanitário: baixos índices, com investimentos significativos em andamento – redução de carga poluidora de 70%.
- Resíduos Sólidos: destinação inadequada, com investimentos significativos

Qualidade das Águas:

- Cargas pontuais – Esgotamento
- Cargas difusas – Resíduos e Manejo do Solo
- Operação de Reservatórios

Hidrologia e Balanço Hídrico:

- Demandas elevadas frente às disponibilidades
- Regularização e uso eficiente na irrigação
- Conhecimento hidrológico e hidrogeológico (águas superficiais e subterrâneas)

Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Verde Grande



Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Verde Grande

- **Demandas Hídricas:**
 - Tendências de crescimento de demandas
 - Redução de demandas por uso racional na irrigação e redução de perdas no abastecimento
- **Disponibilidades Hídricas**
 - Barramentos
 - Transposições
- **Balancos hídricos quali-quantitativos nos cenários**

Formulação de Cenários

Tendencial

- Tendências sobre demandas
- Intervenções em andamento
 - quantidade (oferta hídrica)
 - qualidade (carga poluidora)

Normativo 1

- Gestão de RH
- Incremento da oferta (transposição)
- Redução (moderada) de demandas
 - consumo de água
 - carga poluidora

Normativo 2

- Gestão de RH
- Incremento da oferta (barragens e transposição)
- Redução (avançada) de demandas
 - consumo de água
 - carga poluidora

Cenário Tendencial de Demandas Hídricas

Cenário Tendencial de Demandas

Projeção Demandas para 2030

Taxas de crescimento: físicas x econômicas

Taxas adotadas:

Crescimento populacional:

IBGE (2000 – 2007)

População urbana: 1,71% a.a.

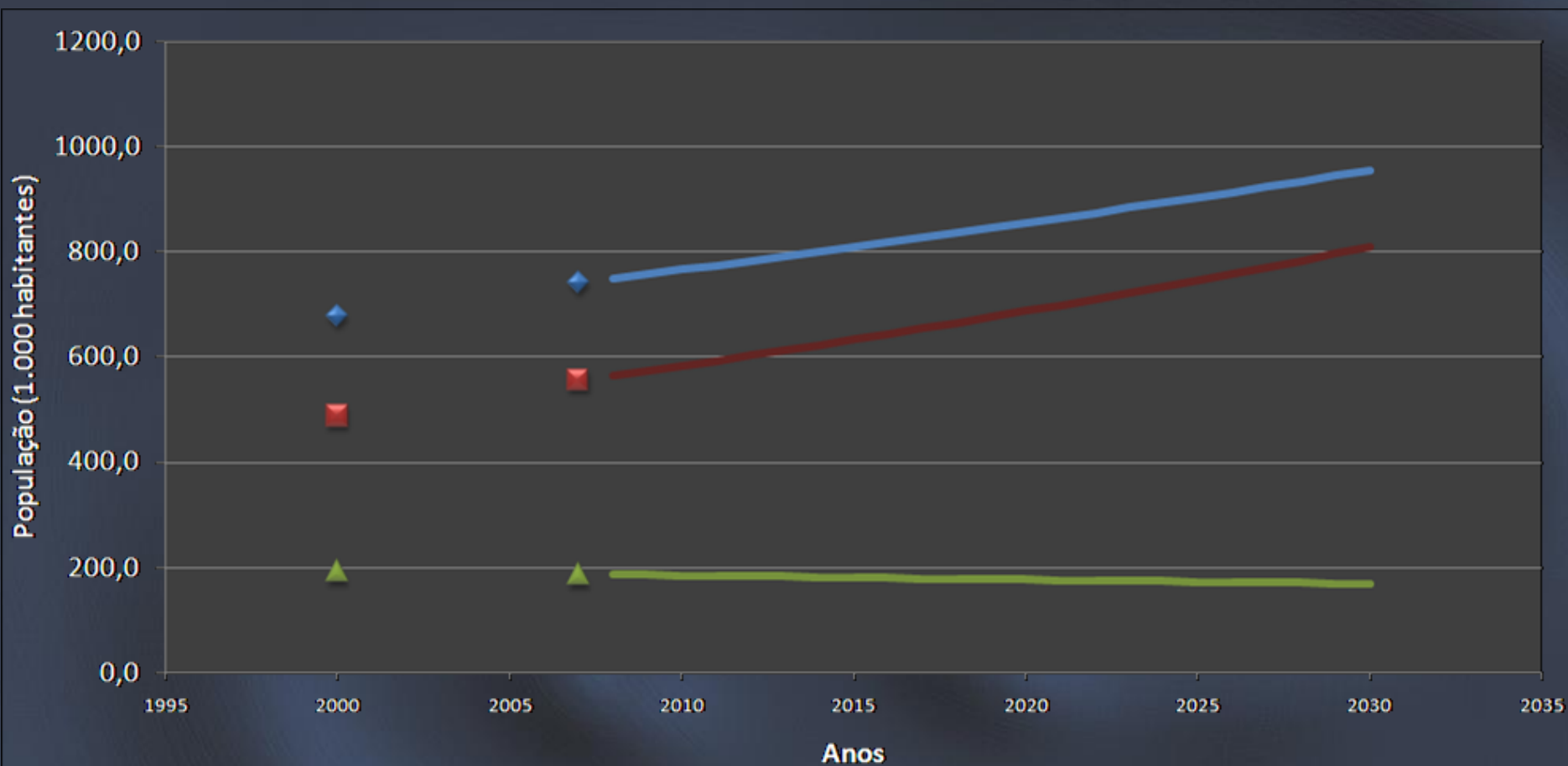
População rural: -0,16% a.a.

Irrigação, rebanhos e indústria:

PIB Municipal (2002-2006): 3,86% a.a.

O Cenário Tendencial, como projeção, não considera as limitações de disponibilidades hídricas ao estimar as demandas futuras. Esta análise, será realizada na formulação dos balanços hídricos.

Evolução e Projeção da População



Legenda:

◆ Valores Observados - Total

■ Valores Observados - Urbana

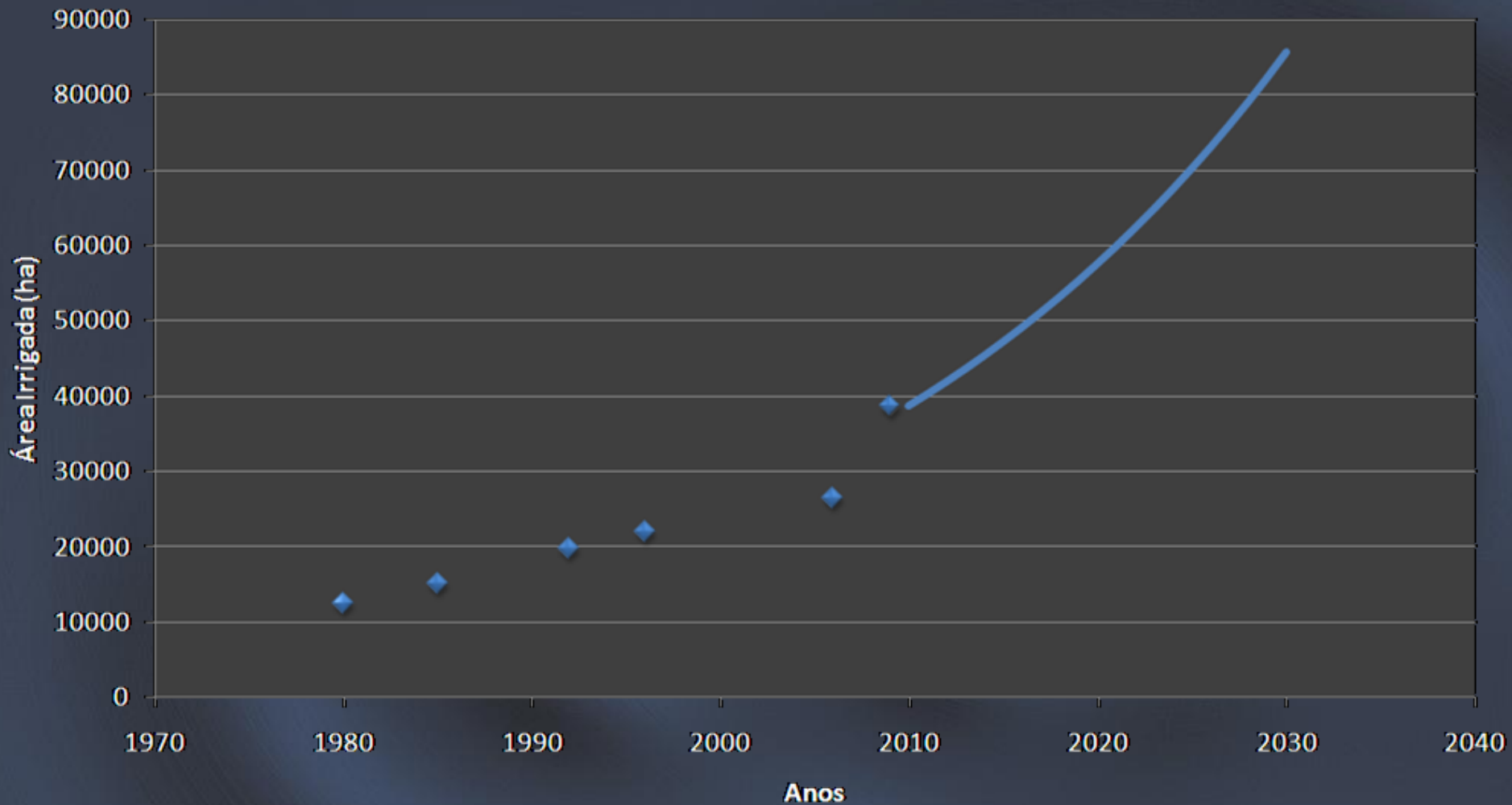
▲ Valores Observados - Rural

— Valores Estimados (20 anos) - Total

— Valores Estimados (20 anos) - Urbana

— Valores Estimados (20 anos) - Rural

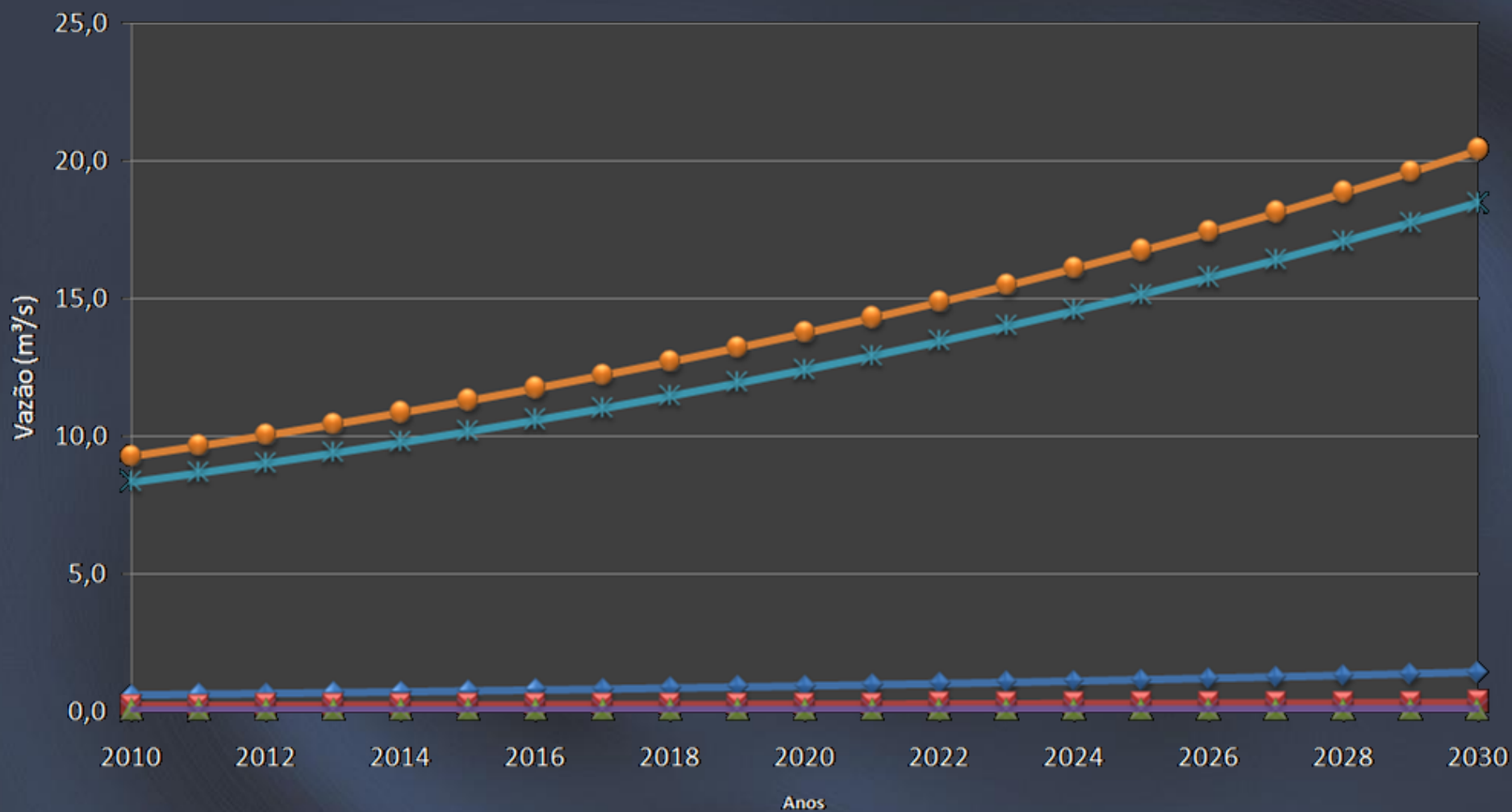
Evolução e Projeção da Área Irrigada



Legenda:

◆ Valores Observados — Projeção (20 anos)

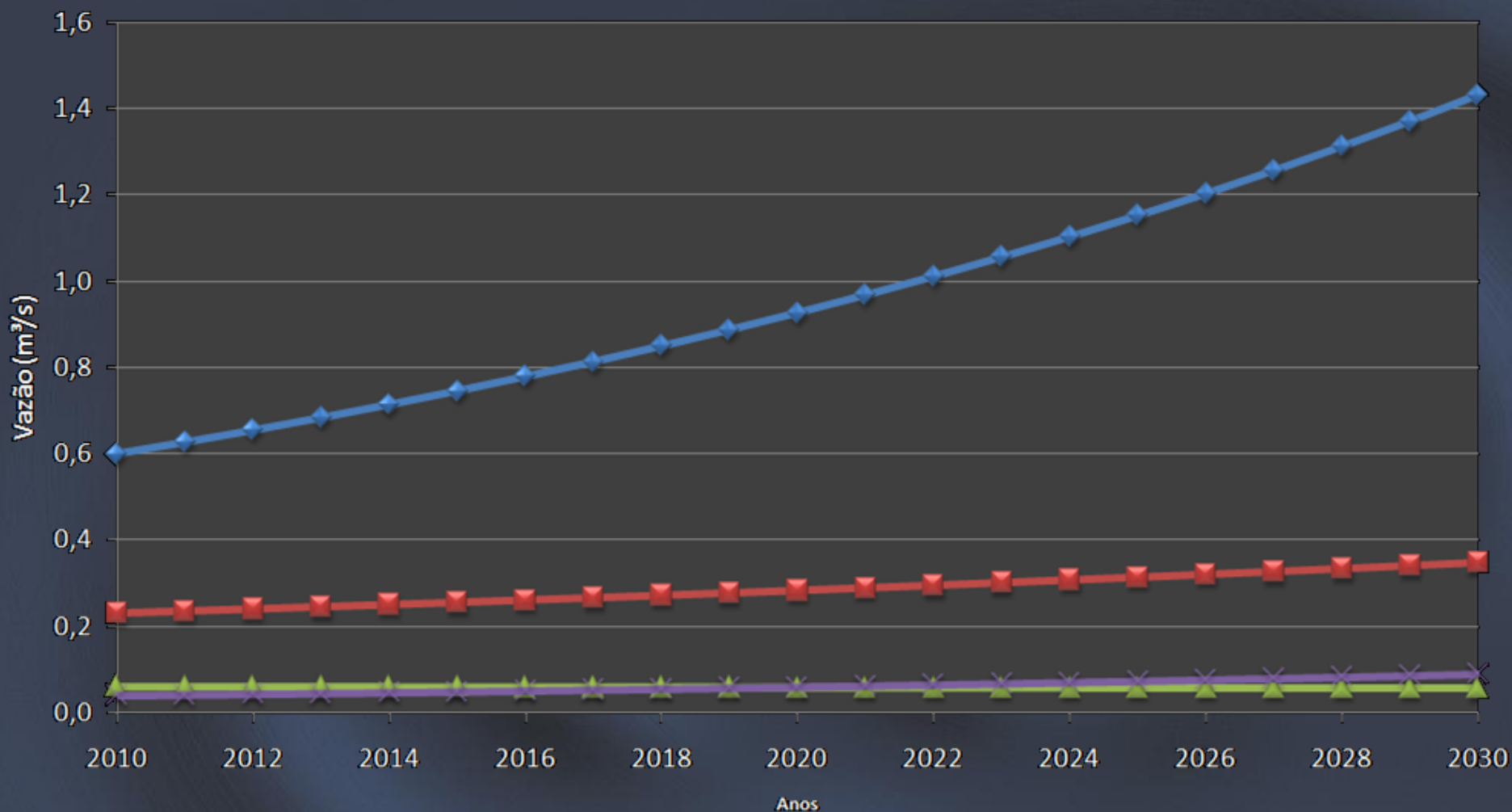
Evolução dos Consumos Hídricos no Cenário Tendencial



Legenda:

Animal Urbano Rural Industrial Irrigação Total

Evolução dos Consumos Hídricos no Cenário Tendencial



Legenda:

Animal Urbano Rural Industrial Irrigação Total

Cenário Tendencial de Demandas

Consumo de Água Acumulado

Unidades de Análise	ATUAL - Vazões consumidas - acumuladas (m ³ s ⁻¹)					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,08	0,17	0,00	0,03	0,09	0,37
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,28	0,18	0,02	0,03	0,94	1,44
Alto Gorutuba (AG)	0,04	0,02	0,00	0,01	1,41	1,48
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,16	0,03	0,02	0,01	3,79	4,01
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	0,50	0,22	0,04	0,04	6,08	6,87
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,04	0,01	0,01	-	1,73	1,78
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,07	0,01	0,02	-	1,82	1,92
Baixo Verde Grande (BVG)	0,60	0,23	0,06	0,04	8,35	9,27

Unidades de Análise	FUTURO - Vazões consumidas - acumuladas (m ³ s ⁻¹)					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,191	0,268	0,000	0,066	0,199	0,724
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,668	0,281	0,019	0,066	2,080	3,115
Alto Gorutuba (AG)	0,095	0,026	0,000	0,022	3,120	3,264
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,382	0,037	0,017	0,022	8,387	8,846
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	1,194	0,334	0,036	0,089	13,455	15,107
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,095	0,013	0,008	0,000	3,828	3,945
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,167	0,013	0,021	0,000	4,028	4,229
Baixo Verde Grande (BVG)	1,432	0,348	0,056	0,089	18,479	20,403

Cenário Tendencial de Demandas

Disponibilidade hídrica atual:

$$\text{Águas superficiais} - Q_{\text{reg}} + Q_{95} = 6,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Águas subterrâneas} - \text{usos} = 2,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como atender a elevação dos consumos de água dos atuais $9,27 \text{ m}^3/\text{s}$ para $20,40 \text{ m}^3/\text{s}$?

Duas alternativas, combinadas:

- Redução das demandas: limitação e/ou uso racional;
- Incremento de oferta hídrica.

Alternativas para redução das Demandas

Uso racional na Irrigação

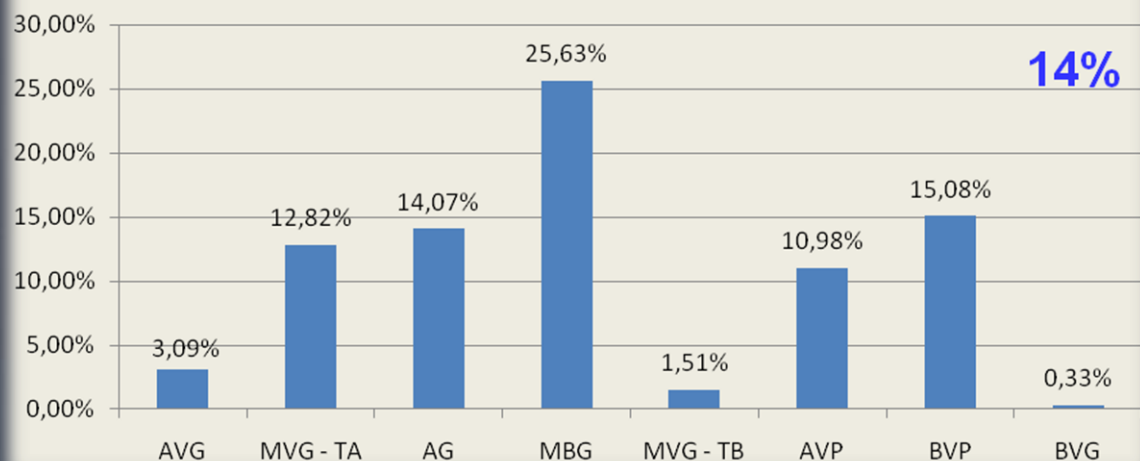
- Programa específico

Redução de perdas nos sistemas urbanos de abastecimento

- Ação no Programa de Saneamento

Uso Eficiente da Água na Irrigação

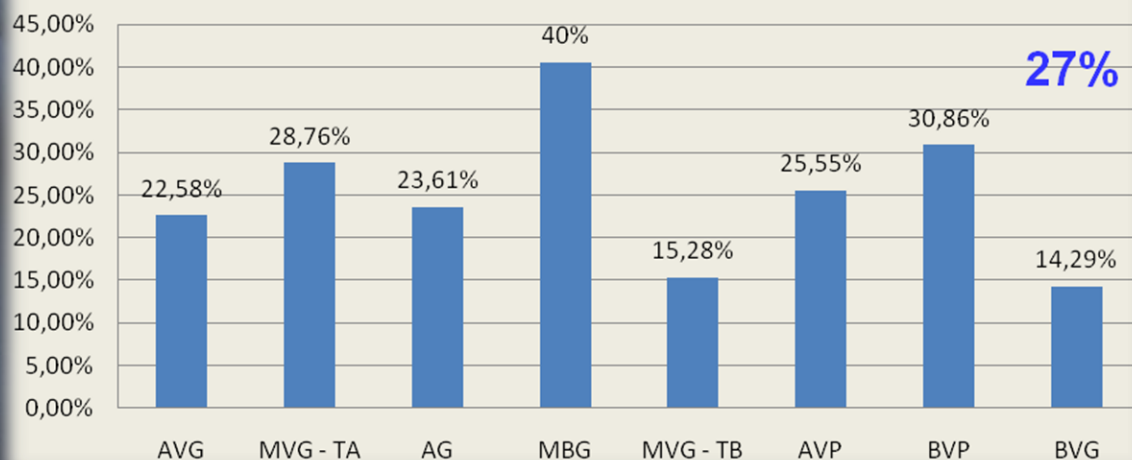
Redução do consumo de água por substituição de métodos superficiais por aspersão



Estimativa de redução máxima por bacia

Redução (ref. 2030)
2,54 m³/s

Redução do consumo de água na irrigação por substituição plena por métodos localizados



Redução (ref. 2030)
5,07 m³/s

Alternativas para redução das Demandas

Uso racional na Irrigação

Sub-bacias	Consumo Irrigação (m³/s)	Redução de Consumo – Por Cenário			
	Cen. Tendencial	Cenário Normativo 1	Consumo (m³/s)	Cenário Normativo 2	Consumo (m³/s)
AVG	0,20	8,06%	0,18	12,54%	0,17
MVG-TA	1,88	10,27%	1,69	15,98%	1,58
AG	3,12	8,43%	2,86	13,12%	2,71
MBG	5,27	14,29%	4,51	22,22%	4,10
MVG-TB	2,99	10% 5,46%	2,82	15% 8,49%	2,73
AVP	3,83	9,13%	3,48	14,19%	3,28
BVP	0,20	11,02%	0,18	17,14%	0,17
BVG	1,00	5,10%	0,95	7,94%	0,92
TOTAL	18,48	8,06%	16,67	12,54%	15,66

No Cenário Normativo 1, a redução no consumo é de 1,81 m³/s, o que pode irrigar mais 6.000 ha. Os investimento nas propriedades demandam R\$ 31.000.000,00.

No Cenário Normativo 2, a redução no consumo é de 2,82 m³/s, o que pode irrigar mais 9.400 ha. Os investimentos nas propriedades demandam R\$ 65.000.000,00.

Alternativas para redução das Demandas

Meta:

Perdas equivalentes a 200 L/lig.dia

Meta não atendida em 02 municípios da bacia:

Montes Claros e Nova Porteirinha, com perdas da ordem de 370 L/lig.dia.

Sem informação para municípios da bacia, operados por Sistemas Municipais.

Cenário Normativo 1 de Demandas

Consumo de Água Acumulado

TENDENCIAL Unidades de Análise	FUTURO - Vazões consumidas - acumuladas (m ³ s ⁻¹)					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,191	0,268	0,000	0,066	0,199	0,724
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,668	0,281	0,019	0,066	2,080	3,115
Alto Gorutuba (AG)	0,095	0,026	0,000	0,022	3,120	3,264
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,382	0,037	0,017	0,022	8,387	8,846
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	1,194	0,334	0,036	0,089	13,455	15,107
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,095	0,013	0,008	0,000	3,828	3,945
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,167	0,013	0,021	0,000	4,028	4,229
Baixo Verde Grande (BVG)	1,432	0,348	0,056	0,089	18,479	20,403

NORMATIVO 1 Unidades de Análise	FUTURO - Vazões consumidas - acumuladas (m ³ s ⁻¹)					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,191	0,213	0,000	0,066	0,183	0,653
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,668	0,225	0,019	0,066	1,871	2,846
Alto Gorutuba (AG)	0,095	0,024	0,000	0,022	2,86	2,993
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,382	0,034	0,017	0,022	7,37	7,819
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	1,194	0,273	0,036	0,089	12,067	13,647
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,095	0,012	0,008	0,000	3,479	3,592
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,167	0,022	0,021	0,000	3,657	3,863
Baixo Verde Grande (BVG)	1,432	0,295	0,056	0,089	16,669	18,524

Cenário Normativo 2 de Demandas

Consumo de Água Acumulado

TENDENCIAL Unidades de Análise	FUTURO - Vazões consumidas - acumuladas (m^3s^{-1})					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,191	0,268	0,000	0,066	0,199	0,724
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,668	0,281	0,019	0,066	2,080	3,115
Alto Gorutuba (AG)	0,095	0,026	0,000	0,022	3,120	3,264
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,382	0,037	0,017	0,022	8,387	8,846
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	1,194	0,334	0,036	0,089	13,455	15,107
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,095	0,013	0,008	0,000	3,828	3,945
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,167	0,013	0,021	0,000	4,028	4,229
Baixo Verde Grande (BVG)	1,432	0,348	0,056	0,089	18,479	20,403

NORMATIVO 2 Unidades de Análise	Vazões consumidas futuras - acumuladas ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)					
	Animal	Urbano	Rural	Industrial	Irrigação	Total
Alto Verde Grande (AVG)	0,191	0,213	0,000	0,066	0,174	0,644
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	0,668	0,225	0,019	0,066	1,754	2,729
Alto Gorutuba (AG)	0,095	0,024	0,000	0,022	2,71	2,847
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	0,382	0,034	0,017	0,022	6,81	7,255
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	1,194	0,273	0,036	0,089	11,296	12,876
Alto Verde Pequeno (AVP)	0,095	0,012	0,008	0,000	3,285	3,398
Baixo Verde Pequeno (BVP)	0,167	0,022	0,021	0,000	3,450	3,656
Baixo Verde Grande (BVG)	1,432	0,295	0,056	0,089	15,663	17,518

Cenários de Ofertas Hídricas

Águas Subterrâneas

Sistemas Aquíferos

LEGENDA:

— Hidrografia

Símbolos Geológicos

— Direção de Camada Invertida

— Dobra Anticlinal com Caimento

..... Falha de Empurrão

..... Falhas e Fraturas Indiferenciadas

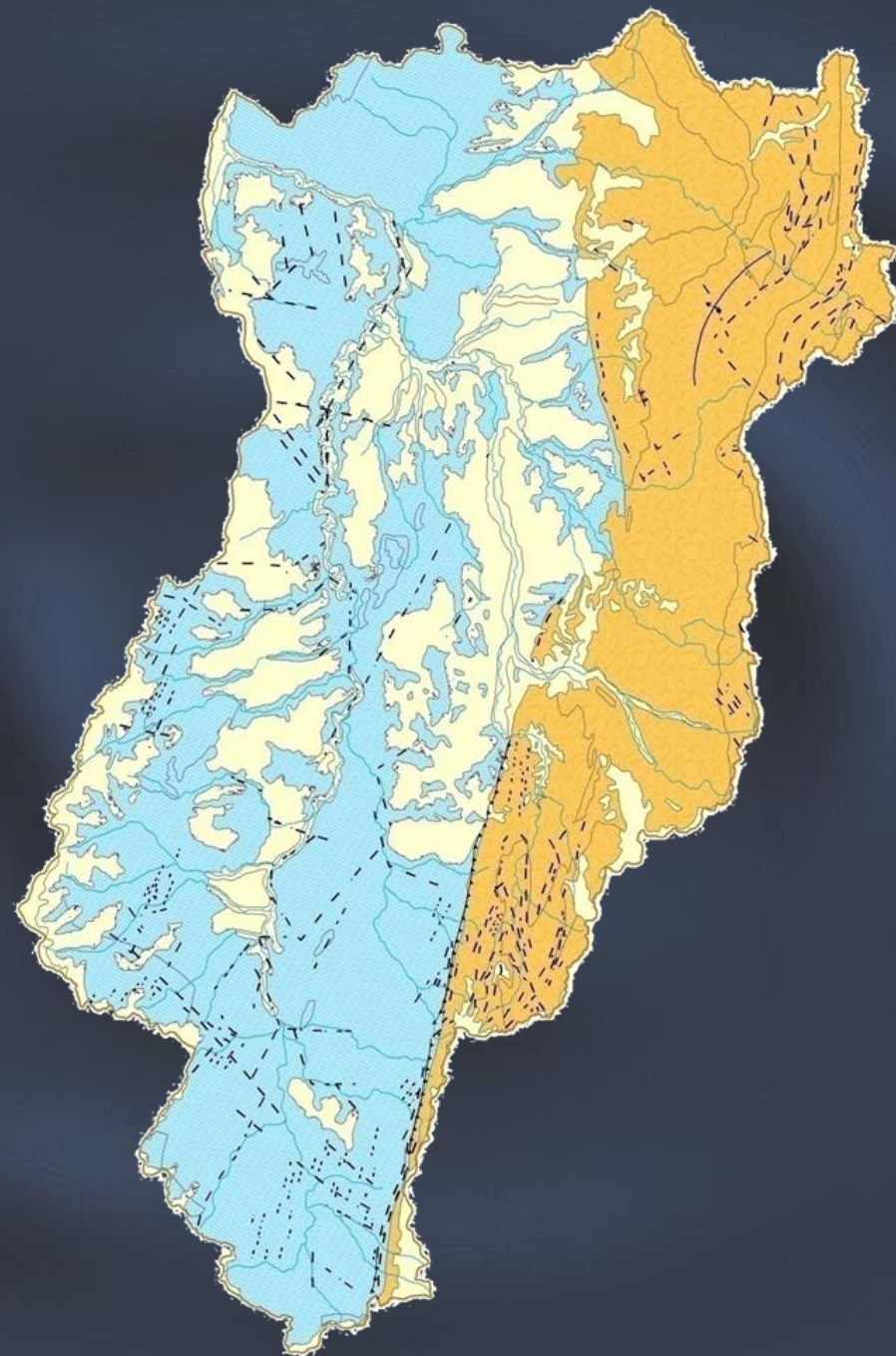
..... Lineamentos Estruturais

Nome de Unidade

Aquífero Granular

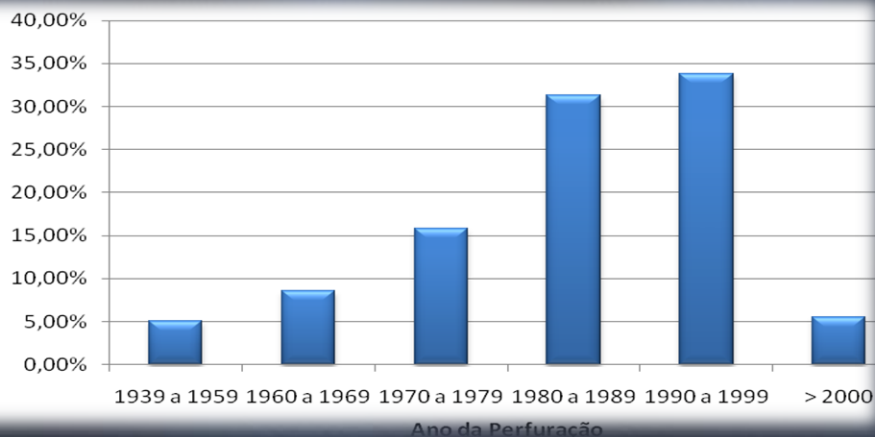
Aquífero Cárstico Fissurado

Aquífero Fissurado



Disponibilidade de Águas Subterrâneas

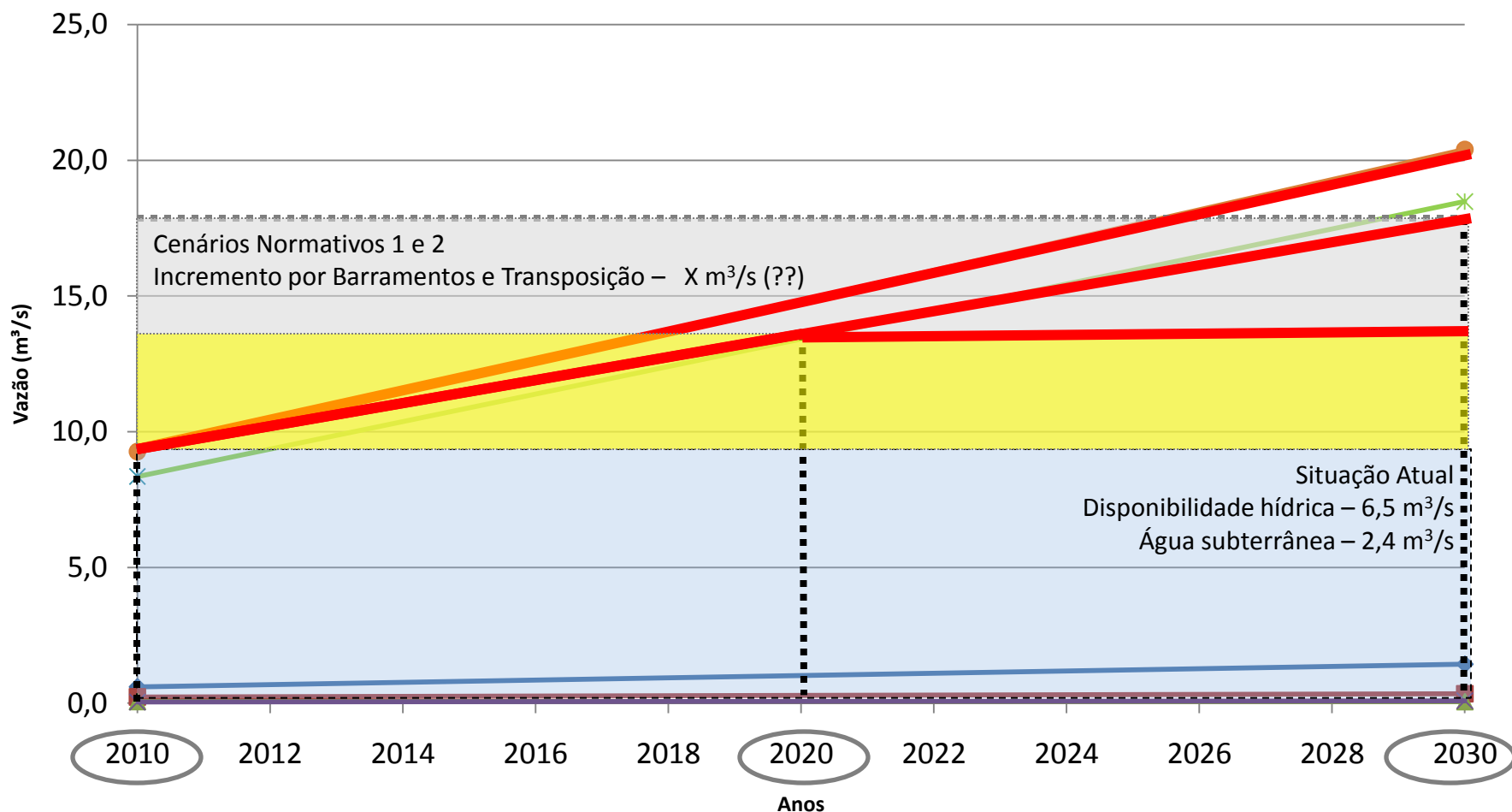
SUB-BACIA	Reservas Reguladoras (m ³ /s)	Outorgas (m ³ /s)	Consumo (m ³ /s)
Alto Verde Grande	0,39	0,28	0,46
Médio Verde Grande – T. Alto	1,20	0,36	1,37
Alto Gorutuba	2,35	0,06	0,01
Médio e Baixo Gorutuba	0,73	0,11	0,07
Médio Verde Grande – T. Baixo	0,46	0,53	0,48
Alto Verde Pequeno	0,27	0,06	0,02
Baixo Verde Pequeno	0,32	0,06	0,01
Baixo Verde Grande	0,18	0,13	0,01
TOTAL	5,90	1,60	2,43



Histórico do número de poços:

- 1996 – 1.270 poços cadastrados em operação
- 1.750 poços estimados em operação
- 2009 – 3.300 poços cadastrados em operação
- 3.830 poços estimados em operação

Evolução das Vazões de Consumo e da Oferta Hídrica



Legenda:

Animal Urbano Rural Industrial Irrigação Total

Reservatórios Existentes



José Custódio – Rio Canabrava
Monte Azul

Volume útil: 2,3 Hm³
Vazão Regularizada: 0,031 m³/s

Mosquito – Rio Mosquito
Porteirinha

Volume útil: 8,05 Hm³
Vazão Regularizada: 0,106 m³/s

Pedro Ju – Rio Mamona
Francisco Sá

Volume útil: 2,8 Hm³
Vazão Regularizada: 0,042 m³/s

Canabrava – Rio Canabrava
Francisco Sá

Volume útil: 2,3 Hm³
Vazão Regularizada: 0,032 m³/s

Volume útil:
Vazão Regularizada: 3,08 m³/s

Reservatórios propostos nesse estudo

São Domingos – Rio São Domingos
Francisco Sá

Volume útil: 2,3 Hm³
Vazão Regularizada: 0,032 m³/s

Volume útil:
Vazão Regularizada:

Transposição Juramento
(2m³/s)

Área Jaíba

Área Iúú

Incremento de Disponibilidades Hídricas – Cenário Tendencial

**Transposição do Sistema:
Congonhas - Jramento**



Sistema Congonhas - Juramento

Objetivo: o abastecimento da população da região de Montes Claros, no Estado de Minas Gerais. Beneficiará também outras demandas referentes a dessedentação animal e irrigação de áreas situadas a jusante das barragens.

Descrição: Barragem de Congonhas e transposição de águas para a Bacia do Verde Grande, na barragem de Juramento.

Custo: O projeto da Barragem de Congonhas , conforme o projeto executivo, apresenta um custo de R\$ 179.051.743,10.

Arranjo Institucional: o DNOCS será o responsável pela construção da obra e sua operação e manutenção até que o empreendimento seja concluído. Após, a COPASA assumirá a responsabilidade técnica pela operação e manutenção da infra-estrutura.

Vazão: barragem de Congonhas regularizará 3,73 m³/s, dos quais, 2,0 m³/s serão transpostos para a bacia do Verde Grande.

Viabilidade: O empreendimento conta com CERTOH (conferido pela ANA em 2009) e tem seus recursos financeiros previstos no PAC 2 (do Governo Federal).

Transposição – Cenário Tendencial Sistema Congonhas – Juramento



Transposição
Congonhas – Juramento

Vazão: 2,0 m³/s

Barramentos:

- Barragens existentes
- Barragens propostas nesse estudo
- Barragens propostas - CODEVASF e PIRH VG
- Barragens existentes de pequeno porte

Projeto Jaíba

— Alternativa Jaíba

— Projeto Jaíba

— Área Jaíba

Projeto Iúú

— Alternativa Iúú

— Projeto Iúú

— Área Iúú

Alternativas de Incremento de Disponibilidades Hídricas

Regularização de Vazões



Regularização de Vazões

Construção de Barragens

Implantação de novos reservatórios na Bacia do Rio Verde Grande, através da construção de barragens, com o objetivo de aumentar a vazão regularizada.



Barramentos:

- Barragens existentes
- Barragens propostas nesse estudo
- Barragens propostas - CODEVASF e PIRH VG
- Barragens existentes de pequeno porte

Projeto Jaíba

Alternativa Jaíba

Projeto Jaíba

Área Jaíba

Projeto Iúiu

Alternativa Iúiu

Projeto Iúiu

Área Iúiu

Descrição Técnica

Reservatórios/Barragens Seleccionadas: Principais Características Técnicas

Ordem	Barragem	Município	Vol (hm ³)	Maciço	Altura (m)	Extensão (m)	BH (km ²)	Alague (ha)	Vol. Mac. (m ³)
1	Mamonas	Mamonas/Espinosa	15	CCR	24	220	172	206	38.900
2	Canoas	Juramento/Canoas	10	Terra	25	350	120	177	460.000
3	Prata	Juramento	16	CCR	25	340	48	114	64.800
4	Rio Verde	Juramento	22	Terra	20	400	646	330	345.000
5	Água Limpa	Mirabela/Montes Claros	12	Terra	25	500	474	146	660.000
6	Cerrado	Montes Claros	18	Terra	25	350	35	126	460.000
7	Peixe	Montes Claros	17,6	Terra	25	340	40	144	450.000
8	Sítio	Montes Claros	24,5	Terra	25	500	38	190	660.000
9	Sítio Novo	Porteirinha	60	Terra	45	400	250	936	1.680.000
10	Suçupara	São João da Ponte/Patos	11,1	Terra	40	280	415	85	930.000
11	Pedras	Juramento	5	Terra	15	300	250	80	146.800
12	Tábua	Montes Claros	6	Terra	25	365	156	73	482.500
13	Cocos	Porteirinha	0,3	Terra	13	112	500	5	41.600
14	São Domingos	Urandi	73,8	Terra	51	580	403	618	2.014.000
Total			291,3	-	-	-	3.547	3.230	8.433.600

Custos Unitários das Barragens Estudadas

Ordem	Barragem	Município	Qreg (m³/s)	Custo (R\$)	Custo Unit. (R\$/ (m³/s))
1	Mamonas	Mamonas/Espinosa	0,106	21.945.000,00	207.028.301,89
2	Canoas	Juramento/Canoas	0,051	25.850.000,00	506.862.745,10
3	Prata	Juramento	0,071	26.367.000,00	371.366.197,18
4	Rio Verde	Juramento	0,150	19.173.000,00	127.820.000,00
5	Água Limpa	Mirabela/Montes Claros	0,092	36.520.000,00	396.956.521,74
6	Cerrado	Montes Claros	0,062	25.630.000,00	413.387.096,77
7	Peixe	Montes Claros	0,062	24.860.000,00	400.967.741,94
8	Sítio	Montes Claros	0,094	36.520.000,00	388.510.638,30
9	Sítio Novo	Porteirinha	0,202	93.390.000,00	462.326.732,67
10	Suçupara	São João da Ponte/Patos	0,085	51.370.000,00	604.352.941,18
11	Pedras	Juramento	0,040	7.580.000,00	191.234.304,00
12	Tábua	Montes Claros	0,048	24.300.000,00	510.883.200,00
13	Cocos	Porteirinha	0,050	4.200.000,00	84.000.000,00
14	São Domingos	Urundi	0,420	86.907.472,00	206.922.552,38
Total			1,532	484.612.472,00	316.284.990,352

Alternativas de Incremento de Disponibilidades Hídricas

Adução de Água:
Projeto Jaíba



Transposição do Projeto Jaíba



Descrição Técnica

O sistema adutor principal apresenta a seguinte capacidade hidráulica máxima: CP-1: 80 m³/s; CP-2: 65 m³/s; e CP-3: 43,6 m³/s. No segundo sub-trecho do canal CP-3, a vazão de adução é 22,4 m³/s, suficiente para atender ao canal CS-21 (7,125 m³/s) e Etapa 4 (15,276 m³/s).

O Projeto Jaíba foi dimensionado com demanda unitária de 1,4 L/s/ha. Atualmente, demandas unitárias da ordem de 1,1 L/s/ha são aceitáveis tecnicamente. Essa “otimização” possibilita uma folga na vazão bombeada pela EB-3, da ordem de 21%, o que resulta em uma vazão disponível adicional de 4,7 m³/s. Para fins práticos, considerou-se uma vazão de 4,5 m³/s para adução a partir do ponto supramencionado.

Foram estudadas diferentes situações de adução de água:

- Adução CP-3/CS-21 à cidade de Jaíba (adução 1);
- Adução de Jaíba à cidade de Verdelândia (adução 2);
- Adução de Verdelândia às proximidades de Janaúba (adução 3).

Custos de Implantação e Operação:

Item Orçado	Adução 1 CP-3 - Jaíba	Adução 2 Jaíba - Verdelândia	Adução 3 Verdelândia - Janaúba
Custos - Implantação			
Canal	20.000.000,00	24.800.000,00	-
Adutora	-	-	53.625.000,00
Estação de Bombeam.	-	-	-
Conj. Moto-Bomba	275.000,00	486.000,00	2.640.000,00
Obras Civas	1.350.000,00	1.440.000,00	1.800.000,00
Subestação	270.000,00	495.000,00	2.640.000,00
Linha de Transmissão	615.000,00	450.000,00	615.000,00
Sub-total EB	2.510.000,00	2.871.000,00	7.695.000,00
Sub-total Implantação	22.510.000,00	27.670.000,00	61.320.000,00
Custos – Operação			
Energia e O & M	1.855.000,00	3.195.000,00	15.400.000,00
Sub-total Operação	1.855.000,00	3.195.000,00	15.400.000,00
Tarifa DIJ (K2)	29.248.800,00	-	-
TOTAL	24.365.000,00	30.865.000,00	76.720.000,00
TOTAL ACUMUL.	53.613.800,00	84.478.800,00	161.198.800,00
Custo por m³/s	11.914.400,00	10.288.300,00	51.146.600,00

R\$/2009

Alternativas de Incremento de Disponibilidades Hídricas

Adução de Água:
Projeto Iuiu



Transposição do Projeto Iúíú



Descrição Técnica

O aporte de água através do Projeto Iuiú, deverá atender cerca de 4.600 ha no Projeto Estreito, o que representa uma vazão de adução de 5,0 m³/s.

Aplicando o fator de redução na demanda hídrica da Etapa 1 (entre o Estudo de Viabilidade e o Projeto Básico), para as outras duas Etapas (2 e 3), resulta uma diferença, de 6 m³/s, que poderá ser aproveitada para atender às demandas do Projeto Estreito.

A diferença (1,0 m³/s) poderá ser utilizada para o atendimento em marcha, ao longo do canal de adução, que inicia-se na EB-5 do Projeto Iuiú e alcança o Riacho Aguapé, próximo à cidade de Sebastião Laranjeiras.

Custos de Implantação/Implementação:

Custos de Implantação e Operação da Adução Proposta (em R\$/2009)

Item Orçado	Adução Iuiú – Estrito (6 m ³ /s)
Custos – Implantação	
Canal	91.200.000,00
Estação de Bombeam.	-
Conj. Moto-Bomba	7.260.000,00
Obras Civis	3.600.000,00
Subestação	7.260.000,00
Linha de Transmissão	9.120.000,00
Sub-total EB	27.240.000,00
Sub-total Implantação	118.440.000,00
Custos – Operação	
Energia e O & M	43.920.000,00
Sub-total Operação	43.920.000,00
TOTAL	162.360.000,00
Custo por m³/s	27.060.000,00

Esse valor considera apenas os custos a partir da EB-5 do Projeto Iuiú. Considerando o valor total (Estudo de Viabilidade, 1997) para a implantação do Projeto Iuiú, devidamente atualizado, tem-se um custo de R\$ 660.000.000,00.

Prazos/Cronograma:

A presente ação apresenta dois fortes condicionantes à determinação do seu prazo de implantação: seu custo e sua dependência direta com a implantação do Projeto Iuiú.

A adução proposta somente será possível após a implantação do Projeto Iuiú até sua Etapa 3, notadamente até a EB-5. Por outro lado, a necessidade de investimentos da ordem de R\$ 120 milhões e os problemas referentes a uma obra com quase 80 km de extensão, torna o prazo de construção elevado.

A conjunção desses dois condicionantes aponta para o longo prazo; dificilmente antes do horizonte deste Plano (20 anos) ter-se-á o Projeto Iuiú implantado até a EB-5. A duração da construção do sistema de adução, por sua vez, deverá demandar um prazo entre 2 e 3 anos.

Análise comparativa das alternativas

Alternativa de Incremento de Oferta Hídrica			Incremento de Vazão (m³/s)	Custo Total (R\$)	Receita com Irrigação*
Transposição Jaíba	N2	Adução 1: Projeto Jaíba - Jaíba	1,50	53.613.800,00	330.000.000,00
		Adução 2: Jaíba - Verdelândia	1,50	30.865.000,00	330.000.000,00
		Adução 3: Verdelândia - Janaúba (jusante)	1,50	76.720.000,00	330.000.000,00
Transposição Jaíba	N1	Adução 1: Projeto Jaíba - Jaíba	1,50	53.613.800,00	330.000.000,00
		Adução 2: Jaíba - Verdelândia	3,00	30.865.000,00	660.000.000,00
Transposição Iuiú		Iuiú - Estreito	6,00	162.360.000,00	1.320.000.000,00
Barragens (14)			1,53	484.612.472,00	310.000.000,00
Uso eficiente na Irrigação		N1	1,81	31.000.000,00	400.000.000,00
		N2	2,82	65.000.000,00	620.000.000,00

* Estimativa preliminar

-Rendimento médio considerado de R\$ 7.060 por hectare (25% maior que o estimado para o projeto Jaíba, R\$ 5.650)

- Dotação de água adotada de 300 L/s.ha (no Diagnóstico o valor obtido foi de 254 L/s.ha)

- Benefício em 20 anos com depreciação monetária de 10% ao ano

Formulação de Cenários

Tendencial

- Tendências sobre demandas
- Intervenções em andamento
 - quantidade (oferta hídrica)
 - **Transposição do Congonhas**
 - Qualidade (carga poluidora)
 - Estações de tratamento em implantação

Normativo 1

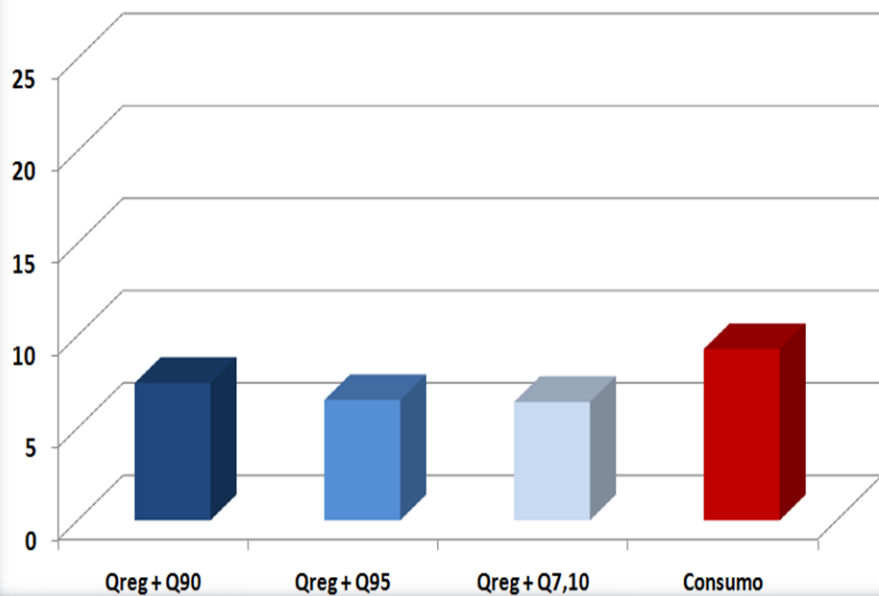
- Gestão de RH
- Incremento da oferta (transposição)
 - **Transposição do Congonhas**
 - **Transposição Jaíba (adução 1 e 2)**
- Redução (moderada) de demandas
 - consumo de água
 - **10% da Irrigação e perdas no abastecimento**
 - carga poluidora
 - **Universalização do Esgotamento e Resíduos Sólidos**

Normativo 2

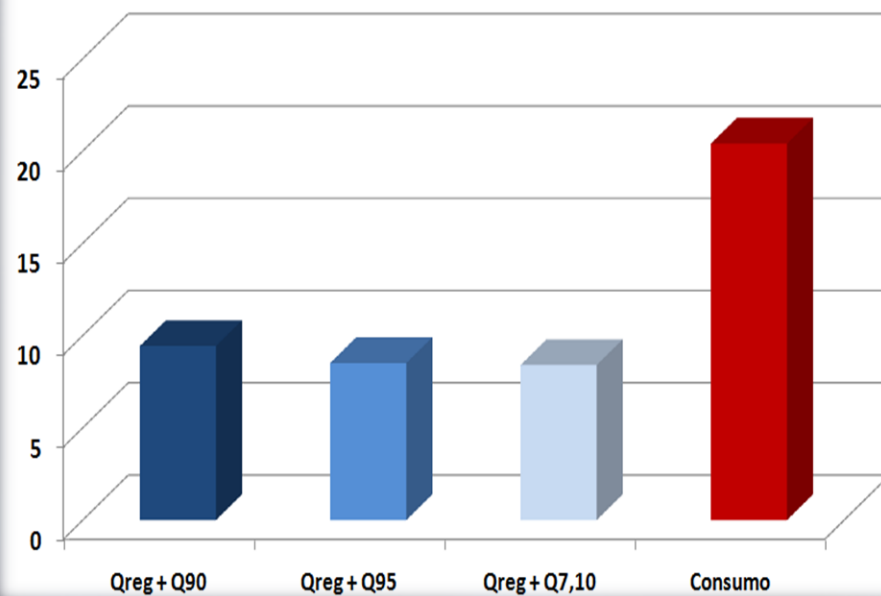
- Gestão de RH
- Incremento da oferta (barragens e transposição)
 - **Transposição do Congonhas**
 - **Transposição Jaíba (adução 1, 2 e 3)**
 - **04 barramentos**
- Redução (avançada) de demandas
 - consumo de água
 - **15% da Irrigação e perdas no abastecimento**
 - carga poluidora
 - **Universalização do Esgotamento e Resíduos Sólidos**

Balanços Hídricos por Cenário

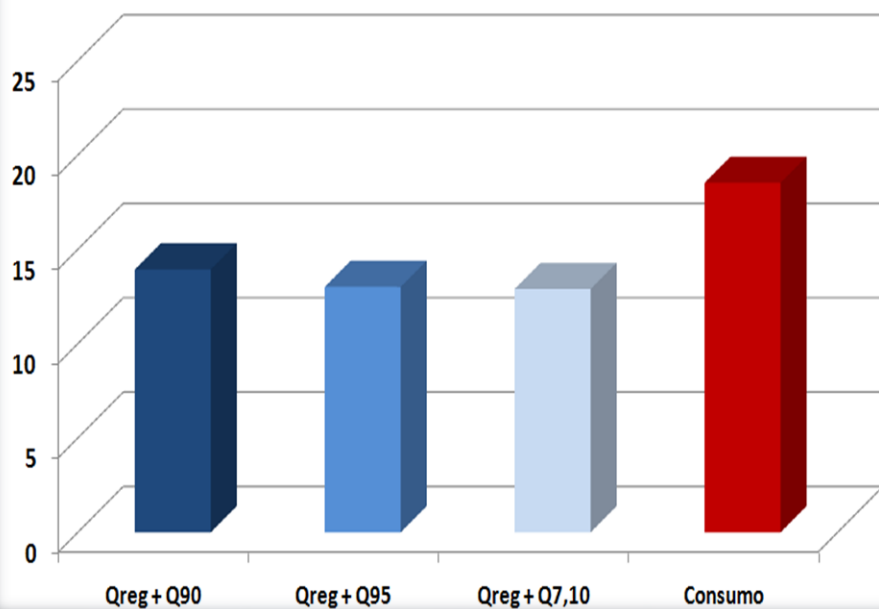
Cenário Atual



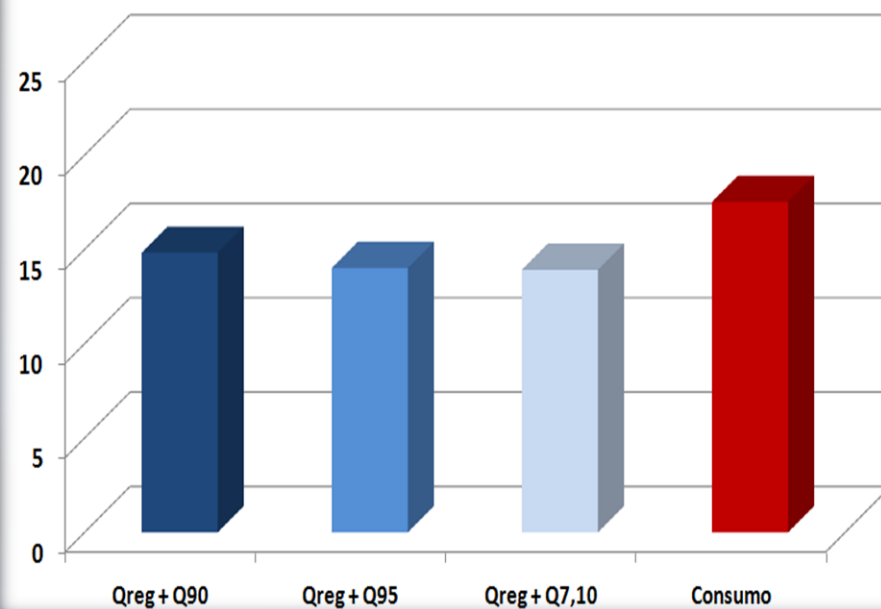
Cenário Tendencial



Cenário Normativo 1

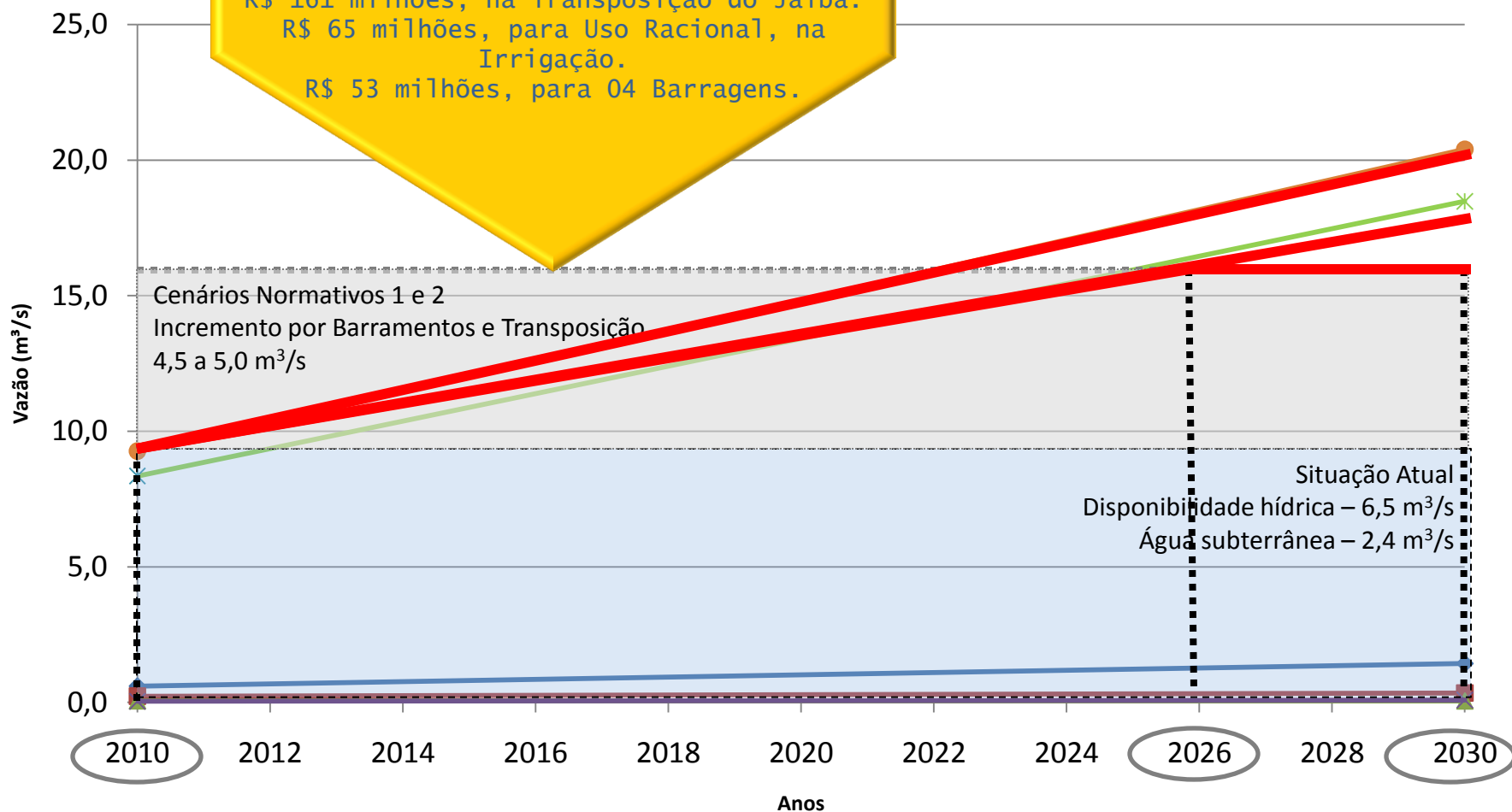


Cenário Normativo 2



Investimento necessário:

R\$ 161 milhões, na Transposição do Jaíba.
R\$ 65 milhões, para Uso Racional, na
Irrigação.
R\$ 53 milhões, para 04 Barragens.



Legenda:

Animal Urbano Rural Industrial Irrigação Total

Atendimento da demanda para irrigação, por Cenário, e incremento da Área Irrigada.

CENÁRIOS	Área Irrigada (1.000 ha)	Demanda Projetada 2030*	Demanda atendida 2030**	INCREMENTO ÁREA IRRIGADA (1.000 ha)	
Atual – 2010	38,70	-	8,94	-	
Tendencial – 2030		20,40	10,94	VG	7,50
				G	1,90
				VP	0,91
				Total	10,31
Normativo 1 – 2030	85,68*	18,53	15,44	VG	24,75
				G	1,90
				VP	0,91
				Total	27,56
Normativo 2 – 2030		17,52	15,786	VG	19,73
				G	7,84
				VP	1,32
				Total	28,88
* Sem considerar as restrições de disponibilidades hídricas					
** Considerando as restrições de disponibilidades hídricas					

Balanços Hídricos - 2030

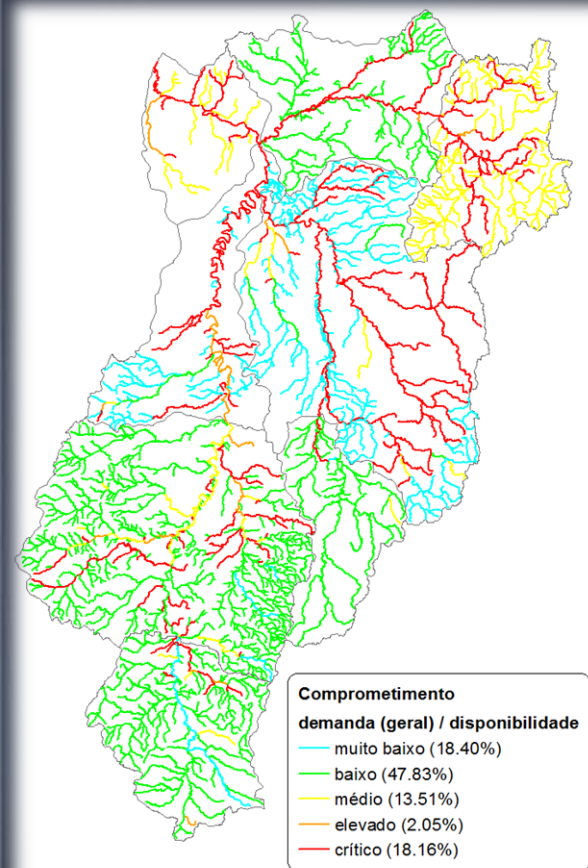
Resultados Balanço Quantitativo



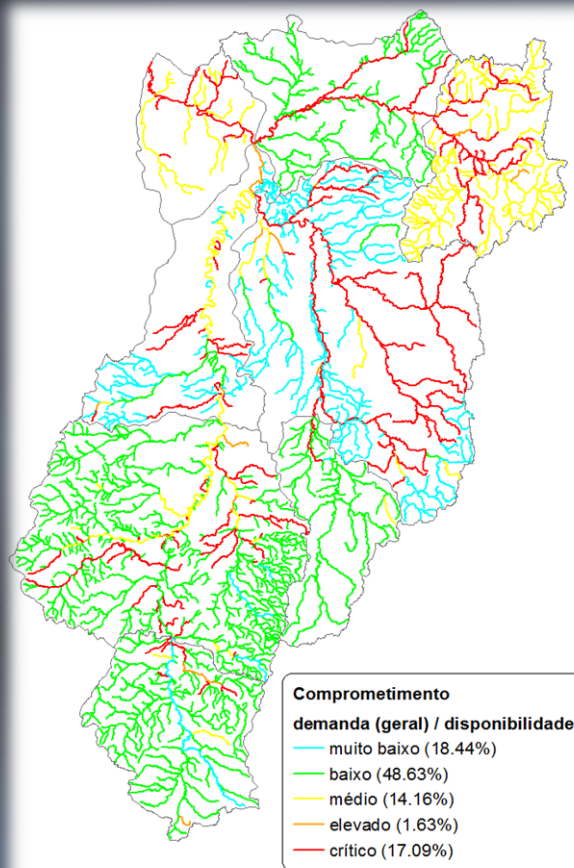
Comprometimento

Consumo Geral (Q90)

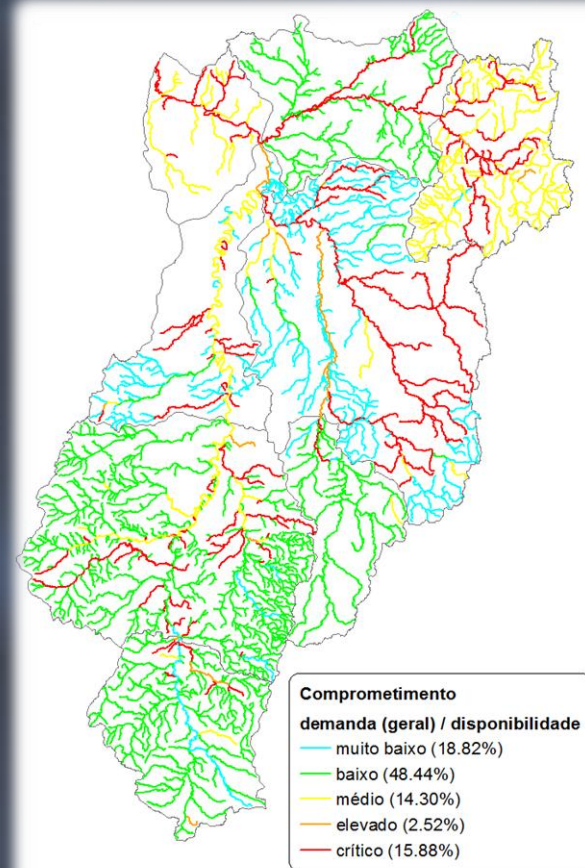
Atual



Tendencia1



Normativo 1



Normativo 2

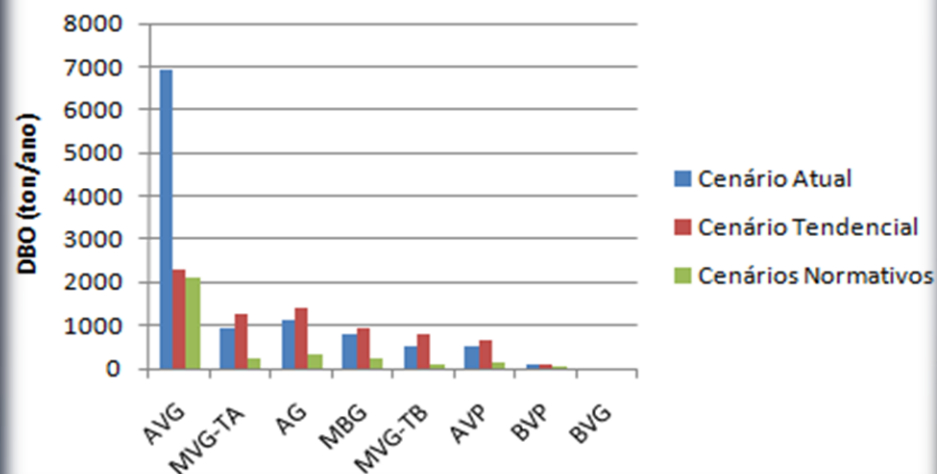
Balanços Hídricos - 2030

Resultados Balanço Qualitativo

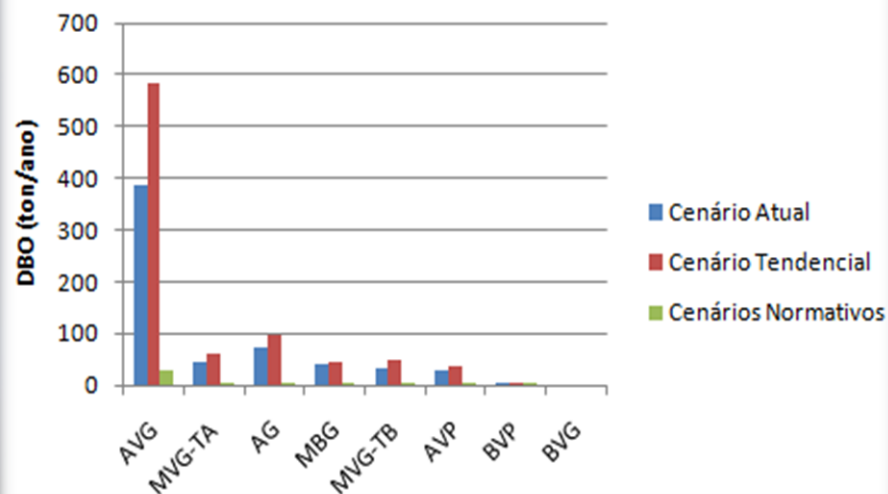


Remoção de Cargas Poluidoras

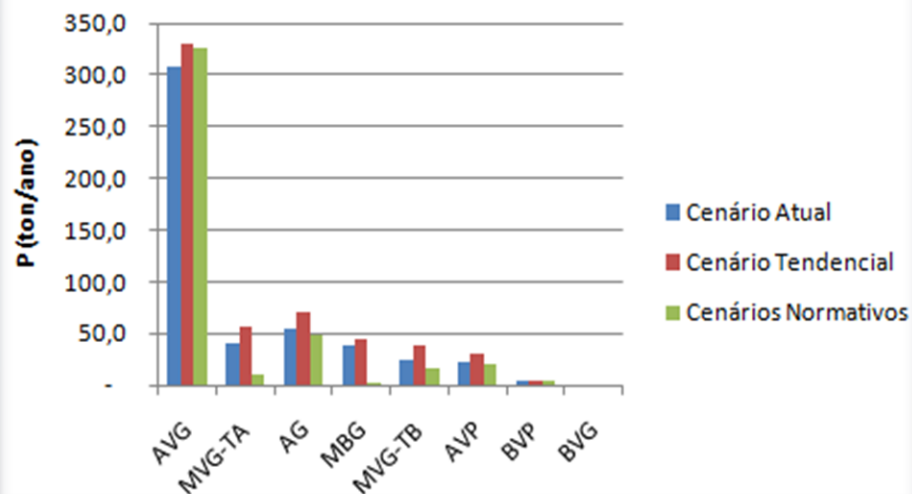
Carga de DBO (Esgoto) nas sub-bacias do rio Verde Grande



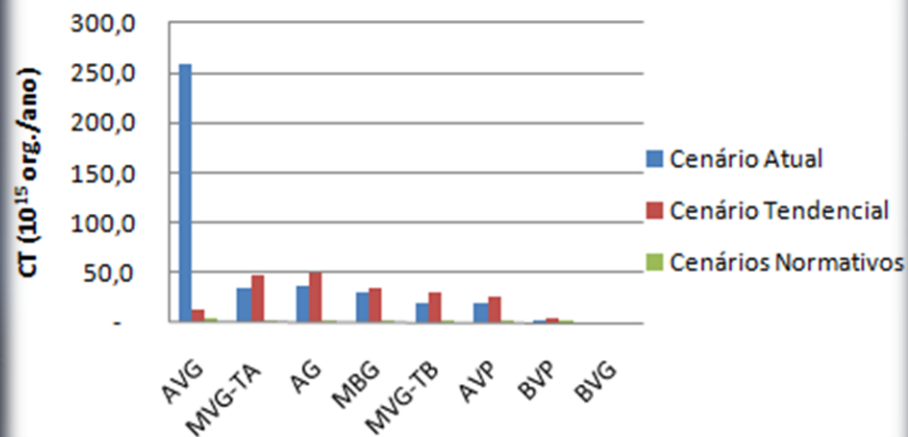
Carga de DBO (RSU) nas sub-bacias do rio Verde Grande



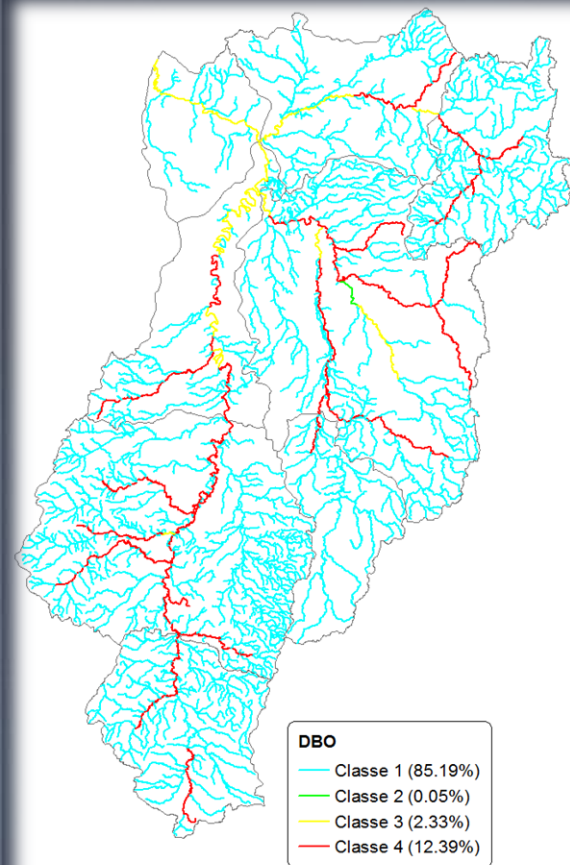
Carga de Fósforo Total nas sub-bacias do rio Verde Grande



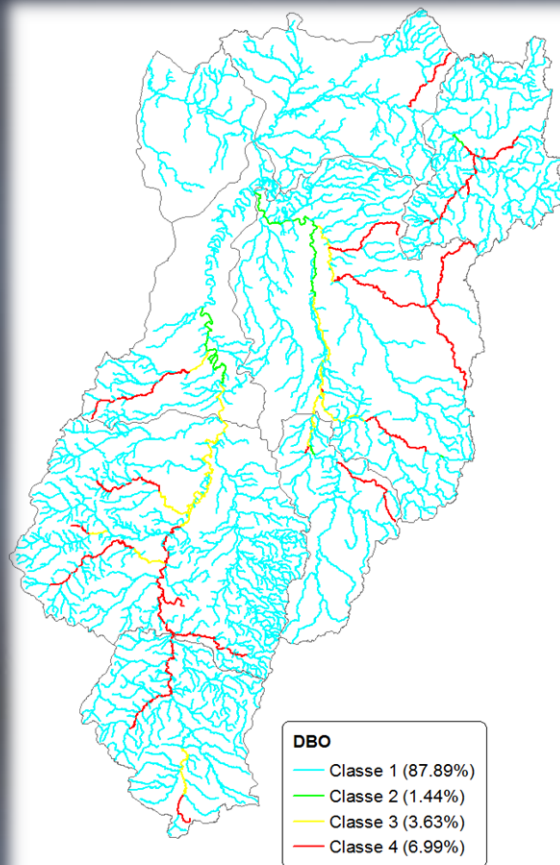
Coliformes Termotolerantes (CT) nas sub-bacias do rio Verde Grande



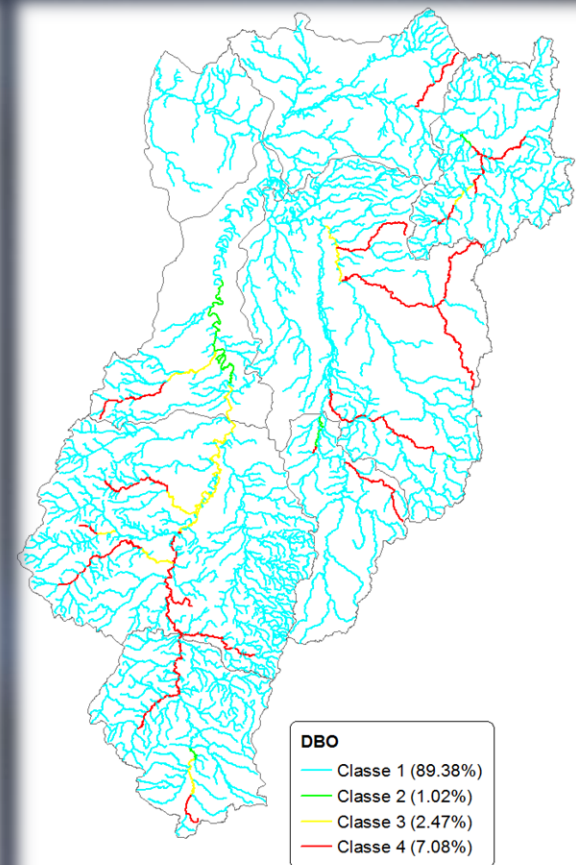
DBO – Classificação (Q90)



Tendencial

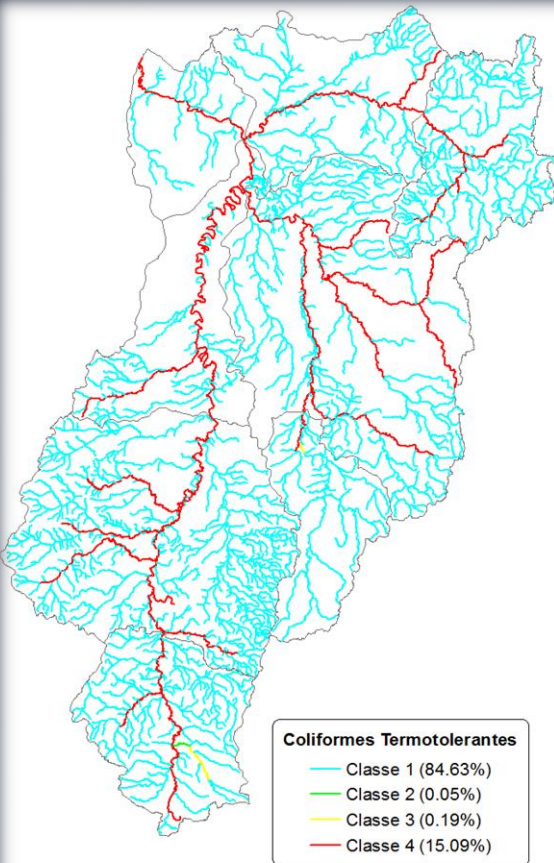


Normativo 1

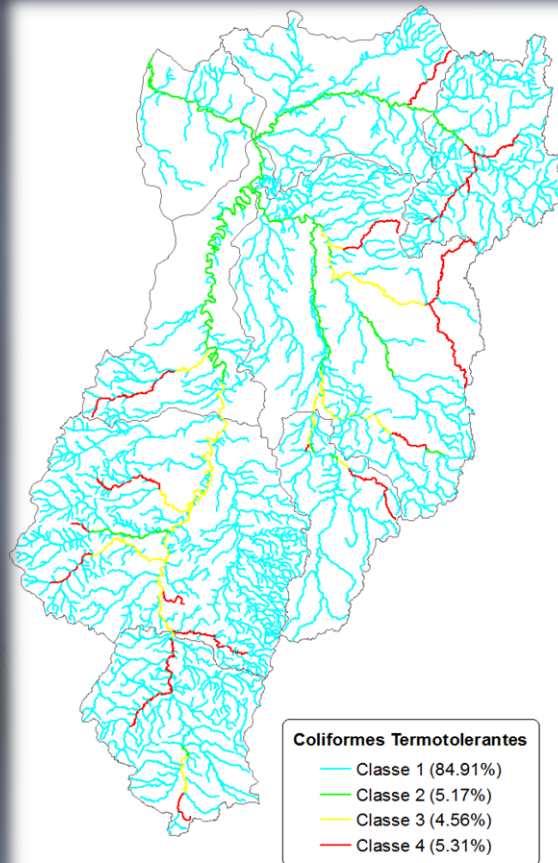


Normativo 2

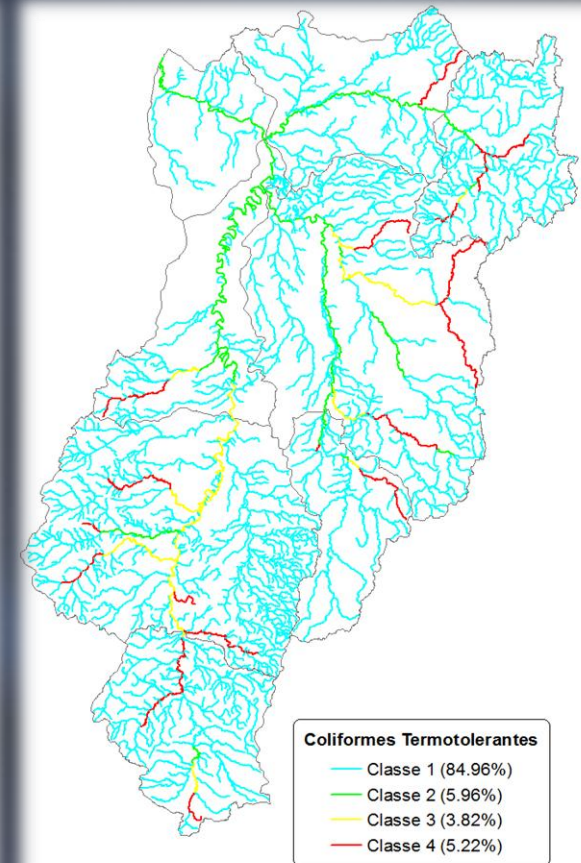
Coliformes Termotolerantes – Classificação (Q90)



Tendencial

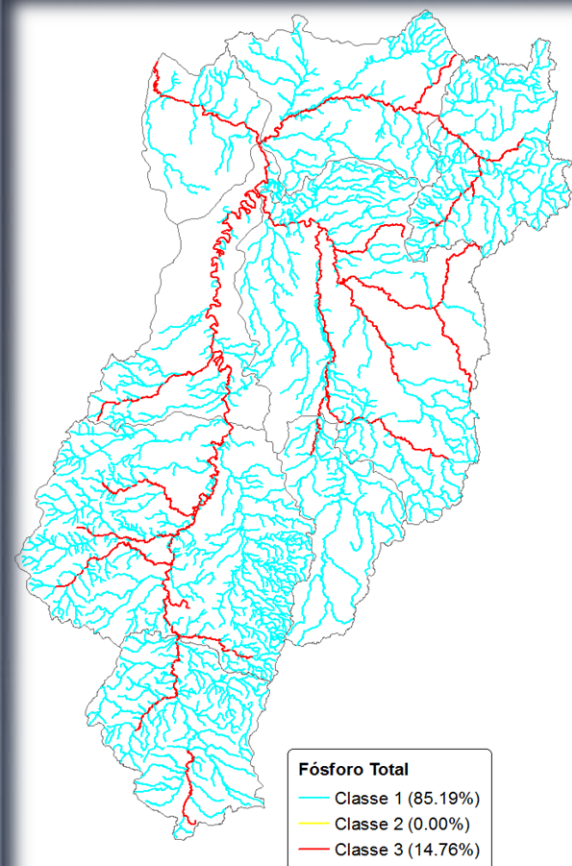


Normativo 1

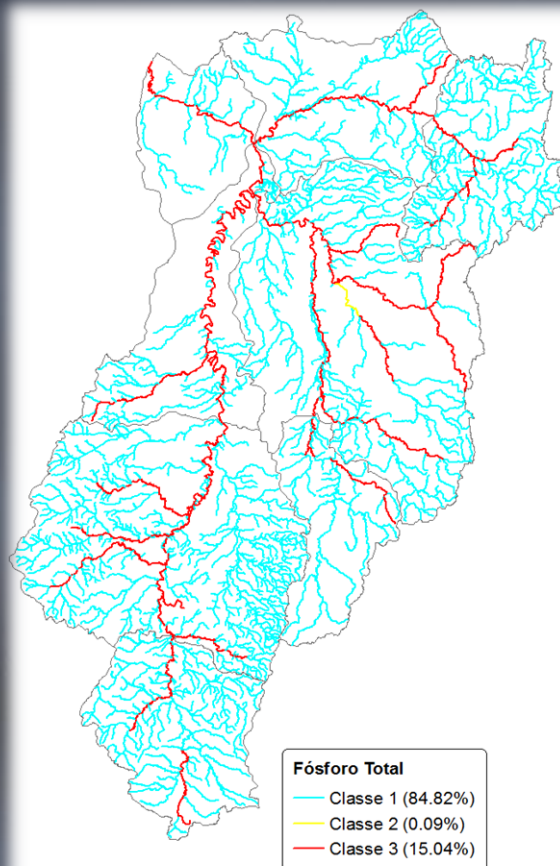


Normativo 2

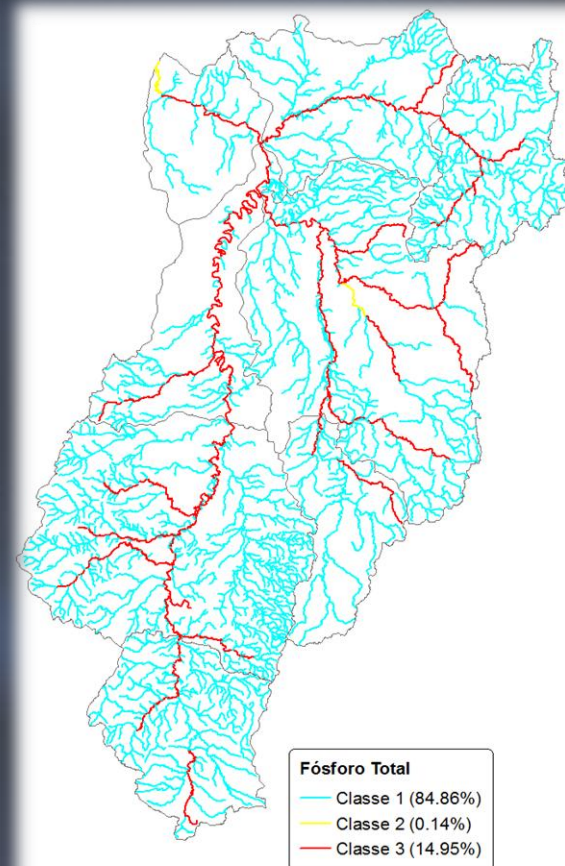
Fósforo Total – Classificação (Q90)



Tendencial

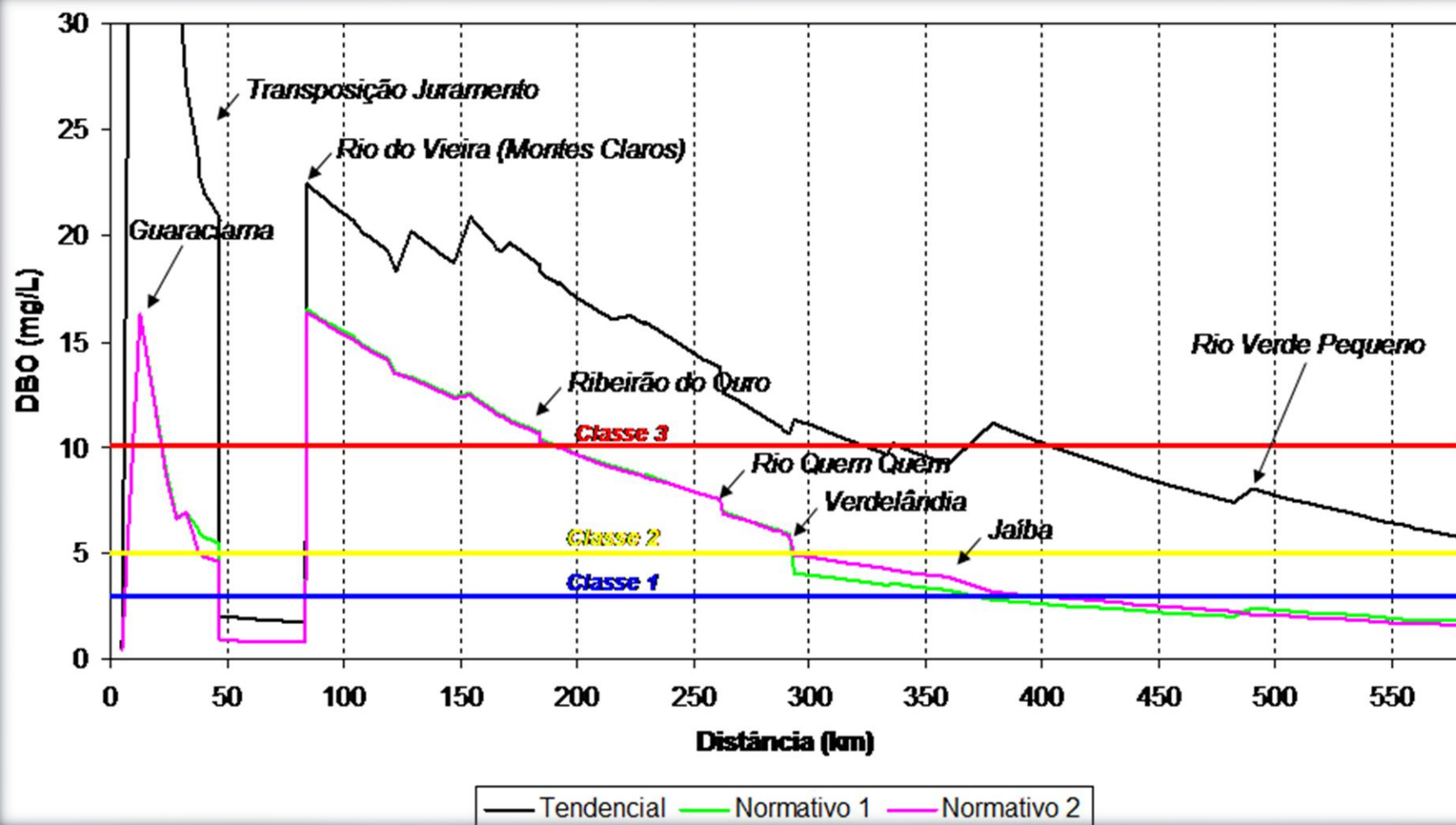


Normativo 1

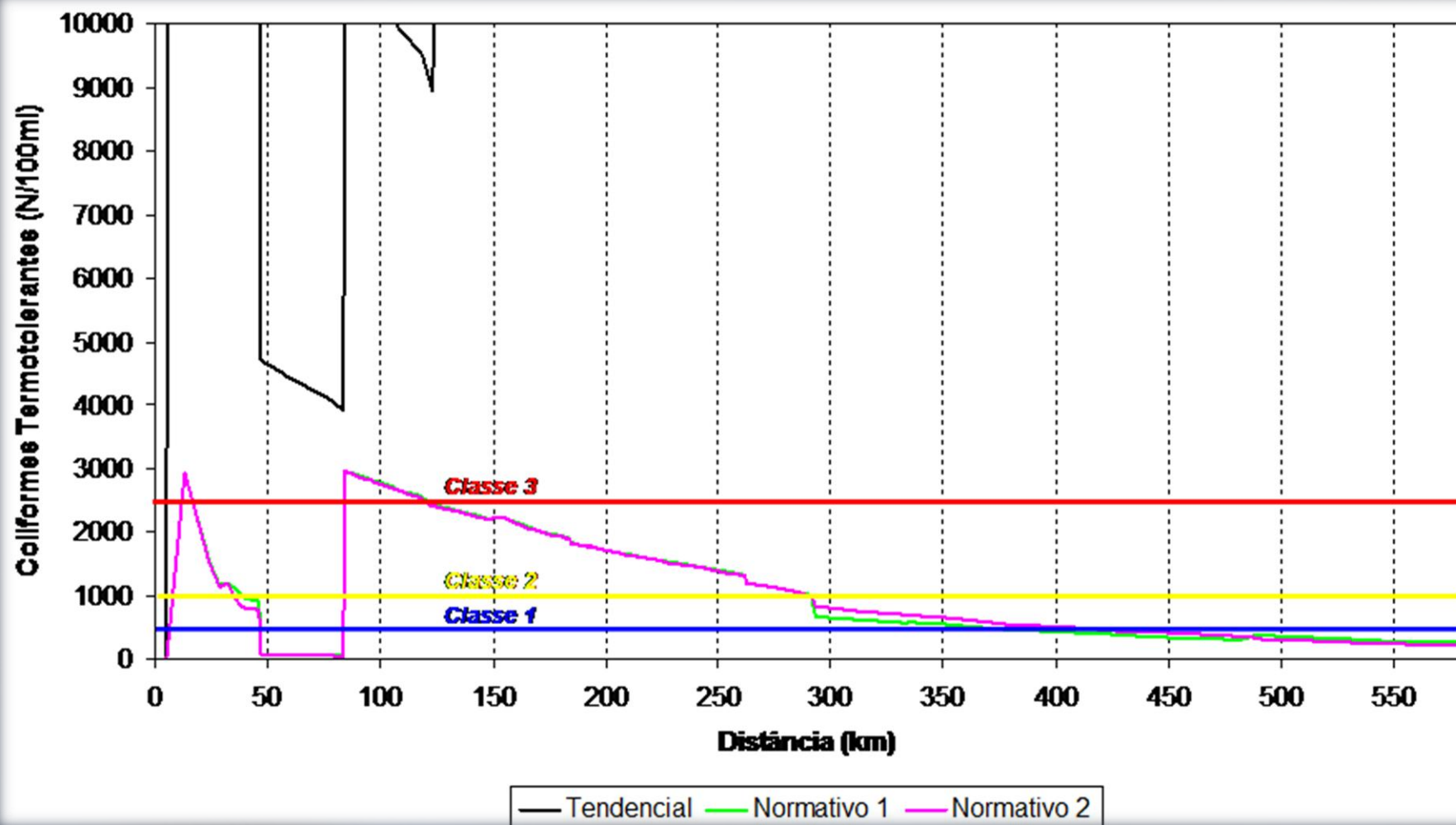


Normativo 2

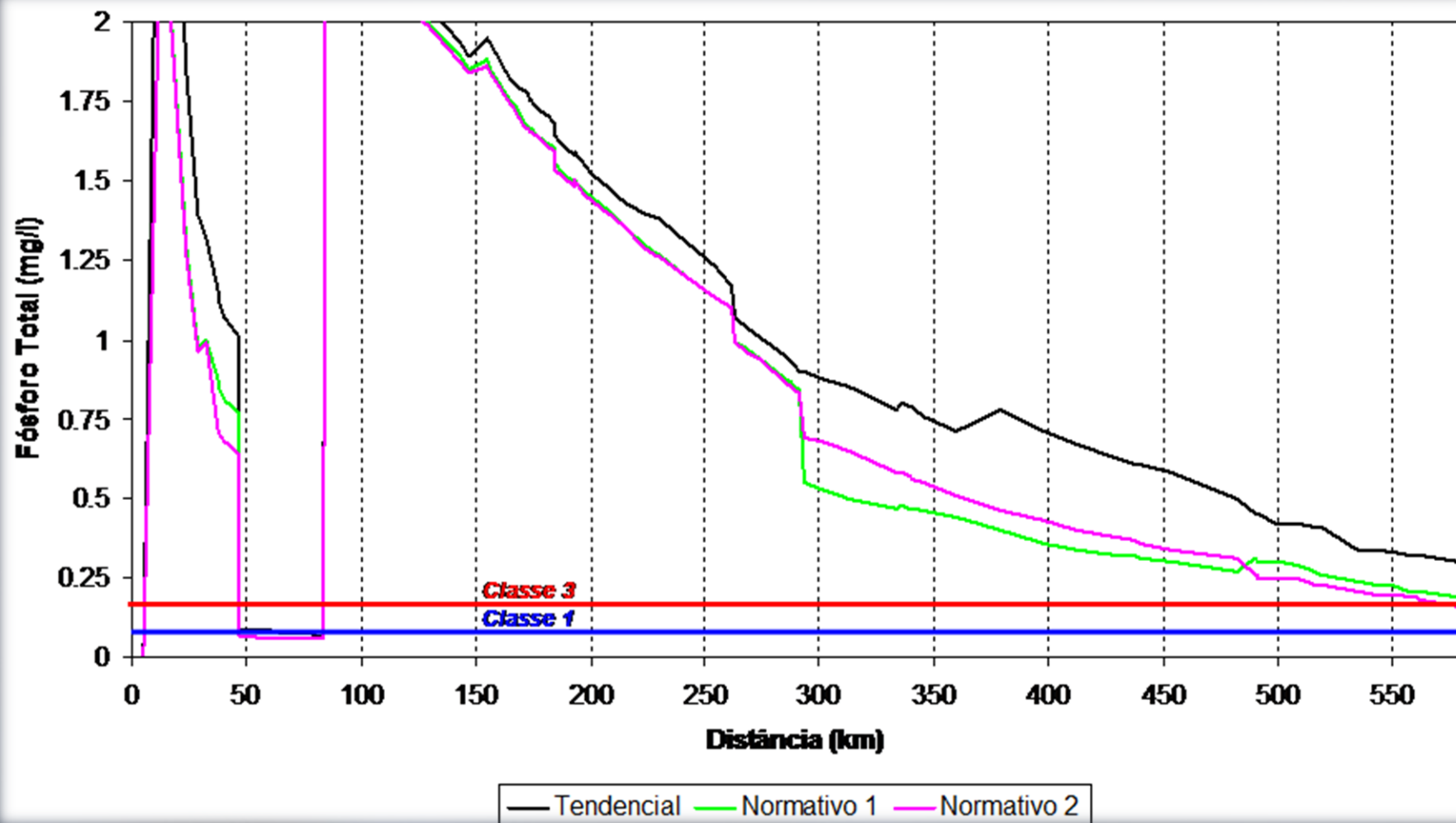
DBO – Perfil Longitudinal (Rio Verde Grande)



Coliformes – Perfil Longitudinal (Rio Verde Grande)



Fósforo – Perfil Longitudinal (Rio Verde Grande)



Conclusões



Conclusões

- As demandas de água atuais na bacia são atendidas pela utilização plena da disponibilidade hídrica superficial e complementadas pelo uso da água subterrânea
- O conhecimento atual da disponibilidade hídrica subterrânea não permite estabelecer o limite de água que ainda pode ser explorado. Para tal, o Plano proporá um Programa específico para estudar as águas subterrâneas
- Para o horizonte de 2030, não é possível o atendimento das demandas de água projetadas pelos estudos de crescimento demográfico e econômico
- A alternativa de incremento da oferta hídrica com a água da própria bacia por meio de barramentos apresenta elevado custo e baixo rendimento hídrico

Conclusões

- A importação de água para a bacia, via transposições do Projeto Jaíba e de Congonhas, apresenta maior viabilidade técnica e econômica
- O aumento da eficiência no uso da água da própria bacia, principalmente na irrigação e no abastecimento urbano, é estratégica para a região e deverá credenciá-la para viabilizar as obras de infra-estrutura hídricas necessárias
- Dada a pequena disponibilidade hídrica superficial, a capacidade de assimilação de cargas orgânicas é baixa na bacia, refletindo em condições de classe 3 e 4 para os principais rios nos cenários elaborados até 2030.

Temas Estratégicos para o Plano

Saneamento: ampliar sistemas de água e implantar sistemas de esgotamento sanitário e resíduos sólidos; objetivando a melhoria da qualidade das águas.

Gestão de recursos hídricos: implementação dos instrumentos (critérios para fiscalização e outorga), arranjo institucional (atores) e participação social.

Incremento da Oferta Hídrica, objetivando garantia de disponibilidades através de transposições e regularização de vazões (considerando, ainda, a operação dos reservatórios).

Uso eficiente da água, especialmente na irrigação, e controle de perdas nos sistemas de abastecimento.

Convivência com as secas na zona rural.

Conhecimento hidrológico da bacia, sobretudo da interação das águas superficiais com as águas subterrâneas.

Educação e Conscientização Ambiental

Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande

Plano de Recursos Hídricos

spr@ana.gov.br

www.verdegrande.cbh.gov.br

