

# INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE



Fonte: ANA (2019)

## Reunião da CTC – CBH Verde Grande

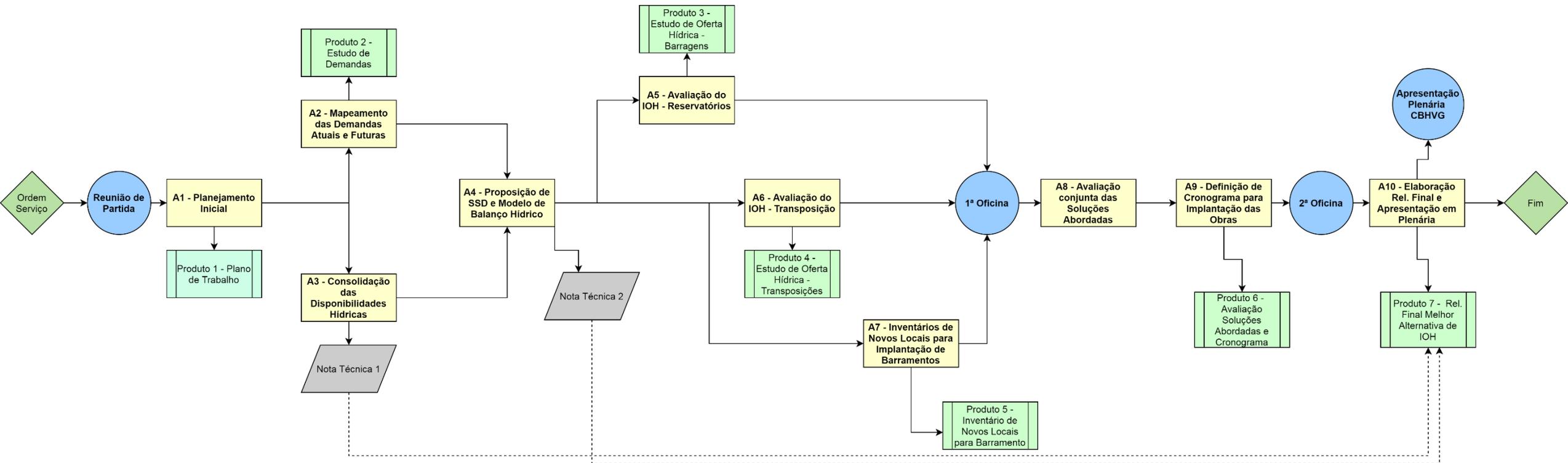
*25 de novembro de 2020*

# Contextualização do Trabalho

Atividade		Produto/Nota Técnica		Reunião/Oficina
A1	Planejamento Inicial	Produto 1	Plano de Trabalho	Reunião de Partida
A2	Mapeamento das demandas de uso da água atuais e futuras	Produto 2	Estudo de Demandas	-
A3	Consolidação das disponibilidades hídricas	NT 1	Estudo Disponibilidades Hídricas	-
A4	Proposição de sistema de suporte à decisão e configuração de balanço hídrico	NT 2	Proposição de SSD e Modelagem do Balanço Hídrico	-
A5	Avaliação do incremento de oferta hídrica na bacia através da instalação dos reservatórios	Produto 3	Estudo de Oferta Hídrica - Barragens projetadas	-
A6	Avaliação do incremento de oferta hídrica na bacia através da transposição de vazões	Produto 4	Estudo de Oferta Hídrica - Transposições Planejadas	-
A7	Realização de inventários de novos locais para implantação de barramentos	Produto 5	Estudo de Oferta Hídrica – Inventário de Novos Locais para Barramentos	-
A8	Avaliação conjunta das soluções abordadas	-	-	1ª Oficina de Trabalho 2ª Oficina de Trabalho
A9	Definição de Cronograma para Implantação das obras	Produto 6	Avaliação Conjunta das Soluções Abordadas e Definição de Cronograma para Implementação	-
A10	Elaboração do Relatório Final e Apresentação em Plenária do CBH Verde Grande	Produto 7	Relatório Final – Melhor Alternativa de Incremento Hídrico na Bacia do Rio Verde Grande	Apresentação do Relatório Final em Plenária do CBH Verde Grande

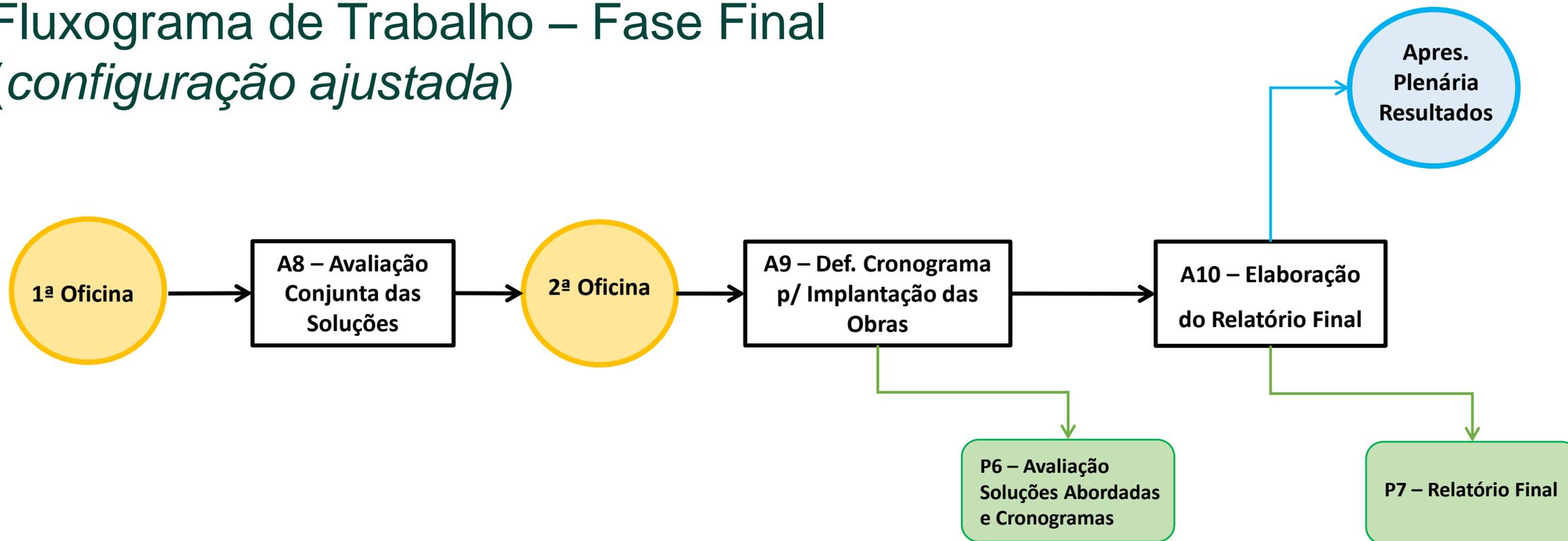
# Contextualização do Trabalho

- Fluxograma de Trabalho (*configuração original*)



# Contextualização do Trabalho

## Fluxograma de Trabalho – Fase Final (*configuração ajustada*)



# Oficinas

## Objetivo da 1ª Oficina:

- Realizar dinâmica com os **atores estratégicos** nas questões relativas ao uso, planejamento e gestão das águas da Bacia do Verde Grande, com o objetivo de **definir ponderadores para os indicadores de desempenho** determinados para as intervenções estudadas com vistas ao incremento da oferta hídrica.

08, 09 e 10/jun

## Objetivo da 2ª Oficina:

- **Validar as alternativas** de incremento de oferta hídrica e **consolidar a priorização** configurada neste estágio dos estudos.

04 e 05/ago

# Alternativas estudadas

- **Barramentos propostos no PRH – Verde Grande**
  - 14 alternativas (Atividade A5, Produto 3)
- **Transposições Propostas no PRH – Verde Grande**
  - 02 alternativas (Atividade A6, Produto 4)
- **Inventário de novos locais para barramentos**
  - 13 alternativas (Atividade A7, Produto 5)
    - Margem esquerda do Verde Grande
    - Margem Direita do Gorutuba

# Avaliação Conjunta das Alternativas

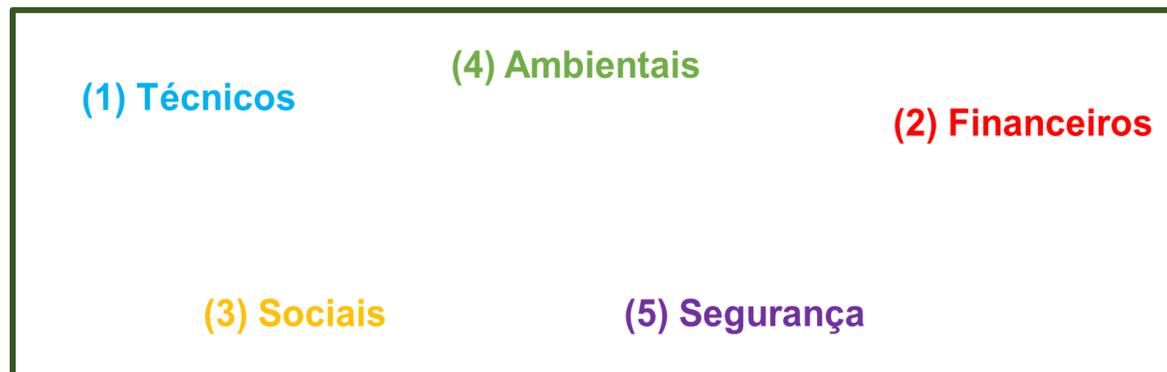
Produto 6

# Avaliação Conjunta e Cronogramas

- **PRODUTO 6:**
  - Avaliação Conjunta – Seleção de Intervenções
  - Avaliação Conjunta – Balanços Hídricos
  - Cronogramas de Implantação
  - Soleiras Vertentes
  - Conclusões e Recomendações

# Metodologia para Hierarquização

- Indicadores para os Barramentos



- Indicadores para as Transposições



# Resultado da 1ª Oficinas

Seleção		Somatório Votos (Compilação)	Méd. 3 Eventos	Obs.:
<b>Barragens A5</b>		Água Limpa	Água Limpa	Seleção muito similar, com alteração de ordenamento
		São Domingos	Suçupara	
		Suçupara	Sítio Novo	
		Sítio Novo	<b>Canoas</b> /São Domingos	
<b>Transposição A6</b>		Jaíba	Jaíba	Seleção e ordenamento idênticos
		Congonhas-Juramento	Congonhas-Juramento	
<b>Inventário A7</b>	<b>MEVG</b>	Córrego Vereda	Córrego Vereda	Seleção e ordenamento idênticos
		Arapoim	Arapoim	
		Córrego São Vicente	Córrego São Vicente	
	<b>MDBG</b>	Riacho Piranhas	Riacho Piranhas	Seleção e ordenamento idênticos
		Rio Serra Branca	Rio Serra Branca	
		Córrego Boqueirão do Encantado	Córrego Boqueirão do Encantado	

# Hierarquização

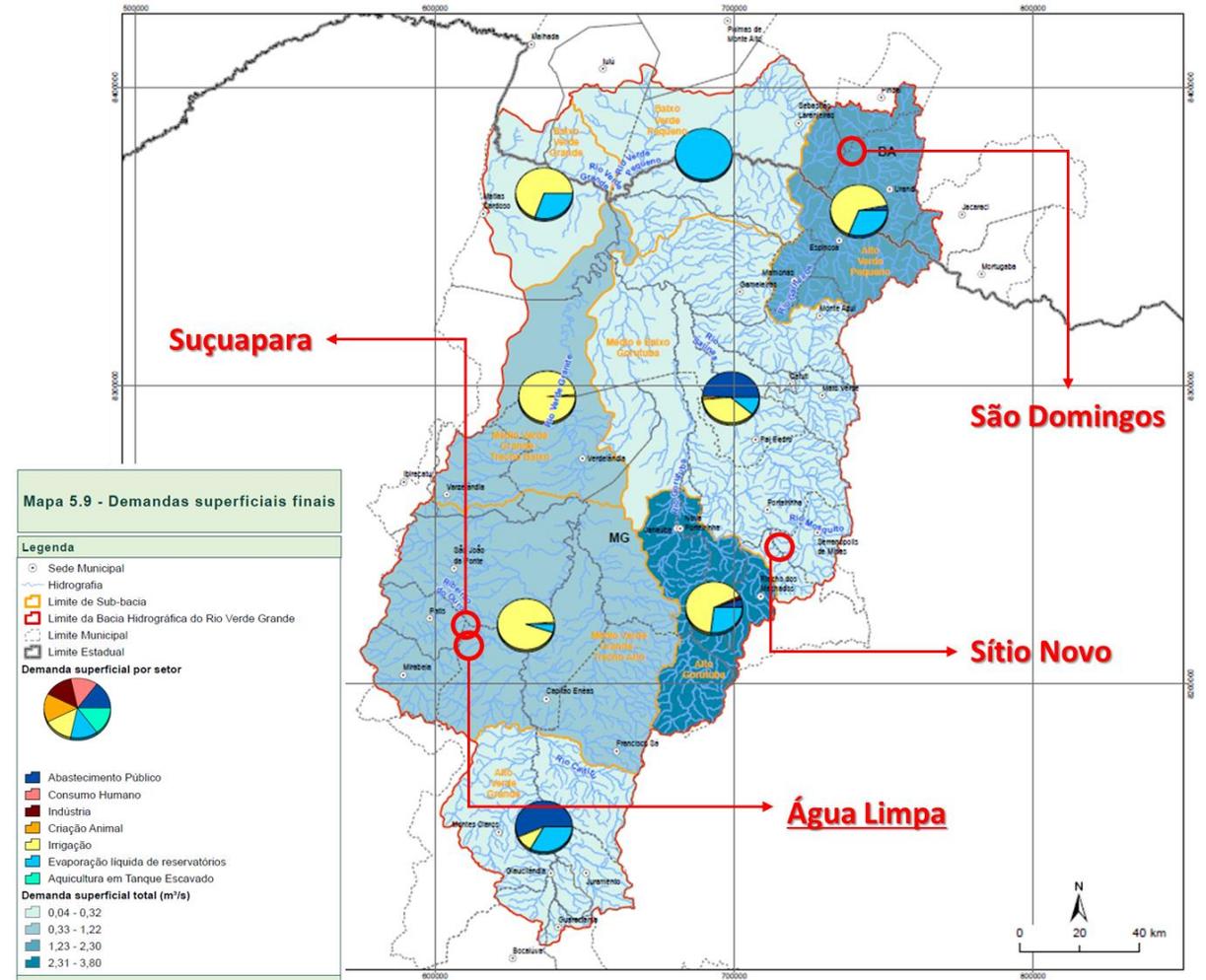
## Seleção e hierarquização das melhores alternativas (Barramentos propostos):

- Dinâmica participativa para definição da hierarquização (priorização) das melhores alternativas (04 com mais alta pontuação): tipo comparação 2 a 2.
  - Resultado: alteração do ordenamento das melhores soluções
  - Critério: pontos fortes e comparações contextuais para seleção: avaliação qualitativa; critério locacional; atendimento à demandas reais (balanço hídrico).

## Critério Adicionais para hierarquização (Barramentos propostos):

- Localização
  - Busca distribuir espacialmente as regularizações de vazões para "espalhar" os benefícios
- Atendimento as Demandas
  - Avalia se a barragem está atendendo demandas elevadas (utilizando o mapa do estudo de demandas – Produto 2)

# Hierarquização



INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

# Hierarquização

## Seleção e hierarquização das melhores alternativas (Barramentos propostos – A5):

- Água Limpa é considerado, pelo seu desempenho comparativo, como o melhor barramento, assumindo a primeira posição;
- Os demais, foram hierarquizados, mediante procedimento comparativo 2 a 2:
  - Suçupara, Sítio Novo e São Domingos.

Suçupara  
X  
São Domingos

Suçupara  
X  
Sítio Novo

Sítio Novo  
X  
São Domingos

# Avaliação Conjunta: Hierarquização

## 2ª Oficina: Final – Grupo A

1. Água Limpa
2. Sítio Novo
3. São Domingos
4. Suçuapara

## 2ª Oficina: Final – Grupo B

1. Água Limpa
2. São Domingos
3. Sítio Novo
4. Suçuapara

## CONCILIAÇÃO:

Alternativas de escolha entre as duas alternativas: conciliação dos dois eventos ou contabilização de votos. A primeira alternativa apresenta estratégia mais robusta e maior versatilidade:

1. Água Limpa
2. Sítio Novo e São Domingos
3. Suçuapara



# Avaliação Conjunta: Hierarquização

Quadro 6.2 - Hierarquização dos Demais Barramentos Propostos no PRH Verde Grande

Ordem	Barragem	Desempenhos Globais		
		Compilação Votos	Média Três Eventos	Média
5º	Canoas	75,81	73,55	74,68
6º	Mamonas	76,24	69,32	72,78
7º	Pedras	73,55	70,31	71,93
8º	Cocos	73,38	69,27	71,32
9º	Prata	68,22	64,62	66,42
10º	Tábua	62,72	58,87	60,79
11º	Verde	61,99	57,89	59,94
12º	Peixe	52,67	50,94	51,80
13º	Cerrado	53,43	50,10	51,77
14º	Sítio	52,32	48,94	50,63

# Avaliação Conjunta: Hierarquização

- Transposições Propostas no PRH

Quadro 6.4 - Cálculo do Desempenho Global – Transposições de Vazões

Transposição	Pond. Financ.	Ind. Financ.	Pond. Tecn.	Indi. Tecn.	Pond. Social	Indi. Social	Desemp. Global
<b>Procedimento – Compilação de Votos</b>							
Congonhas-Juramento	0,20	80,00	0,40	92,00	0,40	65,00	<b>78,80</b>
Jaíba	0,20	100,00	0,40	100,00	0,40	65,00	<b>86,00</b>
<b>Procedimento – Média dos Três Eventos</b>							
Congonhas-Juramento	0,23	80,00	0,40	92,00	0,37	65,00	<b>79,25</b>
Jaíba	0,23	100,00	0,40	100,00	0,37	65,00	<b>87,05</b>

# Avaliação Conjunta: Hierarquização

## • Inventário de Novos Locais de Barramento

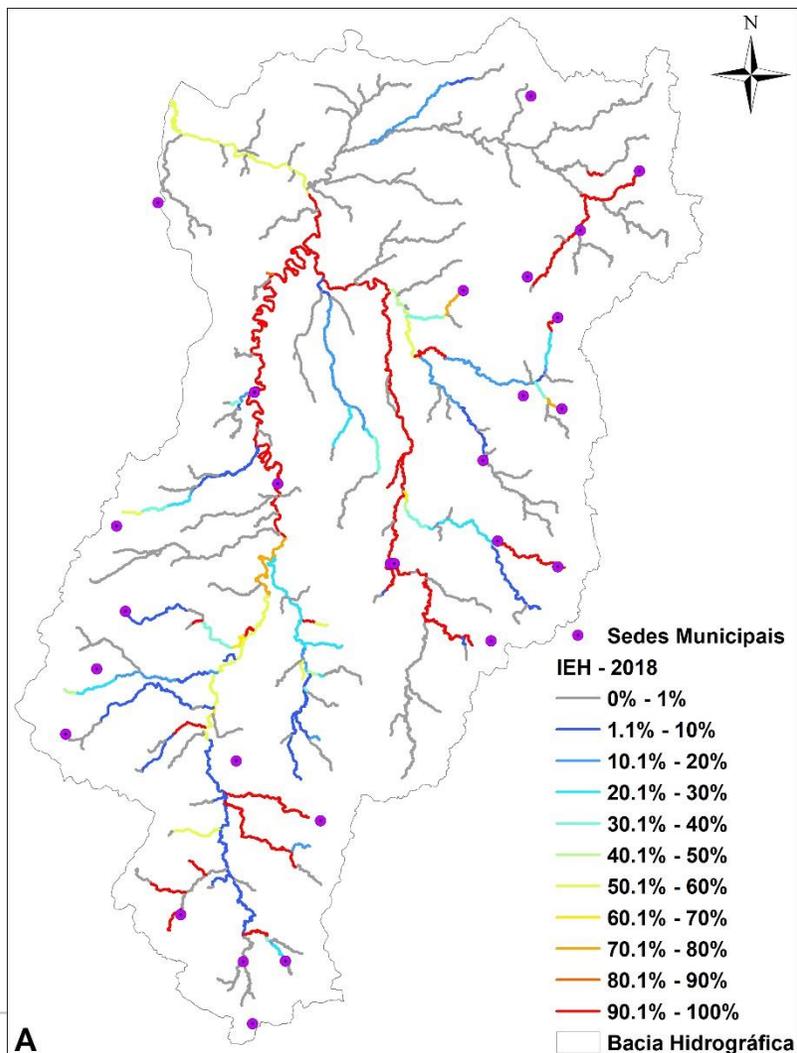
Quadro 6.5 - Desempenhos Globais dos 13 Barramentos Inventariados

Barragem	Desempenhos Globais (ponderadores)	
	Compilação de Votos	Compilação de Votos
<b>MEMVG – Margem Esquerda do Médio Verde Grande</b>		
Rio Barreiras	57,63	55,60
Rio Salobro	66,62	63,18
Córrego Vereda	77,02	75,23
Rio Arapoim	77,00	74,88
Córrego São Vicente	74,22	72,70
Córrego Macaúbas	69,47	66,18
<b>MDBMG – Margem Direita do Médio-Baixo Gorutuba</b>		
Rio Serra Branca	72,69	71,09
Córrego Furado Sujo	65,27	64,19
Rio Garipau	57,51	55,42
Córrego Boqueirão do Encantado	71,70	70,39
Córrego Coronel	63,74	61,02
Riacho Piranhas (montante Jacu)	73,96	74,62
Rio Jacu	60,42	60,35

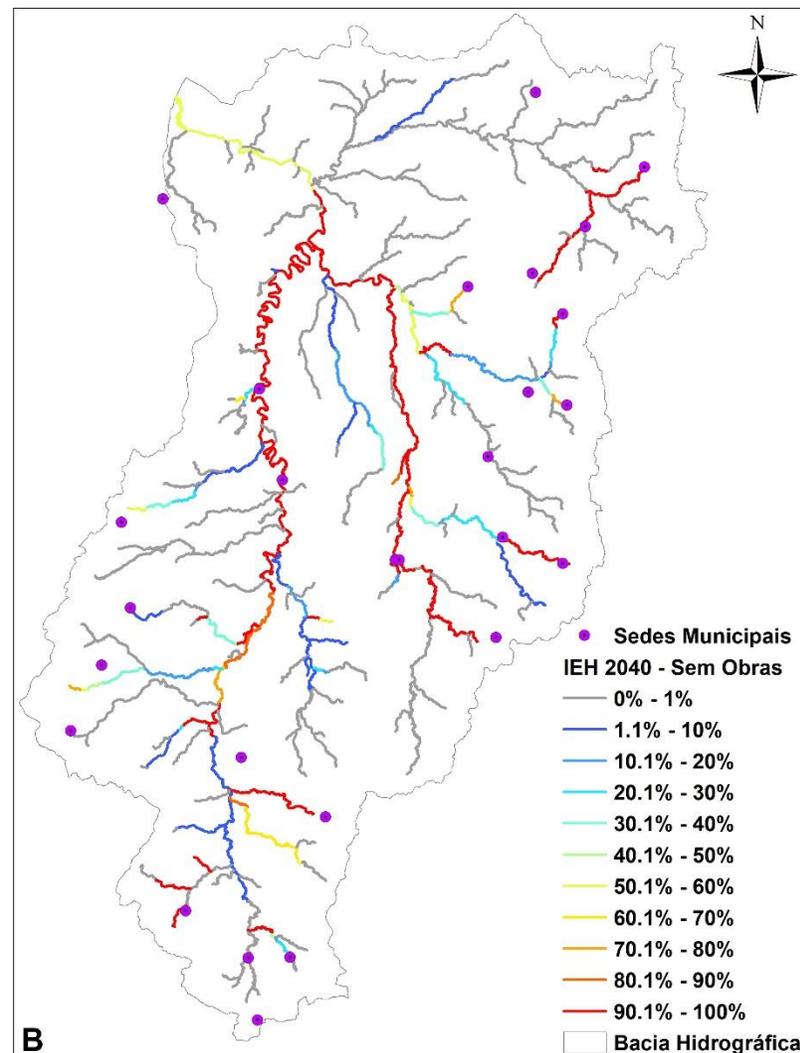
- na margem esquerda do Médio Verde Grande:
  - Córrego Vereda;
  - Rio Arapoim; e
  - Córrego São Vicente.
- na margem direita do Médio-Baixo Gorutuba:
  - Rio Serra Branca;
  - Córrego Boqueirão do Encantado; e
  - Riacho Piranhas (montante Jacu).

# Avaliação Conjunta: Balanço Hídrico

## Situação Atual



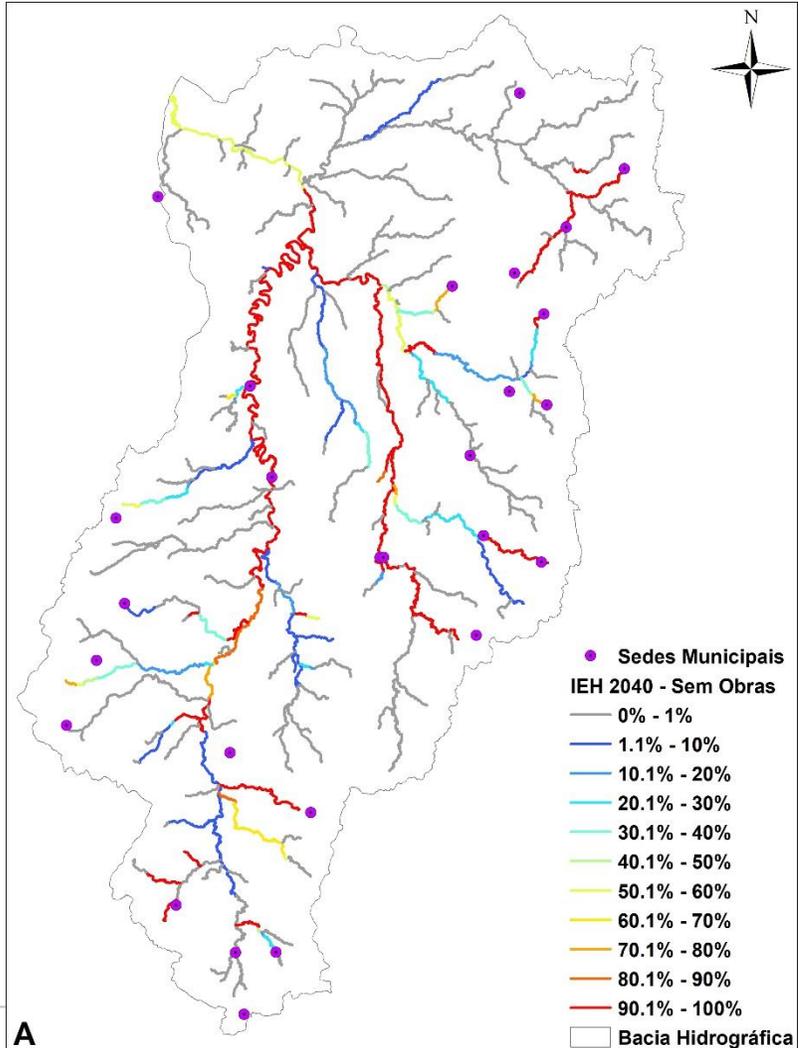
## Futuro sem intervenções (2040)



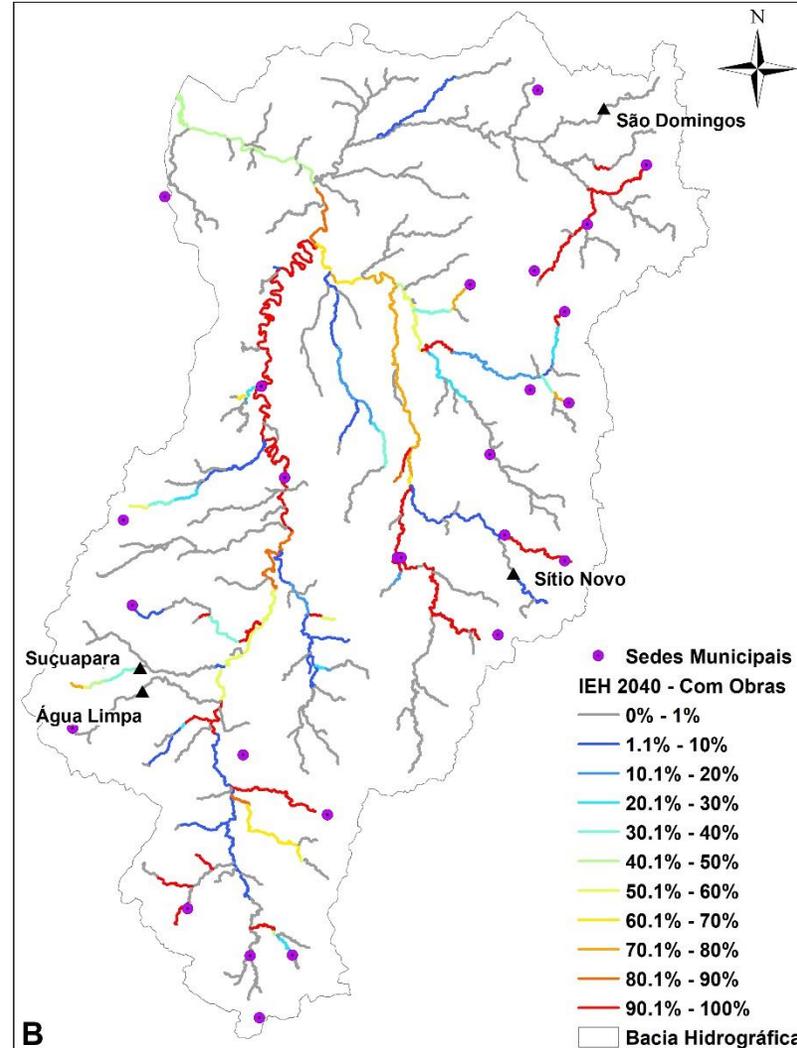
INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

# Av. Conjunta: Balanço Hídrico - Barramentos

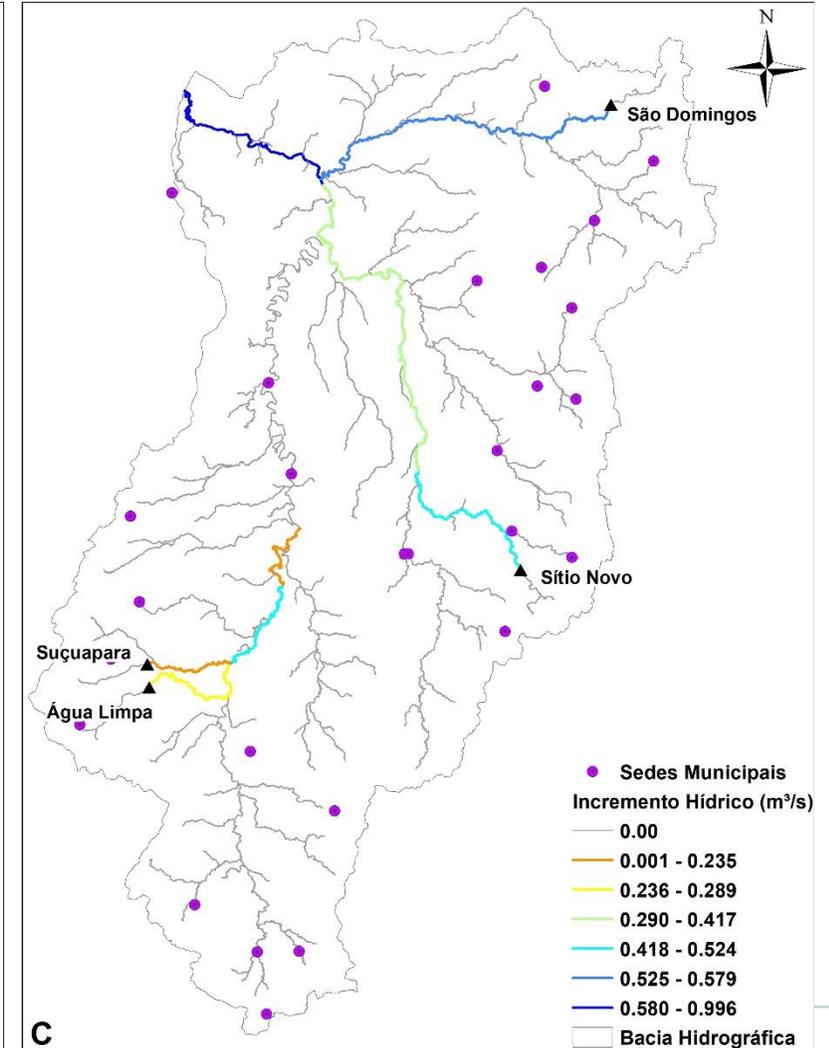
## Sem obras



## Com obras



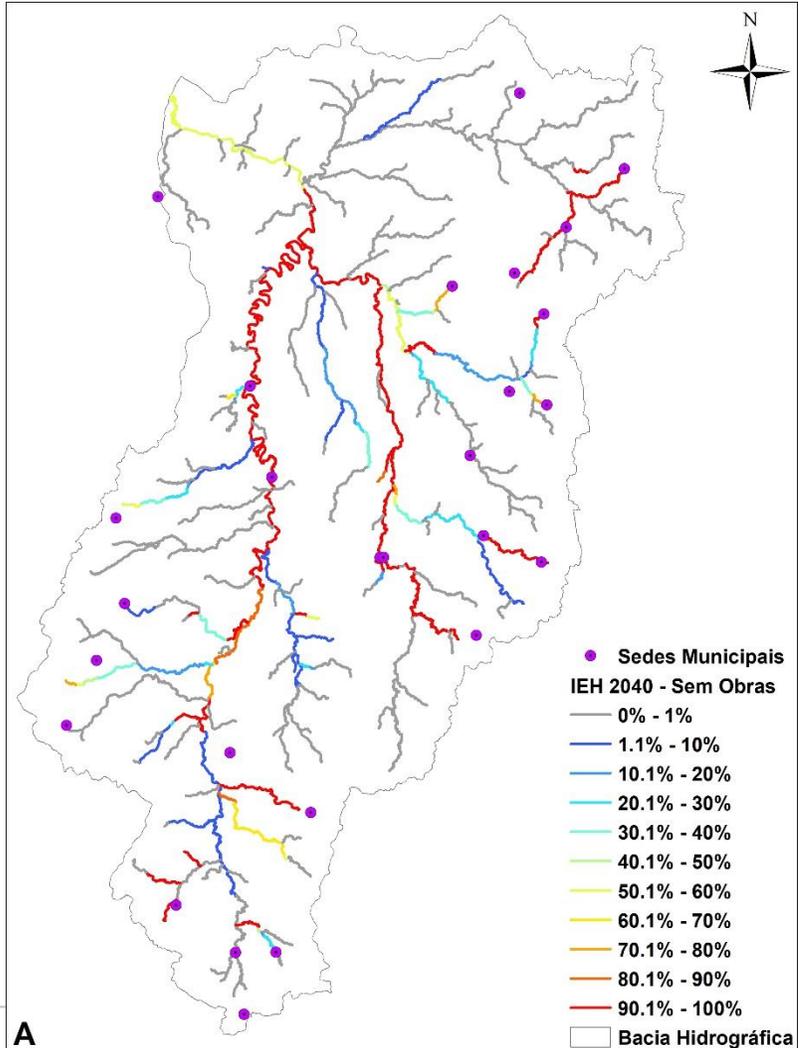
## Incremento



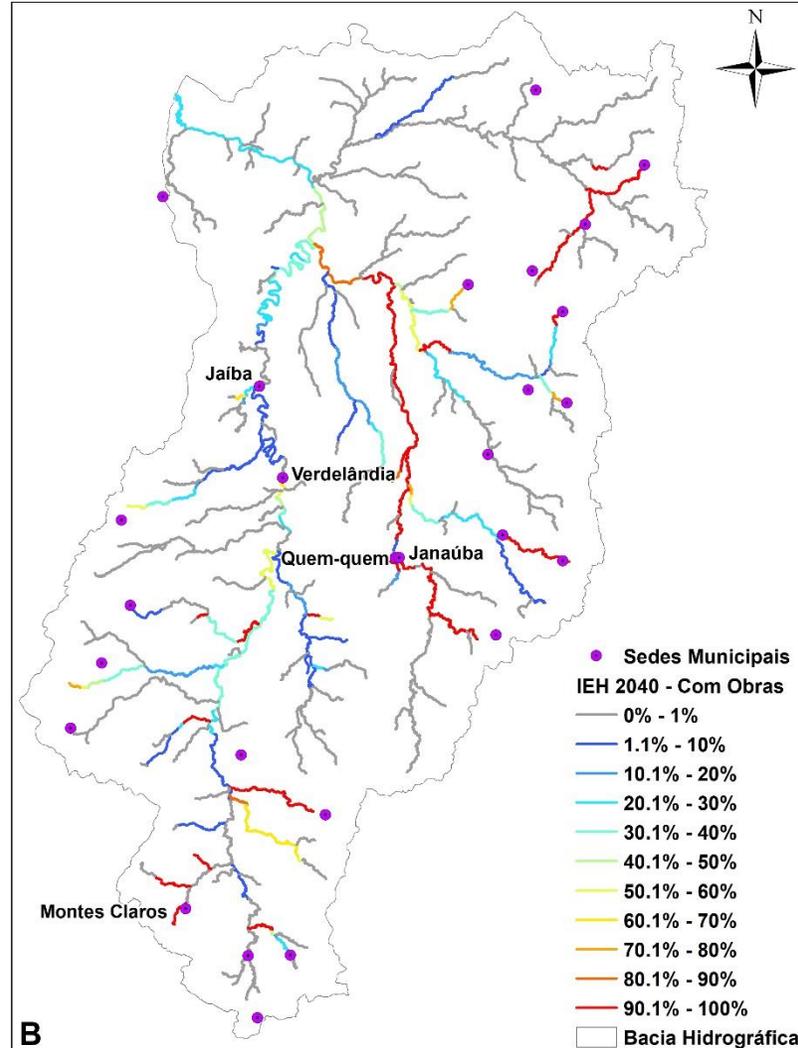
INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

# Av. Conjunta: Balanço Hídrico - Transposições

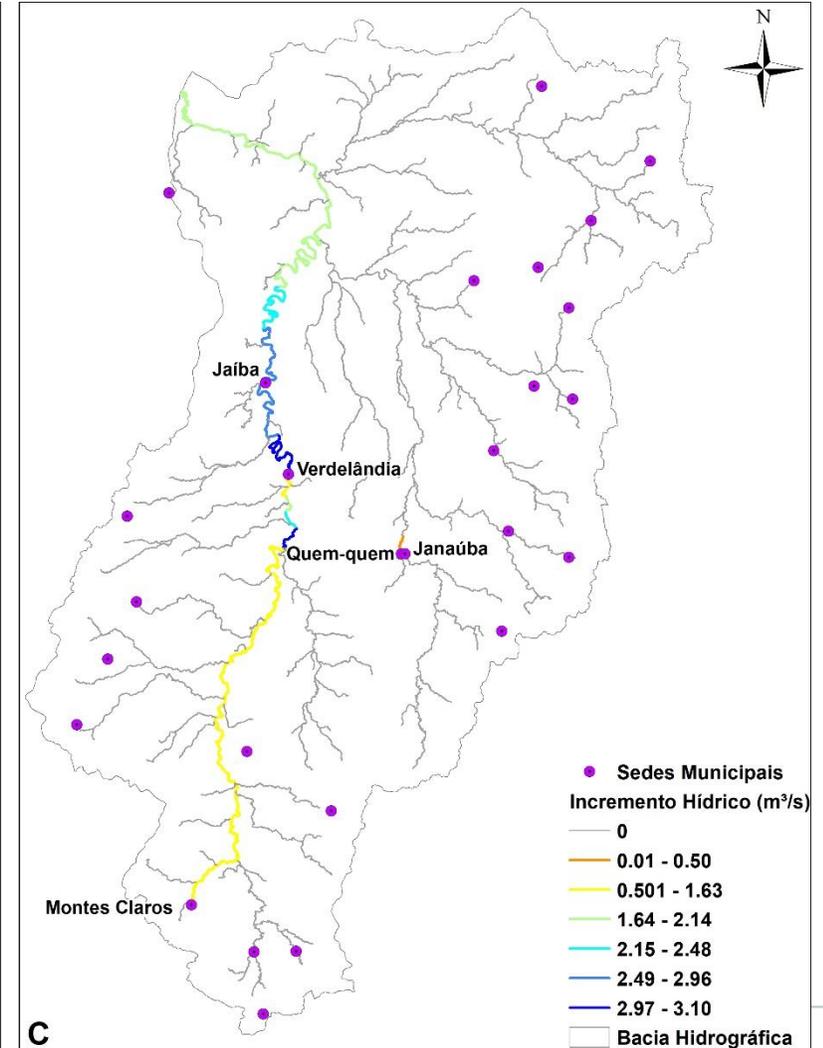
## Sem obras



## Com obras



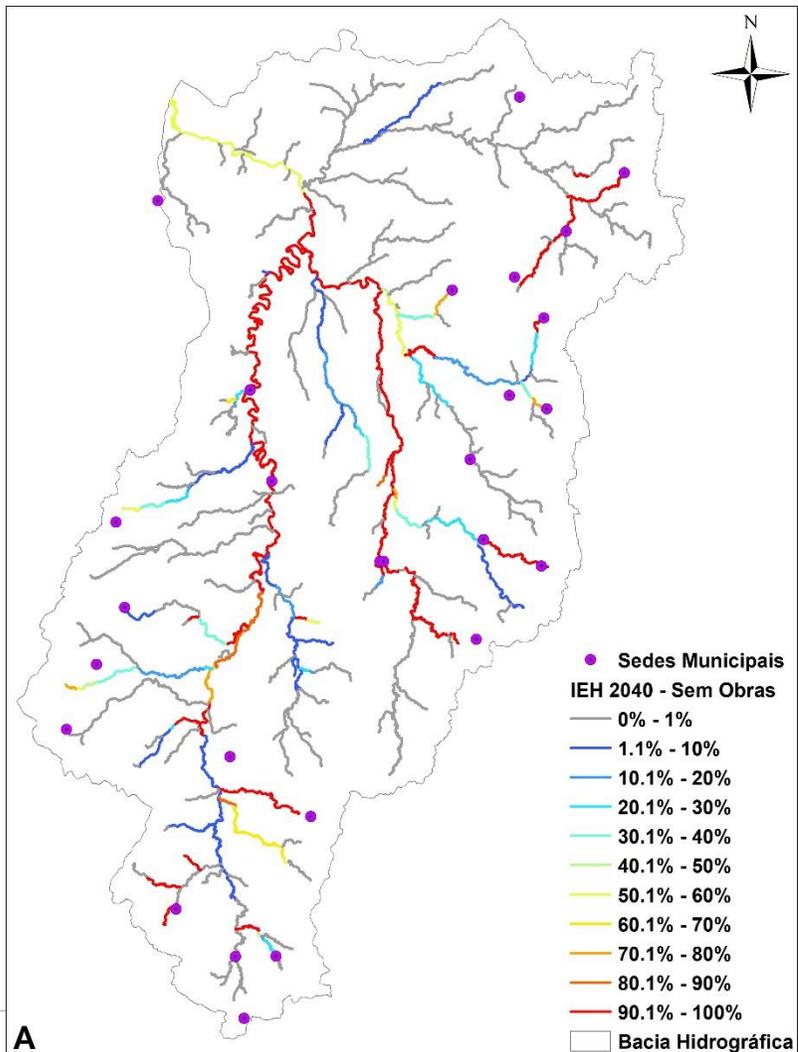
## Incremento



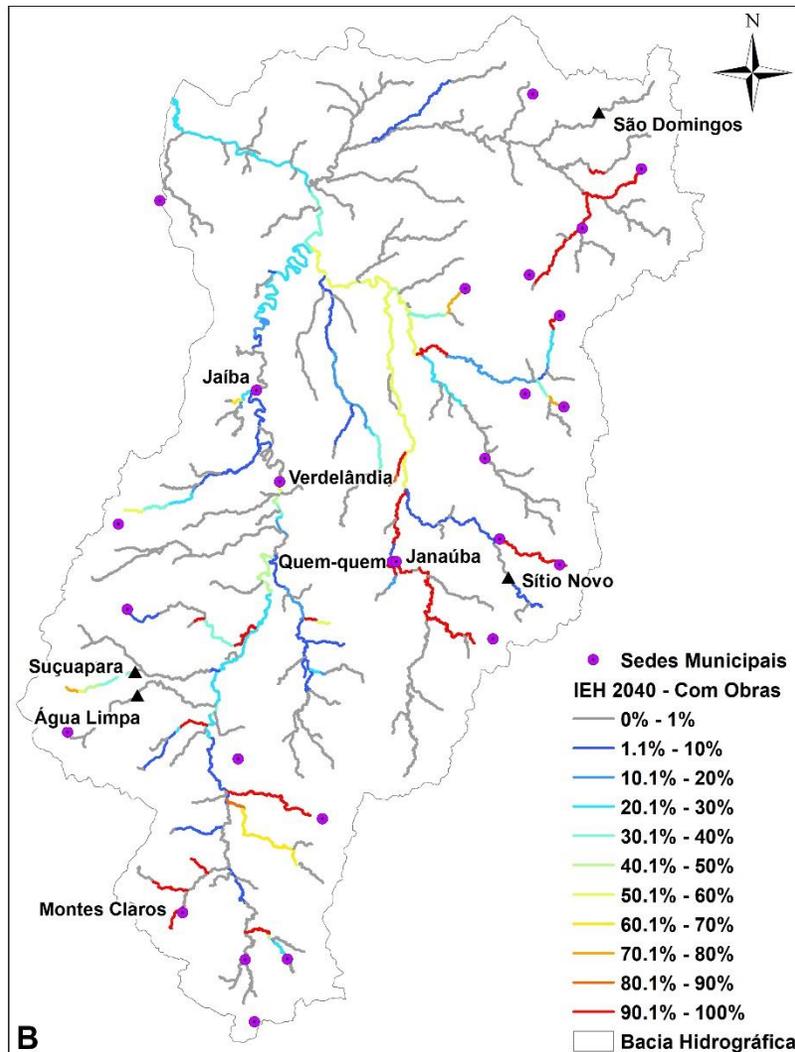
INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

# Av. Conjunta: Barramentos e Transposições

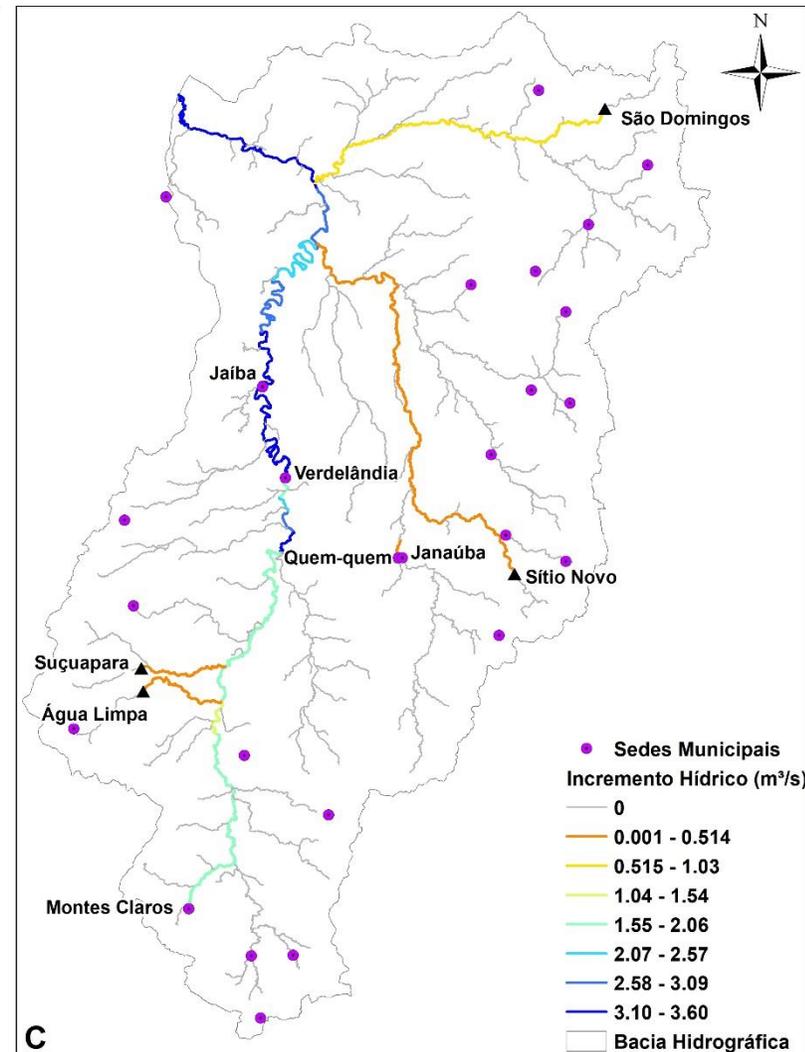
## Sem obras



## Com obras



## Incremento

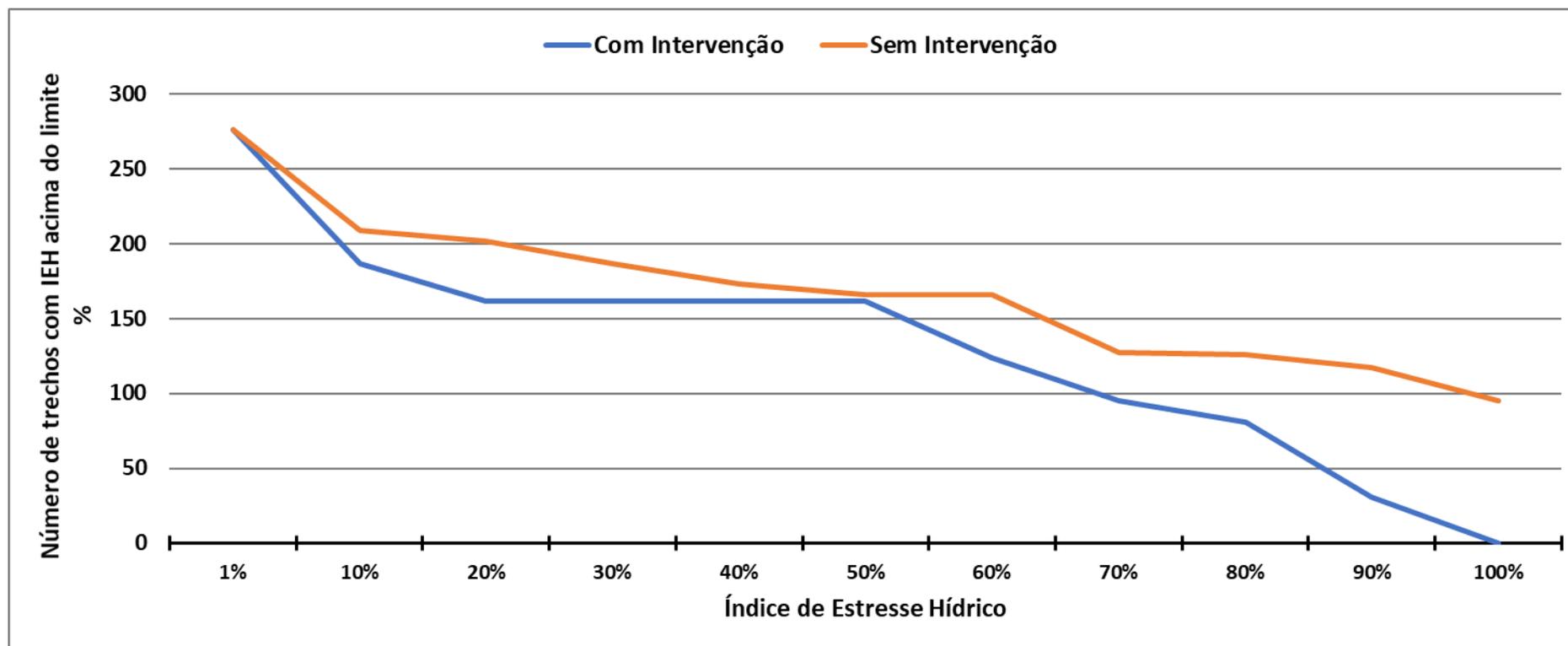


INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA (IOH) NA  
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

# Avaliação Conjunta: Balanço Hídrico

## 04 Barramentos

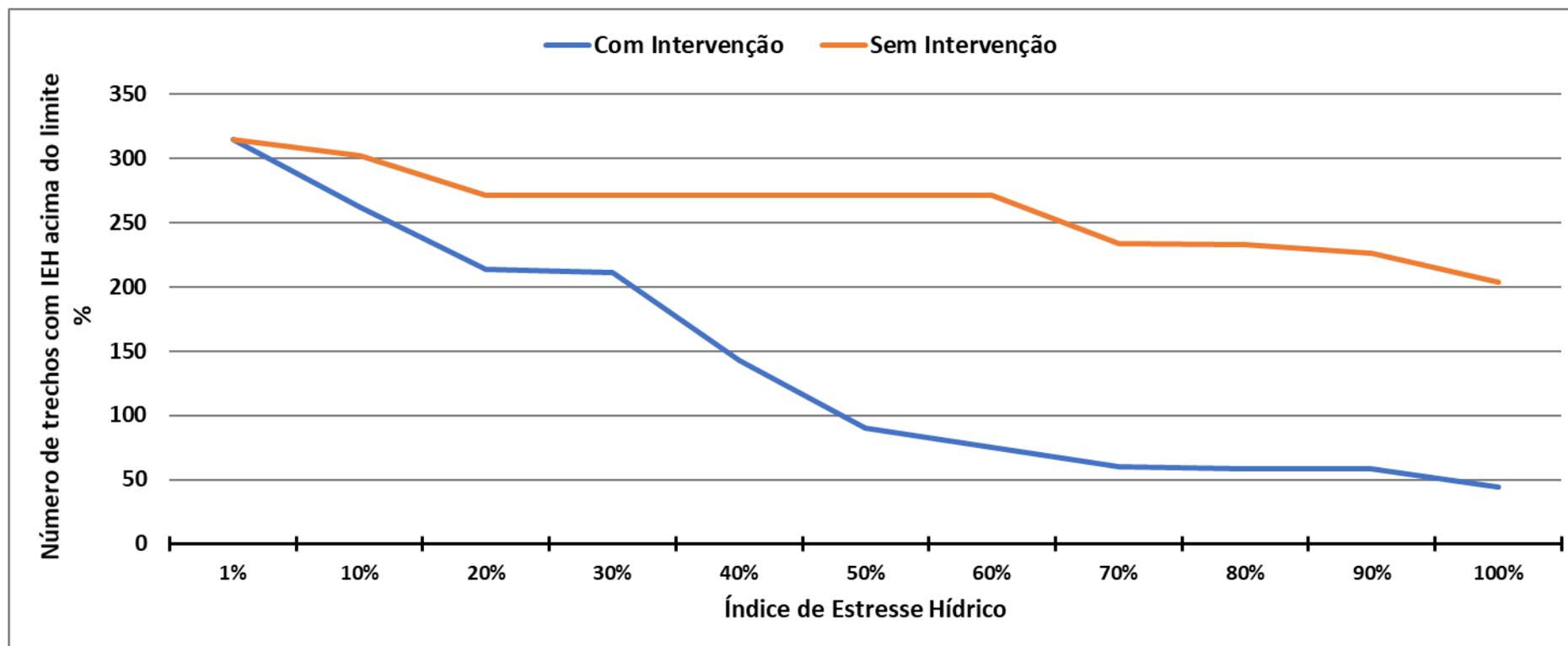
### Avaliação do Estresse Hídrico por trecho de rio



# Avaliação Conjunta: Balanço Hídrico

## 02 Transposições

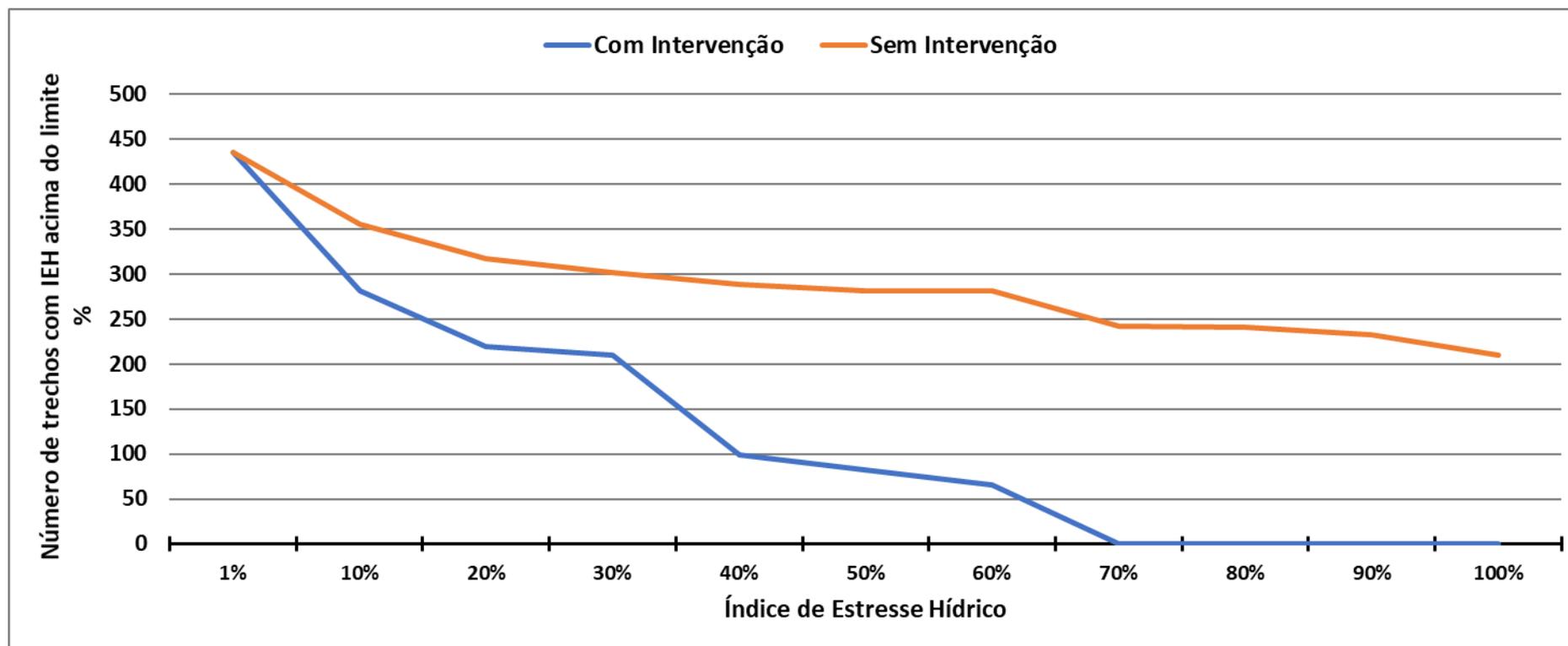
### Avaliação do Estresse Hídrico por trecho de rio



# Avaliação Conjunta: Balanço Hídrico

## Barramentos e Transposições

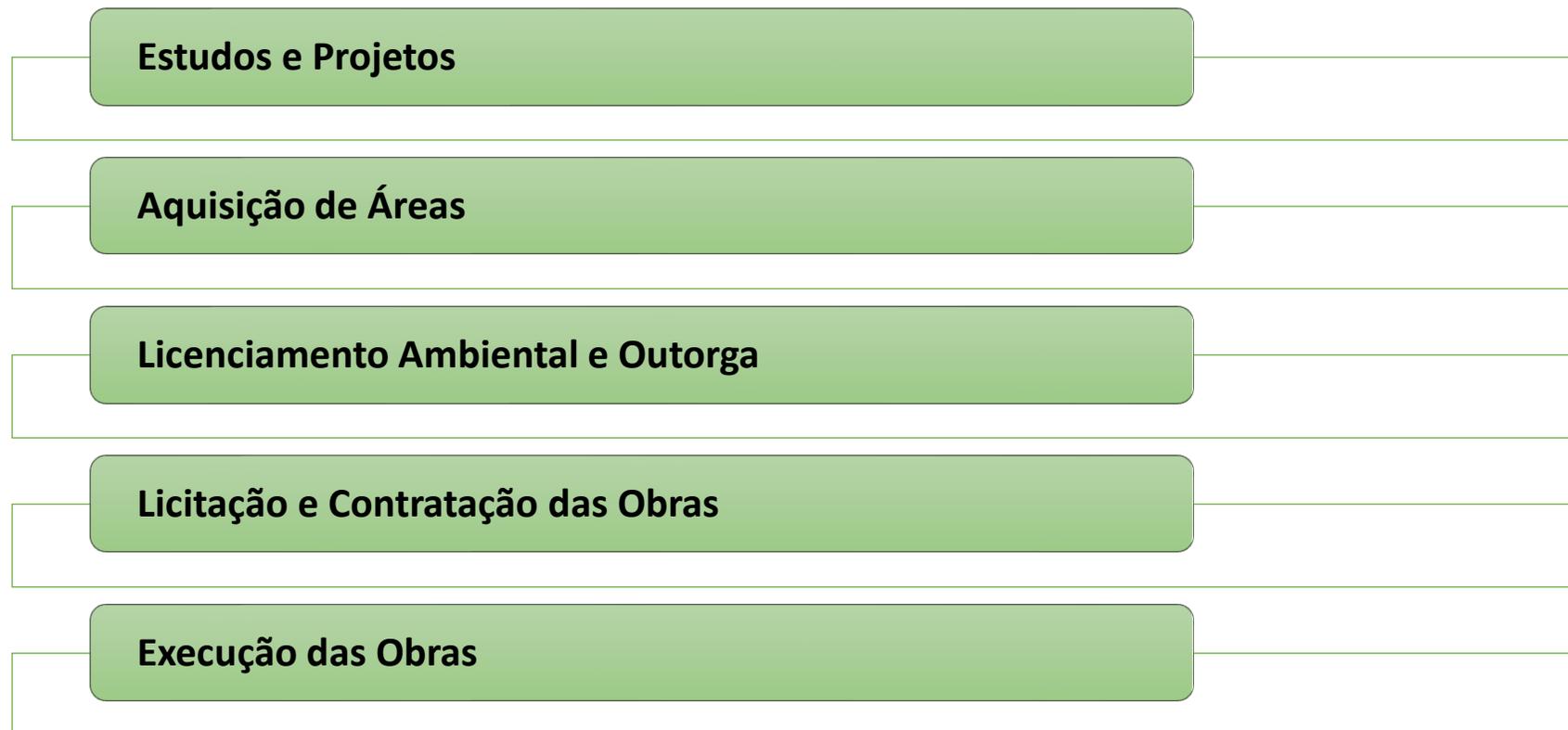
### Avaliação do Estresse Hídrico por trecho de rio



# Cronogramas de Implantação

## Barramentos Propostos no PRH

- Etapas consideradas



48 a 54  
meses



# Cronogramas de Implantação

- Barramentos Propostos no PRH: cronograma integrado

CRONOGRAMA INTEGRADO DE IMPLANTAÇÃO PARA OS QUATRO BARRAMENTOS

Barramento	Prazo (anos/semestres)																							
	Ano 1		Ano 2		Ano 3		Ano 4		Ano 5		Ano 6		Ano 7		Ano 8		Ano 9		Ano 10		Ano 11		Ano 12	
	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2	Sem 1	Sem 2
Água Limpa																								
Sítio Novo																								
São Domingos																								
Suçupara																								

Quadro 8.6 - Valores Financeiros Associados à Implantação dos Barramentos Selecionados

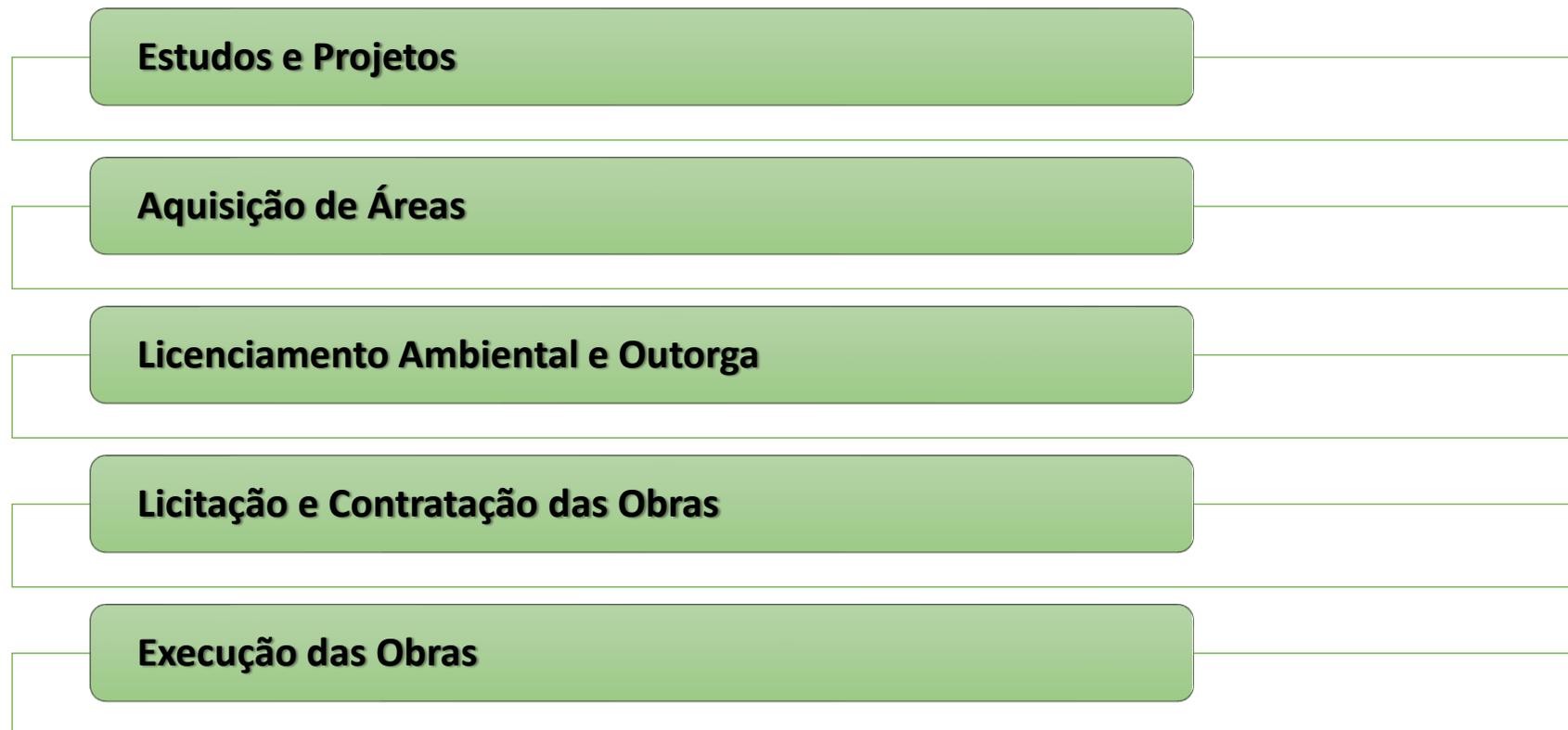
Barragem	Custos (R\$)				TOTAL
	Construção	Projetos, Estudos e Licenc. Ambiental	Desapropriações	Compensação Ambiental	
Suçupara	40.946.125,52	4.094.612,55	234.000,00	1.228.383,77	46.503.121,84
Água Limpa	42.003.080,32	4.200.308,03	510.000,00	1.260.092,41	47.973.480,76
Sítio Novo	78.832.733,32	7.883.273,33	3.840.000,00	2.364.982,00	92.920.988,65
São Domingos	140.792.160,00	14.079.216,00	3.708.000,00	4.223.764,80	162.803.140,80
<b>Total</b>	<b>302.574.099,16</b>	<b>30.257.409,91</b>	<b>8.292.000,00</b>	<b>9.077.222,98</b>	<b>350.200.732,05</b>

Obs.: sem considerar os custos de Operação e Manutenção informados no relatório P3.

# Cronogramas de Implantação

## Transposições

- Etapas consideradas



44 a 50  
meses



# Cronogramas de Implantação

## • Inventário de Novos Locais de Barramento

Quadro 8.10 - Cronograma de Atividades para os Barramentos Selecionados no Inventário

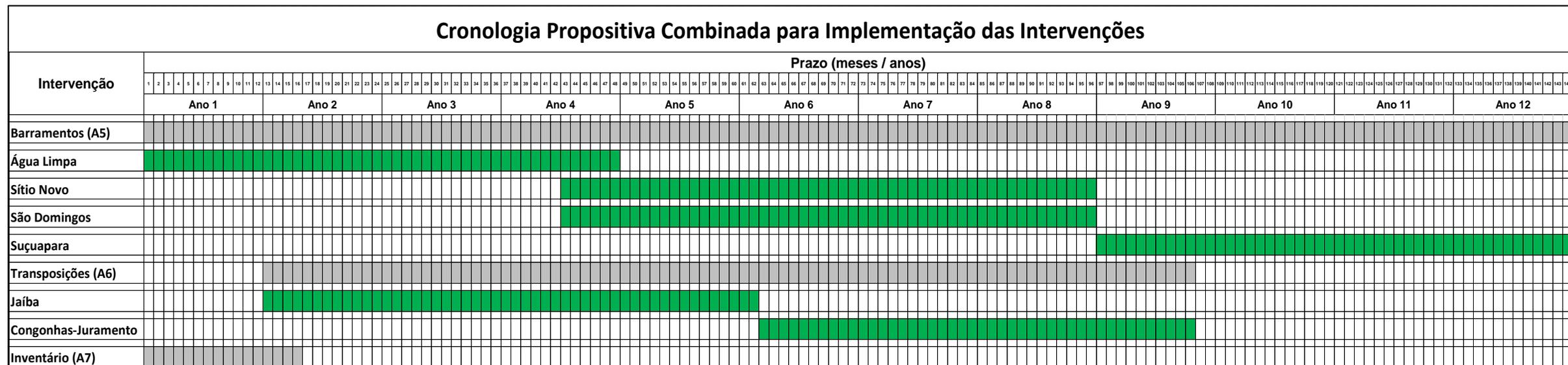
Atividade/Ações	Prazo (meses)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.1. Monitoramento hidrológico																
1.2. Preparação dos TR do estudo de viabilidade																
1.3. Licitação e contratação do estudo de viabilidade																
1.4. Estudo de Viabilidade																

• Investimentos estimados:  
**R\$ 1.000.000,00**

- na margem esquerda do Médio Verde Grande:
  - Córrego Vereda;
  - Rio Arapoim; e
  - Córrego São Vicente.
- na margem direita do Médio-Baixo Gorutuba:
  - Rio Serra Branca;
  - Córrego Boqueirão do Encantado; e
  - Riacho Piranhas (montante Jacu).

# Cronogramas de Implantação

- Cronograma Integrado: barramentos e transposições

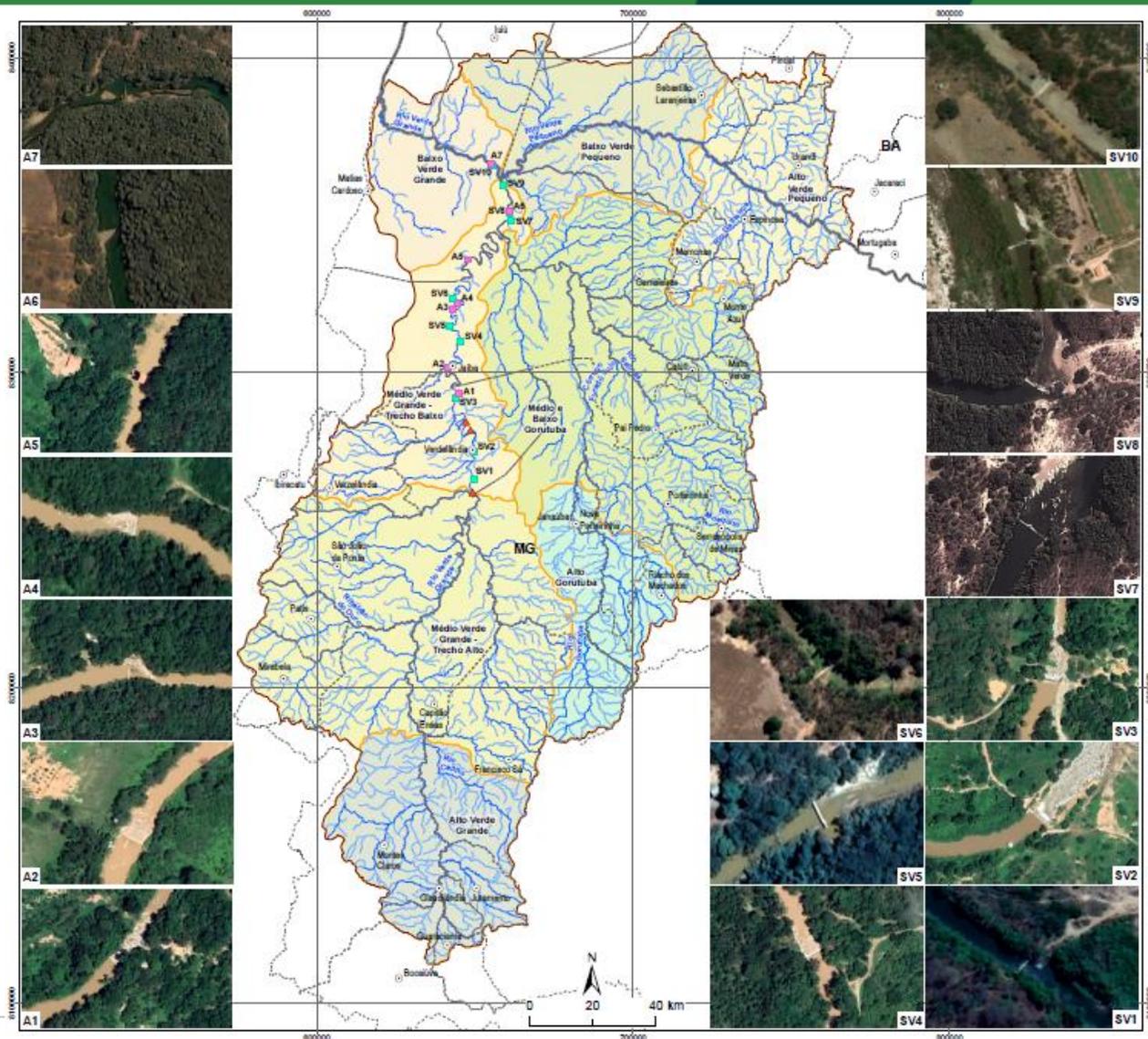


# Soleiras Vertentes

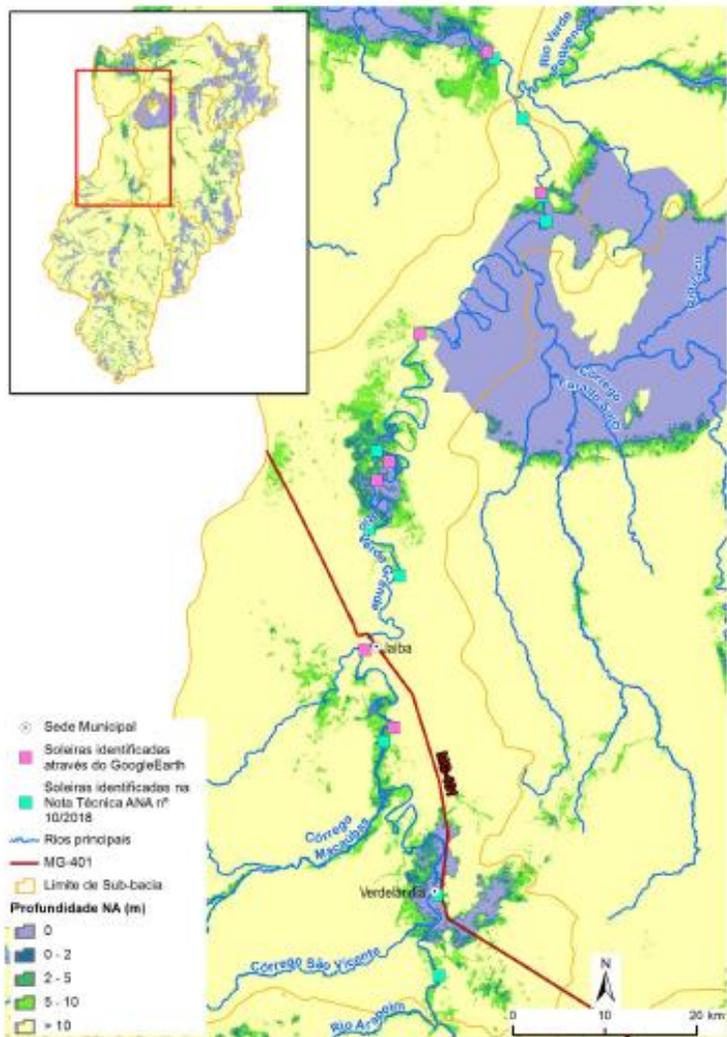
Ao longo do Rio Verde Grande

# Soleiras Vertentes

- **Pesquisa ao longo da calha do rio Verde Grande**
  - Desde a confluência do rio Quem-Quem até a sua foz no São Francisco
- **10 soleiras (identificadas na Nota Técnica)**
- **+ 7 “novas” estruturas hidráulicas**
- **Elevado grau de irregularidade** (sem a devida autorização do poder público, mediante emissão de outorga e licenciamento ambiental)



# Soleiras Vertentes



- Esse mapeamento foi resultado de cruzamento de informações geológicas, hidrogeológicas e de poços. Importante ressaltar que o rio Verde Grande corre ao longo de linhas de fraturamento sobre o substrato rochoso calcário, que se caracteriza por ser não-estanque. Este fato mostra as condições adversas à reservação ou represamento de águas ao longo da sua calha, bem como de resto para a bacia como um todo.
- As profundidades dos níveis de água dos aquíferos são um bom indicativo do comportamento do fluxo de água entre o superficial e o subterrâneo, podendo indicar onde haverá maior probabilidade de haver perda de água do superficial para o subterrâneo (insurgência de água, conforme denominação adotada pela ANA) e vice-versa. Essas condições estão associadas ao substrato rochoso calcário onde há maiores condições de insurgência de água quando aflorante.
- O mapeamento, então, permite, por um lado, verificar a situação quanto à ocorrência de surgências e insurgências e, por outro, servir como orientador para a localização de futuras estruturas hidráulicas ao longo da calha do rio Verde Grande, com vistas a minimizar problemas de perda de água para o subterrâneo.
- Na figura a cor amarela representa as maiores profundidades do nível de água dos aquíferos, mostrando áreas com fluxo no sentido superficial para subterrâneo. Já a cor azul claro indica o contrário: nível de água do aquífero aflorante e fluxo no sentido subterrâneo para superficial.
- Com base nestas condições é possível identificar a situação das soleiras vertentes existentes. No trecho entre a cidade de Jaíba e a confluência com o Gorutuba, o rio Verde Grande corre predominantemente sobre aluviões, com níveis de água aflorantes. Nessa situação, as soleiras vertentes não resultarão em reforço à perda de água do superficial para o subterrâneo. Já entre Verdelândia e Jaíba, onde existem diversas soleiras vertentes, observam-se níveis de água profundos nos aquíferos, indicando elevado potencial de perda de água para o subterrâneo, o que compromete o funcionamento hidráulico dessas estruturas e resulta em redução na disponibilidade superficial local de água.

# Conclusões e Recomendações

# Conclusões

- Os objetivos relativos à Avaliação Conjunta com vistas à Seleção e Hierarquização das Intervenções e aos Cronogramas de Implantação foram alcançados com êxito, através de abordagem técnica e consistente participação social. Ainda, foram realizadas análise de sensibilidade e configurados Balanços Hídricos para as soluções propostas.
- Com relação às Soleiras Vertentes, a quantidade de estruturas identificadas ao longo da calha do Verde Grande e a ocorrência de diversas dessas estruturas em locais onde há perda de água por infiltração para o substrato cárstico, agrava ainda mais o quadro inicialmente apontado nos estudos desenvolvidos pela ANA.

# Recomendações

- ✓ Iniciar **estudos técnicos mais específicos** para as intervenções prioritárias (barramento de Água Limpa e transposições Jaíba e Congonhas-Juramento);
- ✓ Desenvolver **estudos complementares** relativamente aos locais inventariados selecionados (estudos de viabilidade);
- ✓ Dar **continuidade aos estudos técnicos relativos às Soleiras Vertentes**, ampliando o conhecimento técnico com vistas a uma melhor gestão das águas da calha do Verde Grande; e
- ✓ Manter as ações destinadas a **melhorar a gestão das águas** na bacia do Verde Grande, seguindo a cronologia de implementação das intervenções resultante do presente estudo de Incremento da Oferta Hídrica.

# Muito Obrigado!

*Profill Engenharia e Ambiente Ltda.*

*Avenida Iguaçu, 451/601 – Petrópolis  
Porto Alegre/RS*

*(51) 3211-3944*

*profill@profill.com.br*

*sidnei.agra@profill.com.br*

*henriquekotzian@gmail.com*

*carlos@profill.com.br*

*www.profill.com.br*