

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

## **APRESENTAÇÃO**

ECOPLAN ENGENHARIA LTDA

Porto Alegre, 27 de maio de 2010.

Ilmo. Sr. Ney Maranhão  
Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos  
Agência Nacional de Águas – ANA  
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Bloco “M” – Brasília/DF.

**Ref.:** Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande.

**Ass.:** Apresentação do Relatório de Programas de Investimentos (RP-05)

Prezado Senhor,

A ECOPLAN Engenharia Ltda., detentora do Contrato N° 031/ANA/2008, referente à **Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande**, por meio deste documento, apresenta o Relatório de Programas de Investimentos (RP-05), consoante as especificações no Edital de Concorrência n° 001/ANA/2008 e seus Anexos.

O presente relatório tem por objetivo apresentar os programas e ações propostos a partir dos resultados das etapas de Diagnóstico e Prognóstico, nas quais foram identificados os principais problemas da Bacia do Rio Verde Grande. Portanto, o produto aqui apresentado lista as ações que se constituem no processo de implementação do Plano de Recursos Hídricos.

Aproveitamos o ensejo para manifestar votos de estima e apreço.

Atenciosamente.

---

Eng° Alexandre Carvalho  
Gerente do Contrato  
ECOPLAN ENGENHARIA LTDA.

ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO VERDE GRANDE

**Relatório de Programas de Investimentos – RP-05**

**Maio / 2010**

**SUMÁRIO**

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ESTRUTURA DO PROGRAMA DE AÇÕES PARA A BACIA DO RIO VERDE GRANDE.....</b>	<b>4</b>
<b>3. COMPONENTE 1 – GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E COMUNICAÇÃO SOCIAL.....</b>	<b>9</b>
3.1. Programa 1.1. Implementação dos Instrumentos de Gestão.....	9
3.2. Programa 1.2. Monitoramento hidrológico.....	10
3.3. Programa 1.3. Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos .....	42
<b>4. COMPONENTE 2: RACIONALIZAÇÃO DOS USOS E CONSERVAÇÃO DE SOLOS E ÁGUA.....</b>	<b>52</b>
4.1. Programa 2.1. Racionalização dos Usos.....	52
4.2. Programa 2.2. Conservação de Solo e Água .....	82
<b>5. COMPONENTE 3: INCREMENTO DA OFERTA E SANEAMENTO.....</b>	<b>100</b>
5.1. Programa 3.1. Saneamento.....	100
5.2. Programa 3.2. Incremento da Oferta de Água.....	129
<b>6. COMPONENTE 4: GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....</b>	<b>168</b>
<b>7. VISÃO INTEGRADA DO PROGRAMA DE AÇÕES: CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PRH VERDE GRANDE.....</b>	<b>174</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>178</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório responde às exigências dos termos de referência relativos ao Contrato N° 031/ANA/2008. Trata-se do Relatório Parcial de número 05, relativo a apresentação do Programa de Investimentos para a Bacia do Verde Grande, conforme prevê o Plano de Trabalho materializado no RP-01.

A tarefa de definição do programa de ações e investimentos na bacia, visa propor uma estrutura COMPONENTES – PROGRAMAS - AÇÕES que possibilita o alcance das metas estabelecidas para o Plano de Recursos Hídricos, conforme o RP-04.

Os programas e ações aqui propostos são consequência do que foi inicialmente estudado nas etapas de Diagnóstico e Prognóstico, nas quais se identificaram os principais problemas para a Bacia do Rio Verde Grande.

Desse modo, o produto aqui apresentado lista as ações que se constituem no processo de implementação do Plano de Recursos Hídricos, propriamente dito.

Parte das ações tem rebatimento sobre os instrumentos de gestão, de modo que serão detalhados no Relatório de Diretrizes para os Instrumentos de Gestão, RP-06.

Inicialmente, apresenta-se a estrutura proposta para o Programa de Ações, abrangendo seus 04 componentes e o Arranjo Institucional. Em sequência são apresentados os Programas e Ações no âmbito de cada Componente.

Ao final do relatório, destaca-se um Cronograma de Implementação de todos os Programas do Plano, no qual é possível visualizar, de maneira integrada as ações do plano, com seus orçamentos.

Finalmente, apresenta-se um breve item de conclusões que apontam para as interfaces deste relatório com os anteriores e posteriores.

## **2. ESTRUTURA DO PROGRAMA DE AÇÕES PARA A BACIA DO RIO VERDE GRANDE**

## 2. ESTRUTURA DO PROGRAMA DE AÇÕES PARA A BACIA DO RIO VERDE GRANDE

Ao final das etapas de Diagnóstico e Prognóstico foi possível identificar um conjunto de 07 temas estratégicos para a elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande. Ficou evidente que tais temas deveriam orientar a proposição do Programa de Ações, de modo que este possa apontar a solução dos problemas atuais e potenciais verificados na região de estudo.

Os temas considerados estratégicos são:

- **Saneamento:** verificou-se a necessidade de ampliar alguns sistemas de água e de implantar os sistemas de esgotamento sanitário e resíduos sólidos, objetivando a melhoria da qualidade das águas da bacia.
- **Gestão de recursos hídricos:** faz-se necessário que ocorra a completa implementação dos instrumentos de gestão previstos em Lei, incluindo a questão da definição de critérios para fiscalização e outorga; também se destaca o necessário fortalecimento do arranjo institucional (atores estratégicos) para a Gestão, com foco na participação social, através do CBH Verde Grande.
- **Incremento da Oferta Hídrica:** observou-se que a disponibilidade hídrica atual já é insuficiente para atender as demandas instaladas na bacia; nos cenários futuros este quadro tende a se agravar, de modo que propõe-se que o Plano atue no sentido de incrementar a disponibilidade hídricas (através de barramentos e transposições), objetivando uma maior garantia de oferta hídrica, e considerando, ainda, a otimização da operação dos grandes reservatórios existentes.
- **Uso racional da água:** este tema ganha destaque no setor de irrigação, responsável por 89% do consumo de água no cenário atual, mas também é importante o controle de perdas nos sistemas de abastecimento urbano de água, sobretudo nas maiores cidades como Montes Claros e Nova Porteirinha.
- **Convivência com as secas:** nas zonas rurais, é preciso conhecer o comportamento climático e hidrológico a adaptar-se a ele, através de implantação de pequenas obras que aumentam a segurança hídrica e de um eficaz sistema de previsão e alerta.
- **Conhecimento hidrológico da bacia:** o nível de conhecimento dos processos hidrológicos e hidrogeológicos na bacia do rio Verde Grande é muito baixo, sobretudo da interação das águas superficiais com as águas subterrâneas, devido a presença das formações de Calcário; por este motivo o Plano deverá investir num programa de monitoramento e terá uma componente específica para Gestão das Águas Subterrâneas.

- **Educação e Conscientização Ambiental:** este tema deve estar presente em quaisquer iniciativas para a gestão ambiental e de recursos hídricos, e por isso o Plano apresenta um programa de Comunicação Social, voltado a Educação e Conscientização Ambiental.

A partir desta lista de temas estratégicos, foram definidos 04 componentes para o Programa de Ações do Plano de Recursos Hídricos:

- Gestão de Recursos Hídricos e Comunicação Social;
- Racionalização dos Usos e Conservação de Solo e Água;
- Incremento da Oferta Hídrica e Saneamento; e
- Gestão de Águas Subterrâneas.

A figura a seguir ilustra as quatro componentes e sua articulação com o Arranjo Institucional para a implementação do Plano e Gestão da Bacia.



Figura 1 – Componentes do Programa de Ações do Plano de Recursos Hídricos e sua relação com o Arranjo Institucional.

Cada uma das 04 Componentes é integrada por um conjunto de Programas, que se dividem em Ações, conforme apresenta-se no quadro a seguir, totalizando 8 Programas e 25 Ações para o PRH Verde Grande.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

**Quadro 1 – Estrutura do Programa de Ações do Plano Verde Grande.**

COMPONENTE	PROGRAMA	AÇÃO
Componente 1: GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E COMUNICAÇÃO SOCIAL	Programa 1.1. Implementação dos Instrumentos de Gestão	1.1.1. Outorga integrada entre ANA, INGÁ e IGAM e Alocação Negociada 1.1.2. Fiscalização de Usos e Usuários 1.1.3. Enquadramento dos corpos hídricos 1.1.4. Cobrança pelo uso da água 1.1.5. Sistema de informações 1.1.6. Atualização do Plano da Bacia
	Programa 1.2. Monitoramento hidrológico	1.2.1. Monitoramento pluviométrico e fluviométrico 1.2.2. Monitoramento qualitativo e sedimentológico 1.2.3. Previsão e alerta contra eventos hidrológicos críticos 1.2.4. Avaliação dos impactos de Mudanças Climáticas sobre Recursos Hídricos
	Programa 1.3. Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos	

Continua...

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

...Continuação

COMPONENTE	PROGRAMA	AÇÃO
Componente 2: RACIONALIZAÇÃO DOS USOS E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA	Programa 2.1. Racionalização dos Usos	2.1.1. Controle de Perdas no Abastecimento 2.1.2. Aumento da eficiência uso da água na irrigação 2.1.3. Otimização da Operação dos Reservatórios
	Programa 2.2. Conservação de Solo e Água	2.2.1. Recuperação da mata ciliar 2.2.2. Recuperação de áreas degradadas inclusive em UCs
Componente 3: INCREMENTO DA OFERTA E SANEAMENTO	Programa 3.1. Saneamento	3.1.1. Apoio aos Planos Municipais de Saneamento 3.1.2. Controle de Perdas no abastecimento 3.1.3. Ampliação dos Sistemas de Abastecimento Urbano 3.1.3. Esgotamento sanitário 3.1.4. Resíduos sólidos 3.1.5. Controle de Poluição Industrial
	Programa 3.2. Incremento da Oferta de Água	3.2.1. Regularização de vazões 3.2.2. Transposição de vazão entre bacias 3.2.3. Ampliação da segurança hídrica no meio rural
Componente 4: GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	Programa 4.1 Estudo hidrogeológico e monitoramento piezométrico	
ARRANJO INSTITUCIONAL		

**3. COMPONENTE 1 – GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E  
COMUNICAÇÃO SOCIAL**

### **3. COMPONENTE 1 – GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E COMUNICAÇÃO SOCIAL**

Esta componente é composta por 03 (três) programas, que foram subdivididos em 11 (onze) ações.

#### **3.1. PROGRAMA 1.1. IMPLEMENTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO**

Este programa é composto por 06 (seis) ações, apresentadas a seguir e que serão detalhadas no RP-06, que corresponde ao Relatório de Diretrizes para os Instrumentos de Gestão.

##### **3.1.1. Ação 1.1.1. Outorga integrada entre ANA, INGÁ e IGAM e Alocação Negociada**

Esta ação visa a definição de diretrizes para a outorga de águas superficiais e subterrâneas na bacia.

##### **3.1.2. Ação 1.1.2. Fiscalização de Usos e Usuários**

Esta ação visa a realização de eventos bianuais de fiscalização para avaliar o atendimento dos usos outorgados e a quantidade de usuários regularizados.

##### **3.1.3. Ação 1.1.3. Enquadramento dos Corpos Hídricos**

Esta ação apresenta a proposta de enquadramento das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande e identificação das ações necessárias a sua efetivação.

##### **3.1.4. Ação 1.1.4. Cobrança pelo uso da água (extrair do RP07)**

Esta ação visa iniciar o processo de discussão para fins de aprovação e implementação das diretrizes para cobrança elaboradas no âmbito deste Plano.

##### **3.1.5. Ação 1.1.5. Sistema de Informações**

Esta ação tem como objetivo, a partir da montagem do Sistema de Informações Geográficas montado para a elaboração do presente Plano, consolidar uma plataforma de informações georreferenciadas em um ambiente SIG, passível de ser atualizado periodicamente e capaz de gerar informações de distintas áreas, para a eficiente gestão dos recursos hídricos da bacia.

### **3.1.6. Ação 1.1.6. Atualização do Plano da Bacia (Sidnei)**

Esta ação visa a revisão quinquenal do Plano de Recursos Hídricos.

## **3.2. PROGRAMA 1.2. MONITORAMENTO HIDROLÓGICO**

### **3.2.1. Ação 1.2.1. Monitoramento Pluviométrico e Fluviométrico**

#### **I. Objetivos**

O programa de Monitoramento Hidrológico tem como objetivo propor o melhoramento da rede de dados pluviométricos e fluviométricos na bacia do Verde Grande.

#### **II. Justificativas**

Os dados pluviométricos e fluviométricos são de suma importância para subsidiar a análise do comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica. O conhecimento da disponibilidade hídrica ao longo da hidrografia é um dos grandes desafios na gestão dos recursos hídricos atual. No Brasil, a grande maioria das informações hidrológicas encontram-se em escalas maiores fruto do principal uso prioritário no passado que é o aproveitamento hidrelétrico (TUCCI e MENDES, 2006). O conhecimento atual do comportamento hidrológico geralmente está associado a essa dimensão de bacia. Neste sentido, no gerenciamento de recursos hídricos a tendência dos agentes é de extrapolar para as escalas menores e, em algumas situações para escalas maiores. A grande questão deste tipo de cenário se reflete na identificação das incertezas resultantes.

Na bacia do rio Verde Grande o problema da escassez de água se agrava com a falta de monitoramento climatológico e hidrológico, o que torna mais complexo o planejamento e a gestão de recursos hídricos, dificultando assim a atenuação de conflitos já existentes na bacia.

#### **III. Procedimentos**

##### **1. Monitoramento Pluviométrico**

No Quadro 2 estão apresentadas as estações pluviométricas em operação, mais a estação Boca da Caatinga, pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), localizadas na bacia do Verde Grande e em suas proximidades. Na Figura 2 está apresentado o mapa com as estações pluviométricas analisadas.

Verificou-se na região a presença de 48 estações pluviométricas em operação, mais a estação Boca da Caatinga, que foi desativada em 2005. Do total de estações analisadas, apenas 23 estão localizadas dentro da bacia do Verde Grande (incluindo a estação Boca da Caatinga), sendo que 14 destas estações iniciaram sua operação a partir do ano 2000.

No Quadro 3 está apresentado o diagrama de barras das estações pluviométricas. Observa-se que a falta de dados de precipitação é tanto em relação ao número de estações pluviométricas localizadas nesta bacia quanto à extensão das séries de vazões.

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda uma densidade mínima de estações pluviométricas em determinada unidade fisiográfica, como apresentado no Quadro 4.

**Quadro 2 – Estações pluviométricas localizadas na bacia do Verde Grande e em suas proximidades.**

Código	Estação - Nome	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Início de operação
1442031	URANDI	-14°45'37"	-42°39'22"	646	1984
1442032	ITAMIRIM (Fazenda Pitombeiras)	-14°46'16"	-42°53'15"	-	2000
1442040	SEBASTIÃO LARANJEIRAS	-14°33'42"	-42°56'13"	-	2002
1443000	BOCA DA CAATINGA*	-14°47'11"	-3°33'05"	425	1969
1443001	MANGA	-14°45'24"	-43°55'56"	452	1938
1443002	CARINHANHA	-14°18'16"	-43°46'05"	440	1937
1443026	PALMAS DE MONTE ALTO	-14°15'34"	-43°9'56"	469	1984
1443029	POÇO TRISTE	-14°51'47"	-43°05'08"	-	2002
1443030	GADO BRAVO (EX. BOCA DA CAATINGA NOVA)	-14°55'22"	-43°30'08"	-	2008
1444000	SÃO GONÇALO	-14°18'49"	-44°27'37"	475	1946
1444001	CAPITÃNEA	-14°25'23"	-44°29'01"	523	1952
1444003	MIRAVANIA	-14°44'51"	-44°24'40"	-	1967
1444004	JUVENÍLIA	-14°15'46"	-44°9'39"	440	1964
1444005	LAGOA DAS PEDRAS	-14°16'50"	-44°24'34"	450	1969
1444017	FAZENDA PORTO ALEGRE	-14°16'06"	-44°31'18"	500	1946
1542014	SÃO JOÃO DO PARAÍSO	-15°19'00"	-42°01'22"	-	1976
1542015	RIO PARDO DE MINAS	-15°35'54"	-42°32'51"	782	1976
1542016	SERRA BRANCA	-15°38'12"	-42°56'37"	-	1983
1543002	COLÔNIA DO JAIBA	-15°20'28"	-43°40'31"	450	1962
1543013	JANAÚBA	-15°46'32"	-43°16'47"	498	1969
1543018	BARREIRO DO JAIBA	-15°37'00"	-43°35'00"	-	2000
1543019	GAMELEIRAS	-15°05'10"	-43°07'09"	-	2000
1543020	JACARÉ GRANDE	-15°27'40"	-43°17'20"	-	2000
1543024	PAI PEDRO	-15°32'06"	-43°04'01"	-	2002
1543025	FAZENDA ALEGRE	-15°44'13"	-43°35'06"	-	2002
1544012	SÃO FRANCISCO	-15°56'58"	-44°52'05"	448	1938
1544017	PEDRAS DE MARIA DA CRUZ	-15°35'55"	-44°23'35"	-	1972
1544018	FAZENDA CANADÁ	-15°01'21"	-44°03'13"	-	1974
1544019	SÃO JOÃO DA PONTE	-15°55'49"	-44°00'15"	-	1975
1544030	VARZELÂNDIA	-15°42'15"	-44°01'43"	-	1983
1544032	USINA DO PANDEIROS - MONTANTE	-15°28'59"	-44°46'02"	-	1993
1544036	LONTRA	-15°54'20"	-44°18'26"	-	2000
1544037	RIACHO DA CRUZ	-15°19'04"	-44°16'00"	-	2000
1545002	SERRA DAS ARARAS	-15°30'08"	-45°23'24"	-	1981

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

<b>Código</b>	<b>Estação - Nome</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Início de operação</b>
1642014	GRÃO MOGOL	-16°35'26"	-42°55'07"	-	1972
1642026	PONTE VACARIA	-16°11'35"	-42°35'39"	-	1992
1643020	CAPITÃO ENÉAS	-16°19'20"	-43°42'54"	-	1975
1643026	BOM JARDIM	-16°06'40"	-43°51'13"	519	1999
1643027	PENSÃO CAVEIRAS	-16°18'39"	-43°06'20"	-	2000
1643028	RIACHO DOS MACHADOS	-16°00'16"	-43°02'48"	-	2000
1643036	CATUNI	-16°14'14"	-43°15'50"	-	2002
1643037	NOVA ESPERANÇA	-16°34'35"	-43°56'36"	-	2002
1643038	JURAMENTO	-16°50'49"	-43°35'21"	-	2002
1644028	SÃO JOÃO DA VEREDA	-16°42'09"	-44°07'02"	-	1975
1644032	ALVAÇÃO	-16°24'51"	-44°13'17"	-	2000
1644042	MUQUEM	-16°09'30"	-44°11'20"	-	2002
1742008	CARBONITA	-17°31'58"	-43°00'44"	552	1947
1743002	VILA TERRA BRANCA - JUSANTE	-17°18'46"	-43°12'28"	630	1951
1743016	ITACAMBIRA	-17°4'10"	-43°18'47"	-	1995

\* A estação Boca da Caatinga foi desativada em 2005.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

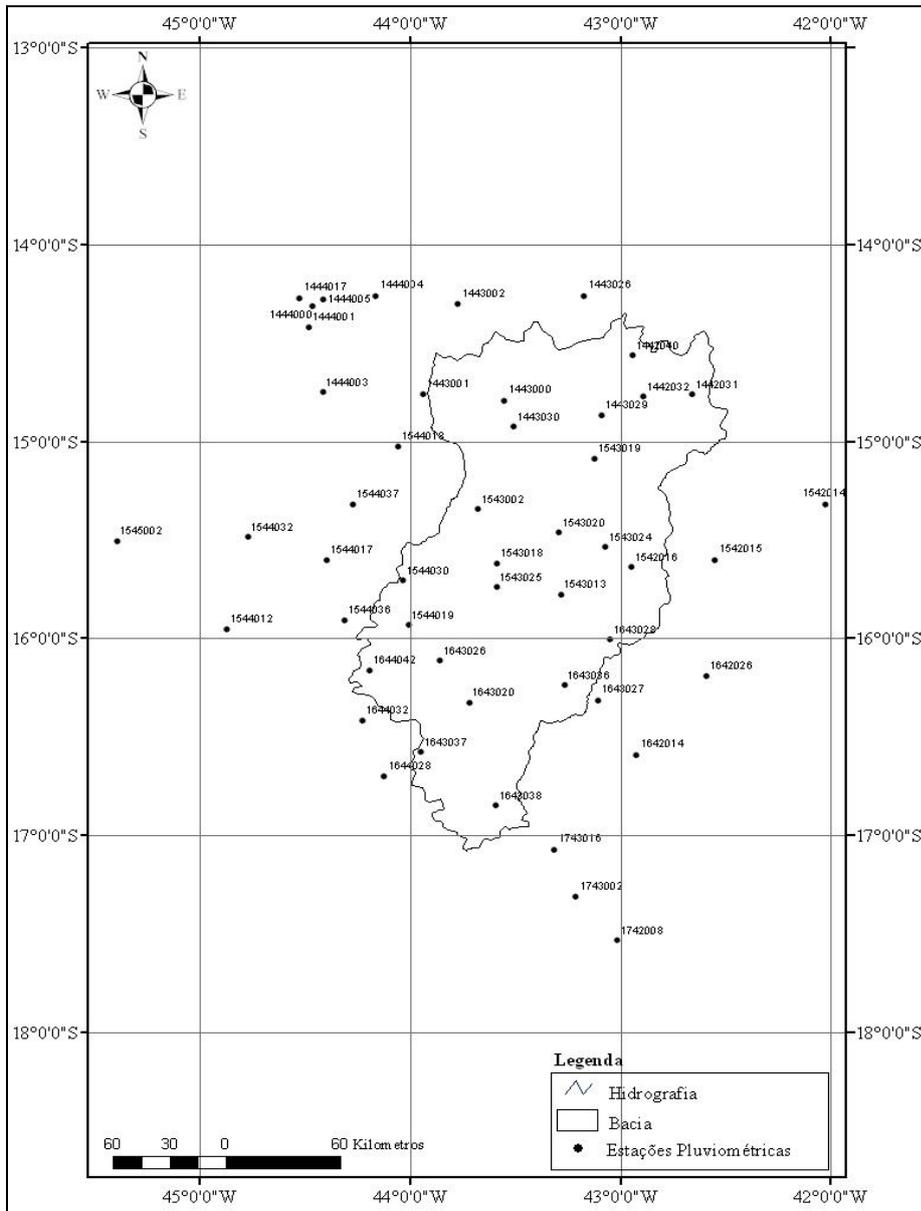


Figura 2 – Estações pluviométricas localizadas na bacia do Verde Grande e em suas proximidades.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 3 – Diagrama de barras das estações pluviométricas analisadas

Estação	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09								
1442031															63	100	100	100	92	100	96	100	100	100	100	84	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100												
1442032																																	100	100	100	100												
1442040																																																
1443000	35	92	100	83	92	100	84	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	84	100	100	100	100	84	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100							
1443001	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
1443002	97	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100	92	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
1443025															63	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1443029																																																
1443030																																																
1444000	68	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100						
1444001	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100	100	100	100	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
1444003	100	100	92	82	83	92	92	100	84	92	100	92	83	84	84	100	83	92	92	100	83	92	91	100	83	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1444004	92	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99	26	10	98	97	84	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1444005	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
1444017	100	42	92	100	2	2	30	100	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1542014							28	100	80	97	90	100	100	100	100	100	100	100	96	100	100	96	95	59	100	100	100	100	97	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1542015							26	100	100	100	93	100	100	100	100	100	98	100	95	100	100	100	97	100	95	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
1542016															95	98	92	100	100	100	100	100	84	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
1543002	100	100	92	92	100	92	100	100	100	100	92	92	100	100	99	100	100	100	100	100	100	100	62	75	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1543013	84	100	98	100	100	100	100	100	100	100	97	100	100	100	91	100	100	99	100	98	100	92	100	88	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1543018																																																
1543019																																																
1543020																																																
1543024																																																
1543025																																																
1544012	100	100	100	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100					
1544017					34	100	99	100	100	100	92	100	92	100	100	100	100	100	100	92	100	92	100	100	100	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100				
1544018																																																
1544019																																																
1544030																																																
1544032																																																
1544036																																																
1544037																																																
1545002																																																
1642014																																																
1642026																																																
1643020																																																
1643026																																																
1643027																																																
1643028																																																
1643036																																																



**Quadro 4 – Densidades de estações pluviométricas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial**

Unidade Fisiográfica	Densidade Mínima (km <sup>2</sup> / estação)	
	Estação Convencional	Estação com Registrador
Litoral	900	9.000
Montanhas	250	2.500
Planícies Interiores	575	5.750
Áreas Íngremes/ Onduladas	575	5.750
Pequenas Ilhas	25	250
Áreas Urbanas	-	10-20
Árida/Polar	10.000	100.000

Fonte: OMM (1994).

Como a bacia do Verde Grande possui uma área de drenagem igual a 31.421 km<sup>2</sup> e está localizada em uma região caracterizada como de planícies interiores, seria recomendável 55 estações pluviométricas convencionais para uma análise mais criteriosa da precipitação na bacia. Como a estação Boca da Caatinga foi desativada, são necessárias mais 33 estações convencionais para adequar-se ao recomendado pela OMM.

Na Figura 3 está apresentada a localização das estações pluviométricas existentes e das estações que devem ser implantadas na bacia para auxiliar uma adequada gestão dos seus recursos hídricos.

Algumas lacunas de estações pluviométricas são observadas no entorno da bacia, sobretudo na região nordeste e sul, o que prejudicaria a espacialização da precipitação na região. Para sanar tal problema recomenda-se a implantação além das 33 estações dentro da bacia, mais quatro estações nas suas proximidades, totalizando 37 estações.

## 2. Monitoramento Fluviométrico

No Quadro 5 estão apresentadas as estações fluviométricas em operação, mais a estação Boca da Caatinga, pertencentes à rede hidrometeorológica do Sistema de Informações Hidrológicas (Hidroweb) da Agência Nacional de Águas (ANA), localizadas na bacia do Verde Grande.

Atualmente estão em operação, na bacia do Verde Grande, 12 estações fluviométricas, sendo que somente as estações Bom Jardim, Capitão Enéas e Colônia do Jaíba possuem dados de vazão. As demais apresentam apenas dados de cotas e iniciaram sua operação a partir do ano 2002. A estação Boca da Caatinga utilizada no estudo referente à disponibilidade hídrica, apesar de apresentar uma série boa, foi desativada em 2001 devido à dificuldade de acesso ao local de medição.

No Quadro 6 está apresentado o diagrama de barras das quatro estações com dados de vazão. Apesar da estação Capitão Enéas apresentar dados de 1976 a 2005, a série de vazões apresenta-se com muitas falhas e a estação Bom Jardim apresentou dados de vazões somente após 1999. Portanto a única estação em operação com dados de vazão que apresentou uma série mais extensa com poucas falhas foi Colônia do Jaíba.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

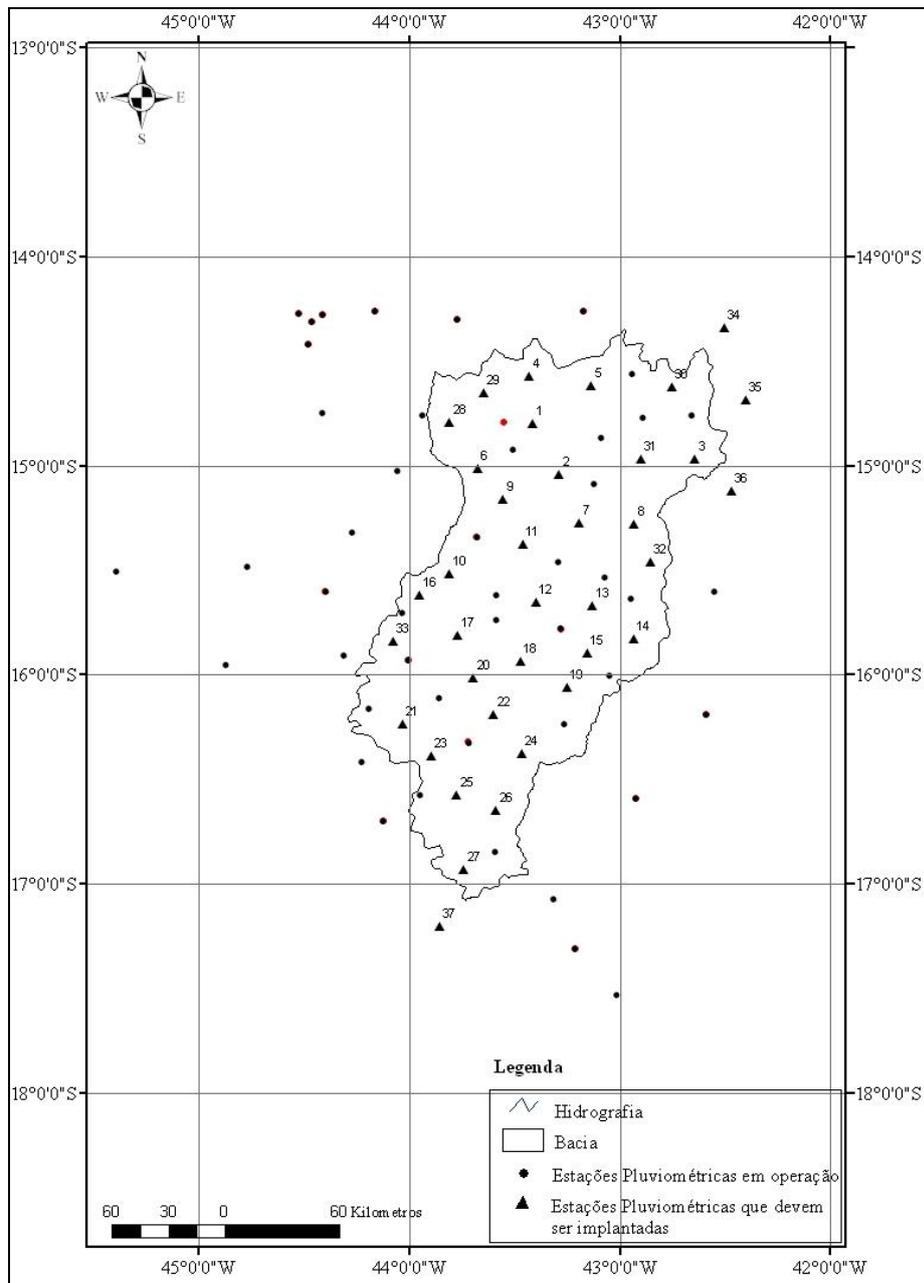


Figura 3 – Estações pluviométricas existentes e que devem ser implantadas na bacia do Verde Grande.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

**Quadro 5 – Estações fluviométricas, seus códigos, coordenadas geográficas, áreas de drenagem e rios a que pertencem, tipo de registro e início de operação.**

Código	Estação	Latitude	Longitude	Área de drenagem (km <sup>2</sup> )	Rio	Tipo de registro	Início de Operação
44350000	Bom Jardim	-16° 06' 31"	-43°51' 08"	884	Rib. do Ouro	Vazão e Cota	1999
44630000	Capitão Enéas	-16° 20' 26"	-43° 46' 58"	3.570	Rio Verde Grande	Vazão e Cota	1976
44640000	Fazenda Alegre	-15° 44' 14"	-43° 35' 11"	9.450	Rio Verde Grande	Cota	2002
44670000	Colônia do Jaíba	-15° 20' 35"	-43° 40' 32"	12.200	Rio Verde Grande	Vazão e Cota	1962
44740000	Janaúba	-15° 44' 54"	-43° 18' 51"	1.940	Rio Gurutuba	Cota	2002
44760000	Fazenda Limoeiro	-15° 52' 14"	-43° 08' 52"	176	Córrego da Serra	Cota	2002
44770000	Fazenda Lagoa Grande	-15° 47' 35"	-42° 55' 09"	186	Rio Mosquito	Cota	2002
44850100	Fazenda Santa Marta	-14° 51' 23"	-42° 45' 08"	560	Rio Verde Pequeno	Cota	2002
44890000	Fazenda Pedro Cantuária	-15° 58' 58"	-43° 10' 11"	276	Ribeirão Confisco	Cota	2002
44900000	Barreiro da Raiz	-16° 03' 58"	-43° 15' 03"	736	Rio Gorutuba	Cota	2002
44940000	Gado Bravo	-14° 55' 21"	-43° 33' 04"	22.900	Rio Verde Grande	Cota	2008
44950000*	Boca da Caatinga	-14° 47' 05"	-43° 32' 22"	30.474	Rio Verde Grande	Vazão e Cota	1969
44960000	Itamirim (Fazenda Pitombeiras)	-14° 46' 02"	-42° 53' 12"	2.190	Rio Verde Pequeno	Cota	2002

\* a estação Boca da Caatinga foi desativada em 2001.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 6 – Diagrama de barras das estações fluviométricas com dados de vazões presentes na bacia

Código	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05
44350000																													17	100	100	100			25	
44630000							21	53	52		10	24	100	33			32	25	100	65	83	30	17	66	93	87	68	35	83	17	100	100	95	100	95	34
44670000	100	96	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	93	100	100	100	100	100	100	98	100	97	100	100	100	100	100	100	33
44950000	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	92	92	100	54	63	60	47				4

Legenda

	Séries completas
	Séries com 95% dos dados
	Séries com 90% dos dados
	Séries com 80% dos dados
	Séries com menos de 80% dos dados

Na Figura 4 está apresentado o mapa com as estações fluviométricas em operação na bacia do Verde Grande, mais a estação Boca da Caatinga.

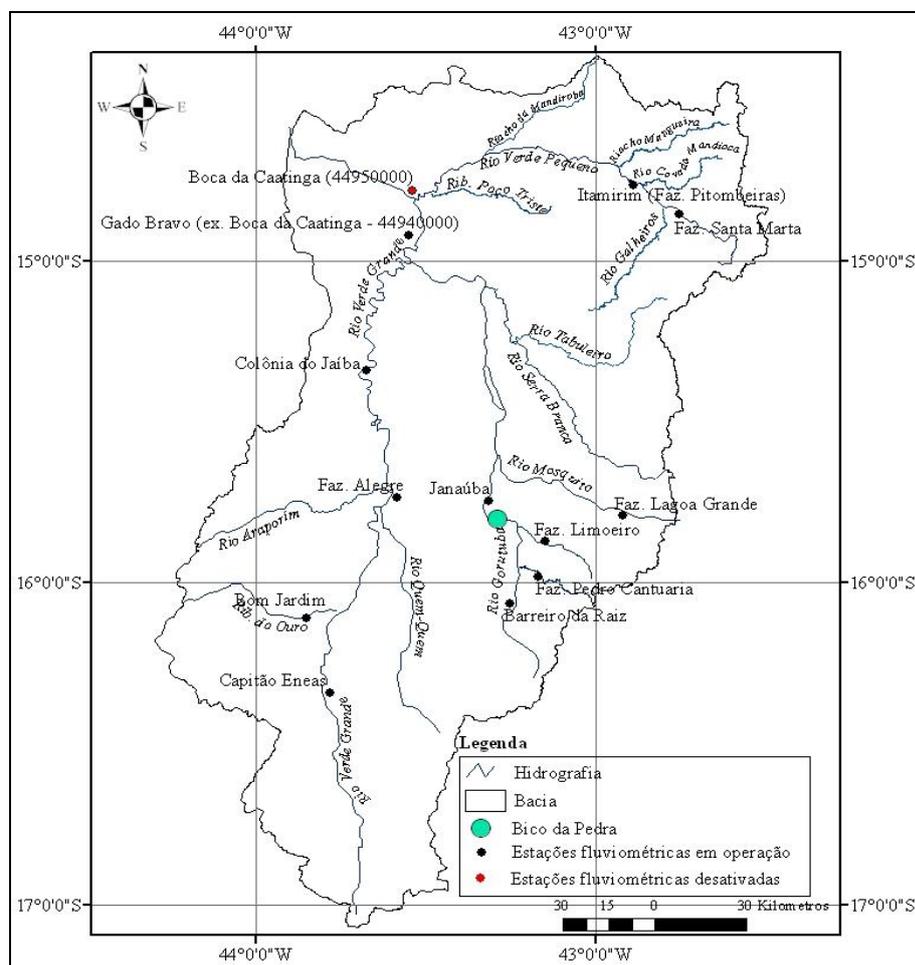


Figura 4 – Estações fluviométricas localizadas na bacia do Verde Grande.

Observa-se a ausência de estações em importantes afluentes, como no rio Araporim e no rio Quem-Quem. Outro fator relevante é que a ausência de estações na foz dos rios Gortuba e Verde Pequeno, não possibilita a análise dos efeitos da variabilidade da precipitação na bacia do Verde Grande (Figura 5).

A Organização Meteorológica Mundial (OMM) recomenda uma densidade mínima de estações fluviométricas em determinada unidade fisiográfica, como apresentado no Quadro 7.

Como a bacia do Verde Grande possui uma área de drenagem igual a 31.421 km<sup>2</sup> e está localizada em uma região caracterizada como de planícies interiores, seria recomendável ao menos 17 estações fluviométricas para uma análise hidrológica mais criteriosa na bacia. Portanto, são necessárias mais

cinco estações para adequar-se ao recomendado pela OMM.

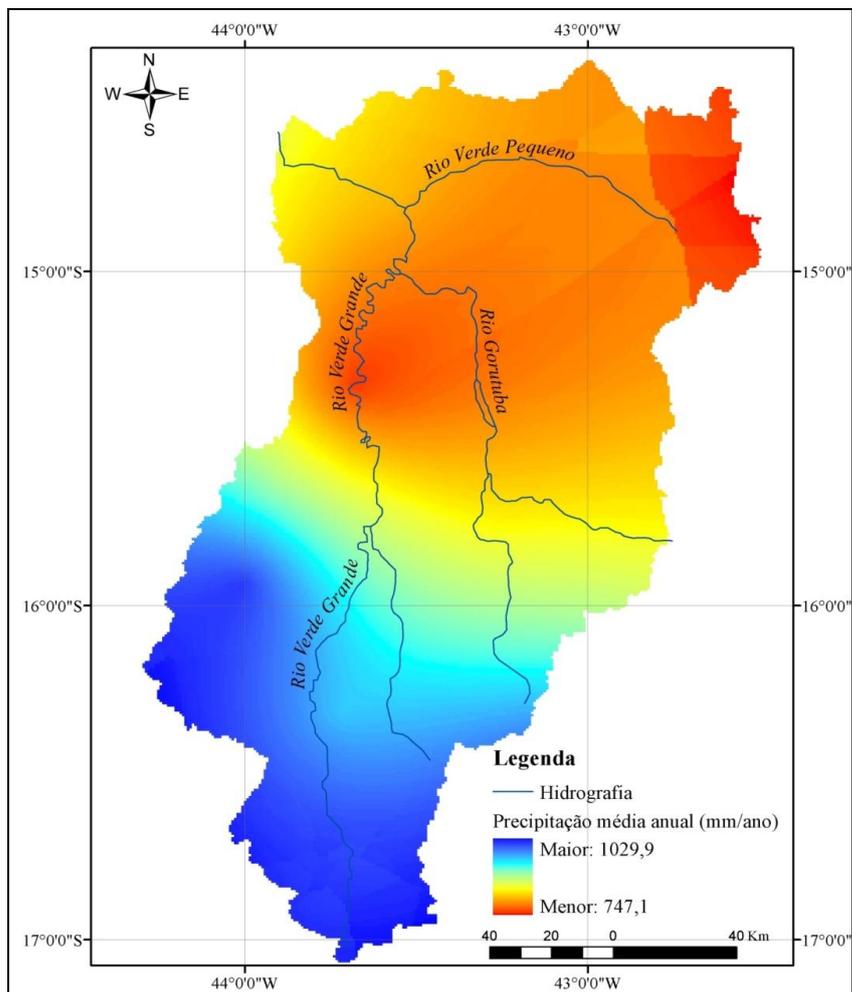


Figura 5 – Variação da precipitação média anual na bacia do Verde Grande.

**Quadro 7 – Densidades de estações fluviométricas recomendadas pela Organização Meteorológica Mundial**

Unidade Fisiográfica	Densidade Mínima (km <sup>2</sup> /estação)
	Estação fluviométrica
Litoral	2.750
Montanhas	1.000
Planícies Interiores	1.875
Áreas Íngremes/ Onduladas	1.875
Pequenas Ilhas	300
Árida/Polar	20.000

Fonte: OMM, 1994.

Na Figura 6 está apresentada a localização das estações fluviométricas



poderão auxiliar na estimativa da vazão na foz do Verde Grande.

Recomenda-se também a instalação das estações 3, 4 (próxima a foz do rio Quem-Quem - a jusante da estação de qualidade de água SFJ19), 5 (no rio Araporim - próxima à estação de qualidade de água SFJ21) e 6 (no rio Verde Grande - próxima à estação de qualidade de água VG001) para além do conhecimento hidrológico nestas regiões, auxiliar a análise da qualidade de água.

Somente a ampliação da coleta de dados em diferentes escalas pode permitir entender os diferentes efeitos hidrológicos e ambientes que estão fortemente integrados, onde o comportamento na micro-escala não explica o comportamento da macro-escala. Neste sentido a implantação das estações 5 e 6, nas regiões de cabeceiras, também permitiria a análise da diferença deste comportamento na bacia do Verde Grande.

#### **IV. Resultados Esperados**

- Permitir uma análise hidrológica mais criteriosa na bacia do Verde Grande; e
- Melhorar a base de informações necessárias para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, visando, sobretudo a mitigação dos conflitos existentes e potenciais na bacia.

#### **V. Atores envolvidos**

A implantação e o sucesso do programa dependem de uma articulação dos órgãos oficiais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos nas esferas estadual e federal, bem como com os usuários dos recursos hídricos. Assim, entende-se que os atores envolvidos no programa são:

- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM; e
- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ.

#### **VI. Orçamento**

O custo de implantação de uma estação fluviométrica, com confecção de curva-chave entre 12 e 14 pontos, é de aproximadamente R\$ 25.000,00 com um ano de serviço, com custo operacional de aproximadamente R\$ 6.000,00/ano. Para um período de operação de 20 anos, estima-se um custo total de R\$ 139.000,00 por estação, o que totaliza R\$ 834.000,00, considerando a instalação de 06 estações.

Uma estação pluviométrica com transmissão de dados automática tem custos aproximados no mercado de R\$ 15.000,00, com custo operacional de aproximadamente R\$ 6.000,00/ano. Para um período de operação de 20 anos, estima-se um custo total de R\$ 129.000,00 por estação, totalizando R\$ 4.773.000,00, considerando as 37 estações previstas.

O investimento total previsto é de **R\$ 5.607.000,00**.

### **3.2.2. Ação 1.2.2. Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais**

**Título:** Aperfeiçoamento da rede de monitoramento da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande

#### **I. Objetivo**

O presente programa objetiva aperfeiçoar o conhecimento da condição de qualidade das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande, incluindo o acompanhamento das metas do enquadramento e buscando-se selecionar pontos em comum com a rede fluviométrica existente e proposta.

Objetiva, ainda, identificar condições naturais de qualidade de água estabelecendo pontos de amostragem próximos às nascentes e a caracterização de cursos de água estratégicos, em cujas sub-bacias há utilização das águas e disponibilidade hídrica suficiente, para subsidiar a proposição de enquadramento de novos trechos.

Adicionalmente, indica-se a integração das informações de monitoramento da qualidade das águas geradas pelos órgãos gestores de recursos hídricos e por empresas operadoras de sistemas de abastecimento público.

#### **II. Justificativa**

O monitoramento sistemático da qualidade das águas superficiais da parte mineira da bacia do rio Verde Grande vem sendo conduzido desde 1997 pelo IGAM, com frequência trimestral, incluindo 7 estações de amostragem, 4 no rio Verde Grande e 3 em afluentes, nos rios do Vieira e Gorutuba.

Em junho de 2006 foi implantada, também pelo IGAM, a rede dirigida do projeto Estruturador da bacia do rio São Francisco, na área do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros, com o objetivo de fornecer subsídios ao estabelecimento de pontos adicionais para incrementar o conhecimento da qualidade da água e dos efeitos das fontes de poluição difusa. Essa rede opera desde então com frequência trimestral e engloba 9 estações de amostragem na parte mineira da bacia do rio Verde Grande, 5 no próprio rio Verde Grande e 4 nos tributários, rios Caititu, Suçupara, Quem-Quem e Arapoim.

O IGAM estabeleceu como meta do monitoramento da qualidade das águas superficiais do estado de Minas Gerais a razão de 1 estação por 1.000 km<sup>2</sup>, densidade adotada pelos países membros da União Européia para gestão dos recursos hídricos. Considerando-se as 7 estações da rede básica na bacia do rio Verde Grande a densidade é igual a 0,26 estação/1.000 km<sup>2</sup>. Com a inclusão da rede dirigida, o que totaliza 16 pontos, a densidade iguala-se a 0,60 estação/1.000 km<sup>2</sup>, que ainda mostra-se aquém da meta definida.

Adicionalmente, em 2005 foi operada uma rede dirigida de águas superficiais da parte mineira da bacia, por meio de convênio firmado entre a CODEVASF e o IGAM. Foram definidas 34 estações de monitoramento, incluindo as 7 estações do projeto Águas de Minas além de 15 outras em cursos de água e 12 em ambientes represados (lênticos), perfazendo 7

barragens e 1 lagoa marginal, algumas monitoradas em mais de uma profundidade. A frequência de operação foi trimestral, totalizando quatro campanhas. A densidade de pontos suplantou a meta da rede básica, igualando-se a 1,2 estações/1000 km<sup>2</sup>.

Nesse contexto, o presente programa sugere uma rede mais ampla de monitoramento da qualidade das águas superficiais para a bacia, incluindo os estados de Minas Gerais e da Bahia, em vista dos objetivos descritos.

Ressalte-se que a operação de redes de monitoramento é um processo dinâmico, de modo que a contínua avaliação dos resultados é fator determinante no ajuste do planejamento das etapas, com conseqüente aprimoramento dos levantamentos e das ações de melhoria a serem implementadas.

### **III. Procedimentos**

#### **1. Planejamento da rede aperfeiçoada proposta**

A proposta apresentada mantém as estações da rede básica operada pelo IGAM, que compreende uma robusta série histórica com mais de 10 anos de dados, acrescentando-se pontos da rede dirigida, também em operação pelo IGAM, e estabelecendo-se outros identificados como estratégicos.

Com base nos objetivos especificados, foram selecionadas vinte e nove estações, representando uma densidade de 0,85 estações/1000 km<sup>2</sup>, bem próxima da meta estabelecida pelo IGAM em Minas Gerais, de 1 estação/1.000 km<sup>2</sup>.

Salienta-se que quatorze dessas estações estão em operação pelo IGAM e três foram operadas em 2005, enquanto doze são estações a serem implantadas, oito em Minas Gerais e 4 na divisa desse estado com a Bahia.

No Quadro 8 estão relacionadas as estações propostas para compor a rede aperfeiçoada, com as respectivas descrição, situação em relação a operação e justificativa da escolha. A localização das estações é indicada na Figura 7.

#### **2. Implantação das estações de amostragem**

Conforme mencionado anteriormente, 17 estações de amostragem da rede aperfeiçoada estão incluídas em trabalhos de monitoramento conduzidos pelo IGAM, já estando adequadamente caracterizadas.

Com relação às 12 estações de amostragem propostas para implantação, deverão ser realizados trabalhos de campo para a sua microlocalização, avaliando-se nos pontos de amostragem a serem definidos as necessárias condições técnicas e a viabilidade de acesso. Como 4 dessas estações localizam-se na divisa dos estados de Minas Gerais e da Bahia, é indispensável a participação tanto do IGAM quanto do INGÁ nessa atividade.

Ademais, em vista da proposição de se integrar as redes de qualidade e quantidade, é recomendável que os trabalhos de campo incluam inspeções conjuntas das equipes nos pontos coincidentes.

Seguindo metodologia adotada em Minas Gerais, as estações a serem implantadas deverão ser georeferenciadas e caracterizadas em detalhes por meio de formulários específicos, incluindo no mínimo croqui de localização, principais agentes causadores de degradação e registro fotográfico.

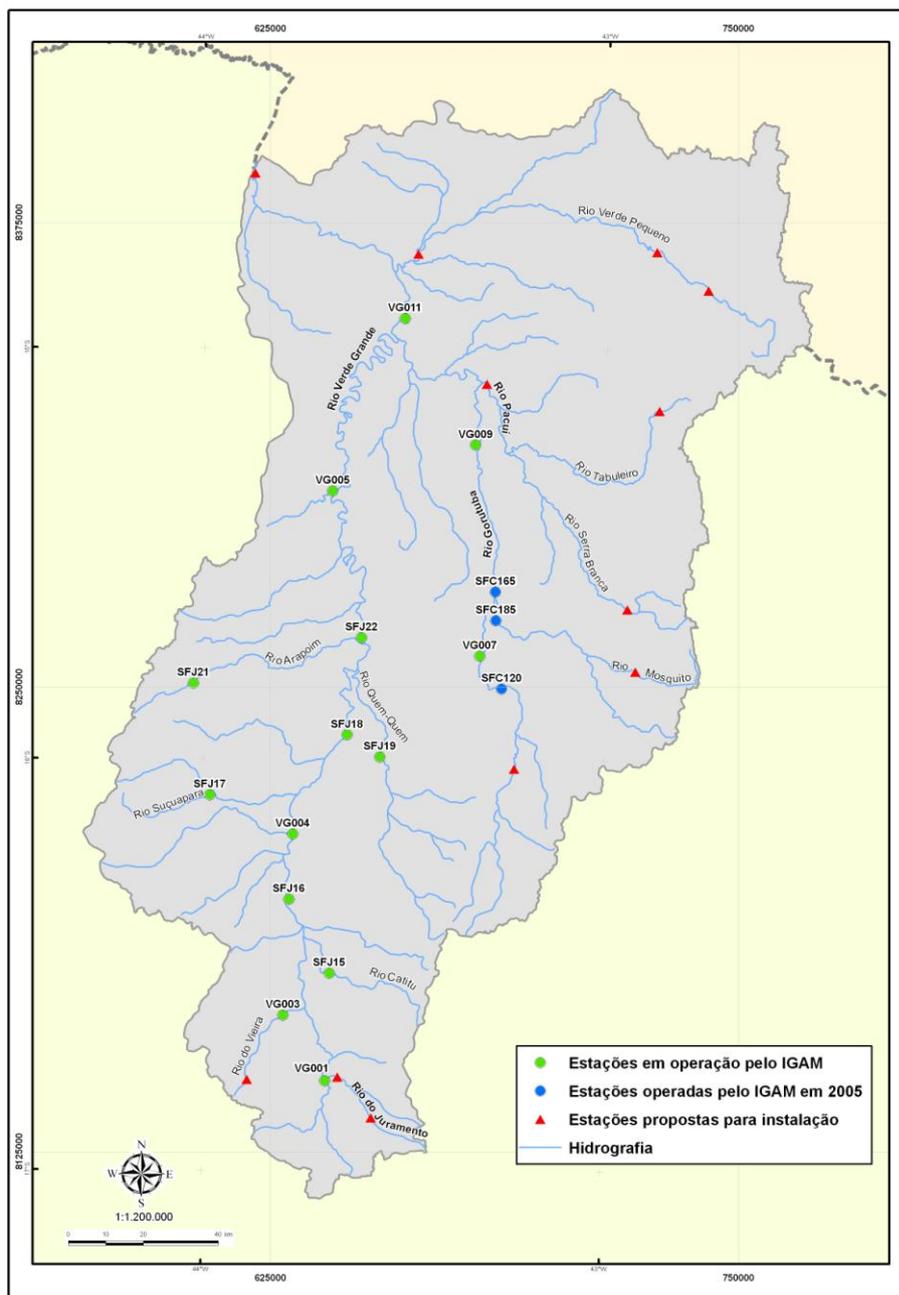


Figura 7 – Proposta da rede aperfeiçoada de monitoramento da qualidade das águas superficiais.

[j1] Comentário: Incluir reservatórios no mapa

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

**Quadro 8 – Proposta da rede ampliada de monitoramento das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande.**

Descrição da estação	Sub-bacia	Situação da estação			Justificativa
		Em operação pelo IGAM	Operada pelo IGAM em 2005	A ser instalada	
Rio Verde Grande a jusante da cidade de Glauclândia (VG001)	AVG	<b>x</b>			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas e integrar com estação fluviométrica 6 proposta
Rio Juramento a montante da cidade de Juramento	AVG			<b>x</b>	Identificar condições naturais e avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento
Rio Juramento próximo à foz no rio Verde Grande	AVG			<b>x</b>	Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento
Rio do Vieira próximo à confluência com o córrego São Geraldo	AVG			<b>x</b>	Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento
Rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros (VG003)	AVG	<b>x</b>			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas
Rio Caititu na ponte da MG122 (SFJ15)	AVG	<b>x</b>			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros
Rio Verde Grande a jusante da foz do rio Catitu (SFJ16)	MVG-TA	<b>x</b>			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros
Rio Verde Grande a jusante da cidade de Capitão Enéas (VG004)	MVG-TA	<b>x</b>			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas
Rio Suçuapara na ponte de acesso ao distrito de Bom Jardim (SFJ17)	MVG-TA	<b>x</b>			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros
Rio Verde Grande a jusante do rio Suçuapara (SFJ18)	MVG-TA	<b>x</b>			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros
Rio Quem Quem a jusante da confluência do córrego da Baixa (SFJ19)	MVG-TA	<b>x</b>			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

**(continuação)– Proposta da rede ampliada de monitoramento das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande**

Descrição da estação	Sub-bacia	Situação da estação			Justificativa
		Em operação pelo IGAM	Operada pelo IGAM em 2005	A ser instalada	
Rio Arapaim no município de São João da Ponte (SFJ021)	MVG-TA	X			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros e integrar com estação fluviométrica 5 proposta
Rio Verde Grande a jusante da foz do rio Arapaim (SFJ22)	MVG-TA	X			Manter estação da rede dirigida na Região do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros
Rio Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba (VG005)	MVG-TB	X			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas
Rio Gorutuba na estação fluviométrica Barreiro da Raiz (44900000), a montante da confluência com o ribeirão Confisco	AG			X	Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento e integrar com estação fluviométrica em operação
Barragem Bico da Pedra nas proximidades da captação e do barramento (SFC120)	AG		X		Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento
Rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG (VG007)	AG	X			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas
Rio Mosquito na estação fluviométrica Lagoa Grande (44770000)	MBG			X	Identificar condições naturais e integrar com estação fluviométrica em operação
Rio Mosquito próximo à confluência com o rio Gorutuba (SFC185)	MBG		X		Ampliar o conhecimento da qualidade de água de trecho estratégico
Rio Gorutuba a jusante da confluência com o rio Mosquito (SFC165)	MBG		X		Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

**(continuação) – Proposta da rede ampliada de monitoramento das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande**

Descrição da estação	Sub-bacia	Situação da estação			Justificativa
		Em operação pelo IGAM	Operada pelo IGAM em 2005	A ser instalada	
Rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009)	MBG	X			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas e integrar com estação fluviométrica 2 proposta
Rio Serra Branca na BR 122	MBG			X	Identificar condições naturais e avaliar qualidade de água de formador do rio Pacuí
Rio Tabuleiro na BR 122	MBG			X	Identificar condições naturais e avaliar qualidade de água de formador do rio Pacuí
Rio Pacuí próximo à confluência com o rio Gorutuba	MBG			X	Ampliar o conhecimento da qualidade de água de trecho estratégico e integrar com estação fluviométrica 2 proposta
Rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Gorutuba (VG011)	MVG-TB	X			Manter estação da rede básica do Projeto Águas de Minas
Rio Verde Pequeno na BR 122	AVP			X	Identificar condições naturais e avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento
Rio Verde Pequeno na estação fluviométrica Itamirim/Fazenda Pitombeiras (44960000)	BVP			X	Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento e integrar com estação fluviométrica em operação
Rio Verde Pequeno a jusante da confluência do riacho da Mandiroba	BVP			X	Avaliar a qualidade da água em trecho incluído na proposta de enquadramento e integrar com estação fluviométrica 1 proposta
Rio Verde Grande próximo à foz no rio São Francisco	BVG			X	Avaliar a qualidade de entrega da água no rio São Francisco

### 3. Operação da rede aperfeiçoada de monitoramento

Recomenda-se que seja adotada na operação da rede aperfeiçoada a metodologia do Projeto Águas de Minas, ou seja, frequência trimestral de amostragem e listagem de ensaios de acordo com as campanhas completas e intermediárias.

Ressalte-se que os parâmetros prioritários definidos para acompanhamento das ações de melhoria da qualidade das águas com vistas à efetivação do enquadramento, quais sejam turbidez, demanda bioquímica de oxigênio, oxigênio dissolvido, fósforo total e coliformes termotolerantes, estão incluídos no conjunto de variáveis caracterizadas trimestralmente no âmbito do citado projeto.

Além disso, considerando-se que os trabalhos de monitoramento desenvolvidos pelo IGAM na parte mineira da bacia estão consolidados, sendo executados continuamente desde 1997, sugere-se que a rede aperfeiçoada seja incorporada à atual rede em operação, executando-se os devidos acertos institucionais entre os órgãos gestores de recursos hídricos dos dois estados.

Cabe registrar que a Resolução CNRH Nº 91, de 5 de novembro de 2008, relativa aos procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, estabelece que compete aos órgãos gestores de recursos hídricos avaliar o cumprimento das metas do enquadramento por meio do monitoramento das águas. Adicionalmente, a cada dois anos, devem ser elaborados relatórios técnicos, a serem encaminhados ao comitê e Conselho de Recursos Hídricos, verificando o atendimento das metas estabelecidas e, quando necessário, identificando ações corretivas.

Dessa forma, é indispensável que os órgãos gestores dos dois estados definam diretrizes para a operação integrada da rede aperfeiçoada de monitoramento, abrangendo, coletas, ensaios laboratoriais e tratamento, avaliação e divulgação de informações, assim como para a definição e acompanhamento das ações a serem implementadas.

### 4. Intercâmbio de informações de monitoramento

As empresas operadoras de sistemas de abastecimento público, em atendimento à Portaria 518 do Ministério da Saúde, realizam semestralmente o controle da qualidade da água bruta em ponto de captação. Esses dados são de extrema importância para aprimorar o conhecimento da qualidade da água em pontos estratégicos, uma vez que em geral localizam-se em áreas com baixo impacto por atividades antrópicas.

No âmbito da bacia do rio Verde Grande, dois trechos incluídos na proposta de enquadramento, rios Juramento e Porcos/Pacuí, são monitorados semestralmente pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais - COPASA nos pontos de captação de abastecimento público. Nesse sentido, é essencial que os resultados gerados pela empresa responsável pelo abastecimento de água sejam incorporados ao banco de dados de monitoramento, para utilização no acompanhamento das metas ao longo da efetivação do enquadramento.

Recomenda-se, dessa forma, que os órgãos gestores de recursos hídricos formalizem acordo com as empresas operadoras de sistemas de abastecimento público para intercâmbio dos resultados de monitoramento de água bruta, de forma a enriquecer o banco de dados de qualidade da água, fortalecendo o processo de enquadramento dos corpos de água.

#### **IV. Resultados Esperados**

- Ampliar o conhecimento da qualidade das águas da bacia.
- Integrar dados de qualidade e quantidade de água.
- Fomentar o trabalho conjunto da qualidade das águas entre o IGAM e o INGÁ.
- Promover intercâmbio de informações de monitoramento, de maneira a maximizar resultados com custos menores.
- Contribuir para o processo de enquadramento de cursos de água.

#### **V. Atores Envolvidos**

- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM;
- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ;
- Empresas operadoras de sistemas de abastecimento público.

#### **VI. Orçamento**

São estimados os seguintes custos para implantação e operação anual da rede ampliada:

- Microlocalização das 12 estações propostas – R\$ 10.500,00
- Operação anual da rede aperfeiçoada – R\$ 161.800,00
- Tratamento, avaliação e divulgação de resultados – R\$ 43.200,00
- Horas técnicas para definição de diretrizes e acordos – R\$ 9.600,00
- **TOTAL: R\$ 225.100,00**

### **3.2.3. Ação 1.2.3. Previsão e alerta contra eventos hidrológicos críticos**

**Título:** Sistema de Alerta e Plano de Ação contra a Escassez Hídrica na Bacia

#### **I. Objetivos**

O programa de sistema de alerta e plano de ação contra a escassez

hídrica na bacia do rio Verde Grande tem como objetivo propor diretrizes para a implantação de um sistema de alerta e de um plano de ação contra a escassez hídrica na bacia do Verde Grande.

## II. Justificativas

Os principais conflitos existentes na bacia do Verde Grande são decorrentes principalmente da escassez hídrica. Cabe ressaltar a diferença entre o conceito de seca e escassez.

O conceito de seca varia expressivamente conforme o tipo de usuário que a define, sendo esta caracterizada por eventos extremos associados a um período anômalo em que as precipitações ou as vazões naturais são menores que aquelas que normalmente acontecem na região. A ocorrência destas pode, ou não, causar uma insuficiência para o abastecimento de água aos setores usuários, conforme as demandas já existentes.

Já o de escassez, que, por sua vez, está associado a uma situação em que a disponibilidade hídrica é insuficiente para atender as demandas e manter as condições ambientais mínimas necessárias para o desenvolvimento sustentável. Assim sendo, para a adequada caracterização do risco de ocorrência da escassez hídrica é necessário um apropriado conhecimento tanto da disponibilidade como das demandas existentes na bacia, sobretudo no caso da bacia do Verde Grande, onde a expansão da atividade econômica, principalmente a partir do final da década de 70, configura um quadro no qual, em muitos locais, é evidenciada uma condição em que as disponibilidades já não são suficientes para atender as demandas.

Portanto, enquanto a caracterização da ocorrência de secas está associada à sazonalidade das condições climáticas, a escassez depende de uma análise mais profunda, tanto das disponibilidades quanto das demandas, podendo estar associada a outros fatores que não àqueles relacionados às variações decorrentes do clima, como é o caso das condições associadas ao crescimento das demandas, fato evidenciado de forma muito clara na bacia do Verde Grande.

A implantação de programa de sistema de alerta e de um plano de ação contra a escassez hídrica na bacia do Verde Grande permitiria amenização dos conflitos de uso da água existentes na bacia.

## III. Procedimentos

Para implantação de um programa de sistema de alerta e de um plano de ação contra a escassez hídrica na bacia do Verde Grande é necessário que sejam realizados os seguintes procedimentos:

### 1. Caracterização da disponibilidade de recursos hídricos

Conforme já descrito com grande ênfase neste Plano Diretor, o conhecimento da disponibilidade hídrica na bacia do Verde Grande é bastante limitado, e, conseqüentemente, insuficiente para o estabelecimento de um quadro mais concreto da potencialidade de utilização da água na bacia.

Desta forma, é imprescindível a ampliação da rede de monitoramento na

bacia, não apenas no que diz respeito a informações pluviométricas e fluviométricas, conforme detalhado no Programa Monitoramento Hidrológico deste Plano Diretor, mas, também, a ampliação da rede para a coleta de outras informações e, até mesmo, a incorporação no monitoramento de outras variáveis importantes para a caracterização da disponibilidade hídrica. O conhecimento de informações climáticas, e que permitam uma quantificação mais precisa da quantidade de água requerida pela irrigação (principal usuário na bacia) permitirá uma melhor estimativa da demanda de água pelas culturas e, conseqüentemente, a melhor utilização da água por este segmento.

O monitoramento de outras informações, como a posição do lençol freático, o nível piezométrico em aquíferos e o nível da água em reservatórios de armazenamento de águas superficiais também se faz necessário para uma melhor caracterização da disponibilidade hídrica, principalmente no caso da bacia do Verde Grande, onde há evidências da grande utilização dos recursos hídricos subterrâneos e de um nítido efeito destes usos na quantidade de água subterrânea ainda disponível.

## 2. Caracterização das demandas de recursos hídricos

O restrito conhecimento atualmente existente a respeito da efetiva demanda de água na bacia, também caracterizado neste Plano Diretor, torna a gestão de recursos hídricos bastante complexa.

Assim sendo, para uma adequada gestão de recursos hídricos é necessário o melhor conhecimento da demanda pelos recursos hídricos. Portanto, o desenvolvimento de estudos e a geração de cadastros associados a essas demandas é extremamente importante, a fim de possibilitar o real conhecimento das condições de uso da água na bacia.

Neste sentido, ações como as caracterizadas na Nota Técnica 242/2008/GEREG/SOF-ANA (Proposta de regularização dos usuários de água no rio Verde Grande) e na Nota Técnica 384/2008/GEREG/SOF-ANA (Resultados da campanha de retificação do cadastro de usuários do rio Verde Grande e proposta de encaminhamentos) constituem ações necessárias a este propósito. Entretanto, estudos ainda mais detalhados se fazem necessários, a fim de permitir uma melhor caracterização de todas as demandas de recursos hídricos existentes na bacia e da forma de uso destes recursos, incluindo o modo como variam estas demandas ao longo do tempo (ao longo do ano e, até mesmo, durante o dia).

Estudos relativos ao efetivo consumo da água pela irrigação se fazem necessários, até mesmo com a instalação de hidrômetros que permitam uma melhor caracterização do consumo de água e da sua forma de variação com o tempo.

## 3. Compatibilização das disponibilidades e demandas

Uma vez conhecidas as disponibilidades e demandas dos recursos hídricos se torna possível a realização de estudos visando a compatibilização destas.

Conforme o estudo do Balanço Hídrico realizado no âmbito deste Plano Diretor, em alguns locais da bacia já é caracterizada a existência de situações em que as demandas superam as disponibilidades naturais. Assim sendo, embora um efeito expressivo não seja evidenciado em relação ao comportamento das vazões médias, uma expressiva redução (de mais de 10 vezes) nas vazões mínimas já é constatada quando se compara as vazões correspondentes aos períodos anterior e posterior àquele que caracteriza o grande crescimento da atividade econômica na bacia.

Este comportamento está diretamente associado a um expressivo rebaixamento da posição do lençol freático e do nível piezométrico nos aquíferos. Nestas situações torna-se necessária a realização de uma análise visando a compatibilização entre as ofertas e as demandas, bem como a busca de alternativas visando a atenuação destas incompatibilidades. A simples elaboração de um sistema de alerta nestas condições parece inapropriada, à medida que, provavelmente, este sistema passará a ser acionado com uma frequência muito elevada em relação àquela requerida para um sistema de alerta eficiente.

Assim sendo, procedimentos devem ser buscados a fim de compatibilizar as demandas às disponibilidades, sendo algumas das medidas possíveis citadas a seguir:

- Utilização de duas captações de água, uma de superfície e uma subterrânea, principalmente no caso da irrigação; e
- Uso das vazões mínimas ( $Q_{7,10}$ ,  $Q_{95}$  ou  $Q_{90}$ ) mensais como índices de referência para a definição de critérios para a concessão de outorga, em substituição às vazões mínimas calculadas em uma base anual.

Este procedimento pode representar um expressivo aumento da disponibilidade de água, sem que isto signifique um aumento no risco de ocorrência de vazões excessivamente baixas, e que possam causar um comprometimento ambiental quando da sua utilização.

A utilização do critério baseado nas vazões mensais potencializa um melhor plano de utilização da água, à medida que permite um maior uso da água no período em que há disponibilidade e impõe uma restrição mais realista no período crítico de disponibilidade, como mostra o Programa de avaliação do uso de diferentes critérios de outorgas de uso da água na bacia do Verde Grande.

A análise das demandas pela irrigação ao longo da bacia (apresentada no item Demanda nas sub-bacias do rio Verde Grande do Relatório de Demanda Hídrica) caracteriza a pequena disponibilidade de recursos superficiais para atender a estas demandas.

Os pequenos aumentos (de 1 a 5%) evidenciados na disponibilidade ocorridos quando da análise dos meses ditos “críticos” para as duas estações fluviométricas analisadas (Boca da Caatinga e Colônia do Jaíba) são de pouca expressividade para atender às demandas já existentes na bacia, entretanto uma nova postura no manejo dos recursos hídricos pode representar uma

mudança expressiva na disponibilidade de água.

Tendo em vista o fato da demanda superar (no exemplo apresentado no Relatório de Demanda Hídrica, que considera as condições do município de Porteirinha e a cultura da banana) a disponibilidade em todos os meses, a exceção de dezembro, a incorporação de uma unidade de bombeamento adicional para a captação de águas superficiais poderia representar um benefício muito grande no que diz respeito ao aumento da disponibilidade de água. Em meses como janeiro, para o qual existe um pequeno déficit hídrico, o suprimento deste déficit poderia ser completamente suprido pelo uso de águas de superfície, o que permitiria neste período uma maior recarga do lençol freático, à medida que as águas superficiais, que estariam sendo “perdidas”, passariam a ser melhor utilizadas, e, conseqüentemente, reduzida (ou eliminada) a utilização de águas subterrâneas, permitindo melhores condições para a recuperação do lençol freático.

#### 4. Melhoria das condições de manejo da irrigação e utilização da irrigação com déficit

Além da grande quantidade de água utilizada pela irrigação, o uso da água por este segmento ainda apresenta características que o diferencia dos demais setores. O uso da água pela irrigação apresenta um comportamento não linear ao longo do ano, havendo um aumento expressivo na demanda exatamente nos períodos mais secos do ano, nos quais o déficit hídrico das culturas é maior. Também é importante salientar que as perdas ocorridas na irrigação, mais especificamente as perdas por percolação, mesmo não caracterizando uma perda quantitativa efetiva de água para o sistema, uma vez que boa parte da água retorna para a bacia, acabam por produzir um prejuízo efetivo para este, uma vez que a “perda” ocorre no período de menor disponibilidade, enquanto o retorno acontece em períodos em que a disponibilidade de água já não é tão crítica, comportamento oposto ao associado a práticas mecânicas de conservação de solo e água, em que, pelo controle do escoamento superficial, a infiltração ocorre nos períodos de maior disponibilidade hídrica, favorecendo o aumento de disponibilidade nos períodos de estiagem.

O aumento da eficiência do uso da água por este setor tem que merecer, portanto, uma atenção especial, devendo esta meta ser buscada não só pelo emprego de práticas de manejo de irrigação adequadas, e que aumentem a eficiência do uso da água pela irrigação, mas, também, pela utilização de medidas que permitam maximizar o aproveitamento da água em locais em que esta seja o fator restritivo à produção agrícola, como a utilização da irrigação com déficit, a adequação de calendário de cultivo e, até mesmo, pela consideração de vazões máximas permissíveis para a outorga variáveis ao longo do ano.

#### 5. Utilização de práticas de regularização de vazões, tanto em nível de bacia quanto pelo uso de reservatórios de regularização de águas superficiais

A análise do potencial de regularização das vazões em diferentes

seções da hidrografia e a avaliação do impacto da construção de reservatórios de regularização para atender as demandas hídricas, atual e futura, das bacias deve representar um aumento expressivo na disponibilidade de recursos hídricos e, conseqüentemente, uma redução substancial de conflitos em regiões com problemas de disponibilidade de água.

Em estudo realizado por Rodriguez (2004) relativo à estimativa das demandas e disponibilidades hídricas na bacia do Paracatu foi evidenciado que, na bacia do ribeirão Entre Ribeiros, mais especificamente na seção correspondente à estação Fazenda Barra da Égua, a vazão estimada como de retirada pela irrigação na área de contribuição correspondente a esta seção no mês de maior requerimento de irrigação (agosto) representou, em 1996, ano do último Censo Agropecuário publicado, 87,1% da  $Q_{7,10}$ . Neste mesmo estudo foi também evidenciado que a vazão média consumida pelos cinco segmentos considerados (abastecimento urbano, dessedentação humana no meio rural, dessedentação animal, indústria e irrigação) foi de apenas 2,1% da vazão média de longa duração, o que mostra a grande potencialidade do aumento da disponibilidade de água pela implantação de estruturas que promovam a regularização do escoamento da água na hidrografia. Pode-se evidenciar, por este exemplo, que a disponibilidade natural, representada pela vazão mínima, poderá ser acrescida expressivamente pela utilização de reservatórios de regularização.

Na bacia do Verde Grande a implantação de reservatórios de regularização de vazões permitiria amenizar os conflitos pelo uso da água. Nesta bacia, a  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$  não foram suficientes para atender a vazão média consumida pelos cinco segmentos considerados. Entretanto, esta vazão consumida representa 32,0% da vazão média de longa duração.

A utilização de águas subterrâneas constitui em uma forma de exploração deste potencial de regularização, à medida que se utiliza um volume de água que passa a sofrer um processo de regularização em decorrência do seu armazenamento em aquíferos, razão pela qual o aumento da infiltração da água no solo, e a conseqüente recarga do lençol freático, constitui em uma importante forma de aumento da disponibilidade de água nos períodos de estiagem.

Com base nestes fatos considera-se que a utilização de estações de bombeamento em regiões como a bacia do rio Verde Grande, onde existe uma grande utilização de águas subterrâneas, poderá constituir uma forma de manejo recomendável para o aumento da disponibilidade de água no período de estiagem. Embora este tipo de prática traga certas dificuldades, como a relativa ao custo associado à implantação da unidade de bombeamento, a questão básica que deve ser analisada neste caso é a efetiva escassez existente de água e o grau de restrição que a carência de água está representando para o desenvolvimento socioeconômico da população da bacia. Quanto maior for a carência de água existente, mais justificável será a utilização desta prática ou, até mesmo, de outras práticas que busquem um aumento da quantidade de água potencialmente alocável na bacia.

É evidente que este tipo de prática, como, aliás, qualquer outra, não deve, e não pode, ser utilizada de forma generalizada, requerendo estudos específicos que avaliem a real complexidade da situação em análise,

entretanto considera-se que a adoção da prática de utilização de unidades de bombeamento apresenta uma boa potencialidade para o aumento de disponibilidade de água nos períodos mais críticos, tendo em vista a utilização da capacidade de armazenamento do sistema natural, e representado pela regularização associada às águas subterrâneas.

#### 6. Caracterização da escassez hídrica e estabelecimento de ações emergenciais

A criação de indicadores que possibilitem a caracterização da condição de escassez hídrica, e que permitam, portanto, a adoção de medidas que possam atenuar o quadro decorrente dessa escassez, é de suma importância para mitigar os efeitos decorrentes da ocorrência de condições de escassez de água.

A título de exemplo pode-se mencionar os indicadores e o plano de atuação em situação de alerta e eventual seca proposto pelo Ministério de Meio Ambiente da Espanha. No caso da bacia do Verde Grande, entretanto, a utilização da metodologia proposta, baseada na avaliação do risco de ocorrência de eventos críticos a partir da análise de frequência do evento observado em relação àqueles estimados a partir da série de dados observados, deverá, se consideradas as condições originais da bacia, indicar com uma frequência extremamente alta a necessidade de acionamento do sistema de alerta contra a seca.

Assim sendo, a simples implantação de um sistema de alerta na bacia do Verde Grande irá acarretar, em muitas regiões da bacia, a ocorrência de uma frequência muito elevada de utilização deste sistema, provavelmente em todos os anos, tendo em vista o fato das demandas superarem frequentemente as disponibilidades nestes locais. Desta forma, simultaneamente à realização de estudos visando o estabelecimento de uma metodologia que permita a criação de indicadores que possibilitem a atenuação dos efeitos da ocorrência de escassez de água na bacia, considera-se necessária a realização de estudos voltados à compatibilização entre as ofertas e as demandas.

Dado o grave quadro de escassez já existente na bacia, avalia-se que o procedimento recomendado na Nota Técnica 243/2008/GEREG/SOF-ANA (Previsão de disponibilidade hídrica para o período crítico do ano de 2008 no rio Verde Grande) constitui uma media concreta neste sentido. Entretanto, considera-se que esta proposição pode ser ainda aperfeiçoada com o uso do modelo desenvolvido por Novaes (2005), e que permite estimar a vazão esperada durante o período de recessão a partir da precipitação que ocorre nos "n" meses que antecedem o início desse período e, conseqüentemente, permite prever com maior antecedência o risco de ocorrência de vazões críticas durante o período de estiagem. A referida Nota Técnica apresenta, ainda, uma importante proposição relativa às regras de redução de vazão de acordo com a vazão existente no rio Verde Grande. Estas proposições constituem medidas concretas, e que devem ser consideradas no aprofundamento de estudos voltados à criação de um sistema de alerta e plano de ação contra a escassez hídrica na bacia do Verde Grande.

#### IV. Resultados Esperados

- Estabelecer um procedimento para atenuação de conflitos pelo uso da água na bacia do Verde Grande; e
- Caracterizar com antecedência períodos de escassez, com potencial de impactar os usos consuntivos na bacia.

#### V. Atores envolvidos

A implantação e o sucesso do programa dependem de uma articulação dos órgãos oficiais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos nas esferas estadual e federal. Assim, entende-se que os atores envolvidos no programa são:

- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM; e
- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ.

#### VI. Orçamento

A melhoria da caracterização das disponibilidades e demandas hídricas, e mesmo a compatibilização dos mesmos envolve, praticamente, ações ordinárias dos órgãos de gestão dos recursos hídricos, a partir do aprimoramento dos instrumentos de gestão propostos neste Plano.

Por sua vez, os procedimentos que envolvem regularização de vazões e melhoria das condições de manejo da irrigação também são objeto de programas específicos deste Plano, contendo orçamento próprio.

A implantação de um sistema de alerta contra períodos de seca, entretanto, necessita de estudos complementares para o seu desenvolvimento, podendo ser implantado conjuntamente com a implantação do Sistema operacional de Monitoramento Hídrico e de Alerta de Secas (SISMHAS), a ser implantado pelo IGAM para monitorar a disponibilidade hídrica no norte de Minas Gerais e identificar os períodos e a severidade da seca nesta região. A execução do projeto tem duração de nove meses, iniciando a operação em 2011.

Desta forma, o programa prevê a mobilização de uma equipe de consultoria pelo período equivalente, a um custo mensal de R\$ 24.000,00, incluindo remuneração e demais encargos, somando, ao final de nove meses, aproximadamente **R\$ 216.000,00**.

#### VII. Cronograma

A execução das atividades previstas neste programa contemplam o período de nove meses, concomitantemente ao desenvolvimento do Sistema operacional de Monitoramento Hídrico e de Alerta de Secas (SISMHAS), a ser implantado pelo IGAM.

### **3.2.4. Ação 1.2.4. Avaliação dos Impactos de Mudanças Climáticas sobre Recursos Hídricos**

#### **I. Objetivos**

O programa terá como objetivo criar um quadro comparativo entre a situação climática pretérita, atual e previsível no futuro, com o quadro futuro de possíveis mudanças climáticas consideradas por estudos recentes, de acordo com a aplicação de modelos de previsão climática de longo período, de forma a possibilitar a definição de medidas adaptativas às novas situações.

#### **II. Justificativas**

Um panorama bastante atual e sintético sobre a questão das mudanças climáticas é dado por Depledge (2010). Segundo a autora, "Embora o clima mundial tenha sempre variado naturalmente, a grande maioria dos cientistas agora acredita que o aumento das concentrações de "gases de efeito estufa" na atmosfera da terra, resultante do crescimento econômico e demográfico nos últimos dois séculos desde a revolução industrial, está ultrapassando essa variabilidade natural e provocando uma mudança irreversível do clima. Em 1995, o Segundo Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC) confirmou que "o balanço das evidências sugere que há uma influência humana discernível sobre o clima global". O relatório projetou que as temperaturas médias da superfície global aumentariam entre 1 e 3,5°C até 2100, o que corresponde à taxa de mudança mais rápida desde o final do último período glacial, e que os níveis globais médios do mar aumentariam entre 15 e 95 cm até 2100, inundando muitas áreas costeiras de baixa altitude. Também são previstas mudanças nos padrões de precipitação, aumentando a ameaça de secas, enchentes ou tempestades intensas em muitas regiões.

O sistema climático é complexo e os cientistas ainda precisam aprimorar seu entendimento da extensão, do ritmo e dos efeitos da mudança do clima. Contudo, o que sabemos já nos alerta sobre os possíveis impactos negativos da mudança do clima sobre a saúde humana, a segurança alimentar, a atividade econômica, os recursos hídricos e a infra-estrutura física. A agricultura poderia ser seriamente afetada, ocasionando a queda no rendimento das safras em muitas regiões".

#### **III. Procedimentos**

Modelos de previsão climática têm sido utilizados para a estimativa de valores ou da alteração dos valores médios históricos de alguns parâmetros climáticos, entre eles a precipitação pluviométrica e a temperatura média. A partir destes valores, pode-se estimar, por exemplo, a alteração do ISNA – índice de Satisfação das Necessidades de Água das culturas e indicar as áreas nas quais a agricultura de sequeiro poderá ser inviabilizada ou, de outra forma, as áreas nas quais a complementação do atendimento hídrico pela irrigação passará a ser cada vez mais determinante da produção agrícola, o que irá alterar os cenários de prognóstico.

Atualmente, existem muitos modelos de previsão climática

desenvolvidos por diversas instituições de pesquisa, sendo que os resultados obtidos não são idênticos e, muitas vezes, são conflitantes. O IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*, painel científico ligado às Nações Unidas que avalia o conhecimento existente no mundo sobre a mudança climática global, tem como missão “avaliar a informação científica, técnica e socioeconômica relevante para entender os riscos induzidos pela mudança climática na população humana”. O IPCC conta com a participação de um grande número de pesquisadores nas áreas de clima, meteorologia, hidrometeorologia, biologia e ciências afins, que se reúnem e discutem as evidências científicas e resultados de modelos, com a meta de chegar a um consenso sobre tendências mais recentes em mudança de clima. As instituições participantes do IPCC, nas quais os modelos foram rodados, e os modelos utilizados nas simulações (entre parênteses) são:

1. Max Planck Institute für Meteorologie, da Alemanha (ECHAM4/OPYC3)
2. Hadley Center for Climate Prediction and Research, da Inglaterra (HadCM3)
3. Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, da Austrália (CSIRO-Mk2)
4. National Center for Atmospheric Research, dos Estados Unidos (NCAR-PDM e NCARDOE)
5. Canadian Center for Climate Modelling and Analysis, do Canadá (CCCMA)

As simulações realizadas pelo IPCC são orientadas de acordo com a definição de quatro cenários principais:

- A1 é o cenário que descreve um mundo futuro onde a globalização é dominante. Neste cenário o crescimento econômico é rápido e o crescimento populacional é pequeno com um desenvolvimento rápido de tecnologias mais eficientes. Os temas subjacentes principais são a convergência econômica e cultural, com uma redução significativa em diferenças regionais e renda per capita. Neste mundo, os indivíduos procuram riqueza pessoal em lugar de qualidade ambiental. Há três cenários: A1, A1F (máximo uso de combustível fóssil) e A1T (mínimo uso de combustível fóssil);
- A2 é o cenário que descreve um mundo futuro muito heterogêneo onde a regionalização é dominante. Existiria um fortalecimento de identidades culturais regionais, com ênfase em valores da família e tradições locais. Outras características são um crescimento populacional alto, e menos preocupação em relação ao desenvolvimento econômico rápido;
- B1 é o cenário que descreve uma rápida mudança na estrutura econômica mundial, onde ocorre uma introdução de tecnologias limpas. A ênfase está em soluções globais a sustentabilidade ambiental e social e inclui esforços combinados para o desenvolvimento de tecnologia rápida;

- B2 é o cenário que descreve um mundo no qual a ênfase está em soluções locais a sustentabilidade econômica, social e ambiental. A mudança tecnológica é mais diversa com forte ênfase nas iniciativas comunitárias e inovação social, em lugar de soluções globais.

Após a recente reunião de Copenhagen e a resistência de países importantes na geração dos gases considerados como responsáveis pela ampliação do efeito estufa, a adoção do cenário A1 parece ser a mais indicada.

A partir da delimitação da bacia sobre os resultados dos modelos selecionados, pode-se, inicialmente, validar os cenários pretéritos obtidos, verificando-se o grau de resposta desses modelos. Após isto, podem ser gerados cenários tendenciais, com indicação das áreas potencialmente mais críticas quanto ao não atendimento das necessidades hídricas das culturas de sequeiro e ao aumento de demanda por parte da irrigação. O monitoramento das alterações climatológicas poderá ser realizado a partir dos dados coletados pelas estações climatológicas previstas em outros programas.

Entretanto, visando configurar um quadro mais seguro e abrangente da realidade regional, deverão ser analisados previamente a utilização de um modelo com maior amplitude. Desta forma, o programa aqui concebido configura-se como tendo um caráter articulador com outras iniciativas de avaliação de mudanças climáticas, tendo por foco a região do vale do São Francisco.

O programa visa mobilizar um consultor sênior por um período de seis meses, visando estabelecer a avaliação das possibilidades e a pertinência de utilização de um modelo.

#### **IV. Resultados Esperados**

Os resultados deste estudo deverão ser utilizados pelos órgãos gestores e comitês no acompanhamento e prevenção de possíveis conflitos pelo uso da água, podendo ser utilizados como indicativos para a concessão de outorgas. Dado o grau de incerteza inerente a qualquer modelagem, este estudo deverá ser atualizado ao final do período de investimento constante deste plano, considerando não apenas uma maior quantidade de dados para avaliação dos resultados da modelagem, mas também a própria evolução do modelo adotado.

#### **V. Atores Envolvidos**

A implantação e o sucesso do programa dependem de uma articulação dos órgãos oficiais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos nas esferas estadual e federal, bem como com os usuários dos recursos hídricos. Assim, entende-se que os atores envolvidos no programa são:

- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM;

- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ;
- Comitês de bacias.

## VI. Orçamento

O custo mensal previsto para a avaliação inicial atinge R\$ 24.000,00, envolvendo a contratação de um consultor sênior, incluindo remuneração e demais encargos, somando, ao final de seis meses, **R\$ 144.000,00**.

## VII. Cronograma

A execução das atividades previstas neste programa contemplam o período de seis meses a partir da consolidação das melhorias previstas para a rede de monitoramento hidrológico da bacia do Verde Grande, objeto de programa específico deste Plano.

### 3.3. PROGRAMA 1.3. COMUNICAÇÃO SOCIAL, EDUCAÇÃO E CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL EM RECURSOS HÍDRICOS

O Programa de Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos do Plano de Recursos Hídricos do rio Verde Grande será implantado no âmbito da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, abrangendo municípios no Estado de Minas Gerais e no Estado da Bahia.

Este programa fundamenta-se nas diretrizes estabelecidas pelo Programa de Ações do Plano de Recursos Hídricos do rio Verde Grande e pelas práticas e código de ética que devem reger os processos de comunicação social e institucional, baseadas em princípios de transparência, constância e compromisso com a fidedignidade das informações, de modo a construir uma relação de diálogo com todos os segmentos envolvidos, visando à participação e colaboração durante a implementação do Plano de Recursos Hídricos.

O diagnóstico realizado na bacia aponta para uma realidade de escassez hídrica que compromete o potencial de desenvolvimento da região, demandante de água para irrigação. Serão necessárias novas práticas produtivas, a aquisição de novos comportamentos e o investimento na conservação dos recursos hídricos e no aumento de sua disponibilidade na bacia a curto e médio prazos. Trata-se, portanto, de grandes desafios que se colocam ao Comitê como colegiado representativo e ao conjunto dos atores sociais da bacia. Tais desafios irão exigir um forte componente de cooperação e de trabalho em conjunto, o que, de certa forma, esbarra em uma estrutura incipiente e ainda pouco adensada de capital social, expressa em instituições com pouca representatividade e na falta de instituições locais mais atuantes.

Em vista disso, este Programa aponta para um conjunto de ações voltadas a mobilizar e contribuir para um comportamento mais adequado à preservação dos recursos hídricos através da preparação e disseminação de conhecimentos e informações que permitem compreender e refletir sobre aspectos dos ciclos hidrológicos que não são evidentes para os atores sociais

e produtivos, capacitando-os para uma mudança de comportamento e um manejo sustentável dos recursos hídricos. A partir destes conhecimentos e novas experiências, desenvolvem-se novas percepções acerca do ambiente de maneira geral e dos recursos hídricos em particular, interferindo não apenas na mudança de comportamento individual do público atingido diretamente por estas ações, mas também contribuindo para uma mudança de comportamento coletivo, seja pelo exemplo, seja pela sinergia que o confronto de diferentes posturas proporciona. Contudo, embora seja evidente o foco a ser dado, é evidente também a limitação que o Comitê, através desse programa e dos demais do Plano, possui de implementar soluções a estes objetivos.

Este programa está de acordo com o estabelecido pela Lei N° 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, regulamentada pelo Decreto nº. 4.281/02.

As metas detalhadas e especificadas deverão ser implementadas através de ações fortalecidas por um consenso construído e subsidiadas por estudos e planejamento em nível executivo. É necessário, portanto, a implementação de um programa de comunicação social eficaz e ágil, com capacidade para produzir e disseminar informações úteis ao processo de implantação do Plano de Recursos Hídricos, aproximando e facilitando a comunicação entre os diversos atores do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos e do Sistema com a sociedade de maneira geral.

## **I. Objetivos**

Este Programa pretende proporcionar a integração entre os atores do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos da bacia e os diferentes segmentos da sociedade e usuários, divulgando informações referentes ao Plano de Recursos Hídricos que favoreçam e subsidiem a concepção, planejamento e implementação das ações e estratégias do Plano. O programa tem como principal objetivo aproximar o Comitê de Bacia do Verde Grande e a população residente na bacia, mobilizando a sociedade para participar da gestão da água.

Com abrangência geográfica para o conjunto dos municípios da bacia o Programa visa, também, a articular o Plano de Recursos Hídricos com ações de educação ambiental formal e informal existentes na bacia. Ou seja, considerando a extensão e a diversidade da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, não é compatível com as disponibilidades e o foco do Plano de Recursos Hídricos promover diretamente ações direcionadas a seus públicos-alvo. Cabe ao Plano de Recursos Hídricos, por sua vez, produzir informações e materiais didáticos e de apoio que permitam que as ações de educação ambiental existentes atualmente na bacia possam incorporar esta importante temática, dispondo de materiais produzidos especificamente para esta finalidade.

Dessa forma, estabelecem-se os seguintes objetivos específicos para este Programa:

- Contribuir para a adoção de práticas e comportamentos de uso da água mais racionais e ajustados à disponibilidade hídrica na bacia através das ações e dos projetos implementados pelo Plano de Recursos Hídricos através do Comitê;

- Contribuir para o desenvolvimento e para o aumento da capacidade dos atores institucionais de propor e implementar procedimentos e ações compatíveis com as demandas de gestão de recursos hídricos, auxiliando no desenvolvimento da capacitação institucional dos atores estratégicos para a gestão de recursos hídricos na bacia;
- Estruturar um cadastro dinâmico e permanentemente atualizado de instituições, órgãos de comunicação e pessoas interessadas em informações sobre o Plano de Recursos Hídricos;
- Segmentar os públicos de acordo com o perfil e o interesse estratégico para a comunicação do PRH (atores do Sistema de Gestão de Recursos Hídricos, usuários, imprensa, autoridades municipais, instituições e sociedade em geral);
- Definir estratégias específicas para cada segmento conforme o foco de interesse e o grau de conhecimento requerido para compreensão das informações;
- Produzir e adequar informações relevantes para cada público, respeitando linguagem e foco de interesse, visando a uma comunicação eficiente e eficaz com os diferentes públicos.

Constituem-se em objetivos específicos de Educação Ambiental, sempre focando prioritariamente a realidade da situação da bacia do rio Verde Grande:

- Identificar e cadastrar ações de educação ambiental formal e informal existentes atualmente na bacia;
- Produzir materiais e desenvolver métodos que possam ser utilizados pelas ações de educação ambiental atualmente existentes na bacia dentro de suas respectivas programações e atividades;
- Estabelecer convênio e parcerias com as coordenações de educação ambiental das secretarias de educação municipais e estaduais, visando à inserção no planejamento destas atividades das informações, materiais e métodos desenvolvidos no escopo do PRH;
- Estabelecer convênio e parcerias com as coordenações das ações e projetos de educação ambiental não-formal e informal em execução na bacia visando a inserção no planejamento destas atividades das informações, materiais e métodos desenvolvidos no escopo do PIRH.

## **II. Metas**

Para o cumprimento dos objetivos propostos no PCS, são estabelecidas as seguintes metas, organizadas em Linhas de Ação:

**Quadro 9 – Metas do Programa de Comunicação Social.**

LINHA DE AÇÃO / METAS	PROCEDIMENTOS	INDICADORES
<p><b>Comunicação Social:</b>                      Informar a sociedade sobre o Plano de Recursos Hídricos, as etapas de sua implantação, o desenvolvimento dos programas e as ações implementadas.</p>	<p>Centralização do registro das ações, eventos e procedimentos da implementação do Plano de Recursos Hídricos                      Sítio eletrônico do Plano de Recursos Hídricos                      Cadastro dos públicos-alvo                      Elaboração e divulgação de informações (textos, imagens, peças de comunicação)                      Divulgação das atividades do Comitê da Bacia e as ações implementadas no sentido de implementar o Plano, gerando um relatório e boletim anuais, podendo contar com versão impressa para distribuição e digital disponibilizada na internet                      Apoio à preparação e divulgação de reuniões                      Desenvolvimento e operacionalização de sistema de avaliação sistemática através de formulário coletado com participantes dos eventos do Plano de Recursos Hídricos</p>	<p>Pesquisa de opinião pública com os públicos-alvo                      Contagem de acessos ao sítio eletrônico                      Relatório de verificação e atualização semestral do cadastro                      Peças de comunicação produzidas                      Registro audiovisual dos eventos                      Relatório dos resultados da avaliação dos participantes de eventos do Plano de Recursos Hídricos                      Relatório anual de atividades</p>
<p><b>Capacitação:</b> Apoiar os demais programas do PRH facilitando o aporte de informações, mobilizando os públicos-alvo e divulgando seus resultados.</p>	<p>Criar canal de comunicação interno reunindo coordenadores dos Programas e atores estratégicos                      Identificar demandas de informação e mobilização ajustadas para as atividades dos demais programas, especialmente as voltadas para públicos de usuários e produtores agropecuários                      Produzir e organizar eventos e processos de comunicação que facilitem, apoiem e aumentem a eficácia na mobilização e adesão dos públicos-alvo às ações</p>	<p>Sistemática de avaliação dos Programas nos eventos de discussão e apresentação de resultados.</p>
<p><b>Parcerias Institucionais para Educação Ambiental:</b>                      Estabelecer parcerias e convênios com instituições e órgãos responsáveis pela implementação de ações de Educação Ambiental na bacia.</p>	<p>Identificação e cadastramento das ações de educação ambiental existentes na bacia.                      Avaliação do perfil e das oportunidades de inserção dos temas de interesse do PIRH na programação de educação ambiental na bacia.                      Realização de parcerias e convênios com órgãos de governo responsáveis pela política de educação ambiental na bacia, bem como com instituições não-governamentais atuantes nesta área.                      Prospecção de ações de educação ambiental e atualização do cadastro.</p>	<p>Ações cadastradas                      Órgãos e instituições prospectadas                      Parcerias e convênios estabelecidos</p>
<p><b>Materiais e métodos.</b>                      Fornecer, qualificar, democratizar e disseminar informações ambientais relevantes para a gestão de recursos hídricos na bacia.</p>	<p>Elaborar os materiais e métodos voltados ao conteúdo relevante do PIRH para disponibilizar aos agentes promotores de ações de educação ambiental formal, não-formal e informal na bacia.                      Disponibilização no sítio eletrônico do PRH de materiais e orientações para a abordagem da temática de recursos hídricos no âmbito de ações de educação ambiental na bacia, em especial as não-formais e informais não atendidas diretamente pelos convênios e parcerias estabelecidas.</p>	<p>Materiais e métodos produzidos                      Relatório dos resultados da avaliação dos participantes de eventos do PRH</p>

### III. Procedimentos

O diagnóstico realizado levantou uma série de características que se apresentam como verdadeiros desafios ao Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental. Trata-se de uma região semi-árida e que tem suas atuais disponibilidades hídricas utilizadas no limite. Frente a esta realidade se impõem alguns temas estratégicos, tais como a racionalização do uso da água e a introdução de comportamentos mais compatíveis e ajustados a uma realidade hídrica de escassez.

De maneira geral, portanto, os temas estratégicos do Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental são os temas estabelecidos no próprio Programa de Ações do Plano de Recursos Hídricos. Tais temas estratégicos, contudo, poderão e deverão ser ajustados em termos de foco e de profundidade de abordagem a partir da discussão a ser realizada no âmbito do Comitê, por conta do processo de implementação do Plano de Recursos Hídricos.

Ainda em relação aos temas estratégicos, não se trata apenas de um procedimento ajustado à realidade e à necessidade dos processos de gestão implicados na execução de um Plano de Bacia, o qual exige articulação e envolvimento dos atores, mais do que um direcionamento burocrático das discussões. Trata-se antes de uma necessidade de desenvolver iniciativas inovadoras em uma região cuja capacidade de mobilização social é restrita e o desenvolvimento de uma rede institucional capaz de empreender a solução aos desafios é ainda incipiente.

Um Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental que se coloca diante desta situação, para aumentar sua eficácia e eficiência no atendimento dos objetivos do Plano de Recursos Hídricos, requer um grau elevado de flexibilidade para ajustar-se às demandas e especificidades do processo de implantação do Plano, especialmente no aproveitamento de oportunidades que venham a se apresentar, além do esforço de promover o desenvolvimento institucional na bacia.

Os limites operacionais e de autoridade dos Comitês de Bacia limitam muito a capacidade de desenvolvimento de ações que incrementem o capital social na bacia, embora deva contribuir de forma muito importante para isso no âmbito da gestão de recursos hídricos, através da proposição, apoio e divulgação de iniciativas nesta direção. Contudo, não está ao alcance do Comitê conter em seu escopo de atribuições uma linha consistente de ações de desenvolvimento institucional dos atores sociais na bacia, tarefa que cabe às instâncias políticas e institucionais voltadas especificamente para isso, tais como secretarias de desenvolvimento das instâncias de governo ou órgãos de fomento institucional.

Na perspectiva do aproveitamento de oportunidades de mobilização social que se apresentem na bacia no futuro, por conta da ação de órgãos e instituições apoiadas ou não nas ações do Comitê, é que se justifica um planejamento aberto e flexível que torne o Programa sensível ao ritmo e ao cronograma da efetivação do Plano de Recursos Hídricos, tendo em vista a complexidade e o grande número de ações que estarão em desenvolvimento.

Por ocasião da execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio

Verde Grande deverão ser discutidos e aprofundados os procedimentos a serem adotados para o cumprimento das metas e dos objetivos propostos neste Programa, considerando as demandas e contribuições dos atores sociais estratégicos que estarão integrados ao Plano, especialmente o Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande e os gestores do Sistema de Recursos Hídricos (ANA, IGAM e INGÁ).

São as seguintes as atividades previstas neste Programa, a serem detalhadas e avaliadas com a participação dos atores estratégicos:

- Detalhamento e discussão do Programa de Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos a ser realizada a partir da definição de responsável pelo Programa junto ao CBH.
- Desenvolvimento de conteúdos e manutenção do sítio eletrônico do PRH.
- Estruturação e atualização do cadastro de públicos-alvo, visando a segmentação do cadastro e estabelecimento de estratégias próprias para cada segmento: instituições na bacia (prefeituras, instituições governamentais e não governamentais); usuários da água (produtores, empresas); educadores.
- Identificação e cadastramento das ações de educação ambiental existentes na bacia, bem como prospecção de ações de educação ambiental e atualização do cadastro, e avaliação das oportunidades de inserção dos temas de interesse do PRH na programação de educação ambiental na bacia.
- Realização de parcerias e convênios com órgãos de governo responsáveis pela política de educação ambiental na bacia, bem como com instituições não-governamentais atuantes nesta área.
- Produção e divulgação de peças de comunicação (folder impressos e eletrônicos, notícias, audiovisuais, etc.) e de material didático para Educação Ambiental voltada para recursos hídricos.
- Registro e organização audiovisual dos eventos e do processo de implementação do Plano de Recursos Hídricos.
- Elaboração de pesquisa de opinião destinada a aferir o conhecimento que a população possui dos problemas da bacia, do Plano que está sendo executado, do Comitê e de seu papel na solução destes problemas. Através de levantamentos periódicos será possível aferir a evolução da percepção da sociedade acerca da problemática dos recursos hídricos e apontar aspectos relevantes para serem trabalhados e direcionados para ações do Comitê.
- Sistema de Avaliação Sistemática do Plano de Recursos Hídricos através de formulário de avaliação a ser preenchido por participantes dos eventos do Plano. Os resultados destes levantamentos servirão de contraponto ao Comitê para a realização suas avaliações e para o acompanhamento isento do resultado dos eventos realizados.

#### IV. Públicos-alvo

Foram identificados como públicos-alvo do Programa de Comunicação Social as instituições e segmentos relacionados a seguir:

1. **Comitê de Bacia Hidrográfica do rio Verde Grande:** não apenas os integrantes e responsáveis pelas instituições e setores representado no Comitê, mas também o público por eles representado (produtores, usuários, sociedade).
2. **Instituições e órgãos de governo** promotores e operadores das ações de educação ambiental formal, não-formal e informal na bacia, destacadamente as coordenações de educação ambiental das secretarias estaduais e municipais de educação.
3. **Instituições Governamentais e Não Governamentais:** prefeituras municipais; câmaras de vereadores; conselhos comunitários; agências governamentais; órgãos federais, dentre outros, nos municípios integrantes da bacia, associações e entidades representativas de caráter coletivo – sindicatos; cooperativas; associações de moradores; organizações não-governamentais de cunho ambientalista, dentre outros, atuantes nos municípios integrantes da bacia, que tenham interesse ou relação com a Gestão de Recursos Hídricos.
4. **População** residente nos municípios integrantes da bacia.

#### V. Atores Envolvidos

Este Programa será de responsabilidade do Comitê de Bacia Hidrográfica Verde Grande. Entretanto, caberá ao profissional responsável pela coordenação do Programa estruturar e desenvolver a rede de comunicação no âmbito interno da Gestão de Recursos Hídricos e com os órgãos gestores do Sistema de Recursos Hídricos.

Deverão ser estabelecidos convênios ou parcerias com instituições públicas ou privadas, especialmente com suas assessorias de comunicação, com vistas à construção de uma rede de comunicação com as instituições, órgãos, empresas e personalidades estratégicas para o Plano. Nesta rede, deverão ser abastecidos e orientados com informações os órgãos de comunicação e a imprensa na bacia, as quais mesclam seu papel de público-alvo e parceiro da melhoria da situação dos recursos hídricos na bacia.

#### VI. Recursos e Orçamento

##### 1. Recursos Humanos

A equipe técnica necessária à execução desta proposta, considerando o segmento operacional, de manutenção do sítio eletrônico e documentação é constituída conforme o Quadro a seguir.

**Quadro 10 – Equipe técnica necessária à execução do programa.**

Técnico	Quantidade	Atribuições
Coordenador do Programa	01	Responsável Coordenação Técnica e Executiva; seleção de equipe; elaboração de materiais explicativos e informativos; elaboração de relatórios de avaliação; articulação intra e inter programas; articulações institucionais e políticas.
Assessor de Comunicação	01	Atendimento e contato institucional; recebimento e encaminhando das demandas formuladas pela população e instituições; elaboração de materiais informativos específicos e peças de comunicação; elaboração de relatórios; atendimento das demandas de articulação entre os programas; articulações institucionais e políticas; promoção de reuniões junto ao público-alvo; divulgação e distribuição do material informativo; participação em eventos e registro audiovisual; manutenção de conteúdo do sítio eletrônico.
Educador Ambiental	01	Elaboração de materiais e métodos propostos; coordenação de workshops e oficinas; promoção e participação em reuniões junto ao público-alvo; participação em eventos; registro audiovisual; manutenção de conteúdo de educação ambiental do sítio eletrônico.

## 2. Recursos Materiais e Operacionais

- Estrutura de escritório com linha telefônica, conexão de banda larga, microcomputador, projetor, equipamento de amplificação de som, materiais de expediente.
- Veículo e custeio de deslocamentos na bacia.
- Contratação de serviços de produção e reprodução de materiais gráficos (verba).
- Contratação de serviços de pesquisa de opinião (verba).

## 3. Orçamento

**Quadro 11 – Orçamento do Programa.**

Equipe / recurso	Quantidade	R\$ mensal	R\$ ano
Coordenador do Programa	01	4.200,00	50.400,00
Assessor de Comunicação	01	2.100,00	25.200,00
Educador Ambiental	01	2.100,00	25.200,00
Sub-Total	03	8.400,00	100.800,00
Contratação de serviços gráficos	01	-	20.000,00
Contratação de pesquisa de opinião (a ser realizada a cada 03 anos)	01	-	7.000,00
Sub-Total	03	-	27.000,00
<b>Total anual</b>	-	-	<b>127.800,00</b>

Este programa prevê a contratação de profissionais dedicados em tempo integral às tarefas de comunicação social e educação ambiental, constituindo-se no principal item de custo do Programa. Neste sentido, a principal fonte de recursos para o Programa são verbas próprias.

Entretanto, é esperado como resultado das ações dos profissionais contratados para o Programa que a ação de Comunicação Social e Educação Ambiental sejam amplificadas através da adesão e da sinergia com a ação de outras instituições na bacia, entre as quais as prefeituras, instituições de ensino e outros órgãos com vinculação direta com o uso da água na bacia.

#### **VII. Inter-relação com outros Programas**

O Programa de Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos se articula com o conjunto dos Programas do Plano de Recursos Hídricos, em suas demandas de capacitação e comunicação, tanto com os públicos internos dos programas, quanto com a sociedade de maneira geral.

De maneira especial, o Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental estará vinculado de forma mais direta com os programas ou ações específicas dos programas que estiverem relacionadas aos públicos-alvo indicados anteriormente. Trata-se de um programa “meio” que deverá apoiar e desenvolver as condições para que os demais programas sejam mais eficientes.

#### **VIII. Cronograma**

Este programa inicia-se com a implementação do Plano de Recursos Hídricos e o acompanha até a plena implantação dos instrumentos de gestão na bacia, momento que será submetido a uma revisão.

#### **4. COMPONENTE 2: RACIONALIZAÇÃO DOS USOS E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA**

#### 4. COMPONENTE 2: RACIONALIZAÇÃO DOS USOS E CONSERVAÇÃO DE SOLOS E ÁGUA

Esta Componente apresenta 02 Programas e 05 Ações, detalhados a seguir.

##### 4.1. PROGRAMA 2.1. RACIONALIZAÇÃO DOS USOS

##### 4.1.1. Ação 2.1.1. Controle de Perdas no Abastecimento

###### I. Descrição da ação

Desenvolver a eficiência operacional dos sistemas de abastecimento de água das sedes urbanas na bacia do rio Verde Grande.

Avaliação do estado das redes, reservatórios e ligações domiciliares, quanto a vazamentos e dimensionamentos, controle de pressão e níveis, rapidez e qualidade dos reparos, gerenciamento quanto à repetição de falhas, seleção, instalação, manutenção, recuperação e substituição de tubulações. Desenvolvimento da gestão comercial, abrangendo softwares adequados, políticas de contenção da inadimplência, redução de fraudes, cadastros técnico e comercial, macromedição e micromedição. Qualificação da mão de obra envolvida na operação e manutenção. Implantação da cobrança pelos serviços onde esta não existir. Geofonamento de segmentos de redes onde se fizer necessário. Pode ocorrer também a necessidade da substituição de alguns segmentos de rede.

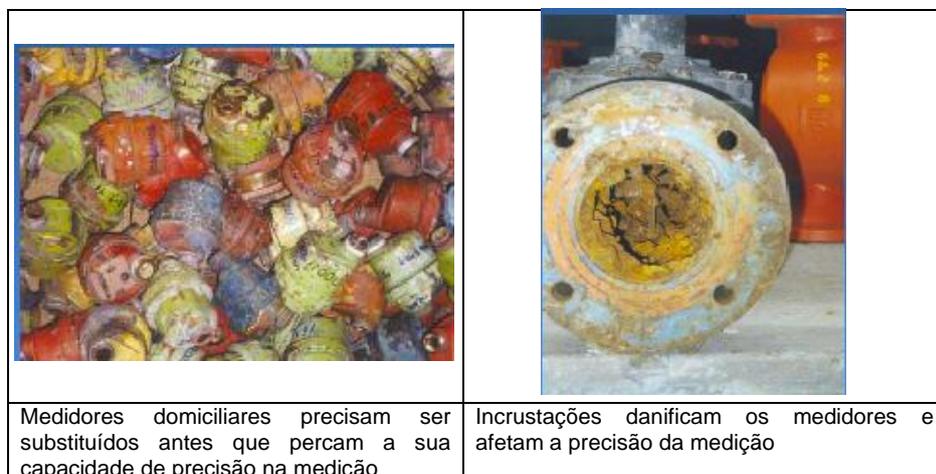


Figura 8 – Medidores inoperantes em sistemas de abastecimento público de água.

###### II. Objetivos

- Postergação de novos investimentos na ampliação dos sistemas de produção, adução e reservação de água;

- Melhoria do desempenho gerencial e operacional, especialmente energia elétrica;
- Redução da retirada de água bruta dos mananciais (benefícios ambientais);
- Redução dos custos a serem desembolsados com a cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Eliminação e gerenciamento das situações de conflito de uso, durante todo o ano, predominando os usos mais nobres;
- Aumento dos indicadores de saneamento ambiental para atendimento às exigências legais.

### **III. Metas**

Atingir até o ano de 2015 o patamar de 210 litros por ligação por dia e, até o ano de 2020, 200 litros por ligação por dia em todos os municípios da bacia.

### **IV. Localização e prioridades**

As ações serão desenvolvidas nos sistemas de distribuição de água das sedes municipais da bacia. As prioridades deverão ser para as cidades maiores e com indicadores mais altos, cujos impactos na redução dos consumos serão mais significativos. Serão previstos investimentos apenas nas localidades cujo indicador de perdas por ligação estiver acima de 200.

Dentre as 21 cidades que apresentaram seus dados ao SNIS, devem ser destacadas as duas seguintes com o referido indicador elevado: Montes Claros (373,99L/ligxdia) e Nova Porteirinha (372,78L/ligxdia). As demais 19 cidades apresentam este indicador com esta meta já atendida.

Todas as cinco cidades que não informaram ao SNIS estão consideradas como necessitando de intervenção: Gameleiras, Guaraciama e Mamonas em MG e Sebastião Laranjeiras e Urandi na BA.

### **V. Responsáveis**

Os responsáveis pela implantação das ações são os gestores dos sistemas que podem ser: Administração direta da Prefeitura, Autarquias municipais e concessionárias dos serviços.

### **VI. Recursos e Orçamento**

A variação de custos pode ser muito significativa dependendo do estado em que se encontram as instalações da infraestrutura e da gestão do sistema. No entanto, devido à insuficiência de dados, adotaremos para a elaboração do estudo, um valor médio de R\$ 3,00 por habitante, baseado em pesquisa no mercado de consultoria para tais serviços. Consideramos também necessário prever a substituição de 10% da rede existente. Este valor abrange o

levantamento do sistema, a partir dos cadastros existentes e a substituição ou manutenção de algum componente mais crítico. Em muitos casos será necessário alocar recursos adicionais cujos valores são impossíveis de prever no presente trabalho. Um exemplo são as cidades de Ipatinga e Coronel Fabriciano no vale do rio Doce, onde a COPASA está desenvolvendo um programa com esse objetivo no valor de R\$ 6 milhões. Em Montes Claros, o programa de perdas em andamento pela COPASA está orçado em R\$ 8 milhões, com uma previsão de substituição de trechos de redes e ligações na área central da cidade por tubulações modernas de PEAD (Polietileno de Alta Densidade).

A substituição de rede existente está orçada em uma média de R\$ 60,00 por metro linear, já incluídos os tubos, conexões e peças, inclusive seccionamento de trechos. Foi considerada uma proporção de 3,64 hab/ligação e 13,8 m de rede/ligação (Fonte: média do estado de Minas Gerais– SNIS 2006). Considerando todos os dados acima, o PRPA (Programa de Redução de Perdas de Água) chegará a um custo de R\$ 25,74 por habitante referente ao ano de 2007.

## VII. Cronograma

Apesar do grande impacto previsível para as cidades com indicadores de perdas elevados, algumas delas de grande porte, os investimentos podem se estender por vários anos. Desta maneira, na elaboração do cronograma consideramos uma distribuição de 70% dos investimentos entre os anos de 2011 até o ano de 2015 e 30% no período 2016/2020. Os investimentos estão relacionados no quadro a seguir, o qual está baseado na planilha do anexo relativo a Água e Esgoto.

**Quadro 12 – Investimentos necessários para a implementação dos Programas de Redução e Combate a Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água na bacia do Rio Verde Grande**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$		
		TOTAIS	2011-2015	2016-2020
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	8.117.220,00	5.682.054,00	2.435.166,00
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	0,00	0,00	0,00
	AG Alto Gorutuba	189.395,00	132.577,00	56.819,00
	MBG Médio e Baixo Gorutuba	134.517,00	94.162,00	40.355,00
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	0,00	0,00	0,00
	AVP Alto Verde Pequeno	160.798,00	112.559,00	48.239,00
	<b>Total MG</b>	<b>8.601.930,00</b>	<b>6.021.351,00</b>	<b>2.580.579,00</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	682.985,00	478.090,00	204.896,00
	<b>Total BA</b>	<b>682.985,00</b>	<b>478.090,00</b>	<b>204.896,00</b>
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>9.284.915,00</b>	<b>6.499.441,00</b>	<b>2.785.475,00</b>

Fonte: Anexo Água e Esgotamento Sanitário

#### **4.1.2. Ação 2.1.2. Aumento da eficiência uso da água na irrigação**

##### **I. Objetivo**

O objetivo deste programa é a redução do consumo de água pelo setor irrigação, porém mantendo uma margem de produção e um grau de segurança da atividade agrícola atrativos para o agricultor.

##### **II. Justificativa**

A agricultura irrigada considerada uma vocação natural da bacia, dadas as condições de clima e a ocorrência de solos aptos à irrigação. As propostas regionais de desenvolvimento desde a década de 70 do século passado incentivaram a irrigação, inicialmente com a construção de reservatórios públicos (Estreito, Cova da Mandioca e Bico da Pedra, além de obras de menor porte), passando para retiradas de água do rio São Francisco e distribuição por extensos canais de distribuição (Jaíba e Iuiú).

A irrigação é o setor com maior consumo de água na bacia. Os balanços hídricos por unidade de análise indicam déficits consideráveis atuais ou projetados em parte da bacia. Nestes balanços, observa-se um crescimento da atividade irrigada, sendo este prognóstico baseado na evolução recente do setor. Assim, pode-se esperar ou uma intensificação de conflitos pelo uso da água ou uma elevação da exploração da água subterrânea. O atual arranjo institucional não permite um controle eficaz da exploração da água subterrânea, o que pode gerar um comprometimento desta reserva, tanto em quantidade, quanto em qualidade.

Em países e regiões onde a demanda por água para irrigação é superior à oferta hídrica, a alteração das modalidades de irrigação, do plano de cultivo ou do volume de água utilizado para a irrigação são práticas correntes, que têm como objetivo a prevenção de conflitos pelo uso da água e a manutenção da atividade agrícola pelo maior número possível de agricultores.

Uma técnica que baseia-se na redução de volume de água é a irrigação deficitária, que consiste em uma aplicação de água com um volume menor do que aquele que permitiria a obtenção de uma evapotranspiração real igual à evapotranspiração potencial. Em áreas semi-áridas, onde a água de irrigação se constitui um fator limitante à produção agrícola, a utilização de irrigação com déficit permite maior retorno econômico do que a irrigação completa. Para aplicação da irrigação deficitária, é necessário que se conheça quais as conseqüências da redução da lâmina de água sobre o crescimento e produção das plantas.

A relação entre o déficit hídrico e a redução de produtividade, estando todos os outros fatores relacionados (adubação, tratamentos fitossanitários, insolação, etc.) plenamente atendidos pode ser estimada a partir da relação apresentada pela FAO (Serie de Riego y Drenaje de la FAO N° 33):

$$1 - \frac{Y_a}{Y_m} = k_y \left( 1 - \frac{ET_a}{ET_m} \right)$$

Na qual os valores Y significam a produtividade (a = estimada; m = máxima) e ET representam a evapotranspiração possível (a = permitida pelo fornecimento de água; m = máxima ou potencial). O coeficiente  $k_y$  expressa a proporcionalidade entre o déficit hídrico e a redução de produtividade em relação a um valor ótimo.

Os valores de  $k_y$  são obtidos por experimentos de pesquisa, sendo que os referenciais são apresentados pela FAO, órgão das Nações Unidas para a alimentação. Os valores de  $k_y$  para diversos cultivos são apresentados no quadro a seguir.

**Quadro 13 – Coeficientes estacionais de resposta da produtividade agrícola (Fonte: FAO, Boletim 33, Serie de Riego y Drenaje)**

Cultivo	Ky	Cultivo	Ky
Banana	1,2-1,35	Algodão	0,85
Cítricos	1,1-1,3	Sorgo	0,9
Uvas	0,85	Soja	0,85
Melancia	1,1	Feijão	1,15
Tomate	1,05	Cana de açúcar	1,2
Cebola	1,1	Girassol	0,95
Ervilha	1,15	Amendoim	0,70
Repolho	0,95	Milho	1,25

Adotando-se a banana como cultura referencial, verifica-se que como o coeficiente  $k_y$  é superior à unidade, uma redução de evapotranspiração gerada pela irrigação deficitária significará uma redução proporcionalmente maior da produtividade. Com um  $k_y$  igual a 1,2, a produtividade esperada é 20% superior à redução da evapotranspiração. Por isso, em situações de deficiência hídrica severa, o cultivo de banana, cítricos, milho, melancia, feijão e cana de açúcar não deve ser incentivado. Por outro lado, uva, algodão, sorgo, soja e amendoim são culturas com maior ganho relativo pelo uso da irrigação deficitária, ou seja, em caso de déficit hídrico, a redução da produtividade será proporcionalmente menor do que esta deficiência.

Assim, produtores que não tenham uma fonte hídrica confiável não devem receber recursos para implantação de culturas exigentes. Esta condição também deve ser aplicada para orientar os processos de outorga, evitando-se criar futuras situações de conflito.

No Brasil, a imposição de limitações ao plano de cultivo como instrumento de gestão hídrica não é uma prática conhecida, sendo o uso de planos de cultivo restrito à fase de planejamento, como referenciais para dimensionamento das estruturas hidráulicas.

Dentre as duas possibilidades restantes, a alteração das modalidades de irrigação é uma decisão do produtor que pode ser induzida por meio de

políticas de financiamento; a redução do volume de água outorgado não exige a alteração da modalidade de irrigação, mas um efetivo apoio técnico para a tomada de decisões ao longo da safra, devidamente respaldado em dados climatológicos confiáveis.

Os métodos de irrigação dos primeiros projetos eram superficiais, principalmente por sulcos. O avanço das técnicas de irrigação pressurizada e localizada, com redução dos custos dos equipamentos e instalações e melhoria do domínio de técnicas de manejo e operação, permitiu a conversão de parte das áreas irrigadas, gerando uma redução parcial das perdas de água, mas ainda há uma considerável margem de substituição de métodos. Os dados censitários de 2006 apresentam as áreas irrigadas e sua distribuição pelos diferentes métodos (inundação, sulcos, aspersão, pivô central, localizada) e uma categoria que engloba outros tipos de irrigação ou *molhação*.

As definições dos métodos de irrigação apresentados pelo IBGE são as seguintes:

- *Inundação* – consiste no nivelamento do terreno para alagamento ou inundação da área de cultivo de determinadas lavouras;
- *Sulcos* – consiste na condução e distribuição da água através de sulcos ou canais de irrigação localizados entre linhas de plantio das culturas;
- *Aspersão (pivô central)* – método no qual a área é irrigada por sistema móvel, constituído por uma barra com aspersores, que se movimenta em torno de um ponto fixo;
- *Aspersão (outros métodos)* – aspersores fixos e móveis, exceto pivô central;
- *Localizado (gotejamento, microaspersão, etc.)* – condução da água por tubos, sendo a sua distribuição feita gota a gota; e
- *Outros métodos de irrigação e/ou de molhação* – regas manuais utilizando mangueiras, baldes, latões, e outros métodos.

A distribuição dos métodos mostra uma participação restrita das modalidades superficiais (sulcos e inundação), sendo a aspersão e a irrigação localizada as modalidades predominantes, conforme apresentado na figura a seguir.

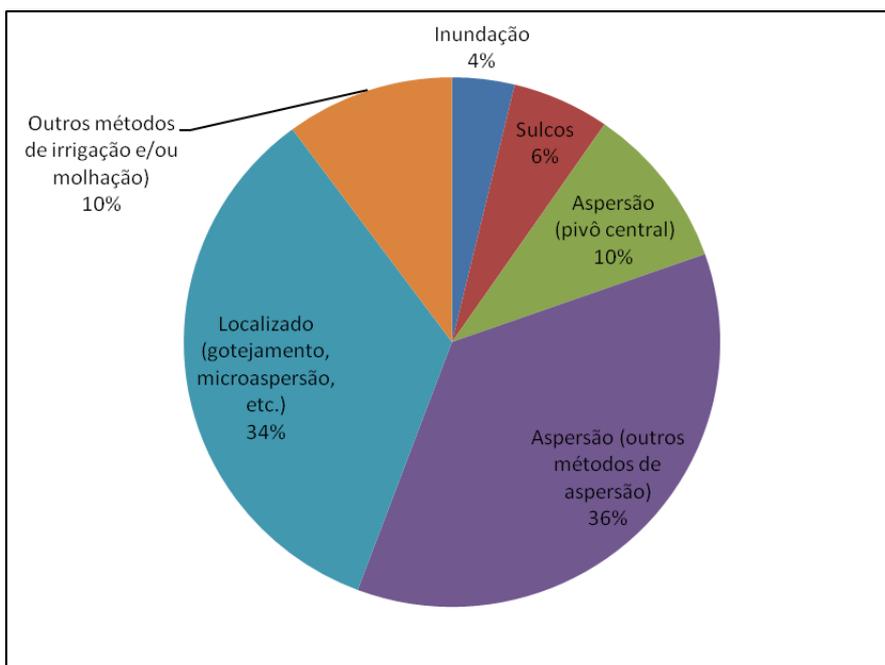


Figura 9 – Métodos de irrigação na bacia do rio Verde Grande – 2006.

Relacionando-se a área irrigada obtida pela análise da imagem de satélite e a distribuição dos métodos de irrigação da base municipal, estimou-se a distribuição dos métodos de irrigação por sub-bacia de planejamento, como demonstra a figura a seguir.

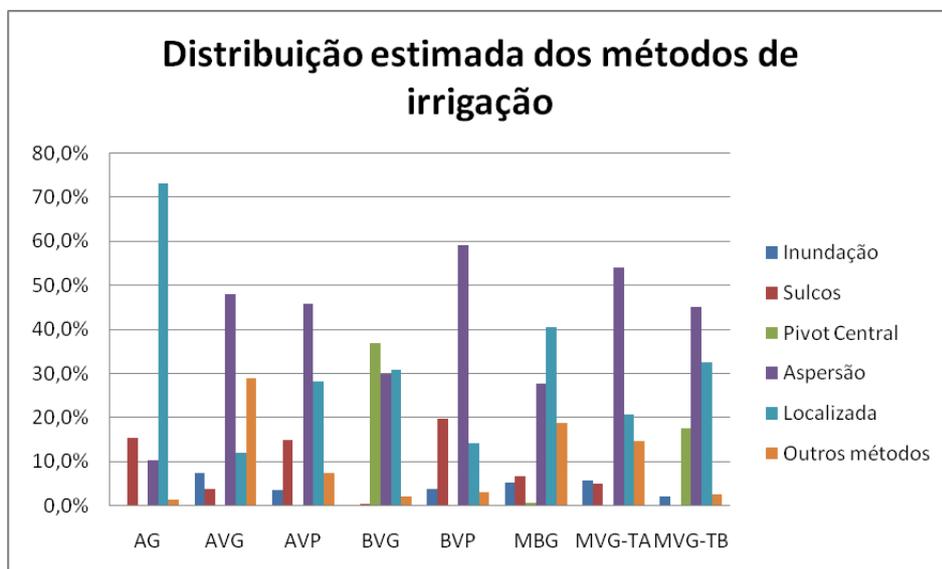


Figura 10 – Distribuição Estimada dos Métodos de Irrigação.

O uso de pivot central na bacia só é registrado nas subbacias Baixo Verde Grande e Médio Verde Grande Trecho Baixo. O uso de sulcos ainda persiste na maior parte das subbacias, com exceção das duas citadas anteriormente, indicando uma irrigação com caráter mais empresarial na BVG e na MVG-TB e mais familiar nas demais. A irrigação localizada é dominante no Alto Gorutuba, sendo que nas outras subbacias a aspersão é o método mais encontrado. O uso de outros métodos só merece destaque nas subbacias AVG, MBG e MVG-TA.

O programa foi concebido a partir dos dados do Censo Agropecuário do IBGE, ano 2006 e das informações geradas pelo SIG. O quociente da área irrigada pela soma das áreas de lavouras temporárias e permanentes permite avaliar a importância da irrigação em cada uma das sub-bacias.

**Quadro 14 – Quociente da área irrigada.**

Sub-bacia	Área irrigada/área lavouras
AVG	4,16%
MVG - TA	2,25%
AG	15,24%
MBG	2,28%
MVG - TB	9,52%
AVP	3,56%
BVP	6,11%
BVG	5,80%

Observa-se uma grande participação relativa da agricultura irrigada nas sub-bacias AG e MVG-TB, onde estão localizados os perímetros públicos de irrigação de Gorutuba e Jaíba.

A análise do consumo relativo atual de água na irrigação adotou valores referenciais consagrados de eficiência de irrigação para os diferentes métodos, sendo:

- Inundação – 45%
- Sulcos- 45%
- Aspersão- 75%
- Pivô central – 75%
- Localizada – 95%

Para os outros métodos de irrigação ou *molhação*, adotou-se um valor de 70%, visto que nesta situação não existem estruturas de distribuição que gerem elevadas perdas e que a água é lançada diretamente sobre a cultura.

Sobre cada área irrigada e considerando o método definido, aplicou-se um consumo líquido referencial arbitrário (10.000 m<sup>3</sup>). A partir disto, calculou-se o consumo bruto em cada sub-bacia a partir da divisão do produto consumo

arbitrário e área irrigada pela eficiência estabelecida. As áreas irrigadas foram retiradas do SIG e são apresentadas no Quadro a seguir.

**Quadro 15 – Área Irrigada por sub-bacia.**

<b>Sub-bacia</b>	<b>Área Irrigada (hectares)</b>
Alto Verde Grande (AVG)	573,00
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	4.388,50
Alto Gorutuba (AG)	6.746,46
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	10.638,33
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	7.386,55
Alto Verde Pequeno (AVP)	6.504,33
Baixo Verde Pequeno (BVP)	461,19
Baixo Verde Grande (BVG)	2.018,07
<b>TOTAL</b>	<b>38.716,42</b>

Estes dados, quando comparados com os do Censo Agropecuário de 2006, indicam um aumento da área irrigada de 29,6%. O quadro a seguir apresenta as áreas irrigadas por município e por sub-bacia, de acordo com o SIG, já excluindo os municípios que não apresentaram área irrigada (Gameleiras, Glaucilândia, Guaraciama, Ibiracatu, Jacaraci, Juramento, Malhada, Mamonas, Mortugaba, Palmas de Monte Alto e Varzelândia).

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 16 – Área Irrigada por município e por sub-bacia.

Município	Área irrigada Censo	Área na bacia	MBG	AVP	MVGT A	BVP	AG	MVGT B	BVG	AVG	Área irrigada SIG	Relação SIG/Censo
Capitão Enéas	423	100,0%	-	-	1.365,7	-	-	-	-	-	1.365,7	323,0%
Catuti	26	100,0%	209,3	-	-	-	-	-	-	-	209,3	820,9%
Espinosa	818	99,9%	-	841,1	-	17,4	-	-	-	-	858,5	105,0%
Francisco Sá	1 187	99,9%	-	-	198,8	-	-	-	-	337,5	536,3	45,2%
Gameleiras	476	99,9%	362,9	-	-	-	-	47,1	-	-	410,0	86,1%
Iuiú	161	64,9%	-	-	-	23,5	-	-	231,4	-	254,9	158,0%
Jaíba	7 479	73,4%	419,7	-	-	-	-	4.184,7	-	-	4.604,5	61,6%
Janaúba	2 733	100,0%	1.457,6	-	518,4	-	3.034,4	92,4	-	-	5.102,7	186,7%
Malhada	935	16,4%	-	-	-	-	-	-	530,0	-	530,0	56,7%
Matias Cardoso	3 469	81,4%	-	-	-	-	-	316,8	1.256,7	-	1.573,5	45,4%
Mato Verde	148	99,8%	1.193,5	-	-	-	-	-	-	-	1.193,5	808,9%
Mirabela	30	82,0%	-	-	338,1	-	-	-	-	-	338,1	1119,5%
Monte Azul	286	99,9%	1.433,5	24,4	-	-	-	-	-	-	1.457,9	509,9%
Montes Claros	1 605	63,7%	-	-	1.340,1	-	-	-	-	235,5	1.575,7	98,2%
Nova Porteirinha	3 301	100,0%	1.960,6	-	-	-	3.712,1	-	-	-	5.672,7	171,8%
Pai Pedro	87	100,0%	643,6	-	-	-	-	-	-	-	643,6	739,7%
Patis	4	99,8%	-	-	28,1	-	-	-	-	-	28,1	777,1%
Pindaí	293	35,3%	-	454,9	-	-	-	-	-	-	454,9	155,1%
Porteirinha	502	100,0%	2.184,8	-	-	-	-	-	-	-	2.184,8	435,5%
Riacho dos Machados	832	52,8%	134,6	-	-	-	-	-	-	-	134,6	16,2%

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Município	Área irrigada Censo	Área na bacia	MBG	AVP	MVGT A	BVP	AG	MVGT B	BVG	AVG	Área irrigada SIG	Relação SIG/Censo
São João da Ponte	220	99,1%	-	-	599,4	-	-	-	-	-	599,4	272,3%
Sebastião Laranjeiras	1 915	90,5%	-	2.578,5	-	420,2	-	-	-	-	2.998,7	156,6%
Serranópolis de Minas	93	82,2%	542,5	-	-	-	-	-	-	-	542,5	581,6%
Urandi	858	99,8%	-	2.605,4	-	-	-	-	-	-	2.605,4	303,6%
Verdelândia	1 983	94,1%	95,7	-	-	-	-	2.745,5	-	-	2.841,2	143,2%
Área total (ha)	30 936										38 716	

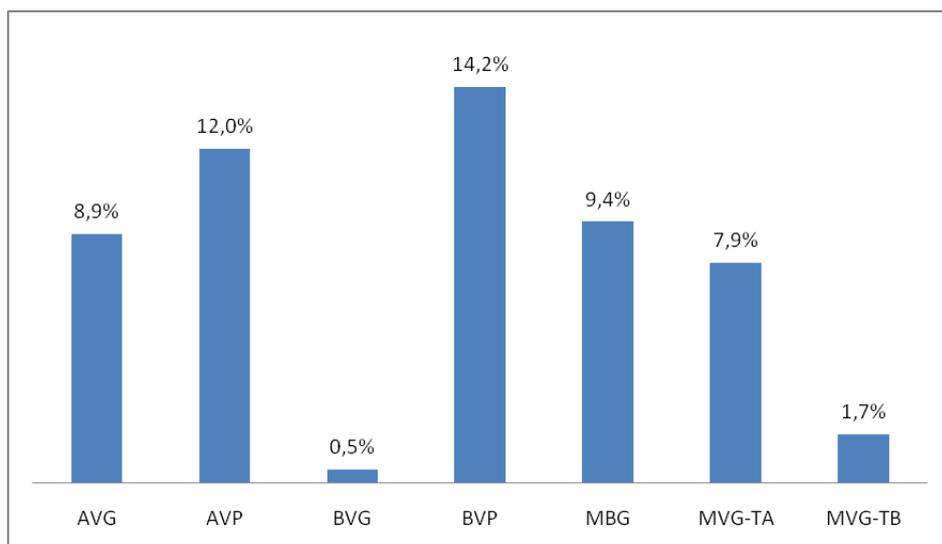
Com os dados do Censo Agropecuário de 2006, foi definida a distribuição dos métodos de irrigação para cada município, conforme apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 17 – Distribuição dos Métodos de Irrigação por município.**

Município	Inundação	Sulcos	Pivot Central	Aspersão	Localizada	Outros métodos
Capitão Enéas	0,0%	0,0%	0,0%	91,0%	8,4%	0,6%
Catuti	0,0%	0,0%	0,0%	82,4%	0,0%	17,6%
Espinosa	4,2%	4,4%	0,0%	40,1%	26,6%	24,7%
Francisco Sá	0,5%	0,0%	0,0%	57,5%	7,0%	35,0%
Gameleiras	89,1%	0,0%	0,0%	4,1%	3,6%	3,2%
Iuiú	0,0%	0,0%	0,0%	85,2%	0,0%	14,8%
Jaíba	2,7%	0,1%	12,3%	62,1%	21,9%	0,9%
Janaúba	0,0%	0,4%	0,0%	14,6%	82,7%	2,4%
Malhada	0,0%	1,6%	84,5%	13,5%	0,0%	0,5%
Matias Cardoso	0,0%	0,1%	23,6%	26,5%	49,4%	0,4%
Mato Verde	7,7%	10,8%	0,0%	63,0%	4,6%	13,8%
Mirabela	0,0%	26,2%	0,0%	44,7%	13,2%	15,9%
Monte Azul	10,0%	2,4%	0,0%	43,8%	7,8%	35,9%
Montes Claros	17,2%	9,4%	0,0%	34,2%	19,1%	20,0%
Nova Porteirinha	0,0%	27,5%	0,0%	6,7%	65,2%	0,5%
Pai Pedro	0,0%	0,0%	0,0%	13,2%	18,7%	68,1%
Patis	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
Pindaí	0,0%	0,0%	0,0%	76,3%	0,0%	23,7%
Porteirinha	0,0%	0,4%	0,0%	19,7%	61,7%	18,1%
Riacho dos Machados	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	0,0%	98,2%
São João da Ponte	3,7%	0,0%	0,0%	50,0%	8,4%	37,9%
Sebastião Laranjeiras	4,1%	21,6%	0,0%	58,5%	14,4%	1,4%
Serranópolis de Minas	0,0%	0,0%	0,0%	44,2%	7,5%	48,3%
Urandi	3,3%	14,3%	0,0%	30,1%	47,4%	5,0%
Verdelândia	0,0%	0,0%	25,9%	23,1%	45,7%	5,3%

Com esta distribuição e com as áreas irrigadas por sub-bacia, definiu-se a área por método e por sub-bacia. Sobre estes valores, fez-se a comparação de um novo volume referencial que seria observado se os métodos de inundação, sulcos e outros fossem substituídos pela aspersão convencional ou por pivôs centrais, mantendo-se a irrigação localizada como registrada no Censo.

Os valores obtidos são apresentados no gráfico a seguir:

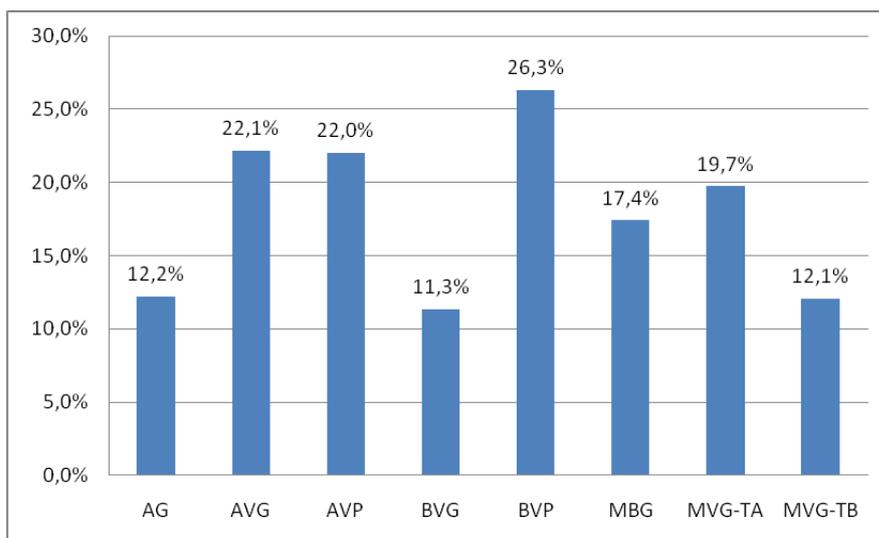


**Figura 11 – Redução do consumo de água na irrigação por substituição de métodos superficiais por aspersão.**

As sub-bacias BVG e MVG-TB não apresentariam reduções significativas de consumo com a substituição dos métodos, indicando uma pequena participação dos métodos superficiais. As sub-bacias AVP e BVP, ao contrário, apresentariam uma redução do consumo de água superiores a 10%. No geral, esta substituição resultaria em uma economia global de 8,1%.

Outra simulação foi realizada com a substituição de todas as modalidades por métodos localizados (micro-aspersão e gotejamento), que apresentam a maior eficiência. Adotaram-se duas eficiências uniformes para a irrigação localizada, independente de ser micro-aspersão ou por gotejamento.

A primeira eficiência considerada é de 90%, sendo este um valor mais conservador.

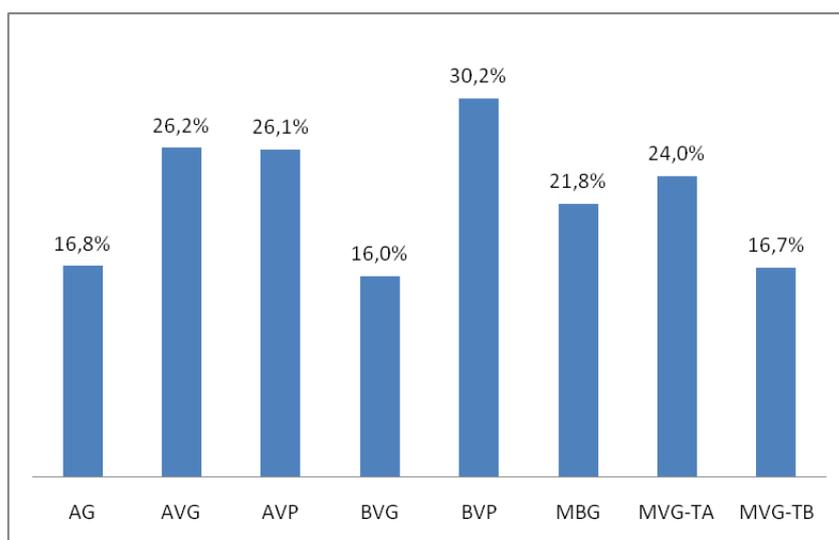


**Figura 12 – Redução no consumo de água na irrigação por substituição plena por métodos localizados – eficiência de 90%.**

Nesta situação, todas as sub-bacias apresentariam reduções importantes do consumo de água, sempre superiores a 11%. O destaque fica com as sub-bacias AVG, AVP e BVP, com mais de 20% de redução do consumo. Junto com as sub-bacias MBG e MVG-TA, que têm reduções de cerca de 18% do consumo, constitui-se em uma área prioritária para a implantação do programa.

As sub-bacias BVG, AG e MVG-TB, que têm uma maior participação relativa da irrigação em relação à área total de lavouras apresentarão uma redução menos significativa (entre 11,3 e 12,2%), indicando que nestas há uma maior adoção de métodos localizados de irrigação. Para a totalidade da bacia, esta redução seria de 16,6%.

Na segunda simulação, adotou-se o valor referencial de 95% de eficiência para uma adoção plena de métodos localizados (gotejamento e micro-aspersão).



**Figura 13 – Redução no consumo de água na irrigação por substituição plena por métodos localizados – eficiência de 95%.**

Neste caso, todas as sub-bacias têm uma redução de consumo superior a 16%, sendo que a BVP atinge 30,2% de economia. No total, a redução do consumo seria de 21,0%.

### III. Procedimentos

O Programa de Uso Eficiente da Água na Irrigação constitui-se, basicamente, de estratégias de difusão tecnológica, capacitação técnica e divulgação de linhas de financiamento para aquisição de equipamentos e instalação de sistemas de irrigação.

#### 1. Difusão tecnológica

A difusão tecnológica é uma das ações relacionadas com a assistência técnica ao produtor rural. Ela se constitui no meio pelo qual os resultados das pesquisas chegam aos produtores após serem validadas. As estratégias básicas são a realização de palestras, dias de campo, implantação de parcelas demonstrativas, programas de rádio e televisão, publicação de manuais, cartilhas, folders, entre outras.

Definida uma linha de financiamento para a substituição de métodos de irrigação, o serviço de assistência técnica e extensão rural deve preparar uma série de eventos de divulgação sobre os métodos financiados, destacando os benefícios de sua adoção, o preparo do produtor para assumir o controle destas estruturas, com treinamento e qualificação de mão de obra, e formas de controle e registro do consumo de água, energia e resultados da produção agrícola irrigada. Estas informações serão utilizadas para a apresentação dos métodos adotados e para a avaliação dos resultados obtidos, além de serem indicadores da efetividade da qualificação dos produtores irrigantes.

O Programa é composto das seguintes etapas:

- a. Diagnóstico específico – nesta etapa, deve ser realizado um diagnóstico específico sobre a irrigação na bacia, identificando e descrevendo as modalidades encontradas, as formas de manejo e controle da irrigação, tipo, tempo de uso e condições dos principais equipamentos, as formas de planejamento e execução da rega, a capacitação dos operadores dos sistemas de irrigação, a assistência técnica para a produção e para a irrigação recebida, acesso a linhas de crédito agrícola, capacidade de investimento, entre outras informações necessárias para a execução das etapas seguintes. Este diagnóstico deve ser realizado em toda a bacia, priorizando os municípios utilizados para a formulação do programa. Com o auxílio das empresas de assistência técnica, o diagnóstico poderá ser realizado de forma amostral para cada sub-bacia ou município selecionado. Nesta etapa, o registro confiável das informações é fundamental para a continuação do programa e de seu processo de monitoramento e avaliação.
- b. Seleção dos métodos e das áreas prioritárias – os métodos de irrigação a serem analisados e as áreas ou sub-bacias prioritárias devem ser definidos sobre o diagnóstico específico, de forma a cobrir os métodos predominantes e as priorizar sub-bacias na qual a redução de consumo seja mais importante para a solução ou prevenção de conflitos, atuais e futuros.
- c. Implantação de unidades demonstrativas – nas sub-bacias priorizadas, devem ser instaladas unidades demonstrativas que permitam expor aos agricultores e técnicos extensionistas as melhores formas de proceder a irrigação. Estas unidades devem apresentar a irrigação das culturas predominantes na região e os métodos de irrigação mais eficientes. Métodos superficiais devem ser implantados apenas para avaliar o nível de perda de água ou para comparação de eficiência entre métodos. Para cada método, devem ser registrados os volumes aplicados, as perdas por percolação, a estimativa de perda por evaporação direta, as datas e épocas das regas, as condições das culturas e do clima nestas datas, as quantidades de insumos e serviços utilizadas, as quantidades colhidas e a qualidade da produção. Os dados obtidos devem ser analisados em conjunto com dados climatológicos que permitam a estimativa da evapotranspiração pelo método de Penman-Monteith, preconizado pela FAO. A aplicação da equação necessita de informações climatológicas específicas. A obtenção dessas informações exige a implantação de estações climatológicas mais completas, sendo que cada unidade demonstrativa deve possuir uma.

No caso da irrigação deficitária, é importante manter-se o registro confiável da quantidade de água aplicada na cultura, o que é prejudicado pelas características do avanço da água nos sulcos de irrigação e nos métodos de inundação. Para as parcelas demonstrativas da irrigação deficitária é importante a implantação de tratamentos diferenciados, que permitam a avaliação do déficit

hídrico nas diferentes fases do ciclo das culturas. Portanto, para as culturas anuais devem ser previstos no mínimo sete tratamentos: com irrigação plena em todo o ciclo (1), com deficiência na época de semeadura ou plantio (2), crescimento vegetativo (3), florescimento (4), formação de grão ou fruto (5), maturação (6) e sem irrigação em todo o ciclo (7). Para as culturas permanentes, o número de tratamento pode ser reduzido a cinco ou seis, com a supressão dos tratamentos (2) e/ou (3).

- d. Implantação do serviço de informações climatológicas para irrigação – a aplicação eficiente de água na irrigação pressupõe o fornecimento hídrico nas quantidades suficientes para compensar a redução da quantidade de água facilmente disponível às culturas, de forma geral, e da aplicação da quantidade que resulte em um ganho marginal positivo, no caso da irrigação deficitária. Para qualquer uma das duas situações, os irrigantes devem contar com uma orientação geral sobre épocas e quantidades a serem aplicadas. Serviços de orientação sobre irrigação já se encontram no Brasil e podem fornecer informações genéricas ou específicas a cada produtor. Neste caso, as informações podem ser enviadas pela internet de forma antecipada, determinando o volume a ser aplicado e as respectivas datas. No caso de uma informação genérica, as informações podem ser transmitidas por programas de rádio de frequência semanal.
- e. Implantação do programa de treinamento e qualificação – a irrigação deficitária exigirá uma qualificação dos técnicos de extensão rural, pois o manejo equivocado desta técnica pode gerar perdas importantes de quantidade e qualidade, desestimulando os produtores a adotarem. Um fator preocupante é a baixa cobertura dos serviços de assistência técnica da região, como mostra a figura a seguir.

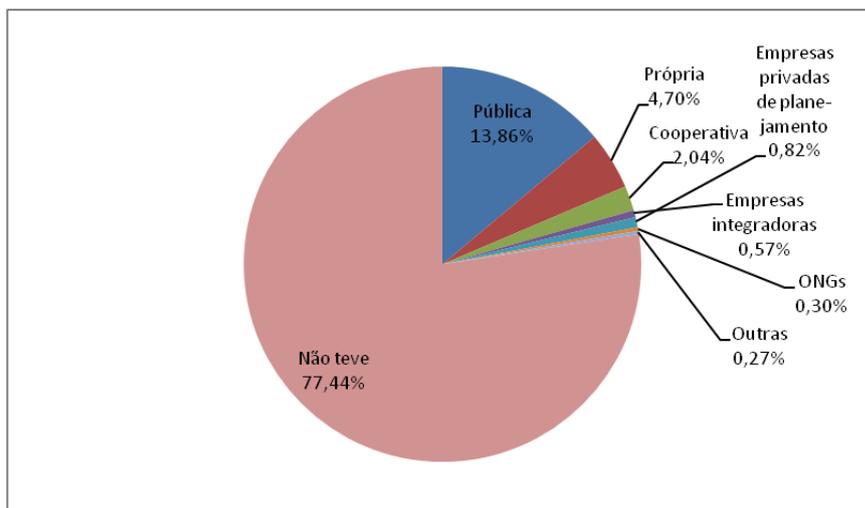


Figura 14 – Origem da Assistência técnica – 2006.

A assistência técnica organizada corresponde a pouco mais de 15%, quando considerado o conjunto de órgãos públicos e cooperativas.

De acordo com o IBGE, as formas de assistência técnica pesquisadas têm a seguinte definição:

- *Governos federal, estadual ou municipal* – quando prestada por técnicos de órgãos governamentais, como Embrapa, Universidades, Secretarias de Agricultura, Empresas de Extensão Rural como Emater e outras;
- *Própria ou do próprio produtor* – quando prestada por técnico, pessoa física ou consultor, contratado pelo produtor ou quando a pessoa que administra o estabelecimento, produtor ou administrador, possuir habilitação técnica ou formação profissional legalmente autorizada a prestar assistência às atividades desenvolvidas no estabelecimento;
- *Cooperativas* – quando prestada por técnicos habilitados de cooperativas, desde que o produtor não tivesse contrato de integração com os mesmos;
- *Empresas integradoras* – quando prestada por técnicos habilitados de empresas com as quais o produtor tivesse contrato de integração;
- *Empresas privadas de planejamento* – quando prestada por técnicos de empresas contratadas pelo produtor; e
- *Organização não-governamental - ONG* – quando prestada por técnicos de organizações não-governamentais.

Assim, verifica-se que qualquer programa que dependa de difusão técnica necessitará de fortalecimento do serviço de extensão rural, seja ele permanente ou específico para o horizonte do programa, o que é mais coerente com o propósito. Propõe-se que um serviço adicional de ATER seja implantado, com a finalidade de divulgar as técnicas e capacitar os técnicos atuantes na região para, a partir de um efeito multiplicativo, haja a correta e efetiva difusão das práticas de uso eficiente de água para irrigação.

- f. Concepção de uma linha de crédito – a substituição de sistemas de irrigação superficial por aspersão ou por irrigação localizada necessitará de recursos a serem captados pelos produtores rurais em condições acessíveis. Com a estabilização da economia, o setor primário tem demonstrado uma maior capacidade de investimento, recorrendo a linhas de financiamento com taxas de juros diferenciadas. Em um levantamento realizado junto a produtores rurais, bancos e fornecedores de máquinas e equipamentos, durante uma feira agropecuária, obteve-se uma resposta unânime quanto às possibilidades de ampliação da aquisição de equipamentos mais modernos para a irrigação, que

é a dilatação do prazo de pagamento e do período de carência, sendo que os outros fatores questionados (taxa de juros, garantias, capacidade técnica) foram considerados suficientes. A concepção de uma linha de crédito a ser ofertada por órgãos públicos de fomento ou mesmo a partir de recursos oriundos da cobrança pelo uso da água serão tratadas nesta etapa.

- g. Divulgação de resultados – após a implantação e operação das parcelas demonstrativas, os resultados obtidos deverão ser divulgados através de eventos e atividades específicas. A programação destas atividades deve considerar o calendário agrícola da região, evitando a competição com outros eventos de interesse dos produtores. Os materiais de divulgação e os meios de comunicação serão selecionados de acordo com a avaliação do público-alvo, necessitando de uma pesquisa preliminar para suportar esta decisão.
- h. Monitoria e avaliação – o programa deverá ser monitorado constantemente, como meio de garantir a melhor aplicação dos recursos disponibilizados e a eficácia das ações propostas. O processo avaliativo será concebido para medir a efetividade do programa em um horizonte de cinco anos e preparar uma avaliação de impacto para um horizonte de dez anos.

#### **IV. Resultados esperados**

Como resultado deste programa, espera-se uma redução do consumo da água na área atualmente irrigada da ordem de 20% em média e em termos de volume utilizado na irrigação, em um período de 5 anos após a sua implantação.

#### **V. Atores envolvidos**

Pela natureza do programa, os atores envolvidos são, basicamente, de três origens:

- Produtores agrícolas que utilizem a irrigação;
- Técnicos dos serviços de ATER;
- Gestores dos perímetros públicos de irrigação.

Estes atores são independentes (produtores e parte dos técnicos de ATER) ou vinculados a alguma organização (órgãos públicos, empresas de ATER e cooperativas e associações de irrigantes). Para elevar a eficiência do programa nos primeiros anos, os esforços iniciais devem ser dirigidos às organizações, para, após adquirir um volume maior de informações locais, ter um maior domínio sobre as parcelas demonstrativas e já possuir resultados práticos, passar a atender o público independente.

Uma parceria a ser considerada é com os órgãos de pesquisa estaduais, com a EMBRAPA e com as universidades atuantes na região, como forma de

qualificar o trabalho investigativo e ampliar as formas de divulgação dos resultados e otimização da aplicação dos recursos.

## VI. Orçamento

A realização do diagnóstico e da seleção dos métodos e das áreas prioritárias é uma atividade típica de planejamento. Serão necessárias informações atualizadas, que podem ser obtidas com a revisão e confirmação dos dados censitários. Para estas atividades, considerando-se a totalidade da bacia, são previstos recursos de R\$ 50.000 (cinquenta mil reais) e um prazo de três meses. A implantação de unidades demonstrativas e do serviço de informações climatológicas necessitará de um recurso de investimento e de recursos para a operação e manutenção destas estruturas, devendo-se também considerar a possibilidade das mesmas serem operadas por técnicos dos serviços de ATER. O valor de investimento de cada parcela demonstrativa foi estimado em R\$ 50.000,00 (cinquenta mil reais), considerando uma área irrigada de 0,5 hectare. O valor de cada estação climatológica digital, com o uso de *data loggers* para o registro e armazenamento de dados e placa solar para alimentação, foi estimado em R\$ 25.000 (vinte e cinco mil reais).

Para estruturar o sistema de divulgação das informações, foram considerados os custos relacionados a três computadores, impressoras e mobiliário, somando um custo de R\$ 20.000. A manutenção de cada unidade demonstrativa é estimada em R\$ 25.000 anuais. Para cada estação, a operação e a manutenção foram orçadas em R\$ 1.500 anuais. A manutenção do serviço de informações climatológicas e de divulgação dos resultados necessitará de técnicos e despesas para viagens, sendo considerado um valor global de R\$ 600.000 anuais.

Propõe-se a instalação de 10 unidades demonstrativas acompanhada de uma estação climatologia. Com isto, o valor de implantação será igual a R\$ 770.000. O custo de manutenção e operação soma R\$ 865.000 anuais.

A implantação de um programa de treinamento e qualificação deverá considerar um prazo de execução de dois anos, visando atender a maior parte dos técnicos extensionistas. Para isso, prevê-se a contratação de um serviço específico, com experiência em agricultura irrigada, cujo valor foi considerado como R\$ 360.000 anuais, totalizando R\$ 720.000.

A concepção de uma linha de crédito é uma tarefa isolada, cujo valor de contratação foi estimado em R\$ 40.000, com prazo de execução de dois meses.

A monitoria e avaliação do programa deve ficar a cargo de equipe especializada, cujo valor de contratação foi estimado em R\$ 240.000 anuais, sendo previsto o acompanhamento mínimo durante os primeiros cinco anos.

## VII. Cronograma

O Programa deve ser instalado em curto prazo, dada a importância do consumo hídrico da irrigação. No primeiro ano, devem ser executadas as atividades de diagnóstico, seleção de áreas e métodos, concepção da linha de

crédito e implantação das estruturas demonstrativas e de coleta e divulgação dos resultados. Esses serviços devem ser mantidos de forma ininterrupta por cinco anos, sendo necessário avaliar a pertinência de sua continuidade após este período.

#### **4.1.3. Ação 2.1.3. Otimização da Operação dos Reservatórios**

##### **I. Descrição da Ação**

Melhorias operativas nos reservatórios existentes, sobretudo os com maior capacidade de regularização;

Apoio à capacitação de produtores e substituição de equipamentos.

##### **II. Objetivo**

O programa visa reduzir as perdas na acumulação e na distribuição de água nos perímetros coletivos de irrigação atendidos por reservatórios na bacia do rio Verde Grande.

##### **III. Justificativa**

No âmbito da bacia do rio Verde Grande, três reservatórios de grande porte merecem destaque: Bico da Pedra, Estreito e Cova da Mandioca. Estes reservatórios estão vinculados a projetos de irrigação (Gorutuba e Estreito), sendo operados pelos Distritos de Irrigação (DIG e DIPE, respectivamente), por concessão da CODEVASF. O nível de perdas e de falhas registradas por estes sistemas é elevado, o que reduz tanto a área irrigável por cada um deles, como a segurança do fornecimento de água aos irrigantes e a produtividade das culturas.

A operação dos reservatórios é parte da gestão da irrigação, que por sua vez engloba a gestão do sistema de canais, de responsabilidade do Distrito, e do manejo da água dentro da parcela, de responsabilidade do irrigante. Neste sistema, existem três níveis de perdas:

- Perdas nos reservatórios, correspondentes à evaporação direta, às vazões escoadas pelos vertedores e às eventuais fugas de água nas tomadas de água ou por infiltração;
- Perdas no sistema de distribuição, originadas por evaporação direta dos canais, infiltração ao longo do sistema, vazamentos em canais elevados, vazamentos em adutores, extravasamento pelos vertedores laterais dos canais e extravasamento no final dos canais;
- Perdas na parcela irrigada, mensuradas pela eficiência de irrigação, correspondentes à parcela da água que foi aplicada ao terreno e que não é utilizada pela planta ou para a lavagem profunda de saís.

Parte destas perdas não pode ser evitada, como as perdas por

evaporação direta ou as infiltrações ao longo das margens dos reservatórios. As outras, no entanto, podem ser reduzidas de forma significativa pela implantação de uma gestão mais eficiente. Segundo a CODEVASF, a eficiência no sistema de distribuição do projeto Gorutuba é de 57%, indicando que quase a metade da água liberada pelo reservatório não é entregue aos irrigantes.

Esta alteração dos processos de gestão, já observado em outras partes do mundo nas quais há sistemas coletivos de irrigação, é comumente denominada de modernização de perímetros irrigados. Nesta modernização, são identificados os pontos críticos dos sistemas de acumulação e distribuição, tanto no sentido da infraestrutura física, como da forma de gerir a distribuição da água reservada aos irrigantes. Estes, por sua vez, passam a ter um controle maior em relação ao volume entregue, o que gera uma busca pela maior eficiência de irrigação dentro da parcela. Neste caso, a qualidade do serviço de distribuição é elevada, sendo acompanhada por uma correta valoração da água distribuída, com a definição de bônus e multas para os usuários mais ou menos eficientes do que a meta determinada pelo Distrito de Irrigação.

No caso específico do projeto Estreito, que é dividido em quatro partes e abastecido pelos reservatórios do Estreito e da Cova da Mandioca, há um histórico de falhas de abastecimento. Estas falhas limitam a ocupação da fase IV do projeto e geram problemas aos irrigantes já instalados, resultando em ociosidade da infra-estrutura parcelar instalada e perda de produção.

As soluções possíveis para o Estreito são:

- fazer a gestão da oferta, ampliando o volume armazenado, recuperando águas drenadas ou complementando o volume disponibilizado através do uso da água subterrânea;
- fazer a gestão da demanda, através de restrição da liberdade dos irrigantes no uso da água disponibilizada no sistema de canais, tanto em volume como em tempo de uso;
- fazer a gestão da distribuição, adotando lógicas menos flexíveis de condução de água pelo sistema de canais ou práticas mais eficientes de distribuição, com controle de vazão;
- fazer uma gestão combinada, com a adoção de duas ou três possibilidades apresentadas acima.

A primeira opção pode ser concretizada pela implantação de mais reservatórios a montante do perímetro, como o de São Domingos, capaz de atender, de forma isolada, uma pequena área irrigada, ou através da transposição de águas do rio São Francisco a partir do sistema de distribuição previsto para o projeto Iuí. Também pode adotar o bombeamento de águas subterrâneas diretamente para o sistema de distribuição, mas deve-se considerar o risco de salinização com o uso de águas calcárias. Observa-se, no entanto, que a gestão da oferta não gerou, nos projetos de irrigação de outros países e em outras épocas, um aumento da eficiência do uso da água.

A gestão da demanda aparece como a alternativa mais eficaz de solução de problemas de abastecimento de perímetros irrigados. A restrição de utilização de água em volume e em tempo significa reduzir o grau de liberdade dado ao irrigante. Embora esta possibilidade seja naturalmente antipática e

contrária ao interesse do irrigante, ela resulta em clara economia de água.

Uma possibilidade é alterar o método de distribuição, seja nos canais secundários e terciários, seja nos canais principais. O método adotado no cotidiano dos perímetros irrigados no Brasil é, predominantemente, de **livre demanda** (Efertz, 1983). Por este método, o gestor não limita, ao menos severamente, a demanda do agricultor, que passa a ser dependente apenas da capacidade de transporte dos canais e da tomada de água parcelar. Assim, no momento em que o irrigante necessita de água, basta solicitar ao canaleiro, que executará as manobras necessárias para atender esta solicitação.

No caso do Gorutuba, o projeto de modernização cita, literalmente, que *a obra permitirá ainda, a mudança do atual sistema de operação, feito partir da demanda parcelar controlada à jusante, por demanda livre permitindo maior flexibilidade ao irrigante na sua operação parcelar de irrigação, assim como ao Distrito, no controle da água em nível parcelar.*

O método de **rotação** ou **por turnos** consiste em fornecer a água por turnos a diferentes setores do sistema de irrigação. O princípio deste método (Poirre e Ollier, 1965) é *a água chegar aos proprietários apenas em intervalos determinados, em um tempo reduzido, mas de modo a entregar a cada parcela apenas e exatamente o volume definido.* Com isto, as vazões conduzidas pelos canais são maiores, bem como às que são entregues às parcelas de irrigação. Isso torna mais eficaz o trabalho do irrigante, facilitando a distribuição da água na parcela, evitando desperdícios e o excesso de umidade nos terrenos junto aos canais. Porém, necessita de certa disciplina e submissão a um plano de distribuição previamente estabelecido, o que afeta a independência do irrigante.

Os irrigantes inicialmente mostram relutância em aceitar o método de rotação, porém logo se convencem da sua utilidade. Para os gestores do sistema, o método da rotação tem mais dificuldades operacionais do que o de fornecimento contínuo, pois exige um estudo criterioso dos horários de rega e programação dos canais que serão atendidos. O método permite que se substitua o controle de vazão por um controle de tempo de distribuição, muito mais fácil de medir e controlar, partindo-se da hipótese de que é possível manter constante a vazão calculada.

A rotação é observada principalmente nos canais de menor hierarquia, com menos frequência nos canais secundários e excepcionalmente nos canais primários. Ainda há que considerar-se que os canais sofrem um processo de enchimento e esvaziamento constante, o que provoca uma maior perda por infiltração em comparação com o método de distribuição contínua, no qual as valas sempre estariam com água.

Entre estes dois métodos possíveis, existem variações ou outras lógicas de distribuição, com diferentes graus de limitação ao uso da água, assim como diferentes formas de controle e comando da distribuição da água no sistema de distribuição. Como o sistema de distribuição do projeto Estreito já existe, as opções de controle e comando são limitadas, pois dependem da capacidade dos canais em armazenar água entre dois reguladores distintos. No caso do Estreito, com canais de bermas paralelos ao fundo do canal, não podem ser adotados os controles por jusante nem o bival, sobrando apenas o controle por montante.

A forma de executar este controle pode ser alterada, desde que implantado um sistema autônomo de controle, que permita transformar, através de algoritmos, as informações de aberturas dos controladores (normalmente, comportas transversais) e dos níveis de canais em vazão. A partir desta informação, o sistema autônomo permitirá uma distribuição mais eficiente de água, atendendo a uma programação estrita.

O volume de água a ser fornecido a cada irrigante em cada instante pode ser definido a partir de funções de rentabilidade econômica.

Estas equações de maximização de lucro são distintas para as situações onde a água é o recurso limitante e onde a terra é o limitante para a produção agrícola.

No caso da água **ser** o fator limitante, o ganho do produtor é expresso não mais por hectare, mas em termos globais, a partir da inclusão da variável área:

$$I(w) = [p_y y(w) - p_w w - cw(w|x, z) - cn(x, z)]A$$

A variável área (A) pode ser substituída pela razão entre o total de água aplicado (W, m<sup>3</sup>/ano) pelo consumo unitário w (m<sup>3</sup>/ha). A função de maximização é expressa por:

$$p_y \frac{\delta y(w)}{\delta w} - p_w - \frac{\delta cw(w|x, z)}{\delta w} = \frac{p_y y(w) - p_w w - cw(w|x, z) - cn(x, z)}{w}$$

O lado esquerdo da equação mostra o incremento bruto por hectare com o aumento da água utilizada na irrigação. O lado direito é a média do ingresso de receita por unidade de água utilizada na irrigação. A maximização da margem do produtor ocorrerá quando o incremento bruto for igual à média do lucro.

Assim, quando a água é um recurso limitante, os lucros serão maiores quando a produtividade média da água é maximizada, ou o retorno incremental por unidade incremental de água é igual ao retorno médio por unidade de água.

$$\frac{\delta i(w)}{\delta w} = \frac{i(w)}{w}$$

Quando a água é o fator limitante, o volume disponível determina a dimensão da área ótima a ser irrigada. No caso de uma seca ou redução do volume disponível por uma decisão externa à propriedade, o agricultor não irrigará algumas áreas e reduzirá o consumo nas áreas mantidas em produção.

Quando as políticas de gestão dos sistemas de irrigação não refletem o caráter de escassez do recurso hídrico, não se pode supor que os agricultores terão em conta o custo de oportunidade na sua tomada de decisões ou que considerem o impacto de suas atividades contribuem muito para a gestão ineficiente do sistema. Quando os valores do serviço de distribuição e o valor da água são baixos e os direitos de uso da água são mal definidos, o agricultor tende a utilizar mais água do que o volume socialmente ótimo e não há o estímulo a investir em práticas conservacionistas de água.

A utilização de volumes menores de irrigação, como no caso da irrigação deficitária, pode ser uma prática deliberada, desde que as culturas exploradas apresentem valores de  $K_y$  menores do que a unidade. A redução do rendimento das culturas com irrigação deficitária é acompanhada da redução dos custos de irrigação e os custos de oportunidade da água podem ser compensados por esta produção menor. A frequência de irrigação também pode ter implicações econômicas importantes, pois os custos de irrigação, o rendimento das culturas e a eficiência de irrigação podem ser afetadas pelo regime de irrigação adotado. Altas frequências de irrigação e aplicação adequada de água em volume podem maximizar o rendimento por minimizar o potencial mátrico do solo. Por outro lado, uma baixa frequência de irrigação reduz o trabalho e os custos de manutenção e resulta em usos consuntivos menores. A decisão de praticar uma irrigação deficitária implica em haver um consenso entre os irrigantes em aceitar a redução da produtividade por um aumento da área irrigada, mas a predominância da cultura da banana na região limita a adoção generalizada desta prática.

No caso do projeto Gorutuba, o histórico do perímetro não apresenta o mesmo grau de falhas que o projeto Estreito, mas observa-se que a sua lógica de gestão, sua infraestrutura e o controle dos volumes entregues aos irrigantes podem ser melhorados como forma de elevar a eficiência da gestão da distribuição e induzir uma elevação da eficiência na parcela. O projeto de modernização da infraestrutura apresenta um quadro grave: O Perímetro Gorutuba conta atualmente com uma infra – estrutura hidráulica de uso comum com sérios problemas e um sistema pouco moderno e ineficaz de operação (totalmente manual). *Se não houver intervenções no sentido de sua recuperação e modernização, o perímetro poderá entrar em colapso, piorando ainda mais as condições ambientais, com o aumento do uso da água da barragem e perda para o sistema de drenagem, aumento no custo de manutenção do sistema de drenagem, aumento de área com problema de drenagem (saturada e com vegetação tipo taboa) e redução das áreas potencialmente irrigáveis. Poderá inclusive, devido ao consumo excessivo de água da barragem vir a ter a redução na sua área cultivada.*

Com base no exposto acima, pode-se propor o estudo da alteração na atual condução dos projetos Gorutuba e Estreito, de forma a maximizar a área irrigada, a produtividade média e o número de agricultores atendidos.

A primeira alteração que deve ser realizada é a da lógica da distribuição de água, que deve ser por rotação. Em um segundo momento, deve ser alterada a forma de controle, implantando sensores eletrônicos ao longo do sistema de distribuição, em pontos a serem definidos, e um sistema autônomo de controle, seguindo os esforços observados em outros perímetros irrigados ao longo do mundo, com resultados expressivos em termos de economia de água e de retorno aos irrigantes. Por fim, deve ser implantada a irrigação deficitária nos anos onde a oferta hídrica for insuficiente para atender a demanda.

Como forma de orientar a decisão dos irrigantes e dos gestores, pode-se ser alterada a lógica de avaliação de risco de falha climática, introduzindo o rendimento esperado das culturas como critério de análise. Desta forma, pode-se definir o valor máximo de área a ser cultivada com culturas permanentes, de forma a reduzir o risco de falha a um valor nulo, considerando-se a série de

dados climáticos observados no passado. A partir desta área, áreas adicionais de cultivos anuais serão atendidas de acordo com o regime de chuvas e o nível nos reservatórios. Esta lógica foi aplicada em simulação de projetos irrigados no Distrito Federal. Os resultados apontam para diferenças muito significativas de renda dos agricultores na situação com restrição e na situação com demanda livre, como mostra o gráfico abaixo, do projeto Barbatimão.

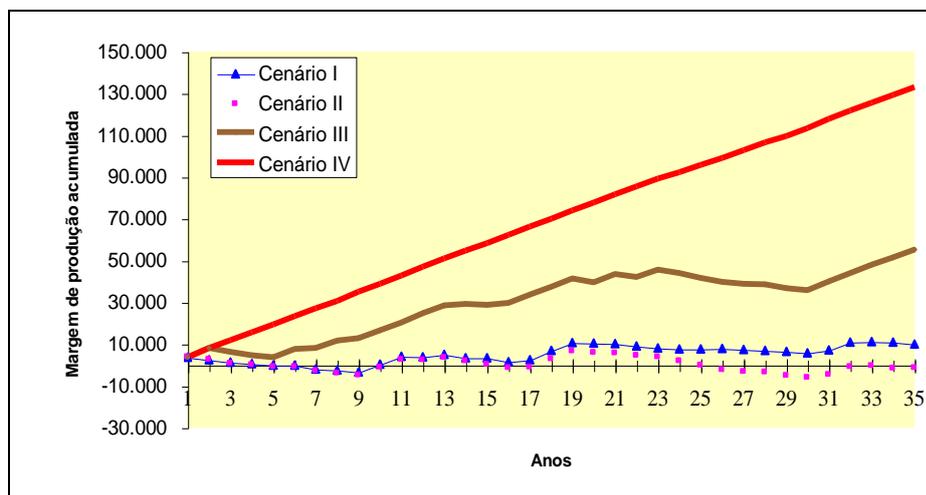


Figura 15 – Simulação de projetos irrigados no Distrito Federal.

Na figura, o cenário I o sistema de irrigação é operado sem restrições, com um modelo de exploração que inclui cítricos, caducifólias, milho e feijão. No cenário II, eliminou-se a irrigação de milho cultivado na época das chuvas, o que resultou em redução de seu rendimento sem que houvesse uma melhora na produção de feijão, cultura que entra em sucessão ao milho. No cenário III, descarta-se a irrigação do feijão na época seca, irrigando apenas as culturas permanentes (cítricos e caducifólias). Por fim, o cenário IV apresenta o resultado obtido pela limitação da área de culturas perenes, utilizando a irrigação de culturas anuais em áreas de diferentes extensões a cada ano, de acordo com a disponibilidade hídrica. Em alguns anos, a área irrigada com estas culturas é nula ou insignificante, coerente com a distribuição irregular das chuvas ao longo da série. No entanto, verifica-se que este é o arranjo onde a margem de produção acumulada é crescente ao longo da simulação, sendo sempre positiva ao longo da série. A tabela abaixo apresenta os valores numéricos discretizados.

Na situação do Estreito e do Gorutuba, com estação chuvosa bem definida, o mesmo processo pode ser aplicado, definindo a área máxima de cultivo de banana e outras culturas permanentes, que serão divididos entre os lotes irrigados e compartilhados (ou não) com os irrigantes localizados ao longo dos reservatórios e que utilizam a água ao longo dos rios Gorutuba e Verde Pequeno, que também terão que se adequar ao novo processo de distribuição de água. A cada final da estação chuvosa, uma área adicional de culturas anuais pode ser liberada pela gestão do perímetro, sem que leva a uma

elevação de risco de perdas generalizadas entre os irrigantes de um setor.

**Quadro 18 – Resumo dos valores obtidos pelas simulações para o Projeto Barbatimão.**

	Manejo				
		Cenário I	Cenário II	Cenário III	Cenário IV
Falhas	Mensais	25,48%	17,14%	8,81%	0,00%
	Semestrais	72,86%	52,86%	30,00%	0,00%
	Anuais	94,29%	91,43%	51,43%	0,00%
	Volume Média	14,73%	9,36%	3,93%	0,00%
	Volume Máxima	95,43%	97,57%	98,32%	0,00%
Renda Obtida sobre Renda Projetada	Cítricos	73,28%	65,38%	76,31%	100,00%
	Caducifólias	19,33%	19,40%	52,66%	100,00%
	Feijão	27,27%	32,80%	63,25%	82,22%
	Milho	47,03%	19,30%	19,30%	19,30%
	Arroz	68,88%	28,78%	28,78%	28,78%
	Girassol	15,71%	15,71%	0,00%	33,37%
	Total	32,60%	28,06%	52,68%	85,45%
Margem de Produção Acumulada	(1000 US\$)	10.294	-34	56.682	134.479

Embora seja compreensível que a CODEVASF e os Distritos de Irrigação encontrem resistências em adotar este procedimento para viabilizar a exploração racional e equitativa destes projetos, especialmente o projeto Estreito, não se vislumbra outra condição de atendimento da demanda.

Com base neste raciocínio, a análise de elevação da oferta, com a implantação do reservatório de São Domingos e a transposição de água do São Francisco, ganha um novo contorno, pois o volume disponibilizado seria utilizado para a elevação da segurança de produção das culturas permanentes ou para a elevação da área irrigada com culturas anuais. Assim, a área a ser considerada na avaliação não seria a incremental, mas a totalidade da área irrigada pelo projeto, verificando-se o impacto que esta obra traria ao conjunto.

Ainda em relação à redução de perdas nos sistemas de distribuição, há problemas mais evidentes que se referem à infraestrutura física, que foram causados por problemas de implantação, de concepção ou de manutenção. No caso do projeto Gorutuba, os esforços para a recuperação destas estruturas iniciaram ainda na década de 80. Atualmente, há a proposta da CODEVASF de substituição de parte do canal principal e toda a rede de canais secundários,

terciários, quaternários e quaternários por tubulação pressurizada gravitacionalmente, aproveitando a carga hidráulica disponível. Além dessa substituição, é prevista a implantação um sistema automatizado de controle, monitoramento de água nas estruturas do canal/adutora e um sistema de medição parcelar de consumo de água.

#### **IV. Procedimentos**

A realização do objetivo pretendido necessita de estudos e projetos específicos nas áreas de engenharia e de gestão.

Para a recuperação da infraestrutura, serão necessários levantamentos das estruturas hidráulicas e análise de suas condições de operação. No caso do projeto Gorutuba, já há um levantamento realizado, que deveria ser atualizado, considerando as propostas a serem

Então, o primeiro procedimento a ser realizado, para a otimização dos recursos a serem investidos, é a análise dos processos atuais de gestão e a identificação dos pontos a serem corrigidos de forma a aumentar a eficiência da gestão dos reservatórios e do sistema de distribuição.

Quanto aos reservatórios, é necessário avaliar a adequação da rede de coleta de informações climatológicas e hidrológica nas bacias contribuintes. Esta rede, atual e projetada, deve ser suficiente para permitir a geração de informações prospectivas, de forma a gerar estimativas mais confiáveis de vazão, além de permitir a visualização da distribuição da precipitação ao longo da bacia.

Após isto, o processo de previsão atualmente utilizado deve ser avaliado quanto a sua consistência, verificando as possibilidades de aumentar a sua confiabilidade. O histórico da operação dos reservatórios deverá ser analisado, buscando identificar corretamente as perdas devido a processos naturais, como evaporação e percolação na bacia hidráulica, e as perdas devidas à gestão.

De forma paralela, a gestão do sistema de distribuição será analisada detalhadamente, buscando identificar, de forma precisa:

- a lógica de gestão empregada;
- o controle empregado;
- as estruturas e pontos de controle utilizados pelos canaleiros;
- a forma de registro da oferta de água aos irrigantes;
- os contratos entre os irrigantes e os distritos;
- as condições hidráulicas atuais e projetadas dos trechos controlados.

A partir disto, é possível realizar a proposição de novas formas de gestão e determinar as perdas atuais e projetadas de água nos sistemas coletivos, verificando a viabilidade de sua alteração e os ganhos esperados.

Com a seleção da alternativa mais indicada, deve ser elaborado o respectivo projeto executivo, que incluirá os componentes hidráulicos, civis, mecânicos, elétricos, eletrônicos e de programação. A seleção da programação do hardware de controle deverá considerar o custo de substituição de equipamentos e o treinamento dos operadores. Com o projeto elaborado, a fase de implantação será detalhada, incluindo, obrigatoriamente, o treinamento e o acompanhamento nos primeiros três anos.

A junção da previsão hidrológica com a programação da distribuição de água deverá ser um dos módulos do sistema de gestão, permitindo a antecipação de manobras no sistema de forma a otimizar a utilização da água.

Antes da implantação das estruturas e do sistema autônomo de gestão de canais, uma simulação deve ser apresentada aos técnicos da CODEVASF e dos Distritos, para validação dos algoritmos utilizados quanto a sua adaptabilidade às condições reais de operação.

## V. Resultados esperados

Com a execução deste programa, espera-se:

- a obtenção de projetos executivos de estruturas hidráulicas, elétricas, civis, mecânicas, eletrônicas e de programação necessários para a alteração da gestão dos reservatórios e sistema de distribuição de água nos perímetros irrigados da região
- a validação do projeto de substituição do sistema de condução de água de canais para adutoras no perímetro de Gorutuba
- A vinculação entre a previsão hidrológica e a gestão da irrigação nos distritos de irrigação do Estreito e de Gorutuba
- A implantação de um sistema autônomo de gestão dos sistemas de reservação e distribuição de água nestes perímetros.

A substituição do sistema de distribuição no projeto Gorutuba indica a obtenção de resultados expressivos advindos da economia de água pelo aumento da eficiência da distribuição, dos atuais 57% para 92,5%:

- Empregos gerados com a ampliação da área irrigada: 4.000;
- Valor Bruto Anual de Produção Agregado: R\$ 41,84 milhões.
- A melhoria da eficiência reduzirá o consumo de água no Perímetro. A água proveniente dessa redução poderá ser utilizada para expansão de área irrigada no Perímetro ou para implantação de outro Perímetro na região em cerca de 3.000 há;
- Redução nos custos anuais de manutenção da infra – estrutura de uso comum de irrigação e drenagem, estimado em R\$ 688.000,00/ano;
- Redução no custo anual e atual de manutenção de infra-estrutura coletiva de uso comum, estimada em R\$ 1.200,000, 00;

- Redução no custo de energia elétrica parcelar em função do aproveitamento de carga hidráulica disponível com a opção adutora. A redução anual foi estimada em R\$ 57,66/ha. Atualmente  $\pm$  50% da área do Perímetro é irrigada com micro aspersão/apersão convencional;
- utilização mais racional da água, eliminação de problemas de drenagem e de possibilidade de salinização em algumas áreas e recuperação das áreas que hoje estão saturadas de água

## **VI. Atores envolvidos**

Os atores envolvidos são basicamente os técnicos da CODEVASF e dos Distritos de Irrigação, além dos envolvidos com a operação das redes de informações climatológicas e hidrológicas. Estes últimos serão envolvidos indiretamente, como fornecedores de informações necessárias para a programação da operação dos sistemas.

## **VII. Cronograma**

O programa deverá ter início antes da definição da ampliação da rede de estações, pois é afetado diretamente pela qualidade da informação gerada por esta rede.

A análise dos dados hidrológicos e a localização dos novos postos poderão ser concluídas em três meses. A análise das condições de funcionamento dos sistemas de distribuição e reservação necessitarão de seis meses para ser concluída.

A elaboração de uma proposta de automação do sistema de distribuição e reservação, com os respectivos projetos executivos, necessita de um período de 12 meses, considerando as fases de diagnóstico, avaliação e proposição de alterações. A implantação do sistema depende da existência de redes elétricas e de comunicação nos pontos de controle, além da aceitação por parte da CODEVASF e Distritos, mas pode ser estimado um prazo entre seis e doze meses após a finalização dos projetos executivos.

## **VIII. Orçamento**

Das ações previstas, a de transformação do sistema de condução de água de canais abertos para tubulação no perímetro de irrigação Gorutuba possui um orçamento inicial, que considera:

- 126.516 metros de adutora de PRFV nos diâmetros de 200 a 1.300 mm;
- Valor estimado da obra com automação: R\$ 57,5 milhões / 2011.

Para a análise da adequação da rede de postos climatológicos, é previsto um custo de R\$ 120.000, correspondente ao trabalho de uma equipe de técnicos especializados em hidrologia e em modelagem hidrológica.

O custo dos projetos executivos para o distrito do Estreito foi estimado em R\$ 1.500.000, considerando o trabalho de uma equipe de oito especialistas nas diversas áreas (hidráulica, elétrica, eletrônica, civil, programação e irrigação) ao longo de um ano, além dos custos de levantamentos topográficos e geotécnicos específicos para suporte do detalhamento das obras e equipamentos necessários. Este projeto fornecerá os custos necessários para a implantação do novo sistema de gestão, cujo valor deverá ser inferior ao do perímetro de Gortuba, pois não deve ser necessária a substituição de tantos trechos de canais por tubulação.

## 4.2. PROGRAMA 2.2. CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA

### 4.2.1. Ação 2.2.1. Recuperação da Mata Ciliar

#### I. Objetivo

O programa de recuperação da mata ciliar visa melhorar a condição desse descritor na bacia hidrográfica do rio Verde Grande, incrementando os índices de cobertura por ambientes naturais nas Áreas de Preservação Permanente (APP) dos cursos d'água da bacia.

#### II. Justificativa

Os ambientes que margeiam cursos d'água, além de serem considerados Áreas de Preservação Permanente (APP) nos termos da legislação ambiental vigente, desempenham um papel fundamental de interconexão entre distintas porções de uma bacia hidrográfica, garantindo a manutenção dos fluxos horizontais de matéria, energia e genes, além de oferecer serviços ambientais relacionados diretamente à disponibilidade hídrica, tanto em termos qualitativos como quantitativos, influenciando aspectos como o carreamento de solo para os cursos de água e a proteção física das margens.

Na etapa de diagnóstico ambiental foi feita uma avaliação da situação das APP dos cursos d'água da bacia, a partir do cruzamento do mapa de uso e cobertura do solo com as poligonais das APP, obedecendo as faixas estabelecidas na Resolução CONAMA n° 303/02:

- de 30 (trinta) metros, para os rios de menos de 10 (dez) metros de largura;
- de 50 (cinquenta) metros, para os cursos que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- de 100 (cem) metros, para os cursos de água que meçam entre 50 (cinquenta) e 200 (duzentos) metros de largura;
- de 200 (duzentos) metros, para os cursos de água que possuam entre 220 (duzentos) e 600 (seiscentos) metros de largura; e
- de 500 (quinhentos) metros, para os cursos de água que tenham

largura superior a 600 (seiscentos) metros.

Visando facilitar a análise da situação das APP quanto ao uso e cobertura do solo as classes definidas no mapeamento desenvolvido na etapa de diagnóstico foram agrupadas em um sistema binário, que consiste em definir se as áreas das APPs estão cobertas por feições “naturais” ou “antrópicas”, considerando:

- Feições Naturais: Afloramento Rochoso, Hidrografia, Mata Ciliar, Vegetação Arbustiva, Vegetação Arbóreo Arbustiva e Área Úmida com Vegetação;
- Feições Antrópicas: Agricultura Irrigada, Agropecuária, Queimada, Silvicultura e Área urbana.

O Quadro 19 e a Figura 16 a seguir ilustram a situação das APP dos cursos d’água, de acordo com a divisão em sub-bacias adotadas no estudo.

**Quadro 19 – Situação das APP nas unidades de estudo da bacia hidrográfica do rio Verde Grande.**

Sub-bacia	Cobertura	Área (ha)	%
Alto Gorutuba	Antrópica	3.092,9	16,1
	Natural	16.095,6	83,9
	Total	19.188,4	
Alto Verde Grande	Antrópica	5.708,0	41,2
	Natural	8.138,6	58,8
	Total	13.846,6	
Alto Verde Pequeno	Antrópica	8.439,5	48,3
	Natural	9.045,5	51,7
	Total	17.485,0	
Baixo Verde Grande	Antrópica	1.061,9	40,8
	Natural	1.537,8	59,2
	Total	2.599,7	
Baixo Verde Pequeno	Antrópica	3.660,9	44,8
	Natural	4.514,2	55,2
	Total	8.175,1	
Médio e Baixo Gorutuba	Antrópica	19.757,2	49,3
	Natural	20.282,5	50,7
	Total	40.039,7	
Médio Verde Grande - Trecho Alto	Antrópica	12.554,4	47,1
	Natural	14.117,1	52,9
	TOTAL	26.671,5	
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	Antrópica	3.231,8	53,2
	Natural	2.842,3	46,8
	Total	6.074,1	
TOTAL DA BACIA	Antrópica	57.506,5	42,9
	Natural	76.573,6	57,1
	Total	134.080,1	

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

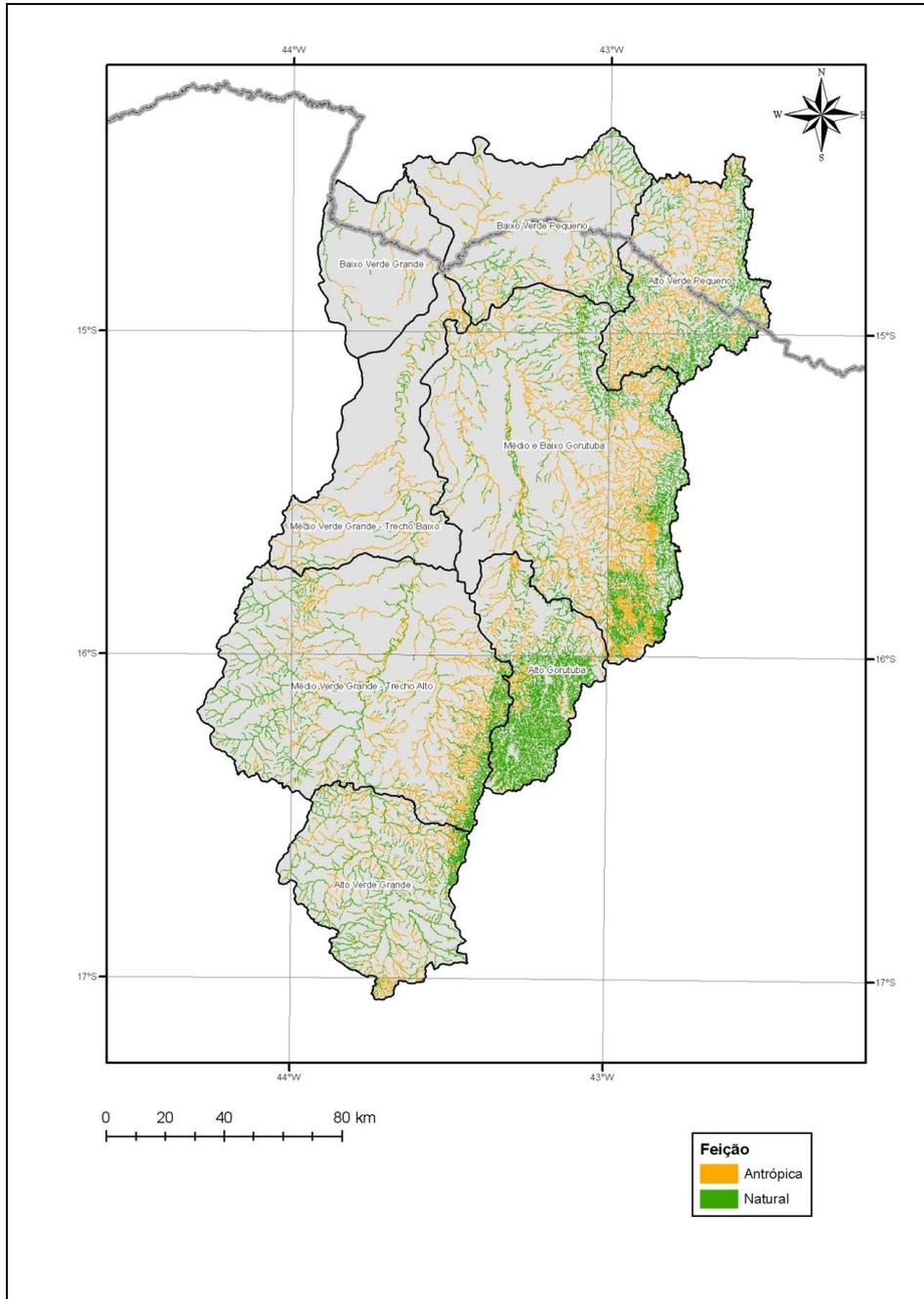


Figura 16 – Resultado da avaliação da situação das APP na bacia do rio Verde Grande.

Embora a quantificação dos padrões de uso e ocupação do solo nas APP ofereça uma informação limitada do ponto de vista do estado de

conservação dessas áreas, essa avaliação pode ser considerada como ponto de partida para os programas de recuperação de áreas degradadas nesses espaços territoriais especialmente protegidos.

Nos dias atuais, é consenso entre pesquisadores e técnicos que o problema da degradação da vegetação que margeia os cursos de água encontra-se entre os mais graves que afetam a maioria das bacias hidrográficas brasileiras, fato que se torna ainda mais significativo quando se trata de bacias onde a oferta hídrica está sujeita a grandes variações, como é o caso da bacia do rio Verde Grande.

Analisando-se o quadro acima, pode-se verificar que 57,1% das áreas de APP mapeadas na bacia são ocupadas por feições naturais de acordo com a reclassificação das classes de uso e cobertura do solo adotada.

Nota-se certa disparidade na situação encontrada nas unidades de estudo, com os extremos representados pelo Alto Gorutuba, com 83,9% de áreas naturais nas APP, e o Médio Verde Grande - trecho Baixo, onde as feições antrópicas predominam, ocupando 53,2% das APPs mapeadas.

### **III. Procedimentos**

O trabalho será executado em três etapas, uma primeira, de caráter de planejamento, na qual serão definidas as áreas-piloto para a execução do projeto de recuperação das matas ciliares e a segunda, que compreende a execução desses projetos. Essa inicial, que consiste na seleção das áreas onde os projetos de recuperação terão início e no estabelecimento da interface com os demais atores envolvidos com a atividade. Para tanto, prevê-se a mobilização de uma equipe formada por um técnico de nível superior e um auxiliar de nível médio por um período inicial de um ano.

Uma vez consolidado o planejamento a atividade e definido o arranjo institucional necessário a sua continuidade, deverá ser feita uma reavaliação das necessidades de mão-de-obra e equipamentos alocados para o desenvolvimento das etapas subsequentes, que foram inicialmente divididas em duas etapas, de acordo com os objetivos apresentados a seguir no item "Resultados Esperados".

Os processos de restauração de APP devem visar o estabelecimento de uma floresta a mais próxima possível da originalmente existente, considerando-se tanto os aspectos fisionômicos e florísticos como os processos ecológicos que caracterizam esse tipo de ambiente.

As iniciativas voltadas à restauração de matas podem situar-se em um espectro que vai desde o simples abandono das áreas onde as alterações verificadas são pouco significativas até intervenções mais severas em locais muito degradados, que incluem a recomposição topográfica e a recuperação das propriedades do solo antes que o plantio de mudas propriamente dito possa ser executado.

O principal objetivo da recomposição da mata ciliar deve ser a restauração dos processos ecológicos perdidos (abrigo e alimento para a fauna, polinização, ciclagem de nutrientes, etc), muito mais do que o simples plantio de espécies nativas em áreas de preservação permanente, o que

determina a necessidade de plantios de alta diversidade, cuja composição florística e estrutura reproduzam da maneira mais fiel possível a situação encontrada nas áreas mais bem conservadas da região onde se dá a recomposição.

As atividades previstas para a recuperação das APP, nos casos extremos em que o nível de degradação seja mais acentuado, deverão compreender os seguintes aspectos:

#### 1. Preparo do solo

Dependendo das condições de degradação das propriedades do solo poderá ser necessária a distribuição do solo orgânico como início do processo de reestruturação do solo, visando promover a recomposição das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Além disso, também poderá ser necessária a correção da fertilidade do solo, que consiste em melhorar os níveis de nutrientes e das condições de acidez do solo, para permitir o pleno desenvolvimento da futura cobertura vegetal.

A correção da acidez do solo será realizada com a aplicação de calcário dolomítico, que contribuirá para redução da acidez do solo e conseqüentemente para o aumento da oferta de nutrientes essenciais ao desenvolvimento da vegetação. Os volumes e a natureza dos elementos a serem agregados para a correção do solo dependerão de análises realizadas especificamente para esse fim.

#### 2. Limpeza das áreas

A limpeza das áreas deve restringir-se à roçada da vegetação herbácea, que pode competir com as mudas das espécies arbóreas em busca de luz, de umidade e de nutriente. A matéria vegetal morta, resultante da roçada, deve ser mantida na área, formando uma manta protetora do solo, que servirá também como fonte de nutriente e matéria orgânica.

#### 3. Plantio

A definição das espécies que serão empregadas na implantação da vegetação arbórea será feita a partir da análise da oferta de mudas disponíveis na região quando do início dessa atividade, de forma a garantir a sua continuidade.

No caso de haver dificuldades no suprimento de mudas para essa ação, poderá ser estabelecido convênio específico com entidades aptas a conduzir a produção de mudas (escolas agrícolas, ONGs, viveiros comerciais, etc).

O número de mudas a ser introduzido nas áreas de recuperação e a composição do conjunto de espécies a ser empregado de acordo com seus estágios sucessionais deverão ser objeto de avaliações específicas na etapa inicial do programa, considerando as peculiaridades das áreas onde se desenvolverá o programa-piloto dessa ação.

Sempre que possível, deverão ser empregadas mudas de boa qualidade fitossanitária e de porte compatível com as condições locais de plantio, visando otimizar as chances de sua sobrevivência.

#### 4. Tutoramento

O tutoramento consiste em colocar uma estaca (tutor) ao lado da muda, amarrando-o a ela na posição vertical, para evitar o tombamento e a quebra da muda pela ação dos ventos, contribuindo para o sucesso do estabelecimento das mudas e para localização das mudas para efetivação da manutenção.

#### 5. Replântio

No plantio não poderá haver perdas das mudas superiores a 10 %. Dessa forma, sugere-se que após 45 dias do plantio das mudas seja realizado o replântio dos indivíduos mortos. No ano subsequente os agrupamentos vegetais deverão ser avaliados e proceder-se o replântio dos indivíduos mortos.

#### 6. Coroamento

O coroamento consiste na retirada da vegetação herbácea do entorno da muda. Para isto, a primeira capina deverá ser realizada três meses após o plantio. O número de capinas a serem realizadas dependerá do tempo de fechamento do agrupamento florestal, tempo este, que varia com as condições edafoclimáticas do local e das espécies plantadas.

#### 7. Monitoramento

Nos anos subsequentes à realização do plantio da vegetação arbórea, essa deverá ser monitorada para verificação de necessidade de adubação de cobertura, tratamentos culturais como roçadas e coroamento, e, substituição dos indivíduos que por ventura venham a morrer.

### **IV. Indicação de áreas para projeto-piloto**

Para a seleção das áreas destinadas à implementação dos projetos-piloto do Programa, foi avaliada a situação das APP nas Ottobacias onde se localizam as captações destinadas ao abastecimento humano na bacia. O Quadro 20 a seguir e a Figura 17 que o segue apresentam os quantitativos relativos às Ottobacias a serem reflorestadas e sua localização na área de estudo.

Das oito sub-bacias em que se dividiu a bacia do rio Verde Grande, somente duas, Baixo Verde Pequeno e Baixo Verde Grande, não possuem captações em seus territórios. Cinco das captações estão localizadas no Alto Verde Grande, que responde pelo abastecimento de uma parcela significativa da população da bacia.

**Quadro 20 – Áreas para recuperação nas APP nas Ottobacias onde se localizam as captações para abastecimento público.**

Captação	Código bacia	Área total (ha)	Área a reflorestar (ha)
Barragem Cabeceira (rio Paramirim)	746282951	51,7	3,2
Barragem Estreito	74629193	37,1	3,8
Barragem do rio Cabeceiras	74629893	142,9	9,7
Rio Cabeceiras	74629895	549,6	6,5
Rio Viamão	746466671	179,7	9,8
Barragem Angical	7464669744	174,2	7,8
Rio Mosquito	746486759	292,3	1,2
Barragem Bico da Pedra	74649541	318,8	4,5
Rio Verde Grande	746519	9.877,9	60,4
Rio Verde Grande	7465553	87,9	1,6
Córrego Sumidouro/rio São Domingos	74694971	16,3	0,2
Rebentão dos Ferros (barragem)	74698431	1.362,5	8,4
Lapa Grande (barragem)/Pai João (barragem)	7469881	1.808,3	8,9
Pacuí (barragem)	7469898	801,1	2,7
Barragem Juramento	7469961	1.341,9	9,8
			138,7

Como pode ser visto no quadro acima, existe uma grande variação nas áreas das Ottobacias que abrigam as captações incluídas na área de estudo. Como não poderia deixar de ser, essas diferenças refletem-se diretamente na extensão dos cursos d'água contidos nessas unidades e na superfície correspondente às áreas de preservação permanente.

Existem também diferenças na situação das APP nas Ottobacias em que se localizam as captações, tanto que uma das captações da bacia (Barragem Gameleiras) não consta do quadro acima por apresentar 100% das áreas de APP incluídas na Ottobacia cobertas por feições naturais, enquanto as áreas da Barragem Angical e da Barragem do rio Cabeceiras apresentam um amplo predomínio de feições antrópicas (100% e 97,6%, respectivamente).

As áreas de APP relacionadas às Ottobacias relacionadas para o desenvolvimento do projeto-piloto deste Programa somam 138,7 ha. Essas áreas deverão ser objeto de vistoria tão logo o programa seja implementado, visando selecionar os locais a serem prioritariamente recuperados, considerando aspectos como a facilidade de acesso, o grau de alteração verificado e o padrão de uso do solo nas propriedades afetadas.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

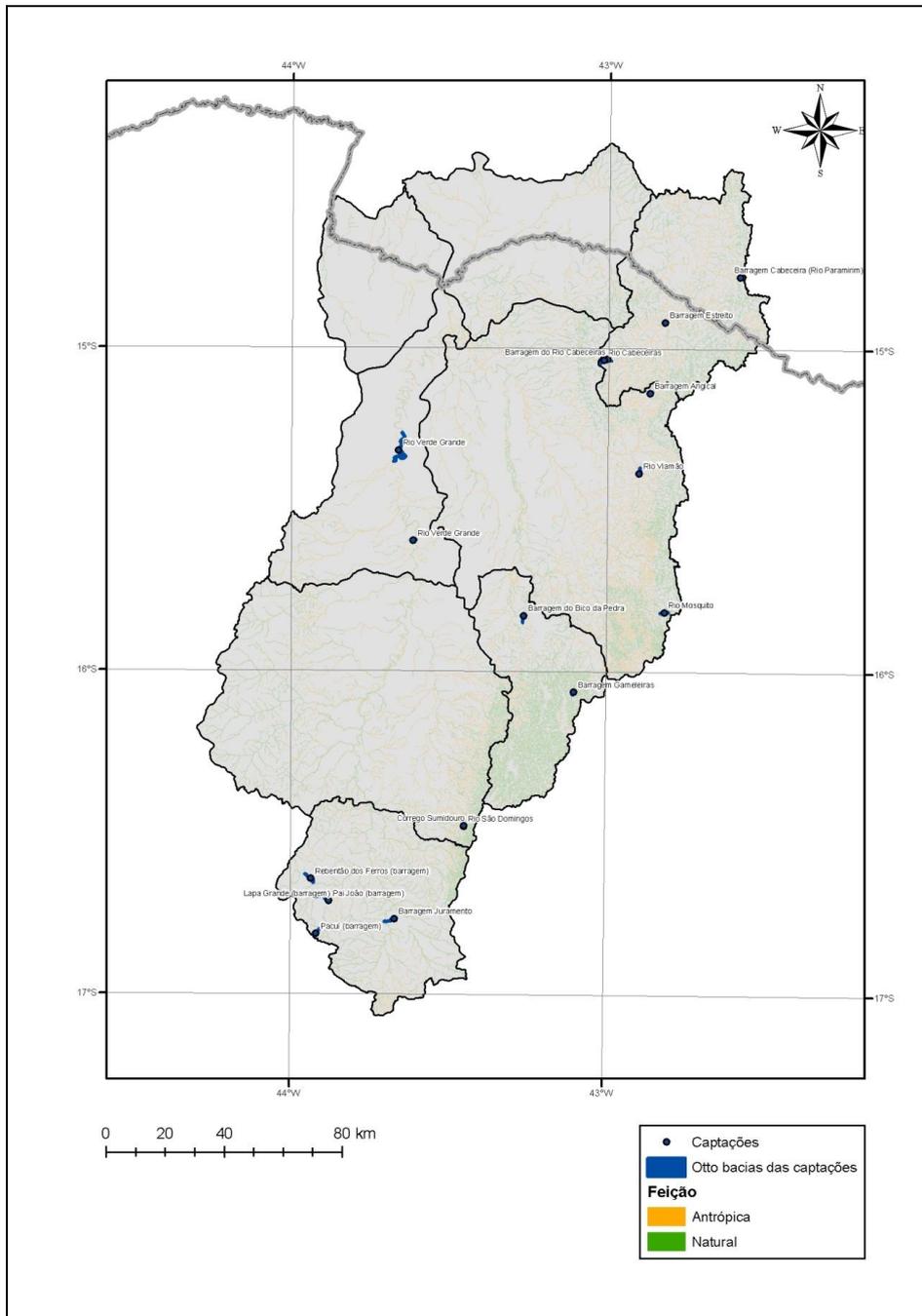


Figura 17 – Localização das Ottobacias onde estão situadas as captações para abastecimento público.

## V. Resultados Esperados

Considerando os resultados obtidos na análise da situação das APP da bacia, estabeleceu-se a meta de que as sub-bacias tenham pelo menos 60% de suas APP cobertas por feições naturais em um período de 10 anos (etapa A) e 65% em um horizonte de 20 anos (etapa B).

## VI. Atores envolvidos

- Comitês da Bacia;
- Instituto Estadual de Florestas (IEF/MG);
- Instituto de Meio Ambiente (IMA/BA);
- Órgãos de fomento e assistência técnica;
- Prefeituras municipais.

## VII. Orçamento

### 1. Pessoal/Material

Para o planejamento das ações propostas e efetivação dos arranjos institucionais necessários à sua implementação, prevê-se a mobilização de equipe formada exclusivamente para esse fim, considerando-se os valores apresentados no quadro a seguir.

**Quadro 21 – Custos básicos para a mobilização de equipe necessária ao planejamento da ação.**

Item	Valor mensal (R\$)	Valor anual (R\$)
Técnico nível superior	6.200,00	74.400,00
Técnico nível médio	2.000,00	24.000,00
Aluguel/despesas de escritório	1.500,00	18.000,00
Veículo utilitário (até 2 T)	4.000,00	48.000,00
<b>TOTAL</b>	<b>13.700,00</b>	<b>164.400,00</b>

Obs.: Valores sem encargos sociais, despesas administrativas e fiscais.

### 2. Recuperação de áreas degradadas

Para fins de cálculo dos custos da recuperação de áreas alteradas foi adotado o valor de R\$ 2.000,00 / hectare a partir de planilha adotada pela Gerência de Conservação e Recuperação do Cerrado e da Caatinga (GCORC) do IEF/MG em projetos de restauração na bacia do rio São Francisco, atualizada para fevereiro de 2010

- Custo meta 10 anos (etapa A): **R\$ 16.914.000,00 (8.457 ha)**
- Custo meta 20 anos (etapa B): **R\$ 11.489.000,00 (5.744,6 ha)**
- Custo total: **R\$ 28.403.000,00 (14.201,6 ha)**

### VIII. Cronograma

O cronograma físico apresentado a seguir apresenta as atividades previstas para o horizonte temporal de 10 anos, correspondente a etapa A do Programa de Recuperação de Matas Ciliares.

Ações	Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mobilização de equipe técnica										
Definição de área para projeto piloto										
Início das ações de recuperação (etapa A)										
Manutenção das áreas de intervenção										
Avaliação dos resultados obtidos										
Avaliação das metas da etapa A										
Preparação da próxima fase (etapa B)										

#### 4.2.2. Ação 2.2.2. Recuperação de Áreas Degradadas Inclusive em UCs

##### I. Objetivo

O programa de recuperação de áreas degradadas em Unidades de Conservação de Proteção Integral da bacia visa oferecer uma melhora nas condições de conservação nesses locais, cujo objetivo precípuo é a preservação da natureza, sendo admitido apenas o uso indireto de seus recursos naturais (Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação).

##### II. Justificativa

A proteção da vida silvestre e dos atributos físicos que permitem a sua manutenção e perpetuação, além de representar um compromisso da nação com suas riquezas naturais e as gerações futuras, vem apresentando uma relevância cada vez maior, ao incorporar aspectos relacionados aos efeitos sobre as atividades econômicas, influenciando a produtividade agrícola e a gestão dos recursos naturais de uma forma geral.

Atualmente, ideias originalmente associadas ao saber científico passam a fazer parte da pauta de preocupações de uma ampla parcela da sociedade brasileira, como é o caso da presente crise de extinções, das mudanças climáticas e da própria gestão dos recursos hídricos.

As unidades de conservação compreendem espaços territoriais cujas características ambientais relevantes determinam a necessidade de proteção e/ou conservação dos atributos naturais que justificam seu status. A simples presença de uma rede de unidades de conservação em um dado recorte territorial (no caso em tela, a bacia do rio Verde Grande) é utilizada usualmente como um indicador relevante à hora de avaliarem-se suas características ambientais.

Os resultados obtidos no diagnóstico ambiental do presente estudo permitem que se verifique que as áreas incluídas em Unidades de

Conservação da bacia correspondem a 4% de sua superfície total.

Desses 4%, 3,2% compreendem Unidades de Conservação de Proteção Integral (quatro Parques Estaduais e duas Reservas Biológicas). Entre esses, o Parque Estadual Caminho dos Gerais, o Parque Estadual Verde Grande e a Reserva Biológica Jaíba estão integralmente inseridos no território da bacia.

Para a análise da situação das Unidades de Conservação de Proteção Integral da bacia quanto ao uso e cobertura do solo as classes definidas no mapeamento desenvolvido na etapa de diagnóstico foram agrupadas em um sistema binário, que consiste em definir se essas áreas estão cobertas por feições “naturais” ou “antrópicas”, considerando:

- Feições Naturais: Afloramento Rochoso, Hidrografia, Mata Ciliar, Vegetação Arbustiva, Vegetação Arbórea Arbustiva e Área Úmida com Vegetação;
- Feições Antrópicas: Agricultura Irrigada, Agropecuária, Queimada, Silvicultura e Área urbana.

O Quadro 22 e a Figura 18 a seguir ilustram a situação das Unidades de Conservação da bacia.

**Quadro 22 - Situação das Unidades de Conservação de Proteção Integral da bacia quanto aos padrões de uso e cobertura do solo.**

UC	Feições Mapeadas	ha	%
PE Caminho dos Gerais	antrópica	9.459,8	16,8
	natural	46.785,0	83,2
PE Lagoa do Cajueiro	natural	4.534,0	100,0
PE Lapa Grande	antrópica	1.942,1	23,8
	natural	6.222,2	76,2
PE Verde Grande	antrópica	698,8	2,8
	natural	24.574,7	97,2
RB Jaíba	antrópica	52,0	0,8
	natural	6.330,3	99,2
RB Serra Azul	natural	887,2	100,0

Como pode ser observado no quadro acima, o PE Lagoa do Cajueiro, o PE Verde Grande, a RB Jaíba e a RB Serra Azul apresentam uma situação bastante favorável do ponto de vista da conservação, estando majoritariamente cobertas por feições classificadas como “naturais”, de acordo com a análise desenvolvida.

Diante dessas circunstâncias, as ações aqui previstas restringir-se-ão ao PE Caminho dos Gerais e ao PE Lapa Grande, que apresentam uma maior cobertura de áreas classificadas como “antrópicas” e que, portanto, deverão ser recuperadas no âmbito deste Plano de Bacia.

Essas duas UCs apresentam certas peculiaridades que tornam a recuperação de suas áreas degradadas um objetivo plenamente justificável no cenário de programas ora apresentado.

O PE Caminho dos Gerais, por sua situação geográfica, na porção norte-oriental da bacia, é a única UC que não está localizada nas proximidades dos limites da bacia, abrigando ambientes representativos das porções montanhosas das áreas de estudo. Além disso, o Parque inclui porções das sub-bacias Médio e Baixo Gorotuba, Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno, atuando como um notável elemento agregador das diferenças geográficas que determinaram a forma como se processou a subdivisão adotada no Plano de Bacia.

Já o PE Lapa Grande, localizado na porção de nascentes do Alto Verde Grande, no perímetro urbano de Montes Claros, apresenta um enorme potencial de ser uma referência na bacia em termos de proteção integrada de mananciais e do patrimônio arqueológico e espeleológico e para ecoturismo.

Sua administração é feita em conjunto pelo Instituto Estadual de Florestas (IEF) e pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA), em decorrência da importância da área para o abastecimento de água para Montes Claros e municípios vizinhos.

Essas características trazem um enorme valor simbólico ao Parque, que busca garantir não apenas a preservação da vida silvestre, mas também um significativo patrimônio histórico e a própria disponibilidade de água para a maior aglomeração urbana da bacia, podendo servir como uma “bandeira” das ações voltadas à gestão dos recursos hídricos e à conservação dos recursos naturais em sua acepção mais ampla.

É importante destacar o fato de que sua implantação não está livre de polêmica, haja vista a presença de moradores que ocupam áreas afeitas ao Parque há décadas, com tudo o que isso representa em termos de dificuldade para sua regularização fundiária e para a própria legitimação social da UC e sua incorporação ao imaginário regional como área protegida.

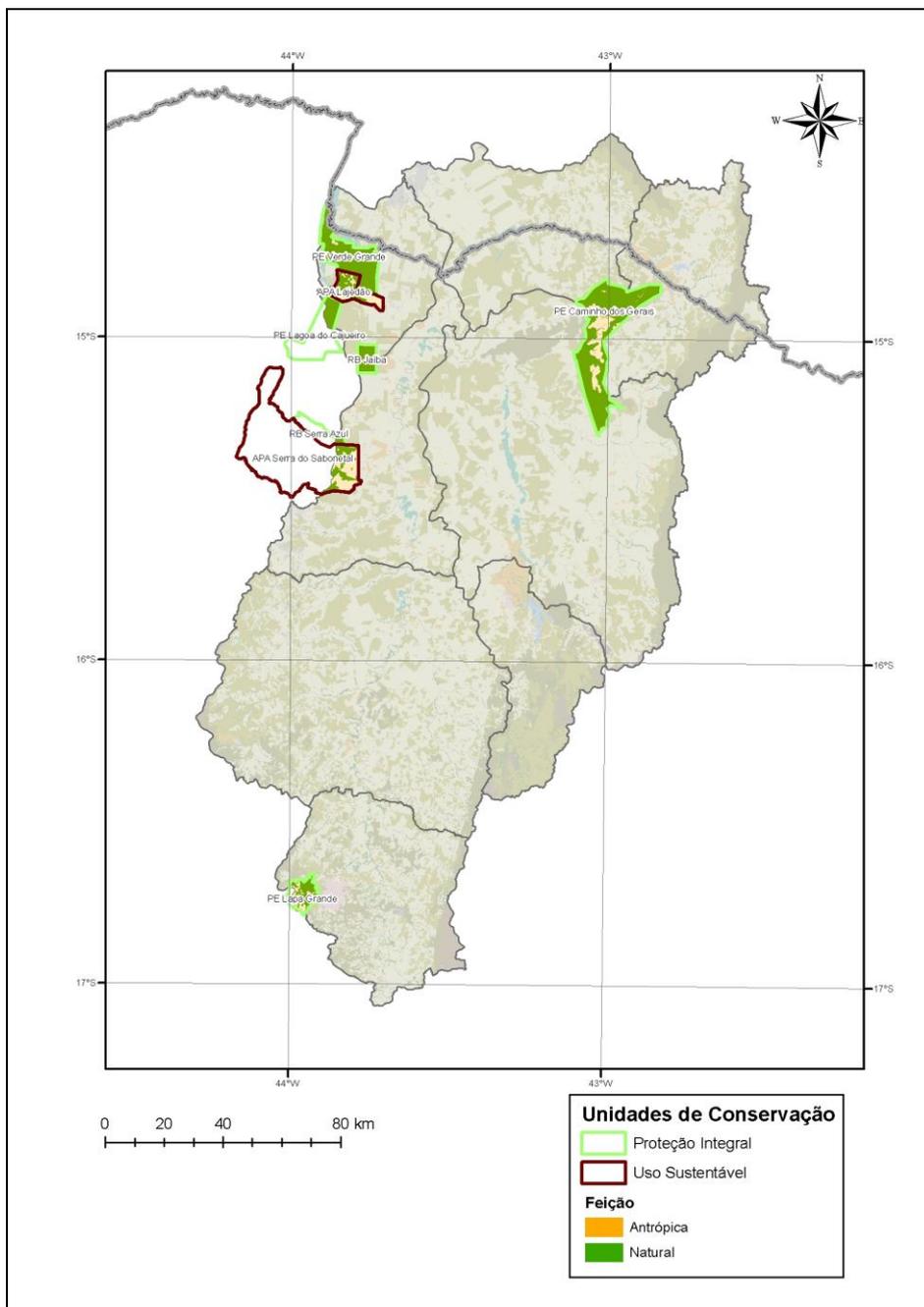


Figura 18 – Uso do solo nas UC da bacia do rio Verde Grande.

### III. Procedimentos

A exemplo do que ocorre com a ação precedente, esta ação apresenta a característica de prever uma etapa inicial de planejamento e estabelecimento

do arranjo institucional encarregado de sua consecução, antes do início das ações de recuperação propriamente ditas.

As intervenções voltadas à recuperação das áreas degradadas nos Parques Estaduais considerados deverão ser precedidas por uma ampla negociação com o órgão gestor desses espaços, que é o Instituto Estadual de Florestas (IEF), órgão da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD/MG) e com a COPASA, que participa da gestão compartilhada do PE Lapa Grande.

A articulação de qualquer iniciativa concebida no âmbito de um Plano de Bacia que preveja o desenvolvimento de ações em espaços protegidos compreende um verdadeiro desafio quando se considera a complexidade inerente à gestão dessas áreas e os conflitos que via de regra estão associados a elas.

Para que o desenvolvimento dessa ação seja possível, será necessária a mobilização de uma equipe que tenha experiência nesse tipo de negociação, além de capacidade técnica para a avaliação das áreas que receberão as intervenções e para seu planejamento. Além disso, essa ação não pode prescindir de um maior comprometimento de todos os membros dos comitês de bacia, que em suas áreas específicas de atuação poderão mostrar o caminho de sua execução.

A recuperação das áreas alteradas nas UCs de Proteção Integral visa à restauração de características ambientais o mais próximo possível das que originalmente se verificavam nos espaços degradados, garantindo a manutenção de processos ecológicos chave para a saúde dos ecossistemas (polinização, manutenção de populações mínimas viáveis, ciclagem de nutrientes, etc).

A definição das ações a serem executadas nas áreas mapeadas como de uso "antrópico" nos Parques Estaduais Lapa Grande e Caminho dos Gerais deverão ser precedidas de uma avaliação das condições gerais dos locais que receberão as intervenções, visando definir da melhor forma possível a natureza dessas intervenções.

Assim sendo, deverão ser avaliados aspectos como o grau de esgotamento do solo, para a definição da necessidade ou não de adubação e/ou correção de suas propriedades; a capacidade de regeneração natural da cobertura vegetal (presença de áreas-fonte nas vizinhanças, presença de barreiras para a dispersão de propágulos, etc) e o conjunto de espécies vegetais preponderantes na região, como subsídio para a seleção das espécies que serão empregadas nos locais em que as atividades propostas prevejam o plantio de mudas.

Nas áreas em que se estabeleça a necessidade do plantio de mudas, seja em áreas intensamente degradadas, seja em plantios de enriquecimento, deverão ser considerados no mínimo as seguintes atividades:

#### 1. Preparo do solo

Dependendo das condições de degradação das propriedades do solo poderá ser necessária a distribuição do solo orgânico como início do processo

de reestruturação do solo, visando promover a recomposição das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Além disso, também poderá ser necessária a correção da fertilidade do solo, que consiste em melhorar os níveis de nutrientes e das condições de acidez do solo, para permitir o pleno desenvolvimento da futura cobertura vegetal.

A correção da acidez do solo será realizada com a aplicação de calcário dolomítico, que contribuirá para redução da acidez do solo e conseqüentemente para o aumento da oferta de nutrientes essenciais ao desenvolvimento da vegetação. Os volumes e a natureza dos elementos a serem agregados para a correção do solo dependerão de análises realizadas especificamente para esse fim.

## 2. Limpeza das áreas

A limpeza das áreas deve restringir-se à roçada da vegetação herbácea, que pode competir com as mudas das espécies arbóreas em busca de luz, de umidade e de nutriente. A matéria vegetal morta, resultante da roçada, deve ser mantida na área, formando uma manta protetora do solo, que servirá também como fonte de nutriente e matéria orgânica.

## 3. Plantio

A definição das espécies que serão empregadas na implantação da vegetação arbórea será feita a partir da análise da oferta de mudas disponíveis na região quando do início dessa atividade, de forma a garantir a sua continuidade.

No caso de haver dificuldades no suprimento de mudas para essa ação, poderá ser estabelecido convênio específico com entidades aptas a conduzir a produção de mudas (escolas agrícolas, ONGs, viveiros comerciais, etc).

O número de mudas a ser introduzido nas áreas de recuperação e a composição do conjunto de espécies a ser empregado de acordo com seus estágios sucessionais deverão ser objeto de avaliações específicas na etapa inicial do programa, considerando as peculiaridades das áreas onde se desenvolverá o programa-piloto dessa ação.

Sempre que possível, deverão ser empregadas mudas de boa qualidade fitossanitária e de porte compatível com as condições locais de plantio, visando otimizar as chances de sua sobrevivência.

## 4. Tutoramento

O tutoramento consiste em colocar uma estaca (tutor) ao lado da muda, amarrando-o a ela na posição vertical, para evitar o tombamento e a quebra da muda pela ação dos ventos, contribuindo para o sucesso do estabelecimento das mudas e para localização das mudas para efetivação da manutenção.

#### 5. Replântio

No plantio não poderá haver perdas das mudas superiores a 10 %. Dessa forma, sugere-se que após 45 dias do plantio das mudas seja realizado o replântio dos indivíduos mortos. No ano subsequente os agrupamentos vegetais deverão ser avaliados e proceder-se o replântio dos indivíduos mortos.

#### 6. Coroamento

O coroamento consiste na retirada da vegetação herbácea do entorno da muda. Para isto, a primeira capina deverá ser realizada três meses após o plantio. O número de capinas a serem realizadas dependerá do tempo de fechamento do agrupamento florestal, tempo este, que varia com as condições edafoclimáticas do local e das espécies plantadas.

#### 7. Monitoramento

Nos anos subsequentes à realização do plantio da vegetação arbórea, essa deverá ser monitorada para verificação de necessidade de adubação de cobertura, tratos culturais como roçadas e coroamento, e, substituição dos indivíduos que por ventura venham a morrer.

### **IV. Resultados Esperados**

Considerando os resultados obtidos na análise da situação das Unidades de Conservação de Proteção Integral da bacia, estabeleceu-se como meta que essas tenham pelo menos 90% de sua superfície cobertas por feições naturais em um período de 10 anos e 95% em um horizonte de 20 anos.

### **V. Atores envolvidos**

- Comitês da Bacia;
- Instituto Estadual de Florestas (IEF/MG);
- Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA);
- Órgãos de fomento e assistência técnica.

### **VI. Orçamento**

#### 1. Pessoal/Material

As atividades necessárias à implementação desta ação poderão ser executadas pela equipe mobilizada para a ação 2.2.2 – Recuperação da Mata Ciliar, razão pela qual não existem custos associados às atribuições técnicas necessária à consecução dos objetivos aqui propostos.

## 2. Recuperação de áreas degradadas

Para o cálculo dos custos da recuperação de áreas alteradas foi estabelecido o valor de **R\$ 2.000,00/hectare** a partir de planilha adotada pela Gerência de Conservação e Recuperação do Cerrado e da Caatinga (GCORC) do IEF/MG em projetos de restauração na bacia do rio São Francisco, atualizada para fevereiro de 2010.

- Custo meta 10 anos: **R\$ 12.882.000,00 (6.441 ha)**
- Custo meta 20 anos: **R\$ 6.441.000,00 (3.220 ha)**
- Custo total: **R\$ 19.323.000,00 (9.661 ha)**

## VII. Cronograma

O cronograma físico apresentado a seguir apresenta as atividades previstas para o horizonte temporal de 10 anos, que corresponde à meta inicial estabelecida para o desenvolvimento das ações propostas.

Ações	Ano									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mobilização de equipe técnica										
Interface com os gestores das UCs										
Definição ações prioritárias para recuperação										
Início das ações de recuperação										
Manutenção das áreas de intervenção										
Avaliação dos resultados obtidos										
Avaliação das metas do programa										
Preparação da próxima fase										

## **5. COMPONENTE 3: INCREMENTO DA OFERTA HÍDRICA E SANEAMENTO**

## 5. COMPONENTE 3: INCREMENTO DA OFERTA E SANEAMENTO

Esta terceira componente apresenta 02 programas e 08 ações.

### 5.1. PROGRAMA 3.1. SANEAMENTO

#### ➤ Descrição do Programa

As ações propostas neste programa abrangem os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos que têm impacto direto na gestão dos recursos hídricos.

A lei 11.445 em seu artigo 4º estabelece que os recursos hídricos não integram os serviços públicos de saneamento, mas ressalta em seu parágrafo único que *“A utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento, inclusive para disposição ou diluição de esgotos e outros resíduos líquidos é sujeita a outorga de direito de uso.”*

Desta maneira, as ações ora propostas abrangerão apenas os serviços de saneamento que impactam diretamente os recursos hídricos, seja em quantidade ou qualidade.

Um fato que afeta significativamente a implantação dos serviços de esgotos e lixo é a não valorização da população por tais serviços. Isto é evidenciado em uma pesquisa realizada pelo IBOPE e Instituto Trata Brasil<sup>1</sup>, no mês de junho de 2009, na qual 31% dos moradores residentes em cidades acima de 300.000 habitantes não sabem o que é saneamento básico e 41% não se dispõem a pagar mais para ter o serviço de esgoto. A mesma pesquisa, no entanto, aponta a recomendação de o poder público criar mecanismos de comunicação como um processo eficaz para mudar esta percepção. Esta pesquisa dá uma medida muito concreta de como as pessoas não valorizam esses investimentos, embora paradoxalmente seja universal o desejo de se ter um meio ambiente saudável e rios com água de qualidade. Os administradores públicos não são cobrados pela comunidade por tais serviços e, premidos por outros graves problemas em seu município, acabam negligenciando as ações necessárias.

Para o planejamento das ações de saneamento é imprescindível observar, além das políticas e das legislações dos Estados, no mínimo a seguinte legislação federal:

- Lei 9.605 de 12/2/1998 – Lei de Crimes Ambientais
- Lei 10.257 de 10/07/2001 – Estatuto das cidades;
- Lei 11.107 de 6/4/2005 – Consórcios municipais
- Lei 11.445 de 5/1/2007 – Diretrizes da Política Nacional de Saneamento
- Resolução CONAMA 357 de 17/3/2005

---

<sup>1</sup> Relatório Percepção de Saneamento - IBOPE Inteligência – jul/2009 – realizadas 1008 entrevistas em 67 cidades com população acima de 300.000 habitantes.

A lei 11.445/07 que estabelece as diretrizes da política nacional de saneamento determina em seu Art. 19 que a prestação de serviços públicos de saneamento básico observará plano, que poderá ser específico para cada serviço e em seu parágrafo 5º define: Será assegurada ampla divulgação das propostas dos planos de saneamento básico e dos estudos que as fundamentem, inclusive com a realização de audiências ou consultas públicas. Entre os princípios fundamentais desta política está a obrigatoriedade de se implantar o controle social dos serviços (art.2º, X). Para mudar este quadro e permitir o bom desenvolvimento das ações de saneamento particularmente aquelas relativas à adequada destinação final dos resíduos sólidos e líquidos, é importante que seja elaborado e aprovado pelo município o **Plano Municipal de Saneamento**. A própria condução das etapas do plano, com as adequadas audiências e consultas públicas ensejará uma participação motivada da sociedade de forma a reverter este quadro de desinformação.

Pelos dados levantados, a totalidade dos municípios da bacia não possui o seu Plano Municipal de Saneamento. A elaboração do PMS, além de ser uma exigência legal, fornece as diretrizes para todo o conjunto dos serviços de saneamento. Desta forma, uma das ações necessárias é a viabilização de recursos para a contratação desses planos cujo conteúdo deverá atender o artigo 19 da Lei 11.445. Sobre este assunto, o Ministério das Cidades emitiu o documento: Guia para a elaboração de Planos Municipais de Saneamento e Política do Plano Municipal de Saneamento Ambiental; Experiências e Recomendações, disponível no site: [www.cidades.gov.br/planosdesaneamento](http://www.cidades.gov.br/planosdesaneamento)

Para a orçamentação das ações, será adotado como horizonte de projeto o ano de 2030.

➤ **Fontes de financiamento das ações:**

As principais fontes dos recursos financeiros disponíveis para investimentos em saneamento são:

- FGTS;
- CEF – Caixa Econômica Federal;
- CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba;
- FAT – Fundo de Amparo ao Trabalhador;
- BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social;
- Orçamentos Públicos: OGU, OGE e Municipais (não onerosos) através de emendas parlamentares;
- Recursos Próprios – oriundos das tarifas dos prestadores de serviços;
- Mercado Acionário – Esta fonte está sendo usada pela COPASA;
- Investimentos Privados;

- Bancos e Fundos Privados;
- Banco Mundial e BIRD;
- FHIDRO – Fundo para recuperação de recursos hídricos de Minas Gerais;
- FUNDO SOMMA do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais – BDMG;
- FUNASA – Fundação Nacional de Saúde;
- Recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Parcerias público-privadas.

Os recursos para as intervenções previstas relacionam-se com as fontes financeiras tradicionais do setor de saneamento e de infraestrutura hídrica, que são basicamente o Orçamento Geral da União – OGU –, os financiamentos para saneamento via FGTS (e mais recentemente BNDES e BDMG)), os investimentos próprios dos prestadores de serviços, as contrapartidas de financiamento, tanto dos prestadores quanto dos Estados e municípios, os investimentos diretos dos tesouros estaduais e municipais e os contratos de empréstimo de agências multilaterais como BIRD e BID, somando-se mais recentemente a essas fontes as Parcerias Público Privadas – PPPs. Com relação a essas fontes de receitas e potenciais organismos de crédito, há que serem atendidas as características e os requisitos exigidos pelas fontes, considerando a menor ou maior complexidade das operações de financiamento.

Com o fortalecimento dos comitês de bacia e a introdução da respectiva cobrança pelo uso e poluição, por um lado ocorrerão penalidades para os prestadores de serviços com perdas elevadas e esgoto sem tratamento e por outro lado serão gerados recursos para os investimentos no setor.

Deficiências na gestão dos sistemas muitas vezes fazem com que esses recursos não sejam alcançados por dificuldade de atender os pré-requisitos e condicionantes vinculados às operações de crédito que se pretenda viabilizar. Além disso, em muitos casos, o conjunto de ações e medidas necessárias extrapola a capacidade financeira e institucional vigente, em função da maior complexidade técnica, jurídico-institucional, econômica ou ambiental das alternativas, o que significa que o Poder Público assume papel essencial e estratégico para a condução do processo decisório e sua viabilização.

Assim se afigura como importante apoiar a implementação de modelos operacionais e mecanismos institucionais que permitam ganhos de escala e que garantam a continuidade da operação das intervenções realizadas.

➤ **Escolha de indicadores:**

Como qualquer outra ferramenta de gestão, os indicadores possuem uma série de limitações técnicas. A maioria dos indicadores relacionados à sustentabilidade não possui um sistema conceitual único; medem a aproximação da realidade e não a realidade precisamente (POLAZ 2009). Com

relação à disponibilidade de dados, é preciso estabelecer as diferenças entre a ausência de dados e as dificuldades para acessá-los. Em geral, mesmo nas prefeituras menos estruturadas, os dados existem; o problema reside nos caminhos que precisam ser percorridos para obtê-los. É importante que o sistema de gestão de recursos hídricos estabeleça estes procedimentos ainda que no início as informações e dados sejam precários.

Desta forma, a escolha dos indicadores relativos aos serviços de saneamento, para o presente Plano de Metas deve levar em consideração os seguintes fatores:

- Devem ser de fácil compreensão para os diversos atores da bacia;
- Devem levar em consideração a sua importância para a gestão dos recursos hídricos, especialmente o enquadramento em classes de uso;
- Os dados devem estar disponíveis com relativa facilidade, de preferência em fontes oficiais.

➤ **Projeção de população e alocação dos investimentos por sub-bacia**

Para as projeções de população, foram adotadas as definidas pelo consórcio.

No caso de esgotamento sanitário pode ocorrer a necessidade de construção de duas ou mais ETEs na cidade. No caso de aterro sanitário pode acontecer que sua localização venha a ocorrer numa sub-bacia diferente da ocupada pela mancha urbana respectiva.

Feitas estas considerações iniciais, passamos a analisar os planos de ações por segmento dos serviços de saneamento.

### **5.1.1. Ação 3.1.1. Apoio a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento**

#### **I. Descrição da ação e procedimentos**

Apoiar a elaboração dos Planos Municipais de Saneamento para os municípios da bacia do rio Verde, conforme o artigo 19 da lei 11.445/07

A Política (art. 9º) e o Plano de Saneamento Básico (art. 19), instituídos pela Lei 11.445/2007, são os elementos centrais da gestão dos serviços. Conforme essa lei, a boa gestão é objeto das definições da política de saneamento básico formulada pelo titular dos serviços e engloba: o respectivo plano; o estabelecimento das funções e normas de regulação, fiscalização e avaliação; a definição do modelo para a prestação dos serviços; a fixação dos direitos e deveres dos usuários, inclusive quanto ao atendimento essencial à saúde pública; o estabelecimento dos mecanismos de controle social e do sistema de informação, dentre outras definições.

O plano deverá abranger os serviços de saneamento básico definidos pela Lei nº 11.445/07 como o “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana e manejo das águas pluviais e drenagem urbanas”. O Ministério das Cidades emitiu, em 2/7/2009, a Resolução Recomendada nº 75 que estabelece orientações relativas ao conteúdo mínimo dos Planos de Saneamento Básico.

Como atribuições indelegáveis do titular dos serviços, a **Política** e o **Plano** devem ser elaborados com a participação da sociedade por meio de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (inciso IV, art. 3º Lei 11.445).

A **Política Pública de Saneamento Básico** define as funções de gestão e estabelece a garantia do atendimento essencial à saúde pública, os direitos e deveres dos usuários, o controle social e o sistema de informação.

O **Plano** abrange um diagnóstico da prestação dos serviços e das condições de saúde, salubridade e meio ambiente e a definição dos programas e ações, dentre outras diretrizes e deve preferencialmente ser baseado no Plano Diretor Municipal.



**Figura 19 – Dificuldades da falta de planejamento dos serviços de saneamento**

Fonte: Prof. Kala Vairamoorthy – IHE UNESCO 2010

## II. Objetivos

Melhoria dos serviços de atendimento de água da qualidade e disponibilidade da água de abastecimento, esgotamento sanitário, resíduos sólidos urbanos e drenagem urbana.

## III. Metas

Disponibilidade dos Planos Municipais de Saneamento em todos os

municípios da bacia do Rio Verde Grande até o ano de 2015<sup>1</sup>.

#### IV. Responsáveis

Os responsáveis pela implantação das ações são as prefeituras municipais que podem contar com o apoio dos prestadores de serviço locais.

#### V. Recursos e Orçamento:

Em pesquisa junto ao mercado de serviços de consultoria, a elaboração do PMS tem um custo que varia de R\$2,00 a R\$5,00 por habitante. No entanto, considerando que a elaboração do plano tem alguns custos fixos, para efeito da estimativa de valor foram adotadas as seguintes faixas de custo: até 20.000 habitantes valor de R\$ 50.000,00 por município; de 20.001 a 50.000 habitantes, R\$ 100.000,00 por município, de 50.001 a 150.000 habitantes, R\$ 300.000,00 por município e acima de 150.001 habitantes, R\$ 500.000,00. Esta ação representa um investimento total de R\$ 2.300.000,00.

#### VI. Cronograma

Na elaboração do cronograma, consideramos uma distribuição uniforme dos investimentos a partir do ano de 2011 até o ano de 2015 relacionados no quadro a seguir, o qual está baseado na planilha anexa.

**Quadro 23 – Investimentos necessários para a implementação dos Planos Municipais de Saneamento na bacia do Rio Verde Grande**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS R\$	
		TOTAIS	2011-2015
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	650.000,00	650.000,00
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	350.000,00	350.000,00
	AG Alto Gorutuba	400.000,00	400.000,00
	MBG Médio e Baixo Gorutuba	450.000,00	450.000,00
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	200.000,00	200.000,00
	AVP Alto Verde Pequeno	150.000,00	150.000,00
	<b>Total MG</b>	<b>2.200.000,00</b>	<b>2.200.000,00</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	100.000,00	100.000,00
	<b>Total BA</b>	<b>100.000,00</b>	<b>100.000,00</b>
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>2.300.000,00</b>	<b>2.300.000,00</b>

Fonte: Anexo Água e Esgotamento Sanitário

<sup>1</sup> Obs.: O Conselho das Cidades, em sua Resolução Recomendada n° 33 de 1/3/2007, recomenda a elaboração dos planos até dezembro de 2010, mas considerando as dificuldades por que passam as prefeituras e o atraso em que esse procedimento se encontra, propomos o ano de 2015 como mais factível

### 5.1.2. Ação 3.1.3. Ampliação dos Sistemas Abastecimento Urbano de Água

#### I. Descrição da ação e procedimentos

Ampliação dos sistemas de abastecimento de água das sedes urbanas na bacia do rio Verde Grande.

Ampliação das unidades de captação, elevatórias, adutoras de água bruta, estações de tratamento de água para os sistema de abastecimento de água saturados ou próximos à saturação e reservatórios de compensação e distribuição, subadutoras de distribuição e complementação da universalização atual e crescimento vegetativo das redes de distribuição no horizonte de projeto.



Figura 20 – Sistema produção de água de Montes Claros (está saturado e em operação 24 horas diárias).

#### II. Objetivos

- Garantia da continuidade e confiabilidade dos sistemas de produção, adução e reservação de água;
- Melhoria do desempenho gerencial e operacional, especialmente energia elétrica.

#### III. Metas

Atingir, até o ano de 2015, o atendimento pleno da capacidade de produção a todos os municípios da bacia e até o ano de 2020 a universalização da cobertura do sistema distribuidor para o horizonte de projeto.

#### IV. Localização e prioridades

As ações serão desenvolvidas nos sistemas de distribuição de água das sedes municipais da bacia. As prioridades deverão ser para a cidade de Montes Claros que se encontra com a operação de 24 horas por dia. Estes investimentos estão indicados no Atlas Nordeste, que já inclui os investimentos do PROÁGUA, CODEVASF e COPASA.

Encontra-se em fase de licenciamento ambiental o projeto da Barragem do Rio Congonhas, situada na bacia do Rio Jequitinhonha, que permitirá a transposição de uma vazão de 2,0 m<sup>3</sup>/s para o abastecimento público de água de Montes Claros. Esse empreendimento está sendo conduzido pelo DNOCS (Departamento Nacional de Obras Contra Secas) e já teve o CERTOH (Certificado de Avaliação de Sustentabilidade de Obra Hídrica) aprovado pela ANA. O seu orçamento no montante total de R\$259.572.000,00 será contemplado no Programa 3.2 – Incremento de oferta de água – Ação 3.2.2 – Transposição de vazão entre bacias.

**Quadro 24 – Projeção de investimentos previstos para ampliação da produção de água e redes de abastecimento público no Atlas Nordeste e os resultados do PDRH Verde Grande – Estado Minas Gerais.**

MUNICÍPIOS MINAS GERAIS	Sub- bacia	Sigla do prestador de Abasteci- mento de água	Ampliação do SAA Conforme avaliação do Atlas Nordeste (1)	Tempo máximo de funcionam- ento (2)	Investime- nto previsto no Atlas Nordeste (3)	Investime- ntos Rede distribuido ra (4)	Total dos investime- ntos
			Q necessária total	Horas/dia	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Glaucilândia	AVG	COPASA	N C no Atlas	9:47		621	621
Guaraciama	AVG	DAAE	N C no Atlas	ND		220	220
Juramento	AVG	COPASA	N C no Atlas	17:05		259	259
Montes Claros	AVG	COPASA	Sim 1.319 L/s	24	120.905	55.007	175.912
					120.905	56.107	177.012
Capitão Enéias	MVG-TA	COPASA	Sim 32 L/s	19:12	1.058	2.203	3.261
Franciso Sá	MVG-TA	SAAE	Sim 41 L/s	ND	1.298	2.047	3.345
Mirabela	MVG-TA	COPASA	Sim 50,8 L/s	12:00	750	421	1.171
Patis	MVG-TA	COPASA	Não 7 L/s	5:18		346	346
São João da Ponte	MVG-TA	COPASA	Sim 51,5 L/s	17:58	829	534	1.363
					3.935	5.551	9.486
Janaúba	AG	COPASA	Sim 263 L/s	15:56	6.455	5.997	12.452
Nova Porteirinha	AG	COPASA					
Riacho dos Machados	AG	COPASA	Sim 10 L/s	19:25	490	472	962
					6.945	6.469	13.414
Catuti	MBG	COPASA	Integrado Mato Verde	23:16		161	161
Gameleiras	MBG	Prefeitura	Sim 5 L/s	ND	824	1.153	1.977
Mato Verde	MBG	COPASA	Sim 36,6 L/s	23:16	1.912		1.912
Monte Azul	MBG	COPASA	Não 39 L/s	21:28		398	398
Pai Pedro	MBG	COPASA	Sim 36,6 L/s	18:48	493	44	537
Porteirinha	MBG	COPASA	Não 67 L/s	22:47		230	230
Serranópolis de Minas	MBG	COPASA	Não 5 L/s	12:49		223	223
					3229	2.209	5.438

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

MUNICÍPIOS MINAS GERAIS	Sub-bacia	Sigla do prestador de Abastecimento de água	Ampliação do SAA Conforme avaliação do Atlas Nordeste (1)	Tempo máximo de funcionamento (2)	Investimento previsto no Atlas Nordeste (3)	Investimentos Rede distribuída (4)	Total dos investimentos
			Q necessária total	Horas/dia	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Jaíba	MVG-TB	COPASA	Sim 95 L/s	22:52	17.656	3.612	21.268
Varzelândia	MVG-TB	COPASA	Sim 34 L/s	18:14	861	950	1.811
Verdelândia	MVG-TB	COPASA	Sim 13 L/s	15:37	1.260	751	2.011
					19.777	5.312	25.089
Espinosa	AVP	COPASA	Não 58 L/s	19:05		540	540
Mamonas	AVP	Prefeitura	Não 6 L/s	ND		1.139	1.139
						1.679	1.679

Fontes: Anexo Água e Esgoto do diagnóstico do PDRH Verde Grande e Atlas Nordeste.

Obs.

- (1) O Atlas Nordeste considera as seguintes avaliações: NC - não considerado, ND - não disponível, NÃO - não há necessidade de ampliação, SIM - há necessidade de ampliação
- (2) O tempo de funcionamento dos sistemas foi obtido de relatórios internos da COPASA no período de Abr/2008 a Abr/2009 e serve para avaliação quanto ao limite atual da operação. Não foi possível obter esta informação dos operadores municipais.
- (3) Os investimentos avaliados pelo Atlas Nordeste referem-se apenas à ampliação dos sistemas de produção de água constando de captação, adução, elevatórias de água bruta, estação de tratamento e reservação de água tratada.
- (4) Os custos relativos à rede de distribuição de água estão calculados na planilha anexa - Água e Esgoto

**Quadro 25 – Projeção de investimentos previstos para ampliação da produção de água e redes de abastecimento público no Atlas Nordeste e os resultados do PDRH Verde Grande – Estado da Bahia**

MUNICÍPIOS BAHIA	Sub-bacia	Sigla do Prestador Abastecimento de água	Ampliação do SAA Conforme avaliação do Atlas Nordeste (1)	Tempo máximo de funcionamento (2)	Investimento previsto no Atlas Nordeste R\$ (3)	Investimentos Rede distribuída (4)	Total dos investimentos
			Q necessária total	Horas/dia	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.000,00
Sebastião Laranjeiras	BVP	SAAE	Não 13 L/s	ND	0	782	782
Urundi	AVP	SAAE	Não 19 L/s	ND	0	1.059	1.059
						1.841	1.841

Fontes: Anexo Água e Esgoto do diagnóstico do PDRH Verde Grande e Atlas Nordeste.

Obs.

- (1) O Atlas Nordeste considera as seguintes avaliações: NC - não considerado, ND - não disponível, NÃO - não há necessidade de ampliação, SIM - há necessidade de ampliação
- (2) Não foi possível obter dos operadores locais, informações sobre o tempo de funcionamento.
- (3) Os investimentos avaliados pelo Atlas Nordeste referem-se apenas à ampliação dos sistemas de produção de água constando de captação, adução, elevatórias de água bruta, estação de tratamento e reservação de água tratada.
- (4) Os custos relativos à rede de distribuição de água estão calculados na planilha anexa - Água e Esgoto

## V. Responsáveis

Os responsáveis pela implantação das ações são os gestores dos sistemas que podem ser: Administração direta da Prefeitura, Autarquias

municipais e concessionárias dos serviços.

## VI. Recursos e Orçamento

Para a definição dos valores dos investimentos na unidades de produção de água foram adotados os levantados pelo Atlas Nordeste. Para a ampliação das redes de distribuição de água os valores estão calculados na planilha do Anexo relativo a água e esgoto.

A execução de rede está orçada em uma média por ligação de R\$ 1.139,60 e R\$ 1.157,00 respectivamente para as regiões sudeste e nordeste, já incluídos os tubos, conexões e peças, inclusive seccionamento de trechos. Foi considerada uma proporção de 3,64 hab/ligação (Fonte:– SNIS 2007).

## VII. Cronograma

Na elaboração do cronograma consideramos uma distribuição dos investimentos entre os anos de 2011 até o ano de 2015, para as unidades de produção que estão saturadas. Para a complementação das redes distribuidoras foi considerado o período 2016-2020 de forma a deixar uma disponibilidade para as expansões que ocorrerão até o horizonte de projeto de 2030; Os investimentos estão relacionados no quadro resumo a seguir, o qual está baseado na planilha do anexo relativo a Água e Esgoto.

**Quadro 26 – Investimentos necessários para a ampliação de Sistemas de Abastecimento de Água na bacia do Rio Verde Grande**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$ 1.000,00		
		TOTAIS R\$1.000,00	2011-2015 (1)	2016-2020 (2)
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	177.012	120.905	56.107
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	9.486	3.935	5.551
	AG Alto Gorutuba	13.414	6.945	6.469
	MBG Médio e Baixo Gorutuba	5.438	3.229	2.209
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	25.089	19.777	5.312
	AVP Alto Verde Pequeno	1.679	0,0	1.679
	<b>Total MG</b>	<b>232.118</b>	<b>154.791</b>	<b>77.327</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	0,0	0,0	
	<b>Total BA</b>	<b>1.841</b>	<b>0,0</b>	<b>1.841</b>
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>233.959</b>	<b>154.791</b>	<b>79.168</b>

Fonte: Anexo Água e Esgotamento Sanitário

(1) Investimentos relacionados no Atlas Nordeste para ampliação de produção

(2) Ampliação das redes distribuidoras para atender crescimento da população até 2030

### 5.1.3. Ação 3.1.4. Esgotamento sanitário

#### I. Descrição da ação e procedimentos

- Redução da carga orgânica dos esgotos sanitários das sedes municipais da bacia do rio Verde Grande, de forma a atingir os requisitos das classes de enquadramento e cumprir as exigências da legislação.
- Implantação e/ou complementação das redes de coleta, para atingir a universalização do atendimento.
- Implantação e/ou complementação das unidades de tratamento de esgotos sanitários urbanas.



Figura 21 – Estação de Tratamento de Esgotos de Montes Claros (Fonte: COPASA)

#### II. Objetivos

- Redução da poluição por esgotos domésticos;
- Melhoria gradativa da qualidade da água nos trechos mais críticos principalmente em regime de escassez;
- Aumento dos indicadores de saneamento ambiental até o atingimento das exigências da legislação e das metas de enquadramento.

#### III. Metas

- Reduzir em 80% a carga orgânica (DBO) dos esgotos sanitários até o ano de 2030;
- Implantar sistemas de tratamento de efluentes para 100% dos esgotos coletados nas sedes urbanas até o ano de 2020;
- Complementação das redes faltantes para completar 100% de cobertura até o ano de 2025;
- Manutenção do índice de cobertura de 100% de coleta através do crescimento vegetativo até o ano de 2030.

Obs.: Devido à não existência de corpos receptores de cursos lênticos na bacia não propomos metas para os parâmetros: Oxigênio dissolvido (OD), Coliformes e Fósforo. Estes parâmetros serão reduzidos concomitantemente à redução da DBO. Se em virtude de o enquadramento indicar algum trecho que apresente exigência especial quanto a estes parâmetros, deverá ser verificado um ajuste no tratamento correspondente.

#### IV. Localização e prioridades

As ações serão desenvolvidas nos sistemas de esgotamento sanitário das sedes municipais da bacia.

#### V. Responsáveis

Os responsáveis pela implantação das ações são os gestores dos sistemas que podem ser: Administração direta da Prefeitura, Autarquias municipais ou concessionárias dos serviços.

#### VI. Recursos e Orçamento:

Para a cidade de Espinosa, foi adotada a estimativa do Atlas Nordeste.

Para as demais, a estimativa dos investimentos foi feita com base nos seguintes critérios:

Para a necessidade de implantação de rede coletora foi utilizada a seguinte equação:

$$DR2030 = PU2030 \times \text{Meta} - PR2007 \times \text{Percentual de atendimento}$$

Onde:

DR2030 = Demanda por rede coletora de esgotos em 2030 (em habitantes)

PU 2030 = População urbana em 2030 (em habitantes)

Meta = Meta de atendimento por rede coletora de esgotos = 100%

PR 2007 = População urbana atendida com ligação em 2007(em habitantes)

Os custos para as redes e os sistemas de tratamento estão apresentados no quadro a seguir.

**Quadro 27 – Custos de implantação de redes e de estações de tratamento de esgotos na bacia do rio Verde Grande.**

Preço da rede coletora (R\$/dom)		Preço do tratamento (R\$/hab)	
<40.000 hab	40 a 400 mil hab	< 40.000 hab	40 a 400 mil hab
2.055,87	2243,81	120,36	200,87

Fonte: Ministério das Cidades (2003) – Dimensionamento das necessidades de investimentos para a universalização dos serviços de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos sanitários no Brasil. Os valores foram reajustados pelo índice da coluna 2 da FGV correspondendo a um coeficiente de 1,4 para atualização para o ano de 2009.

Notas:

- 1) Média de moradores por domicílio– 3,64 habitantes.
- 2) O preço médio de rede (R\$ por domicílio) inclui a rede coletora e ligações domiciliares, além de um incremento de custo em função da necessidade de implantação de rede dupla em caso de ruas largas ou avenidas de mão dupla e da necessidade de elevatórias intermediárias;
- 3) O preço médio do tratamento (R\$ por habitante) inclui a ETE, os interceptores e a elevatória final. Para os municípios pequenos (menos de 40.000 hab.), foi admitido o custo de tratamento equivalente a um reator anaeróbio com lagoa e para os grandes (mais de 400.000 hab.), o custo corresponde à implantação de um sistema de lodos ativados convencional. Para os municípios médios, admitiu-se um valor intermediário, em função da diversidade de tecnologias que podem ser empregadas.
- 4) O custo dos projetos, estimado em 3% da obra, já está embutido nos valores acima.

## VII. Cronograma

Para a hierarquização dos projetos foram propostos os seguintes critérios:

- Execução entre 2011 e 2015 – execução de 50% das Estações de Tratamento de Esgoto faltantes e 25% das redes coletoras necessárias;
- Execução entre 2016 e 2020 – execução de 50% das Estações de Tratamento de Esgoto faltantes e 25% das redes coletoras necessárias;
- Execução entre 2020 e 2025 – execução dos 50% restantes das redes coletoras.

Para o atingimento da meta de redução de 80% de DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio no ano de 2030 é imprescindível que todas as ETEs sejam providas de tratamento secundário e com controle operacional adequado. O tratamento secundário pode atingir até 90% de eficiência. Conforme a composição de unidades das ETEs existentes e relacionadas na planilha anexa, a eficiência pode variar de 75% a 90%. No entanto, vários fatores levam a que a redução total de DBO fique aquém destes números. Há deficiências na cobertura e na operação das redes de coleta e interceptação que fazem com que parte significativa dos esgotos continue não afluindo para a ETE.

Como já foi explicado no diagnóstico, praticamente nenhuma cidade brasileira foi desenvolvida pensando no tratamento de esgoto. Ao se implantar a ETE é necessário um longo trabalho denominado, na COPASA, de Caça Esgoto, para desmisturar a rede de coleta de esgoto do sistema de águas pluviais e garantir que os interceptores cumpram a sua função. Há também sempre um percentual significativo de imóveis que permanecem desconectados da rede pública, como é o caso de Janaúba cuja adesão ainda é de apenas 20%. É necessária uma campanha de mobilização constante para se obter a adesão desses usuários, o que pode levar vários anos. Para o presente trabalho, consideramos que, no início de operação, as ETEs

funcionarão com uma eficiência média de 70% e progressivamente irão melhorando o seu desempenho até que o sistema alcance a meta e o cumprimento da legislação.

Adicionalmente foram adotados os seguintes critérios e/ou premissas:

- A adoção de valores médios baseados em orçamentos de projetos semelhantes pode levar a diferenças significativas em virtude da ocorrência de obras de terraplenagem, maior número de elevatórias, etc.
- Para a definição dos valores de investimentos em estações de tratamento, só foram excluídas as cidades que têm capacidade de tratar 100% do esgoto. As que têm tratamento parcial foram consideradas como necessitando de uma ETE completa.
- Foram utilizados, para a priorização dos investimentos, critérios exclusivamente sanitários com base na carga orgânica do lançamento no corpo receptor. Não foram considerados critérios de diluição ou estado de poluição dos corpos receptores.
- Não foi considerada para investimento a substituição de trechos de rede antigos que pode vir a ser necessária em função de estado precário existente. Considera-se esta necessidade como uma atividade de manutenção e operação regular da gestão do sistema, a menos que o Plano Municipal de Saneamento identifique com mais precisão as reais deficiências.

O cronograma por sub-bacia é apresentado no quadro a seguir e está baseado na planilha do anexo Água e Esgotamento Sanitário.

**Quadro 28 – Investimentos necessários para a implantação de redes e Estações de Tratamento de Esgotos na bacia do rio Verde Grande.**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$			
		TOTAIS	2011-2015	2016-2020	2021-2025
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	116.138.278,00	29.133.689,00	29.133.689,00	57.870.900,00
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	42.733.383,00	12.614.005,00	12.614.005,00	17.505.373,00
	AG Alto Gorutuba	43.784.154,00	11.095.728,00	11.095.728,00	21.592.698,00
	MBG Médio e Baixo Gorutuba	29.538.339,00	8.425.426,00	8.425.426,00	12.687.487,00
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	24.427.532,00	6.305.772,00	6.305.772,00	11.815.988,00
	AVP Alto Verde Pequeno	26.867.385,00	12.585.013,00	12.585.013,00	1.697.359,00
	<b>Total MG</b>	<b>283.489.070,00</b>	<b>80.159.633,00</b>	<b>80.159.633,00</b>	<b>123.169.804,00</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	9.704.478,00	2.691.057,00	2.691.057,00	4.322.364,00
	<b>Total BA</b>	<b>9.704.478,00</b>	<b>2.691.057,00</b>	<b>2.691.057,00</b>	<b>4.322.364,00</b>

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$			
		TOTAIS	2011-2015	2016-2020	2021-2025
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>293.193.548,00</b>	82.850.690,00	82.850.690,00	<b>127.492.168,00</b>

Fonte: Anexo Água e Esgotamento Sanitário

As seguintes cidades, num total de oito, já possuem ETE em operação e foram previstas apenas expansões de rede: Glaucilândia, Jaíba, Janaúba, Juramento, Montes Claros, Nova Porteirinha, Porteirinha e Varzelândia. É de se ressaltar que a ETE de Montes Claros que entrou recentemente em operação, permitirá uma significativa melhoria nas águas na sub-bacia do Alto Verde Grande.

É necessária a implantação de ETE e interceptores nas cidades das seguintes bacias:

No estado de Minas Gerais em:

- AVG: Guaraciama;
- MVG-TA: Capitão Enéias, Francisco, Sá Mirabela, Patis e São João da Ponte;
- AG: Riacho dos Machados;
- MBG: Catuti, Gameleiras, Mato Verde, Monte Azul, Pai Pedro e Serranópolis de Minas;
- MVG-TB: Verdelândia; e
- AVP: Espinosa e Mamonas.

No estado da Bahia, as cidades da bacia necessitam da implantação de um sistema completo.

- AVP/MVP: Sebastião Laranjeiras e Urandi.

#### 5.1.4. Ação 3.1.4. Resíduos sólidos

**Título:** Implantação de Aterros Sanitários, Unidades de Triagem e Compostagem e Análise e Recuperação de Passivos Ambientais (PA) de Lixões e Aterros Controlados na Bacia do Rio Verde Grande.

##### I. Descrição da Ação

A ação será desenvolvida através da implantação de aterros sanitários locais ou em consórcios regionais e unidades de triagem e compostagem em todas as sedes municipais na bacia do rio Verde, ainda não atendidos por estas unidades. Juntamente com os aterros sanitários deverá ser implantada a Coleta Seletiva.

Além da criação de unidades de destinação adequada dos resíduos, a ação propõe a análise e recuperação de áreas degradadas por lixões

abandonados.



Figura 22 – Detalhes de construção de um aterro sanitário e unidade de triagem e compostagem.



Figura 23 – Exemplos de lixões abandonados com riscos sanitários e ambientais.

## II. Objetivos

- Redução da poluição doméstica;
- Melhoria gradativa da qualidade da água nos trechos mais críticos;
- Aumento dos indicadores de saneamento ambiental até o

atendimento da legislação e das metas de enquadramento;

- Desenvolvimento da ação social das cooperativas de catadores;
- Recuperação da área para recomposição paisagística e outros usos.

### **III. Metas**

- Atingir, até o ano de 2020, o total de 26 municípios que ainda contam com destinação inadequada e que ainda não possuem unidades de triagem e compostagem (UTC);
- Atingir, até o ano de 2020, o total de 26 municípios que ainda não possuem coleta seletiva;
- Recuperar os passivos ambientais de lixões existentes em 26 municípios, sendo 13 no período de 2021 a 2025 e 13 no período de 2026 a 2030.

### **IV. Localização e prioridades**

As ações serão desenvolvidas nas sedes municipais da bacia. A tendência atual é de se buscar a formação de consórcios municipais para a destinação final do lixo, o que poderá significar em muitos casos alocar o aterro sanitário em município diferente do emissor dos resíduos. A recuperação dos passivos ambientais será desenvolvida nos locais dos lixões e/ou aterros controlados existentes dentro e fora da área urbana, à medida que estes forem sendo desativados.

Não foram definidas prioridades conforme especificado no quesito cronograma. No entanto é recomendável que as prioridades deverão ser para as cidades maiores e com indicadores mais altos, e para os lixões existentes cujos impactos na bacia são mais significativos.

### **V. Responsáveis**

Os responsáveis pela implantação das ações são os gestores dos sistemas que podem ser: Administração direta da Prefeitura, Autarquias municipais ou concessionárias dos serviços.

### **VI. Recursos e Orçamento**

Os investimentos desta ação contemplam o aterro sanitário e as UTCs com coleta seletiva, onde os mesmos não existirem. Também são considerados investimentos para análise e recuperação das áreas degradadas por lixões ou aterros controlados abandonados.

Esta atividade consiste essencialmente no simples recobrimento do local do lixão, com o devido cercamento até a sua consolidação. Pode em alguns casos ser necessário o tratamento de erosões e compactação de camadas mais espessas. Não se prevê a remoção do lixo depositado.

Devido à falta de informações sobre tais custos adotamos um percentual de 30% (trinta por cento) da soma dos investimentos em Aterro Sanitário e Unidade de Triagem e Compostagem do respectivo município.

Os custos médios para a implantação de UTCs são os relacionados no quadro a seguir.

**Quadro 29 – Custos médios para a implantação de unidades de triagem e compostagem no estado de Minas Gerais**

<b>Faixa de população Hab.</b>	<b>Custo da UTC R\$</b>
< 20.000	200.000,00
20.000 a 50.000	280.000,00
50.000 a 100.000	400.000,00
100.000 a 500.000	520.000,00

Fonte: eng. Cláudia Júlio Ribeiro

Para aterros sanitários, o custo médio varia de R\$70,00 a R\$80,00 por habitante, faixa extraída de projetos diversos e não varia significativamente com a faixa de população do município. Para o presente orçamento consideramos o valor médio de R\$75,00 por habitante. Este valor inclui a aquisição do terreno, terraplenagem, impermeabilização das plataformas, balança e posto de controle administrativo, drenagem de chorume e gases, cercamento, construção de acessos, projetos, licenciamento e outros custos relacionados à implantação.

No presente trabalho, foi considerada a implementação de UTC como processo recomendado para a reciclagem de resíduos sólidos e conseqüente redução dos volumes encaminhados a aterros sanitários. O objetivo é aumentar a eficiência dos serviços e componentes, reduzindo o seu custo. No entanto, se o gestor municipal identificar outros procedimentos mais ajustados à realidade do seu sistema, os recursos previstos poderão ser aplicados na solução considerada mais relevante.

Os investimentos e a operação podem ser significativamente otimizados com a formação de consórcios. No estado do Espírito Santo o Projeto ES sem lixões viabilizou esta forma de organização, cujas negociações já foram formalizadas em seis consórcios abrangendo todos os municípios daquele estado. O governo estadual investiu R\$ 50 milhões naquele projeto e sua implantação estará concluída no ano de 2010. Em Minas Gerais está em andamento um estudo denominado **Plano Preliminar de Regionalização da Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (PRE-RSU) em Minas Gerais** contratado pela FEAM. Este estudo sugere três Arranjos Territoriais Ótimos (ATOs) que cobrem todos os municípios da bacia do rio Verde Grande: ATO 41 com sede em Januária, ATO 42 com sede em Janaúba e o ATO 43 com sede em Montes Claros. No entanto, isto envolve uma negociação complexa o que dificulta o avanço das soluções. Por esta razão, no presente trabalho os

empreendimentos são propostos individualmente ao nível do município. De qualquer forma, a UTC sempre será de localização em cada município.

## VII. Cronograma

Na elaboração do cronograma, consideramos uma distribuição uniforme dos investimentos a partir do ano de 2011 até o ano de 2020 pelas seguintes razões:

- A implantação do aterro sanitário, bem como a recuperação dos passivos ambientais, depende de uma mobilização ao nível do município e, apesar da obrigatoriedade legal, podem ser feitos Termos de Ajustamento de Conduta (TAC) que permitem o seu licenciamento e implantação em um prazo diferenciado;
- A implantação do aterro pode ser feita por etapas, através de módulos definidos no projeto;
- A recuperação dos passivos ambientais depende da disponibilização da área após a implantação do aterro sanitário do município.

Os quadros a seguir apresentam os cronogramas por sub-bacia para os investimentos necessários à implantação de aterros e unidades de triagem e compostagem e investimentos para a recuperação dos passivos ambientais dos lixões e aterros controlados.

**Quadro 30 – Investimentos necessários para a implantação de aterros sanitários e unidades triagem e compostagem na bacia do rio Verde Grande.**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$		
		TOTAIS	2011-2015	2016-2020
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	41.002.479,35	20.501.239,68	20.501.239,68
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	5.892.211,90	2.946.105,95	2.946.105,95
	AG Alto Gorutuba	7.285.555,90	3.642.777,95	3.642.777,95
	MBG Médio e Baixo Gorutuba	5.424.951,16	2.712.475,58	2.712.475,58
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	4.130.673,34	2.065.336,67	2.065.336,67
	AVP Alto Verde Pequeno	2.280.361,06	1.140.180,53	1.140.180,53
	<b>Total MG</b>	<b>66.016.232,71</b>	<b>33.008.116,36</b>	<b>33.008.116,36</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	2.280.361,06	1.140.180,53	1.140.180,53
	<b>Total BA</b>	<b>1.547.937,71</b>	<b>773.968,85</b>	<b>773.968,85</b>
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>67.564.170,42</b>	<b>33.782.085,21</b>	<b>33.782.085,21</b>

**Quadro 31 – Investimentos necessários para a recuperação de passivos ambientais (PA) de lixões e aterros controlados na bacia do rio Verde.**

ESTADO	SUB-BACIAS	INVESTIMENTOS NECESSÁRIOS R\$		
		TOTAIS	2021-2025 (50%)	2026-2030 (50%)
MINAS GERAIS	AVG Alto Verde Grande	12.300.743,81	6.150.371,91	6.150.371,91
	MVG-TA Médio Verde Grande Trecho Alto	1.767.663,57	883.831,79	883.831,79
	AG Alto Gortuba	2.185.666,77	1.092.833,39	1.092.833,39
	MBG Médio e Baixo Gortuba	1.627.485,35	813.742,68	813.742,68
	MVG-TB Médio Verde Grande Trecho Baixo	1.239.202,00	619.601,00	619.601,00
	AVP Alto Verde Pequeno	684.108,32	342.054,16	342.054,16
	<b>Total MG</b>	<b>19.804.869,82</b>	<b>9.902.434,91</b>	<b>9.902.434,91</b>
BAHIA	AVP/BVP Alto Verde Pequeno e Baixo Verde Pequeno	464.381,31	232.190,66	232.190,66
	<b>Total BA</b>	<b>464.381,31</b>	<b>232.190,66</b>	<b>232.190,66</b>
<b>Total</b>	<b>Rio Verde Grande</b>	<b>20.269.251,13</b>	<b>10.134.625,57</b>	<b>10.134.625,57</b>

Obs.: Esta planilha considera que na distribuição orçamentária ocorra uma participação média entre municípios pequenos e grandes.

### 5.1.5. Ação 3.1.5. Controle de Poluição Industrial

**Título:** Avaliação das cargas poluidoras e proposição de aprimoramento do controle ambiental do setor industrial

#### I. Objetivo

O desenvolvimento do presente programa se norteará pelos seguintes objetivos:

- Traçar o perfil das tipologias industriais desenvolvidas nos municípios da bacia do rio Verde Grande;
- Avaliar as cargas poluidoras lançadas nos recursos hídricos pelo setor industrial;
- Delinear o panorama do controle ambiental do setor industrial;
- Propor ações para aprimoramento de controle e redução da carga poluidora lançada pelas indústrias nos recursos hídricos.

#### II. Justificativa

O diagnóstico da qualidade das águas superficiais da bacia do rio Verde Grande, conforme dados históricos de 1997 a 2008 da rede básica operada

pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM em Minas Gerais, indicou a presença de componentes tóxicos em teores elevados, que podem ser associados aos efluentes e resíduos lançados pelo setor industrial. Condições críticas de qualidade foram detectadas na estação de amostragem localizada no rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros, refletidas em concentrações acima do padrão de qualidade da classe 2 em relação a fenóis totais, cromo, chumbo, zinco e cádmio, na forma total, e cobre dissolvido.

Quando se avalia a série de dados mais recentes, entre 2006 a 2008, o quadro se mostra mais favorável, visto que apenas a variável fenóis totais apresentou percentual de ocorrência de valores não conformes superior a 20% do total de determinações.

Cabe registrar que a avaliação química de sedimentos depositados na calha fluvial do rio Verde Grande e de alguns de seus afluentes, realizada pelo IGAM, apontou a presença de arsênio, cromo, mercúrio e níquel em valores nos quais se prevê um provável efeito adverso à biota.

### **III. Procedimentos**

#### **1. Caracterização do perfil industrial da bacia**

Com o objetivo de traçar o perfil das tipologias industriais desenvolvidas nos municípios da bacia do rio Verde Grande foi utilizado, na parte mineira, o banco de dados eletrônico do Sistema Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos / MG – SISEMA. Para tanto foi consultado o Sistema Integrado de Informação Ambiental – SIAM, onde estão registradas informações administrativas de acompanhamento de processos de regularização ambiental e autuação de empreendimentos. O levantamento englobou os 24 municípios mineiros com distrito sede na bacia, uma vez que as indústrias localizam-se geralmente em perímetros urbanos. Na área baiana da bacia não foram disponibilizados dados de processos de regularização ambiental.

O conjunto de informações obtido foi analisado qualitativamente, sendo consistido por grupo de atividade baseado na listagem da Deliberação Normativa N° 74, de 9 de setembro de 2004, do Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais - COPAM que estabelece critérios de classificação para empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de regularização ambiental, e dá outras providências. Foram considerados três grupos de atividades, quais sejam, indústria metalúrgica e outras, indústria química e indústria alimentícia, que foram divididos em sub-atividade ou tipologia, conforme indicado no Quadro 32.

A distribuição qualitativa de tipologias industriais por sede municipal da parte mineira da bacia do rio Verde Grande é apresentada no Quadro 33. Na base de dados utilizada não constaram empreendimentos em Caituti, Gameleiras, Glaucilândia, Guaraciama, Mato Verde, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Patis, São João da Ponte, Riacho dos Machados, São João da Ponte e Serranópolis de Minas. Essa mesma avaliação por sub-bacia é mostrada no Quadro 34, e espacializada no mapa apresentado na Figura 24, observando-se maior variedade de tipologias na sub-bacia do Alto Verde Grande, em função do parque industrial instalado em Montes Claros.

**Quadro 32 – Atividades e sub-atividades industriais identificadas na bacia do rio Verde Grande.**

<b>Atividade</b>	<b>Sub-atividade ou Tipologia</b>	<b>Código</b>
Indústria Metalúrgica e Outras (B)	Indústria de Produtos Minerais Não Metálicos	B-1
	Indústria Metalúrgica	B-2
	Indústria de Material Eletro-eletrônico	B-3
	Indústrias Diversas	B-4
Indústria Química (C)	Indústria de Papel e Papelão	C-1
	Indústria da Borracha	C-2
	Indústria de Couros e Peles e Produtos Similares	C-3
	Indústria de Produtos Químicos	C-4
	Indústria de Produtos Farmacêuticos e Veterinários	C-5
	Indústria de Perfumaria e Velas	C-6
	Indústria de Produtos de Matérias Plásticas	C-7
	Indústria Têxtil, Vestuários, Calçados e Artefato de Tecidos e Couros	C-8
	Indústrias Diversas	C-9
Indústria Alimentícia (D)	Indústria de Produtos Alimentares	D-1
	Indústria de Bebidas e Alcool	D-2

As indústrias de produtos alimentares (D-1), representadas em especial pela preparação de leite e fabricação de produtos de laticínio, seguida pelo abate, industrialização da carne e processamento de subprodutos animais, estão difundidas na grande maioria dos municípios. Relativamente às indústrias metalúrgicas e outras, destacou-se o ramo de produtos minerais não metálicos (B-1) em especial a fabricação de artigos de barro cozido e material cerâmico, com baixo potencial poluidor das águas, e no setor químico realçaram as atividades têxteis (C-8).

O levantamento efetuado contempla apenas o estado de Minas Gérias e os empreendimentos cadastrados no órgão de meio ambiente estadual, representando uma parcela do universo de empreendimentos instalados na bacia. Dessa forma, deve-se buscar o conhecimento mais completo do parque industrial da região.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 33 – Distribuição qualitativa da ocorrência de tipologias industriais por sede municipal localizada na parte mineira da bacia do rio Verde Grande

Sedes Municipais	Códigos das Tipologias Industriais														
	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	D-1	D-2
Capitão Enéas		x												x	
Catuti															
Espinosa	x											x		x	
Francisco Sá	x											x		x	
Gameleiras															
Glaucilândia															
Guaraciama															
Jaíba														x	x
Janaúba	x			x				x				x		x	x
Juramento						x									
Mamonas														x	
Mato Verde															
Mirabela										x				x	
Monte Azul														x	
Montes Claros	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nova Porteira															
Pai Pedro															
Patis															
Porteirinha	x													x	
Riacho dos Machados															
São João da Ponte															
Serranópolis de Minas															
Varzelândia															x
Verdelândia														x	

Fonte: SIAM, 2010

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

**Quadro 34 – Distribuição qualitativa da ocorrência de tipologias industriais por sub-bacia da bacia do rio Verde Grande**

Sub-bacias	Códigos das Tipologias Industriais															
	B-1	B-2	B-3	B-4	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	D-1	D-2	
Alto Verde Grande (AVG)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Médio Verde Grande – Trecho Alto (MVG-TA)	x	x								x		x		x		
Alto Gorutuba (AG)	x			x				x				x		x	x	
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	x													x		
Médio Verde Grande – Trecho Baixo (MVG-TB)														x	x	
Alto Verde Pequeno (AVP)	x											x		x		
Baixo Verde Pequeno (BVP)																
Baixo Verde Grande (BVG)																

Fonte: SIAM, 2010

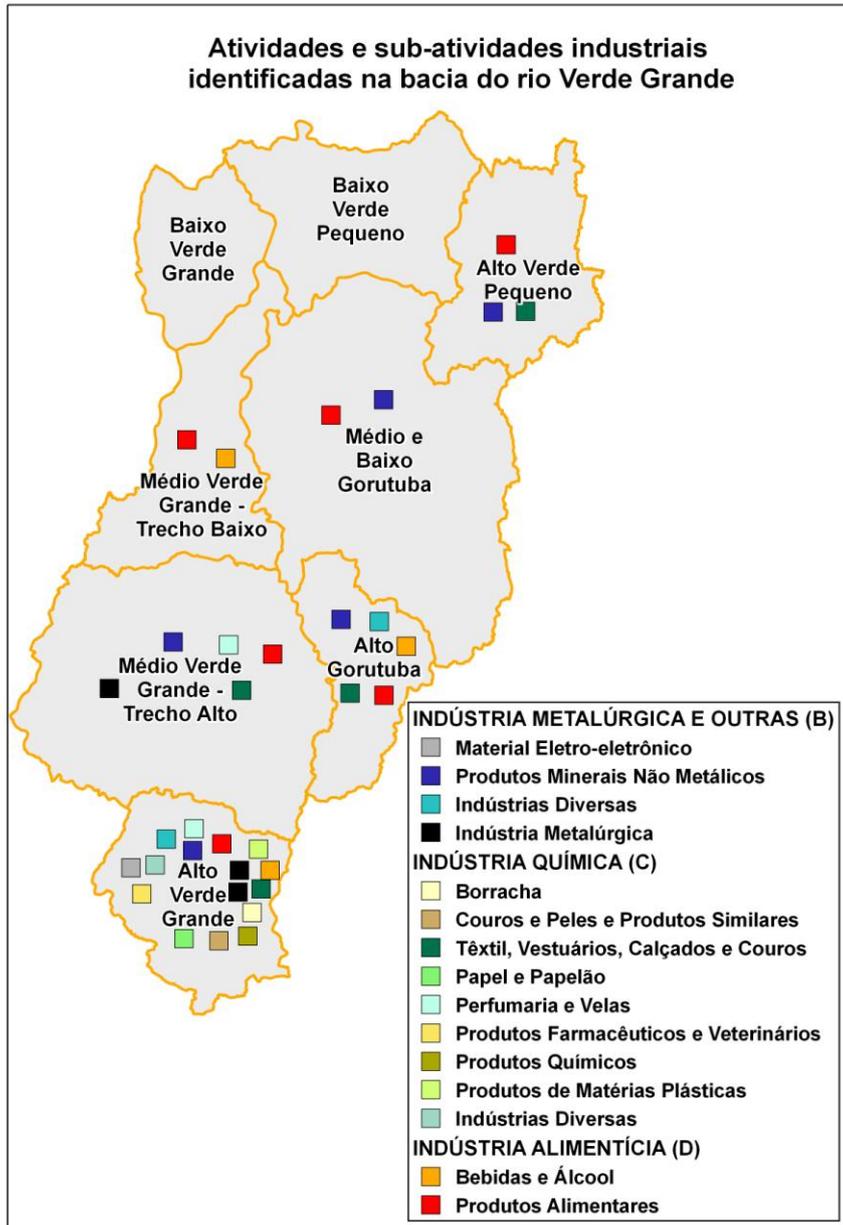


Figura 24 – Distribuição qualitativa da ocorrência de tipologias industriais por sub-bacia da bacia do rio Verde Grande.

## 2. Avaliação parcial da carga poluidora

Foram consultados 124 processos de licença de operação e de revalidação de licença de operação, 79 dos quais relativos a empreendimentos localizados em Montes Claros. Prioritariamente foram buscados nesses processos resultados de automonitoramento de efluentes líquidos e de corpos receptores, vazão de efluente líquido e dados característicos da atividade desenvolvida, tais como produção e número de empregados, sendo adotado corte temporal a partir de 2006. Ressalte-se que os dados de cargas geradas pelos empreendimentos foram obtidos dos próprios processos ou calculados a partir das informações de concentração e vazão.

Foram também considerados os dados das declarações de carga poluidora ano base 2008, para os empreendimentos da parte mineira, disponibilizados pela Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEAM. A apresentação desse documento é exigência da Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, na esfera federal.

Deve-se realçar, contudo, que a base de informações avaliada possui diversas lacunas de registros de concentração e vazão dos efluentes líquidos finais, especialmente em relação ao ramo alimentício, o que possibilitou apenas a totalização parcial das cargas brutas e tratadas. No Quadro a seguir estão indicados os valores obtidos para parâmetros relevantes por sub-bacia.

**Quadro 35 – Totalização parcial por sub-bacia das cargas brutas e tratadas de parâmetros relevantes geradas por empreendimentos industriais**

Parâmetros relevantes	Carga (ton/dia) por sub-bacia		
	Alto Verde Grande	Médio Verde Grande – Trecho Alto	Alto Verde Pequeno
DBO - Bruto	2,57	0,07	0,02
DBO - Tratado	1,07	0,01	0,006
DQO - Bruto	4,43	0,15	0,06
DQO - Tratado	1,33	0,02	0,009
Sólidos em Suspensão Totais - Bruto	0,90	0,05	0,02
Sólidos em Suspensão Totais - Tratado	0,37	0,0007	0,004
Substâncias Tensoativas - Bruto	0,019	0,0002	0,0003
Substâncias Tensoativas - Tratado	0,007	0,00003	0,0001

Fonte: SIAM, 2010

Em termos de valores brutos, a sub-bacia do Alto Verde Grande é responsável por 78% da carga de DBO e por mais de 90% das cargas de DQO, sólidos em suspensão totais e substâncias tensoativas. Os sistemas de controle implantados promoveram abatimento significativo na concentração de poluentes, sendo que a DBO apresentou os menores percentuais de remoção.

Com base nos dados levantados, a carga remanescente de DBO do setor industrial, igual a 1,086 ton/dia, representa apenas 3,6% da carga remanescente de DBO dos esgotos sanitários, equivalente a 29,865 ton/dia.

As informações das declarações de carga poluidora ano base 2008, disponibilizadas pela FEAM, mostraram 6 registros relacionados a empreendimentos industriais, todos localizados no município de Montes Claros. Os valores de carga orgânica declarados somaram 0,004 ton/dia de DBO, 99% provenientes do setor têxtil.

A avaliação comparativa das cargas de DBO remanescentes do setor industrial obtidas dos processos de licenciamento ambiental e das declarações de carga poluidora demonstra a inexpressiva representatividade do cumprimento de uma exigência legal.

Com relação ao monitoramento de corpo receptor realizado por empreendedores, no âmbito do licenciamento ambiental, foram obtidos resultados de apenas duas estações de coleta.

Com base no exposto, depreende-se a necessidade da identificação mais completa das cargas industriais responsáveis pela maior parte da degradação dos recursos hídricos.

### 3. Panorama do controle ambiental

O panorama do controle ambiental foi delineado a partir das informações contidas no SIAM. Do ponto de vista do histórico da evolução da gestão ambiental em Minas Gerais, desde 2003 a regularização ambiental é feita de forma descentralizada buscando respeitar as particularidades regionais. Nesse sentido, foram criadas Unidades Regionais Colegiadas – URCs, do Conselho Estadual de Política Ambiental – COPAM, e Superintendências Regionais de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SUPRAMs, braço executivo e técnico do COPAM, localizadas em cidades-pólo de diversas regiões do Estado.

Em seqüência, a publicação da Deliberação Normativa COPAM nº 74, em 9 de setembro de 2004, criou a Autorização Ambiental de Funcionamento - AAF, mecanismo que isenta o pequeno empreendedor do processo trifásico do licenciamento, qual seja licenças prévia, de instalação e de operação. Essas alterações promoveram expressiva ampliação na regularização ambiental de empreendimentos instalados em Minas Gerais.

Na cidade de Montes Claros localiza-se a SUPRAM Norte de Minas, que presta apoio técnico e executivo à URC Norte de Minas, entidades responsáveis pela regularização ambiental no âmbito do Estado de Minas Gerais na bacia do rio Verde Grande.

A avaliação das informações contidas no SIAM em fevereiro de 2010 mostrou que, seguindo o comportamento do Estado, as Autorizações Ambientais de Funcionamento – AAFs quase se equivalem aos quantitativos de Licenças de Operação concedidas na bacia do rio Verde Grande, ressaltando que seus primeiros processos de licenciamento dataram do início da década de 80. Dentre as AAFs emitidas predominaram aquelas relacionadas ao segmento alimentício seguido pelo metalúrgico.

Não há como desconsiderar a difusão da regularização ambiental na parte mineira da bacia, relacionada à regionalização do sistema de meio ambiente

estadual e, especialmente, à concessão de AAF. No entanto, a esse procedimento que pressupõe a maturidade do empreendedor ao declarar a sua adequação ambiental, sem necessidade de verificação prévia pelo agente público para obtenção do diploma legal, deveria ser mantida regularmente vistorias para verificar a implantação e eficiência dos sistemas de controle declarados.

Assim, devem ser feitas gestões junto aos órgãos de meio ambiente para promover o planejamento da fiscalização com o objetivo de acompanhar a regularidade ambiental dos empreendimentos e estabelecer ações prioritárias corretivas.

#### 4. Proposição de ações para aperfeiçoamento do controle ambiental

É importante que as ações de controle de ambiental caminhem no sentido de promover a adequação da qualidade dos corpos hídricos na sua respectiva classe de qualidade.

Em Minas Gerais a Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG Nº 1/2008, determina a apresentação da Declaração de Carga Poluidora, com frequência anual para os empreendimentos enquadrados nas classes 5 e 6, e a cada dois anos para aqueles de classes 3 e 4. Foi desenvolvido formulário digital para entrega via internet da declaração, sendo a FEAM responsável pela consistência e sistematização dos dados recebidos.

As informações solicitadas nesta declaração são fundamentais para aperfeiçoar a gestão de recursos hídricos, assim como funcionam como uma auto-avaliação do desempenho ambiental pelo empreendedor. Nesse sentido criam oportunidade para buscar soluções em face de não conformidades identificadas.

Em 2009, foram protocoladas na FEAM apenas 6 declarações de empreendimentos industriais localizados na bacia do rio Verde Grande, número insignificante comparativamente ao parque industrial instalado na parte mineira da bacia, especialmente em Montes Claros. Depreende-se que cabe aos órgãos ambientais verificar o cumprimento dessa exigência legal e aplicar sanções para os empreendedores inadimplentes.

Dessa forma, no âmbito desse programa sugere-se um trabalho de divulgação junto às empresas de grande e médio portes, sobre a relevância de se planejar o levantamento e organização de informações necessárias à apresentação da Declaração de Carga Poluidora.

Recomenda-se, ainda, que seja feita gestão junto aos órgãos ambientais licenciadores para sistematizar a apresentação de dados de monitoramento e automonitoramento no contexto dos processos de licenciamento ambiental, assim como estabelecer um sistema de auditoria desses dados. Esses procedimentos possibilitarão a máxima utilização das informações geradas, inclusive no que se refere ao acompanhamento das metas definidas no enquadramento das águas.

Para as empresas de pequeno porte e micro empresas, propõe-se suporte técnico visando orientar o setor na adoção de práticas e medidas que aprimorem a produtividade e a racionalização do consumo de matérias primas e dos recursos naturais, proporcionando uma diminuição da geração de carga orgânica e

inorgânica no efluente final, reduzindo, assim, os riscos para a saúde humana e o meio ambiente.

Quanto aos empreendimentos localizados na parte baiana da bacia, propõe-se que sejam solicitadas ao órgão ambiental informações referentes aos processos de licenciamento ambiental, incluindo dados de monitoramento e automonitoramento.

Sugere-se, além disso, que a partir do contato com os empreendedores seja criada uma base de dados que possibilite a caracterização segura e abrangente do universo das empresas instaladas na bacia e das cargas orgânicas e inorgânicas geradas, mesmo que de forma estimada.

#### **IV. Resultados Esperados**

- Conhecimento do parque industrial instalado na bacia e da carga de poluentes potencial e remanescente;
- Sistematização de dados de monitoramento e automonitoramento;
- Aumento na eficiência das ações de controle;
- Aumento das fiscalizações ambientais, repercutindo na redução de cargas poluidoras emitidas pelo setor industrial;
- Aumento do número de Declaração de Carga Poluidora apresentadas anualmente aos órgãos ambientais;
- Melhoria gradativa da qualidade das águas.

#### **V. Atores Envolvidos**

- Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande - CBHVG
- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Fundação Estadual do Meio Ambiente de Minas Gerais – FEAM;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM;
- Superintendência Regional de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SUPRAM Norte de Minas;
- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ;
- Instituto do Meio Ambiente – IMA;
- Usuários do setor industrial.

#### **VI. Orçamento**

Foi estimado um custo anual de R\$144.000,00 para implementação desse programa, a ser destinado ao pagamento de horas técnicas e despesas com transporte, hospedagem e alimentação.

## 5.2. PROGRAMA 3.2. INCREMENTO DA OFERTA DE ÁGUA

### 5.2.1. Ação 3.2.1. Regularização de vazões

#### I. Objetivo

Esta ação consiste na proposição de implantação de novos reservatórios na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, através da construção de barragens, com o objetivo de aumentar a vazão regularizada na rede hidrográfica a jusante dos locais selecionados.

#### II. Descrição Técnica

Os reservatórios de regularização de vazões propostos na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande serão obtidos através da construção de barragens. Como base de informações sobre as possibilidades de implantação de novas barragens na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, foram considerados os estudos realizados entre os anos de 1999 e 2001, pela CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, através da sua 1ª Superintendência Regional, localizada em Montes Claros/MG.

Complementarmente, foi considerado o Estudo de Viabilidade Social, Técnica, Econômica e Ambiental da Implantação da Barragem de São Domingos (CODEVASF/ECOPLAN, 2009).

Inicialmente, em março de 1999, a 1ª Superintendência Regional da CODEVASF elaborou um estudo denominado Barragens Construídas e a Serem Construídas na Área Mineira da SUDENE – Informações Apresentadas à Assembléia Legislativas do Estado de Minas Gerais, que continha um levantamento dos reservatórios existentes na Bacia, bem como daqueles que apresentavam potencialidade ou viabilidade técnica preliminar para futura implantação.

Nesta última categoria, foram identificados 28 reservatórios/barragens, distribuídos pela Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, com características técnicas bastante distintas: alturas variando entre 4,5 e 45 m; volumes de maciço entre 700 e 450.000 m<sup>3</sup>; áreas de inundação dos reservatórios entre 3,5 e 936 ha; áreas de drenagem entre 1,5 e 500 km<sup>2</sup>; e estudos em estágios variando entre preliminar e básico.

Desta relação, previamente estudada pela Divisão de Engenharia da CODEVASF, inicialmente foram selecionados os reservatórios com maior capacidade de acumulação, face à restrita capacidade de regularização imposta pela forte variabilidade pluviométrica e evaporimétrica regional. Ou seja, mesmo reservatórios com maiores volumes acumulados apresentam regularização de vazões limitadas.

Nesta ótica, foram selecionados apenas os reservatórios com volume acumulado superior à 10.000.000 m<sup>3</sup>. Nessa categoria, foram identificados 10 reservatórios/barragens: Mamonas, Canoas, Prata, Rio Verde, Água Limpa,

Cerrado, Peixe, Sítio, Sítio Novo e Suçupara. Embora a barragem de Brejinho também apresente volume acumulado considerável (16.000.000 m<sup>3</sup>), foi desconsiderado pela falta de informações técnicas.

Tais reservatórios, de forma conjunta, totalizam um volume acumulado de 206 Hm<sup>3</sup>, regularizando uma vazão teórica de 1,63 m<sup>3</sup>/s. Posteriormente, as simulações hidrológicas mostraram que a capacidade de regularização de alguns reservatórios era inferior à inicialmente calculada, em razão das pequenas áreas das bacias de contribuição. Como decorrência deste fato e em busca de uma maior vazão regularizada para a Bacia, foram identificados três novos reservatórios, com áreas de contribuição superiores a 150 km<sup>2</sup>, mas que não tinham sido anteriormente selecionados por apresentarem volumes acumulados inferiores a 10 Hm<sup>3</sup>. As barragens formadoras desses reservatórios são: Pedras, Tábua e Cocos. Também foi considerada a barragem de São Domingos, que embora tenha sido considerada inviável em termos financeiros pelo estudo de 2009, pode oferecer uma importante contribuição quanto ao aporte hídrico localizado em termos mais amplos e não restritos à irrigação (entende-se que na ótica do planejamento de recursos hídricos a viabilidade financeira de um empreendimento é um dos fatores de decisão, mas não o único e tão pouco o mais importante, haja visto os interesses sociais locais). Inclusive, o reservatório de São Domingos havia sido indicado como uma fonte complementar para atendimento hídrico do Projeto Estreito, no estudo realizado pelo IPH (1999), embora com acumulação reduzida a fim de melhorar seu o desempenho hidráulico-hidrológico.

Assim, as quatorze barragens selecionadas para integrar a presente Ação são apresentadas, com suas principais características técnicas, no Quadro a seguir.

**Quadro 36 – Reservatórios/Barragens Selecionadas – Principais Características Técnicas.**

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

O conjunto das quatorze barragens e seus respectivos reservatórios, acumulam um total de 291,3 Hm<sup>3</sup>, regularizando uma vazão total de 1,53 m<sup>3</sup>/s. Importante ressaltar, que o somatório das bacias de contribuição dos novos reservatórios propostos atinge 3.547 km<sup>2</sup>, mais de 10% da área da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, o que representa uma abrangência de regularização considerável.

Importante destacar, também, que os volumes dos maciços das barragens foram recalculados, com base em fórmulas paramétricas que consideram as variáveis altura e extensão do maciço para o cálculo do volume, com vistas a eliminar possíveis distorções e homogeneizar os critérios de cálculo. Exceção feita à barragem São Domingos cujos valores foram obtidos diretamente do Estudo de Viabilidade (2009).

A distribuição espacial dos reservatórios/barragens na Bacia é apresentada na Figura a seguir, mostrando que há uma concentração (oito reservatórios) no Alto Verde Grande.

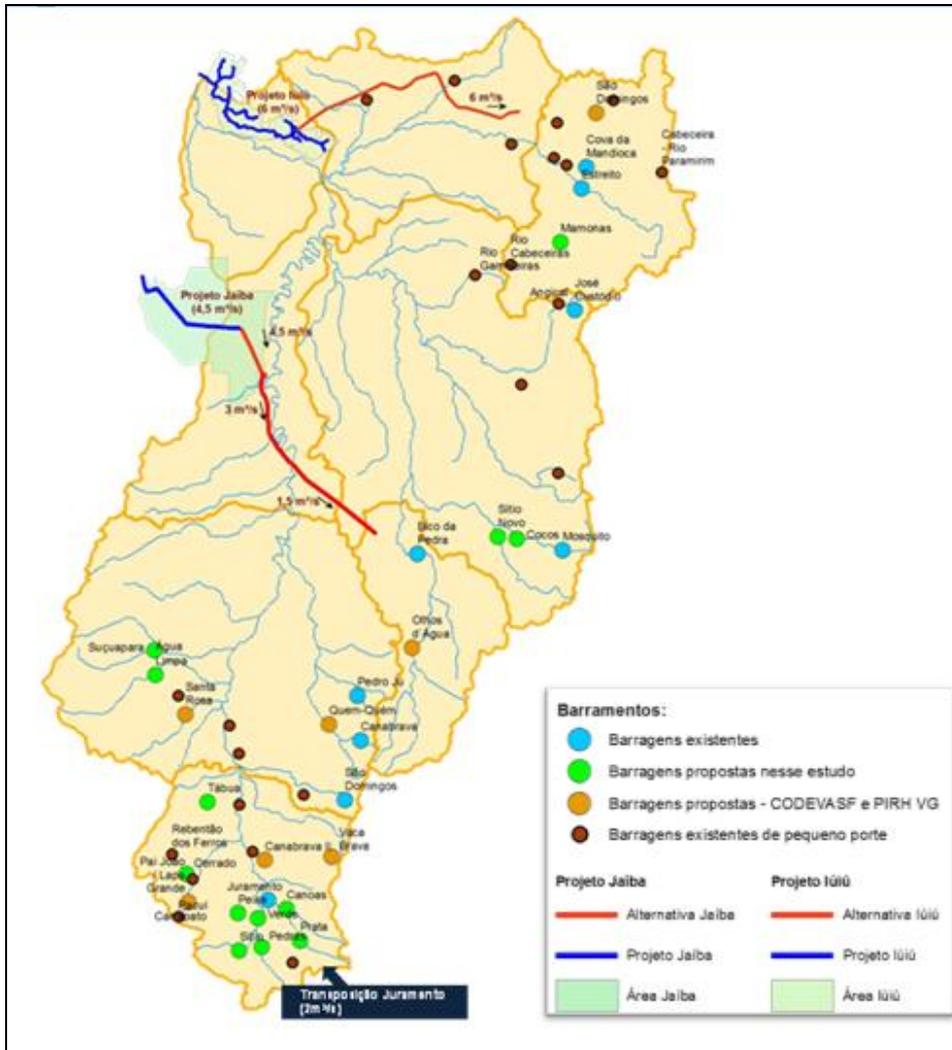


Figura 25 – Localização dos Reservatórios/Barragens Propostos

### III. Justificativas

A implantação de novos reservatórios e suas respectivas barragens, na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, justifica-se pela evidente necessidade de aumento na regularização de vazões, face aos déficits hídricos verificados nos balanços confrontando disponibilidades hídricas com demandas de água. O histórico da Bacia é marcado por problemas associados à deficiência hídrica, notadamente frente ao seu potencial hidroagrícola.

Também a dispersão das deficiências hídricas pela Bacia impõe a adoção

de uma estratégia de distribuição das regularizações, com vistas ao atendimento às demandas insatisfeitas.

Igualmente importante, é a variação pluviométrica ao longo da Bacia, resultando em zonas com maior pluviosidade (nos trechos do Alto Verde Grande, Alto Gorutuba e Alto Médio Verde Grande) onde a implantação de reservatórios de regularização é mais eficiente em termos hidrológicos. Essa é a razão, inclusive, para a concentração dos reservatórios propostos nestes segmentos da Bacia (12 reservatórios encontram-se nos segmentos supracitados).

Ainda é importante destacar que, atualmente, na Bacia, a vazão regularizada pelos reservatórios existentes é muito próxima das vazões  $Q_{7,10}$ ,  $Q_{90\%}$  e  $Q_{95\%}$ , demonstrando claramente a influência da regularização no regime fluviométrico atual.

#### **IV. Custos de Implantação/Implementação**

Os custos de implantação informados no estudo da CODEVASF (1999/2001) foram atualizados em 2009, conforme no XIX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (Montes Claros/MG), totalizando cerca de R\$ 200.000.000,00 para a implantação de 23 barragens, com acumulação bruta total de 302 Hm<sup>3</sup>.

Para fins do presente estudo e considerando algumas discrepâncias verificadas quanto à dimensão das obras e seus custos (CODEVASF, 2009), julgou-se adequado atualizar os orçamentos através da reavaliação dos volumes dos maciços e dos custos unitários, conforme suas naturezas (maciço em aterro compactado ou em concreto compactado a rolo). Os volumes dos maciços foram recalculados a partir de fórmulas paramétricas que consideram as variáveis altura e extensão do maciço, conforme as suas naturezas, e estão baseadas em exemplos práticos atuais (ano de 2008) de barragens financiadas pelo Ministério de Integração, através de convênio com o Governo do Estado do Rio Grande do Sul (Secretaria de Irrigação e Usos Múltiplos da Água – SIUMA/RS).

Para a determinação do volume do maciço em aterro compactado foi adotada a seguinte fórmula:

$$V = 3/4 * A * L$$

Onde,

V é o volume do maciço, em m<sup>3</sup>

A é a área da seção transversal do maciço, em m<sup>2</sup>

L é o comprimento do maciço, em m.

Sendo:

$$A = (2*(H/5+3)+5*H)*H/2$$

Onde H é a altura do maciço, em m.

Para a determinação do volume do maciço em concreto compactado a rolo, foi adotada a seguinte fórmula:

$$V = (A + 20)/2 * L * 1,5$$

Onde,

V é o volume do maciço, em m<sup>3</sup>

A é a área da seção transversal do maciço, em m<sup>2</sup>

L é o comprimento do maciço, em m.

Sendo:

$$A = 2H + (H-4)^2 * 0,75/2 + 0,75H$$

Onde H é a altura do maciço, em m.

Para o cálculo dos custos de implantação das barragens e seus reservatórios, também foram considerados custos-índice obtidos da fonte antes referida, tanto para maciços em aterro compactado como em concreto compactado a rolo. O custo unitário para cada metro cúbico de maciço considera todos os serviços necessários e suficientes para a construção de barragens, dentro das normas técnicas e das boas práticas.

O custo unitário adotado para o metro cúbico de maciço em aterro compactado foi de R\$ 50,00; já o custo unitário adotado para o metro cúbico de maciço em concreto compactado a rolo foi de R\$ 500,00, ressaltando-se que nesses custos estão incluídos todos os demais serviços necessários à construção da barragem, inclusive para elaboração do projeto de engenharia e licenciamento ambiental. Para fins de estimativa global de custo de implantação, foi considerado, ainda, o custo da desapropriação da área do reservatório. O valor adotado considerou a área da bacia de acumulação multiplicada por um custo unitário médio da ordem de R\$ 1.000,00/ha, independentemente do tipo da atividade atual na área a ser alagada.

No caso específico da barragem São Domingos, as informações foram obtidas diretamente do Estudo de Viabilidade, concluído em setembro de 2009. O Quadro a seguir apresenta uma comparação entre os custos das barragens (indicado pela CODEVASF e recalculado neste estudo).

**Quadro 37 – Comparativo de Custos das Barragens**

Ordem	Barragem	Município	Custo CDVF (R\$)	Custo Revisado (R\$)
1	Mamonas	Mamonas/Espinosa	1.650.000,00	21.945.000,00
2	Canoas	Juramento/Canoas	8.500.000,00	25.850.000,00
3	Prata	Juramento	1.750.000,00	26.367.000,00
4	Rio Verde	Juramento	16.050.000,00	19.173.000,00

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Ordem	Barragem	Município	Custo CDVF (R\$)	Custo Revisado (R\$)
5	Água Limpa	Mirabela/Montes Claros	6.850.000,00	36.520.000,00
6	Cerrado	Montes Claros	7.650.000,00	25.630.000,00
7	Peixe	Montes Claros	6.250.000,00	24.860.000,00
8	Sítio	Montes Claros	18.300.000,00	36.520.000,00
9	Sítio Novo	Porteirinha	11.050.000,00	93.390.000,00
10	Suçupara	São João da Ponte/Patos	7.500.000,00	51.370.000,00
11	Pedras	Juramento	9.340.000,00	7.580.000,00
12	Tábua	Montes Claros	11.969.352,00	24.300.000,00
13	Cocos	Porteirinha	4.420.000,00	4.200.000,00
14	São Domingos	Urandi	86.907.472,00	86.907.472,00
<b>Total</b>			<b>198.186.824,00</b>	<b>484.612.472,00</b>

Observam-se diferenças significativas em alguns casos e inexpressivas em outros. No entanto, no valor global a diferença é superior a 140%, o que pode ser justificado pelo fato da revisão considerar além dos custos de obra, os custos de desapropriação, compensações ambientais, de estudos, projetos e licenciamento, de supervisão e gerenciamento das obras, além de incorporar nos custos das obras, estimativas mais realistas para as fundações (onde costumam estar as grandes incógnitas em projetos de barragens, responsáveis por acréscimos substanciais nos custos finais da obra).

O Quadro a seguir apresenta os custos totais de implantação de cada barragem/reservatório proposto, bem com os seus respectivos volumes acumulados e áreas alagadas.

**Quadro 38 – Reservatórios/Barragens Selecionadas – Orçamento**

Ordem	Barragem	Município	Vol (hm3)	Maçço	Altura	Extensão	Vol. Mac.	Custo Rev. (R\$)
1	Mamonas	Mamonas/Espinosa	15	CCR	24	220	38.900	21.945.000,00
2	Canoas	Juramento/Canoas	10	Terra	25	350	460.000	25.850.000,00
3	Prata	Juramento	16	CCR	25	340	64.800	26.367.000,00
4	Rio Verde	Juramento	22	Terra	20	400	345.000	19.173.000,00
5	Água Limpa	Mirabela/Montes Claros	12	Terra	25	500	660.000	36.520.000,00
6	Cerrado	Montes Claros	18	Terra	25	350	460.000	25.630.000,00
7	Peixe	Montes Claros	17,6	Terra	25	340	450.000	24.860.000,00
8	Sítio	Montes Claros	24,5	Terra	25	500	660.000	36.520.000,00
9	Sítio Novo	Porteirinha	60	Terra	45	400	1.680.000	93.390.000,00
10	Suçupara	São João da Ponte/Patos	11,1	Terra	40	280	930.000	51.370.000,00
11	Pedras	Juramento	5	Terra	15	300	146.800	7.580.000,00
12	Tábua	Montes Claros	6	Terra	25	365	482.500	24.300.000,00

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
 Contrato N° 031/ANA/2008

Ordem	Barragem	Município	Vol (hm3)	Maciço	Altura	Extensão	Vol. Mac.	Custo Rev. (R\$)
13	Cocos	Porteirinha	0,3	Terra	13	112	41.600	4.200.000,00
14	São Domingos	Urandi	73,8	Terra	51	580	2.014.000	86.907.472,00
<b>Total</b>			<b>291,3</b>	-	-	-	<b>8.433.600</b>	<b>484.612.472,00</b>

Do Quadro anterior, observa-se que a implantação das 14 barragens e seus reservatórios exigirá o investimento de cerca de R\$ 484 milhões. Considerando que a vazão regularizada conjunta desses reservatórios é de 1,53 m<sup>3</sup>/s, tem-se um custo unitário de regularização de R\$ 316.200.000,00/m<sup>3</sup>/s e um custo unitário médio por barragem de R\$ 34,6 milhões.

No Quadro a seguir, são apresentados os custos das barragens, as vazões regularizadas e os respectivos custos unitários, mostrando a existência de significativas diferenças nas eficiências hidráulica-financeiras dos empreendimentos considerados.

**Quadro 39 – Custos Unitários das Barragens Estudadas**

Ordem	Barragem	Município	Qreg (m³/s)	Custo (R\$)	Custo Unit.
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	Urandi	0,420	86.907.472,00	206.922.552,38
<b>Total</b>			<b>1,532</b>	<b>484.612.472,00</b>	<b>316.284.990,352</b>

## V. Fontes de Financiamento

Face ao montante de recursos a serem investidos, entende-se como necessária a participação de instituições com elevada capacidade de aporte e que tenham interesses legítimos na Bacia. Em um primeiro momento, a CODEVASF apresenta-se com parceira principal nesse investimento, tendo em vista os objetivos da sua atuação regional no fomento do desenvolvimento. A CODEVASF poderia financiar a elaboração dos projetos de engenharia de todas as barragens e, a partir deste acervo técnico, identificar futuros interessados em parcerias na

construção das obras, sendo possível admitir parcerias-público-privadas, onde houver interesse direto da iniciativa privada.

Outra fonte de recursos financeiros para a implantação das barragens são os programas governamentais de fomento ao desenvolvimento regional e redução de desigualdades, tanto nos âmbitos estaduais de Minas Gerais e Bahia, com do governo federal (por exemplo, Revitalização do Rio São Francisco).

A aplicação dos recursos necessários poderá ser executada de forma seqüencial, visto que as barragens/reservatórios não necessitam ser implantados de forma conjunta. O seqüenciamento será ditado pelos interesses locais.

## **VI. Prazos/Cronograma**

Considerando o porte dos recursos financeiros necessários à implantação das barragens/reservatórios propostos nesta ação e o fato de os respectivos projetos de engenharia estarem ainda em estágio preliminar, o prazo para a implantação é médio, entre 2 e 20 anos. Nos primeiros dois anos haverá a necessidade da elaboração dos projetos de engenharia e estudos de impacto ambiental, a um custo da ordem de 5% do total do investimento (cerca de R\$ 24,2 milhões).

De posse de tais documentos, será possível estimar com maior grau de detalhamento a seqüência de implantação mais adequada às reais demandas locais e regionais. Uma primeira indicação de seqüência de implantação segue a racionalidade financeira, na ordem crescente dos custos unitários de regularização. Nessa lógica, no horizonte de 2 a 20 anos, seriam implantadas as barragens na seguinte ordem: Cocos, Rio Verde, São Domingos, Pedras, Mamonas, Prata, Sítio, Água Limpa, Peixe, Cerrado, Sítio Novo, Canoas, Tábua e Suçupara.

Em um primeiro estágio, seriam construídas as barragens de Cocos e Rio Verde, totalizando investimento da ordem de R\$ 22,2 milhões. Na seqüência, seriam implantadas as barragens de São Domingos, Pedras e Mamonas, a um custo total da ordem de R\$ 110,6 milhões. Posteriormente, as barragens de Prata, Sítio, Água Limpa, Peixe, Cerrado, totalizando R\$ 142,4 milhões. Por fim, seriam construídas as barragens de Sítio Novo, Canoas, Tábua e Suçupara, totalizando R\$ 185,1 milhões.

Importante comentar, que essa ação – Construção de Barragens – não precisa ser implantada na sua integralidade. É recomendável, inclusive, o seqüenciamento na sua implantação, através de critérios de eficiência financeira (como proposto no parágrafo anterior), ou através de interesses e benefícios locais. Inclusive, as barragens podem ser implantadas comparando-se o seu custo unitário de regularização aos custos de outras soluções, até um patamar de atratividade financeira.

O Quadro a seguir apresenta uma proposição inicial de seqüenciamento de implantação e investimentos.

**Quadro 40 – Proposta de Seqüência de Implantação**

Período	Custos (Milhões de R\$)	Objetivos	Vazão Regularizada (m <sup>3</sup> /s)
0 a 2 anos	24,2	Elaboração dos projetos e engenharia e estudos ambientais.	-
2 a 5 anos	22,2	Construção das barragens Cocos e Rio Verde.	0,200
5 a 10 anos	110,6	Construção das barragens São Domingos, Pedras e Mamonas.	0,566
10 a 15 anos	142,4	Construção das barragens Prata, Sítio, Água Limpa, Peixe e Cerrado.	0,381
15 a 20 anos	185,2	Construção das barragens de Sítio Novo, Canoas, Tábua e Suçuapara.	0,386
<b>0 a 20 anos</b>	<b>452,0</b>	<b>Total</b>	<b>1,530</b>

A proposta apresentada no Quadro acima considera apenas a racionalidade financeira, implantando-se as barragens do menor para maior custo unitário de regularização. Na prática, a seqüência de implantação deverá atender aos interesses locais e regionais.

#### **5.2.2. Ação 3.2.2. Transposição de vazão entre bacias**

Esta ação estudou três alternativas de adução de água de fora da bacia do Verde Grande para o seu interior:

- Transposição via sistema Congonhas – Juramento
- Transposição via projeto Jaíba
- Transposição via projeto Iuiú.

Como meta ficou estabelecido que sejam implantadas as transposições do Sistema Congonhas – Juramento, com vazão de 2,0 m<sup>3</sup>/s, e via Projeto Jaíba, com vazão de 4,5 m<sup>3</sup>/s.

#### **1. Barragem do Rio Congonhas (Bacia do Jequitinhonha) para o reservatório da Barragem Saracura (Bacia do Verde Grande)**

O texto a seguir apresenta uma descrição da transposição de águas para a

Bacia do Rio Verde Grande, a partir do reservatório da Barragem do Rio Congonhas (Bacia do Jequitinhonha), para fins prioritários de abastecimento urbano da cidade de Montes Claros, mas que trará contribuição hídrica ao Rio Verde Grande.

As informações apresentadas baseiam-se, principalmente, no Certificado de Avaliação de Sustentabilidade da Obra Hídrica – CERTOH, referente à Barragem de Congonhas – Processo N° 02501.002007/2007-25 (02/10/2009), fornecido pela ANA, cujo requerente é o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS.

O objetivo principal do empreendimento (Barragem de Congonhas e transposição de águas para a Bacia do Verde Grande – Barragem Saracura) é o abastecimento da população da região de Montes Claros, no Estado de Minas Gerais. O empreendimento consistirá na construção da Barragem de Congonhas e posterior sistema de bombeamento e adução de água desse reservatório às Barragens de Saracura e Juramento, na Bacia do rio Verde Grande. Objetiva contribuir com o aumento da oferta hídrica dessa região minimizando os intensos conflitos existentes entre diversos setores de usuários de água da bacia do rio Verde Grande.

A regularização hídrica promovida pelo reservatório da Barragem de Congonhas nas bacias dos rios Jequitinhonha e Verde Grande, beneficiará também outras demandas referentes a dessedentação animal e irrigação de áreas situadas a jusante dessas barragens, sobretudo nos municípios mineiros de Grão Mogol, Cristália, Itacambira, Botumirim e Montes Claros.

O projeto da Barragem de Congonhas tinha um custo inicial estimado de R\$ 259.684.253,04. Durante o projeto executivo foram introduzidas algumas otimizações que resultaram na redução dos custos da obra para R\$ 179.051.743,10, refletindo em uma economia de R\$ 80.520.256,90.

Já a implantação do Sistema de Adução de Água da Barragem de Congonhas às Barragens de Saracura e Juramento, na Bacia do rio Verde Grande, está orçada em R\$ 49.339.815,19, será custeada integralmente por recursos oriundos da economia alcançada com a otimização do projeto da Barragem. Assim, o custo total do empreendimento é de R\$ 228.391.558,30.

O empreendimento consiste na construção de um barramento para formação de reservatório, no rio Congonhas, afluente pela margem esquerda do rio Itacambiruçu, contribuinte do rio Jequitinhonha, em áreas dos municípios mineiros de Grão Mogol e Itacambira. O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS será o responsável pela construção da obra e pela operação e manutenção da barragem até que o empreendimento seja concluído na sua totalidade. Após a construção e incorporação do sistema adutor de água bruta do reservatório de Congonhas às Barragens de Saracura e Juramento, na Bacia do rio Verde Grande, a COPASA assumirá a responsabilidade técnica pela operação e manutenção da infra-estrutura integrada da Barragem de Congonhas e o Sistema de Adução Congonhas/Rio Verde Grande.

O empreendimento, além da Barragem de Congonhas, é composto pela obra complementar de um sistema adutor com capacidade para 2,0 m<sup>3</sup>/s de água

bruta, a partir de captação no reservatório a ser formado, com entrega da vazão aduzida no rio Saracura, a montante da barragem de Juramento, no rio Juramento, em uma pequena barragem já existente e operada pela COPASA.

A vazão total regularizada pela Barragem de Congonhas será de 2.907 L/s atendendo às demandas projetadas para o ano 2025, assim divididas: 2,0 m<sup>3</sup>/s para a transposição e 0,907 m<sup>3</sup>/s para as demandas hídricas rurais da bacia do rio Jequitinhonha.

Os estudos da COPASA, entidade responsável pelo sistema de abastecimento de Montes Claros e demais municípios da região, afirmam a impossibilidade de expandir esse abastecimento humano apenas com a disponibilidade hídrica da bacia do Rio Verde Grande. A COPASA concluiu que a solução definitiva, a médio e longo prazos, seria a construção da Barragem de Congonhas e o respectivo sistema adutor de água bruta para a bacia do Rio Verde Grande.

O projeto (ENGENCORPS, 2006), prevê a construção da barragem no rio Congonhas, na altura das coordenadas UTM E 680.050 e N 8.154.800, tipo mista, com dois trechos em seção homogênea de terra, dois trechos em transição de seção de terra para enrocamento e um segmento central em concreto compactado a rolo (CCR), com incorporação do vertedouro. A vazão média de longo termo do rio Congonhas, no local da Barragem, é de 4,73 m<sup>3</sup>/s e de 0,310 m<sup>3</sup>/s, a Q<sub>7,10</sub>. A área do reservatório a ser formado será de 51,5 Km<sup>2</sup>, na cota 935 m, e sua capacidade de acumulação de 964 hm<sup>3</sup>.

O projeto também prevê a implantação de uma tomada de água, localizada na barragem em CCR, acoplada a uma tubulação de aço, visando garantir vazões à jusante e derivações para demandas futuras. Com relação à obra complementar, o sistema de adução de água bruta do reservatório de Congonhas para Montes Claros, está prevista uma captação de água no reservatório de Congonhas, junto à margem esquerda, a jusante do braço formado pelo córrego do Salto, sendo um canal de chamada escavado até a cota 898 m. Esse sistema de captação foi dimensionado para uma vazão de 2,5 m<sup>3</sup>/s, por meio de seis unidades de bombeamento, operando 20 h/dia, de forma a garantir as demandas requeridas de 2,0 m<sup>3</sup>/s. A partir desse ponto, as vazões serão conduzidas por gravidade, em canal revestido por uma camada de concreto e geomembrana, por 9,4 km, até um reservatório intermediário, que alimentará um túnel de adução, com 5,7 km de extensão, que desaguará no reservatório de Saracura, afluente do rio Juramento.

Os estudos hidrológicos apontaram uma vazão média regularizada, com garantia de 100%, de 4,7 m<sup>3</sup>/s, no entanto, estudos específicos da ANA corrigiram esse valor para 3,73 m<sup>3</sup>/s.

O DNOCS tem o compromisso de implantar a Barragem, bem como o projeto de adução, e realizar a operação e manutenção desse sistema nos primeiros anos, até que o empreendimento seja transferido para a COPASA. Os beneficiários diretos pela obra são: COPASA e Comitê da Bacia do Rio Verde Grande, este último representando os usuários agrícolas e o órgão outorgante estadual (IGAM e SUPRAMA). Há declaração expressa da COPASA assumindo o compromisso e responsabilidade técnica na operação e manutenção da infra-

estrutura integrada constituída pela da Barragem Congonhas e pelo Sistema de Adução Congonhas/Rio Verde Grande, arcando com todos os custos decorrentes destes procedimentos. Vale ressaltar, que há contrato de concessão vigente da Prefeitura de Montes Claros repassando à COPASA os serviços de abastecimento de água e esgoto sanitário municipal.

O projeto prevê, na sistemática de operação, a instalação de instrumentos de controle hidráulico, como registradores de nível do reservatório e das vazões afluentes e efluentes, válvula dispersora, sistema de adução, além de mecanismo de descarga para garantir a vazão mínima a ser mantida a jusante da barragem. O processo de controle da operação da Barragem de Congonhas contará também com a implantação de um conjunto de limnímetros e pluviômetros, com registros diários.

Para acompanhar a qualidade de água do reservatório será implementado um Programa de Monitoramento Liminológico, com as seguintes finalidades: acompanhar as alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água no reservatório e a jusante; caracterizar a variação espacial e sazonal da qualidade das águas; detectar fenômenos como eutrofização e estratificação; fornecer subsídios para o controle de macrófitas aquáticas, proliferação de vetores e para eventuais programas de peixamento. A responsabilidade pelo desenvolvimento dessas atividades é do DNOCS e serão iniciadas com antecedência de um ano do enchimento do reservatório e prosseguirão ao longo do período de operação da Barragem de Congonhas.

Em termos de viabilidade econômico-financeira do empreendimento, o DNOCS apresentou estudo específico, previamente aprovado no âmbito do Programa ProÁgua/Semi-Árido, denominado “Estudo de Sustentabilidade Financeira das Atividades de Administração, Operação e Manutenção do Sistema de Abastecimento de Água de Montes Claros, Minas Gerais, com águas da Barragem Congonhas”. O empreendimento será realizado em duas etapas, 1º a construção da Barragem e 2º o sistema de adução. O referido estudo demonstra que após todo projeto ser implementado (1ª e 2ª etapas) ele será sustentável financeiramente. Todos os custos de operação e manutenção, inclusive da Barragem, deverão ser arcados com as receitas provenientes da tarifação dos serviços de abastecimento de água.

A sustentabilidade financeira é verificada através dos fluxos financeiros de caixa: o empreendimento apresenta resultado financeiro positivo desde o primeiro ano de implementação, com um resultado de R\$ 52.761.533,00. Esse resultado positivo se mantém até o final do projeto, no ano 30, onde observa-se um resultado de R\$ 96.199.244,00. Esses valores não consideram os investimentos incrementais no projeto, que ainda assim, mantém o resultado positivo.

Também foram apresentados os indicadores de sustentabilidade financeira mostrando uma taxa interna de retorno de 100,47% demonstrando assim, que o projeto como um todo, é sustentável financeiramente. Destaca-se que até as duas etapas do projeto serem concluídas, e iniciar-se a cobrança da tarifa de água ao usuário final, os custos de operação e manutenção deverão ser arcados pelo responsável pelo empreendimento.

Com relação à demonstração de que a implantação da infra-estrutura

contribuiu para o aumento do nível de aproveitamento hídrico da respectiva bacia hidrográfica, têm-se as seguintes informações:

- Parte do abastecimento de Montes Claros e a totalidade dos demais municípios beneficiados tiveram seus serviços classificados pela COPASA como ineficientes, tratando-se de sistemas sujeitos a déficits hídricos peculiares à região, além de não oferecer garantias quanto a qualidade da água distribuída.
- Especificamente quanto às demandas de Montes Claros, foi identificada uma demanda reprimida de 501,6 L/s e a Comunicação Externa da COPASA n° 120 – PRES/DRTM informa a inexistência de mananciais disponíveis para a expansão desse sistema de abastecimento.
- Atualmente, na bacia do rio Verde Grande, o único sistema seguro de abastecimento é o da barragem de Juramento, reservatório que já está com toda sua disponibilidade hídrica comprometida para suprir parte da demanda de abastecimento público de Montes Claros e, de forma conflitante, alguns usos agrícolas, evidenciando, assim, a importância de ampliar e melhorar o sistema de abastecimento dessa região, ações que dependem do aumento da oferta hídrica.
- A construção da Barragem de Congonhas viabilizará a implementação de serviços de abastecimento público mais seguros, especialmente no que diz respeito às garantias quantitativas e qualitativas do atendimento, além de ampliar a oferta hídrica para usos agrícolas, minimizando, assim, os conflitos existentes entre usuários de água.
- Conforme os Projetos Básico e Executivo, o empreendimento promoverá aumento da oferta hídrica e do nível de aproveitamento dos recursos hídricos das bacias dos rios Congonhas e Verde Grande, uma vez que a barragem regularizará uma vazão permitindo que parte dessa disponibilidade hídrica ( $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) seja conduzida até o rio Juramento, manancial que, apesar de ser o principal da bacia, já está com seu potencial hídrico exaurido.
- Tendo em vista a impossibilidade de regularização, com 100% de garantia, da vazão média de longo termo, conforme apresentado no projeto, a ANA utilizou o Modelo para Alocação de Água em Sistemas Complexos de Recursos Hídricos – AcquaNet (USP, 2002). O resultado dessa verificação mostrou que a Barragem de Congonhas possui uma capacidade de regularização, com 100% de garantia, de  $3,73 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Verifica-se que mesmo com esse valor de regularização (cerca de  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  inferior ao definido no projeto) o empreendimento atenderá plenamente seus objetivos, uma vez que a totalidade das demandas do projeto é de  $2,907 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Os resultados dos estudos realizados e a emissão da outorga de direito de uso de recursos hídricos atestam a disponibilidade hídrica dos volumes de água para o empreendimento.

Quanto ao aspecto qualidade da água, a caracterização baseou-se nos dados de duas campanhas de coleta de amostras realizadas no âmbito dos estudos do EIA/RIMA do Projeto de Congonhas. Segundo esses dados, a qualidade de água do rio Congonhas é compatível à finalidade de abastecimento humano proposta pelo projeto, exceto para o parâmetro Fósforo, que foi a única substância com teores acima dos limites estabelecidos pela Resolução N° 357 do CONAMA, para Classe II, já que seus valores estiveram entre 0,22 a 0,47 mg/L.

Tendo em vista os problemas associados às altas concentrações de nutrientes, como a eutrofização de águas de reservatórios e os riscos na utilização dessas águas para abastecimento público, a ANA solicitou-se ao DNOCS atestar a adequabilidade das concentrações de Fósforo à finalidade de abastecimento público, por meio de declaração da concessionária do serviço de abastecimento público de Montes Claros (COPASA). A COPASA atestou que *“os teores de fósforo total, um dos elementos contributivos para o surgimento de cianobactérias, apresentados em nova análise, realizada no rio Congonhas, em 2006, registraram níveis muito próximos aos recomendados pela Resolução 357 CONAMA. Esclarecemos que tais resultados não impedem a utilização do manancial ou de seu potencial à captação de água destinada ao abastecimento humano, devido aos processos convencionais de tratamento de água a que seria submetido.”*

Dessa forma, verifica-se que a disponibilidade hídrica quantitativa e qualitativa do rio Congonhas é adequada à construção da Barragem de Congonhas e posterior utilização das águas desse reservatório para abastecimento público.

## **2. Transposição Rio São Francisco – Projeto Jaíba**

Esta ação consiste na proposição de adução de água para a Bacia do Rio Verde Grande, tendo como origem o Rio São Francisco, através da infra-estrutura hidráulica do Projeto Jaíba, com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica em determinados pontos localizados da rede hidrográfica.

### **I. Descrição Técnica**

A adução de água para a rede hidrográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, partindo de fonte externa, no caso o maior manancial hídrico regional, o Rio São Francisco, pode ser obtida através de estruturas hidráulicas de condução com o objetivo de materializar a referida transposição.

Inicialmente, cabe comentar que o manancial hídrico superficial regional, por excelência, consiste no Rio São Francisco, face à magnitude das suas vazões mínimas, que nas proximidades da confluência com o Rio Verde Grande variam entre 1.000 e 800 m<sup>3</sup>/s.

Nesse sentido, a possibilidade de se aduzir (ou transpor) água a partir de uma fonte confiável (no caso o próprio Rio São Francisco), torna essa alternativa obrigatória com vistas à resolução ou minimização dos déficits hídricos (nos confrontos disponibilidades *versus* demandas) na Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Outra obrigatoriedade no estudo de alternativas de transposição de água a partir do Rio São Francisco é a consideração do sistema adutor do Projeto Jaíba, face ao seu porte, estágio de implantação e localização.

Com efeito, o Projeto Jaíba localiza-se na porção noroeste da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, estando parcialmente situado dentro da própria Bacia, nas proximidades da cidade homônima (Jaíba), e as margens do Rio São Francisco.

Com vazão inicial de 80 m<sup>3</sup>/s (junto à captação no Rio São Francisco), o sistema adutor principal, constituído de canais principais e estações de bombeamento, atinge as proximidades do Rio Verde Grande, no município de Jaíba, em área denominada de Etapa 4, com vazão da ordem de 22 m<sup>3</sup>/s.

Seu atual estágio de implantação, também consiste em importante fator de atratividade, visto que o sistema adutor principal do Projeto Jaíba encontra-se implantado até as proximidades do Rio Verde Grande, no município de Jaíba, onde o canal CP-3 deriva para o canal CS-21.

Importante mostrar um breve histórico desse importante Projeto promovido pela CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba:

O surgimento do Projeto Jaíba remonta ao início da década de 50, quando foram realizados os primeiros esforços de ocupação e colonização, através do Instituto Nacional de Imigração e Colonização - INIC, antigo Órgão Federal, do Vale do Rio São Francisco. Entretanto, somente na década de 60 as potencialidades agrícolas da região, denominada Mata da Jaíba, foram analisadas com alguma profundidade.

Nos estudos apresentados em 1965, reunidos sob o título de "Reconhecimento dos Recursos Hidráulicos e de Solos da Bacia do Rio São Francisco", o Bureau of Reclamation identificou uma área de cerca de 230.000 ha para aproveitamento agropecuário na Mata da Jaíba.

O Governo de Minas Gerais, de posse de dados básicos para estabelecimento de um programa de desenvolvimento e colonização da região noroeste do Estado, lançou, em 1966, o Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Noroeste (PLANOROESTE), criando para administrá-lo a Fundação Rural Mineira - Colonização e Desenvolvimento Agrário (RURALMINAS). Nos 115.000 km<sup>2</sup> abrangidos pelo PLANOROESTE, a área da Mata do Jaíba foi eleita para transformar-se no mais importante pólo agroindustrial da região.

Nos anos subseqüentes, as primeiras ações sugeridas pela RURALMINAS na área da Jaíba, inseridas no PLANOROESTE, previam a reformulação e ampliação do Núcleo de Colonização do Rio Verde Grande e a implantação de um projeto piloto de irrigação na região de Mocaminho, numa área de 5.680 ha. Entretanto, uma idéia mais precisa do que deveria ser realizado só veio consolidar-se quando, com apoio do Governo Federal, em 1972, a área dos 230.000 ha da Mata da Jaíba passou a chamar-se oficialmente Distrito Agroindustrial do Jaíba (DAIJ). Dos 230.000 ha do DAIJ, cerca de 100.000 ha foram selecionados para projetos de irrigação de empresários e pequenos produtores. Nesta época, a RURALMINAS teve sua proposta de divisão das terras do Jaíba em glebas de, no máximo, 30.000 ha, aprovada pelo Senado Federal, que autorizou a alienação para aproveitamento agroindustrial orientado pela RURALMINAS.

Em 1972 a RURALMINAS contratou a elaboração do projeto executivo de irrigação de Mocambinho, 1ª etapa, com 1.680 ha (a 2ª etapa abrangeria os restantes 4.000 ha).

Em dezembro de 1974 a RURALMINAS contratou a execução das obras da infraestrutura de irrigação de Mocambinho, cujo início deu-se em maio de 1975, com recursos do BID.

Em novembro de 1975 foi assinado um convênio entre a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco - CODEVASF, e a RURALMINAS, que oficializou e definiu atribuições gerais do Governo Federal e do Governo de Minas Gerais na área do Projeto.

Em 1979, foi ratificado o convênio CODEVASF/ RURALMINAS para dar novo impulso à implementação das obras do Projeto Jaíba. Nesta época, foi contratado o projeto básico de irrigação e drenagem do 2º patamar.

Em 1980, foram concluídos o projeto básico da estação de bombeamento EB-2, o projeto executivo da estação de bombeamento EB-1 e o projeto básico e executivo do canal principal CP-2.

No ano de 1981 o Projeto Jaíba estava com as obras do sistema de irrigação de Mocambinho e as obras principais do canal CP-1 concluídas, estando em andamento as escavações da estação EB-1 e as obras complementares do canal CP-1 (tomadas d'água e obras para suprimento das áreas da AGROCERES e AGRIVALE).

A fim de reforçar uma posição já tomada em anos anteriores, mas prejudicada pela falta de recursos, é firmado um novo convênio, em fevereiro de 1986, entre o Ministério do Interior/CODEVASF e o Governo do Estado de Minas Gerais/RURALMINAS, para dar continuidade ao desenvolvimento integrado do Distrito Agroindustrial do Jaíba.

Em 1986, a RURALMINAS contratou a elaboração de um projeto detalhado de aspersão convencional para a área F de 2.300 ha. Este projeto foi entregue em março de 1987, sendo que a implantação das obras ocorreu no período de março a novembro de 1988. A ocupação e operação da área "F" teve início em 1989.

Ainda em 1986, coube a CODEVASF lançar um edital de concorrência para elaboração dos estudos de viabilidade técnico-econômica e projeto básico para implantação do sistema de irrigação da 1ª Etapa do Perímetro Irrigado do Jaíba. A área objeto do estudo de viabilidade compreendia os 28.200 ha e o projeto básico de irrigação de aproximadamente 22.000 ha.

Em 1988, a CODEVASF lançou um edital de concorrência para revisão do projeto básico, elaboração de projetos complementares, elaboração do projeto executivo e para supervisão da construção das infra-estruturas dos perímetros irrigados ABC3 e C2.

Em 1987 o perímetro de Mocambinho teve que passar por um processo de recuperação de parte de suas obras e, finalmente, em 1988 estava em operação. Ainda em 1988 (13 de abril) foi criado o DIJ - Distrito de Irrigação do Jaíba, uma associação civil de irrigantes, com participação da CODEVASF e RURALMINAS, com o objetivo de gerenciar o desenvolvimento da agricultura irrigada na região.

Em 1989/90 foram reiniciadas as obras de implantação do restante do canal CP-2, para atendimento da 2ª Etapa do Projeto Jaíba, porém as obras foram paralisadas alguns meses depois. Em agosto de 1995 a CODEVASF recebeu o projeto executivo do trecho do canal CP-2, necessário para conduzir 55,2 m³/s até o limite da área do 2º patamar do Projeto Jaíba.

Em 1990 iniciaram-se os trabalhos de implantação da gleba C3, e em fevereiro de 1993 os 60 lotes que constituem o perímetro foram ocupados pelas famílias dos irrigantes. O aproveitamento da gleba C3 foi possível com a recuperação do canal L11 e do sifão projetado para atender a AGRIVALE. A conclusão do restante da implantação da 1ª Etapa do Projeto Jaíba (glebas A, B e C2) ocorreu em 1997.

Em 1990 o DIJ contratou o projeto executivo de reabilitação do perímetro irrigado

de Mocambinho, prevendo a recuperação da infra-estrutura hidráulica e a substituição do método de irrigação gravitatório (sulcos) para aspersão convencional. O projeto foi concluído em 1991, sendo que a implantação das obras ocorreu em 1997.

Das glebas que compõem a 1ª Etapa do Projeto Jaíba, encontram-se em operação, além dos perímetros de Mocambinho, área F e glebas C3, A (parte), B e C2 (parte), as áreas pertencentes à fazenda YAMADA (antiga Agroceres) e AGRIVALE (C1 e C4). Estas últimas duas áreas estão em operação há alguns anos.

Em novembro de 1988 foi elaborado um estudo de aproveitamento hidroagrícola das áreas da 2ª Etapa do Projeto Jaíba, denominadas "Morro Solto", pertencentes ao Grupo Ometto, contratado pela SEPLAN/MG.

Em 1989 foram realizados novos estudos sobre a área da 2ª Etapa do Projeto Jaíba. Com isto, a Formulação Preliminar, entregue na sua versão final à SEPLAN/MG, em março de 1989, foi reformulada com algumas mudanças na concepção e projeto da infra-estrutura hidráulica principal. Este novo trabalho, denominado Projeto Básico do Jaíba - Etapa 2, foi entregue à SEPLAN/MG em novembro de 1989.

O prosseguimento das negociações com o OECF resultou no acordo de empréstimo firmado entre a SEPLAN/MG e aquele banco japonês, que levou à contratação do detalhamento do projeto básico, estudos ambientais, supervisão de obras e apoio ao gerenciamento e treinamento. A conclusão do detalhamento do projeto e dos estudos ambientais em 1997 permitiu contratar a implantação das obras em 1998 e iniciar a sua execução no primeiro trimestre de 1999. A implantação das obras civis foi concluída em 2001. Em agosto de 2002, iniciaram os trabalhos de montagem dos equipamentos hidromecânicos e elétricos, sendo que recentemente foram concluídos os trabalhos de comissionamento e testes. Segundo planejamento da RURALMINAS, as áreas irrigáveis da Etapa 2 deveriam entrar em operação em outubro de 2005.

O Estudo de Viabilidade da Etapa 3 do Projeto Jaíba foi contratado pela CODEVASF em maio de 1998, com previsão para sua conclusão em maio de 1999. No entanto, em 23/12/98, quando restavam 130 dias para o término dos trabalhos, o contrato foi paralisado, sendo que os trabalhos foram reiniciados em 14/08/02, com término em fevereiro de 2003.

Tendo em conta a necessidade de prolongar a infra-estrutura hidráulica principal para atendimento das Etapas 3 e 4, a CODEVASF contratou, em dezembro de 2004, a elaboração dos estudos ambientais e projeto básico para o prolongamento dos canais CP-3, CS-19 e CS-21 do Projeto Jaíba. Os trabalhos foram concluídos em julho de 2005.

Em termos gerais, o sistema adutor principal do Projeto Jaíba pode ser descrito da seguinte forma:

A fonte hídrica do Projeto Jaíba é o Rio São Francisco, com abastecimento através do complexo hidráulico principal já implantado EB-1/CP-1/EB-2/CP-2/EB-3/CP-3. A estação de bombeamento EB-1 faz a captação através de um canal de chamada, com extensão da ordem de 1,0 km, e eleva água até o canal principal CP-1, que se desenvolve ao longo do 1º patamar, com nível d'água na cota aproximada de 454 m.

A estação EB-1 foi projetada para captar, em regime de funcionamento contínuo, a vazão máxima de 80 m³/s. No entanto, a capacidade instalada é de 75 m³/s (cinco conjuntos motor-bomba de 10 m³/s e cinco conjuntos de 5 m³/s).

O canal principal CP-1, com extensão de 6,98 km, foi construído para conduzir a vazão de 80 m³/s, até atingir a estação de bombeamento EB-2. Porém, ao longo do percurso, em ambas as margens, atende ao perímetro de Mocambinho (gleba D), através de nove tomadas d'água de canal (canais L1 a L9), a Fazenda YAMADA (gleba E), as glebas B, C2 e C3, mais a AGRIVALE (glebas C1 e C4) que, juntas, perfazem 17.846 ha irrigáveis, com demanda hídrica de 22,107 m³/s.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

A estação de bombeamento EB-2, posicionada no final do canal principal CP-1, foi concebida e implantada com capacidade nominal de 65 m<sup>3</sup>/s, a serem elevados ao 2º patamar, atendido pelo canal principal CP-2. Atualmente a capacidade instalada é suficiente para atendimento das demandas das Etapas 1 e 2.

O canal principal CP-2, com extensão de 13,30 km (8,67 km na Etapa 1 e 4,63 km na Etapa 2), foi projetado e implantado para conduzir a vazão de 65 m<sup>3</sup>/s no seu início. Ao longo de seu percurso atende as glebas F (a esquerda) e A (a direita) da Etapa 1, as glebas G1 (a esquerda), G2 e H2 (a direita) da Etapa 2, e a gleba L (Toca da Onça) da Etapa 3. Na 1ª Etapa atende 8.029 ha irrigáveis, com demanda de 9,801 m<sup>3</sup>/s, enquanto que na 2ª Etapa atende 7.544 ha, com demanda de 9,129 m<sup>3</sup>/s.

A estação de bombeamento EB-3 localiza-se no final do canal CP-2 e foi concebida para atender 11.754 ha da Etapa 2, mais as áreas irrigáveis das Etapas 3 e 4. A obra civil foi totalmente implantada, sendo que atualmente estão sendo montados os equipamentos hidromecânicos e elétricos responsáveis pela elevação de 15,006 m<sup>3</sup>/s até o canal principal CP-3 para atendimento das glebas H1, I, J e K (Grupo Ometto) da Etapa 2. São cinco conjuntos motor-bomba (um de 5,672 m<sup>3</sup>/s, dois de 3,187 m<sup>3</sup>/s e dois de 1,594 m<sup>3</sup>/s), com potência total instalada de 2.362 cv.

O canal principal CP-3, com extensão de 11,92 km (já implantado), foi projetado para conduzir a vazão de 43,591 m<sup>3</sup>/s no seu início. Após o atendimento das glebas H1, I, J e K da Etapa 2, mais as glebas L e M (parcialmente, cerca de 5.000 ha), da Etapa 3, possui seção, no seu final, para conduzir a vazão de 22,401 m<sup>3</sup>/s. Portanto, no seu percurso atende cerca de 11.788 ha irrigáveis das Etapas 2 e 3.

No Estudo de Viabilidade da Etapa 3 o canal CP-3 foi prolongado em 1,46 km, com vistas a permitir a derivação de água (7,125 m<sup>3</sup>/s) para o canal secundário CS-21, responsável pelo atendimento hídrico de parte (5.408 ha) das áreas irrigáveis da gleba M (Nova Cachoeirinha). Conseqüentemente, restará ainda no final do sistema condutor principal a vazão de 15,276 m<sup>3</sup>/s para atendimento da Etapa 4.

As principais características do Projeto Jaíba são apresentadas no Quadro a seguir.

**Quadro 41 – Principais características do Projeto Jaíba**

Etapas	Glebas	Área Bruta (ha)	Área SAU (ha)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
I	A, B, C3, C2, C1 + C4, E, F, 4 (1)	33.998	25.375	31,91
II	G1, G2, H1, H2, I, J, K (2)	34.773	19.276	24,12
III	Nova Cachoeirinha, Toca da Onça e Outros (3)	17.415	12.000	15,30
IV	Soc. Civil Rio Verde, Linha Seca e Outros (4)	19.922	13.849	15,28
<b>Total</b>		<b>106.108</b>	<b>70.500</b>	<b>80,00</b>

(1) Em operação; (2) Implantada; (3) Em fase de estudo; (4) Planejada.

Os segmentos de canal do sistema adutor principal apresentam a seguinte capacidade hidráulica máxima individual: CP-1: 80 m<sup>3</sup>/s; CP-2: 65 m<sup>3</sup>/s; e CP-3: 43,6 m<sup>3</sup>/s. Ou seja, a EB-3 tem capacidade de bombeamento de 43,6 m<sup>3</sup>/s, mas no segundo sub-trecho do canal CP-3, a vazão de adução cai para 22,4 m<sup>3</sup>/s, suficiente para atender ao canal CS-21 (7,125 m<sup>3</sup>/s) e Etapa 4 (15,276 m<sup>3</sup>/s).

Importante ressaltar, que o Projeto Jaíba foi dimensionado com demanda unitária da ordem de 1,4 L/s/ha, valor esse não condizente com o atual estágio dos procedimentos de irrigação regional e no próprio Projeto. Atualmente,

demandas unitárias da ordem de 1,1 L/s/ha são aceitáveis tecnicamente. Essa “otimização” no consumo da água, possibilita uma folga na vazão bombeada pela EB-3, em relação aos valores de projeto, da ordem de 21%, o que resulta em uma vazão disponível adicional (mantendo-se as áreas originalmente projetadas para serem irrigadas no Projeto Jaíba) de 4,7 m<sup>3</sup>/s (21% de 22,4 m<sup>3</sup>/s).

Assim, é possível afirmar que há uma disponibilidade adicional de 4,7 m<sup>3</sup>/s no canal CP-3 (junto à derivação do canal CS-21), em razão de uma redução na demanda hídrica unitária de irrigação. Para fins práticos, considerou-se uma vazão de **4,5 m<sup>3</sup>/s** para adução a partir do ponto supramencionado, em direção ao Rio Verde Grande junto à cidade de Jaíba.

Com base nesta disponibilidade hídrica adicional, que deverá ser devidamente negociada com a CODEAVSF e com o DIJ – Distrito de Irrigação Jaíba, foram estudadas diferentes situações de adução de água (complementares) ao longo da rede hidrográfica da Bacia, a saber:

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

Essas situações de adução são independentes e complementares entre si, seguindo a ordem numérica. Ou seja, é necessário implantar a adução numericamente anterior a fim de possibilitar a implantação da adução desejada.

Importante destacar que face ao relevo local mostrar-se bastante aplainado, as situações de adução se mostraram possíveis e viáveis, mesmo a distâncias consideráveis (entre o ponto de partida, no canal CP-3, e a cidade de Janaúba).

O objetivo destas aduções foi atingir pontos da rede hidrográfica com sérios déficits hídricos, que apresentam poucas alternativas para a resolução desse problema. Assim, foram simuladas as seguintes situações: adução de 4,5 m<sup>3</sup>/s até a cidade de Jaíba, adução de 3,0 m<sup>3</sup>/s até a cidade de Verdelândia e adução de 1,5 m<sup>3</sup>/s até as proximidades da cidade de Janaúba. Ou seja, a cada um dos três pontos referenciais considerados destinou-se 1,5 m<sup>3</sup>/s.

Para cada situação de adução foram concebidas e dimensionadas as estruturas hidráulicas principais e orçados os seus custos de implantação e operação & manutenção. Entre alternativas para determinada adução, optou-se, sempre, pela menos onerosa financeiramente, em termos globais.

A **adução 1**, entre a derivação do canal CP-3 com o CS-21, na área do Projeto Jaíba, e a cidade de Jaíba, junto ao Rio Verde Grande, foi dimensionada com as seguintes características principais:

- **Vazão:** 4,5 m<sup>3</sup>/s
- **Extensão:** 20 km (2,6 km até a rodovia MG-401 e 17,4 km pela rodovia MG-401 até a ponte sobre o Rio Verde Grande, na cidade de

Jaíba).

- **Desnível manométrico total:** 3,0 m (2,0 m para perdas de carga na adução [0,1 m/km] e 1,0 m de desnível geométrico, lançando as águas no Rio Verde Grande).
- **Estruturas principais:**
  - Canal: seção trapezoidal de máxima vazão, taludes 1V:1,5H, revestido em concreto, declividade de fundo de 0,1m/km, base de 1,06 m, tirante de 1,74 m, free-board de 0,50 m, Manning de 0,013 e velocidade de escoamento de 0,7 m/s.
  - Estação de Bombeamento: Potência instalada total de 165 kW, em 2 conjuntos moto-bomba de 2,25 m<sup>3</sup>/s, altura manométrica total de 3,0 m, área construída de 75 m<sup>2</sup>, subestação e linha de transmissão.

A **adução 2**, entre a cidade de Jaíba, junto ao Rio Verde Grande e a cidade de Verdelândia, também junto ao Rio, ao longo da rodovia MG-401, foi dimensionada com as seguintes características principais:

- **Vazão:** 3,0 m<sup>3</sup>/s (sendo que 1,5 m<sup>3</sup>/s é derivado junto à cidade de Jaíba).
- **Extensão:** 31 km (ao longo da rodovia MG-401 até a cidade de Verdelândia, junto ao Rio Verde Grande).
- **Desnível manométrico total:** 8,1 m (3,1 m para perdas de carga na adução [0,1 m/km] e 5,0 m de desnível geométrico, lançando as águas no Rio Verde Grande, na cota 475 m).
- **Estruturas principais:**
  - Canal: seção trapezoidal de máxima vazão, taludes 1V:1,5H, revestido em concreto, declividade de fundo de 0,1m/km, base de 0,91 m, tirante de 1,50 m, free-board de 0,50 m, Manning de 0,013 e velocidade de escoamento de 0,63 m/s.
  - Estação de Bombeamento: Potência instalada total de 300 kW, em 2 conjuntos moto-bomba de 1,50 m<sup>3</sup>/s, altura manométrica total de 8,1 m, área construída de 80 m<sup>2</sup>, subestação e linha de transmissão.

No caso da adução 2 foi simulada a alternativa com adução através de tubulação, mas além de haver significativo incremento no custo da energia e do bombeamento (da ordem de 4 vezes relativamente à alternativa com canal), o próprio custo da tubulação é 2,5 vezes superior.

A **adução 3**, entre a cidade de Verdelândia, junto ao Rio Verde Grande e as proximidades da cidade de Janaúba (8 km antes, lançando em pequeno reservatório existente em afluyente do Rio Gorutuba, ao longo da rodovia MG-401,

foi dimensionada com as seguintes características principais:

- **Vazão:** 1,5 m<sup>3</sup>/s (sendo que 1,5 m<sup>3</sup>/s é derivado junto à cidade de Verdelândia).
- **Extensão:** 32,5 km (ao longo da rodovia MG-401 até 8 km antes da cidade de Janaúba, lançando as águas em reservatório existente em afluente do Rio Gorutuba).
- **Desnível manométrico total:** 87,5 m (32,5 m para perdas de carga na adução [0,1 m/km] e 55,0 m de desnível geométrico, lançando as águas no reservatório existente do afluente do Rio Gorutuba, na cota 530 m).
- **Estruturas principais:**
  - Tubulação: diâmetro 1.100 mm, em PRFV ou PVC, perda de carga de 1,0m/km e velocidade de escoamento de 1,7 m/s.
  - Estação de Bombeamento: Potência instalada total de 1.600 kW, em 2 conjuntos moto-bomba de 0,75 m<sup>3</sup>/s, altura manométrica total de 87,5 m, área construída de 100 m<sup>2</sup>, subestação e linha de transmissão.

Conforme os estudos desenvolvidos, observa-se a viabilidade técnica de adução de vazões, a partir do Projeto Jaíba (Etapa 4), até as proximidades da cidade de Janaúba, às margens do Rio Gorutuba. As aduções propostas apresentam vazões decrescentes, derivando em cada ponto de referência (cidades de Jaíba, Verdelândia e Janaúba), vazão da ordem de 1, 5 m<sup>3</sup>/s.

A localização espacial dos segmentos de adução propostos é apresentada na figura a seguir, possibilitando observar a distância total das três aduções (da ordem de 83 km), abrangendo tanto o Rio Verde Grande, quanto o Gorutuba.

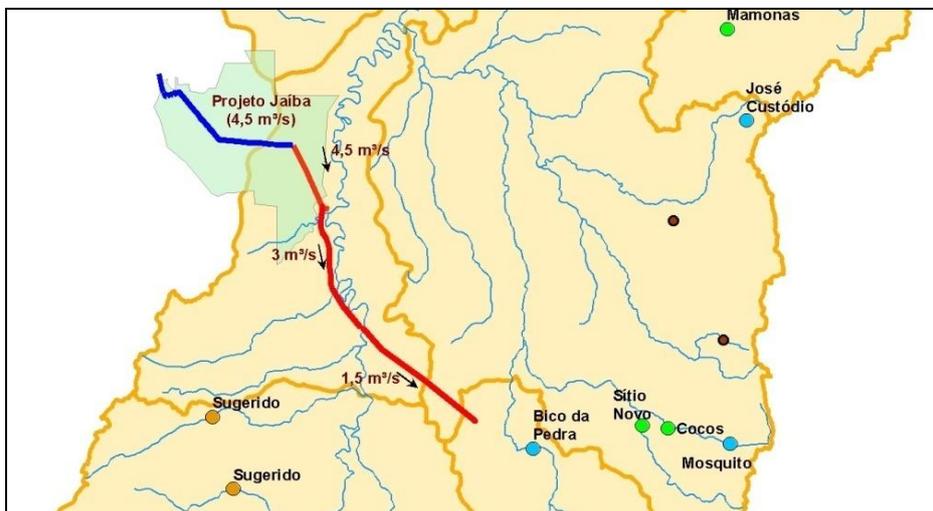


Figura 26 – Adução do Projeto Jaíba.

## II. Justificativas

A adução de água para diversos pontos ao longo da rede hidrográfica do Rio Verde Grande, a partir do Projeto Jaíba, que tem sua captação direta no Rio São Francisco, justifica-se pela ocorrência generalizada de déficits hídricos verificados nos balanços: disponibilidades hídricas *versus* demandas de água.

Importante destacar que mesmo esgotando-se as possibilidades de regularização de vazões através de barragens, o incremento na disponibilidade hídrica da Bacia é insuficiente. Não havendo disponibilidade hídrica “interna” na Bacia para atender às demandas futuras (tão pouco às atuais), a “importação” de água torna-se imperativa com vistas a equilibrar os balanços hídricos.

Enquanto as 13 novas barragens propostas podem regularizar cerca de 1,8 m<sup>3</sup>/s na Bacia (e ainda assim com garantia limitada – 90%), a adução a partir do Projeto Jaíba pode crescer 4,5 m<sup>3</sup>/s com plena garantia de atendimento.

## III. Custos de Implantação/Implementação

As três situações de adução propostas foram orçadas com base em custos-índices referenciais aplicados às quantidades e dimensões resultantes do dimensionamento técnico anteriormente realizado.

O custo unitário para a implantação de canais foi obtido diretamente do Projeto Executivo do Canal CS-21, dimensionado para vazão de 7,1 m<sup>3</sup>/s, com extensão de 2.740 m e cujo orçamento tem como base o mês de março de 2005, resultando em um custo por metro de extensão de R\$ 980,00. A atualização financeira para outubro de 2009 resultou em um valor unitário de R\$ 1.300,00. Como o custo de implantação de um canal é função direta da área molhada, aplicou-se a relação destas para obter o valor unitário para a vazão desejada: para 4,5 m<sup>3</sup>/s resultou em R\$ 1.000,00/m e para 3,0 m<sup>3</sup>/s resultou em R\$ 800,00.

O custo unitário de implantação da tubulação adutora, com diâmetro de 1,10 m, em PRFV ou PVC, para AMT de 87 m, foi obtido do orçamento do Edital de Licitação do Projeto de Integração do São Francisco – PISF, em implantação pelo Ministério da Integração, que tem por base o ano de 2007. O valor referencial para o metro de perímetro de tubulação, com todos os custos de implantação embutidos, era de R\$ 380,00. A atualização financeira para 2009 resultou em um valor unitário de R\$ R\$ 477,00/m, que aplicado ao perímetro relativo a um diâmetro de 1,10 m resulta em R\$ 1.650,00 por metro de adutora.

O custo de aquisição e instalação dos conjuntos moto-bomba, incluindo todas as peças e serviços necessários, conforme o PISF/2007, é de R\$ 1.200,00/kW instalado. Esse valor devidamente atualizado para o ano de 2009 é de R\$ 1.650,00/kW. Da mesma fonte e também atualizado financeiramente, obteve-se o custo unitários para subestação rebaixadora e linha de transmissão, respectivamente de R\$ 1.650,00/kW e R\$ 61.500,00/km.

Para o cálculo do custo da energia foram consideradas as seguintes tarifas:

Tarifa de energia fora de ponta (TEFP): R\$ 0,149/kWh

Tarifa de demanda fora de ponta (TDFP): R\$ 16,15/kW

O custo anual da energia foi calculado através da seguinte fórmula:

$$CE = 12 \times (P \times U \times TEPF + P \times TDFP)$$

Sendo,

P = potência instalada na estação de bombeamento;

U = número médio de horas de operação da EB, por mês, adotado como 520 h/mês (considerando os desligamentos nos horários de pico e a paralisação em 2 meses por ano, por conta das chuvas).

Para calcular o Valor Presente dos custos de Energia e de Operação & Manutenção, foi considerado um período de 20 anos e uma taxa de desconto de 10% ao ano.

Aplicando os custos unitários referidos e atualizados, às quantidades e dimensões de cada situação de adução, obteve-se os custos de implantação e operação, apresentados no Quadro a seguir.

**Quadro 42 – Custos de Implantação e Operação das Aduções Propostas (R\$/2009)**

Item Orçado	Adução 1	Adução 2	Adução 3
	CP-3 - Jaíba	Jaíba - Verdelândia	Verdelândia - Janaúba
<b>Custos - Implantação</b>			
Canal	20.000.000,00	24.800.000,00	-
Adutora	-	-	53.625.000,00
Estação de Bombeam.	-	-	-
<i>Conj. Moto-Bomba</i>	275.000,00	486.000,00	2.640.000,00
<i>Obras Civas</i>	1.350.000,00	1.440.000,00	1.800.000,00
<i>Subestação</i>	270.000,00	495.000,00	2.640.000,00
<i>Linha de Transmissão</i>	615.000,00	450.000,00	615.000,00
Sub-total EB	2.510.000,00	2.871.000,00	7.695.000,00
<b>Sub-total Implantação</b>	<b>22.510.000,00</b>	<b>27.670.000,00</b>	<b>61.320.000,00</b>
<b>Custos – Operação</b>			
Energia e O & M	1.855.000,00	3.195.000,00	15.400.000,00
<b>Sub-total Operação</b>	<b>1.855.000,00</b>	<b>3.195.000,00</b>	<b>15.400.000,00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>24.365.000,00</b>	<b>30.865.000,00</b>	<b>76.720.000,00</b>

Assim, para se aduzir 4,5 m<sup>3</sup>/s até a cidade de Jaíba, haverá um dispêndio financeiro de R\$ 24,3 milhões. Para avançar-se até a cidade de Verdelândia, com uma vazão de 3,0 m<sup>3</sup>/s, esse valor sobre para R\$ 55,2 milhões. Por fim, se a opção for aduzir, ainda, mais 1,5 m<sup>3</sup>/s até o Rio Gorutuba, próximo à cidade de Janaúba, o investimento total atingirá R\$ 132 milhões.

Em termos de custo de adução por metro cúbico aduzido, considerando os

valores do Quadro 2 e as vazões apresentadas no item 3, tem-se o seguinte resultado:

- **Adução 1:** R\$ 5.414.400,00;
- **Adução 2:** R\$ 10.288.300,00 e
- **Adução 3:** R\$ 51.146.600,00.

Esses valores demonstram que, embora seja viável tecnicamente aduzir água desde o Projeto Jaíba até o Rio Gorutuba, próximo à cidade de Janaúba, os custos são crescentes com a distância e inversamente proporcionais à vazão aduzida. A diferença entre os custos unitários das aduções 1 e 2 para a adução 3, justificam a implantação desta última condicionada ao longo prazo e à possibilidade de resolução das deficiências hídricas no Rio Gorutuba através de outras fontes.

No entanto, os valores apresentados expressam apenas os custos a partir do ponto de origem da Adução 1 (canal CP-3 do Projeto Jaíba, na sua derivação para o CS-21). Há que se considerar que existe um custo para disponibilizar a vazão aduzida de 4,5 m<sup>3</sup>/s desde o Rio São Francisco até esse ponto. Com base na tarifa praticada pelo DIJ (março de 2010) para a recuperação dos custos de energia e operação e manutenção (K2), para a vazão a ser aduzida, tem-se um custo anual de R\$ 3.437.990,00, composto da seguinte forma:

- Tarifa: K2 = 34,00/1.000m<sup>3</sup>/mês
- Volume médio mensal aduzido = 8.424.000 m<sup>3</sup>

Para vazão de 4,5 m<sup>3</sup>/s o volume anual aduzido é de 101.088.000 m<sup>3</sup>, considerando 520 horas médias por mês. Com base no valor anual, trazido a Valor Presente para um período de 20 anos e com taxa de desconto de 10% ao ano, tem-se um custo total de R\$ 29.248.800,00. Ou seja, ao custo indicado no Quadro anterior, deverá ser acrescido nos custos de energia + operação & manutenção, o valor supra-mencionado. Este valor representa 22% do valor total das aduções 1, 2 e 3.

No caso de se considerar também a cobrança pelo uso da água captada no Rio São Francisco, conforme a Deliberação n. 40/2008 do CBH São Francisco, o valor resultante (R\$ 75.816,00/ano) será da ordem de 2% dos custos de energia e operação e manutenção (K2), não havendo alteração significativa, em termos financeiros.

Assim, ao valor total de R\$ 132 milhões para a implantação e operação das aduções 1, 2 e 3, deve-se acrescentar o valor da tarifa de água do Projeto Jaíba, resultando em R\$ 161,2 milhões.

#### **IV. Fontes de Financiamento**

Tendo em vista a fonte hídrica desta ação de adução de água entende-se

como necessária a participação da CODEVASF, como ator principal nesse investimento. Aproveitando o fato da Etapa 4 do Projeto Jaíba ser destinada à grandes empresas, há possibilidade de estender essa parceria à iniciativa privada, desde que haja possibilidade desses parceiros se beneficiarem da vazão aduzida.

Face à importância desta ação, também são identificados como fontes de recursos financeiros programas governamentais de fomento ao desenvolvimento regional no âmbito do Estado de Minas Gerais, ou até do governo federal (por exemplo, Revitalização do Rio São Francisco).

A aplicação dos recursos necessários poderá ser executada de forma seqüencial, iniciando-se pela Adução 1 e avançando progressivamente pela Adução 2 e finalizando, se houver interesse, com a Adução 3.

## V. Cronograma

A presente ação apresenta três situações quanto à adução de água partindo do Projeto Jaíba, com custos distintos e que deverão, na medida do interesse e possibilidade de obtenção de recursos financeiros, ser implantadas seqüencialmente.

Em um horizonte de curto prazo, de 2 a 5 anos, é possível implantar a Adução 1, entre o canal CP-3 e a cidade de Jaíba. Para tanto, será necessário negociar com a CODEVASF e o DIJ os aspectos técnicos, institucionais e financeiros. Haverá necessidade de elaboração do projeto de engenharia, que não deve superar a 1 ano. A implantação (obras) deve demandar cerca de 2 anos, desde que os recursos financeiros estejam disponíveis. Nesse sentido, as negociações institucionais adquirem caráter estratégico.

A Adução 2 demandará prazo semelhante em termos de projeto de engenharia e obras (3 anos), no entanto é menos dependente das negociações institucionais, uma vez que deverá sua implantação deverá ocorrer após a implantação da Adução 1. Em um horizonte de até 15 anos é possível implantar a Adução 2.

A Adução 3, face ao seu custo, deverá ser implantada posteriormente, embora não haja dificuldade técnica. O horizonte de 15 a 20 anos mostra-se bastante adequado à implantação desta Adução.

O Quadro a seguir apresenta uma proposta de seqüenciamento de implantação e investimentos.

**Quadro 43 – Proposta de Seqüência de Implantação**

Período	Custos (R\$)	Objetivos
2 a 5 anos	24.365.000,00	Adução 1 – cidade de Jaíba
5 a 15 anos	30.865.000,00	Adução 2 – cidade de Verdelândia
15 a 20 anos	76.720.000,00	Adução 3 – cidade de Janaúba
<b>2 a 20 anos</b>	<b>131.950.000,00</b>	<b>Sub-Total</b>
-	29.248.800,00	<b>Adic. Tarifa Proj. Jaíba</b>
-	<b>161.198.800,00</b>	<b>Total</b>

### 5.2.3. Ação 3.2.3. Ampliação da segurança hídrica no meio rural

**Título:** Construção de Pequenas Obras: Barraginhas, Cisternas.

O programa de ampliação da segurança hídrica apresenta três possibilidades de incremento da disponibilidade hídrica no nível da propriedade rural e da microbacia onde esta se localiza. Para a propriedade, são apresentadas as ações referentes à implantação de pequenas barragens de acumulação e de cisternas; para a microbacia, é discutida a opção da implantação de múltiplas barraginhas, denominação regional para obras de contenção do escoamento superficial.

#### 1. Barraginhas

##### I. Objetivos

Qualificação de técnicos e operadores de máquinas para a construção de barraginhas; avaliação e controle de barraginhas; apoio à construção de barraginhas.

##### II. Justificativa

A técnica de construção de barraginhas foi desenvolvida pela EMBRAPA, com a participação de órgãos de assistência técnica e extensão rural de Minas Gerais. Essa tecnologia, apesar de não ser nova, estava em esquecimento e praticamente sem uso. No ano de 1991, foi iniciada a construção das primeiras obras para contenções de enxurradas, na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, Minas Gerais. Em janeiro de 1994, foram construídas 28 barraginhas, em um sítio no município de Araçá. Em novembro de 1995, foram construídas 30 barraginhas na Fazenda Paiol, utilizadas como área demonstrativa e que serviram de exemplo para a idealização e implantação do Projeto do Ribeirão Paiol, que consistiu na construção de barraginhas em toda sua microbacia. Após isto, foram realizados 11 cursos em diversas regiões do estado de Minas Gerais, durante o período de 1997/98. Isso permitiu uma proliferação das barraginhas, sendo que alguns municípios, como Sete Lagoas, já possuem mais de três mil destas obras. Em todo o estado, já são contabilizadas mais de 100.000 barraginhas.

Estas experiências demonstraram que é possível retornar ao lençol freático e mananciais um volume médio de 1.000 m<sup>3</sup>/ha/ano, após a ocorrência de dez a doze chuvas.

A distribuição de barraginhas em uma microbacia forma uma verdadeira rede de captação de água, conservando-a no sistema, na fase de água subterrânea. Além de contribuírem para a perenização de mananciais, com água

de boa qualidade, as barraginhas possibilitam a recuperação de áreas degradadas pela chuva; retêm, junto com a água, materiais como terra, fertilizantes químicos, agrotóxicos em geral, que no processo erosivo usual iriam diretamente para os cursos de água superficiais.

A implantação de barraginhas, portanto, não visa à acumulação de água das chuvas na superfície, mas a sua infiltração no solo, de forma a propiciar a sua filtração, a retenção de sólidos em suspensão ou em arraste e a alimentação do lençol freático e dos aquíferos.

Mesmo com a expansão notável da implantação destas obras, entende-se necessária uma qualificação dos técnicos e operadores de máquinas quanto a aspectos de projeto e de execução, dentre os quais podem ser destacados:

- Seleção do local;
- Determinação da cheia de projeto para dimensionamento do vertedor (ladrão);
- Formas de execução da barraginha;
- Cuidados construtivos;
- Conservação da estrutura;
- Avaliação da estrutura após construção.

A seleção destes assuntos baseia-se no relato de técnicos que acompanham a construção de barraginhas, sendo os três primeiros fatores decisivos para o sucesso do programa.

### **III. Procedimentos**

O programa deve iniciar pela avaliação do comportamento atual de uma micro-bacia com barraginhas já implantadas por um período de um ano. Para o entendimento da situação anterior, isto é, sem barraginhas, recomenda-se a adoção de uma micro-bacia vizinha ou próxima, que possa ser monitorada pelo mesmo período. Com isto, espera-se obter dados regionais sobre a alteração obtida com a introdução destas obras, possibilitando a realização de prognósticos com maior margem de acerto. Neste caso, interessa de modo particular a localização de barraginhas sobre as formações cársticas.

Sobre as barraginhas já existentes, devem ser obtidos os parâmetros necessários para a sua construção, o tipo de solo utilizado, o dimensionamento correto do vertedor, o melhor processo de compactação do aterro, a sua localização, etc. Os relatos sobre acidentes e rompimentos de barraginhas serão investigados na medida do possível, visando obter informações hidrológicas de interesse e a avaliação do método construtivo analisado. Interessa também realizar uma estimativa regional da vida útil das barraginhas, considerando as características dos processos erosivos regionais.

A partir destes levantamentos, será estruturado o conteúdo programático, e

definidas as formas de execução do programa de qualificação e treinamento. Também sobre estes dados, será realizada a avaliação dos resultados das barraginhas e os principais parâmetros que devem ser observados para o apoio à implantação destas obras de contenção, tanto técnicos, como financeiros.

O treinamento dos técnicos deve fornecer uma base teórica de projeto e apoiar-se fortemente na realidade das obras encontradas na região. Por isso, o curso deve prever custos de deslocamento para a avaliação das estruturas já implantadas, além de aulas práticas com os equipamentos indicados para a implantação das obras, como estações totais e GPS.

De forma concomitante com a avaliação das barraginhas, deve-se iniciar o processo de treinamento dos operadores de máquinas para a construção das barraginhas. Este treinamento deve englobar temas como conservação ambiental, como identificação de áreas de proteção permanente e destinação correta de resíduos de lubrificantes; manutenção preventiva das máquinas utilizadas; correto manejo do equipamento; segurança no trabalho, uso de EPI, acidentes com animais peçonhentos, entre outros. Com o avanço da avaliação das barraginhas, podem ser inseridos os temas relacionados com a técnica de construção das obras.

Por fim, deve ser definida a forma de apoio à construção das barraginhas. Entende-se que uma gestão descentralizada do programa pode resultar em uma maior eficiência da aplicação dos recursos. Por isso, iniciativas como a de Janauba devem ser incentivadas, com a formação de consórcios de municípios para a aquisição de máquinas e equipamentos de apoio à implantação das barraginhas. Outra forma de apoio refere-se a organização de solicitações para otimizar o uso de máquinas ou recursos disponíveis, como é o caso do FHIDRO.

#### **IV. Resultados esperados**

Elevação da eficiência e eficácia das barraginhas pela implantação tecnicamente correta, aumento do número de barraginhas corretamente dimensionadas e construídas na região, redução do número de acidentes com barraginhas e maior disponibilidade de crédito na região. Quanto à disponibilidade hídrica, espera-se que a implantação de barraginhas de forma eficaz proporcione ganhos iguais ou superiores aos antes relatados, isto é, volumes de cerca de 1.000 m<sup>3</sup>/ha.ano. Além do acréscimo de volume, espera-se uma melhoria da qualidade da água, com redução da DBO, por um menor arraste de material orgânico, e menores teores de sólidos em suspensão, redução da turbidez e alteração da cor.

#### **V. Atores envolvidos**

Este programa envolverá, principalmente, as prefeituras municipais e os serviços de assistência técnica e extensão rural. De modo indireto, atingirá os produtores rurais.

## VI. Orçamento

Os recursos para estas obras provêm, atualmente, de diferentes fontes: Ministério Público, que converte multas ambientais em barraginhas; Fundação Banco do Brasil, Petrobrás, ANA, IGAM e FIIHIDRO, além das próprias Prefeituras, como a de Janaúba, que criou um consórcio regional com duas máquinas só para construir barraginhas em 12 municípios vizinhos.

O custo de construção de cada barraginha situa-se na faixa entre R\$ 100 e R\$ 200, sendo que uma máquina adequada constrói uma estrutura entre uma e duas horas.

Os valores a serem investidos no programa referem-se à avaliação das barraginhas, ao treinamento de técnicos e operadores de máquinas e ao apoio à implantação das barraginhas.

A avaliação das barraginhas e seu efeito sobre o balanço hídrico deve contemplar, no mínimo, um ano hidrológico completo. Além disto, necessita-se de um período de preparação e outro de análise. Este programa deve ter um prazo mínimo de 24 meses, propondo-se que o mesmo se estenda por 60 meses. Com isto, há uma elevação dos custos, mas acompanhado de um aumento da quantidade e da qualidade das informações. Esta ação pode ser executada por técnicos dos serviços de assistência técnica e extensão rural ou por empresa técnica contratada para este fim específico. O custo previsto para a avaliação das barraginhas foi estimado em R\$ 600.000 para um período de cinco anos, contando com os técnicos de ATER. Para contratação de empresa, estes custos devem elevar-se para R\$ 3.000.000, considerando-se uma equipe de três técnicos (um de nível superior, dois de nível médio), aluguel de equipamentos, escritório, veículos e manutenção.

O treinamento dos operadores das máquinas pode ser realizado na forma de dias de campo e palestras. Prevê-se a necessidade de pulverização deste treinamento em muitos locais da bacia, pelas dificuldades de locomoção. Uma proposta base é a da realização de quatro encontros anuais, por unidade de análise, o que significa 32 encontros anuais. Propõe-se que os cursos sejam repetidos com um intervalo de um ano entre eles, resultando em 96 encontros em cinco anos. O custo de cada encontro, com 16 horas de duração, foi estimado em R\$ 15.000, podendo atender a trinta operadores em cada curso. Previu-se que as prefeituras atendidas proporcionarão o local do curso e fornecerão as máquinas e o combustível necessário para as práticas. O custo total orçado é de R\$ 1.440.000, ao longo de cinco anos.

O treinamento dos técnicos deve ser realizado com a mesma periodicidade da considerada para os operadores de máquinas, ou seja, em anos intercalados. Porém, pode-se concentrar os cursos em quatro locais diferentes da bacia. Este curso necessitará da produção de materiais de apoio e consulta específico, criação de fóruns de discussão, estruturação de uma plataforma a distância para apoio a projetos, entre outros. Esta ação, portanto, pode ser vinculada a uma universidade ou outra estrutura qualquer de ensino superior. O custo de cada encontro com 20 horas de duração foi estimado em R\$ 15.000, sendo previstos 12 encontros em cinco anos, com um custo total de R\$ 180.000. A preparação de material e a manutenção da plataforma de ensino à distância por um período de

cinco anos necessitará de R\$ 500.000.

Tanto para o curso de operadores como para os técnicos, deve ser prevista uma avaliação permanente dos resultados do curso, seja na forma de visitas a estes profissionais, seja pelo envio de entrevistas e testes ou, ainda, por uma avaliação externa. O custo desta avaliação foi estimado em R\$ 30.000 anuais, ou R\$ 150.000 para um período de cinco anos.

O apoio à implantação das barraginhas deve considerar a existência de outras iniciativas com o mesmo objetivo, como o próprio FHIDRO. No entanto, observa-se que uma maior velocidade de implantação seria obtida com a aquisição de maquinário específico, operado de forma adequada. Considerando-se que os efeitos obtidos podem significar em melhorias importantes na quantidade e na qualidade da água da região, propõe-se que uma forma inicial de apoio seja com a aquisição de pás carregadeiras. Cada uma destas máquinas tem um custo aproximado de R\$ 1 milhão; se forem consideradas duas máquinas por ano, a um custo de R\$ 2 milhões anuais, em um período de quatro anos cada unidade de análise contaria com, ao menos, uma máquina nova.

## **VII. Cronograma**

Este programa deve ter início imediato, com a execução da avaliação das barraginhas e o início do treinamento dos técnicos e dos operadores de máquinas. Ao final do primeiro ano, devem ser adquiridas as pás carregadeiras, que devem estar disponíveis para trabalhar na época das chuvas, quando as condições de compactação são melhores. A plataforma de ensino a distância deve estar operacional ao final do primeiro ano. Nos anos três e cinco, os cursos de treinamento deverão ser novamente oferecidos. A avaliação das barraginhas e a aquisição de novas máquinas devem ser realizadas de forma contínua, assim como a avaliação dos cursos de treinamento de técnicos e operadores de máquinas.

### **2. Pequenas barragens de acumulação**

#### **I. Objetivos**

Qualificação de técnicos e operadores de máquinas para a construção de pequenas barragens de acumulação; avaliação e controle de pequenas barragens de acumulação; apoio à construção de pequenas barragens de acumulação.

#### **II. Justificativa**

A implantação de pequenas barragens de acumulação é uma prática corrente em regiões onde a irrigação é essencial para a obtenção de produtividades elevadas ou para garantir a produção agrícola. Uma pequena barragem, entendida como sendo uma estrutura com altura inferior a dez metros de altura máxima ou menos de 1.500.000 m<sup>3</sup>, permite o planejamento da irrigação de forma antecipada, considerando o volume acumulado até o final da época das

chuvas, a estimativa de vazões no período de recessão e uma estimativa das perdas por evapotranspiração e percolação.

O projeto e a construção destas obras envolvem conhecimentos específicos de mecânica dos solos, hidrologia de pequenas bacias, hidráulica de estruturas de controle e segurança, além dos conhecimentos necessários para o licenciamento ambiental e outorga pelo uso da água. Embora aparentemente simples, estas obras têm peculiaridades que exigem um rígido controle da elaboração do projeto, da construção e do monitoramento da obra.

Portanto, é necessária a qualificação dos técnicos atuantes na região para execução correta dos projetos e da supervisão e monitoramento das obras.

### **III. Procedimentos**

O programa deve iniciar pela formalização de uma linha de financiamento para a construção de pequenas barragens de acumulação, com taxas de juros e condições de pagamento compatíveis com a economia regional. Como parâmetro, devem ser analisadas as condições oferecidas pelo FHIDRO para a construção das barraginhas. Após esta formalização, deve ser realizada a divulgação da linha de financiamento e da possibilidade de capacitação técnica para a realização de projeto e construção das barragens. A capacitação dos técnicos será realizada através de um curso de revisão e aprofundamento sobre projetos de pequenas barragens e acompanhamento da elaboração de uma série inicial de projetos em pontos definidos em conjunto com esses técnicos.

A capacitação dos técnicos deve se apoiar na modelagem do terreno executada para os estudos hidrológicos. Esta modelagem será utilizada para a identificação de pontos favoráveis de implantação de pequenas barragens para irrigação por parte dos técnicos interessados. Com a identificação dos pontos, o modelo hidrológico e o modelo de elevação do terreno devem permitir a identificação preliminar das características hidrológicas e topográficas principais, sobre as quais será realizada uma primeira avaliação de viabilidade.

Os pontos considerados de interesse serão caracterizados com levantamentos *in loco*, obtendo os dados necessários para a concretização do projeto. Assim como no caso das barraginhas, interessa de modo particular a localização destas obras sobre as formações cársticas. A possível interferência destas obras com a infra-estrutura regional (redes de abastecimento de energia elétrica, telefonia e transmissão de dados, estradas, entre outras) e a existência de residências e de reservatórios a jusante devem ser conferidas neste levantamento de campo. Quanto à bacia de contribuição, devem ser identificados os fatores de interferência na obra, como processos erosivos importantes, uso atual do solo, presença de outros reservatórios a montante, qualidade da água, fontes de contaminação, especialmente de nutrientes vinculados a processos de eutrofização.

A partir do modelo hidrológico e da confirmação das condições topográficas e geológicas, serão calculados os volumes acumuláveis, a capacidade de irrigação e respectiva garantia de atendimento, e as vazões de cheia para cálculo do vertedor para tempos de retorno compatíveis com a situação de jusante.

A execução de projetos irá seguir a recomendações de fontes consagradas, como o Bureau of Reclamation, SUDENE e DNOCS e materiais mais recentes, como o da Universidade Federal de Lavras (Dimensionamento de Pequenas Barragens para Irrigação).

Os projetos gerados pelos técnicos serão objeto de análise e discussão entre o grupo, indicando os pontos mais importantes a serem observados. Após isto, os projetos considerados aptos serão publicados de forma comentada, como uma fonte de consulta para novos projetos.

O treinamento dos técnicos deve fornecer uma base teórica de projeto e apoiar-se fortemente na realidade das obras encontradas na região. Por isso, o curso deve prever custos de deslocamento para a avaliação das estruturas já implantadas, além de aulas práticas com os equipamentos indicados para a implantação das obras, como estações totais e GPS.

De forma concomitante com a qualificação dos técnicos, deve-se iniciar o processo de treinamento dos operadores de máquinas para a construção das pequenas barragens, em um processo semelhante e complementar ao das barraginhas. Este treinamento deve englobar temas como conservação ambiental, como identificação de áreas de proteção permanente e destinação correta de resíduos de lubrificantes; manutenção preventiva das máquinas utilizadas; correto manejo do equipamento; segurança no trabalho, uso de EPI, acidentes com animais peçonhentos, entre outros. Uma maior ênfase deve ser dada à técnica de construção das obras, principalmente os relacionados com a correta colocação do material a ser compactado, ponto ótimo de umidade, número de passadas com o rolo compactador, cuidados específicos com a compactação do solo junto a estruturas de concreto, como a tomada da água e o vertedor, etc.

Havendo a viabilidade de execução de uma pequena barragem de terra, o treinamento dos operadores deve considerar o acompanhamento desta, ao menos nas fases mais críticas, como implantação de ensecadeiras, construção da fundação, lançamento da tomada de água, colocação de dreno de pé e filtro, implantação do vertedor e do canal de desvio e finalização do maciço

#### **IV. Resultados Esperados**

Espera-se a qualificação de uma turma de vinte técnicos de nível superior e outra de vinte operadores de máquinas.

#### **V. Atores Envolvidos**

Este programa envolverá, principalmente, as prefeituras municipais e os serviços de assistência técnica e extensão rural. De modo indireto, atingirá os produtores rurais. O Centro de Estudos sobre a Seca em Montes Claros, implantado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), é um dos atores a ser considerado na implantação do Programa, pelo seu poder de divulgação e articulação com outras iniciativas do governo mineiro.

## VI. Orçamento

Os recursos para pequenas barragens de terra são possíveis de serem obtidos junto a diferentes fontes, como, por exemplo, o FHIDRO, em Minas Gerais, ou no Programa de Combate à Pobreza Rural – PRODUZIR, na Bahia.

O custo de construção de uma pequena barragem de terra pode ser estimado a partir de seu volume de aterro, considerando um valor referencial de US\$ 2 para cada m<sup>3</sup>, indicativo para obras de pequena complexidade, com uso de maquinários simples, baixas distâncias de transporte de material e apoio de órgãos públicos, como secretarias de obras, serviços de assistência técnica e prefeituras municipais. Os volumes de aterro devem ser da ordem de 10.000 a 15.000 m<sup>3</sup>, com que cada uma das barragens deve ter um custo estimado entre US\$ 20.000 e US\$ 30.000. Estes valores devem ser recuperados dentro da lógica dos fundos e programas a serem demandados pelos produtores.

Os valores diretos a serem investidos no programa referem-se ao treinamento de técnicos e operadores de máquinas e ao apoio à implantação e divulgação das linhas de financiamento.

O treinamento dos operadores das máquinas pode ser realizado na forma de dias de campo e palestras, com o possível acompanhamento da implantação de uma barragem. Pela maior complexidade destas obras em relação às barraginhas, propõe-se a concentração do treinamento em um único local. O treinamento deve demandar 200 horas, com aulas teórico-práticas. O custo deste treinamento foi estimado em R\$ 300.000, considerando os gastos com instrutores, preparação de material, custo de equipamentos e consumo de combustível. Deve-se prever a possibilidade de acompanhamento da construção de uma obra. Para isso, seria necessário suportar o deslocamento e manutenção dos operadores ao local da obra nas fases mais críticas. Previu-se, para fins de orçamentação, a necessidade de oito visitas por técnico, a um custo de R\$ 300 por visita por técnico, ou R\$ 48.000.

O treinamento dos técnicos deve ser realizado também de forma concentrada. Este curso necessitará da produção de materiais de apoio e consulta específico, criação de fóruns de discussão, estruturação de uma plataforma à distância para apoio a projetos, entre outros. Esta ação, portanto, pode ser vinculada a uma universidade ou outra estrutura qualquer de ensino superior. O curso deve ter uma duração de 80 horas, com custo estimado de R\$ 60.000, incluindo despesas de hospedagem dos técnicos. A preparação de material e a manutenção da plataforma de ensino à distância por um período de cinco anos necessitará de R\$ 500.000.

Tanto para o curso de operadores como para os técnicos, deve ser prevista uma avaliação permanente dos resultados do curso, seja na forma de visitas a estes profissionais, seja pelo envio de entrevistas e testes ou, ainda, por uma avaliação externa. O custo desta avaliação foi estimado em R\$ 30.000 anuais, ou R\$ 150.000 para um período de cinco anos.

O apoio à implantação das barragens deve considerar a existência de outras iniciativas com o mesmo objetivo, como o próprio FHIDRO e o PRODUZIR,

bem como políticas permanentes do Governo Federal de combate ou convivência com a seca.

## VII. Cronograma

Este programa pode ter início imediato, com o treinamento dos técnicos e dos operadores de máquinas. A plataforma de ensino a distância deve estar operacional ao final do primeiro ano. A avaliação dos cursos de treinamento de técnicos e operadores de máquinas deve ser realizada de forma contínua.

### 3. Cisternas

#### I. Objetivos

Implantar cisternas na bacia, atingindo o número de 0,8 cisternas por propriedade.

#### II. Justificativa

As cisternas são estruturas simples e eficazes para armazenamento da água das chuvas para atendimento das necessidades básicas familiares, possibilitando, às vezes, a realização da irrigação de salvamento de pequenas hortas e pomares. A implantação de cisternas tem tido um claro apoio governamental nos últimos anos. O Governo de Minas, por meio da Copasa, instalou mil cisternas na região norte mineira, com investimentos de quase R\$ 1 milhão, recursos do Estado e União, sendo previsto um novo investimento de mais R\$ 6 milhões para aquisição de outras quatro mil cisternas.

Em 2006, a média de cisternas por propriedade era de 0,3, contra 0,08 de poços comuns e 0,11 de poços perfurados. Esta relação mostra não apenas a aceitação desta solução, mas também a dificuldade de captação de água subterrânea a pequenas profundidades.

Quadro 44 – Distribuição de Cisternas e Poços por propriedade nos municípios da bacia.

Município	Cisternas por propriedade	Poços comuns por propriedade	Poços perfurados por propriedade
Bocaiúva	0,41	0,15	0,17
Capitão Enéas	0,56	0,04	0,36
Catuti	0,20	0,04	0,07
Espinosa	0,09	0,02	0,03
Francisco Sá	0,50	0,05	0,37
Gemeleiras	0,15	0,01	0,11
Glaucilândia	0,50	0,06	0,22
Guaraciama	0,21	0,00	0,10
Ibiracatu	0,45	0,02	0,04
Iuiú	0,46	0,14	0,15
Jacaraci	0,39	0,24	0,01

Município	Cisternas por propriedade	Poços comuns por propriedade	Poços perfurados por propriedade
Jaíba	0,16	0,00	0,14
Janaúba	0,40	0,04	0,26
Juramento	0,17	0,01	0,12
Malhada	0,16	0,00	0,05
Mamonas	0,16	0,07	0,01
Matias Cardoso	0,25	0,02	0,13
Mato Verde	0,25	0,19	0,03
Mirabela	0,15	0,02	0,08
Monte Azul	0,33	0,11	0,07
Montes Claros	0,51	0,09	0,25
Mortugaba	0,61	0,46	0,01
Nova Porteirinha	0,16	0,01	0,07
Pai Pedro	0,43	0,04	0,15
Palmas de Monte Alto	0,44	0,21	0,08
Patis	0,06	0,00	0,05
Pindaí	0,34	0,18	0,05
Porteirinha	0,38	0,05	0,06
Riacho dos Machados	0,48	0,16	0,11
São João da Ponte	0,17	0,09	0,05
Sebastião Laranjeiras	0,16	0,02	0,08
Serranópolis de Minas	0,10	0,02	0,03
Urandi	0,15	0,06	0,03
Varzelândia	0,25	0,10	0,04
Verdelândia	0,38	0,03	0,18

A construção de cisternas pressupõe a abertura de um reservatório enterrado, que é alimentado pelo escoamento de água pelo telhado das construções e/ou sobre uma área impermeabilizada junto a casa. Este reservatório pode ser construído em alvenaria ou revestido com materiais flexíveis, como lonas plásticas. No caso de períodos secos mais prolongados, a cisterna pode receber água de caminhões pipa.

Além da construção da cisterna, os beneficiados devem receber um treinamento para gerenciamento da água, que não deve ser contaminada nem desperdiçada, além do monitoramento e conservação da estrutura, evitando a perda de água por vazamento e evaporação.

### III. Procedimentos

A execução deste programa engloba a articulação entre diversos atores vinculados à implantação destas obras, como os órgãos de saneamento, extensão rural e prefeituras. Com estes atores, deve ser realizada a identificação de áreas com baixa densidade de cisternas, divulgação das estruturas e planejamento de

sua implantação.

Além disto, deve ser avaliada a capacidade dos atores em executar a implantação dos reservatórios, a partir da identificação do parque de máquinas disponível, número e qualificação dos técnicos atuantes na região, disponibilidade de mão de obra, nível de associativismo dos produtores para ações coordenadas e cooperativas de construção, entre outros. No caso de carência de um destes componentes, deve ser demandada junto aos governos estaduais a solução destes problemas, através de convênios ou projetos específicos.

A implantação em si, a cargo dos atores locais, é composta pelas fases de marcação do local, seleção do tipo de revestimento, abertura do reservatório e montagem final. Após isto, é necessário qualificar o proprietário para a utilização e conservação da estrutura.

No caso do revestimento em lona, o trabalho pode ser concluído em um único dia. No caso da alvenaria, o prazo deve ser ampliado para três dias.

#### **IV. Resultados Esperados**

Prevê-se a implantação de cerca de 7.500 cisternas na região, elevando a média de cisternas por propriedade de 0,3 para 0,8, no período de cinco anos.

#### **V. Atores Envolvidos**

Por tratar-se de uma estrutura de uso vinculado essencialmente ao abastecimento humano, órgãos de saneamento devem ser diretamente envolvidos, como a FUNASA, a COPASA e a EMBASA. Além disto, por tratar-se de propriedades rurais, os serviços de assistência técnica e extensão rural (EMATER, RURALMINAS) devem participar do Programa, principalmente na fase de treinamento e qualificação dos proprietários. Por fim, as prefeituras municipais devem participar, especialmente no apoio da abertura dos reservatórios.

#### **VI. Orçamento**

O programa deve fornecer o apoio para a abertura do reservatório com o uso de maquinário. O material da cisterna deve ser fornecido ou financiado, de acordo com a política governamental.

O custo de cada cisterna pode ser estimado em R\$ 1.500. Para atingir o objetivo, seriam necessárias cerca de 15.000 cisternas, considerando-se os dados de 2006. Com a implantação de novas obras no período de quatro anos, estima-se a necessidade de 7.500 novas cisternas no âmbito do Programa, a um custo de R\$ 11.250.000. Estes recursos devem ser buscados junto a programas governamentais já existentes, cabendo ao programa de segurança hídrica a articulação entre estes atores e a divulgação destas estruturas e do apoio à sua implantação. Os recursos necessários ao Programa são, portanto, essencialmente gerenciais, sendo estimados em R\$ 250.000 anuais, e R\$ 1.250.000 para o período de cinco anos.

## **VII. Cronograma**

O programa deve iniciar imediatamente, com a identificação dos atores locais e concretização de uma ação coordenada. Após isto, as áreas sem carências graves devem iniciar a construção das cisternas em um prazo não superior a seis meses. Para as áreas nas quais as limitações sejam mais severas, a tramitação de processos preparatórios para a assinatura de convênios ou contratos deve consumir no mínimo um ano. A execução das obras pode ser concluída em um prazo máximo de quatro anos, completando cinco anos de duração do programa.

## **6. COMPONENTE 4: GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

## **6. COMPONENTE 4: GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

**Título:** Gerenciamento dos Recursos Hídricos Subterrâneos – Sistemas Cárstico e Cárstico Fissurado na Bacia do Rio Verde Grande

### **I. Objetivo**

O programa Gerenciamento dos Recursos Hídricos Subterrâneos – Sistemas Cárstico e Cárstico Fissurado na Bacia do Rio Verde Grande tem como objetivo propor um modelo para gerenciamento das águas subterrâneas de sistemas aquíferos instalados em rochas carbonatadas. Para tanto, deverá monitorar a variação do nível de água nos sistemas aquíferos cárstico e cárstico-fissurado numa área piloto da bacia do rio Verde Grande, identificando a posição espacial das superfícies potenciométricas nos períodos secos e úmidos e estabelecendo suas inter-relações com as feições estruturais e morfológicas do marco geológico regional. Com isso, no âmbito deste programa, será possível conceber um modelo da dinâmica das águas subterrâneas desses sistemas aquíferos, o qual poderá ser utilizado como ferramenta auxiliar na gestão dos recursos hídricos da bacia do rio Verde Grande e em bacias hidrogeológicas similares.

### **II. JUSTIFICATIVA:**

O diagnóstico da situação dos recursos hídricos subterrâneos apresentado no âmbito do Plano Diretor da bacia do rio Verde Grande revelou que a capacidade de exploração das águas subterrâneas encontra-se, em algumas áreas, no limite de sua exaustão. Por outro lado, o mesmo diagnóstico mostra que as reservas renováveis podem variar de forma acentuada em função do regime hidrológico anual.

Dessa forma, os dados do diagnóstico indicaram que a persistir as atuais condições de exploração, sem o desenvolvimento de ações efetivas de gerenciamento desses recursos, a tendência é que os volumes explorados de água subterrânea venham superar, pelo menos em algumas áreas, a capacidade de produção dos aquíferos. Essa constatação é mais evidente no sistema cárstico-fissurado, onde a situação pode levar ao surgimento de conflitos de uso, esgotamento das reservas e consequentes prejuízos econômicos e sociais.

Por outro lado, há de ressaltar que a base dos estudos sobre as disponibilidades hídricas na bacia do rio verde Grande é constituída de informações hidrológicas e hidrogeológicas, consideradas quantitativa e qualitativamente insuficientes para estabelecer um regime de exploração das águas subterrâneas na região.

Neste contexto, fica evidente a necessidade de serem criadas condições técnicas para melhor entender a dinâmica das águas subterrâneas, fornecendo dados capazes de embasar a gestão integrada das águas subterrâneas e superficiais na região e garantir condições para a manutenção das atividades

agrícolas e a sustentabilidade ambiental.

### **III. Procedimentos**

#### **1. Seleção de área para implantação de projeto**

A área piloto para implantação do projeto será no domínio do sistema aquífero cárstico e cárstico fissurado. Esta opção justifica-se pelo fato do referido meio aquífero ser o mais explorado na bacia, representando o maior potencial hidrogeológico.

Para selecionar a área de pesquisa serão realizadas as seguintes atividades:

- pesquisa bibliográfica para delimitar as áreas com maior densidade de poços tubulares, em uso ou não;
- elaboração de mapa base na escala 1:25.000 a partir de plantas topográficas existentes e imagens de satélite;
- levantamento de campo com inventário preliminar dos poços existentes, partindo dos dados disponíveis pelo SIAGAS/CPRM
- reconhecimento da geologia regional enfocando às áreas de ocorrências das rochas carbonatadas;
- seleção da área piloto;
- elaboração de relatório de acompanhamento.

#### **2. Levantamentos básicos na área piloto**

Depois da definição da área piloto, para detalhamento hidrogeológico, são previstos os seguintes trabalhos básicos:

- compatibilização do mapa geológico existente à escala de trabalho, com ênfase na litoestratigrafia e a geologia estrutural;
- Identificação e mapeamento das estruturas e formas cársticas com ênfase nas suas inter-relações com a estratigrafia e geologia estrutural;
- estudos climatológicos e avaliação das taxas de recarga e descarga dos aquíferos;
- inventário detalhado dos poços existentes na área piloto;
- elaboração do mapa hidrogeológico da área piloto trabalho com os pontos d'água inventariados.
- elaboração de relatório de acompanhamento.

#### **3. Implantação da rede de poços de monitoramento**

A partir do mapa base hidrogeológico e de pontos d'água cadastrados, será feita uma avaliação sobre a distribuição dos poços existentes na área de trabalho com o objetivo de identificar entre os poços já cadastrados, que não estão em operação, quais poderão compor a rede de monitoramento da superfície potenciométrica. Após esta análise serão definidos os locais para perfuração dos poços que complementarão a rede de monitoramento. Em seguida, serão realizadas as atividades:

- perfilagem ótica em pelo menos dez poços pré-escolhidos com o objetivo de conhecer o perfil do aquífero, as condições construtivas do poço e fornecer subsídios para o projeto e construção dos poços de monitoramento complementares;
- execução de pelo menos dez ensaios de bombeamento, com duração de 24 horas, sob regime escalonado para determinação dos parâmetros hidrodinâmicos do aquífero na área piloto;
- perfuração e instalação de dez poços para monitoramento (piezômetros) do nível da água. Esses poços serão locados de forma a dar maior consistência e homogeneidade à rede de observação. Os piezômetros serão construídos de acordo com a NBR 15495-1 (Poços de monitoramento de águas subterrâneas em aquíferos granulares), com profundidade variável entre 60 e 80 metros e conterão as adaptações necessárias para aquífero fissurado.
- determinação das cotas das bocas dos poços escolhidos para compor a rede de monitoramento com o uso de GPS de precisão;
- montagem de equipamento automatizado de medição e registro do monitoramento do nível das águas subterrâneas em todos os piezômetros;
- mesmo com sistemas automatizados conferir as medidas "in loco" com a frequência mensal no primeiro ano e bimensal nos anos seguintes;
- instalação de pelo menos dez pluviógrafos com localização próxima a poços de monitoramento pré-selecionados.
- elaboração de relatório de acompanhamento.

#### 4. Caracterização dos sistemas aquíferos na área piloto

Nesta fase do projeto será feita a caracterização dos sistemas aquíferos, com a elaboração de um modelo hidrogeológico conceitual, com o objetivo de formular hipóteses sobre o funcionamento do sistema aquífero. Serão executadas as seguintes atividades:

- atualização do mapa hidrogeológico com a definição da geometria e distribuição dos aquíferos, indicação de parâmetros hidrodinâmicos, áreas de recarga e descarga.
- elaboração de mapas potenciométricos relativos a cada período de

monitoramento;

- elaboração de balanço hídrico para a área piloto;
- montagem do modelo hidrogeológico conceitual;
- elaboração de relatório de acompanhamento do projeto.

#### 5. Modelo hidrogeológico numérico

Esta atividade terá início após o monitoramento do nível d'água da rede de poços ter completado um ciclo hidrológico completo. Nesta fase será feita uma avaliação sobre os dados levantados no monitoramento, os quais serão apresentados na forma dos seguintes produtos:

- modelagem numérica com a integração dos dados coletados nas etapas anteriores.
- elaboração de mapas e relatório hidrogeológico da área piloto,
- indicação de outras áreas (fora da área piloto), similares sob o ponto de vista hidrogeológico, onde os produtos deste programa poderão ser aplicados;
- definição sobre a continuidade do monitoramento e ajuste da periodicidade de registro dos dados da rede de monitoramento;
- elaboração de diretrizes para gestão dos recursos hídricos subterrâneos;
- elaboração de relatório final com a síntese dos trabalhos e conclusões.

#### 6. Calibração do modelo hidrogeológico numérico

A calibração do modelo hidrogeológico terá por objetivo agregar os dados do monitoramento ao final de cada ano hidrológico. O programa prevê custos com a manutenção do monitoramento por um período mínimo de 4 anos. No período serão executadas as seguintes atividades:

- atualização do mapa potenciométrico a cada final de um ano hidrológico;
- atualização do balanço hídrico para a área piloto com os novos dados levantados ao final de cada ano hidrológico;
- avaliação do programa e redirecionamento das atividades caso necessário.

### **IV. Resultados Esperados**

- melhoria no nível de conhecimento do sistema aquífero cárstico e cárstico fissurado, com vistas a definir com maior precisão as

reservas renováveis ou os limites de exploração, detalhando as áreas mais favoráveis ao seu aproveitamento.

- avaliar a variação do comportamento da recarga do aquífero cársticos e sua relação com chuva, exploração e heterogeneidade das estruturas geológicas.
- criar uma base de informações que dê sustentabilidade técnica e social ao estabelecimento de instrumentos normativos de controle da exploração das águas subterrâneas e mesmo de redução nos volumes explotáveis nos anos críticos, com base numa nova condição de equilíbrio dinâmico, onde a recarga seja igual ao somatório das descargas naturais com o total de água que está se bombeando do aquífero.

#### V. Atores Envolvidos

A implantação e o sucesso do programa dependem de uma articulação dos órgãos oficiais responsáveis pela gestão dos recursos hídricos nas esferas, estadual e federal, com os usuários dos recursos hídricos da bacia como fonte geradora de renda ou mesmo de subsistência. Assim, entende-se que os atores envolvidos no programa são:

- Comitê da Bacia do Rio Verde Grande;
- Agência Nacional de Águas – ANA;
- Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM;
- Instituto de Gestão das Águas e Clima – INGÁ;
- Associações de Empresários da Indústria, Agricultura e Pecuária;
- Associações de Moradores.

#### VI. Orçamento

- Seleção de Áreas para Implantação do Projeto: R\$ 48.000,00
- Levantamentos Básicos na Área Piloto: R\$ 36.600,00
- Implantação da rede de poços de monitoramento: R\$ 418.150,00
- Caracterização dos Sistemas Aquíferos: R\$ 11.600,00
- Coleta de Dados no Monitoramento: R\$ 98.600,00
- Montagem do Modelo Numérico: R\$ 45.600,00
- Calibração do Modelo Numérico (Despesa anual): R\$ 81.000,00
- Elaboração de RF e Diretrizes para Exploração: R\$ 31.200,00
- **Custo Parcial: R\$ 770.750,00**
- **Custo Total: 1.013.750,00**

**7. VISÃO INTEGRADA DO PROGRAMA DE AÇÕES:  
CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PRH VERDE  
GRANDE**

**7. VISÃO INTEGRADA DO PROGRAMA DE AÇÕES: CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PRH VERDE GRANDE**

A seguir apresenta-se o cronograma físico-financeiro integrado de implementação do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Verde Grande.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 45 – Cronograma Físico-Financeiro.

COMPONENTE / PROGRAMA / AÇÃO	ORÇAMENTO			CRONOGRAMA			
	INVESTIMENTO / IMPLANTAÇÃO	CUSTEIO / OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO	TOTAL	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2020 - 2030
<b>Componente 1: Gestão de Recursos Hídricos e Comunicação Social</b>	R\$ 10.570.900,00	R\$ 7.976.200,00	R\$ 18.547.100,00	R\$ 5.103.350,00	R\$ 4.481.250,00	R\$ 4.481.250,00	R\$ 4.481.250,00
<b>Programa 1.1. Implementação dos Instrumentos de Gestão</b>	R\$ 6.200.000,00	R\$ -	R\$ 6.200.000,00	R\$ 1.550.000,00	R\$ 1.550.000,00	R\$ 1.550.000,00	R\$ 1.550.000,00
Ação 1.1.1. Outorga integrada entre ANA, INGA e IGAM e Alocação Negociada	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 1.1.2. Fiscalização de Usos e Usuários	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 1.1.3. Enquadramento dos corpos hídricos	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 1.1.4. Cobrança pelo uso da água	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 1.1.5. Sistema de informações	R\$ 200.000,00	R\$ -	R\$ 200.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00	R\$ 50.000,00
Ação 1.1.6. Atualização do Plano da Bacia	R\$ 6.000.000,00	R\$ -	R\$ 6.000.000,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00	R\$ 1.500.000,00
<b>Programa 1.2. Monitoramento hidrológico</b>	R\$ 1.905.900,00	R\$ 7.976.200,00	R\$ 9.882.100,00	R\$ 2.937.100,00	R\$ 2.315.000,00	R\$ 2.315.000,00	R\$ 2.315.000,00
Ação 1.2.1. Monitoramento pluviométrico e fluviométrico	R\$ 705.000,00	R\$ 4.902.000,00	R\$ 5.607.000,00	R\$ 1.737.000,00	R\$ 1.290.000,00	R\$ 1.290.000,00	R\$ 1.290.000,00
Ação 1.2.2. Monitoramento qualitativo e sedimentológico	R\$ 840.900,00	R\$ 3.074.200,00	R\$ 3.915.100,00	R\$ 840.100,00	R\$ 1.025.000,00	R\$ 1.025.000,00	R\$ 1.025.000,00
Ação 1.2.3. Previsão e alerta contra eventos hidrológicos críticos	R\$ 216.000,00	R\$ -	R\$ 216.000,00	R\$ 216.000,00			
Ação 1.2.4. Avaliação dos impactos de Mudanças Climáticas sobre Recursos Hídricos	R\$ 144.000,00	R\$ -	R\$ 144.000,00	R\$ 144.000,00			
<b>Programa 1.3. Comunicação Social, Educação e Conscientização Ambiental em Recursos Hídricos.</b>	R\$ 2.465.000,00		R\$ 2.465.000,00	R\$ 616.250,00	R\$ 616.250,00	R\$ 616.250,00	R\$ 616.250,00
<b>Componente 2: Racionalização dos Usos e Conservação de Solo e Água</b>	R\$ 61.410.915,00	R\$ 4.325.000,00	R\$ 65.735.915,00	R\$ 15.224.441,00	R\$ 32.581.474,00	R\$ -	R\$ 17.930.000,00
<b>Programa 2.1. Racionalização dos Usos</b>	R\$ 13.684.915,00	R\$ 4.325.000,00	R\$ 18.009.915,00	R\$ 15.224.441,00	R\$ 2.785.474,00	R\$ -	R\$ -
Ação 2.1.1. Controle de Perdas no Abastecimento	R\$ 9.284.915,00	R\$ -	R\$ 9.284.915,00	R\$ 6.499.441,00	R\$ 2.785.474,00	R\$ -	R\$ -
Ação 2.1.2. Aumento da eficiência uso da água na irrigação	R\$ 2.780.000,00	R\$ 4.325.000,00	R\$ 7.105.000,00	R\$ 7.105.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 2.1.3. Otimização da Operação dos Reservatórios	R\$ 1.620.000,00	R\$ -	R\$ 1.620.000,00	R\$ 1.620.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -
<b>Programa 2.2. Conservação de Solo e Água</b>	R\$ 47.726.000,00	R\$ -	R\$ 47.726.000,00	R\$ -	R\$ 29.796.000,00	R\$ -	R\$ 17.930.000,00
Ação 2.2.1. Recuperação da mata ciliar	R\$ 28.403.000,00	R\$ -	R\$ 28.403.000,00	R\$ -	R\$ 16.914.000,00	R\$ -	R\$ 11.489.000,00
Ação 2.2.2. Recuperação de áreas degradadas inclusive em UCs	R\$ 19.323.000,00	R\$ -	R\$ 19.323.000,00	R\$ -	R\$ 12.882.000,00	R\$ -	R\$ 6.441.000,00
<b>Componente 3: Incremento da Oferta Hídrica e Saneamento</b>	R\$ 1.464.967.999,85	R\$ 52.578.800,00	R\$ 1.517.546.799,85	R\$ 604.091.727,69	R\$ 345.300.821,69	R\$ 288.062.658,47	R\$ 280.091.592,00
<b>Programa 3.1. Saneamento</b>	R\$ 617.285.969,55	R\$ 2.880.000,00	R\$ 620.165.969,55	R\$ 274.443.775,21	R\$ 196.520.775,21	R\$ 138.346.793,57	R\$ 10.854.625,57
Ação 3.1.1. Apoio aos Planos Municipais de Saneamento	R\$ 2.300.000,00	R\$ -	R\$ 2.300.000,00	R\$ 2.300.000,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Ação 3.1.2. Ampliação dos Sistemas de Abastecimento Urbano	R\$ 233.959.000,00	R\$ -	R\$ 233.959.000,00	R\$ 154.791.000,00	R\$ 79.168.000,00	R\$ -	R\$ -

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

Ação 3.1.3. Esgotamento sanitário	R\$ 293.193.548,00	R\$ -	R\$ 293.193.548,00	R\$ 82.850.690,00	R\$ 82.850.690,00	R\$ 127.492.168,00	R\$ -
Ação 3.1.4. Resíduos sólidos	R\$ 87.833.421,55	R\$ -	R\$ 87.833.421,55	R\$ 33.782.085,21	R\$ 33.782.085,21	R\$ 10.134.625,57	R\$ 10.134.625,57
Ação 3.1.5. Controle de Poluição Industrial		R\$ 2.880.000,00	R\$ 2.880.000,00	R\$ 720.000,00	R\$ 720.000,00	R\$ 720.000,00	R\$ 720.000,00
<b>Programa 3.2. Incremento da Oferta de Água</b>	<b>R\$ 847.682.030,30</b>	<b>R\$ 49.698.800,00</b>	<b>R\$ 897.380.830,30</b>	<b>R\$ 329.647.952,48</b>	<b>R\$ 148.780.046,48</b>	<b>R\$ 149.715.864,90</b>	<b>R\$ 269.236.966,43</b>
Ação 3.2.1. Regularização de vazões	R\$ 484.612.472,00	R\$ -	R\$ 484.612.472,00	R\$ 46.401.194,18	R\$ 110.602.846,48	R\$ 142.403.664,90	R\$ 185.204.766,43
Ação 3.2.2. Transposição de vazão entre bacias	R\$ 339.891.558,30	R\$ 49.698.800,00	R\$ 389.590.358,30	R\$ 260.068.758,30	R\$ 38.177.200,00	R\$ 7.312.200,00	R\$ 84.032.200,00
Ação 3.2.3. Ampliação da segurança hídrica no meio rural	R\$ 23.178.000,00	R\$ -	R\$ 23.178.000,00	R\$ 23.178.000,00			
<b>Componente 4. Gestão de Águas Subterrâneas</b>	<b>R\$ 1.013.750,00</b>		<b>R\$ 1.013.750,00</b>	<b>R\$ 1.013.750,00</b>			
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>R\$ 1.537.963.564,85</b>	<b>R\$ 64.880.000,00</b>	<b>R\$ 1.602.843.564,85</b>	<b>R\$ 625.433.268,69</b>	<b>R\$ 382.363.545,69</b>	<b>R\$ 292.543.908,47</b>	<b>R\$ 302.502.842,00</b>

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A elaboração deste relatório de programas permitiu a consolidação e o detalhamento da estrutura do Programa de Ações que integra o Plano Verde Grande, com seus respectivos orçamentos.

As ações aqui propostas visam o alcance das metas que foram estabelecidas, que por sua vez refletem as necessidades e oportunidades apontadas ao final das Etapas de Diagnóstico e Prognóstico.

A implementação do programa de ações aqui proposto possibilita o avanço na gestão de recursos hídricos na bacia e a solução dos principais problemas diagnosticados.

O orçamento superior a R\$ 1,6 bilhões dão mostra de que os problemas são graves, sobretudo quanto a infra-estrutura para irrigação e saneamento, o que é notado pela concentração de 94% do orçamento na Componente 3, que trata de Incremento da Oferta Hídrica e Saneamento.