

Agência Nacional de Águas - ANA

Contrato N° 031/ANA/2008

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

**Relatório de Pré-Diagnóstico**

Maio de 2009

## **APRESENTAÇÃO**

Porto Alegre, 15 de Maio de 2009.

Ilmo. Sr. João Gilberto Lotufo  
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 Pré-Diagnóstico do PRH Verde Grande.

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 Pré-Diagnóstico do PRH Verde Grande, constante do Plano de Trabalho aprovado no RP-01.

O presente relatório tem por objetivo apresentar, de maneira preliminar, a caracterização da realidade existente na bacia, examinada segundo dois critérios: os meios físico e biótico, com ênfase nas disponibilidades hídricas, e os fatores ligados à ação antrópica e às demandas por 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 PRÉ-DIAGNÓSTICO DO PRH VERDE GRANDE

MAIO / 2009

#### SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS.....</b>	<b>10</b>
2.1. CARTOGRAFIA BÁSICA .....	10
2.2. CARTOGRAFIA TEMÁTICA .....	11
2.3. SENSORIAMENTO REMOTO.....	12
2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) .....	12
2.5. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO .....	13
2.6. TAREFAS EM EXECUÇÃO .....	13
<b>3. DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DE ESTUDO .....</b>	<b>15</b>
3.1. CRITÉRIOS ADOTADOS .....	15
3.2. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DAS UNIDADES.....	18
3.3. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES: SUB-BACIAS.....	23
<b>4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-BIÓTICA DA BACIA .....</b>	<b>26</b>
4.1. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA.....	26
4.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA.....	30
4.3. CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA .....	30
4.4. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA.....	31
4.5. CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA .....	44
4.6. CARACTERIZAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DA BACIA.....	45

4.7.	IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS PROTEGIDAS .....	48
<b>5.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL.....</b>	<b>58</b>
5.1.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	58
5.2.	ASPECTOS DEMOGRÁFICOS .....	58
5.3.	ATIVIDADES ECONÔMICAS E POLARIZAÇÃO REGIONAL .....	64
5.4.	ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS RELATIVOS À GESTÃO AMBIENTAL E DE RECURSOS HÍDRICOS .....	76
5.5.	ASPECTOS SOCIOCULTURAIS E IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS SOCIAIS ESTRATÉGICOS.....	76
5.6.	LEVANTAMENTO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM IMPLANTAÇÃO.....	76
5.7.	CARACTERIZAÇÃO DA POLÍTICA E ESTRUTURA URBANA.....	76
<b>6.</b>	<b>SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS .....</b>	<b>78</b>
6.1.	DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS .....	78
6.2.	DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS.....	200
6.3.	BALANÇO HÍDRICO.....	211
6.4.	SÍNTESE DA SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	211
<b>7.</b>	<b>COMENTÁRIOS FINAIS.....</b>	<b>213</b>

## **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como finalidade apresentar, de forma objetiva, alguns resultados preliminares referentes à elaboração do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande. Nesse sentido, os elementos ora apresentados devem ser considerados como uma parcela inicial do Diagnóstico, que será apresentado no Relatório Parcial 02.

O Relatório de Pré-Diagnóstico está estruturado da seguinte forma: um capítulo sobre a estruturação do sistema de informações geográficas, um capítulo que trata da definição das unidades de estudos, apresentando os critérios adotados, a quantificação das áreas das unidades e a descrição de cada sub-bacia; um capítulo sobre a caracterização físico-biótica da bacia; um capítulo sobre a caracterização socioeconômica e cultural da bacia; e, um capítulo sobre a situação dos recursos hídricos, tratando de águas superficiais e subterrâneas.

Diversos temas que integram o Diagnóstico da bacia encontram-se em fase de elaboração, conforme apresentado no Quadro a seguir. Esses temas serão abordados de forma integral na versão consolidada do Relatório de Diagnóstico – RP-02.

**Quadro 1.1 – Situação dos Temas Abordados no Diagnóstico**

Capítulos	Situação
<b>1. Introdução</b>	ok
<b>2. Estruturação do Sistema de Informação Geográfica (SIG)</b>	Apresentado parcialmente
2.1. Cartografia Básica	Apresentado integralmente
2.2. Cartografia Temática	Apresentado parcialmente
2.3. Sensoriamento Remoto	Apresentado integralmente
2.4. Sistema de Informações Geográficas (SIG)	Apresentado parcialmente
2.5. Banco de Dados Geográficos	Apresentado parcialmente
2.6. Tarefas em Execução	Apresentado parcialmente
<b>3. Definição das Unidades de Estudo</b>	Apresentado integralmente
3.1. Critérios Adotados	Apresentado integralmente
3.2. Quantificação das Áreas das Unidades	Apresentado integralmente
3.3. Descrição das Unidades: Sub-Bacias	Apresentado integralmente
<b>4. Caracterização Físico-Biótica da Bacia</b>	Apresentado parcialmente
4.1. Caracterização Fisiográfica da Bacia	Apresentado integralmente
4.2. Caracterização Climática	Não apresentado
4.3. Caracterização Pedológica	Não apresentado
4.4. Caracterização Geológica e Geomorfológica	Apresentado parcialmente
4.5. Caracterização da Ictiofauna	Não apresentado
4.6. Caracterização Fitogeográfica da Bacia	Apresentado integralmente
4.7. Identificação das Áreas Protegidas	Apresentado parcialmente

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

<b>5. Caracterização Socioeconômica e Cultural da Bacia</b>	Apresentado parcialmente
5.1. Uso e Ocupação do Solo	Não apresentado
5.2. Aspectos Demográficos	Apresentado parcialmente
5.3. Atividades Econômicas e Polarização Regional	Apresentado parcialmente
5.4. Aspectos Institucionais e Legais Relativos à Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos	Não apresentado
5.5. Aspectos Socioculturais e Identificação e Caracterização dos Sujeitos Sociais Estratégicos	Não apresentado
5.6. Levantamento de Planos, Programas e Projetos em Implantação	Não apresentado
5.7. Caracterização da Política e Estrutura Urbana	Não apresentado
<b>6. Situação dos Recursos Hídricos – Águas Superficiais e Subterrâneas</b>	Apresentado parcialmente
6.1. Diagnóstico das Disponibilidades Hídricas	Apresentado parcialmente
6.2. Diagnóstico das Demandas Hídricas	Apresentado parcialmente
6.3. Balanço Hídrico	Não apresentado
6.4. Síntese da Situação dos Recursos Hídricos	Não apresentado
<b>7. Considerações Finais</b>	ok

## **2. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)**

## **2. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)**

A abordagem metodológica proposta para este estudo contempla a utilização de ferramentas de análises em SIG, mediante a incorporação das informações em banco de dados georreferenciados. Essa estrutura permite o desenvolvimento de análises espaciais comparativas a partir de critérios adotados.

O objetivo geral é elaborar um sistema que utilize a capacidade de gerenciamento de um banco de dados, de modo a realizar consultas e apresentar dados geográficos sob várias formas e aspectos.

A concepção da forma como se estão adquirindo os dados espaciais segue um rigoroso processo de controle de qualidade, bem como, um detalhado planejamento para verificar a disponibilidade dos dados existentes. Esse planejamento visa garantir a produção de informações fidedignas do ponto de vista da sua consistência e voltadas aos objetivos do estudo, de forma a ser utilizada como ferramenta de apoio às decisões ao longo do desenvolvimento do projeto.

A principal característica das ferramentas de geoprocessamento é o fato de proporcionar apoio e subsídios às equipes multidisciplinares. Dessa maneira, o SIG do projeto é o receptáculo dos dados temáticos gerados pelas equipes, obedecendo às delimitações espaciais adotadas. Todavia, cabe frisar que a área de influência indireta é o recorte espacial básico para trabalhos na área de análise ambiental, embora alguns temas articulam outras unidades (e.g. socioeconômica – municípios ou Unidades da Federação; levantamento mineral – entre outros).

Assim, o presente capítulo apresenta, na seqüência, as fontes da cartografia básica, temática e as imagens orbitais tomadas por sensoriamento remoto, além da estruturação do SIG elaborado para o projeto.

### **2.1. CARTOGRAFIA BÁSICA**

A cartografia sistemática nacional, denominada cartografia básica, constitui importante fonte de informações espaciais para todo o território nacional. Sendo assim partiu-se para a identificação das cartas topográficas e suas respectivas escalas, seriam necessárias para cobrir toda a área de estudo.

O Estado de Minas Gerais e da Bahia apresentam cartas topográficas nas escalas de 1:100.000 e foram fornecidas pela ANA, já georreferenciadas conforme metodologia própria.

As cartas que foram utilizadas para este estudo estão listadas no quadro a seguir.

**Quadro 2.1 – Relação das cartas 1:100.000.**

<b>MI</b>	<b>Folha</b>
2090	SD-23-Z-A-III
2091	SD-23-Z-B-I
2092	SD-23-Z-B-II
2134	SD-23-Z-A-VI
2135	SD-23-Z-B-IV
2136	SD-23-Z-B-V
2137	SD-23-Z-B-VI
2179	SD-23-Z-C-III
2180	SD-23-Z-D-I
2181	SD-23-Z-D-II
2222	SD-23-Z-C-V
2223	SD-23-Z-C-VI
2224	SD-23-Z-D-IV
2225	SD-23-Z-D-V
2266	SE-23-X-A-II
2267	SE-23-X-A-III
2268	SE-23-X-B-I
2269	SE-23-X-B-II
2306	SE-23-X-A-V
2307	SE-23-X-A-VI
2308	SE-23-X-B-IV
2347	SE-23-X-C-III

## 2.2. CARTOGRAFIA TEMÁTICA

Inicialmente é relevante proceder a um esclarecimento de caráter teórico quanto ao título do presente capítulo. Classicamente é considerado como temático todo o dado cartográfico que não provém da cartografia sistemática nacional (em geral folhas do IBGE ou da DSG), sendo exemplos mapas de geologia, unidades de conservação, pluviometria, vegetação dentre outros tantos. No entanto, os mapas temáticos podem ser considerados como instrumentos geográficos e apresentam diversas informações relevantes ao estudo. Sendo assim, os dados espaciais a serem trabalhados no SIG foram considerados como temáticos, mesmo não tendo sido gerados pela cartografia sistemática nacional.

Quando se busca elaborar um mapa temático é importante que a escolha da escala seja compatível com a finalidade do estudo. Portanto, a escolha da escala dos mapas temáticos é de vital importância para que o resultado final atenda os objetivos propostos pelo estudo em questão.

### 2.3. SENSORIAMENTO REMOTO

O principal objetivo do uso de imagens de média resolução é de subsidiar o diagnóstico da área em estudo, identificando as feições relevantes aos diversos meios a serem estudados.

Para a elaboração dos estudos de uso e cobertura da Terra estão sendo utilizadas imagens do satélite LANDSAT 5 (*Land Remote Sensing Satellite* - sensor TM), georreferenciados com base nas cartas topográficas utilizando 50 pontos de controle.

A seleção das imagens foi feita a partir da pesquisa das melhores datas de passagem (mais recentes) e menor cobertura de nuvens.

As imagens estão sendo trabalhadas visando, principalmente, mapear a situação e localização das feições e objetos no terreno, em face da desatualização das bases cartográficas disponíveis. O uso e cobertura do solo esta sendo realizado pela Ecoplan através de sua equipe técnica e encontra-se em estado de finalização para conferência em campo.

**Quadro 2.2 – Relação das cenas LANDSAT 5 utilizadas no estudo.**

Órbita	Ponto	Data
218	70	27.08.2008
218	71	27.08.2008
218	72	27.08.2008
219	70	02.08.2008
219	71	02.08.2008

### 2.4. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG)

Uma das principais características de um SIG é a vinculação dos elementos espaciais com um banco de dados descritivos, ou banco de dados geográfico, tais como dados socioeconômicos e ambientais. A diferença crucial entre um SIG e um sistema de informação convencional reside no georreferenciamento do dado, fato que se observa em ambiente SIG. Esse georreferenciamento pode ser ligado a uma malha de coordenadas ou a uma feição do terreno (e.g. rio, bacia hidrográfica, município dentre outras).

O vínculo referido anteriormente possibilita o trânsito de informações entre os mapas e as tabelas do banco de dados de maneira contínua, de forma que uma alteração em um deles reflete-se no outro automaticamente.

O SIG está sendo desenvolvido em plataforma ESRI ArcGIS 9.3 e, na estrutura de arquivo *file geodatabase* (gdb), onde estão sendo inseridos os dados relativos ao projeto.

Uma vez que os dados estão georreferenciados, esses atributos permitiram a sobreposição ou cruzamento entre os diversos temas (municípios, hidrografia e uso

e cobertura da terra, por exemplo) resultando em um novo tema. Desta maneira está sendo possível manipular os diversos temas desenvolvidos.

## 2.5. BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO

O banco de dados geográficos compreende um conjunto de informações organizadas conforme um modelo de estrutura prévia estabelecida de acordo com a necessidade da equipe multidisciplinar que trabalhou no projeto. Essa estrutura garante a segurança e veracidade dos dados utilizados no SIG, pois como salienta Silva (2003), os dados armazenados precisam estar protegidos contra alterações intencionais ou de inclusão acidental de inconsistências.

O banco de dados geográficos reúne as informações essenciais para elaboração do presente estudo. Essa estrutura permite armazenar dados tabulares que estão relacionadas a feições espaciais. Neste trabalho cada informação está distribuída em uma coleção de geo-objetos que é chamada de *features* (feições) o que possibilita o trânsito de informações entre os mapas e as tabelas do banco de dados de maneira contínua, de forma que uma alteração em um deles reflete-se no outro automaticamente.

## 2.6. TAREFAS EM EXECUÇÃO

Atualmente, estão sendo editados e adaptados todos os dados oriundos da equipe do PRH Verde Grande. A hidrografia vetorizada a partir das cartas e que foi fornecida pela ANA está recebendo os nomes de rios, assim como verificação de inconsistências, número de trechos por bacia e por sub bacias entre outros. Temas como geomorfologia, qualidade da água e geologia encontram-se em fase de modelagem dos dados, classificação de tipos e outros serviços.

Estão também sendo analisadas as formas de representar os mapas produzidos, os tamanhos de apresentação e suas escalas.

O Quadro abaixo apresenta algumas das bases que estão sendo trabalhadas e suas fontes base:

**Quadro 2.3 – Temas trabalhados e suas fontes.**

<b>Tema</b>	<b>Fonte</b>
Qualidade da água	IGAM/CODEVASF
Geologia e Hidrogeologia	CPRM
Geomorfologia	RADAM
Hidrografia	ANA
Limite Bacia e Sub Bacias	Ecoplan
Uso e Cobertura do Solo	Ecoplan

### **3. DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DE ESTUDO**

### 3. DEFINIÇÃO DAS UNIDADES DE ESTUDO

Os recursos naturais, notadamente os recursos hídricos, apresentam associação direta com o espaço físico em que se encontram. Assim, a abrangência espacial da área em estudo e sua sub-divisão interna assume destacada importância no âmbito do presente trabalho. A definição das unidades de estudo foi orientada com base tanto nas influências dos recursos hídricos sobre o espaço territorial circundante como no condicionamento que esse espaço impõe sobre os recursos hídricos.

Com o objetivo de demonstrar a lógica seqüencial de trabalho utilizada na definição das unidades de estudo, são apresentados, a seguir, os temas que, no seu conjunto e pelo seu encadeamento, permitiram estabelecer a sub-divisão interna da Bacia do Rio Verde Grande, para fins do presente estudo.

#### 3.1. CRITÉRIOS ADOTADOS

A segmentação da bacia do rio Verde Grande em unidades menores, sub-bacias, visa a proposição de uma estrutura espacial para análise das informações, desde a etapa de diagnóstico, mas que também servirá para etapas posteriores de trabalho, especialmente na formulação de cenários futuros, e programa de ações para a bacia.

O processo de segmentação considerou os seguintes critérios:

- Hidrografia e Relevo: sub-bacias;
- Dominialidade dos cursos d'água;
- Geologia e Formações Hidrogeológicas;
- Regiões Estratégicas da bacia hidrográfica do rio Verde Grande (elaborada pela ANA, quando da implantação do CBH Verde Grande, para fins de mobilização da sociedade);
- Principais municípios;
- Divisa Estadual;
- Regionalização do Estudo Anterior (Plano Integrado do Verde Grande, 1996);
- Projetos de Irrigação, e
- Proposta de Enquadramento existente.

A sobreposição (*overlay*) de todos os temas supramencionados possibilitou, em articulação com os inputs dos técnicos, que se chegasse a uma proposta de divisão hidrográfica interna, que considerou, portanto, todas essas variáveis. O ponto de partida foi a hidrografia, pois as unidades de estudo constituem-se em sub-bacias da bacia hidrográfica do rio Verde Grande. Pode-se afirmar que os dois elementos da

paisagem que impuseram maior controle foram a altimetria/declividade (MNT) e o uso e cobertura do terreno (embora se verifique também um controle desse último pela própria altimetria/declividade).

Cabe comentar que um dos objetivos perseguidos nesse processo de divisão interna foi a definição de unidades espaciais com características próprias quanto ao uso do solo e dos recursos hídricos, segundo a base de informações disponível.

Como resultado desse processo obteve-se a denominada divisão interna para a bacia do rio Verde Grande, na qual estão definidas as unidades de estudo que constituirão a matriz espacial para os estudos futuros e em andamento. A divisão interna da Bacia do Rio Verde Grande é apresentada na Figura 3.1. Ao todo, foram propostas (com base nos critérios antes mencionados) 8 unidades de estudo descritas nos próximos itens.

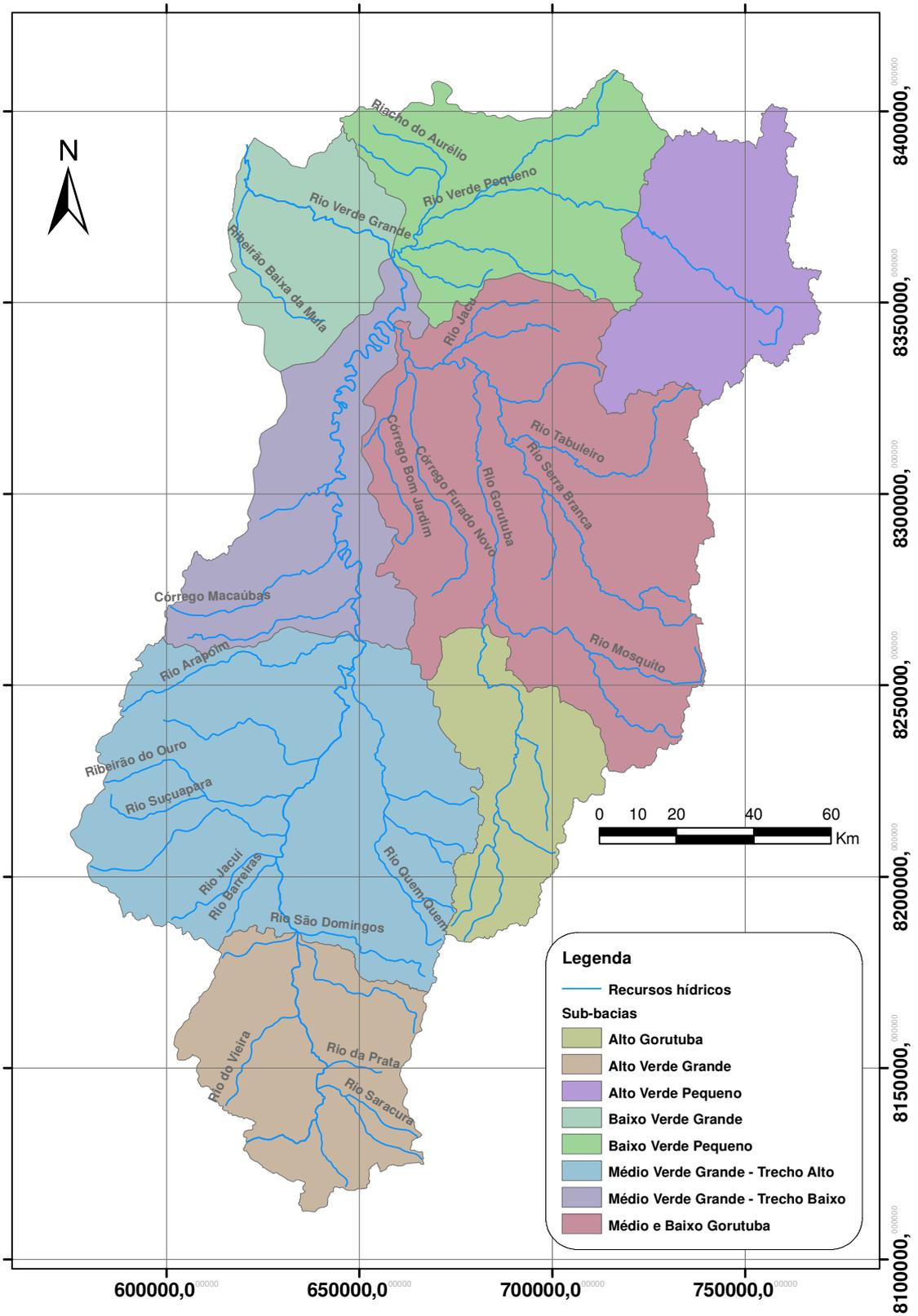


Figura 3.1 – Unidades de Estudo no contexto cartográfico da Bacia do Rio Verde Grande.

### 3.2. QUANTIFICAÇÃO DAS ÁREAS DAS UNIDADES

Como resultado do processo decisório, foram definidas as seguintes 8 unidades de estudo para a bacia do rio Verde Grande:

1. Alto Verde Grande (AGV)
2. Médio Verde Grande – Trecho Alto (MVG-TA)
3. Alto Gorutuba (AG)
4. Médio e Baixo Gorutuba (MBG)
5. Médio Verde Grande – Trecho Baixo (MVG-TB)
6. Alto Verde Pequeno (AVP)
7. Baixo Verde Pequeno (BVP)
8. Baixo Verde Grande (BVG)

Conforme os critérios técnicos adotados no item anterior, foram delimitadas e quantificadas as unidades de estudo da região de interesse. O Quadro 3.1, a seguir, apresenta as áreas de cada uma das unidades de estudo definidas para a bacia.

**Quadro 3.1 – Área das Unidades de Estudo e suas participações percentuais nos Estados de Minas Gerais e Bahia (km<sup>2</sup>).**

SUB-BACIA	SIGLA	ÁREA					
		MG		BA		TOTAL	
		(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(%)
Alto Verde Grande	AVG	3.097,75	100%	0,00	0%	3.097,75	10%
Médio Verde Grande - Trecho Alto	MVG-TA	7.102,22	100%	0,00	0%	7.102,22	23%
Alto Gorutuba	AG	2.132,87	100%	0,00	0%	2.132,87	7%
Médio e Baixo Gorutuba	MBG	7.715,33	100%	0,00	0%	7.715,33	25%
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	MVG-TB	3.161,10	100%	0,00	0%	3.161,10	10%
Alto Verde Pequeno	AVP	1.359,66	47%	1.538,86	53%	2.898,52	9%
Baixo Verde Pequeno	BVP	1.354,50	40%	2.013,24	60%	3.367,74	11%
Baixo Verde Grande	BVG	1.295,07	67%	639,05	33%	1.934,11	6%
<b>Bacia do Rio Verde Grande</b>		<b>27.218,49</b>	<b>87%</b>	<b>4.191,15</b>	<b>13%</b>	<b>31.409,64</b>	<b>100%</b>

A bacia possui uma área total de 31.409,64 km<sup>2</sup> dos quais 87% (27.218,49 km<sup>2</sup>) correspondem à parcela da bacia inserida no Estado de Minas Gerais, e apenas 13% (4.191,15 km<sup>2</sup>) encontram-se no Estado da Bahia. Observa-se que a sub-bacia denominada Médio e Baixo Gorutuba (MBG) constitui a maior unidade de estudo, com 25% da área total da Bacia (7.715,33 km<sup>2</sup>), enquanto a sub-bacia Baixo Verde Grande (BVG), com apenas 6% da área (1.934,11 km<sup>2</sup>), representa a menor unidade desta sub-divisão.

Baseando-se no modelo digital de elevação hidrologicamente consistido, e em mapas temáticos do perímetro urbano, foram quantificadas as parcelas de

contribuição dos municípios da região em cada sub-bacia adotada, e a localização das suas respectivas sedes municipais, conforme indica o Quadro 3.2.

**Quadro 3.2 – Unidades de Estudo e suas respectivas áreas de contribuição municipal.**

SUB-BACIA	NOME	UF	ÁREA			
			Total do Município	na Sub-Bacia	na Sub-Bacia	Total Sub-Bacia
			(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )
Alto Verde Grande (AVG)	Bocaiúva	MG	3.231,70	6,0%	193,79	3.097,75
	Francisco Sá	MG	2.749,18	30,3%	832,24	
	Glaucilândia*	MG	145,45	100,0%	145,45	
	Guaraciama*	MG	391,96	25,6%	100,46	
	Juramento*	MG	431,86	99,3%	428,89	
	Montes Claros*	MG	3.580,12	39,0%	1.396,92	
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG - TA)	Capitão Enéas*	MG	970,18	100,0%	970,18	7.102,22
	Francisco Sá*	MG	2.749,18	48,6%	1.336,03	
	Ibiracatu	MG	358,95	9,0%	32,32	
	Janaúba	MG	2.188,73	36,7%	803,09	
	Mirabela*	MG	720,22	82,0%	590,78	
	Montes Claros	MG	3.580,12	24,7%	884,72	
	Patis*	MG	444,49	99,8%	443,71	
	São João da Ponte*	MG	1.848,42	99,1%	1.831,38	
	Varzelândia	MG	803,42	15,5%	124,23	
Verdelândia	MG	1.451,38	5,9%	85,77		
Alto Gorutuba (AG)	Francisco Sá	MG	2.749,18	21,0%	578,25	2.132,87
	Janaúba*	MG	2.188,73	29,1%	637,14	
	Nova Porteirinha*	MG	121,06	73,0%	88,40	
	Porteirinha	MG	1.800,35	19,5%	350,90	
	Riacho dos Machados*	MG	1.315,32	36,4%	478,18	
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	Catuti*	MG	286,04	100,0%	286,04	7.715,33
	Gemeleiras*	MG	1.733,65	71,5%	1.239,87	
	Jaíba	MG	2.739,56	34,3%	939,86	
	Janaúba	MG	2.188,73	30,6%	668,72	
	Mato Verde*	MG	474,78	99,8%	473,90	
	Monte Azul*	MG	991,85	84,9%	841,92	
	Nova Porteirinha	MG	121,06	27,0%	32,66	
	Pai Pedro*	MG	785,33	100,0%	785,33	
	Porteirinha*	MG	1.800,35	80,5%	1.449,14	
	Riacho dos Machados	MG	1.315,32	16,4%	215,45	
	Serranópolis de Minas*	MG	553,53	82,2%	455,14	
	Verdelândia	MG	1.451,38	22,6%	327,31	

SUB-BACIA	NOME	UF	ÁREA			
			Total do Município	na Sub-Bacia	na Sub-Bacia	Total Sub-Bacia
			(km <sup>2</sup> )	(%)	(km <sup>2</sup> )	(km <sup>2</sup> )
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG - TB)	Gameleiras	MG	1.733,65	5,2%	90,33	3.161,10
	Jaíba*	MG	2.739,56	39,1%	1.071,29	
	Janaúba	MG	2.188,73	3,6%	79,79	
	Matias Cardoso	MG	1.937,72	14,6%	282,04	
	Varzelândia*	MG	803,42	74,6%	599,37	
	Verdelândia*	MG	1.451,38	71,5%	1.038,29	
Alto Verde Pequeno (AVP)	Espinosa*	MG	1.877,11	49,2%	922,67	2.898,52
	Jacaraci	BA	1.243,75	6,5%	81,21	
	Mamonas*	MG	290,51	99,4%	288,68	
	Monte Azul	MG	991,85	15,0%	148,31	
	Mortugaba	BA	671,28	7,6%	50,91	
	Pindaí	BA	716,01	35,3%	252,59	
	Sebastião Laranjeiras	BA	2.004,81	13,0%	259,64	
Urandi*	BA	896,60	99,8%	894,51		
Baixo Verde Pequeno (BVP)	Espinosa	MG	1.877,11	50,7%	951,85	3.367,74
	Gameleiras	MG	1.733,65	23,2%	402,65	
	Iuiú	BA	1.094,80	38,6%	422,68	
	Palmas de Monte Alto	BA	2.789,44	1,3%	36,46	
	Sebastião Laranjeiras*	BA	2.004,81	77,5%	1.554,11	
Baixo Verde Grande (BVG)	Iuiú	BA	1.094,80	26,3%	287,74	1.934,11
	Malhada	BA	2.138,61	16,4%	351,31	
	Matias Cardoso	MG	1.937,72	66,8%	1.295,07	

\* Sedes Municipais Localizadas nas sub-bacias.

Os Quadros a seguir apresentam os municípios que integram cada Unidade de Estudo, com suas respectivas áreas, em quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>) e em porcentagem (%).

**Quadro 3.3 – Distribuição, por Unidade de Estudo, das áreas dos municípios inseridas na Bacia (km<sup>2</sup>).**

UF	Município	AVG	MVG-TA	AG	MBG	MVG-TB	AVP	BVP	BVG	Bacia
MG	Bocaiúva	193,79	-	-	-	-	-	-	-	193,79
	Capitão Enéas	-	970,18	-	-	-	-	-	-	970,18
	Catuti	-	-	-	286,04	-	-	-	-	286,04
	Espinosa	-	-	-	-	-	922,67	951,85	-	1.874,52
	Francisco Sá	832,24	1.336,03	578,25	-	-	-	-	-	2.746,52
	Gameleiras	-	-	-	1.239,87	90,33	-	-	402,65	1.732,84
	Glaucilândia	145,45	-	-	-	-	-	-	-	145,45
	Guaraciama	100,46	-	-	-	-	-	-	-	100,46
	Ibiracatu	-	32,32	-	-	-	-	-	-	32,32
	Jaíba	-	-	-	939,86	1.071,29	-	-	-	2.011,14
	Janaúba	-	803,09	637,14	668,72	79,79	-	-	-	2.188,73
	Juramento	428,89	-	-	-	-	-	-	-	428,89
	Mamonas	-	-	-	-	-	-	288,68	-	288,68
	Matias Cardoso	-	-	-	-	-	282,04	-	-	1.295,07
	Mato Verde	-	-	-	473,90	-	-	-	-	473,90
	Mirabela	-	590,78	-	-	-	-	-	-	590,78
	Monte Azul	-	-	-	841,92	-	-	148,31	-	990,23
	Montes Claros	1.396,92	884,72	-	-	-	-	-	-	2.281,65
	Nova Porteirinha	-	-	88,40	32,66	-	-	-	-	121,06
	Pai Pedro	-	-	-	785,33	-	-	-	-	785,33
	Patis	-	443,71	-	-	-	-	-	-	443,71
	Porteirinha	-	-	350,90	1.449,14	-	-	-	-	1.800,03
	Riacho dos Machados	-	-	478,18	215,45	-	-	-	-	693,63
	São João da Ponte	-	1.831,38	-	-	-	-	-	-	1.831,38
Serranópolis de Minas	-	-	-	455,14	-	-	-	-	455,14	
Varzelândia	-	124,23	-	-	599,37	-	-	-	723,60	
Verdelândia	-	85,77	-	327,31	1.038,29	-	-	-	1.451,37	
BA	Iuiú	-	-	-	-	-	-	422,68	287,74	710,42
	Jacaraci	-	-	-	-	-	81,21	-	-	81,21
	Malhada	-	-	-	-	-	-	-	351,31	351,31
	Mortugaba	-	-	-	-	-	50,91	-	-	50,91
	Palmas de Monte Alto	-	-	-	-	-	-	36,46	-	36,46
	Pindaí	-	-	-	-	-	252,59	-	-	252,59
	Sebastião Laranjeiras	-	-	-	-	-	259,64	1.554,11	-	1.813,74
	Urandi	-	-	-	-	-	894,51	-	-	894,51
<b>TOTAL</b>	<b>3.097,75</b>	<b>7.102,22</b>	<b>2.132,87</b>	<b>7.715,33</b>	<b>3.161,10</b>	<b>3.161,10</b>	<b>2.898,52</b>	<b>3.367,74</b>	<b>1.934,11</b>	<b>31.409,64</b>

**Quadro 3.4 – Distribuição, por Unidade de Estudo, das áreas dos municípios inseridas na Bacia (%).**

UF	Município	AVG	MVG-TA	AG	MBG	MVG-TB	AVP	BVP	BVG	Bacia
MG	Bocaiúva	100%	-	-	-	-	-	-	-	0,6%
	Capitão Enéas	-	100%	-	-	-	-	-	-	3,1%
	Catuti	-	-	-	100%	-	-	-	-	0,9%
	Espinosa	-	-	-	-	-	49%	51%	-	6,0%
	Francisco Sá	30%	49%	21%	-	-	-	-	-	8,7%
	Gameleiras	-	-	-	72%	5%	-	23%	-	5,5%
	Glaucilândia	100%	-	-	-	-	-	-	-	0,5%
	Guaraciama	100%	-	-	-	-	-	-	-	0,3%
	Ibiracatu	-	100%	-	-	-	-	-	-	0,1%
	Jaíba	-	-	-	47%	53%	-	-	-	6,4%
	Janaúba	-	37%	29%	31%	4%	-	-	-	7,0%
	Juramento	100%	-	-	-	-	-	-	-	1,4%
	Mamonas	-	-	-	-	-	100%	-	-	0,9%
	Matias Cardoso	-	-	-	-	18%	-	-	82%	5,0%
	Mato Verde	-	-	-	100%	-	-	-	-	1,5%
	Mirabela	-	100%	-	-	-	-	-	-	1,9%
	Monte Azul	-	-	-	85%	-	15%	-	-	3,2%
	Montes Claros	61%	39%	-	-	-	-	-	-	7,3%
	Nova Porteirinha	-	-	73%	27%	-	-	-	-	0,4%
	Pai Pedro	-	-	-	100%	-	-	-	-	2,5%
	Patis	-	100%	-	-	-	-	-	-	1,4%
	Porteirinha	-	-	19%	81%	-	-	-	-	5,7%
	Riacho dos Machados	-	-	69%	31%	-	-	-	-	2,2%
São João da Ponte	-	100%	-	-	-	-	-	-	5,8%	
Serranópolis de Minas	-	-	-	100%	-	-	-	-	1,4%	
Varzelândia	-	17%	-	-	83%	-	-	-	2,3%	
Verdelândia	-	6%	-	23%	72%	-	-	-	4,6%	
BA	Iuiú	-	-	-	-	-	-	59%	41%	2,3%
	Jacaraci	-	-	-	-	-	100%	-	-	0,3%
	Malhada	-	-	-	-	-	-	-	100%	1,1%
	Mortugaba	-	-	-	-	-	100%	-	-	0,2%
	Palmas de Monte Alto	-	-	-	-	-	-	100%	-	0,1%
	Pindaí	-	-	-	-	-	100%	-	-	0,8%
	Sebastião Laranjeiras	-	-	-	-	-	14%	86%	-	5,8%
	Urandi	-	-	-	-	-	100%	-	-	2,8%
<b>TOTAL</b>		<b>10%</b>	<b>23%</b>	<b>7%</b>	<b>25%</b>	<b>10%</b>	<b>9%</b>	<b>11%</b>	<b>6%</b>	<b>100,0%</b>

### 3.3. DESCRIÇÃO DAS UNIDADES: SUB-BACIAS

A seguir, encontra-se uma breve descrição das oito sub-bacias que constituem a bacia do rio Verde Grande.

#### **Alto Verde Grande (AVG)**

Consiste na bacia hidrográfica formada pelo trecho superior do rio Verde Grande, desde as suas nascentes até a confluência (inclusive) com o rio Cana Brava, pela margem esquerda. Os principais afluentes do rio Verde Grande, nesta área, são: rio do Juramento, rio Saracura, rio da Prata e ribeirão da Boa Vista pela margem direita, e o rio do Vieira pela margem esquerda. A área desta sub-bacia é de 3.097,75 km<sup>2</sup> localizada no Estado de Minas Gerais. As sedes municipais encontradas nesta sub-bacia são: Montes Claros, Glaucilândia, Guaraciama e Juramento.

#### **Médio Verde Grande – Trecho Alto (AVG-TA)**

Situada a jusante da sub-bacia AVG, é conformada pela área de drenagem do rio Verde Grande e seus afluentes, no trecho compreendido entre o rio São Domingos (inclusive) e o rio Arapoim (inclusive). Totalmente inserida no Estado de Minas Gerais, apresenta área de drenagem de 7.102,22 km<sup>2</sup>, contando com as seguintes sedes municipais: Capitão Enéas, Francisco Sá, Mirabela, Patis e São João da Ponte. Os principais afluentes do rio Verde Grande, neste trecho, são: rio São Domingos e rio Quem-Quem pela margem direita, rio Barreiras, rio Jacuí, ribeirão do Ouro, riacho Salobro, e rio Arapoim pela margem esquerda.

#### **Alto Gorutuba (AG)**

Consiste na bacia hidrográfica formada pelo trecho superior do rio Gorutuba, desde as suas nascentes até a jusante do perímetro irrigado deste mesmo rio. Totalmente inserida no Estado de MG, possui uma área de 2.132,87 km<sup>2</sup>, contando com as seguintes sedes municipais: Janaúba, Nova Porteirinha e Riacho dos Machados. Alguns afluentes do rio Gorutuba nesta sub-bacia são: ribeirão Confisco, córrego Piranga e rio da Água Quente pela margem direita, rio Baixa Cedro e os córregos Mato Dentro, Baixa Grande e Baixa da Serra, pela margem esquerda.

#### **Médio e Baixo Gorutuba (MBG)**

Essa sub-bacia é a maior da divisão hidrográfica adotada, com área de 7.715,33 km<sup>2</sup>, totalmente inserida no Estado de Minas Gerais. Situada a jusante da sub-bacia AG, é conformada pela área de drenagem do rio Gorutuba e seus afluentes até sua confluência (exclusive) com o rio Verde Grande. As sedes municipais total ou parcialmente inseridas na sub-bacia são: Catuti, Gameleiras, Mato Verde, Monte Azul, Pai Pedro, Porteirinha, e Serranópolis de Minas. Os principais afluentes do rio Gorutuba nesta sub-bacia são: rio Mosquito, rio Serra Branca e rio Jacu, pela margem direita, e o córrego Furado Novo pela margem esquerda.

### **Médio Verde Grande – Trecho Baixo (MVG-TB)**

Origina-se, no rio Verde Grande, após o término da sub-bacia *MVG-TA* e limita-se à jusante pela confluência (exclusive) do rio Verde Grande com o rio Verde Pequeno. Apresenta uma área de drenagem de 3.161,10 km<sup>2</sup> totalmente localizada no Estado de Minas Gerais. As sedes municipais inseridas na sub-bacia são: Jaíba, Varzelândia e Verdelândia. Os principais afluentes do rio Verde Grande nesta sub-bacia são: rio Gorutuba pela margem direita, e córrego São Vicente, córrego Macaúbas e córrego Escuro pela margem esquerda.

### **Alto Verde Pequeno (AVP)**

Consiste na bacia hidrográfica formada pelo trecho superior do rio Verde Pequeno, desde as suas nascentes até a confluência (inclusive) com o riacho Mangabeiras. Alguns afluentes do rio Verde Pequeno, nesta área, são: rio Cova da Mandioca, pela margem direita e rio Galheiros pela margem esquerda. A área desta sub-bacia é de 2.898,52 km<sup>2</sup>, abrangendo parte dos Estados de Minas Gerais e Bahia. As sedes municipais inseridas na bacia são: Espinosa e Mamonas, em Minas Gerais e Urandi, na Bahia.

### **Baixo Verde Pequeno (BVP)**

Essa sub-bacia consiste na área de drenagem do rio Verde Pequeno segundo os limites: a montante o término da sub-bacia *AVP*, e a jusante a confluência (inclusive) do rio Verde Pequeno com o rio Verde Grande. Possui área de drenagem com 3.367,74 km<sup>2</sup> entre os Estados de Minas Gerais e Bahia. Os principais afluentes nessa área são: riacho da Mandiroba e riacho do Aurélio, pela margem direita, e ribeirão do Poço Triste e riacho da Macaca pela margem esquerda. Sebastião Laranjeiras (BA) representa a única sede municipal localizada nessa sub-bacia.

### **Baixo Verde Grande (BVG)**

Essa sub-bacia é a menor da divisão hidrográfica adotada, com área de 1.934,11 km<sup>2</sup> entre os Estados de Minas Gerais e Bahia. Localizada a jusante da sub-bacia *Médio Verde Grande – Trecho Baixo*, consiste na área de drenagem deste ponto do rio Verde Grande até sua foz no rio São Francisco. Os principais afluentes são: o rio Verde Pequeno pela margem direita, e o ribeirão Baixa da Mula pela margem esquerda. Nenhuma sede municipal está inserida nesta sub-bacia.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-BIÓTICA DA BACIA**

#### 4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-BIÓTICA DA BACIA

##### 4.1. CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DA BACIA

A extração de dados físicos da bacia através de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite, medidos indiretamente ou representados por índices, constitui a caracterização fisiográfica da bacia.

O conhecimento dessas características físicas é de fundamental importância para os recursos hídricos, pois observando a relação entre esses elementos e o comportamento hidrológico conhecido em determinado local da bacia, podem-se estimar valores hidrológicos para outras áreas de interesse que não possuam dados medidos.

Alguns dos elementos físicos, e respectivos índices relacionados, considerados relevantes para a elaboração do PRH da bacia do rio Verde Grande são descritos e apresentados nos próximos itens.

Ressalta-se que esta é uma caracterização parcial da fisiográfica das unidades de estudo, e que será implementada e apresentada em sua totalidade na etapa final do Diagnóstico Integrado da Bacia.

##### 4.1.1. Área de Drenagem, Perímetro e Comprimento do Rio Principal

Além de ser um elemento básico na estimativa de outras características físicas, a área de drenagem tem fundamental importância na estimativa da potencialidade hídrica da bacia, uma vez que determina o volume precipitado sobre a mesma.

Assim como a área de drenagem, o cálculo do perímetro da bacia e do comprimento de seu rio principal é importante para determinação de outros índices de caracterização, como pode ser observado mais adiante.

As áreas das unidades de estudo, já descritas anteriormente (item 3.2), são representadas, no Quadro 4.1, juntamente com os valores dos outros dois elementos físicos.

**Quadro 4.1 – Área, Perímetro e Comprimento do rio principal das unidades de estudo.**

Unidade de Estudo	Área (A) (km <sup>2</sup> )	Perímetro (P) (km)	Rio Principal	Comprimento (L) (km)
Alto Verde Grande	3.097,75	283,90	Verde Grande	85,12
Médio Verde Grande - Trecho Alto	7.102,22	408,56	Verde Grande	146,00
Alto Gortuba	2.132,87	268,39	Gortuba	141,81
Médio e Baixo Gortuba	7.715,33	507,69	Gortuba	140,89
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	3.161,10	367,75	Verde Grande	233,69
Alto Verde Pequeno	2.898,52	327,16	Verde Pequeno	69,67
Baixo Verde Pequeno	3.367,74	319,90	Verde Pequeno	95,64
Baixo Verde Grande	1.934,11	196,03	Verde Grande	81,10
<b>Bacia do Rio Verde Grande</b>	<b>31.409,64</b>	<b>1.108,55</b>	<b>Verde Grande</b>	<b>577,75</b>

#### 4.1.2. Forma da Bacia

A forma da bacia hidrográfica interfere no tempo de concentração da mesma, uma vez que, em bacias de formato mais alongado o tempo necessário para que toda a bacia contribua, em um determinado ponto de interesse, é maior.

Os índices de forma abaixo, relacionam a forma da bacia com um círculo e com um retângulo, respectivamente para melhor comparação entre bacias.

##### **Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ )**

O Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ) é a relação entre o perímetro ( $P$ ) da bacia e a circunferência de um círculo de igual área da bacia, onde:

$$K_c = \frac{P}{2\pi r} \quad (1)$$

$$A = \pi.r^2 \text{ e } r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1), tem-se:

$$K_c = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Eq.1})$$

Coeficiente de compacidade próximo ao limite mínimo (correspondente à unidade) indica que a forma da bacia se aproxima a um círculo.

##### **Fator de Forma ( $K_f$ )**

O Fator de Forma ( $K_f$ ) é a relação entre a largura média ( $\bar{L}$ ) da bacia, e o comprimento do seu rio mais longo ( $L$ ) até a cabeceira, onde :

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L} \quad (1)$$

e

$$\bar{L} = \frac{A}{L} \quad (2)$$

logo,

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Eq.2})$$

Quanto menor o fator de forma da bacia, menor é a tendência desta a sofrer enchentes se comparada com outra bacia de maior fator de forma.

Caso os fatores de forma ( $K_f$ ) de duas bacias forem iguais, o maior risco de enchente será atribuído à bacia que possuir menor fator de compacidade ( $K_c$ ).

As características quanto à forma da bacia e sub-bacias do rio Verde Grande são apresentadas no Quadro 4.2 e comentadas a seguir.

**Quadro 4.2 – Índices de Forma dos segmentos adotados (Coeficiente de Compacidade –  $K_c$ ; e Fator de Forma -  $K_f$ ).**

Unidade de Estudo	<i>A</i>	<i>P</i>	<i>L</i>	$K_c$	$K_f$
	(km <sup>2</sup> )	(km)	(km)		
Alto Verde Grande (AVG)	3.097,75	283,90	85,12	1,43	0,43
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	7.102,22	408,56	146,00	1,36	0,33
Alto Gorutuba (AG)	2.132,87	268,39	141,81	1,63	0,11
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	7.715,33	507,69	140,89	1,62	0,39
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	3.161,10	367,75	233,69	1,83	0,06
Alto Verde Pequeno (AVP)	2.898,52	327,16	69,67	1,70	0,60
Baixo Verde Pequeno (BVP)	3.367,74	319,90	95,64	1,54	0,37
Baixo Verde Grande (BVG)	1.934,11	196,03	81,10	1,25	0,29
<b>Bacia do Rio Verde Grande</b>	<b>31.409,64</b>	<b>1.108,55</b>	<b>577,75</b>	<b>1,75</b>	<b>0,09</b>

Analisando os resultados, observa-se que a sub-bacia *MVG-TB* é a unidade mais irregular da bacia, por apresentar o maior coeficiente de compacidade (distanciando-se do formato circular em que o  $K_c = 1$ ) sendo, também, a mais alongada de acordo com o menor fator de forma apresentado (0,06) que, além disso, indica a menor disposição da bacia a ocorrência de cheias diante de chuvas intensas. A unidade de estudo mais regular da bacia é a *Baixo Verde Pequeno* (com  $K_c = 1,25$ ), não muito sujeita a enchente por apresentar baixo fator de forma (0,29).

Já a sub-bacia com maior tendência para enchentes, por apresentar maior coeficiente de forma (0,60), é a *Alto Verde Pequeno*. Ou seja, esta unidade tem é a forma mais “achatada” da bacia, o que faz com que as contribuições dos tributários sejam muito próximas nos trechos do rio principal, já que este apresenta uma área grande em relação ao curto comprimento de rio.

#### 4.1.3. Relevo da Bacia

As principais características físicas de relevo na bacia e sub-bacias são abordadas abaixo:

**Amplitude altimétrica máxima da bacia (Hm)**

A variação na altimetria da bacia influencia a precipitação, evaporação e transpiração, ou seja, influencia na determinação dos volumes do ciclo hidrológico na bacia. Para as unidades adotadas na bacia do Verde Grande, a amplitude altimétrica máxima é apresentada no quadro abaixo (Quadro 4.3).

**Quadro 4.3 – Amplitude altimétrica máxima (Hm) das unidades (m).**

Sub-Bacia	Cota Mínima	Cota Máxima	Amplitude
	(Hmín)	(Hmáx)	(Hm)
Alto Verde Grande	530	1256	726
Médio Verde Grande - Trecho Alto	480	947	467
Alto Gorutuba	518	1130	612
Médio e Baixo Gorutuba	455	1820	1365
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	399	859	460
Alto Verde Pequeno	499	1615	1116
Baixo Verde Pequeno	444	1252	808
Baixo Verde Grande	431	598	167
<b>Bacia do Rio Verde Grande</b>	<b>399</b>	<b>1820</b>	<b>1421</b>

**Declividade de álveo**

A declividade de um curso d'água, entre dois pontos, pode ser obtida dividindo-se a amplitude de elevação do leito pela extensão horizontal entre esses dois pontos. Essa característica física relaciona-se com a velocidade de escoamento dos rios, uma vez que, quanto maior a declividade mais rápido é o escoamento em seu leito.

**Curva Hipsométrica**

Representa graficamente a variação do relevo da bacia tendo como o nível do mar. Pode-se indicar essa variação de relevo através de porcentagens da bacia que estejam acima, ou abaixo, de elevações pré-determinadas. (A curva da Bacia será apresentada nas próximas etapas do estudo).

**4.1.4. Sistema de Drenagem****Índice de Sinuosidade (IS)**

O grau de sinuosidade de um curso d'água é, também, um fator controlador da velocidade de escoamento. A sinuosidade é determinada dividindo-se o comprimento do rio principal ( $L$ ) pela distância entre os pontos de montante e jusante ( $d$ ) do rio.

Valores próximos à unidade ( $IS = 1$ ) indicam canais retilíneos e valores iguais ou superiores a 1,5 ( $IS \geq 1,5$ ) indicam canais meândricos. O Quadro 4.4 apresenta os índices de sinuosidade para as unidades de estudo adotadas.

**Quadro 4.4 – Índice de Sinuosidade da Bacia e Sub-Bacias do Rio Verde Grande.**

Sub-Bacia	Rio Principal	Comprimento (L)	Distância Plana (d)	Sinuosidade
		(km)	(km)	(IS)
AVG	Verde Grande	85,12	46,70	1,82
MVG-TA	Verde Grande	146,00	77,64	1,88
AG	Gorutuba	141,81	82,23	1,72
MBG	Gorutuba	140,89	81,92	1,72
MVG-TB	Verde Grande	233,69	100,31	2,33
AVP	Verde Pequeno	69,67	46,94	1,48
BVP	Verde Pequeno	95,64	64,96	1,47
BVG	Verde Grande	81,10	46,69	1,74
<b>Bacia do Rio Verde Grande</b>	<b>Verde Grande</b>	<b>577,75</b>	<b>269,29</b>	<b>2,15</b>

Observa-se que as bacias do Rio Verde Pequeno apresentam os canais mais retilíneos das unidades adotadas, porém encontra-se bem próximo ao limite de 1,5 para esta classificação. Os demais trechos da bacia são considerados meândricos de acordo com este índice.

#### 4.2. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

(Item em elaboração)

#### 4.3. CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA

(Item em elaboração)

#### 4.4. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA E GEOMORFOLÓGICA

##### 4.4.1. Base de Dados e Procedimentos Metodológicos

Para a identificação e representação cartográfica das unidades litoestratigráficas presentes na área de abrangência da bacia hidrográfica do rio Verde Grande, foram analisados mapeamentos e estudos geológicos realizados na região, em diversas escalas, notadamente aqueles elaborados pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Dentre os principais levantamentos de abrangência regional avaliados, destacam-se:

- Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo – Folhas SE23 Belo Horizonte, SD23 Brasília, escala 1:1.000.000, CPRM (2004);
- Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais, escala 1:1.000.000, COMIG/CPRM (2003);
- Projeto Espinhaço, escala 1:500.000, CODEMIG/UFMG (2007, reedição<sup>1</sup>);
- Projeto São Francisco, escala 1:100.000 CPRM (2003);
- Projeto Radambrasil, escala 1:1.000.000, Folha SD.23 Brasília (1982).

Na caracterização da bacia do rio Verde Grande foram priorizados os dados do levantamento geológico na escala 1:1.000.000, complementados com os dados dos Projetos São Francisco e Espinhaço, promovendo a compatibilização das informações constantes nos respectivos projetos. Esses levantamentos também forneceram informações sobre os recursos minerais associados às unidades litoestratigráficas ocorrentes na região. Dados complementares sobre o arcabouço geotectônico e aspectos litoestruturais foram obtidos a partir de estudos realizados por pesquisadores das Universidades Federais de Minas Gerais e Ouro Preto.

A caracterização geológica, descrita a seguir, aborda os domínios tectono-estruturais da bacia do rio Verde Grande, as unidades litoestratigráficas associadas e os seus recursos minerais.

##### 4.4.2. Aspectos Geotectônicos Regionais

A bacia do rio Verde Grande está inserida nos domínios do Cráton do São Francisco (CSF), entidade tectônica do Ciclo Brasileiro (ALMEIDA, 1977<sup>2</sup>), ou seja, é uma das porções da Plataforma Sul-americana que não foram envolvidas nos processos

---

<sup>1</sup> COMIG/Companhia Mineradora de Minas Gerais; UFMG/Universidade Federal de Minas Gerais. 2007. Projeto Espinhaço. Em CD-ROM (textos, mapas e anexos). Belo Horizonte, Reedição

<sup>2</sup> Almeida, F. F. M. 1977. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, 7:349-364

orogênicos durante o Neoproterozóico (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001<sup>3</sup>). O CSF e os demais núcleos cratônicos da Plataforma Sul-americana representam porções interiores e relativamente estáveis de paleoplacas continentais que, aglutinadas ao final do Proterozóico, vieram a constituir a parte ocidental do supercontinente de Gondwana (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001).

As justaposições da América do Sul com a África nas reconstruções da Gondwanalândia (PORADA, 1989)<sup>4</sup> indicam que o CSF possui uma contraparte africana e com ela constituiu uma única peça até o surgimento do Atlântico no Cretáceo. O embasamento do cráton consolidou-se ao término do Ciclo Transamazônico e é caracterizado por todo o conjunto de rochas de idade maior que 1,8 Ga, sendo constituído em maior parte por rochas arqueanas com participação significativa de rochas de filiação mantélica paleoproterozóica, além de uma seqüência do tipo *greenstone belt*, denominada de Supergrupo Rio das Velhas.

As principais unidades supracrustais do Cráton do São Francisco são o Supergrupo Espinhaço de idade paleo/mesoproterozóica e unidades correlatas, o Supergrupo São Francisco de idade neoproterozóica, o Grupo Santa Fé de idade permo-carbonífera, além dos Grupos Areado, Mata da Corda e Urucuia, de idade cretácea (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001).

Os limites do cráton são definidos pelos cinturões orogênicos neoproterozóicos que possuem vergência para o interior do cráton. Estes cinturões são denominados da seguinte forma: a leste, Cinturão Araçuaí; a oeste e sul, a Faixa Brasília; a noroeste a Faixa Rio Preto e, a norte, as Faixas Riacho do Pontal e Sergipana (Figura 4.2).

---

<sup>3</sup> Alkmim, F. F.; Martins-Neto, M.A. 2001. A Bacia Intracratônica do São Francisco: Arcabouço Estrutural e Cenários Evolutivos. In Martins – Neto M. A; Pinto C. P. (ed.). A Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais. SBG/MG, Belo Horizonte, 9-30.

<sup>4</sup> Porada, H. 1989. Pan-African Rifting and Orogenesis in Southern to Equatorial África and Eastern Brazil. Precambrian Res., 44: 3-136.

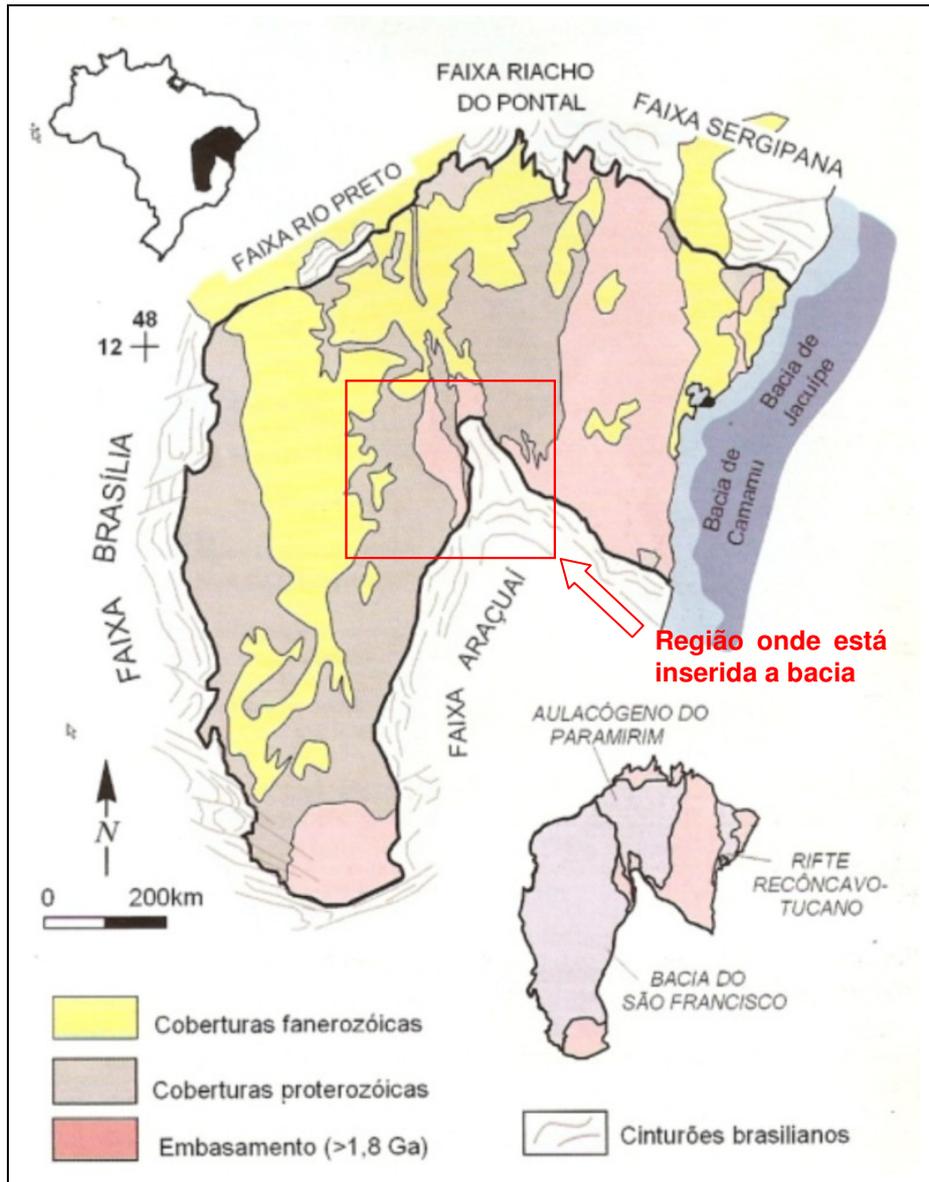
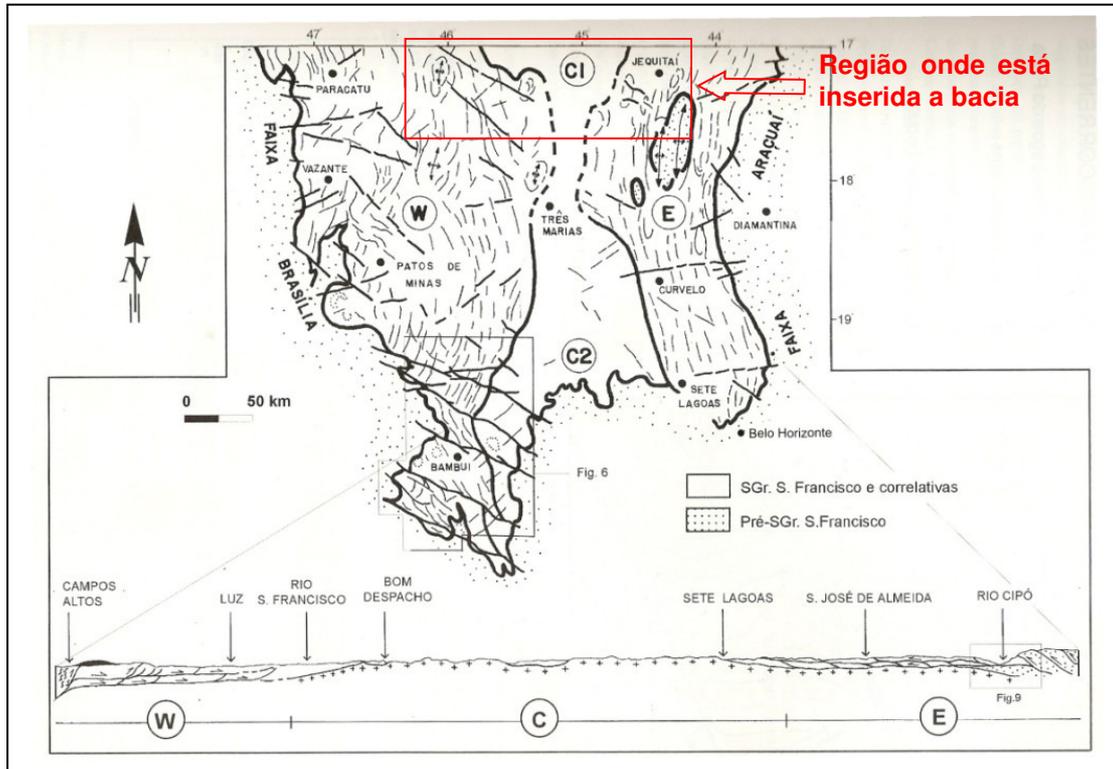


Figura 4.2 – Mapa geológico simplificado do Cráton do São Francisco (Modificado de ALKMIM, 2004<sup>5</sup>)

Em uma grande área do setor central do CSF as unidades pré-cambrianas acham-se indeformadas, diferentemente das porções próximas aos limites do cráton, que se apresentam um pouco deformadas. Caracterizam-se, desta forma, três compartimentos estruturais no cráton (Figura 4.3): i) um compartimento a oeste, que corresponde à porção externa das Faixas Brasília e Rio Preto; ii) um compartimento

<sup>5</sup> Alkmim, F. F. 2004. O que faz de um cráton um cráton? O Cráton do São Francisco e as revelações Almeidianas ao delimitá-lo. In: Mantesso-Neto, V.; Bartorelli, A.; Carneiro, C. D. R.; Brito-Neves, B. B. (eds.). Geologia do Continente Sul-Americano: Evolução da Obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Ed. Beca, 17-35

central no qual os sedimentos do Supergrupo São Francisco encontram-se indeformados; *iii*) um compartimento leste, que corresponde à porção externa da Faixa Araçuaí.



**Figura 4.3 – Mapa estrutural simplificado das unidades pré-cambrianas na porção sul da Bacia do São Francisco, W compartimento oeste, C compartimento central, E compartimento leste (modificado de ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001)**

### Compartimento Central

As rochas que se encontram nesta porção pertencem exclusivamente ao Supergrupo São Francisco, sendo que a característica marcante é a deformação insignificativa das rochas (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001). Os elementos estruturais presentes neste compartimento são influenciados pelo tectonismo dos cinturões orogênicos Araçuaí, a leste, e Brasília a oeste. Estas faixas provocaram esforços que geraram estruturas de vergências, preferencialmente, nas direções NE-SW (Faixa Brasília) e NW-SE (Faixa Araçuaí). Este mosaico estrutural gerou em cada tipo de litologia deformações próprias, que variam em função da composição das rochas e sua distância em relação ao evento tectônico. Assim, observam-se estruturas como dobras e falhas nas regiões de borda do cráton, sendo que nas regiões mais centrais as estruturas estão horizontalizadas, com descolamento basal das unidades, marcando uma deformação menos intensa em relação à zona periférica da bacia.

### Compartimento Oeste (porção externa a Faixa Brasília)

Este compartimento representa um cinturão de dobramentos e cavalgamentos de

antepaís (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001) subdividido em dois segmentos, sul e norte, com arcabouços estruturais e história tectônica distintos. O segmento sul foi acomodado na forma de dobras, falhas de empurrão e falhas transcorrentes, sendo que estas se orientam, preferencialmente, segundo NNE – SSW e vergem para leste. No extremo sudoeste da bacia dominam falhas transcorrentes sinistras de direção N60°W que também afetam o embasamento na porção sul do cráton e datam tardiamente do Evento Brasileiro, por produzir uma rotação anti-horária de dobras e falhas originalmente orientadas NNE – SSW (MUZZI MAGALHÃES, 1989<sup>6</sup>). As estruturas dominantes do segmento norte do Compartimento Oeste formam um típico cinturão epidérmico de antepaís, envolvendo dobras de todas as escalas, falhas de empurrão e falhas transcorrentes dextrais de orientação NE – SW (DARDENNE, 1978<sup>7</sup>; FONSECA & DARDENNE, 1993<sup>8</sup>).

#### Compartimento Leste (porção externa a Faixa Araçuaí)

As rochas pertencentes a este compartimento estrutural fazem parte dos Supergrupos Espinhaço e São Francisco, os quais estão envolvidos em um cinturão epidérmico de antepaís, vergentes para oeste. Essa cobertura pré-cambriana é isolada estruturalmente em relação ao embasamento por um deslocamento basal (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001). Nesta porção, o regime compressional da deformação gerou um metamorfismo de baixo grau nas regiões mais afastadas do limite do Cráton São Francisco e, na fácies xisto verde junto a Cordilheira do Espinhaço, onde também é verificada a marcante presença de fluídos hidrotermais (ALKMIM & MARTINS-NETO, 2001).

### **4.4.3. Unidades Litoestratigráficas Regionais e Aspectos Estruturais Associados**

A seguir, tem-se a descrição das unidades litoestratigráficas ocorrentes na da bacia do rio Verde Grande de acordo com a cronoestratigrafia. A representação cartográfica dessas unidades consta do Mapa Geológico da bacia do rio Verde Grande, apresentado na escala 1:500.000.

#### **a) Arqueano**

O embasamento do cráton é constituído por rochas e traços tectônicos mais velhos que 1,8 Ga. Estudos recentes determinaram a discriminação de duas feições tectônicas no embasamento (ALKMIM, 2004), sendo uma referente ao Cinturão Mineiro (TEIXEIRA et al., 1996<sup>9</sup>), situado no extremo sul do cráton, abarcando o

---

6 Muzzi Magalhães, P. 1989. Análise estrutural qualitativa das rochas do Grupo Bambuí, na porção sudoeste da Bacia do São Francisco. Dissertação de mestrado, Departamento de Geologia, Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 100p

7 Dardenne, M. A. 1978. Zonagem tectônica na borda ocidental do Cráton São Francisco. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, XXX, Recife, Anais, 1: 299-308.

8 Fonseca, M. A.; Dardenne, M. A. 1993. Sistemas de falhamentos transcorrentes na porção norte da Faixa de Dobramentos Brasília. In: SBG/BA-SE, SGM/BA, Simpósio do Cráton do São Francisco, II, Salvador, Anais, 280-282.

<sup>9</sup> Teixeira, W.; Carneiro, M. A.; Noce, C. M.; Machado, N.; Sato, K.; Taylor, P. N. 1996. Pb, Sr, and Nd isotope constraints on the Archean evolution of gneissic-granitoid complexes in the southern São Francisco Craton, Brazil. Precambrian Research, 78:151-164.

Quadrilátero Ferrífero e adjacências, e outra ao norte do cráton, envolvendo parte do substrato do Aulacógeno do Paramirim. Este último terá destaque neste trabalho, pois se trata da porção aflorante do embasamento na área de estudo.

### Complexo Santa Isabel

Este complexo ocorre ao longo de uma faixa norte-sul bordejando a Serra do Espinhaço Ocidental, sendo constituído por gnaisses e migmatitos com inclusões paleossomáticas de rochas básicas e ultrabásicas e bolsões neossomáticos de composição granítica e sienítica. BRITO NEVES et al. (1980)<sup>10</sup> sugerem a interpretação do Complexo Santa Isabel como uma zona de raiz de um antigo *greenstone belt*, metamorfozado ao final do Arqueano na fácies granulito. Este complexo alonga-se na direção norte do sul da parte oriental da bacia do rio Verde Grande, próximo aos municípios de Espinosa, Mamonas e Monte Azul.

### Complexo Porteirinha

Ocupa a parte central da estrutura antiformal da Serra do Espinhaço na região dos municípios de Serranópolis/MG e Catuti/BA, sendo flanqueado pelos metassedimentos dos Supergrupos Espinhaço e São Francisco (NOCE et al., 2007<sup>11</sup>). Esse complexo é composto por gnaisses bandados de composição granodiorítica, localmente migmatizados, com intercalações de anfibolitos e metaultramáficas. Também ocorre uma seqüência metavulcano-sedimentar caracterizada por xistos aluminosos, xistos quartzo-feldspáticos, anfibolitos e metaultramáficas (ROQUE et al., 1997<sup>12</sup>). Não são disponíveis datações para este complexo, entretanto, ROSA et al. (2000)<sup>13</sup> o associam ao Batólito de Guanambi, datado em 2050 Ma, e ao Complexo Santa Isabel, com idade de 3050 Ma.

### Seqüências Metavulcanossedimentares

#### **Urandi**

Esta seqüência, ocorrente nas proximidades da cidade de Urandi, foi descrita inicialmente por INDA & BARBOSA (1978)<sup>14</sup>. De acordo com esses autores, esta seqüência vulcanossedimentar possui pequenas dimensões e está fortemente

---

<sup>10</sup> Brito-Neves, B. B.; Cordani, U. G.; Torquato, J. R. F. 1980. Evolução geocronológica do precambriano do Estado da Bahia. In: H.A.V. Inda & F.B. Duarte (eds.), Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia, Salvador, CPM-SME BA, v.3, p. I -101 (Textos Básicos).

<sup>11</sup> Noce C. M.; Pedrosa-Soares A. C.; Grossi-Sad J. H.; Baars F. J. Guimarães M.L.V.; Mourão M.A.A.; Oliveira M.J.R.; Roque N.C. 1997. Nova divisão estratigráfica regional do Grupo Macaúbas na Faixa Araçuai: O registro de uma bacia neoproterozóica. In: Simp. Geol. Minas Gerais, 9. Ouro Preto, 1997. Anais... Ouro Preto, SBG/MG, Bol. 14, p. 29-31

<sup>12</sup> Roque, N. C.; Grossi-Sad, J. H.; Noce, C. M. et al. Geologia da Folha Rio Pardo de Minas - SD-23. Z.D.V. In: Grossi-Sad, J.H.; Lobato, L. M.; Pedrosa-Soares, A. C. et al. (Coords.) Projeto Espinhaço em CD-ROM. Belo Horizonte: COMIG, 1997. p. 125-221

<sup>13</sup> Rosa, M. L. S.; Conceição, H.; Oberli, F.; Meir, M.; Martin, H.; Macambira, M. J. B.; Santos, E. B.; Paim, M. M.; Leahy, A. S.; Leal, L. R. B. 2000. Geochronology (U-Pb/Pb-Pb) and isotopic signature (Rb-Sr/Sm-Nd) of the Paleoproterozoic Guanambi Batholith, southwest Bahia State (NE Brazil). Rev. Bras. Geociênc., 30:62-65.

<sup>14</sup> Inda, H. A. V.; Barbosa, J. F. 1978. Texto explicativo para o mapa geológico do Estado da Bahia, escala 1:1.000.000. Salvador, SME/CPM, 137 p.

deformada com direções axiais N-NE. MORAES et al. (1980)<sup>15</sup> citam a presença de gnaisses com freqüentes lentes de anfibólitos, quartzitos ferruginosos e micaxistos e formação ferrífera associada. FERNANDES et al. (1982)<sup>16</sup> descrevem a seqüência Urandi como uma seqüência vulcanossedimentar de pequena área aflorante e enfatizam a presença de granitos em seu interior.

### **Licínio de Almeida**

Ocorre na margem leste da Cordilheira do Espinhaço, nas redondezas dos municípios de Espinosa e Urandi. SOUZA et al. (1986)<sup>17</sup> definem esta seqüência como um conjunto de litologias de baixo grau de metamorfismo, no qual foram reconhecidos xistos aluminosos e metassedimentos pelíticos e químicos. A inexistência de litótipos de natureza comprovadamente vulcânica constitui uma das dificuldades de compará-lo a seqüências do tipo *greenstone belt*. De acordo com ROCHA (1990)<sup>18</sup>, a seqüência resultou de uma sedimentação psamítico-pelítico-química, em uma bacia epicontinental arqueana/proterozóica, sem vulcanismo proximal. O mesmo autor descreve importantes depósitos de manganês relacionados com formações ferríferas e ocorrências de ouro ao longo de zonas de cisalhamento nos sedimentos químicos, estando estes lineamentos relacionados à bacia rifte paleo-mesoproterozóica do Espinhaço.

### **Riacho dos Machados**

A seqüência metavulcanossedimentar de Riacho dos Machados localiza-se na região norte do Estado de Minas Gerais, nas proximidades do município homônimo, e está inserida em rochas da Faixa de Dobramentos Araçuaí, borda leste do Cráton São Francisco (LOBATO & PEDROSA-SOARES, 1993)<sup>19</sup>. Esta seqüência é composta por rochas máficas e ultramáficas, xistos aluminosos e por rochas quartzo feldspáticas, estas se destacando como hospedeiras de depósitos auríferos associados a zonas de cisalhamento dúcteis. Características texturais, mineralógicas e geoquímicas levam a sugerir um folhelho como protótipo da unidade de xistos aluminosos e para as rochas quartzo feldspáticas uma provável filiação vulcânica ácida (FONSECA et al., 1991)<sup>20</sup>.

## **b) Proterozóico**

### **b1) Paleoproterozóico**

---

<sup>15</sup> Moraes, L. C.; Martins, A. A.; Sampaio, A. R.; Gil, C. A.; Andrade Filho, E. L.; Aracanjó, J. B.; Lima, R. C.; Oliveira, R. B.; Margalho, R. S. F. X. 1980. Projeto Brumado-Caetitê; Relatório Final, 1ª Fase. Salvador, CPRM, 9v. (inédito).

<sup>16</sup> Fernandes, P. E. C. A.; Montes, M. L.; Braz, E. R. C.; Montes, A. S. L.; Silva, L. L.; Oliveira, F. L. L.; Ghignone, J. I. Siga Jr., O.; Castro, H. E. F. 1982. Geologia, Folha SD.23 - Brasília. In: Projeto Radambrasil - Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro, DNPM

<sup>17</sup> Souza, S. L.; Froes, R. J. B.; Moraes, A. M. V. 1986. Nova concepção sobre a evolução tectônica do Espinhaço Setentrional. In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia, 34, Goiânia, Anais, v. 3, p. 1176-1190.

<sup>18</sup> Rocha, G. M. F. 1990. Caracterização da fácies ferrífera de Boquira, encaixante da mineralização de chumbo-zinco. In: Geologia e Recursos Minerais do Estado da Bahia: textos básicos. Salvador, 1990, vol. 8.

<sup>19</sup> Lobato, L. M.; Pedrosa-Soares, A. C. P. Recursos minerais do Cráton do São Francisco e faixas marginais em Minas Gerais: Síntese e subdivisão em unidades. metalogenéticas. Geonomos, v. 1, n. 1, p. 51-63, 1993

<sup>20</sup> Fonseca, E.; Lobato, L. M. (1991). Metamorfismo e Alteração Hidrotermal da Seqüência de Ouro Fino, Riacho dos Machados, MG. Simp. Geol. Minas Gerais, 6, Anais (Rev. Esc. Minas, Ano 56, Vol. 45, 01/02, 1992), p. 176-178

### Suíte Monzossienítica Guanambi

O batólito é descrito como um corpo monzossienítico, intrusivo em ortognaisses, composto por múltiplas intrusões de monzonito, quartzo monzonito, quartzo sienito e sienito alcalino (ROSA et al., 1996). Exibe texturas equigranular e porfirítica, localmente apresenta foliação de fluxo magmático e só está deformado no estado sólido (foliação milonítica) ao longo de bandas de cisalhamento de direção N-S (BIZZI et al., 2003<sup>21</sup>). Assinaturas isotrópicas indicam origem relacionada com uma fonte mantélica enriquecida (PAIM, 1998<sup>22</sup>; ROSA, 1999). Alternativamente, TEIXEIRA (2000) interpreta essas rochas como resultantes de um magma híbrido. Outro corpo de destaque na área é o maciço sienítico Cara Suja, localizado nas proximidades da cidade de Sebastião Laranjeiras-BA, o qual é descrito como plutônico porfirítico de filiação alcalina (SILVEIRA & CUNHA, 1997<sup>23</sup>).

b2) Mesoproterozóico

### Supergrupo Espinhaço

O nome Supergrupo Espinhaço é adotado para as seqüências predominantemente quartzíticas que constituem a cordilheira homônima. O cinturão orogênico que contém a Serra do Espinhaço Meridional delimita o sudeste do Cráton do São Francisco e funde-se, para nordeste, com a Faixa Araçuaí. Trata-se de uma faixa orogênica que se destaca em relação às suas margens devido ao seu conjunto de rochas soerguidas a 1,85 Ga (MACHADO et al., 1989<sup>24</sup>) e ao seu alinhamento estrutural na direção norte-sul.

O Supergrupo Espinhaço é dividido em dois segmentos geográficos relacionados com a sua geologia: a Serra do Espinhaço Meridional, que se estende por cerca de 300 km, desde o Quadrilátero Ferrífero até a região de Olhos D'água em Minas Gerais, e a Serra do Espinhaço Setentrional, esta situada no Estado da Bahia (SCHOBHENHAUS, 1996<sup>25</sup>). Os dois segmentos apresentam conjuntos estratigráficos distintos, descritos a seguir.

### Supergrupo Espinhaço Meridional – MPsem

Este segmento é objeto de discussão por diversos autores. PFLUG (1968)<sup>26</sup>

---

<sup>21</sup> Bizzi L. A., Schobbenhaus C., Vidotti R. M.; Gonçalves, J. H (eds.) Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: texto, mapas e SIG. CPRM, Brasília, 2003. 692 p.

<sup>22</sup> Paim, M. M. Petrologia da Intrusão Sienítica Potássica de Cara Suja (Sudoeste da Bahia). In: Herbert Conceição; Manoel J. M. Cruz. (Org.). Sienitos Alcalino-Potássicos e Ultrapotássicos do Estado da Bahia. Publicação Especial da Sociedade Brasileira de Geologia, Núcleo Bahia-Sergipe: 1998, v. 4, p. 111-141

<sup>23</sup> Silveira, W. P.; Cunha, J. C. 1997. Síntese da geologia do greenstone belt de Riacho de Santana. Salvador: CBPM, 1997

<sup>24</sup> Machado, N.; Schrank, A.; Abreu, F.R.; Knauer, L. G.; Almeida-Abreu, P.A. 1989. Resultados preliminares da geocronologia U/Pb na Serra do Espinhaço Meridional. In: SBG, Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 5/ Simpósio de Geologia de Brasília, 1, Belo Horizonte, 1989, Bol. 10:171-174

<sup>25</sup> Schobbenhaus, C. 1996. As tafrogêneses superpostas Espinhaço e Santo Onofre, Estado da Bahia: Revisão e novas propostas. Revista Brasileira de Geociências, 26:265-276

<sup>26</sup> Pflug, R.; 1968. Observações sobre a estratigrafia da Série Minas na Região de Diamantina, Minas Gerais. DNPM, DGM, Notas prel. E estudos 142, 20 p.

subdividiu o Supergrupo Espinhaço em oito formações, as quais foram reunidas nos Grupos Diamantina e Conselheiro Mata (DOSSIN et al., 1984<sup>27</sup>). Destes, apenas o Grupo Diamantina tem ocorrência individualizada na área em estudo, sendo descrito a seguir.

### **Grupo Diamantina**

Este grupo ocorre na parte oriental da bacia, a leste dos municípios Serranópolis e Mato Verde. Engloba as seguintes formações:

- *Formação São João da Chapada* (SCHOLL, 1979<sup>28</sup>): Seqüência de metabrechas de quartzitos, metaconglomerados, filitos hematíticos e quartzitos de granulação média a grossa.
- *Formação Sopa-Brumadinho* (SCHOLL, 1979): Constituída por filitos, quartzitos micáceos, metaconglomerados polimíticos, intercalados com quartzitos de granulação grosseira.
- *Formação Galho do Miguel* (PFLUG, 1968): Seqüência monótona de quartzitos puros, de granulação fina a média.

Todo esse conjunto litoestratigráfico, metamorfozido em fácies xisto verde, mostra um padrão de deformação bastante irregular, caracterizando uma sucessão de dobras assimétricas com eixo mergulhando para N-NNE e vergência para W, além de freqüentes falhamentos E-W e N-S.

### **Supergrupo Espinhaço Setentrional**

Este segmento, situado no Estado da Bahia, é caracterizado por dois paleoambientes deposicionais, um continental e outro marinho de origem tafrogênica. Essas unidades são caracterizadas por rochas vulcânicas, sedimentares arenosas e pelíticas, além de rochas carbonáticas. A estratigrafia adotada segue a divisão em dois grupos: Grupo Oliveira dos Brejinhos, continental, e Grupo Santo Onofre (Supergrupo São Francisco), passagem de continental para marinho (SCHOBENHAUS, 1996). Esta faixa é interpretada como o núcleo de uma grande estrutura anticlinória de direção N-S e caimento do eixo para sul.

### **Grupo Oliveira dos Brejinhos**

A estratigrafia desse conjunto de litologias, aflorante a leste das cidades de Espinosa-MG e Urandi-BA, foi proposta por SCHOBENHAUS (1996) baseada em

---

<sup>27</sup> Dussin, I. A.; Uhlein, A.; Dossin, T. M. Geologia da Faixa Móvel Espinhaço Em Sua Porção Meridional - Mg. In: XXXIII CONG.BRAS.GEOL. V. 7:3118-3132, 1984, Rio de Janeiro. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Geologia. Rio de Janeiro-RJ, 1984. v. 7. p. 3118-3132

<sup>28</sup> Schöll, W. U.; Fogaça, A. C. C. 1979. Estratigrafia da Serra do Espinhaço na região de Diamantina (MG). In: Simpósio de Geologia de Minas Gerais, 1, Diamantina, 1979. Atas. Belo Horizonte. SBG p. 55-73 (Boletim, 1).

trabalhos anteriores de SCHOBENHAUS (1972)<sup>29</sup> e COSTA & SILVA (1980)<sup>30</sup>. Com espessura estimada em 3.000 metros, esse grupo está localizado na região nordeste da bacia do rio Verde Grande, na divisa dos Estados da Bahia e Minas Gerais. É constituído da base para o topo pelas seguintes formações aflorantes:

- *Formação Bom Retiro*: Caracterizada por uma espessa seqüência de quartzitos e arenitos bem selecionados, com estratificações cruzadas.
- *Formação São Marcos*: Caracterizada por metarenitos muito finos a grossos, feldspáticos ou micáceos, com intercalações subordinadas de metapelitos e níveis raros de metarenito muito grosso a microconglomerático.
- *Formação Sítio Novo*: Constituída por conglomerados oligomíticos ortoquartzíticos e diamictitos arenosos, gradando para arenitos finos a muito grossos, cuja composição varia de quartzo-arenitos a arenitos feldspáticos e líticos, com estratificações cruzadas de tipos variados (UHLEIN et al., 2007<sup>31</sup>).

A bacia de sedimentação do Grupo Oliveira dos Brejinhos pode ser interpretada como um rift de orientação meridiana que, na sua fase inicial, esteve condicionado a um vulcanismo félsico em ambiente continental, associado a sistemas fluviais, de leques aluviais e eólicos. Em direção ao topo, a bacia grada para sistemas flúvio-deltaico a marinho de águas rasas. As estruturas predominantes são lineações de direção NNW-SSE, com predomínio de zonas de cisalhamentos transcorrentes, além de cavalgamentos e dobras com vergência WSW.

### b3) Neoproterozóico

#### Supergrupo São Francisco

Conforme PFLUG & RENGER (1973)<sup>32</sup>, este supergrupo é constituído pelas seguintes seqüências do Proterozóico Superior (Neoproterozóico): Formação Jequitá e Grupos Macaúbas e Bambuí em Minas Gerais e Grupo Santo Onofre na Bahia. O Supergrupo São Francisco recobre quase todo o segmento centro-sul do cráton homônimo, marcando o que alguns autores denominam “Bacia Sedimentar do São Francisco” (MARTINS NETO et al., 2001<sup>33</sup>).

---

<sup>29</sup> Schobbenhaus, C. 1972. Relatório geral sobre a geologia da região setentrional da Serra do Espinhaço - Bahia Central. Recife, SUDENE/DRN/DG, 91 p. (Série Geologia Regional, 19)

<sup>30</sup> Costa L. A. M. da; Silva, W. G. da. 1980. Projeto Santo Onofre - Mapeamento Geológico; Relatório Final. DNPM-CPRM-TRISERVICE (inédito)

<sup>31</sup> Uhlein, A.; Pedreira, A. J.; Caxito, F. A.; Pereira dos Santos, Y. L. O. 2007. A geologia entre Macaúbas – Canatiba (Bahia) e a estratigrafia do Supergrupo Espinhaço no Brasil central. In: SBG, Simpósio de Geologia do Sudeste, 10, Diamantina, Anais, p. 79

<sup>32</sup> Pflug, R.; Renger, F. E. Estratigrafia e evolução geológica da margem SE do Craton Sanfranciscano. In: 27 Congresso Brasileiro de Geologia, 1973, Aracajú. Anais do 27 Congresso de Geologia. Aracajú, SE: Sociedade Brasileira de Geologia - Núcleo do Nordeste, 1973. v. 2. p. 5-19

<sup>33</sup> Martins-Neto, M. A.; Pinto, C. P. 2001. A Bacia do São Francisco – Geologia e Recursos Naturais. SBG – MG, Belo Horizonte, 238p.

### **Formação Jequitai**

KARFUNKEL & HOPPE (1988)<sup>34</sup> relacionam essa unidade a uma sedimentação glácio-terrestre, entretanto alguns autores revogam a sedimentação para plataforma marinha rasa glacial considerando que os sedimentos teriam sido depositados por geleiras aterradas ou flutuantes, o que explicaria a grande espessura dos diamictitos (0-120m) (UHLEIN et al., 2000)<sup>35</sup>. Essa unidade foi descrita em Minas Gerais na região da cidade homônima, sendo constituída basicamente de diamictitos, tilitos, varvitos e arenitos. A Formação Jequitai ocorre na porção norte da bacia do rio Verde Grande, abrangendo áreas dos municípios de Espinosa-MG e Sebastião Laranjeiras-BA.

### **Grupo Macaúbas**

Essa unidade foi primeiramente descrita como grupo por SCHÖLL (1973) e representa essencialmente um conjunto de rochas de origem glacial (metadiamictitos). Possui espessura variável, comumente da ordem de centenas de metros, sendo litologicamente caracterizado por metadiamictitos, geralmente maciços, com raras intercalações de quartzito e filito, e quartzitos (NOCE et al., 1997). As feições estruturais principais estão representadas por dobramentos abertos, assimétricos, com eixo variando de N10°W a N30°E e clivagem espaçada ou de crenulação segundo o plano axial. Também é observada crenulação N-S subhorizontal.

### **Grupo Santo Onofre**

Esse grupo aflora em quase toda a extensão central e centro-ocidental da Serra do Espinhaço Setentrional, compreendendo seqüências de quartzitos e filitos com raras lentes de calcários. Os filitos têm proporções variadas de hematita, grafita e mais raramente óxidos de manganês. Conforme redefinido por SCHOBENHAUS (1993)<sup>36</sup>, o Grupo Santo Onofre corresponde às Formações Santo Onofre e Sítio Novo de INDA & BARBOSA (1978) e DOMINGUEZ (1996). Essa seqüência é marcada por um padrão estrutural de orientação preferencial NNW-SSE, no qual é caracterizado um sistema de dobras e falhas regionais com vergência dupla.

### **Grupo Bambuí**

O Grupo Bambuí é caracterizado por uma seqüência de rochas carbonáticas alternadas com terrígenos, possuindo ambiente de sedimentação exclusivamente marinho. A idade para o Grupo Bambuí ainda é discutida. Estudos de geoquímica isotópica fornecem idades de deposição, deformação e insipiente metamorfismo no intervalo compreendido entre 750 e 600 Ma (BABINSKI et al., 1999).

---

<sup>34</sup> Karfunkel, J.; Hoppe, A. Late Proterozoic Glaciation in Central-Eastern Brazil: Synthesis and model. *Palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology*, Amsterdam, v.65, p. 1-21, 1988

<sup>35</sup> Uhlein, A.; Trompette, R.; Alvarenga, C. J. S. Neoproterozoic glacial and gravitational sedimentation on a continental rifted margin: the Jequitai-Macaúbas sequence, Minas Gerais, Brazil.. In: 31st International Geological Congress, 2000, Rio de Janeiro, 2000

<sup>36</sup> Schobbenhaus, C. 1993. O Proterozóico Médio do Brasil com ênfase à região Centro-Leste: uma revisão. Tese de Doutorado, Universidade de Freiburg, Freiburg, 166 p

Estruturalmente, este grupo apresenta uma baixa deformação relacionada ao evento brasileiro, gerando estruturas de vergência NE-SW, com camadas horizontais a subhorizontais de 5° a 20° de inclinação.

Para este estudo utiliza-se a divisão estratigráfica proposta por ALKMIM & MARTINS-NETO (2001), sendo a seqüência Bambuí dividida nas seguintes formações, da base para o topo:

- *Formação Sete Lagoas*: as litologias constituintes desta formação são predominantemente metacalcarenitos e metacalcilutitos, com características de retrabalhamento, subordinadamente há metapelitos. Depositadas em plataforma rasa marinha, (MARTINS et al., 1993). Ocorre a norte da bacia nas proximidades de Iuiu-BA e a sul nos municípios de Montes Claros e Mirabela em Minas Gerais.
- *Formação Serra de Santa Helena*: Definida por BRANCO & COSTA (1961)<sup>37</sup>, é representada por uma sucessão monótona de ritmitos silto-argilosos cinza esverdeados, com laminação plano-paralela, apresentando marcas onduladas de pequeno porte. Em sua porção basal encontram-se intercalações métricas de margas ou calcários impuros (SCHÖLL, 1976). Afloram com maior expressão na parte sudoeste da bacia, nas proximidades dos municípios de São João da Ponte, Varzelândia e Patis.
- *Formação Lagoa do Jacaré*: BRANCO & COSTA (1961) caracterizam-na como um pacote de intercalações cíclicas de calcarenitos oolíticos grossos, com estratificação cruzada de médio porte e estruturas do tipo *hummochy*, calcarenitos impuros finos, siltitos calcíferos, calciruditos e doloruditos. Esta formação ocorre principalmente na parte sudoeste da bacia, a leste de Montes Claros e Capitão Enéas.
- *Formação Três Marias*: SCHÖLL (1976) caracterizou esta formação como um conjunto de siltitos e arcóseos de cores verde a cinza esverdeado, sendo freqüentes pequenas lentes de margas e calcários. Esta seqüência não apresenta metamorfismo, em geral possui acamamento sub-horizontal, adquirindo forte inclinação quando afetada por falhamentos (LIMA, 2005). Essa formação é pouco aflorante na bacia, ocorrendo a leste de Jaíba e nas proximidades da confluência dos rios Verde Grande e Gortuba.

Ressalta-se que, em razão da inexistência de mapeamento geológico de detalhe, o Grupo Bambuí é apresentado indiviso em grandes extensões da bacia do rio Verde Grande.

### c) Fanerozóico

---

<sup>37</sup> Branco, J. J. R.; Costa, M. T. 1961. Roteiro para a excursão Belo Horizonte-Brasília. In: Instituto de Pesquisas Radioativas da Universidade Federal de Minas Gerais, Congresso Brasileiro de Geologia, XIV, Belo Horizonte, 15:1-19.

c1) Mesozóico

**Grupo Urucuia**

Essa unidade é constituída por uma seqüência de arenitos eólicos e argilosos, com lentes de conglomerado e níveis intercalados de argila, formados em ambientes áridos, fluvial e lacustre, marcando um máximo de aridez seguido por condições de crescente de umidade (SCHOBENHAUS et al., 1984)<sup>38</sup>. Alguns autores destacam esse grupo como uma formação componente do Grupo Areado (SGARBI, 2000<sup>39</sup>), entretanto, os últimos mapeamentos efetuados na área descrevem apenas o Grupo Urucuia na região da bacia do rio Verde Grande (Mapa Geológico de Minas Gerais, COMIG/CPRM, 2003). Os sedimentos cretáceos do Grupo Urucuia estão localizados na parte sudoeste da bacia, tendo sua distribuição controlada por um sistema de falhas de orientação NE-SW.

c2) Cenozóico

**Depósitos Detríticos Lateríticos**

As coberturas detríticas cenozóicas de idade indiscriminada, encontradas sobre superfícies de aplainamento correspondentes à superfície Sul-Americana, são eluviões e coluviões eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização. Trata-se de uma sucessão de arenitos argilosos e lamitos arenosos, intercalados com camadas de argilito, folhelho orgânico e linhito de grau de pureza muito variável. Localmente ocorrem camadas pouco espessas de arenito ferruginoso e brechas intraformais argilosas. As coberturas detríticas cenozóicas podem ser observadas em toda a bacia, principalmente na sua parte central. São descritas concreções ferruginosas preenchendo fraturas e cobertura detrito-laterítica na forma de solo laterítico residual. Material areno-argiloso, concreções ferruginosas e fragmentos de quartzo revestem estas coberturas como concentrações supergênicas de óxidos de ferro.

**Depósitos Aluvionares**

Os depósitos aluvionares, encontrados margeando os principais cursos d'água da região (rios Verde Grande e Gorutuba), são compostos por areias, cascalhos, siltes argilas e termos mistos, com ou sem contribuição orgânica, depositados em ambiente fluvial ao longo de calhas, planícies de inundação e terraços. Localmente, ocorrem depósitos de turfa. Nos depósitos de paleocanais recentes predominam areia com intercalações de argila e cascalho e restos de matéria orgânica. Nos depósitos residuais, associados a paleocanais fluviais, predominam areia e cascalho. Como depósitos colúvio-aluvionares recentes, recobrimo encostas

---

<sup>38</sup> Schobbenhaus, C.; Campos, D. A.; Derze, G. R.; Asmus, H. E. 1984. Geologia do Brasil; Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1984.

<sup>39</sup> Sgarbi, G. N. The Cretaceous Sanfranciscan Basin, Eastern Plateau of Brazil, Revista Brasileira de Geociências, 0(3):450-452, setembro de 2000.

resultantes da gênese da morfologia atual, estão às coberturas coluvionares. São compostas por areias silto-argilosas, com grânulos e seixos, geralmente de quartzo, quartzito e canga limonítica, com linhas de seixos (*stone line*) na base.

#### 4.5. CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA

(Item em elaboração)

#### 4.6. CARACTERIZAÇÃO FITOGEOGRÁFICA DA BACIA

A bacia do rio Verde Grande encontra-se em uma região de contato entre dois grandes biomas brasileiros: Cerrado e Caatinga. O mapa de biomas continentais brasileiros (IBGE, 2004) também apresenta, no extremo nordeste da bacia hidrográfica, uma pequena área pertencente ao bioma Mata Atlântica, cuja ocorrência é bastante pouco expressiva e corresponde a menos de 1% da bacia.

O Cerrado ocupa cerca de dois terços da bacia, com a Caatinga respondendo pelo terço restante. A Figura 4.4 a seguir ilustra a distribuição dos biomas citados na área da bacia do rio Verde Grande.

A porção de Caatinga que está incluída na bacia corresponde ao extremo sul de distribuição dessa formação vegetal exclusivamente brasileira, típica da região nordeste do país.

Por tratar-se de uma região de contato ou de ecótone entre duas formações formações vegetais distintas, a realidade de campo revela gradiente de situações que vão de locais onde as fisionomias correspondem aos padrões típicos de cada uma delas e locais onde há uma clara interpenetração de elementos de uma ou de outra formação.

O bioma Cerrado, que originalmente cobria cerca de dois milhões de quilômetros quadrados do país, é o segundo maior bioma em extensão do país, superado somente pela Amazônia.

O Cerrado apresenta uma área *core* localizada no Planalto Central brasileiro, estendendo-se das margens da Floresta Amazônica até o sul dos estados de São Paulo e Paraná, ao longo de mais de 20 graus de latitude. O bioma caracteriza-se por apresentar uma vegetação com estratos herbáceo, arbustivo e arbóreo dispostos segundo um gradiente de biomassa.

Segundo Coutinho (1978), o Cerrado é caracterizado por cinco fitofisionomias, denominadas campo limpo, campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão. A ocorrência das diferentes fitofisionomias é freqüentemente dependente das propriedades do solo, profundidade, fertilidade e capacidade de drenagem, além do grau de interferência humana.

O solo, na maioria das vezes, é distrófico, com pH ácido e baixa concentração de cálcio e magnésio disponíveis e alta concentração de alumínio trocável. São solos comumente bem drenados, e onde não ocorre vegetação lenhosa em áreas com alagamento.

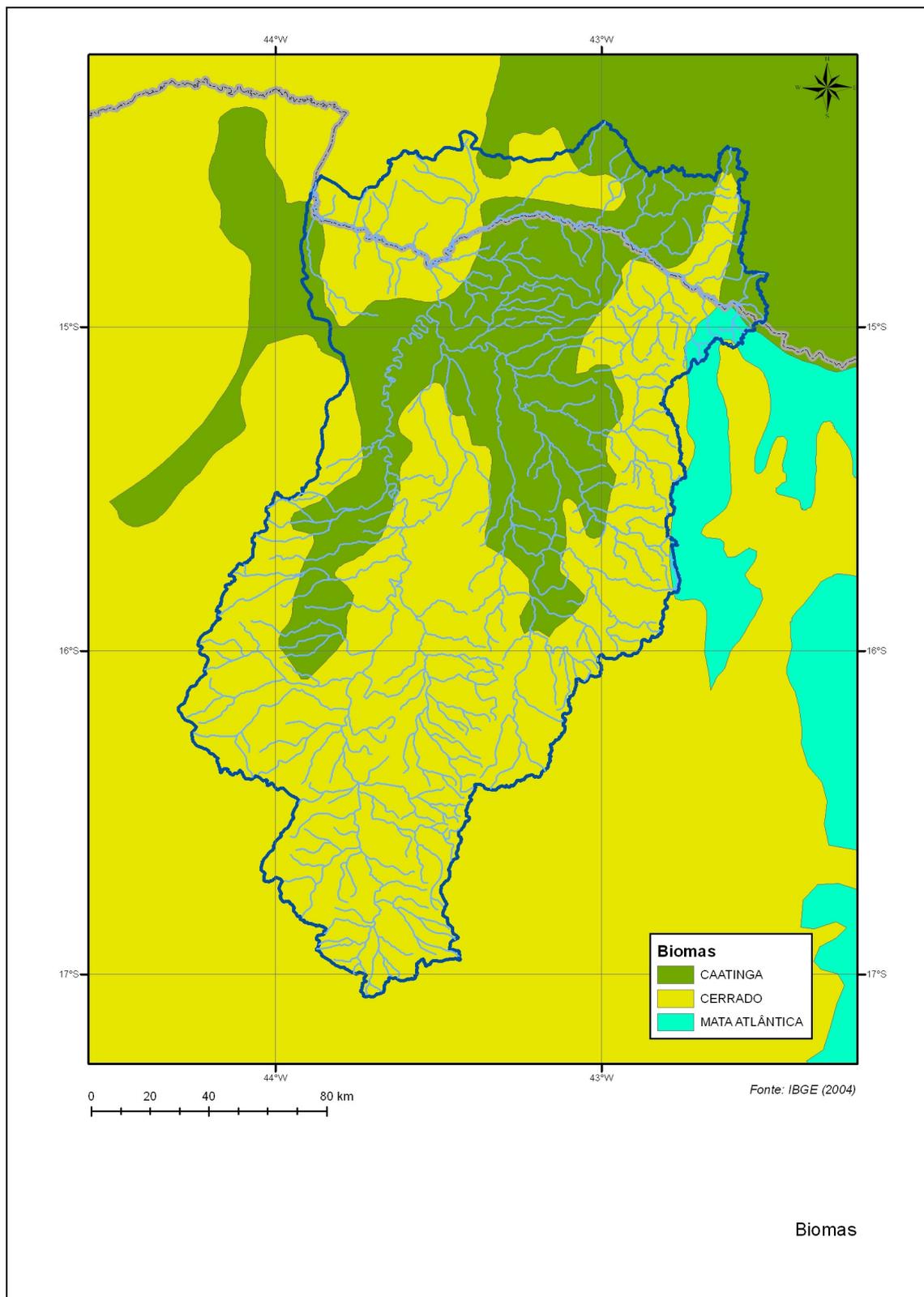


Figura 4.4 – Distribuição dos biomas na bacia do rio Verde Grande.

O fogo pode ser apontado como um dos principais fatores na gênese das diferentes fitofisionomias ou manutenção das áreas mais abertas de Cerrado, quando o solo não é fator discriminante. Durigan *et al.* (2003), em uma análise de padrões fitogeográficos do Cerrado Paulista considerou o clima como principal responsável pelas relações florísticas verificadas, vindo, em seguida, a fertilidade do solo. Segundo esses autores, os padrões regionais encontrados apresentam-se associados à distribuição geográfica das bacias hidrográficas, revelando a importância dos fatores associados à dinâmica de dispersão das espécies para composição do conjunto de espécies que ocupa uma dada região.

O Cerrado apresenta elevada riqueza de espécies, o que o torna a mais diversificada savana tropical do mundo. A grande diversidade de habitats condiciona a significativa diversidade de espécies animais e vegetais que pode ser encontrada na sua área de abrangência.

O bioma, de uma forma geral, está sujeito a uma intensa alteração, seja para a implantação de pastagens ou para o cultivo de grãos em larga escala. Estimativas atuais indicam que mais da metade do bioma já foi alterado pela ação humana, apresentando elevadas taxas de desmatamento.

Já a Caatinga, cuja ocorrência na bacia concentra-se na sua norte, compreende um complexo de vegetação decídua e xerófila, constituída de vegetais lenhosos e mais ou menos rica em cactáceas e bromeliáceas rígidas. Segundo FERNANDES (1995), no Estado da Bahia, a caatinga ocupa as áreas a leste do rio São Francisco.

O termo caatinga é de origem indígena (caa - mata; tinga - clara, aberta). O aspecto dessa vegetação no período seco levou o naturalista Carl von Martius, ao percorrer o nordeste brasileiro no século XIX, a referir-se a ela como *silva aestu aphylla* (mata sem folha no estio). Do ponto de vista fisionômico, trata-se de uma vegetação arbórea, caducifólia, com franca penetração da luz solar.

A caatinga é uma vegetação que se apresenta heterogênea quanto à fisionomia e estrutura. Já em termos de composição florística, é bastante uniforme, havendo um núcleo de espécies arbóreo-arbustivas e de cactáceas de ampla dispersão, cujos portes variam de acordo com as condições locais. A altura das árvores e sua densidade variam bastante de um local para outro. Indivíduos arbóreos em alguns lugares, em outros se tornam arbustos raquíticos e de baixo porte.

O principal fator a determinar a estrutura dessa vegetação é sem dúvida o clima, com especial ênfase à pluviosidade, com uma estação chuvosa de três a cinco meses, alternada com período de estiagem de sete a nove meses.

O regime das precipitações na área depende das condições atmosféricas dominantes, em particular a Convergência Intertropical, havendo, ainda, a influência das massas equatorial continental, equatorial atlântica e tropical atlântica.

As variações no aspecto e na formação da vegetação da caatinga recebe uma denominação regional própria como agreste, carrasco, sertão, cariri e seridó, que em geral refletem o caráter geral básico que é o xerofilismo, consequência da ocupação

de um ambiente seco, com deficiência hídrica temporal, onde a água disponível às plantas procede unicamente do curto período da estação chuvosa, e cujos elementos florísticos apresentam uma morfologia, uma anatomia e um mecanismo fisiológico adaptados a resistirem a esse ambiente.

Em termos de origem florística, apesar do domínio da caatinga apresentar hoje um contingente próprio, plenamente reconhecível e com a ocorrência de diversos endemismos, é possível constatar a presença de elementos tanto da flora do cerrado como da floresta tropical. Esses dois contingentes vegetacionais foram ocupando a região do semi-árido nordestino em função das modificações do clima e do relevo ocorridas a partir do período terciário, substituindo uma vegetação primitiva de caráter provavelmente florestal.

A caatinga arbórea apresenta uma estratificação vertical em três níveis que incluem o estrato arbóreo, com representantes de 8 a 12 metros de altura; o intermediário (arbustivo/subarbustivo), com indivíduos de 2 a 5 metros; e o herbáceo, geralmente de caráter anual ou efêmero. Essa formação originalmente revestia as encostas serranas úmidas/subúmidas e as elevações cristalinas isoladas (serras secas ou elevações entre 400 e 600 metros).

A caatinga arbustiva é a feição mais difundida dessa vegetação, sendo também conhecida como caatinga baixa. Estruturalmente, é composta por dois estratos, o superior, com indivíduos de 3 a 4 metros; e o inferior, com representantes herbáceos anuais ou efêmeros. Pode apresentar-se sob dois padrões, um mais denso e outro mais aberto.

O primeiro desenvolve-se sobre solos pouco profundos, com algumas árvores esparsas. O número de subarbustos é bem significativo, com o estrato herbáceo abundante.

O segundo padrão recobre solos rasos e duros, freqüentemente encharcados durante o período chuvoso. Com menor densidade de espécies arbóreas, os arbustos e subarbustos são esparsos, sendo a forma mais raquítica das caatingas, ocorrendo em áreas que apresenta baixa precipitação, entre 200 e 350 milímetros anuais. Corresponde ao que se costuma denominar seridó ou caatinga de varas. As espécies são as mesmas anteriormente citadas, com maior predominância do estrato herbáceo.

#### 4.7. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS PROTEGIDAS

A manutenção da vida silvestre em espaços especialmente protegidos, além de uma necessidade na busca e da salvaguarda de características ambientais relevantes e da manutenção de serviços ambientais indispensáveis, revela muito do comprometimento de uma sociedade com seu futuro.

O território incluído em áreas protegidas pode ser considerado indicador importante à hora de avaliarem-se o alcance de políticas públicas voltadas à proteção da natureza, mesmo tendo-se em conta as dificuldades de gestão das áreas implantadas.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) recomenda a proteção de pelo menos 10% dos ambientes mais significativos de um dado território, e o Ministério do Meio Ambiente trabalha com esse valor como objetivo de conservação dos biomas continentais brasileiros.

Neste estudo será feita uma avaliação da distribuição das áreas especialmente protegidas na bacia, considerando-se as unidades de conservação estaduais e federais e as terras indígenas, não tendo sido incluídas as reservas particulares do patrimônio natural e unidades de conservação municipais, em função da necessidade de contar-se com as poligonais que delimitam as áreas para sua incorporação ao sistema de informações geográficas (SIG) e das dificuldades inerentes à obtenção desse tipo de informação.

A Figura 4.5 a seguir apresenta a distribuição das áreas protegidas na bacia e o Quadro que se segue a ela, a lista com seus nomes e categoria de proteção.

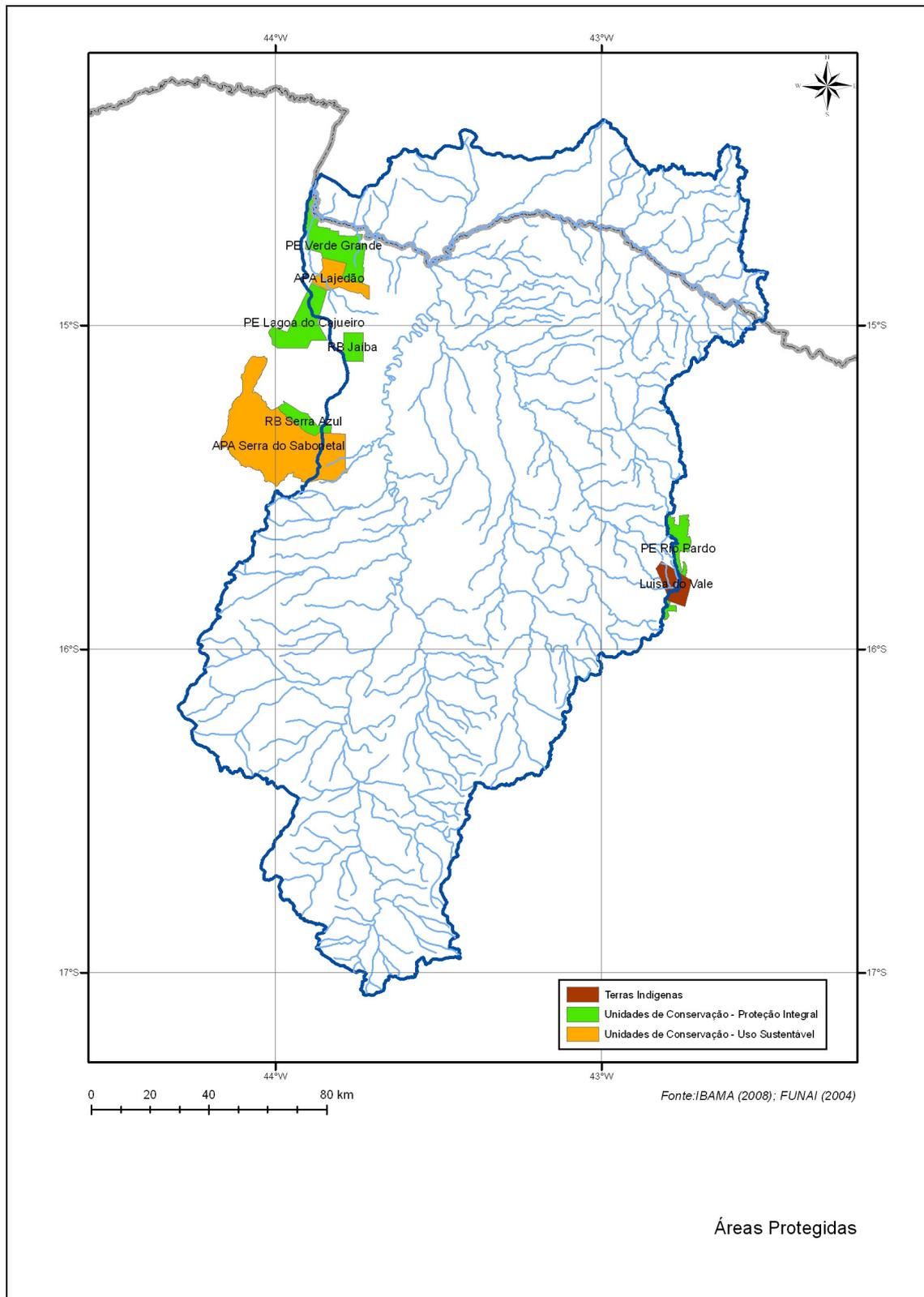


Figura 4.5 – Distribuição das áreas protegidas na bacia.

**Quadro 4.5 – Áreas Protegidas na bacia do rio Verde Grande.**

NOME	TIPO	CATEGORIA
APA Lajedão	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental
APA Serra do Sabonetal	Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental
PE Rio Pardo	Proteção Integral	Parque Estadual
PE Lagoa do Cajueiro	Proteção Integral	Parque Estadual
PE Verde Grande	Proteção Integral	Parque Estadual
RB Serra Azul	Proteção Integral	Reserva Biológica
RB Jaíba	Proteção Integral	Reserva Biológica
TI Luisa do Vale	-	Terra Indígena

Para a versão final do Diagnóstico, será feita uma avaliação da distribuição das áreas protegidas nas unidades de estudo, bem como considerações sobre a proteção formal da bacia.

#### 4.7.1. Áreas Prioritárias para a Conservação

A delimitação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade faz parte dos compromissos assumidos pelo Brasil como signatário da “Convenção sobre Diversidade Biológica – CDB” assinada na Eco 92, no Rio de Janeiro. Esse tratado internacional relaciona aspectos importantes referentes ao tema biodiversidade, tais como: conservação e utilização sustentável, identificação e monitoramento, conservação *ex situ* e *in situ*, pesquisa e treinamento, educação e conscientização pública, minimização de impactos negativos, acesso a recursos genéticos, acesso à tecnologia e transferência, intercâmbio de informações, cooperação técnica e científica, gestão da biotecnologia e repartição de seus benefícios, entre outros.

Para o atendimento das diretrizes emanadas da CDB, o país elaborou a Política Nacional de Diversidade Biológica e implementou o Programa Nacional da Diversidade Biológica - PRONABIO, para viabilizar as ações propostas pela Política Nacional.

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO, que corresponde ao componente executivo do PRONABIO, foi criado para oferecer o apoio às iniciativas voltadas à coleta de informações capazes de oferecer uma avaliação a mais precisa possível da situação da biodiversidade do país.

Entre 1997 e 2000, o PROBIO realizou uma ampla consulta para a definição de áreas prioritárias para conservação na Amazônia, Caatinga, Cerrado e Pantanal, Mata Atlântica e Campos Sulinos, e na Zona Costeira e Marinha.

Trabalhando na forma de oficinas que congregavam especialistas de distintas áreas do conhecimento e considerando tantos os aspectos relacionados à vida silvestre e a sua conservação como as pressões a que está sujeita, as consultas permitiram que se fizesse um grande apanhado da produção científica voltada à conservação,

considerando também as principais forças que agem no sentido da sua desestabilização.

De maneira geral, a definição das áreas mais relevantes foi baseada nas informações disponíveis sobre biodiversidade e pressão antrópica, e na experiência dos pesquisadores participantes dos seminários de cada bioma. O grau de prioridade de cada uma foi definido por sua riqueza biológica, importância para as comunidades e sua vulnerabilidade.

As áreas selecionadas naquele momento foram objeto de revisão na Oficina para a Atualização das Áreas Prioritárias para Conservação, Uso Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade - Alvos e Ferramentas, realizada em novembro de 2005, sendo posteriormente aprovada pela Comissão Nacional de Biodiversidade - CONABIO (Deliberação CONABIO nº 39 de 14/12/2005). Como resultado dessa oficina, foi realizada uma nova rodada de reuniões técnicas no ano de 2006, preparando a realização dos Seminários Regionais dos Biomas, a partir dos quais foi gerado um conjunto de mapas que tiveram como base o Mapa de Biomas do IBGE, apresentando as áreas prioritárias em cada um dos biomas brasileiros.

As novas áreas prioritárias adquiriram um status oficial como parte integrante da Política Nacional de Biodiversidade pela Portaria nº 9, de 23 de janeiro de 2007 do Ministério do Meio Ambiente.

Além de definir classes de importância para as áreas delimitadas (importância extremamente alta, muito alta, alta ou insuficiente conhecida), o trabalho também indica iniciativas ou ações de manejo capazes de garantir a manutenção das características mais relevantes ou a recuperação daquelas que foram perdidas, definindo também o nível de prioridade das ações/iniciativas propostas.

Ao incorporarem o que há de mais atual nas informações científicas disponíveis, esses mapas representam uma síntese do conhecimento relacionado à conservação da vida silvestre, e como tal se revelam uma ferramenta indispensável para a definição de políticas públicas voltadas ao tema.

Neste trabalho, será feita uma avaliação da distribuição das áreas prioritárias dos biomas Cerrado e Caatinga na bacia do rio Verde Grande. A Figura 4.6 apresenta a distribuição das áreas prioritárias na bacia e o Quadro 4.6 que a segue sua relação completa, indicando seu nome, importância e principal ação recomendada.

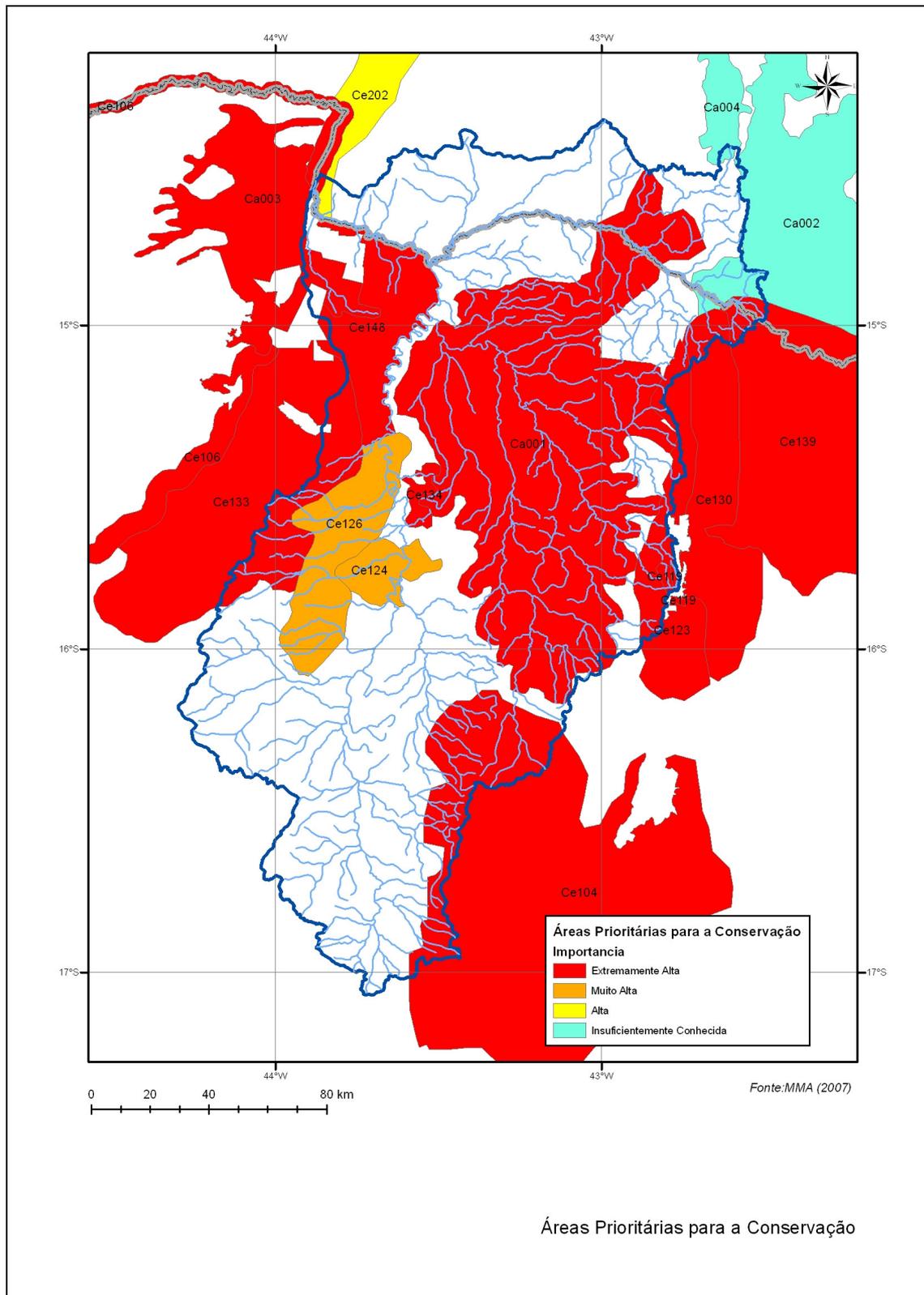


Figura 4.6 – Distribuição das áreas prioritárias para a conservação na bacia.

**Quadro 4.6 – Áreas Prioritárias para a Conservação na bacia do rio Verde Grande.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>NOME</b>	<b>AÇÃO PRIORITÁRIA</b>	<b>IMPORTÂNCIA</b>
Ca002	Jacaraci	Recuperação	Insuficientemente Conhecida
Ca004	Guanambi	Fomento Uso Sustentável	Insuficientemente Conhecida
Ca003	Corredor do Rio Japoré	Outras	Extremamente Alta
Ca001	Jaíba	Inventário	Extremamente Alta
Ce133	Entorno da Rebio Jaíba	Recuperação	Extremamente Alta
Ce134	Verdelândia	Recuperação	Extremamente Alta
Ce123	Espinhaço Setentrional	Recuperação	Extremamente Alta
Ce139	Areião	Criação de UC - Uso Sustentável	Extremamente Alta
Ce104	Grão Mogol - Francisco Sá	Recuperação	Extremamente Alta
Ce119	Luiza do Valle	Criação de UC - Uso Sustentável	Extremamente Alta
Ce148	Região do Jaíba	Recuperação	Extremamente Alta
Ce124	São João da Ponte	Fomento Uso Sustentável	Muito Alta
Ce126	Verdelândia - Varzelândia	-	Muito Alta
Ce130	Rio Pardo - Santo Antônio do Retiro	Inventário	Extremamente Alta
Ce106	Alto - Médio São Francisco	Recuperação	Extremamente Alta
Ce202	Médio São Francisco	Inventário	Alta

Para a versão final do Diagnóstico será feita uma avaliação da distribuição das áreas prioritária em cada unidade de estudo.

#### **4.7.2. Área de Aplicação da Lei n° 11.428 de 2006**

A Lei Federal n° 1.428 de 2006 – Lei da Mata Atlântica, visa preservar os remanescentes da Mata Atlântica no país e criar alternativas para sua recuperação nas regiões onde essa formação vegetal se encontra mais depauperada.

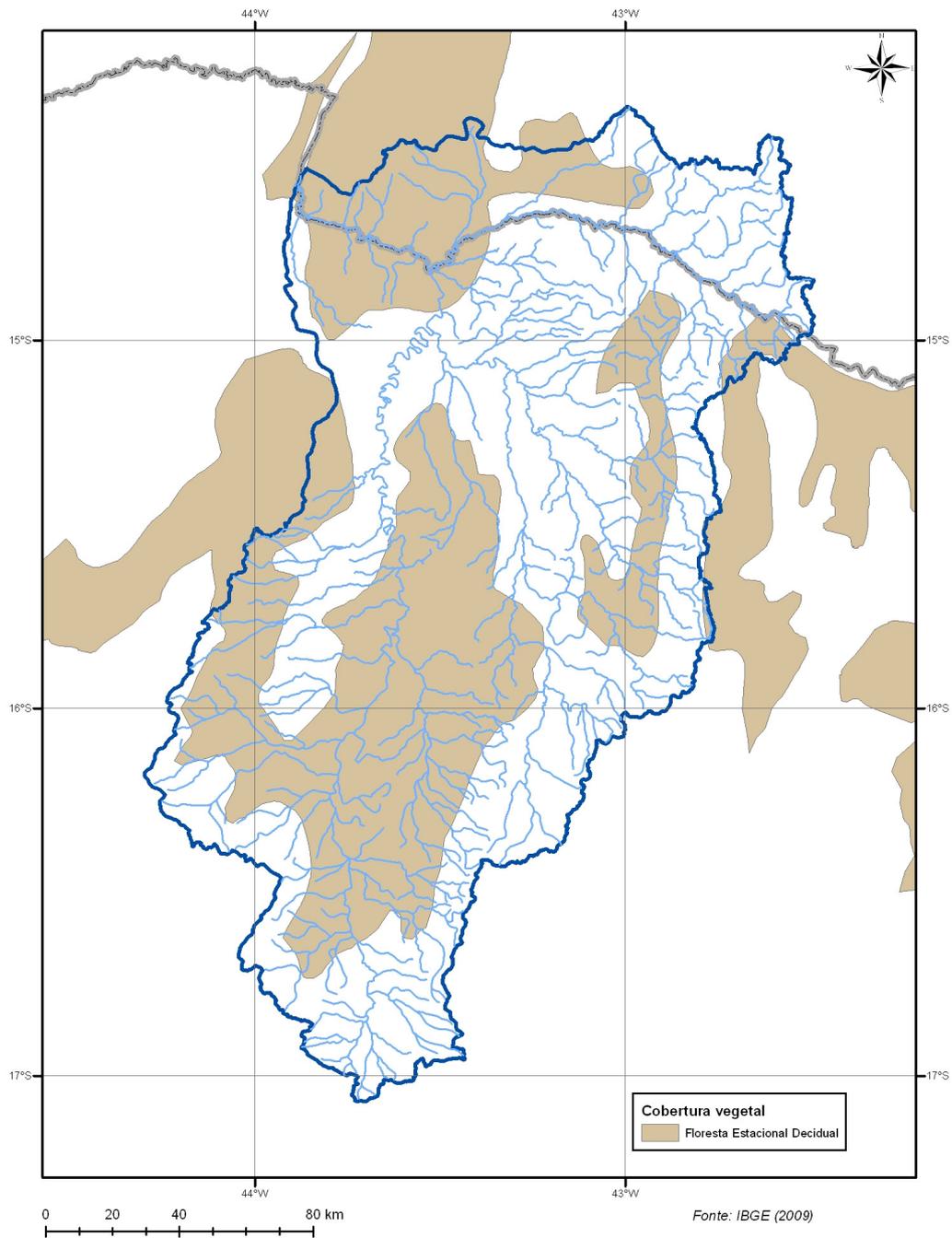
O Decreto n° 6.660 de 2008 estabelece os procedimentos necessários para promover a intervenção ou o uso sustentável nos remanescentes de vegetação nativa no bioma e nos ecossistemas associados, apresentados, na bacia do Verde Grande, pelo mapa apresentado na Figura 4.7.

Esse arcabouço legal estabelece as normas e procedimentos que regularão o uso dos remanescentes florestais nas áreas mapeadas e os mecanismos para sua proteção, determinando que os licenciamentos ambientais, autorizações para corte, supressão ou exploração da vegetação sejam submetidos aos órgãos ambientais competentes do Sistema Nacional de Meio Ambiente – SISNAMA.

No caso dos estados da Bahia e de Minas Gerais, para a caracterização do estado de conservação dos remanescentes incluídos na área de abrangência da Lei 11.428, deverão ser empregados os parâmetros definidos nas Resoluções Conama n° 5, de 4 de maio de 1994 (define vegetação primária e secundária nos estágios inicial,

médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica, a fim de orientar os procedimentos de licenciamento de atividades florestais no Estado da Bahia) e n° 392, de 25 de junho de 2007 (define vegetação primária e secundária de regeneração de Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais).

Na bacia do rio Verde Grande foram mapeadas áreas pertencentes à Floresta Estacional Decidual, que compreendem formações florestais que apresentam o predomínio de espécies predominantemente caducifólias, com mais de 50% das árvores do conjunto florestal perdendo as folhas na estação desfavorável (seca).



Área de Aplicação da Lei nº 11.428 de 2006

**Figura 4.7 – Área de aplicação da Lei da Mata Atlântica**

## **5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL**

## 5. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA E CULTURAL

### 5.1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

(Item em elaboração)

### 5.2. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

Três aspectos foram selecionados para a caracterização da configuração demográfica da bacia do rio Verde Grande, a saber: população, densidade demográfica e taxa de urbanização. Da observação destes três aspectos, é possível perceber a configuração demográfica da bacia do rio Verde Grande, sob a ótica de concentração populacional e situação predominante dos domicílios, tendo em mente que o cenário apresentado, nas unidades de estudo, refere-se sempre às parcelas dos municípios interiores à bacia.

Assim como os demais tópicos tratados neste relatório, foram utilizadas, para caracterização demográfica, as unidades de estudos adotadas na segmentação da bacia, porém analisando-se também as peculiaridades de cada município.

#### **Estratos Populacionais**

As populações totais levantadas para cada um dos municípios da bacia correspondem aos dados da Contagem da População 2007 do IBGE. Os percentuais de população urbana e rural, para este ano, foram estimados utilizando-se a mesma proporção encontrada no Censo Demográfico 2000 do IBGE (Quadro 5.1).

**Quadro 5.1 – População total, urbana e rural (2007) dos municípios que integram a Bacia.**

Município	UF	2000			2007		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Iuiú	BA	10489	44%	56%	11469	4998	6471
Jacaraci	BA	13520	27%	73%	14346	3874	10472
Malhada	BA	15614	39%	61%	16085	6256	9829
Mortugaba	BA	12598	40%	60%	13905	5512	8393
Palmas de Monte Alto	BA	20099	33%	67%	21107	6991	14116
Pindaí	BA	15494	23%	77%	15306	3587	11719
Sebastião Laranjeiras	BA	9283	39%	61%	10712	4199	6513
Urandi	BA	16076	29%	71%	15822	4655	11167
Bocaiúva	MG	42806	76%	24%	44657	33849	10808
Capitão Enéas	MG	13113	76%	24%	14106	10722	3384
Catuti	MG	5337	54%	46%	5303	2882	2421
Espinosa	MG	30978	54%	46%	31322	16998	14324
Francisco Sá	MG	23562	56%	44%	24838	13905	10933
Gameleiras	MG	5263	16%	84%	5226	849	4377
Glaucilândia	MG	2767	28%	72%	2932	808	2124
Guaraciama	MG	4469	54%	46%	4554	2452	2102
Ibiracatu	MG	6534	44%	56%	5898	2578	3320
Jaíba	MG	27287	48%	52%	30386	14641	15745
Janaúba	MG	61651	87%	13%	65387	57157	8230

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

Município	UF	2000			2007		
		Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
Juramento	MG	3901	48%	52%	3960	1901	2059
Mamonas	MG	6138	29%	71%	6247	1817	4430
Matias Cardoso	MG	8600	44%	56%	10270	4470	5800
Mato Verde	MG	13185	71%	29%	12664	8980	3684
Mirabela	MG	12552	75%	25%	12769	9640	3129
Monte Azul	MG	23832	48%	52%	22437	10806	11631
Montes Claros	MG	306947	94%	6%	352384	331990	20394
Nova Porteirinha	MG	7389	57%	43%	7358	4164	3194
Pai Pedro	MG	5832	27%	73%	5979	1632	4347
Patis	MG	5164	39%	61%	5346	2106	3240
Porteirinha	MG	37890	48%	52%	36864	17649	19215
Riacho dos Machados	MG	9358	33%	67%	9392	3095	6297
São João da Ponte	MG	26028	30%	70%	26091	7881	18210
Serranópolis de Minas	MG	4038	39%	61%	4515	1752	2763
Varzelândia	MG	19169	45%	55%	19137	8517	10620
Verdelândia	MG	7179	51%	49%	8029	4124	3905

Para contextualizar os dados de população para o âmbito da bacia, foram utilizadas as proporções de áreas internas à bacia, considerando-se presença de sedes municipais para a população urbana e a parcela da área total do município inserida na bacia para a população rural (Quadro 5.2)

**Quadro 5.2 – População urbana, total e rural inserida na Bacia (2007).**

Sub-Bacia	Município			População				
	Nome	UF	Área na sub-bacia	Urbana	Rural	Urbana	Rural	TOTAL
			%	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
AVG	Bocaiúva	MG	6.0%	-	648	337,150	16,619	353,769
	Francisco Sá	MG	30.3%	-	3,309			
	Glaucilândia*	MG	100.0%	808	2,123			
	Guaraciama*	MG	25.6%	2,451	538			
	Juramento*	MG	99.3%	1,901	2,044			
	Montes Claros*	MG	39.0%	331,990	7,957			
MVG-TA	Capitão Enéas*	MG	100.0%	10,721	3,384	44,251	42,766	87,017
	Francisco Sá*	MG	48.6%	13,905	5,312			
	Ibiracatu	MG	9.0%	-	298			
	Janaúba	MG	36.7%	-	3,019			
	Mirabela*	MG	82.0%	9,639	2,566			
	Montes Claros	MG	24.7%	-	5,039			
	Patis*	MG	99.8%	2,105	3,234			
	São João da Ponte*	MG	99.1%	7,881	18,042			
	Varzelândia	MG	15.5%	-	1,642			
Verdelândia	MG	5.9%	-	230				
AG	Francisco Sá	MG	21.0%	-	2,299	64,415	13,059	77,474
	Janaúba*	MG	29.1%	57,156	2,395			
	Nova Porteirinha*	MG	73.0%	4,164	2,331			
	Porteirinha	MG	19.5%	-	3,745			
	Riacho dos Machados*	MG	36.4%	3,095	2,289			
MBG	Catuti*	MG	100.0%	2,881	2,421	44,546	51,870	96,416
	Gameleiras*	MG	71.5%	848	3,130			

Sub-Bacia	Município			População				
	Nome	UF	Área na sub-bacia	Urbana	Rural	Urbana	Rural	TOTAL
			%	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)	(hab)
	Jaíba	MG	34.3%	-	5,401			
	Janaúba	MG	30.6%	-	2,514			
	Mato Verde*	MG	99.8%	8,979	3,677			
	Monte Azul*	MG	84.9%	10,806	9,872			
	Nova Porteirinha	MG	27.0%	-	861			
	Pai Pedro*	MG	100.0%	1,632	4,346			
	Porteirinha*	MG	80.5%	17,648	15,466			
	Riacho dos Machados	MG	16.4%	-	1,031			
	Serranópolis de Minas*	MG	82.2%	1,752	2,271			
	Verdelândia	MG	22.6%	-	880			
MVG-TB	Gameleiras	MG	5.2%	-	228	27,280	18,243	45,523
	Jaíba*	MG	39.1%	14,641	6,156			
	Janaúba	MG	3.6%	-	300			
	Matias Cardoso	MG	14.6%	-	844			
	Varzelândia*	MG	74.6%	8,516	7,922			
	Verdelândia*	MG	71.5%	4,123	2,793			
AVP	Espinosa*	MG	49.2%	16,997	7,040	23,468	30,617	54,085
	Jacaraci	BA	6.5%	-	683			
	Mamonas*	MG	99.4%	1,816	4,402			
	Monte Azul	MG	15.0%	-	1,739			
	Mortugaba	BA	7.6%	-	636			
	Pindaí	BA	35.3%	-	4,134			
	Sebastião Laranjeiras	BA	13.0%	-	843			
	Urundi*	BA	99.8%	4,655	11,140			
BVP	Espinosa	MG	50.7%	-	7,263	4,199	16,009	20,208
	Gameleiras	MG	23.2%	-	1,016			
	Iuiú	BA	38.6%	-	2,498			
	Palmas de Monte Alto	BA	1.3%	-	184			
	Sebastião Laranjeiras*	BA	77.5%	4,199	5,048			
BVG	Iuiú	BA	26.3%	-	1,700	-	7,190	7,190
	Malhada	BA	16.4%	-	1,614			
	Matias Cardoso	MG	66.8%	-	3,876			

\*Sedes Municipais inseridas nas unidades

Observa-se que a população urbana de Montes Claros está totalmente inserida na unidade AVG (331.990 mil habitantes), já que esta contempla a sede municipal, enquanto sua população rural divide-se entre AVG (7.957 mil habitantes) e MVG-TA (5.039 mil habitantes) de acordo com a área deste município inserida nestas duas unidades.

Os municípios de Ibiracatu, em Minas Gerais, Iuiú, Jacaraci, Malhada, Matias Cardoso, Mortugaba, Palmas de Monte Alto e Pindaí, na Bahia, não possuem áreas urbanas inseridas nos limites da bacia hidrográfica.

A soma das populações rurais e urbanas de cada um dos municípios na bacia e sua correspondente distribuição nas unidades de estudo, resultou na configuração apresentada no Quadro 5.3, onde se pode perceber que as unidades mais populosas estão localizadas na parte sul da bacia. Destaca-se a unidade AVG que concentra quase 48% da população total da bacia (note-se que o território de AVG contempla a sede municipal de Montes Claros que é o município mais populoso da bacia). As unidades MBVG-TB e MBVG-TA, segundo e terceiro lugar na

representação populacional da Bacia, respectivamente, aparecem com 13% e 12% do total.

Importante ressaltar que o mapa contempla apenas a parcela da população do município inserida na bacia, para denotar a localização das concentrações populacionais na bacia.

**Quadro 5.3 – Distribuição da população, nas unidades de estudo, por município inserido na Bacia.**

UF	Município	AVG	MVG-TA	AG	MBG	MVG-TB	AVP	BVP	BVG	TOTAL	
MG	Bocaiúva	648	-	-	-	-	-	-	-	648	
	Capitão Enéas	-	1.4105	-	-	-	-	-	-	14.105	
	Catuti	-	-	-	5.302	-	-	-	-	5.302	
	Espinosa	-	-	-	-	-	2.4037	7.263	-	31.300	
	Francisco Sá	3.309	1.9217	2.299	-	-	-	-	-	24.825	
	Gemeleiras	-	-	-	3.978	228	-	1.016	-	5.222	
	Glaucilândia	2.931	-	-	-	-	-	-	-	2.931	
	Guaraciama	2.989	-	-	-	-	-	-	-	2.989	
	Ibiracatu	-	298	-	-	-	-	-	-	298	
	Jaíba	-	-	-	5.401	20.797	-	-	-	26.198	
	Janaúba	-	3.019	59.551	2.514	300	-	-	-	65.384	
	Juramento	3.945	-	-	-	-	-	-	-	3.945	
	Mamonas	-	-	-	-	-	-	6.218	-	6.218	
	Matias Cardoso	-	-	-	-	-	844	-	-	3.876	4.720
	Mato Verde	-	-	-	12.656	-	-	-	-	-	12.656
	Mirabela	-	12.205	-	-	-	-	-	-	-	12.205
	Monte Azul	-	-	-	20.678	-	-	1.739	-	-	22.417
	Montes Claros	339.947	5.039	-	-	-	-	-	-	-	344.986
	Nova Porteirinha	-	-	6.495	861	-	-	-	-	-	7.356
	Pai Pedro	-	-	-	5.978	-	-	-	-	-	5.978
	Patis	-	5.339	-	-	-	-	-	-	-	5.339
	Porteirinha	-	-	3.745	33.114	-	-	-	-	-	36.859
Riacho dos Machados	-	-	5.384	1.031	-	-	-	-	-	6.415	
São João da Ponte	-	25.923	-	-	-	-	-	-	-	25.923	
Serranópolis de Minas	-	-	-	4.023	-	-	-	-	-	4.023	
Varzelândia	-	1.642	-	-	16.438	-	-	-	-	18.080	
Verdelândia	-	230	-	880	6.916	-	-	-	-	8.026	
BA	Iuiú	-	-	-	-	-	-	2.498	1.700	4.198	
	Jacaraci	-	-	-	-	-	683	-	-	683	
	Malhada	-	-	-	-	-	-	-	1.614	1.614	
	Mortugaba	-	-	-	-	-	636	-	-	635	
	Palmas de Monte Alto	-	-	-	-	-	-	184	-	184	
	Pindaí	-	-	-	-	-	4.134	-	-	4.134	
	Sebastião Laranjeiras	-	-	-	-	-	843	9.247	-	10.090	
	Urandi	-	-	-	-	-	15.795	-	-	15.795	
<b>TOTAL</b>	<b>353.769</b>	<b>87.017</b>	<b>77.474</b>	<b>96.416</b>	<b>45.523</b>	<b>54.085</b>	<b>20.208</b>	<b>7.190</b>	<b>741.681</b>		

**Densidade Demográfica**

A concentração demográfica em cada unidade da bacia está representada no Quadro 5.4. Os dados estimados de população em cada sub-bacia, para o ano de 2007, foram apresentados no item anterior, e as áreas foram obtidas através da segmentação da bacia. A densidade demográfica calculada refere-se à totalidade da Sub-Bacia ( $Pop_{total} / Área_{total}$ ), visto que se trata de um índice unitário, com valor homogêneo para todas as parcelas da unidade de estudo.

**Quadro 5.4 – Densidade Demográfica das Sub-Bacias do Rio Verde Grande.**

Unidade	População Total	Área	Densidade Demográfica
	(hab)	(km <sup>2</sup> )	(hab/km <sup>2</sup> )
Alto Verde Grande	353.769	3.097,75	114
Médio Verde Grande - Trecho Alto	87.017	7.102,22	12
Alto Gortuba	77.474	2.132,87	36
Médio e Baixo Gortuba	96.416	7.715,33	12
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	45.523	3.161,1	14
Alto Verde Pequeno	54.085	2.898,52	19
Baixo Verde Pequeno	20.208	3.367,74	6
Baixo Verde Grande	7.190	1.934,11	4
<b>TOTAL</b>	<b>741.682</b>	<b>31.409,64</b>	<b>24</b>

Este quadro traz um cenário diferente do anterior, pois há neste caso outra variável em consideração além da população, que é a área da sub-bacia. Assim, mesmo respondendo por pouco mais de 7% da população, a unidade AVP tem uma densidade populacional de 19 hab/km<sup>2</sup>, superior às unidades de MVG-TB e MVG-TA que são a segunda e terceira unidades mais populosas respectivamente. AVG, novamente, aparece em destaque neste quadro, com 114 hab/km<sup>2</sup>, seguido de AG (36). Na outra ponta, BVG e BVP são as sub-bacias de menor densidade populacional, com menos de 6 hab/km<sup>2</sup>.

**Urbanização**

Também baseado nas estimativas populacionais descritas anteriormente, para o ano de 2007, o

Quadro 5.5, seguinte, retrata a situação da concentração da população urbana na bacia. O conceito de taxa de urbanização denota a uma unidade com taxa de urbanização superior a 50%, uma população concentrada predominantemente nas cidades (áreas urbanas), em detrimento da zona rural.

A taxa de urbanização da sub-bacia AVG, de 95%, deve-se fundamentalmente à população urbana de Montes Claros com uma população urbana de aproximadamente 345 mil habitantes, correspondente a 47% da população urbana total da bacia. Alto Gorutuba, dentre as unidades da Bacia, tem 83% da população concentrada na área urbana, sendo também superior a taxa de urbanizada da bacia como um todo (74%).

**Quadro 5.5 – Porcentagem de urbanização nas unidades de estudo.**

Sub-Bacia	População			% Urb	%
	Urbana	Rural	Total		
	(hab)	(hab)	(hab)		
Alto Verde Grande	337.150	16.619	353.769	95%	<b>48%</b>
Médio Verde Grande - Trecho Alto	44.251	42.766	87.017	51%	<b>12%</b>
Alto Gorutuba	64.415	13.059	77.474	83%	<b>10%</b>
Médio e Baixo Gorutuba	44.546	51.870	96.416	46%	<b>13%</b>
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	27.280	18.243	45.523	60%	<b>6%</b>
Alto Verde Pequeno	23.468	30.617	54.085	43%	<b>7%</b>
Baixo Verde Pequeno	4.199	16.009	20.208	21%	<b>3%</b>
Baixo Verde Grande	-	7.190	7.190	0%	<b>1%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>545.309</b>	<b>196.373</b>	<b>741.682</b>	<b>74%</b>	<b>-</b>

Importante frisar que a representação do referido quadro é para a parcela do município pertencente à bacia, ou seja, nos casos onde a área urbana do município estiver localizada fora da delimitação da bacia do rio Verde Grande, a parcela de população urbana correspondente não está computada, o que pode causar disparidades quando comparados com o município em sua totalidade. Entretanto, conforme já comentado, a intenção é retratar a situação demográfica dentro do limite da bacia, considerando como unidade de análise cada uma das sub-bacias.

### 5.3. ATIVIDADES ECONÔMICAS E POLARIZAÇÃO REGIONAL

Este item será complementado na versão final do Diagnóstico, abordando além da atividade de mineração, apresentada a seguir, as demais atividades econômicas desenvolvidas na bacia, bem como a questão da polarização regional.

A abordagem sobre a potencialidade mineral da bacia do rio Verde Grande neste estudo contempla uma discussão sobre os principais bens minerais ocorrentes na bacia e uma avaliação sobre as diversas fases dos processos minerários protocolados junto ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, o que permite uma análise sobre o estágio atual de conhecimento e/ou exploração dos depósitos minerais.

#### 5.3.1. Principais Recursos Minerais na Bacia do Rio Verde Grande

Os principais bens minerais encontrados na bacia do rio Verde Grande são o calcário, o manganês, o ouro, a argila empregada na indústria cimenteira e aquelas substâncias com emprego direto na construção civil (areia, argila e cascalho). Completam o quadro mineral da bacia ocorrências de fluorita, de diversos metais (ferro, zinco, chumbo, cobre e vanádio) e de rochas fosfatadas.

A seguir é apresentada uma síntese descritiva dos recursos minerais ocorrentes na bacia do rio Verde Grande.

##### a) Calcário

O calcário ocorrente na bacia do rio Verde Grande está associado às Formações Sete Lagoas e Lagoa do Jacaré, sendo utilizado na indústria cimenteira, na construção civil (pedra britada) e na correção de solos. As principais jazidas se encontram nos municípios mineiros de Montes Claros, Janaúba, Janaúria e Jaíba e no município baiano de Luiú.

Na região de Montes Claros, a indústria cimenteira lava o calcário no segundo nível da Formação Lagoa do Jacaré, onde também ocorrem pelitos e lentes de dolomitos. A Lafarge do Brasil S.A. é a principal empresa cimenteira atuante na região. Ainda, na região de Montes Claros destaca-se a produção de pedra britada utilizada para lastros de ferrovia e agregados para construção civil, areia artificial de calcário para argamassas e pó para corretivo de solos. Na região de Janaúba também se verifica produção de brita e pedra para construção civil.

A produção de calcário para fins de correção de solos vem sendo explorada por diversas empresas na bacia do rio Verde Grande. Como exemplo, tem-se a Construtora Pavisan Ltda., produtora de agregados para a construção e pó calcário para corretivo de solo. Essa empresa, no momento, está expandindo sua produção de 6 mil para 10 mil toneladas/mês de pó de calcário para corretivo de solo. A unidade produtiva da Pavisan se localiza em Montes Claros.

No Quadro 5.6 são apresentadas as reservas de calcário na bacia do rio Verde Grande conforme dados do Anuário Mineral Brasileiro – 2006.

**Quadro 5.6** – Reservas de calcário na bacia do rio Verde Grande

MUNICÍPIO	MEDIDA (t)	INDICADA (t)	INFERIDA (t)	LAVRÁVEL (t)
Jaíba	75.007.487	52.312.400	25.450.500	127.319.887
Montes Claros	294.705.806	96.373.855	203.762.297	234.779.132
Sebastião Laranjeiras	39.060.706	71.196.000	-	39.060.706

## b) Ouro

As ocorrências de ouro na bacia do rio Verde Grande estão associadas à Seqüência Metavulcanossedimentar Riacho dos Machados. O depósito de ouro denominado Ouro Fino, localizado no município de Riacho dos Machados, foi lavrado em mina de superfície pela Companhia Vale do Rio Doce, apresentando estimativas de reservas em 3 Mt de minério, com teor médio de 2,2 g/t Au. As atividades de lavra nesse depósito foram suspensas pela referida empresa.

O depósito Ouro Fino se encontra na unidade de xistos aluminosos e quartzo feldspáticos da referida seqüência metavulcanossedimentar (FONSECA et al., 1993<sup>40</sup>; LOBATO & PEDROSA-SOARES, 1993<sup>41</sup>). A mineralização aurífera nos xistos está intensamente hidrotermalizada ao longo de zonas de cisalhamentos

<sup>40</sup> Fonseca, E. 1993. Depósito Aurífero de Riacho dos Machados, Norte de Minas Gerais: Hidrotermalismo, Deformação e Mineralização Associada. Tese de Mestrado - IGC-UFMG, Belo Horizonte, 179 p.

<sup>41</sup> Lobato, L. M.; Pedrosa-Soares, A. C. 1993. Síntese dos Recursos Minerais do Cráton do São Francisco e Faixas Marginais em Minas Gerais. GEONOMOS, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 51-64

dúcteis, com orientação N20E/45SE, as quais controlam a distribuição deste minério (FONSECA & LOBATO, 1991<sup>42</sup>). Os corpos de interesse para a mineração – com mais de 2 ppm Au – estão orientados segundo a lineação 140/38, onde apresentam associação com quartzo e diversos sulfetos de origem metamórfica. O ouro nestes corpos apresenta-se na forma de grãos muitos finos (aproximadamente 400 mesh), distribuídos ao longo dos veios de quartzo cristalizados.

### **c) Argila, areia, cascalho e pedra britada**

Areia, brita, argila e cascalho são substâncias minerais comumente cobiçadas nas proximidades de centros urbanos, tendo em vista suas necessidades de edificações de moradias e de obras de infra-estrutura, dentre outras demandas. A escassez desses bens minerais e o distanciamento das áreas de produção levam a uma elevação dos custos do produto e a um acirramento na demanda pelos mesmos. Esta pressão para obtenção desses materiais construtivos não é observada na bacia do rio Verde Grande devido à grande oferta deste bem mineral.

As demandas regionais por areia e cascalho são atendidas a partir dos depósitos ocorrentes nas planícies aluvionares, como aqueles ocorrentes ao longo das calhas dos rios Verde Grande e Gorutuba. Como será visto no item seguinte, a exploração legal dessas substâncias minerais de emprego direto na construção civil é feita sob o regime de Licenciamento, titulação concedida pelas Prefeituras Municipais e registrada no Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Assim, são verificados Licenciamentos para a extração de areia nos municípios de Francisco Sá, Janaúba, Mirabela e Porteirinha.

Para a extração de argila são verificados Licenciamentos nos municípios de Montes Claros, Porteirinha e Nova Porteirinha. Além do uso da argila na indústria cerâmica, esse bem mineral também é empregado na indústria cimenteira implantada no município de Montes Claros. Para este fim industrial, a extração de argila é feita sob o regime de Concessão de Lavra. Conforme dados do Anuário Mineral Brasileiro – 2006, as reservas lavráveis de argila no município de Montes Claros totalizam cerca de 20.563.823 toneladas.

A brita é obtida pela cominuição de rochas calcárias ocorrentes na bacia. Licenciamentos para a produção de brita são verificados nos municípios de Montes Claros, Janaúba, Matias Cardoso e Mirabela.

A cidade de Montes Claros, por ser um centro urbano em crescente expansão, com características de polo regional, é o principal consumidor desses bens mineral de emprego direto na construção civil. A cidade de Janaúba também se destaca pela apropriação da argila na indústria de cerâmica vermelha.

### **d) Manganês**

Depósitos de manganês são verificados no município baiano de Urandi. RIBEIRO

---

<sup>42</sup> Fonseca, E.; LOBATO, L. M. 1991. Metamorfismo e Alteração Hidrotermal da Seqüência de Ouro Fino, Riacho dos Machados, MG. Simp. Geol. Minas Gerais, 6, Anais (Rev. Esc. Minas, Ano 56, Vol. 45, 01/02, 1992), p. 176-178.

FILHO (1974)<sup>43</sup> avalia que o minério da mina de Pedra Preta apresenta teores variando entre 45 a 53% de Mn. Este depósito tem sua gênese ligada ao metamorfismo regional sobre os sedimentos singenéticos ricos em óxidos de manganês.

No Anuário Mineral Brasileiro – 2006 não são referenciadas reservas de manganês no município de Urandi, no entanto, é creditada ao município vizinho de Licínio de Almeida, situado em área limítrofe à bacia do rio Verde Grande, uma reserva lavrável de 48.259 toneladas de minério com teor de 40,04% de Mn. O Anuário Mineral também credita ao município mineiro de Riacho dos Machados uma reserva lavrável de 6.529 toneladas de minério com 34,81% de Mn

#### **e) Quartzo**

Este mineral ocorre de forma difusa em toda bacia, mas com uma concentração maior na borda leste, onde as ocorrências estão relacionadas ao Supergrupo Espinhaço. Nessa região são verificados depósitos associados a zonas de falhas que cortam as unidades do referido supergrupo. O quartzo ocorre, comumente, na forma de veios, ganhando importância econômica aquele com características hialinas devido ao seu emprego na indústria eletro-eletrônica.

#### **f) Zinco, chumbo e cobre**

A principal ocorrência zinco e chumbo localiza-se na região de Porteirinha-MG, no denominado Depósito Salobro ( CROCCO et al., 2006<sup>44</sup>). Este depósito foi investigado no âmbito de um programa nacional de prospecção de ouro e metais base executado pela Companhia Vale do Rio Doce.

As mineralizações de zinco e chumbo estão associadas à Seqüência Metavulcanossedimentar Riacho dos Machados, ocorrem nas camadas de metachert e são do tipo *stratabound*. Investigações geológicas definiram os recursos em 8 Mt com teores de 7% de Zn e Pb. Esfalerita e galena são os minerais econômicos, ambos apresentando granulometria grossa devido ao metamorfismo regional. O teor de ferro da esfalerita varia entre 2,4% e 7,9%. A ganga do minério é composta principalmente por quartzo, anfibólio e magnetita. Pirita e pirrotita estão presentes disseminadas no minério e em vários corpos maciços e espessos.

Apesar de tratar-se de um depósito de dimensões reduzidas, o Salobro apresenta características competitivas e favoráveis à sua exploração. No contexto mundial, o depósito de zinco e chumbo do Salobro se enquadra como um depósito de pequeno porte, com cerca de 500.000 t de metal contido.

Outros estudos também citam a ocorrência de Pb e Zn nas rochas sedimentares do Grupo Bambuí, neste caso os depósitos são tipo Mississippi Valley. CPRM (2004)<sup>45</sup>

---

<sup>43</sup> Ribeiro Filho, E. 1974. Geologia da mina de manganês Pedra Preta, Urandi, Bahia. Boletim IG-USP, v. 5, p. 47 - 55

<sup>44</sup> Crocco, F. A.; Abreu, F. R. de; Teixeira, N.; Cançado, F. L. L.; Maciel, J. D.; Sena, F.; Ramos, M. M. 2006. Mineralizações de zinco e chumbo do depósito Salobro, Porteirinha (MG). Revista Brasileira de Geociências Vol. 25, n. 3 (359 - 378).

<sup>45</sup> BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. 2004. Projeto Geologia, Tectônica e Recursos Minerais: Sistema de Informações Geográficas – SIG e Mapas na escala 1:2.500.000. Em CD-ROM. Brasília

informa uma ocorrência de cobre na localidade de Landinho, município de Monte Azul-MG.

### **g) Minério de Ferro**

A Companhia Vale do Rio Doce avaliou na região de Porteirinha-MG depósitos de minério de ferro com reservas medidas da ordem de 650 Mt, com teores entre 40 e 60% de Fe. Estes depósitos estão associados aos diamictitos hematíticos do Grupo Macaúbas. O minério é constituído de hematita fina, geralmente lamelar. A sua gênese está ligada a uma natureza sedimentar-exalativa relacionada à abertura do rifte Macaúbas, com idades aproximadas de 900 Ma. Na região de Urandi-BA ocorrem depósitos relacionados as seqüências metavulcanossedimentares, que recentemente foram calculados em 300 Ma toneladas de Fe.

Observa-se atualmente na bacia do rio Verde Grande um interesse na pesquisa por depósitos de minério de ferro. Nos municípios de Espinosa-MG, Urandi-BA e Sebastião Laranjeiras- BA, situado na porção norte da bacia, são verificadas dezenas de Autorizações de Pesquisa para minério de ferro.

### **h) Fluorita**

A fluorita está relacionada as rochas metassedimentares do Grupo Bambuí, mais precisamente às lentes e bolsões cársticos intraestratificados em rochas dolomíticas (DARDENE, 1988<sup>46</sup>). A gênese da fluorita estaria relacionada à percolação de fluídos após a litificação das rochas encaixantes carbonáticas, a qual ocorreu em ambiente de mar aberto gerando condições redutoras, estas criaram um ambiente propício para deposição dos sulfetos e a fluorita. CPRM (2004) indica uma ocorrência de fluorita no município de Iuiú-BA, situado no extremo norte da bacia.

A fluorita quando em contato com águas subterrâneas ou meteóricas reage liberando íons de flúor nas águas, podendo ocasionar a fluorose, ou seja, distúrbios na formação dentária da população, como constatado em estudos realizados no município de Jaíba-MG.

## **5.3.2. Situação Geral dos Processos Minerários**

O levantamento dos processos minerários localizados na bacia do rio Verde Grande foi realizado a partir da consulta ao banco de dados SIGMINE, do Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM, realizada em 10/05/2009. Numa primeira análise os processos de diretos minerários foram classificados por fase tomando por base a metodologia adotada pelo DNPM, ou seja, considerando as fases de tramitação processual.

Numa segunda fase foram agrupados os processos minerários que, no momento da pesquisa, encontravam-se em fase de lavra, ou seja, que estão em fase de

---

<sup>46</sup> Dardene, M.A. 1988. Geologia do Chumbo e Zinco. In: Schobbenhauss, C. Coelho, C. E. S. (eds). Principais Depósitos Minerários do Brasil: Metais Básicos Não-Ferrosos, Ouro e Alumínio. Brasília, DNPM/CVRD, v.2, p.275-306

aproveitamento industrial, constituindo-se numa atividade econômica.

Conforme dados do cadastro SIGMINE, na bacia do rio Verde Grande foram levantados os registros de 544 processos minerários. O Quadro 5.7 mostra a totalização dos processos de direitos minerários agrupados por fase processual, conforme classificação do DNPM.

**Quadro 5.7 – Relação de Processos Minerários Classificados por fase de Tramitação no DNPM**

Fase do processo	Minas Gerais	Bahia	TOTAL
Concessão de Lavra	15	3	18
Licenciamento	24	-	24
Autorização de Pesquisa	193	126	319
Requerimento de Lavra	7	-	7
Requerimento de Licenciamento	3	-	3
Requerimento de Pesquisa	110	22	132
Requerimento de Registro de Extração	8	-	8
Disponibilidade	8	25	33
<b>TOTAL</b>	<b>368</b>	<b>176</b>	<b>544</b>

Os processos minerários mostram a tendência mineral da região e em que fase os trabalhos referentes àquele bem mineral estão se desenvolvendo. A seguir, são especificadas as características básicas das diversas fases dos processos minerários e apresentadas suas distribuições na bacia e as substâncias minerais de interesse.

*Concessão de Lavra:* a Portaria de Lavra é o documento emitido pelo Ministro das Minas e Energia. Na área em estudo o maior número de Portarias de Lavras foi outorgado para o aproveitamento de argila (10 títulos minerários), seguido pelo calcário (5 títulos) e do ouro, manganês e areia (com um título cada).

O Quadro 5.8 apresenta a distribuição das Concessões de Lavra pelos municípios da bacia.

**Quadro 5.8 – Distribuição das Concessões de Lavra por Município**

Substância Mineral	Municípios		Total
	MG	BA	
Areia	Montes Claros (1)	-	1
Argila	Montes Claros (9)	-	9
Argila refratária	Montes Claros (1)	-	1
Calcário	Montes Claros (3)	Iuiú (2)	5
Manganês	-	Urundi (1)	1
Ouro	Riacho dos Machados (1)	-	1
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>3</b>	<b>18</b>

São também verificados na parte mineira da bacia do rio Verde Grande sete Requerimentos de Lavra, tipo de solicitação que antecede a outorga da Concessão de Lavra. Esses requerimentos são para a lavra de manganês em Riacho dos

Machados, quartzo em Monte Azul, areia para fundição em Janaúba, argila em Francisco Sá e calcário em Montes Claros (2) e Capitão Enéas (1).

*Licenciamento Mineral:* este é um tipo de aproveitamento de substância mineral cujo processo é simplificado e se aplica exclusivamente a substâncias de emprego direto na construção civil (areia, argila, cascalho, pedra britada, entre outras), além de argila para emprego em cerâmica vermelha e calcário para corretivo do solo. Nesta classe existem ativos 24 processos na bacia, todos eles no Estado de Minas Gerais, sendo 12 para areia, 8 para argila e 4 para calcário.

O Quadro 5.9 apresenta a distribuição dos Licenciamentos pelos municípios da bacia.

**Quadro 5.9 – Distribuição dos Licenciamentos por Municípios**

Substância Mineral	MUNICÍPIOS		Total
	MG	BA	
Areia	Francisco Sá (2) Janaúba (2) Mirabela (7) Porteirinha (1)	-	12
Argila	Montes Claros (5) Nova Porteirinha (1) Porteirinha (2)	-	8
Calcário	Janaúba (1) Matias Cardoso (1) Mirabela (1) Montes Claros (1)	-	4
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>24</b>

São também verificados na parte mineira da bacia do rio Verde Grande três Requerimentos de Licenciamento, procedimento prévio à extração mineral no regime de licenciamento. Trata-se de 2 requerimentos para areia nos municípios de Janaúba e Nova Porteirinha e um requerimento para a lavra de argila em Montes Claros.

*Autorização de Pesquisa:* representa a autorização que permite o titular a realizar trabalhos geológicos buscando a definição de uma jazida mineral. Nesta fase desenvolvem-se trabalhos de pesquisa geológica visando quantificar, qualificar, localizar espacialmente um jazimento mineral, além de comprovar a pré-viabilidade econômica de sua exploração. Na área da bacia do rio Verde Grande, na data de 10/05/2009, existia no SIGMINE um total de 319 Autorizações de Pesquisa, sendo que 193 estão localizados no Estado de Minas Gerais e 126 na Bahia. Ressalta-se que alguns alvarás abrangem áreas contíguas dos Estados de Minas Gerais e da Bahia, sendo os mesmos, no âmbito deste estudo, relacionados ao estado onde apresentam maior extensão.

Conforme pode ser observado no Quadro 5.10, 151 Autorizações de Pesquisa, representando 47,5% do número de alvarás da bacia, tem o objetivo de pesquisar minério de ferro. Os metais cobre, zinco, níquel e chumbo representam 22,5% do

total de Autorizações de Pesquisa verificados na bacia. Observa-se, ainda, que os municípios de Espinosa, Urandi, Sebastião Laranjeiras e Pindaí, situados no extremo nordeste da bacia, congregam 53,4% dos títulos de Autorização de Pesquisa abrangidos pela área em foco.

São também verificados na bacia do rio Verde Grande 132 Requerimentos de Pesquisa, solicitação que antecede a obtenção do título de Autorização de Pesquisa. Esses requerimentos são para bens minerais diversos, destacando-se os minérios de ferro, com 46,6% do total de requerimentos, e de zinco, com 20,3%. Esses requerimentos abrangem em sua maioria os municípios das regiões norte e oeste da bacia.

*Registro de Extração:* esse regime especial de exploração mineral se aplica às substâncias minerais de uso direto na construção civil, para uso exclusivo em obras públicas quando executadas por órgãos da administração direta e autárquica da União, dos Estados e Municípios. Na pesquisa realizada no SigMine do DNPM não foram constatados processos referentes à fase de Registro de Extração ao longo da bacia do rio Verde Grande, sendo, no entanto, verificados processos na fase de Requerimento de Registro de Extração, sendo sete para a lavra de cascalho nos municípios de Monte Azul, Gameleiras, Riacho dos Machados e Porteirinha-MG, e um para a exploração de pedreira para produção de brita no município de Monte Azul-MG. Esses requerimentos foram apresentados pelo Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais e pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba.

Por fim, conforme observado no Quadro 5.7, na bacia do rio Verde Grande estão incluídas 33 áreas que se encontram na situação de “Disponibilidade”, que são áreas desoneradas de requerimento ou titulação pelo DNPM e que estão à disposição, por um prazo de 60 dias a contar da publicação de Edital no D.O.U., para requerimentos de terceiros interessados na nova titulação para a pesquisa ou lavra. A maioria das áreas na situação de “Disponibilidade” está localizada no município de Urandi-BA (19 áreas).

Quadro 5.10 – Distribuição das Autorizações de Pesquisa por Substância Mineral e Municípios

Municípios	Substâncias Minerais																		Total
	Água Mineral	Areia	Argila	Calcário	Chumbo	Cobre	Diamante	Ferro	Fosfato	Granito	Magnésia	Mangânes	Mármore	Níquel	Ouro	Quartzo	Vanádio	Zinco	
Espinosa						3		34		4		2			2	1		6	52
Francisco Sá		4						1							2	11			18
Iuiú					1				3	1			2						7
Jacaraci								4		1							1		6
Janaúba		1		2				9										12	24
Malhada									2										2
Mato Verde						5		8								2			15
Mirabela			1																1
Monte Azul						1		8				1				1			11
Montes Claros		1		7											1				9
Mortugaba								2											2
Pindaí								14						2					16
Porteirinha						7	1	4		1		1			7	4		6	31
Riacho dos Machados						2		1							10	1		3	17
São João da Ponte	1			2															3
Sebastião Laranjeiras						6		30		2									38
Urandi						11		36		3	1	9						5	65
Verdelândia						2													2
<b>Total</b>	1	6	1	11	1	37	1	151	5	12	1	13	2	2	22	20	1	32	319

### **5.3.3. Processos Minerários em Fase de Lavra**

A relação dos processos minerários na bacia do rio Verde Grande que se encontram na fase de lavra, ou seja, classificados pelo DNPM em Concessão de Lavra e Licenciamento, é apresentada no Quadro 5.11.

Montes Claros é o município com maior número de áreas em fase de lavra, abrangendo 14 Concessões de Lavra e 6 Licenciamentos. Os principais alvos dessas Concessões de Lavra são o calcário e a argila empregados na indústria cimenteira local, destacando-se as atividades da Lafarge do Brasil S.A. Os Licenciamentos visam a produção de areia, argila e brita de calcário para emprego direto na construção civil.

A Companhia Vale do Rio Doce é titular da única Concessão de Lavra para minério de ouro verificada na bacia do rio Verde Grande. Essa área está localizada no município de Riacho dos Machados, estando com as atividades de lavra suspensas. No município de Urandi é verificada uma Concessão de Lavra para manganês, sendo a lavra empreendida pela Mineração Urandi S.A.

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

Contrato N° 031/ANA/2008

Quadro 5.11 – Relação dos Processos em Fase de Lavra.

Continua

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância Mineral	Município	UF
6843/1966	4,73	Concessão de Lavra	Mineração Urandi SA	Manganês	Urandi	BA
807738/1976	609,50	Concessão de Lavra	Carbonal Carbonato de Cálcio Natural Ltda.	Calcário	Iuiú	BA
807739/1976	776,27	Concessão de Lavra	Carbonal Carbonato de Cálcio Natural Ltda.	Calcário	Iuiú	BA
7914/1964	111,50	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
806656/1975	55,45	Concessão de Lavra	Construtora Pavisan Ltda.	Calcário	Montes Claros	MG
808912/1976	207,00	Concessão de Lavra	Sobrita Indústrica e Comércio Ltda.	Calcário	Montes Claros	MG
816483/1969	101,54	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
830018/1992	500,02	Concessão de Lavra	Cros Mineração Ltda.	Calcário	Montes Claros	MG
830713/1994	132,00	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831005/1982	1000,00	Concessão de Lavra	Companhia Vale do Rio Doce	Ouro	Riacho dos Machados	MG
831062/1986	342,26	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831130/1982	273,21	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831304/1980	463,57	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831305/1980	493,00	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831306/1980	384,23	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
831416/1983	730,00	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila	Montes Claros	MG
832244/1994	289,00	Concessão de Lavra	Lafarge Brasil SA	Argila refratária	Montes Claros	MG
838047/1994	50,00	Concessão de Lavra	Areieira Sobrita Ltda.	Areia	Montes Claros	MG
803266/1978	5,38	Licenciamento	Vicente Rodrigues Costa – Firma Individual	Areia	Janauba	MG
830132/2001	18,11	Licenciamento	Mauro Mendes Cardoso	Areia	Mirabela	MG
830727/2006	50,00	Licenciamento	Caires e Dias Exploração e Comercio de Areia Ltda.	Areia	Janauba	MG
830931/1990	20,00	Licenciamento	Cerâmica Montezuma Ltda.	Argila	Montes Claros	MG
831157/1985	49,98	Licenciamento	Pedramontes Indústrica e Comércio Ltda.	Calcário	Montes Claros	MG

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

Contrato N° 031/ANA/2008

Processo	Área (ha)	Fase	Titular	Substância Mineral	Município	UF
831495/2000	32,20	Licenciamento	Jaime Mendes de Oliveira	Areia	Mirabela	MG
831527/2007	50,00	Licenciamento	Construbrita Ltda.	Calcário	Matias Cardoso	MG
831547/1999	49,98	Licenciamento	João Pedro Vieira Cavalcante	Areia	Mirabela	MG
831589/2006	15,77	Licenciamento	Areieira Rio Landim Ltda.	Areia	Francisco Sá	MG
831837/2000	31,25	Licenciamento	Cerâmica Colonial Indústria e Comércio Ltda	Argila	Montes Claros	MG
831870/1999	34,14	Licenciamento	Maria de Jesus Rodrigues Pereira	Areia	Mirabela	MG
831896/1999	49,98	Licenciamento	Luiz Carlos Fiuza de Souza	Areia	Mirabela	MG
831923/1998	10,01	Licenciamento	Indústria e Comércio Cerâmica Bela Vista Ltda.	Areia	Mirabela	MG
831925/2003	49,56	Licenciamento	Figueiredo e Botelho Ltda.	Calcário	Mirabela	MG
832056/1999	29,40	Licenciamento	Via Consultoria de Engenharia Ltda.	Areia	Mirabela	MG
832234/2005	49,18	Licenciamento	Mineração Urandi SA	Areia	Francisco Sá	MG
832433/2005	3,00	Licenciamento	Cerâmica Rio Verde Indústria e Comércio Ltda	Argila	Montes Claros	MG
832887/2007	16,07	Licenciamento	Cerâmica Dr. Cloves Ltda.	Argila	Porteirinha	MG
833344/2006	50,00	Licenciamento	Cerâmica Gorutuba Ltda	Argila	Porteirinha	MG
833345/2006	49,94	Licenciamento	Cerâmica Gorutuba Ltda	Argila	Nova Porteirinha	MG
833525/2004	49,98	Licenciamento	Indústria e Comércio de Móveis Verdiana Ltda	Argila	Montes Claros	MG
833830/2006	0,43	Licenciamento	Cerâmica Cowan Ltda.	Argila	Montes Claros	MG
834179/2007	1,10	Licenciamento	Martins e Morais Materiais de Construção Ltda.	Areia	Porteirinha	MG
835033/1995	23,05	Licenciamento	Pedreira Aliança Ltda.	Calcário	Janaúba	MG

5.4. ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS RELATIVOS À GESTÃO AMBIENTAL E DE RECURSOS HIDRÍCOS

(Item em elaboração)

5.5. ASPECTOS SOCIOCULTURAIS E IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS SUJEITOS SOCIAIS ESTRATÉGICOS

(Item em elaboração)

5.6. LEVANTAMENTO DE PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS EM IMPLANTAÇÃO

(Item em elaboração)

5.7. CARACTERIZAÇÃO DA POLÍTICA E ESTRUTURA URBANA

(Item em elaboração)

## **6. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**

## **6. SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS – ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS**

### **6.1. DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS**

#### **6.1.1. Águas Superficiais**

##### *6.1.1.1. Aspectos Quantitativos das Águas Superficiais*

(Item em elaboração)

##### *6.1.1.2. Aspectos Qualitativos das Águas Superficiais*

A caracterização qualitativa das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Verde Grande fundamentou-se, sobretudo, nos dados da rede básica de qualidade da água do Estado de Minas Gerais operada de forma sistemática desde 1997 pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM, por meio do projeto Águas de Minas.

Adicionalmente foram analisados os resultados de duas redes dirigidas, sendo uma associada ao Projeto Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas das Sub-bacias dos Rios Verde Grande, Pacuí-Riachão e Jequitaí na Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais, executado por meio de convênio de cooperação técnica firmado entre a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF e o IGAM, no âmbito do Programa do Governo Federal de Revitalização de Bacias Hidrográficas em Situação de Vulnerabilidade Ambiental – São Francisco. A outra rede dirigida refere-se ao Projeto Estruturador da Bacia do Rio São Francisco, conduzido pelo IGAM na área de abrangência do Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros.

No monitoramento das redes dirigidas também foram avaliados os sedimentos de fundo dos cursos de água quanto às suas características químicas. O conhecimento da composição dos sedimentos tem sido cada vez mais utilizado em estudos de avaliação da qualidade de água, por retratar condições históricas da influência da ação do homem sobre os ecossistemas aquáticos, que nem sempre são detectáveis pelo uso de variáveis da água.

Com relação às águas subterrâneas, a avaliação englobou os dados da rede piloto de monitoramento das águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais, desenvolvida no âmbito do citado convênio. Foram considerados ainda os resultados do trabalho do IGAM, Aperfeiçoamento do Estudo da Qualidade das Águas Subterrâneas nos municípios de Jaíba, Varzelândia, e Verdelândia / Bacia do Rio São Francisco. Ademais, para aperfeiçoar o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas foi consultado o projeto de pesquisa “Processos geradores de concentração anômala de fluoreto na água subterrânea em região semi-árida: estudo de caso em aquífero cárstico-fissural do Grupo Bambuí nos municípios de Verdelândia, Varzelândia e Jaíba, Minas Gerais”. Esse estudo foi executado pela

Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN e Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, tendo sido concluído em fevereiro de 2009.

Os ensaios laboratoriais dos trabalhos de monitoramento desenvolvidos pelo IGAM são realizados por laboratório público terceirizado, da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, que também efetua as amostragens das águas superficiais. O IGAM é responsável pelas coletas de águas subterrâneas. Nas coletas são adotadas as técnicas de amostragem e preservação especificadas na Norma NBR 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou os métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wasterwater* APHA-AWWAWPCF, última edição. As amostras em ambiente lótico são do tipo simples, de superfície, colhidas preferencialmente no perfil principal do curso de água.

Na parte baiana da bacia do rio Verde Grande não foram obtidos dados de qualidade de águas superficiais e subterrâneas e de sedimentos.

### **Aspectos Metodológicos**

O Quadro 6.1 especifica as bases de dados de qualidade de águas superficiais utilizadas na presente avaliação, disponibilizadas pelo IGAM, considerando-se a rede básica e duas redes dirigidas. A localização das estações de amostragem dessas redes é indicada na Figura 6.1 e as suas descrições são apresentadas nos Quadros 6.2, 6.3 e 6.4.

**Quadro 6.1 – Redes de monitoramento da qualidade das águas superficiais avaliadas na parte mineira da bacia do rio Verde Grande**

<b>Rede de Monitoramento</b>	<b>Período de Dados</b>	<b>Nº de Estações</b>	<b>Frequência / Nº de Campanhas</b>
Rede básica do IGAM – Projeto Águas de Minas	Outubro de 1997 a Dezembro de 2008	7	Trimestral 46 campanhas
Rede dirigida do convênio CODEVASF/IGAM	Março a Dezembro de 2005	34	Trimestral 4 campanhas
Rede dirigida do IGAM na área do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros	Junho de 2006 a Dezembro de 2008	9	Trimestral 11 campanhas

**Quadro 6.2 – Estações de amostragem da qualidade das águas superficiais Bacia do rio Verde Grande - Rede básica do projeto Águas de Minas**

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
VG001	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Glaucilândia	Classe 1	8144131	639523
VG003	Rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros	Classe 2	8163745	634169
VG004	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Capitão Enéas	Classe 2	8210511	631073
VG005	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba	Classe 2	8302800	641689
VG007	Rio Gortuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG	Classe 2	8258325	681035
VG009	Rio Gortuba a montante da confluência com o rio Pacuí	Classe 2	8315169	679901
VG011	Rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Gortuba	Classe 2	8349206	661123

Fonte: IGAM, 2008

**Quadro 6.3– Estações de amostragem da qualidade das águas superficiais: Bacia do rio Verde Grande - Rede dirigida do convênio CODEVASF/IGAM**

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
SFC240	Rio São Francisco a montante da foz do rio Verde Grande	Classe 2	8368559	614033
SFC050/VG001	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Glaucilândia	Classe 1	8144131	639523
SFC055/VG003	Rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros	Classe 2	8163745	634169
SFC060	Rio São Domingos a montante da barragem São Domingos, em Francisco Sá	Classe 2	8174663	665709
SFC065	Barragem São Domingos, corpo da barragem, em Francisco Sá	Classe 2	8176080	665442
SFC075/VG004	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Capitão Enéas	Classe 2	8210511	631073

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
SFC085	Barragem Canabrava, corpo da barragem, no povoado de Canabrava, em Francisco Sá	Classe 2	8192950	670352
SFC090	Córrego Canabrava a jusante da barragem Canabrava, no povoado de Canabrava, município de Francisco Sá	Classe 2	8193931	668997
SFC100	Barragem Pedro Jú, em Francisco Sá	Classe 2	8207480	669005
SFC105	Rio Poções a jusante da barragem Pedro Jú, em Francisco Sá	Classe 2	8207942	668336
SFC107/SFJ22	Rio Verde Grande a montante da cidade de Verdelândia	Classe 2	8259682	651497
SFC110/VG005	Rio Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba	Classe 2	8302800	641689
SFC115	Rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra, na localidade de Barreiro da Raiz, município de Janaúba	Classe 2	8222858	686693
SFC120 *	Barragem Bico da Pedra, estação próxima à captação e ao barramento	Classe 2	8249509	686807
SFC125 *	Barragem Bico da Pedra, estação próxima à ao Clube Pedra dos Sonhos	Classe 2	8242413	692149
SFC130 *	Barragem Bico da Pedra, na entrada do braço do rio Mocó	Classe 2	8247495	692273
SFC135 *	Barragem Bico da Pedra, na entrada do braço do córrego Confisco	Classe 2	8247495	692273
SFC140 *	Barragem Bico da Pedra, na entrada do braço do rio Gorutuba	Classe 2	8239126	690679
SFC145	Rio Gorutuba, à aproximadamente 250m após o barramento do	Classe 2	8249119	685919

<b>Código</b>	<b>Descrição</b>	<b>Enquadramento</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
	Bico da Pedra			
SFC150	Rio Gorutuba à montante da barragem da ASSIEG	Classe 2	8257345	681652
SFC155	Barragem da ASSIEG, corpo da barragem, no município de Janaúba	Classe 2	8258144	681140
SFC160/VG007	Rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG, município de Janaúba	Classe 2	8258325	681035
SFC161	Lagoa Grande - Lagoa marginal ao rio Gorutuba, em sua margem esquerda, próxima ao distrito de irrigação	Classe 2	8263029	681091
SFC165	Rio Gorutuba a jusante da confluência com o rio Mosquito	Classe 2	8275592	685196
SFC185	Rio Mosquito próximo a sua foz no rio Gorutuba, em Nova Porteirinha	Classe 2	8267886	685219
SFC190/VG009	Rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí, município de Jaíba	Classe 2	8315169	679901
SFC200	Rio Serra Branca a jusante da barragem Serra Branca	Classe 2	8265142	729365
SFC205	Rio Lajes a montante da barragem das Lajes	Classe 2	8273271	729458
SFC210	Barragem das Lajes, corpo da barragem	Classe 2	8274132	728508
SFC215	Rio Lajes a jusante da barragem das Lajes	Classe 2	8274455	728136
SFC225	Barragem Gameleira, corpo da barragem	Classe 2	8333581	704148
SFC230	Rio Gameleira a jusante da barragem Gameleira, em Gameleiras	Classe 2	8333600	703951
SFC235/VG011	Rio Verde Grande a jusante da confluência	Classe 2	8349206	661123

Código	Descrição	Enquadramento	Latitude	Longitude
	com o rio Gorutuba			
SFC245	Rio São Francisco a jusante da foz do rio Verde Grande	Classe 2	8368559	614033

Fonte: IGAM, 2008

\* Amostragens em duas profundidades, na metade da zona fótica e a 1,0 m do fundo

**Quadro 6.4 – Estações de amostragem da qualidade das águas superficiais: Bacia do rio Verde Grande - Rede dirigida na área do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

Código	Descrição	Enquadramento	Latitude	Longitude
SFJ15	Rio Caititu a montante do rio Verde Grande	Classe 2	8173021	640808
SFJ16	Rio Verde Grande a jusante do rio Caititu	Classe 2	8192987	629985
SFJ17	Rio Suçuapara a montante do rio Verde Grande	Classe 2	8218415	622619
SFJ18	Rio Verde Grande a jusante do rio Suçuapara	Classe 2	8237169	645510
SFJ19	Rio Quem Quem a montante da confluência no rio Verde Grande	Classe 2	8231197	654277
SFJ20	Rio Verde Grande a jusante do rio Quem Quem	Classe 2	8254832	648475
SFJ21	Rio Arapoim a montante do rio Verde Grande	Classe 2	8251117	604506
SFJ22/SFC107	Rio Verde Grande a jusante do rio Arapoim e a montante de Verdelândia	Classe 2	8259628	651478
SFJ23	Rio Verde Grande a montante de Jaíba	Classe 2	8292296	643845

Fonte: IGAM, 2008

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

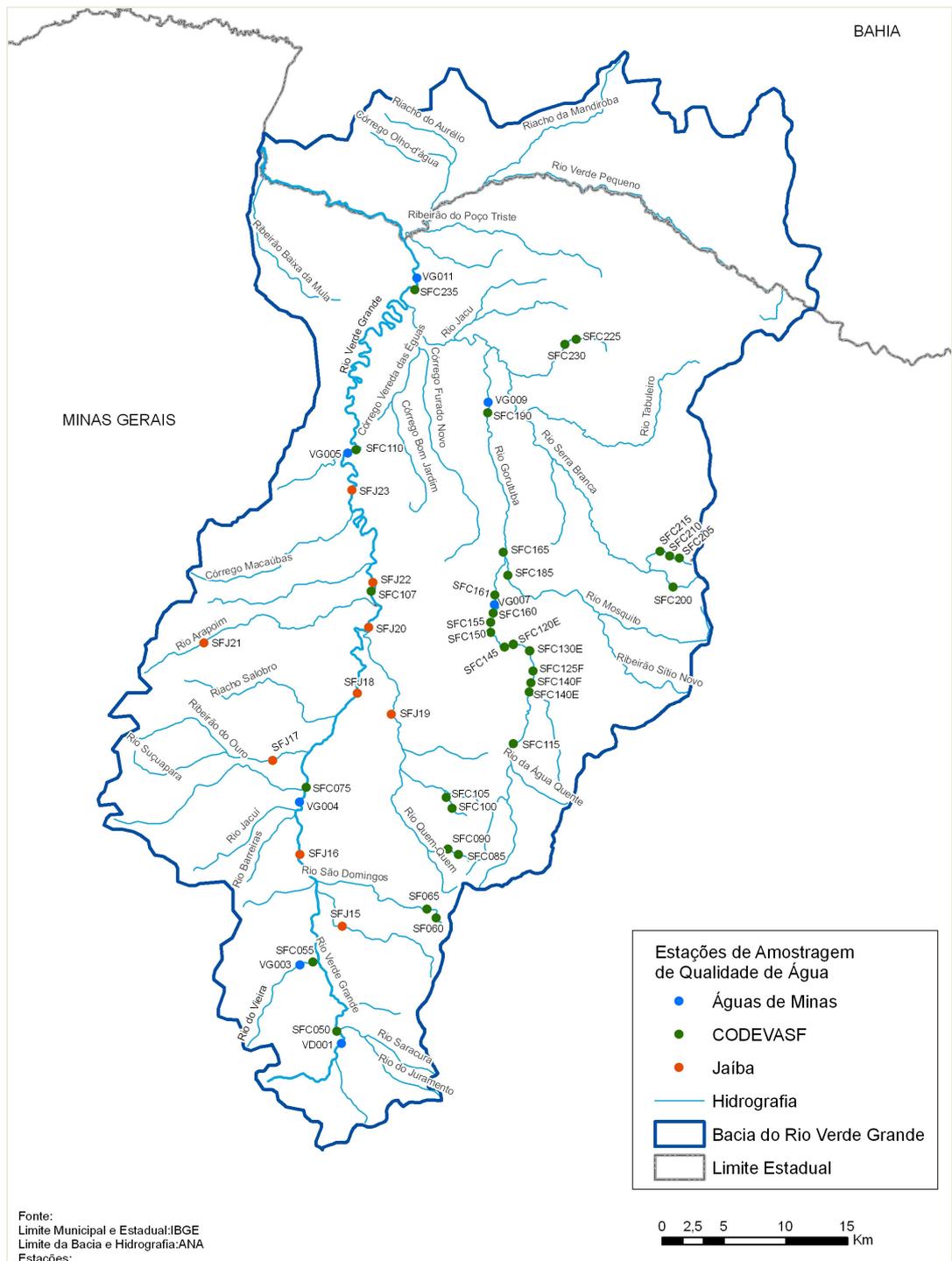


Figura 6.1 – Redes de monitoramento da qualidade das águas superficiais avaliadas na parte mineira da bacia do rio Verde Grande

Relativamente ao enquadramento das águas, para o rio Verde Grande foi seguida a Portaria N° 715, de 20 de setembro de 1989, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, que enquadra os cursos de água federais da bacia do rio São Francisco, conforme adotado nos relatórios do IGAM. Ressalte-se que o Estudo Técnico de Apoio ao Plano Decenal da Bacia do Rio São Francisco – N° 05, de abril de 2004, considera a calha do rio Verde Grande, em toda a sua extensão, como classe 2. Os demais cursos de água monitorados são de domínio do Estado e não possuem enquadramento específico, sendo considerados classe 2, de acordo com o artigo 37 da Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1, de 5 de maio de 2008.

Na presente avaliação da qualidade das águas os resultados disponíveis serão discutidos sob o enfoque físico, químico e biológico por projeto, tanto para águas superficiais quanto para águas subterrâneas, conforme metodologia descrita na seqüência. Os sedimentos também serão abordados no âmbito dos respectivos projetos.

No que se refere ao Projeto Águas de Minas, o IGAM estabeleceu como meta da rede básica a razão de 1 estação de monitoramento por 1.000 km<sup>2</sup>, densidade adotada pelos países membros da União Européia para gestão da qualidade da água. Na bacia do rio Verde Grande a densidade é igual a 0,26 estação/1.000 km<sup>2</sup>, significativamente menor que a meta definida, sendo também inferior ao valor médio do Estado, de 0,45 estação/1.000 km<sup>2</sup>, considerando o total de 260 estações distribuídas por todo território mineiro em 2007.

Nesse sentido, as redes dirigidas implantadas objetivaram ampliar a cobertura do monitoramento na área, fornecendo subsídios para avaliar a pertinência do estabelecimento de pontos adicionais de amostragem na rede básica de forma a aprimorar o conhecimento da qualidade da água e dos efeitos no meio hídrico das fontes de poluição difusa, em especial o impacto decorrente do uso de fertilizantes e agrotóxicos nas atividades agrícolas. No atual formato, a rede básica fornece uma visão global da condição da qualidade da água da bacia, subsidiando principalmente o planejamento e a execução de ações de gestão e a divulgação de informações para os usuários.

A rede básica operada trimestralmente a partir de outubro de 1997 na bacia do rio Verde Grande inclui 7 estações de amostragem, 4 no rio Verde Grande e 3 em afluentes, nos rios do Vieira e Gorutuba. Embora o conjunto de dados avaliados englobe 46 campanhas de monitoramento, devido às severas condições de estiagem no nordeste do Estado, sistematicamente em algumas estações, no segundo semestre do ano, não é possível efetuar as coletas por insuficiência de água na calha dos rios. Deste modo, há várias lacunas de valores na série histórica, especialmente no rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009), com 30 campanhas, e rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Gorutuba (VG011), com 32 campanhas.

Nas amostragens do primeiro e terceiro trimestres de cada ano, representativas do período de chuva e de estiagem, respectivamente, é realizada uma caracterização completa em todas as estações, incluindo ensaios de cinquenta e

quatro parâmetros físicos, químicos e biológicos (Quadro 6.5).

**Quadro 6.5 – Parâmetros analisados nas águas superficiais nas campanhas completas - Projeto Águas de Minas**

<b>Parâmetros analisados nas campanhas completas</b>		
1. Alcalinidade bicarbonato	20. Cromo III	38. Nitrogênio orgânico
2. Alcalinidade total	21. Cromo VI	39. Óleos e Graxas
3. Alumínio total	22. Cromo total	40. Oxigênio dissolvido - OD
4. Alumínio dissolvido	23. Demanda bioquímica de oxigênio - DBO	41. pH <i>in loco</i>
5. Arsênio total	24. Demanda química de oxigênio - DQO	42. Potássio dissolvido
6. Bário total	25. Dureza de cálcio	43. Selênio total
7. Boro total	26. Dureza de magnésio	44. Sódio dissolvido
8. Cádmio total	27. Estreptococos fecais	45. Sólidos dissolvidos totais - SDT
9. Cálcio	28. Ferro dissolvido	46. Sólidos em suspensão totais - SST
10. Chumbo total	29. Fósforo total	47. Sólidos totais
11. Cianeto livre	30. Fenóis totais	48. Substâncias tensoativas
12. Clorofila <i>a</i>	31. Magnésio	49. Sulfato total
13. Cloreto total	32. Manganês total	50. Sulfeto (H <sub>2</sub> S não dissociado)
14. Cobre dissolvido	33. Mercúrio total	51. Temperatura da água
15. Cobre total	34. Níquel total	52. Temperatura do ar
16. Coliformes termotolerantes	35. Nitrato	53. Turbidez
17. Coliformes totais	36. Nitrito	54. Zinco total
18. Condutividade elétrica <i>in loco</i>	37. Nitrogênio amoniacal total	
19. Cor verdadeira		

Fonte: IGAM, 2008

No segundo e quarto trimestres, as campanhas são intituladas intermediárias, e compreendem um grupo de 19 parâmetros comuns a todos os pontos, quais sejam: cloreto total, clorofila *a*, coliformes termotolerantes, condutividade elétrica *in loco*, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, fósforo total, nitrato, nitrito, nitrogênio amoniacal total, nitrogênio orgânico, oxigênio dissolvido, pH *in loco*, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, sólidos totais, temperatura da água, temperatura do ar e turbidez. Adicionalmente

são realizados ensaios específicos por estação, relacionados aos impactos provenientes da sua área montante subjacente, com reflexos na qualidade das águas (Quadro 6.6).

**Quadro 6.6 – Parâmetros específicos analisados nas águas superficiais nas campanhas intermediárias – Projeto Águas de Minas**

<b>Código</b>	<b>Parâmetros específicos</b>
VG001	Cádmio total, Cromo total, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Zinco total
VG003	Boro dissolvido, Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Cor verdadeira, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Sulfetos, Ensaio ecotoxicológico, Zinco total
VG004	Cádmio total, Cianeto livre, Cobre dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Nitrito, Substâncias tensoativas
VG005	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Manganês total, Substâncias tensoativas
VG007	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Substâncias tensoativas, Ensaio ecotoxicológico
VG009	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Ferro dissolvido, Fenóis totais, Manganês total, Níquel total, Ensaio ecotoxicológico
VG011	Cádmio total, Densidade de cianobactérias, Fenóis totais, Ensaio ecotoxicológico

Fonte: IGAM, 2008

No terceiro trimestre de 2003 foi inserido o teste de ecotoxicidade crônica com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia* no rio Verde Grande (VG011) e em 2007, no terceiro trimestre no rio do Vieira (VG003) e no quarto trimestre no rio Gorutuba (VG007 e VG009). A partir da quarta campanha de 2006 foi introduzida a variável clorofila *a* e em 2007 foi iniciada a determinação de densidade de cianobactérias nas estações VG007, VG009 e VG011 e em 2008 nas estações VG003 e VG005.

Os métodos analíticos empregados constam do Quadro 6.7.

**Quadro 6.7 – Métodos analíticos – Projeto Águas de Minas**

<b>Parâmetro</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Ref. Normativa</b>
Alcalinidade bicarbonato	Potenciometria	APHA 2320 B
Alcalinidade total	Potenciometria	APHA 2320 B
Alumínio dissolvido	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Alumínio total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Arsênio total	Espectrometria de AA*- gerador de hidretos	APHA 3114 B

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

<b>Parâmetro</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Ref. Normativa</b>
Bário total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Boro total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Cádmio total	Espectrometria de AA* - forno de grafite	APHA 3113 B
Cálcio total	Titulometria	APHA 3500-Ca B
Chumbo total	Espectrometria de AA* - forno de grafite	APHA 3113 B
Cianeto	Titulometria	APHA 4500-CN D
Cloreto	Colorimetria	USGS- I -1187 78
Cobre dissolvido	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Coliformes termotolerantes	Tubos múltiplos	APHA 9221 E
Coliformes totais	Tubos múltiplos	APHA 9221 B
Condutividade elétrica	Condutimetria	APHA 2510 B
Cor verdadeira	Colorimetria	APHA 2120 B
Cromo hexavalente	Colorimetria	APHA 3500-Cr D
Cromo total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Demanda bioquímica de oxigênio	Winkler/incubação	ABNT NBR 12614/1992
Demanda química de oxigênio	Titulometria	ABNT NBR 10357/1988
Densidade de cianobactérias		
Dureza de cálcio	Titulometria	APHA 3500-Ca D
Dureza de magnésio	Titulometria	APHA 3500-Mg E
Estreptococos fecais	Tubos múltiplos	APHA 9230 B
Ferro dissolvido	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Fósforo total	Colorimetria	APHA 4500-P E
Fenóis totais	Colorimetria	ABNT NBR 10740/1989
Magnésio total	Titulometria	APHA 3500-Mg E
Manganês total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Mercúrio total	Espectrometria de AA* - vapor frio	APHA 3112 B

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

<b>Parâmetro</b>	<b>Método Analítico</b>	<b>Ref. Normativa</b>
Níquel total	Espectrometria de AA* - forno de grafite	APHA 3113 B
Nitrogênio amoniacal total	Colorimetria	ABNT NBR 10560/1988
Nitrato	Colorimetria	APHA 4500-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> E
Nitrito	Colorimetria	APHA 4500-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> B
Nitrogênio orgânico	Colorimetria	APHA 4500-Norg B
Óleos e graxas	Gravimetria	APHA 5520 B
Oxigênio dissolvido	Titulometria	ABNT NBR 10559/1988
pH	Potenciometria	APHA 5520 B
Potássio dissolvido	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Selênio total	Espectrometria de AA* - gerador de hidretos	APHA 3114 B
Sódio dissolvido	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B
Sólidos dissolvidos totais	Gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos em suspensão totais	Gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Sólidos totais	Gravimetria	ABNT NBR 10664/1989
Substâncias tensoativas	Colorimetria	ABNT NBR 10738/1989
Sulfato total	Turbidimetria	APHA 4500-SO42- E
Sulfeto	Titulometria	APHA 4500-S2- E
Temperaturas da água e ar	Termometria	APHA 2550 B
Toxicidade crônica	Ensaio com Ceriodaphnia dubia	ABNT NBR 13373
Turbidez	Turbidimetria	APHA 2130 B
Zinco total	Espectrometria de AA* - plasma	APHA 3120 B

Fonte: IGAM, 2008

\*AA - absorção atômica

Além da avaliação por parâmetro, no projeto Águas de Minas é empregado o Índice de Qualidade de Água – IQA. Esse índice é amplamente utilizado no Brasil na gestão dos recursos hídricos, tendo sido desenvolvido em 1970 pela “*National Sanitation Foundation (NSF)*” dos Estados Unidos. Incorpora os seguintes nove parâmetros: oxigênio dissolvido, coliformes fecais/termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, temperatura, turbidez e sólidos totais.

O método utilizado em Minas Gerais considera a variável nitrato total, em substituição a nitrogênio total, por ser a forma assimilável pelos microorganismos e prontamente disponível para utilização. O IQA varia de 0 a 100 e quanto menor seu valor, pior a qualidade da água relacionada à degradação por despejos orgânicos, sólidos e nutrientes. As faixas adotadas pelo IGAM são as seguintes:

- Excelente –  $90 < IQA \leq 100$
- Bom –  $70 < IQA \leq 90$
- Médio –  $50 < IQA \leq 70$
- Ruim –  $25 < IQA \leq 50$
- Muito Ruim –  $0 \leq IQA \leq 25$

Complementarmente, o IGAM utiliza, para estimar a presença de componentes prejudiciais, a Contaminação por Tóxicos – CT, que avalia as concentrações de treze variáveis, incluindo arsênio, bário, cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e zinco, na forma total, além de cobre dissolvido, cianeto livre, fenóis totais, nitrato, nitrito e nitrogênio amoniacal total. Entre 1997 e a primeira campanha de 2005 foram consideradas as variáveis cobre total, cromo hexavalente e cianetos, seguindo as normas legais vigentes no período.

A CT é qualificada como Baixa, Média ou Alta. A denominação Baixa refere-se à ocorrência de concentração superior ao padrão de qualidade da classe de enquadramento das águas no ponto de coleta em até 20%, a Média refere-se à concentração entre 20% e 100% acima do padrão e a Alta superior a 100%. A faixa de contaminação é definida a partir da pior situação identificada para qualquer dos componentes prejudiciais considerados.

Para efetivar a presente avaliação da qualidade das águas, os dados do período de outubro de 1997 a dezembro de 2008 foram organizados, tratados e apresentados em gráficos, quadros e mapas. Reforça-se que em função das mudanças ocorridas em 2005 na legislação pertinente à qualidade de água, seja na listagem de variáveis ou nas condições e valores máximos, foram adotados para toda a série histórica de resultados os limites das normas vigentes, de forma a homogeneizar a análise. Com relação ao parâmetro cianeto livre, incluído nas normas legais vigentes em substituição ao cianeto total, embora os resultados reportados pelo CETEC ainda sejam de cianeto total, esses foram comparados com o padrão de cianeto livre, duas vezes mais restritivo.

Na comparação dos resultados analíticos com os padrões de qualidade da classe de enquadramento das águas foram empregados para os corpos hídricos estaduais os limites definidos na Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG N° 1, de 5 de maio de 2008, enquanto que para o rio Verde Grande, federal, adotou-se a Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Porém, para os pontos de monitoramento localizados no rio Verde Grande, também foi

considerado o limite legal da legislação estadual para o parâmetro sólidos em suspensão totais, não contemplado na legislação federal.

Quanto ao IQA e CT, considerou-se a distribuição dos valores por estação de amostragem para o conjunto de dados, e separadamente para o período de chuva e de estiagem. Salienta-se que, a partir da publicação da Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005, os limites das variáveis nitrogênio amoniacal total e fenóis totais foram flexibilizados, enquanto os padrões de qualidade de arsênio total, bário total e chumbo total ficaram mais restritos. Assim, de forma a padronizar a metodologia, os cálculos de CT foram refeitos considerando-se os limites legais atuais, para todo o período avaliado, e incorporando o metal cromo na forma total, uma vez que os resultados desse parâmetro estavam disponíveis na base de dados. Deste modo, os valores de CT apresentados neste trabalho podem mostrar divergências com aqueles indicados nos relatórios publicados pelo IGAM.

Os resultados analíticos foram confrontados com os padrões de qualidade da classe de enquadramento, e para as variáveis com registros não conformes foram computados os percentuais de não atendimento relativos aos anos de 1997 a 2008 e preparados gráficos por ponto de amostragem.

Os principais indicadores da degradação dos recursos hídricos da bacia do rio Verde Grande, acrescidos do pH e da condutividade elétrica por serem variáveis básicas em estudos de qualidade de água, foram apreciados por meio dos registros médios dos períodos de chuva e estiagem para todas as estações e ilustrados graficamente. Enriquecendo a análise desses parâmetros, de modo a detalhar a variabilidade do conjunto de determinações, foram elaborados gráficos *Box Plot* incluindo, por ponto de coleta, a mediana, os valores máximo e mínimo e os quartis inferior (percentil 25%) e superior (percentil 75%).

A rede dirigida de águas superficiais implantada no âmbito do convênio CODEVASF/IGAM englobou 34 estações de monitoramento (Quadro 2.3), 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. Nesses ambientes as coletas foram realizadas na metade da zona fótica e nas 5 estações localizadas na barragem Bico da Pedra foram também coletadas a 1,0 m do fundo. A frequência de operação foi trimestral, totalizando quatro campanhas, sendo que para algumas variáveis a determinação foi semestral.

Tendo em vista que o estabelecimento dessa rede objetivou aperfeiçoar a avaliação da qualidade ambiental na bacia, a densidade de pontos suplantou a meta da rede básica, igualando-se a 1,2 estações/1000 km<sup>2</sup> e a relação de variáveis foi diversificada comparativamente ao projeto Águas de Minas. Foram avaliados os seguintes parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos: alcalinidade total, bário total, cálcio total, cádmio total, cloreto total, chumbo total, cobre total, condutividade elétrica, coliformes termotolerantes, DBO, DQO, dureza total, estreptococos fecais, ferro dissolvido, ferro total, fósforo total, fenóis totais, magnésio total, manganês total, mercúrio total, nitrogênio amoniacal, nitrato,

nitrito, oxigênio dissolvido, pH, potássio total, sódio total, sólidos em suspensão totais, sólidos dissolvidos totais, sulfato total, temperatura da água e do ar e turbidez. Quanto aos parâmetros biológicos, além de clorofila *a* e toxicidade crônica, novos parâmetros foram incorporados incluindo feofitina *a*, fitoplâncton, zooplâncton e zoobênton. Também houve incremento dos seguintes agrotóxicos: Molinato, Trifluralina, Atrazina, Simazina, Hexaclorobenzeno, Lindano, Heptacloro epóxido + Heptacloro, Aldrin + Dieldrin, Clordano (cis + trans), Endossulfan (alfa + beta + sulfato), Endrin, DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD), Metoxicloro. Para os ensaios de agrotóxicos foi utilizado o método analítico cromatografia a gás, referência APHA 2320 B. Nos ambientes lênticos também foi determinado o perfil térmico e a transparência das águas.

Em dez estações (SFC055/VG003, SFC110/VG005, SFC115, SFC155, SFC165, SFC185, SFC190/VG009, SFC235/VG011, SFC240 e SFC245) foram caracterizados os sedimentos de fundo dos corpos de água, colhidos do substrato da calha fluvial por meio de uma concha com diâmetro de 145 mm, nas campanhas de junho e setembro de 2005, exceto as estações SFC185 e SFC190/VG009 amostradas somente em junho, uma vez que em setembro as coletas foram prejudicadas devido à presença de macrófitas e escassez de água, respectivamente. Foram quantificados os níveis dos metais alumínio, bário, cálcio, cromo, cobre, ferro, potássio, lítio, manganês, magnésio, sódio, estrôncio, níquel, chumbo, titânio, vanádio, tungstênio, zinco, zircônio e mercúrio, além de arsênio e boro.

Os resultados dos ensaios químicos dos sedimentos foram confrontados com os critérios definidos na Resolução CONAMA Nº 344, de 25 de março de 2004, que estabelece as diretrizes e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras. Conforme artigo 3º dessa Resolução, na classificação do material a ser dragado são definidos critérios de qualidade, a partir de dois níveis: nível 1, que é o limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota e nível 2, que é o limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota. Complementarmente foram utilizados os padrões de qualidade estabelecidos pelo *Canadian Council of Ministers of the Environment* (2002) e pelo EPA - *United States Environmental Protection Agency*.

Os resultados obtidos com a operação desta rede subsidiaram o IGAM nos cálculos do IQA e da Contaminação por Tóxicos, que nesse caso englobou apenas dez variáveis prejudiciais, uma vez que não foram analisados nesse projeto cromo total, zinco total e cianeto livre.

No presente diagnóstico os valores de IQA e CT foram avaliados quanto à distribuição de valores por ponto de coleta, separadamente para ambientes lótico e lêntico, nesse caso considerando-se apenas as amostras de superfície. Adicionalmente, foram computados em cada estação de amostragem os percentuais de não atendimento aos padrões de qualidade para o conjunto de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos analisados.

Com relação às análises hidrobiológicas, o plâncton, composto pelo fitoplâncton

(flora) e zooplâncton (fauna), foi avaliado nos ambientes lênticos (barragens e lagoa) e em alguns trechos de rios que se encontravam numa condição semi-lótica, isto é, apresentando baixa vazão na maior parte do ano hidrológico. O zoobêntos, composto pelos macroinvertebrados aquáticos, foi amostrado nos ambientes lóticos.

As comunidades descritas foram submetidas ao cálculo de índices bióticos – Riqueza de Táxons, Índice de Diversidade de Shannon (H'), BMWP/ASPT, detalhado na seqüência, e Saprobiótico – que possibilitaram as comparações com os índices utilizados para as variáveis físicas, químicas e bacteriológicas – IQA e CT. E, ainda, as densidades planctônicas foram utilizadas para estimar a condição trófica das águas lênticas, em conjunto com os resultados apurados para a clorofila *a* e feofitina.

A rede dirigida das águas superficiais na área do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros foi implementada visando conhecer a qualidade da água utilizada para abastecimento público e irrigação e seu grau de contaminação, sobretudo associado ao impacto das atividades agrícolas e urbanas na área de abrangência do citado projeto. Na bacia do rio Verde Grande localizam-se 9 estações de amostragem, 5 no próprio rio Verde Grande e 4 no exutório dos afluentes rios Caititu, Suçupara, Quem-Quem e Arapoim, operadas com freqüência trimestral. A série de dados avaliada totaliza 11 campanhas de amostragem realizadas entre junho de 2006 e dezembro de 2008.

Os parâmetros avaliados nessas estações incluem variáveis físicas, químicas, biológicas e ecotoxicológica, quais sejam: alcalinidade total, alcalinidade de bicarbonato, agrotóxicos, cádmio total, cálcio total, cloreto total, chumbo total, coliformes termotolerantes, cobre dissolvido, condutividade elétrica, cor verdadeira, demanda bioquímica de oxigênio, demanda química de oxigênio, densidade de cianobactérias, dureza total, dureza de cálcio, dureza de magnésio, fenóis totais, ferro dissolvido, fósforo total, manganês total, nitrogênio amoniacal total, nitrato, oxigênio dissolvido, pH, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, sulfato total, temperatura do ar e da água, turbidez, toxicidade crônica, fitoplâncton, zooplâncton e zoobênton. Os agrotóxicos avaliados foram 2,4,6 Triclorofenol, Molinato, Trifluralina, Simazina, Atrazina, Pentaclorofenol, Hexaclorobenzeno, Lindano, Heptacloro epóxido + Heptacloro, Aldrin + Dieldrin, Clordano (cis+ trans), Endossulfan (alfa + beta + sulfato), Endrin, DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD), Metoxicloro, Permetrina (cis + trans).

Também para esses dados, na presente avaliação, foi considerada a distribuição dos valores de IQA e CT da série histórica por estação de amostragem e separadamente para o período de chuva e de estiagem. Os resultados analíticos físicos, químicos e bacteriológicos foram confrontados com os padrões de qualidade da classe de enquadramento e computados os percentuais de não atendimento por variável e estação de amostragem.

Os principais parâmetros que ocasionaram a degradação da qualidade das águas da bacia, acrescidos do pH e da condutividade elétrica foram apreciados quanto à variabilidade do conjunto de determinações, por meio de gráficos *Box Plot* que

incluíram a mediana, os valores máximo e mínimo e os quartis inferior (percentil 25%) e superior (percentil 75%).

As variáveis hidrobiológicas, fitoplâncton e zooplâncton, foram utilizadas na avaliação ecológica da qualidade das águas superficiais, com base na consideração que a presença de poluentes pode interferir na estrutura florística e faunística, especialmente na composição e estabilidade das populações da biota aquática.

A abordagem para comunidade zoobentônica contempla as amostragens realizadas em 3 campanhas realizadas em junho e setembro de 2006 e em setembro de 2008. As coletas das comunidades de macroinvertebrados bentônicos foram realizadas ao longo das margens dos corpos de água e ou na calha central. Foram utilizados 4 metodologias de coleta distintas, a saber:

- Método de “kicking”, Macan (1958), com auxílio de uma rede (puçá) segundo a norma ISO 7828 (1985), com tela de 0,3mm de poro, durante um período de três minutos de coleta.
- “Corer” manual (área de 0,0044 m<sup>2</sup>) - nas estações cujo substrato natural do leito do curso de água era lamoso e ou arenoso e não apresentava grandes profundidades.
- “Concha” com área de 0,0559 m<sup>2</sup> e com abertura de poro 1,0 mm, segundo o método de Malek (1968).
- Substrato artificial / Tijolo com rede - adaptado a partir do proposto por Wantzen, (2006).

Todas as amostras coletadas da comunidade macrozoobentônica foram acondicionadas e fixadas com formol até atingir uma concentração de cerca de 10%. No laboratório procedeu-se a triagem do material através de tamisação com peneira de 0,3 mm de malha seguida da separação dos organismos por meio de estereomicroscopia. Estes foram acondicionados em frascos de 10 e 20 mL com álcool 70°, para posterior análise quali-quantitativa. Esta análise compreendeu a determinação taxonômica dos organismos com auxílio das descrições feitas por Edmondson 1959, Nieser 1975, Perez & Roldan 1988, Dominguez et al. 1992, Lopretto & Tell 1995, Merrit; Cummins 1996, Hozenthal 1998, Heckmam 2002a; 2002b, dentre outros. A determinação sistemática foi feita para a maioria dos indivíduos ao nível taxonômico de família e gênero.

As listagens obtidas para cada ponto de amostragem a cada coleta serviram de base para a avaliação da biodiversidade neste trecho da bacia, distinguindo-se o rio Verde Grande e os seus afluentes caracterizados. Quanto aos dados quantitativos foram utilizados os números gerados nas contagens para cada grupo taxonômico, devido aos diferentes métodos de amostragem, visando assim uma uniformidade comparativa.

Para a avaliação dos resultados qualitativos da comunidade zoobentônica utilizou-se, ainda, dois índices bióticos: BMWP (*Biological Monitoring Work Party Score System*) adaptado para as bacias mineiras por Junqueira & Campos, 1998 e ASPT (*Average Score Per Taxon*) proposto por (Armitage et al.1983).

O índice biótico BMWP é atualmente um dos mais populares. Este é um índice qualitativo, que considera apenas a presença/ausência de famílias de macroinvertebrados bentônicos. A cada uma das famílias discriminadas no índice é atribuído um valor de 1 a 10, de acordo com seu grau de tolerância ou sensibilidade a poluentes orgânicos (sendo 1 o valor atribuído para os organismos mais tolerantes e 10 o valor atribuído para os organismos mais sensíveis ao impacto). A somatória dos valores obtidos corresponde ao seu nível de integridade e qualidade ambiental de cada ponto e coleta avaliada. Desta forma, este valor final pode então ser comparado com os demais pontos de coleta e estabelecer os diferentes graus de integridade.

Após o estabelecimento do BMWP foi criado o BMWP-ASPT (*Average Score Per Taxon*), que nada mais é do que o valor final obtido no cálculo do BMWP dividido pelo número de famílias presentes na amostra que possuem valores no mesmo, ou seja, corresponde à média dos valores de cada família encontrada. O ASPT foi adicionado ao BMWP com o intuito de torná-lo mais eficiente e realista (Walley & Hawkes, 1997).

No Quadro 6.8 está apresentado o resultado das pesquisas realizadas pela Fundação CETEC, para o Estado de Minas Gerais de acordo com as adaptações realizadas pela pesquisadora Marília Vilela Junqueira. Desta forma, foram estabelecidos “scores” para as famílias de macroinvertebrados bentônicos segundo o método “BMWP”, os quais foram utilizados para esta avaliação.

**Quadro 6.8 – “Scores” obtidos para as famílias de macroinvertebrados das bacias hidrográficas de Minas Gerais**

Famílias	Score
Gripopterygidae Odontoceridae, Calamoceratidae, Xiphocentronidae, Ecnomiidae Psephenidae Palaemonidae Hydridae, Spongillidae	10
Perlidae Hydrobiosidae, Glossosomatidae, Helicopsychidae Euthyplociidae, Oligoneuriidae Aeshnidae, Lestidae	8

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

Famílias	Score
Hebridae	
Philopotamidae, Leptoceridae Leptophlebiidae, Ephemeridae Libellulidae, Coenagrionidae, Calopterygidae, Protoneuridae Aegliidae Pleidae	7
Hydroptilidae, Polycentropodidae Leptohyphidae, Caenidae Gyrinidae, Limnichidae, Hydrophilidae Pyralidae, Noctuidae Hyriidae	6
Hydropsychidae Polymitarcydae Elmidae, Dryopidae, Dysticidae, Staphylinidae, Haliplidae Gomphidae Nepidae, Gerridae, Belostomatidae, Corixidae Dugesiididae, Planariidae Simuliidae, Dixidae	5
Baetidae Chrysomelidae, Curculionidae Naucoridae, Notonectidae, Veliidae, Mesoveliidae Corydalidae Thiaridae, Curbiculidae, Ancyliidae Ceratopogonidae, Tipulidae, Athericidae, Empidoidea, Dolychopodidae Hidracarina	4
Gelastocoridae Physidae, Sphaeridae, Planorbidae, Lymnaeidae, Ampullariidae,	3

Famílias	Score
Hydrobiidae Glossiphonidae, Erpobdellidae Tabanidae, Stratiomyidae, Ephidridae	
Chironomidae, Psychodidae, Syrphidae, Sciomyzidae, Culicidae, Entomobryidae, Mucidae	2
Oligochaeta (todos)	1

No Quadro 6.9 pode-se visualizar a aplicação dos resultados do índice “BMWP/ASPT às condições de carga orgânica indicativas pela comunidade zoobentônica, conforme Coring e Küchenhoff, 1995, e descrito no Relatório do IGAM/CETEC, 2005. Adicionalmente foi realizada análise comparativa com os resultados do Índice de Qualidade das Águas – IQA que também considera o teor de matéria orgânica no ambiente aquático.

**Quadro 6.9 – Valores das faixas de acordo com a indicação da carga orgânica no ambiente aquático**

Faixas “BMWP/ASPT”	Teor de carga orgânica
5,8	Ausente a muito escassa
4,90 – 5,70	Escassa
4,00 – 4,80	Moderada
3,20 – 3,90	Crítica
2,50 – 3,10	Forte poluição
1,60 – 2,49	Poluição muito forte
1,00 – 1,50	Poluição excessiva

Nas análises de sedimentos para os pontos de monitoramento do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros foram caracterizados arsênio, alumínio, cádmio, chumbo, cromo, cobre, estrôncio, ferro, manganês, mercúrio, níquel, titânio, vanádio, zinco e zircônio, e os agrotóxicos 2,4,6 Triclorofenol, Molinato, Trifluralina, Atrazina, Simazina, Pentaclorofenol, Hexaclorobenzeno, Lindano, Heptacloro epóxido + Heptacloro, Aldrin + Dieldrin, Clordano (cis + trans), Endossulfan (alfa + beta + sulfato), Endrin, DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD), Metoxicloro e Permetrina (cis + trans). Os dados referem-se ao período de setembro de 2006 a dezembro de 2008, perfazendo 10

campanhas de amostragem, exceto na estação SFJ19 coletada apenas em 2006 e nas duas primeiras campanhas de 2007, nas estações SFJ21 e SFJ23 avaliadas a partir do quarto trimestre de 2007 e na estação SFJ20 com falha em junho de 2007.

Consolidando a avaliação, a visão regionalizada da qualidade das águas da bacia do rio Verde Grande é mostrada em mapas que permitem identificar, para cada uma das sete estações de amostragem da rede básica, os intervalos médios de concentrações de variáveis físicas e químicas representativas da degradação da qualidade das águas da bacia. Com base nos valores médios, esse conjunto de variáveis foi também espacializado para a condição atual da qualidade das águas.

Ademais, foram elaborados quadros síntese da avaliação da qualidade das águas do rio Verde Grande e dos afluentes caracterizados, onde são relacionadas as interferências ou características relevantes que possam estar influenciando as características das águas, evidenciadas por meio da identificação dos indicadores não conformes com os limites legais ou com resultados considerados relevantes. Foram também correlacionados, mesmo que de forma genérica, os efeitos dos múltiplos usos do solo e das águas na alteração da qualidade dos recursos hídricos.

## Resultados e Discussão

### ➤ Projeto Águas de Minas

A distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem da rede básica operada pelo IGAM na bacia hidrográfica do rio Verde Grande de outubro de 1997 a dezembro de 2008 é apresentada na Figura 6.2.

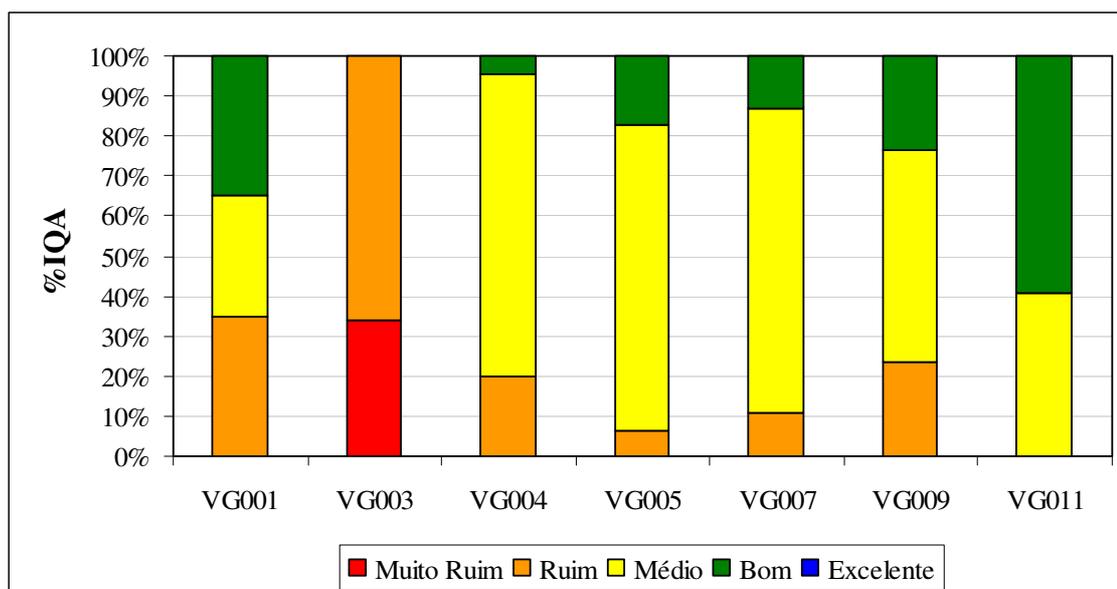


Figura 6.2 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas

Foi observado IQA Muito Ruim apenas no rio do Vieira (VG003), participando com 34% dos valores, e os restantes 66% na faixa Ruim, pior condição de qualidade de água dentre as estações monitoradas. No alto curso do rio Verde Grande (VG001) houve distribuição equitativa de IQA Ruim e Bom (35%) e em seu trecho final próximo ao deságüe no rio São Francisco (VG011), predominou IQA Bom (59%), sem ocorrência de IQA Ruim. Nos segmentos intermediários, VG004 e VG005, prevaleceu IQA Médio (76% para ambos os pontos), assim como nas duas estações localizados no rio Gorutuba, VG007 e VG009, representando 76% e 53%, respectivamente. Não ocorreu IQA na categoria Excelente.

A distribuição sazonal do IQA nessas estações é apresentada nas Figuras a seguir, integrando os dados dos períodos de chuva e estiagem, respectivamente. O quadro é predominantemente mais crítico nas chuvas na maioria das estações, notando-se expressivo aumento dos percentuais do IQA Ruim, sendo que no ponto VG011 houve acréscimo na faixa Média. Ao contrário, no rio do Vieira as chuvas promoveram a diluição das suas águas, de forma que a condição de qualidade foi mais favorável nesse período, mostrando 22% de IQA Muito Ruim e 78% IQA Ruim, comparativamente à estiagem, com 43% de IQA Muito Ruim e 57% de IQA Ruim.

As variáveis que contribuíram para a redução do IQA na época chuvosa no rio Verde Grande foram principalmente a turbidez e coliformes termotolerantes, parâmetro que também provocou a degradação das águas do rio Gorutuba, juntamente com o fósforo total na estação localizada no seu trecho inferior (VG009). No rio do Vieira, a manutenção de IQA nas faixas Muito Ruim e Ruim associou-se aos resultados de oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, DBO e fósforo total. De uma forma geral, essa situação é resultado da interferência das fontes difusas, urbanas e rurais, agravada pela deficiência de sistemas de saneamento básico, manejo inadequado do solo e degradação da vegetação natural.

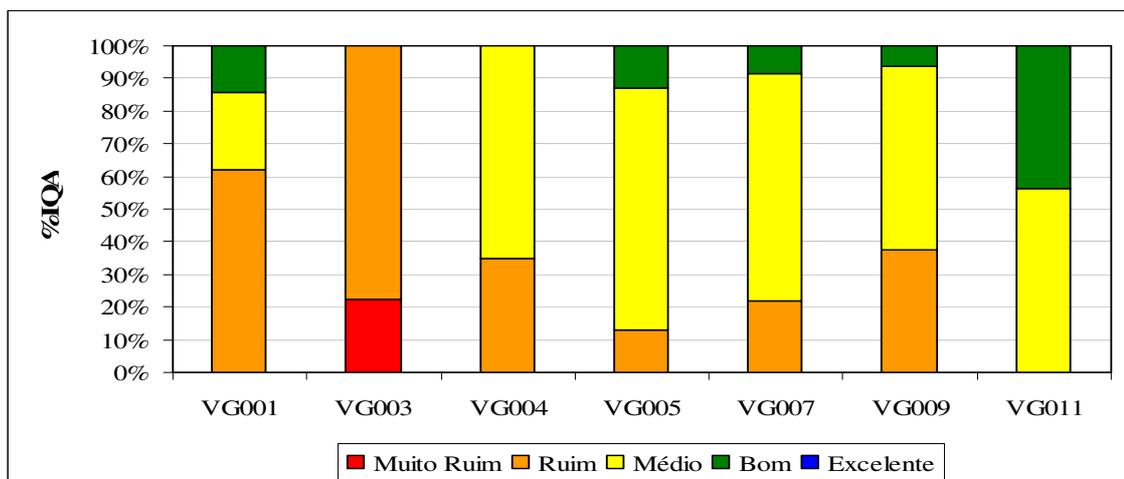
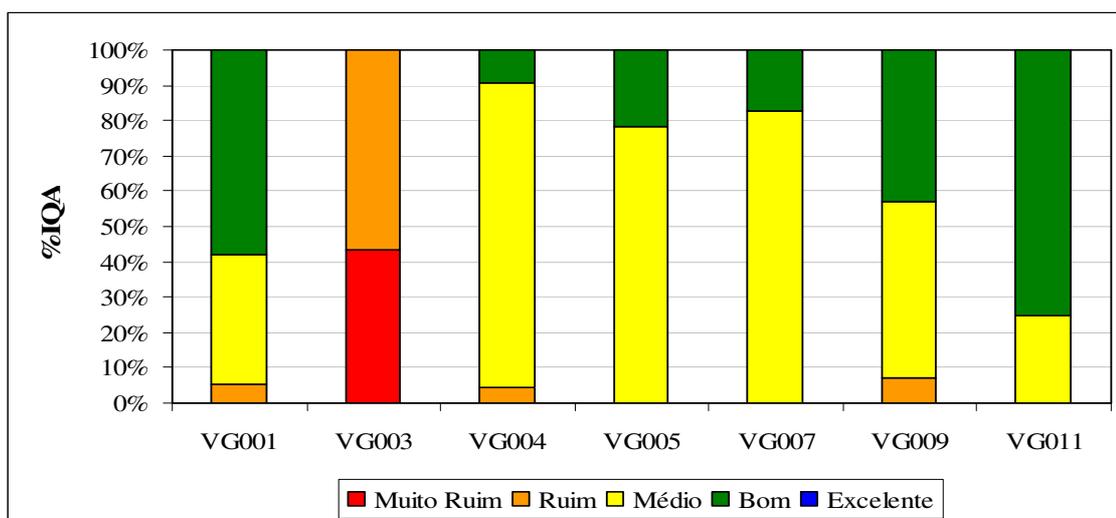
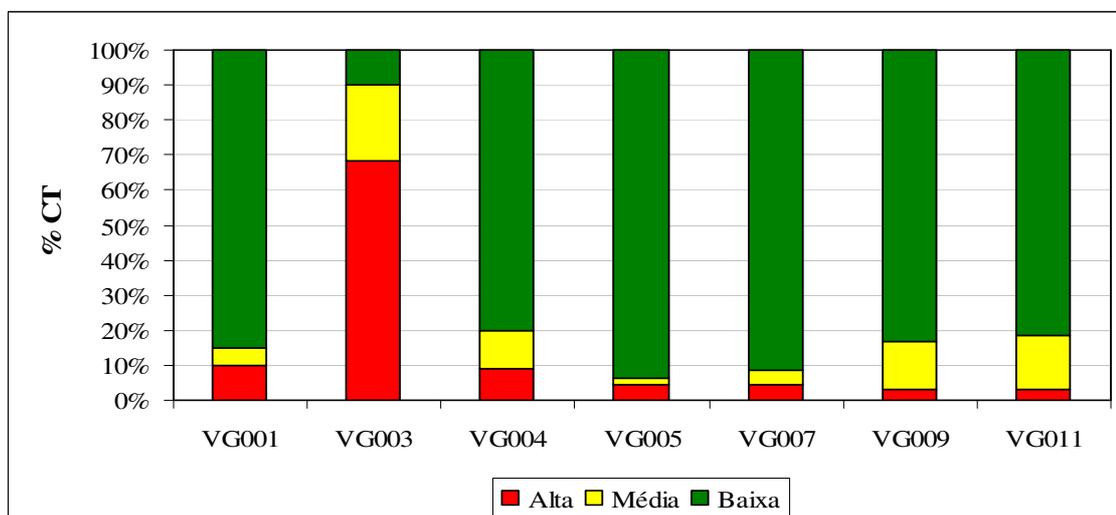


Figura 6.3 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de chuva de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas



**Figura 6.4 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de estiagem de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas**

Em relação à Contaminação por Tóxicos, a Figura a seguir apresenta a distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem entre outubro de 1997 a dezembro de 2008. Novamente, a pior condição foi registrada no rio do Vieira (VG003) com 68% de CT Alta. Nas demais estações predominou CT Baixa com percentuais superiores a 80%, embora tenham ocorrido as categorias Média e Alta.



**Figura 6.5 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas**

De uma maneira geral, os metais cádmio e chumbo na forma total e fenóis totais foram os principais responsáveis pela incidência de CT Alta, além de nitrogênio amoniacal total no rio do Vieira (VG003). A presença desses metais pode ser associada ao uso de agrotóxicos na agricultura e aos efluentes industriais, enquanto os fenóis e nitrogênio amoniacal total ao lançamento de esgotos sanitários sem tratamento. Além desses parâmetros, destacaram-se os teores de cianeto livre e zinco total no rio do Vieira (VG003) e de arsênio total no rio Verde

Grande a jusante da cidade de Jaíba (VG005), também correlacionados às atividades industriais e agrícolas.

A agregação dos dados de CT associada à sazonalidade, por estação de amostragem, indica a predominância de pior condição no período de chuva (Figura 6.6), em comparação à época de estiagem (Figura 6.7). Excetuaram-se o rio do Vieira (VG003), cujo percentual da faixa Alta superou 80% na seca, devido ao acúmulo de esgotos sanitários lançados sem tratamento adequado na sua calha, potencializado pela escassez de água, e o rio Gorutuba (VG009) com uma ocorrência de CT Alta.

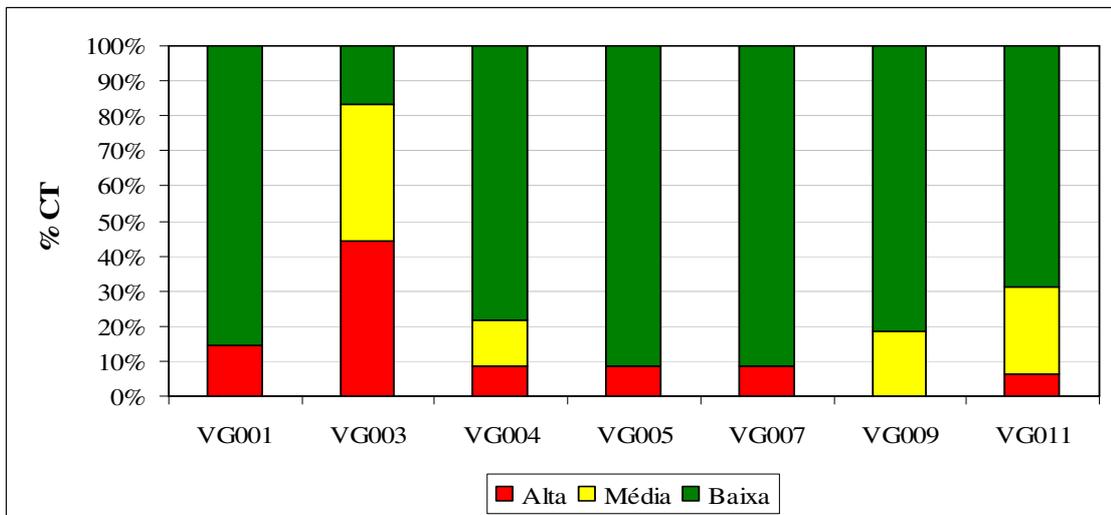


Figura 6.6 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de chuva de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas

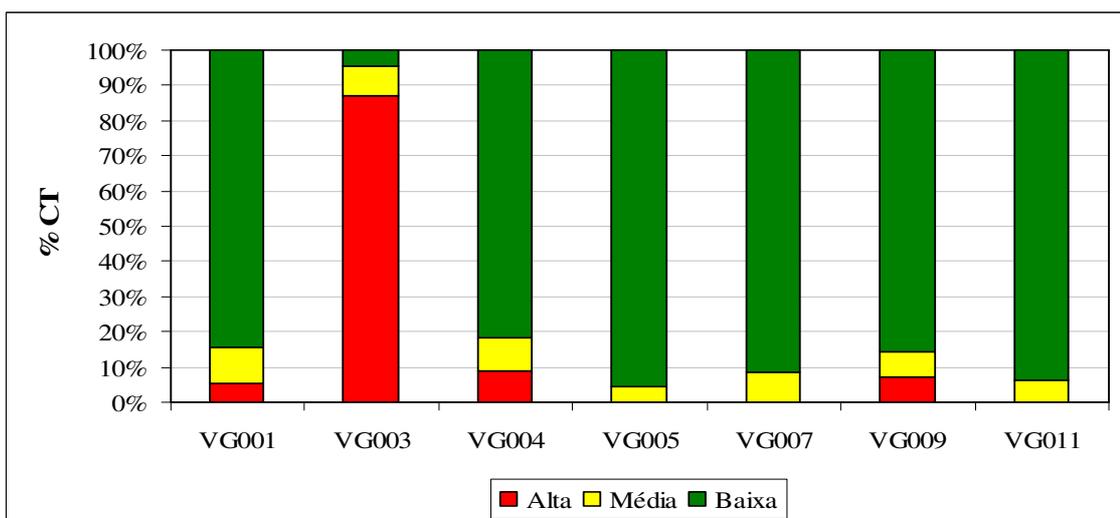


Figura 6.7 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de estiagem de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas

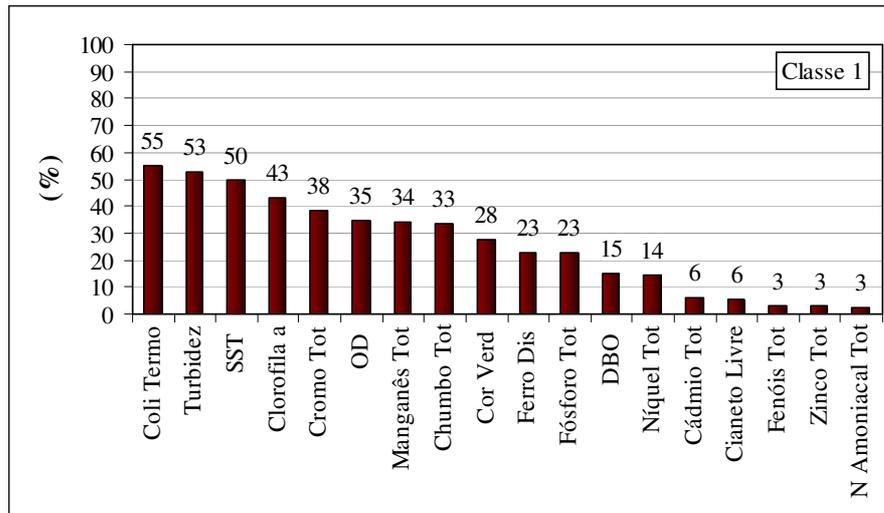
Para avaliar as violações dos padrões de qualidade da classe de enquadramento

foram preparadas figuras, por ponto de amostragem, especificando a porcentagem de resultados que não atenderam à legislação para as variáveis físicas, químicas e biológicas caracterizadas, considerando a série total de informações, cobrindo o intervalo de outubro de 1997 a dezembro de 2008.

O panorama geral dessa avaliação indicou um conjunto de onze parâmetros com resultados não conformes em todas as estações de amostragem, quais sejam: coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos em suspensão totais, cor verdadeira, manganês total, cromo total, cádmio total e fenóis totais. Esses parâmetros, principalmente, além da detecção de teores isolados de outras variáveis tóxicas, como detalhado na seqüência, são capazes de causar efeitos deletérios aos múltiplos usos dos recursos hídricos na bacia do rio Verde Grande.

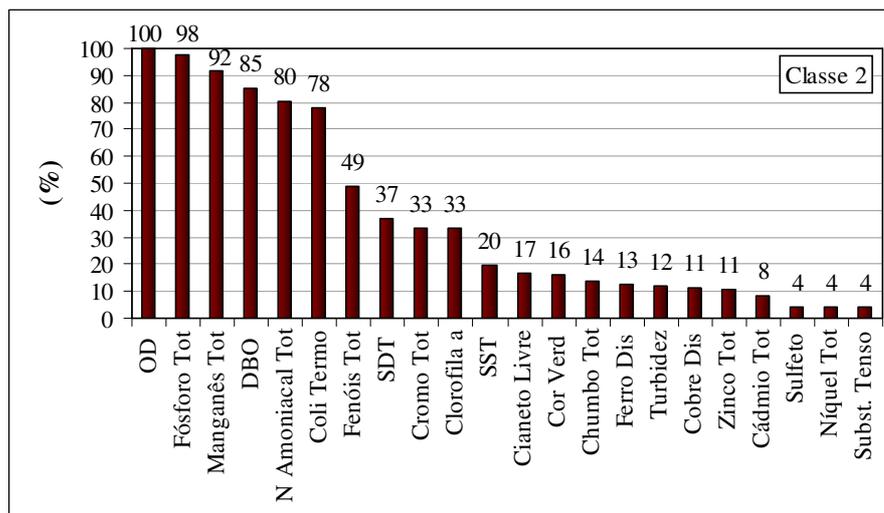
Os indicadores coliformes termotolerantes, fósforo total, DBO e oxigênio dissolvido mostraram-se superiores aos padrões de qualidade em percentuais bastante significativos, indicando que há carência de coleta e de tratamento de efluentes domésticos na bacia. As taxas elevadas constatadas para turbidez, sólidos em suspensão totais, cor verdadeira e manganês total estão inquestionavelmente relacionadas a fenômenos de carreamento do solo, quando da ocorrência de chuvas, uma vez que o citado metal é um de seus constituintes essenciais. A degradação pelas variáveis tóxicas cromo total, cádmio total e fenóis totais pode ser associada a lançamentos industriais, a despejos da atividade agropecuária, no caso de cádmio e fenóis, e ao lançamento de esgotos sanitários também no que se refere aos fenóis.

Como mostrado na Figura 6.8, o rio Verde Grande já em seu curso superior apresentou amplo leque de variáveis em desconformidade com os padrões da classe 1, indicando condições desfavoráveis do ponto de vista de qualidade. Destacaram-se, sobretudo, a interferência por lançamento de esgotos sanitários, refletida na ocorrência de coliformes termotolerantes, clorofila *a*, oxigênio dissolvido, fósforo total, DBO e nitrogênio amoniacal total. Foi observado, ainda, quadro adverso relacionado à sobrecarga de material sólido, reproduzido nos expressivos percentuais de violação de turbidez e sólidos em suspensão totais, assim como por teores expressivos dos metais, cromo total, chumbo total, manganês total, ferro dissolvido, indicando impacto nas águas superficiais de fontes difusas, decorrente do uso e manejo inadequados do solo na agropecuária.



**Figura 6.8 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Verde Grande a jusante da cidade de Glaucilândia - VG001**

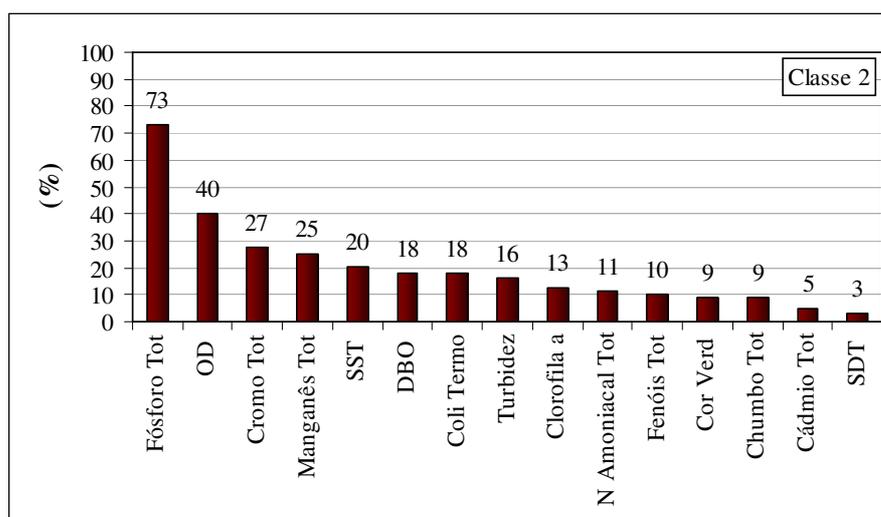
Relativamente ao rio do Vieira (VG003), os níveis de qualidade das águas foram os mais desfavoráveis dentre as estações monitoradas, conforme apontado pelo extenso rol de parâmetros que não atenderam aos padrões legais (Figura 6.9). Devido ao aporte de esgotos sanitários brutos da cidade de Montes Claros, os principais indicadores de interferência por matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos, quais sejam OD, fósforo total DBO, nitrogênio amoniacal total e coliformes termotolerantes, registraram percentuais de não conformidade superiores a 75%, ressaltando que todas as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram abaixo do limite mínimo legal da classe 2.



**Figura 6.9 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros – VG003**

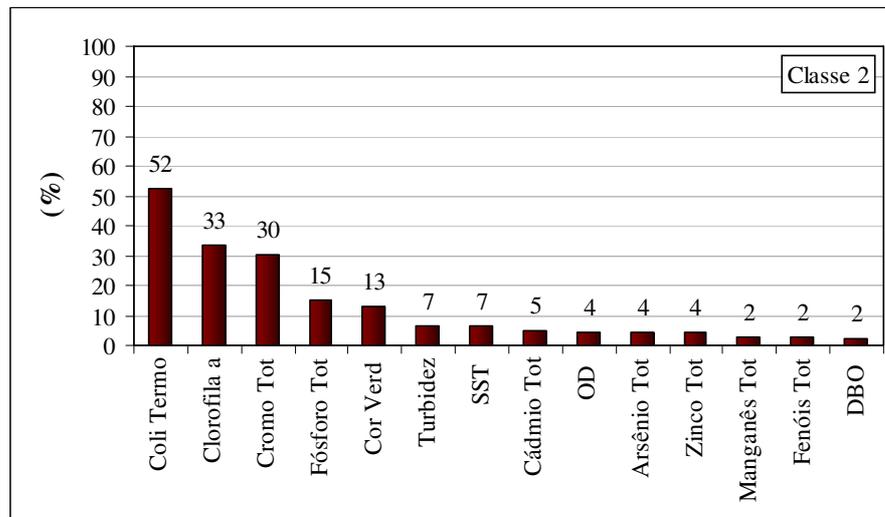
Adicionalmente, refletindo o lançamento em cursos de água de efluentes do diversificado parque industrial de Montes Claros, foram detectados elevados teores de componentes prejudiciais nas águas do rio do Vieira, incluindo fenóis totais, cianeto livre e os metais cromo total, chumbo total, cobre dissolvido, zinco total e cádmio total. Esse quadro, aliado às substanciais concentrações de manganês total, implicaram num excesso de sólidos nessas águas, seja na forma dissolvida ou em suspensão, e em teores consideráveis de cor verdadeira.

Após receber a contribuição do rio do Vieira, as águas do rio Verde Grande a jusante de Capitão Enéas (VG004), como mostrado na Figura 6.10, apontou expressiva melhoria em relação ao segmento anterior (VG001) quanto à presença de sólidos e componentes prejudiciais, sobretudo metais, e leve decréscimo na qualidade em relação à presença de matéria orgânica e de nutrientes, refletido no aumento dos percentuais de violação de fósforo total, oxigênio dissolvido, DBO, clorofila *a* e nitrogênio amoniacal total. Contudo, as condições microbiológicas mostraram-se mais favoráveis, com redução de 55% para 18% de detecção de contagens não conformes de coliformes termotolerantes. Nessa estação predominou o impacto negativo na qualidade das águas advindo do lançamento de esgotos sanitários.



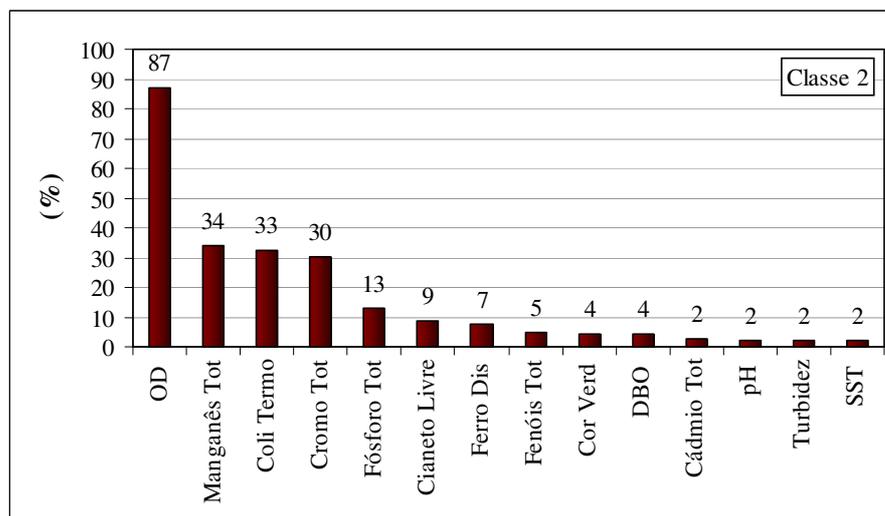
**Figura 6.10 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Verde Grande a jusante da cidade de Capitão Enéas – VG004**

Ao longo do percurso do rio Verde Grande, na estação localizada a jusante da cidade de Jaíba (VG005) foi constatado decréscimo dos percentuais de violação de carga orgânica, metais e nutrientes (Figura 6.11). Por outro lado, as condições microbiológicas se agravaram, com 52% de ultrapassagens do padrão legal de coliformes termotolerantes, assim como houve aumento da produtividade planctônica, traduzida na ocorrência de 33% de resultados não conformes de clorofila *a* e, portanto, uma piora na qualidade do ambiente. Esta situação demonstra que a carga poluidora prevalecente continua a relacionar-se ao aporte de esgotos domésticos.



**Figura 6.11 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba – VG005**

Quanto ao rio Gorutuba, no trecho a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG (VG0007), as condições de oxigenação das águas mostraram-se bastante críticas, refletidas em 87% de registros de oxigênio dissolvido inferior ao limite mínimo da legislação, provavelmente pela contribuição de águas pouco oxigenadas da citada barragem, reforçadas pelo lançamento de esgotos sanitários *in natura*, conforme percentual de ultrapassagem de coliformes termotolerantes e de fósforo total, respectivamente, 33% e 13% (Figura 6.12).

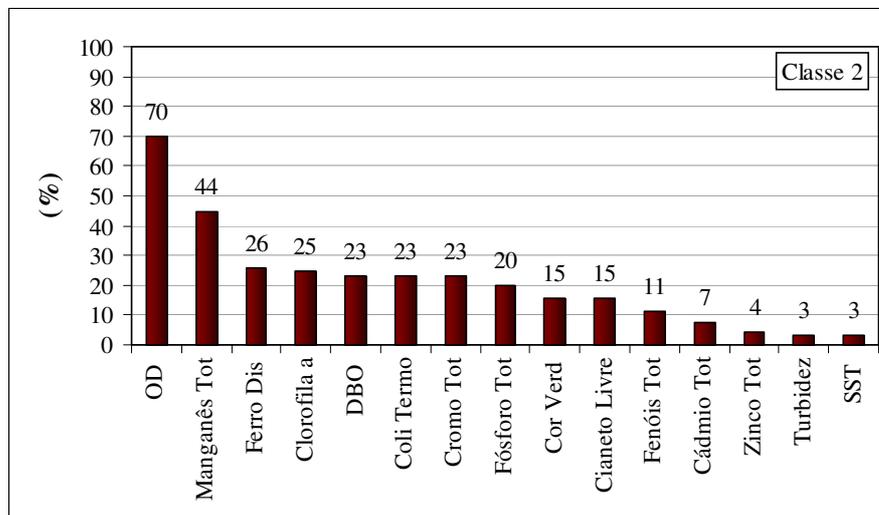


**Figura 6.12 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e da barragem da ASSIEG – VG007**

Foram inexpressivos os conteúdos de sólidos nessas águas, condição possivelmente favorecida pela existência de barramento a montante que contribui para a sedimentação da parcela em suspensão. Por outro lado, foi significativo o percentual de não conformidade do metal pesado cromo total (30%) e de

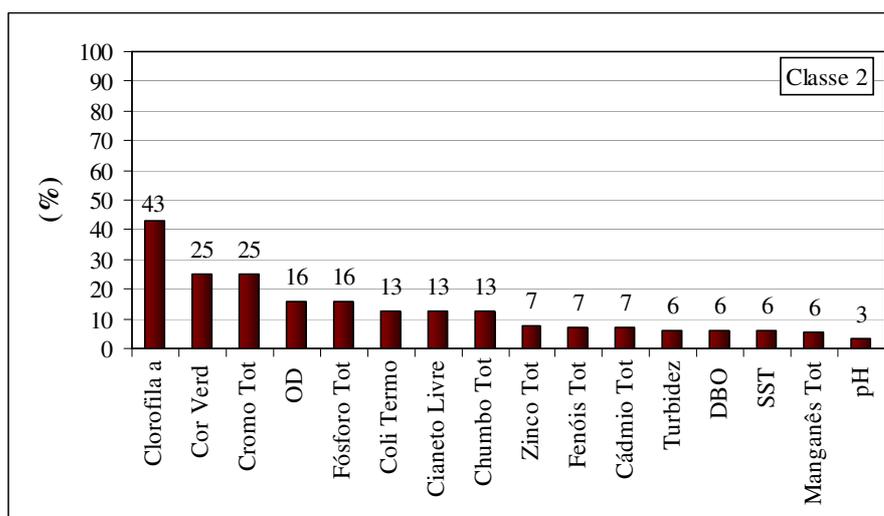
manganês total (34%), cabendo ainda ressaltar a detecção de resultados isolados desconformes de cianeto livre, fenóis totais e cádmio total. Essas ocorrências sugerem associação com as atividades agropecuárias e industriais desenvolvidas na região.

No segmento inferior, o rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí (VG009), conforme indicado na Figura 6.13, apontou leve melhora dos níveis de oxigenação, embora com indícios da contribuição de esgotos sanitários brutos e da elevação da produtividade planctônica, em vista do aumento dos percentuais de violação de fósforo total, clorofila *a* e DBO, em relação à estação VG007. Foi mantida a significativa poluição decorrente da presença de cromo total e cianeto livre, constituintes prejudiciais, assim como de manganês total e detecções isoladas dos componentes tóxicos fenóis totais, cádmio total e zinco total.



**Figura 6.13 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí – VG009**

A qualidade das águas no baixo curso do rio Verde Grande a jusante da confluência do rio Gorutuba (VG011), conforme ilustrado na Figura 6.14, refletiram a substancial carga de esgotos sanitários lançada nos recursos hídricos superficiais da bacia, pelo elevado percentual de não conformidade das concentrações de clorofila *a* (43%), indicativo de pressão por matéria orgânica e por nutrientes. Salienta-se, contudo, que comparativamente ao alto curso, estação VG001, houve redução das taxas de não atendimento de oxigênio dissolvido, fósforo total, coliformes termotolerantes e DBO, assim como dos metais totais, cromo, chumbo, manganês e níquel, e de ferro dissolvido.



**Figura 6.14 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de out/1997 a dez/2008 - Rio Verde Grande a jusante da confluência do rio Gorutuba – VG011**

Já em relação à estação localizada a montante (VG005), as taxas de violação de oxigênio dissolvido, DBO e fósforo total sofreram acréscimo e a de coliformes termotolerantes decresceu, sugerindo impacto devido à introdução de carga orgânica e de nutrientes na qualidade das águas do rio Verde Grande pelo rio Gorutuba. Os pequenos aumentos nos percentuais dos metais chumbo, zinco e cádmio, na forma total, podem originar-se desse afluente ou da suspensão de sedimentos da calha fluvial de ambos os rios, onde esses metais possivelmente se depositam.

O comportamento sazonal e espacial é tratado na seqüência, com avaliação dos resultados dos períodos de chuva e seca por estação de amostragem. Foram considerados os valores médios de outubro de 1997 a dezembro de 2008 dos seguintes quinze parâmetros, selecionados por apresentarem violações em todas as estações e incrementados com variáveis básicas de caracterização da qualidade das águas: pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, turbidez, cor verdadeira, DBO, oxigênio dissolvido, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido, manganês total, cromo total e fenóis totais.

As medidas de pH (Figura 6.15) apontaram variações sazonais mínimas, sobressaindo-se a prevalência de médias menores no rio Gorutuba (VG007 e VG009) em relação ao rio Verde Grande, denotando interferência dos processos metabólicos das comunidades aquáticas que habitam os ambientes represados localizados nessa sub-bacia.

Com relação à condutividade elétrica (Figura 6.16) e aos sólidos dissolvidos totais (Figura 6.17) ocorreram médias significativamente maiores na estiagem, principalmente no rio do Vieira (VG003), onde há um número substancial de lançamentos de fontes pontuais. Esse afluente causou impacto no rio Verde Grande, conforme apontado pelas médias das estações VG004 e VG005. No rio

Gorutuba prevaleceram médias superiores nas chuvas, indicando aporte de carga difusa, embora as diferenças tenham sido pequenas.

Quanto aos parâmetros sólidos em suspensão totais (Figura 6.18) e turbidez (Figura 6.19), as médias foram substancialmente maiores no período chuvoso, em especial no alto e médio curso do rio Verde Grande e no rio do Vieira, quadro indicativo do manejo inadequado do solo e degradação da vegetação natural. Os valores médios de cor verdadeira (Figura 6.20) também seguiram esse padrão, com exceção do rio do Vieira, onde ocorreu ligeiro acréscimo na seca.

As alterações sazonais das concentrações médias de demanda bioquímica de oxigênio (Figura 6.21) foram pouco expressivas, sobressaindo-se os resultados elevados nos dois períodos no rio do Vieira (VG003) que ultrapassaram em mais de três vezes o padrão legal da classe 2. Esse afluente, principalmente na época de chuva, provocou degradação nas águas do rio Verde Grande no trecho localizado a jusante da sua confluência (VG004), que apresentou média equivalente ao limite legal. Como mostrado na Figura 6.22, os níveis de oxigenação mostraram-se mais sensíveis nas chuvas, exceto no alto curso do rio Verde Grande (VG001) e no rio do Vieira (VG003), ressaltando-se a prevalência de condições restritas de oxigênio dissolvido nos afluentes rios do Vieira e Gorutuba, principalmente, e no rio Verde Grande na estação VG004.

Relativamente aos nutrientes, os teores médios de fósforo total (Figura 6.23) foram muito elevados no rio Verde Grande no alto curso (VG001) e a jusante da confluência do rio do Vieira (VG004), assim como nesse afluente (VG003), sendo que na estiagem as condições foram mais adversas, refletindo a dominância de cargas pontuais de origem doméstica. Nas demais estações os valores atenderam ao padrão de qualidade da classe 2, sendo maiores no período chuvoso, apontando contribuição de fontes de poluição difusas. Os resultados médios de nitrogênio amoniacal total (Figura 6.24) sobressaíram-se na seca nas estações VG001 e VG003, reforçando o aporte de esgotos sanitários. No rio do Vieira, o teor médio foi substancial também no período chuvoso, interferindo na qualidade das águas do rio Verde Grande na estação VG004.

A partir das contagens das médias geométricas de coliformes termotolerantes (Figura 6.25), destacou-se o comprometimento microbiológico das águas do rio do Vieira, especialmente nas chuvas, e em menor grau no alto curso do rio Verde Grande.

Houve predominância de teores médios mais expressivos na estação chuvosa para ferro dissolvido (Figura 6.26) e manganês total (Figura 6.27), que foi detectado sistematicamente acima do limite legal, sugerindo contribuição de origem difusa associada ao manejo inadequado do solo. Comportamento semelhante foi observado para cromo total (Figura 6.28), embora com diferenças pouco representativas entre as médias dos dois períodos, exceto no alto curso do rio Verde Grande (VG001) e no rio Gorutuba (VG009).

As maiores médias de fenóis totais (Figura 6.29) ocorreram na estação chuvosa, podendo ser decorrente, sobretudo, da degradação da matéria vegetal carregada

pelas águas pluviais. Exceção foi verificada no rio do Vieira (VG003) com valor maior na seca, devido ao lançamento desse composto por fontes pontuais, sejam indústrias ou esgotos sanitários.

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

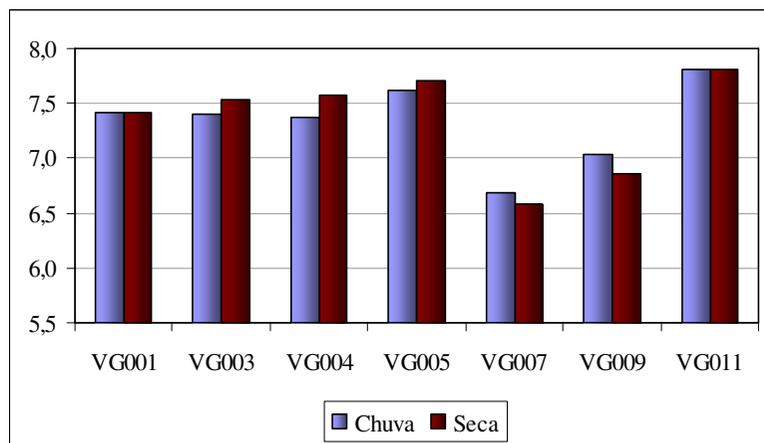


Figura 6.15– Valores médios de pH entre 1997 e 2008.

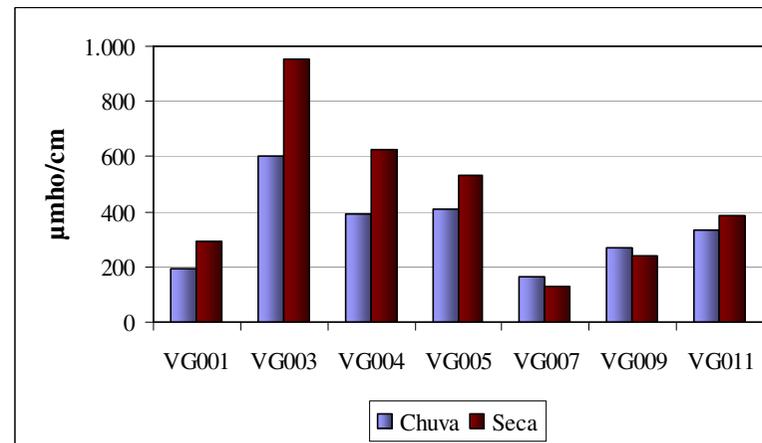


Figura 6.16– Valores médios de condutividade elétrica entre 1997 e 2008.

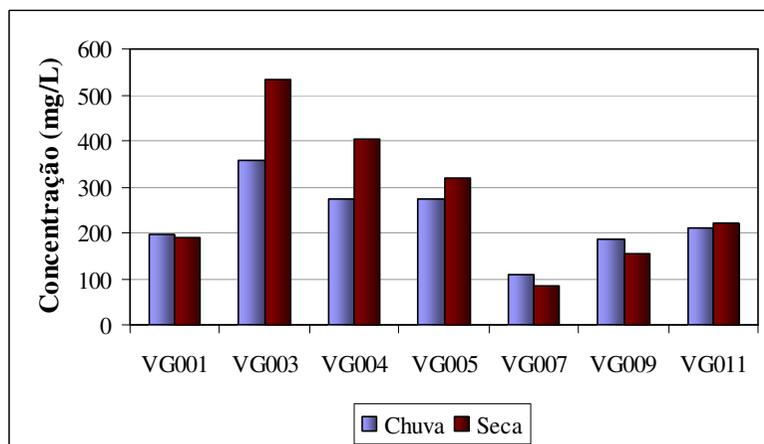


Figura 6.17– Valores médios de SDT entre 1997 e 2008

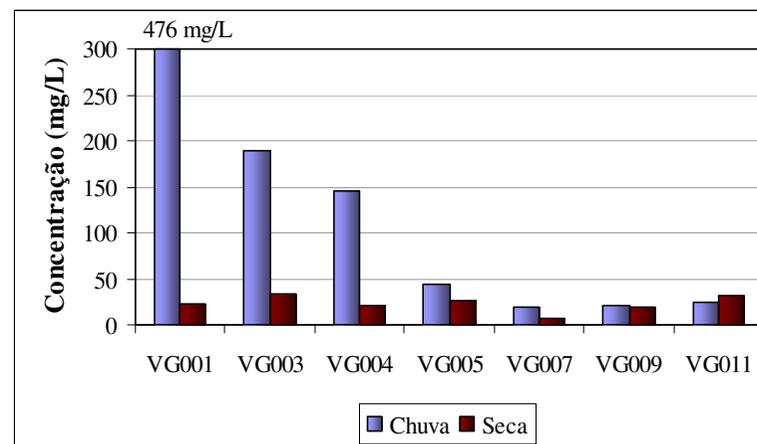


Figura 6.18– Valores médios de SST entre 1997 e 2008

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

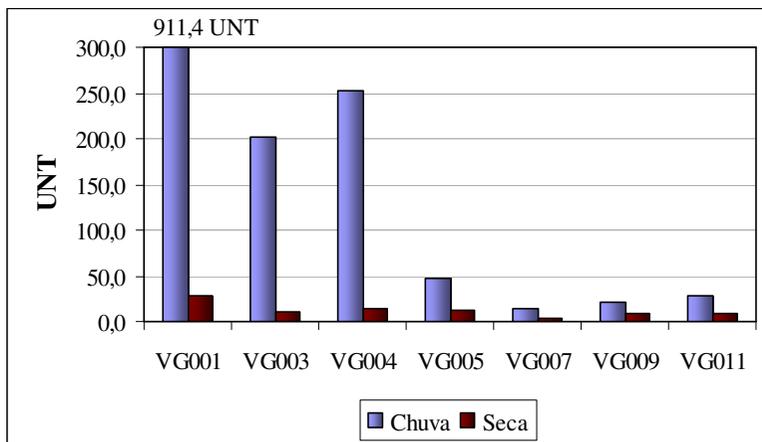


Figura 6.19 – Valores médios de turbidez entre 1997 e 2008

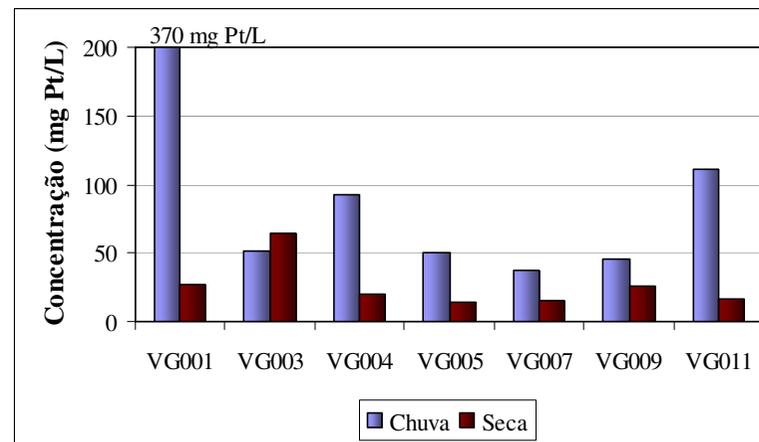


Figura 6.20 – Valores médios de cor verdadeira entre 1997 e 2008

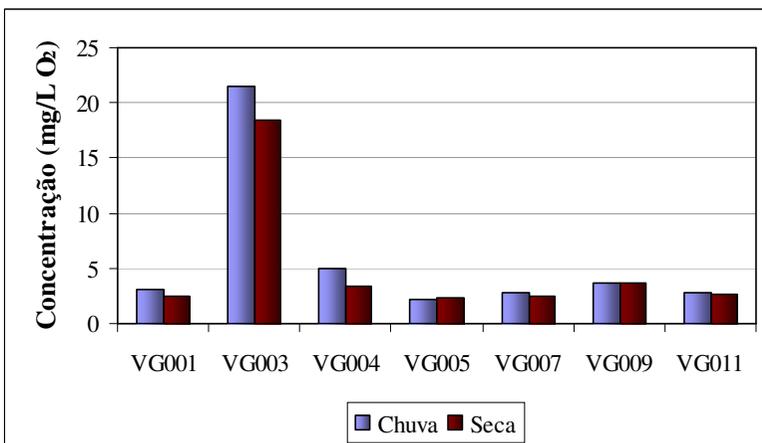


Figura 6.21 – Valores médios de DBO entre 1997 e 2008

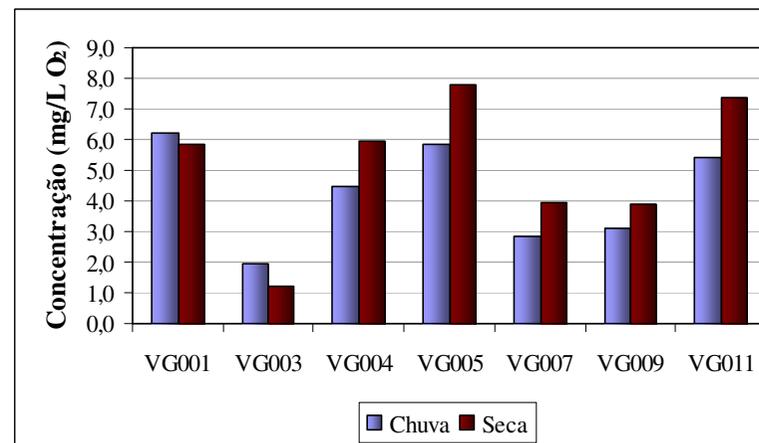


Figura 6.22 – Valores médios de oxigênio dissolvido entre 1997 e 2008

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

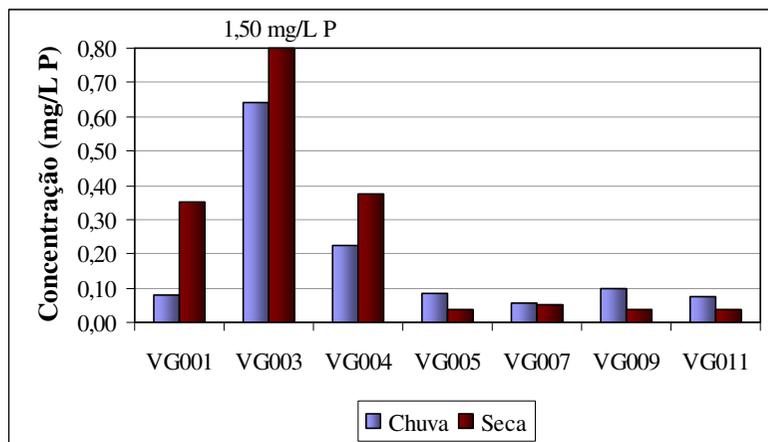


Figura 6.23 – Valores médios de fósforo total entre 1997 e 2008

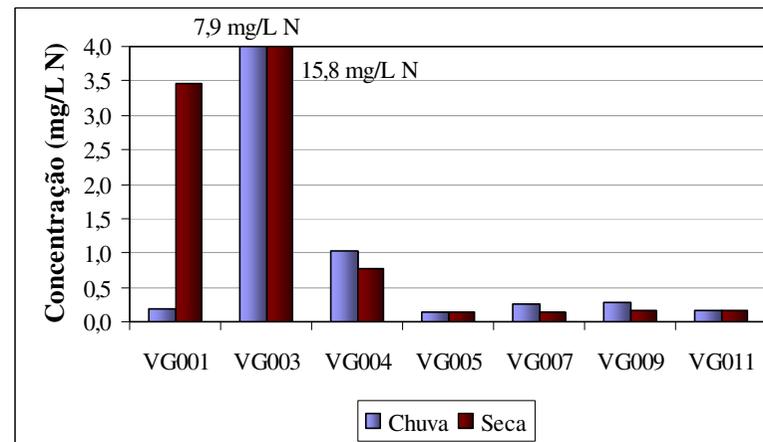


Figura 6.24 – Valores médios de N amoniacal total entre 1997 e 2008

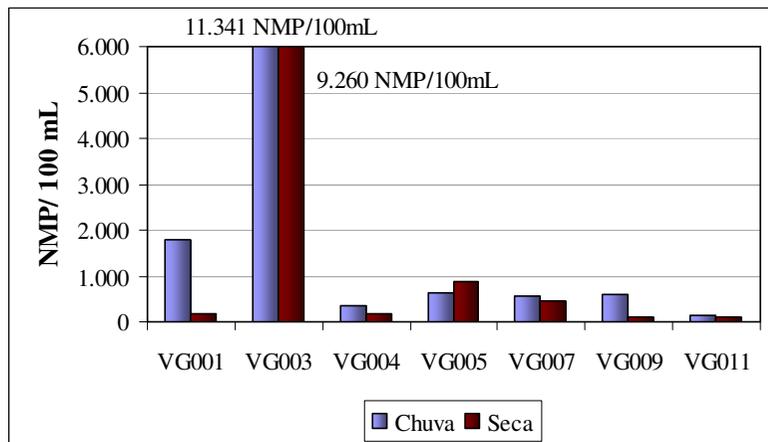


Figura 6.25 – Valores médios de coliformes termot.

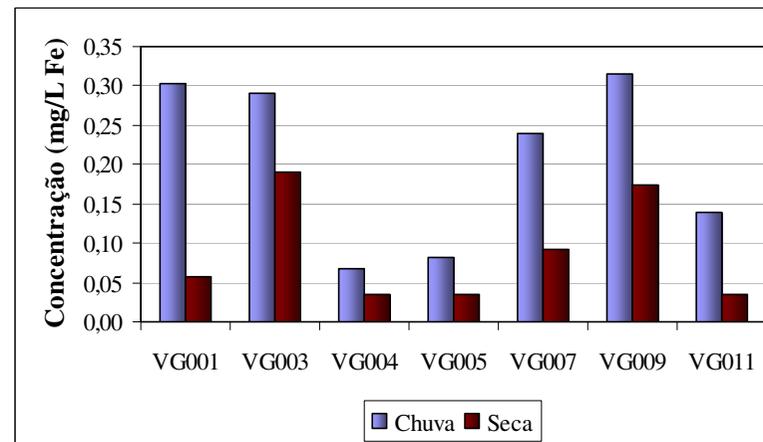


Figura 6.26 – Valores médios de ferro dissolvido entre 1997 e 2008

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

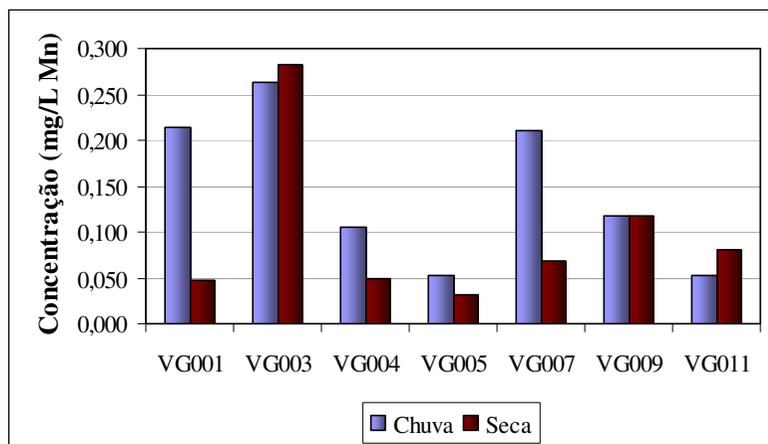


Figura 6.27 – Valores médios de manganês total entre 1997 e 2008

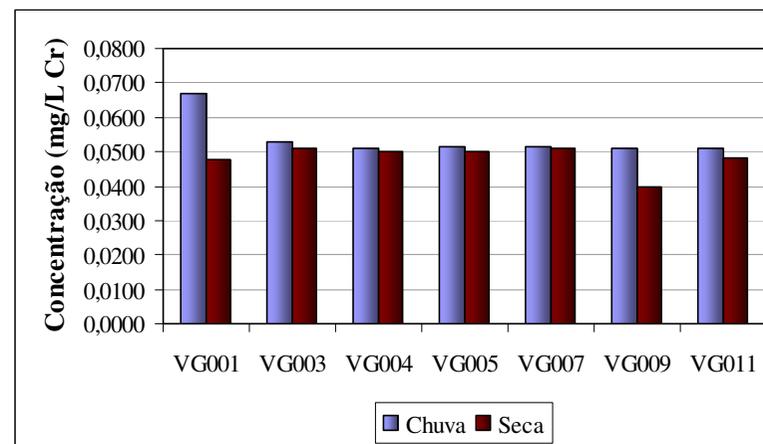


Figura 6.28 – Valores médios de cromo total entre 1997 e 2008

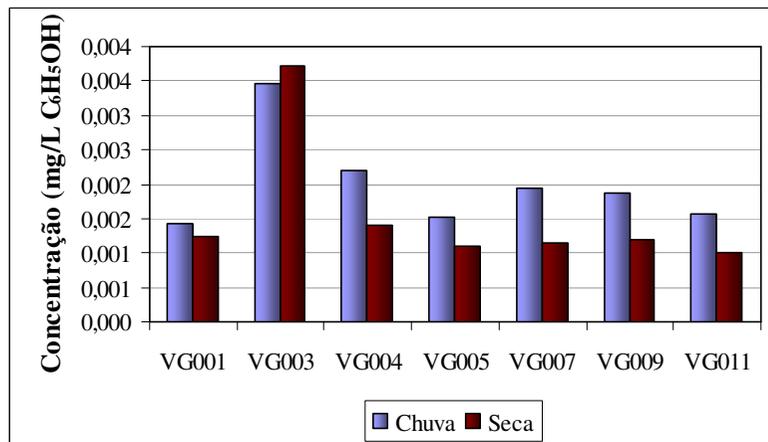


Figura 6.29 – Valores médios de fenóis totais entre 1997 e 2008

A variabilidade dos resultados da série histórica dos quinze parâmetros selecionados por estação de amostragem foi analisada por meio dos gráficos *Box Plot*, visualizados na seqüência. Ficou evidenciado que o segmento inicial do rio Verde Grande sofre grande impacto do uso inadequado do solo e do lançamento de esgotos sanitários, e que o rio do Vieira degradou sobremaneira as águas do rio Verde Grande, muito embora foi verificada gradativa recuperação ao longo de seu percurso. Salienta-se que a carga de poluição introduzida nas águas do rio Verde Grande pode estar sendo acumulada nos sedimentos da sua calha, principalmente considerando-se as condições de escassez de regime hídrico que desfavorecem o transporte fluvial e contribuem para deposição desse material.

As medianas dos registros de pH (Figura 6.30) variaram entre 7,0 e 8,0 nos rios Verde Grande e do Vieira, e entre 6,5 e 7,0 no rio Gorutuba. Os resultados de condutividade elétrica (Figura 6.31) e de sólidos dissolvidos totais (Figura 6.32) apontaram águas com teores significativos de íons dissolvidos, sendo um pouco menores no rio Gorutuba (VG007 e VG009). Quanto aos sólidos em suspensão totais (Figura 6.33) e turbidez (Figura 6.34) destacaram-se as concentrações máximas no alto e médio curso do rio Verde Grande (VG001 e VG004) e no rio do Vieira (VG003). As medidas de cor verdadeira (Figura 6.35) também foram relevantes nesses pontos e no trecho inferior do rio Verde Grande (VG011), nesse caso associando-se à elevada produtividade fitoplanctônica.

A exceção do rio do Vieira (VG003), predominaram concentrações de DBO (Figura 6.36) em conformidade legal, embora em todas as estações os máximos tenham superado o padrão de qualidade da classe de enquadramento, destacando-se o teor de 123 mg/L no citado rio. Similarmente, os teores de oxigênio dissolvido (Figura 6.37) apontaram desconformidade legal em todas as estações, com prelavência de restrição de oxigenação nos rios do Vieira (VG003) e Gorutuba (VG007 e VG009). Quanto ao fósforo total (Figura 6.38) e nitrogênio amoniacal total (Figura 6.39), foi verificada grande variabilidade de resultados no rio do Vieira e máximos elevadíssimos nesse rio e no alto e médio curso do rio Verde Grande (VG001 e VG004). As medianas das contagens de coliformes termotolerantes (Figura 6.40) atenderam ao padrão legal, exceto no rio do Vieira, reforçando as precárias condições sanitárias dessas águas.

Relativamente aos metais, as medianas dos teores de ferro dissolvido (Figura 6.41) atenderam ao padrão legal, ocorrendo máximos não conformes no alto curso do rio Verde Grande (VG001) e nos afluentes rios do Vieira (VG003) e Gorutuba (VG007 e VG009). Já as concentrações de manganês total (Figura 6.42) foram predominantemente superiores ao limite de qualidade, com realce para as estações VG001, VG003 e VG007. Os registros do metal tóxico cromo total (Figura 6.43) também se destacaram nessas estações e, além disso, apontaram não conformidades isoladas nas demais.

Relativamente aos teores do componente tóxico fenóis totais (Figura 6.44) predominaram medianas inferiores ao limite da legislação, exceto no rio do Vieira (VG003), ainda que tenham ocorrido teores máximos não conformes em todas as estações de amostragem.

Cabe salientar que as águas mostraram-se moderadamente duras a duras no rio Verde Grande, duras a muito duras no rio do Vieira, atingindo valores maiores do que 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> de dureza total, e no rio Gorutuba moles a moderadamente duras, predominando a dureza de cálcio. Os resultados de alcalinidade total foram sistematicamente superiores a 150 mg/L CaCO<sub>3</sub> nos rios Verde Grande e do Vieira enquanto no rio Gorutuba variaram entorno de 50 mg/L CaCO<sub>3</sub>. Dentre os cátions caracterizados, os teores mais representativos foram de cálcio e sódio, especialmente no rio do Vieira, oriundo dos despejos industriais e dos esgotos sanitários.

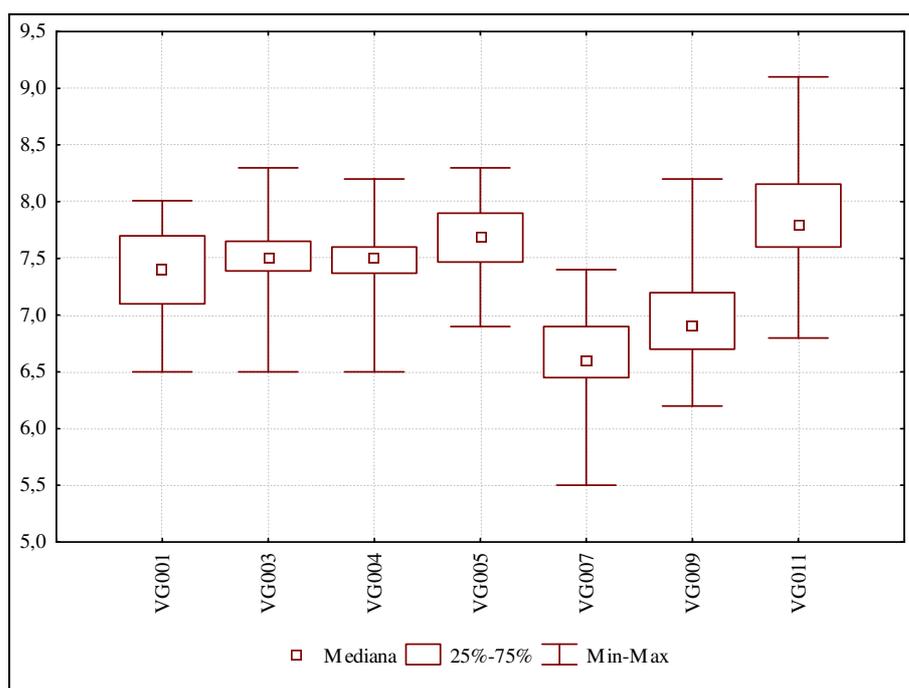


Figura 6.30 – Gráfico *Box Plot* dos dados de pH no período de out/1997 a dez/2008 - Projeto Águas de Minas

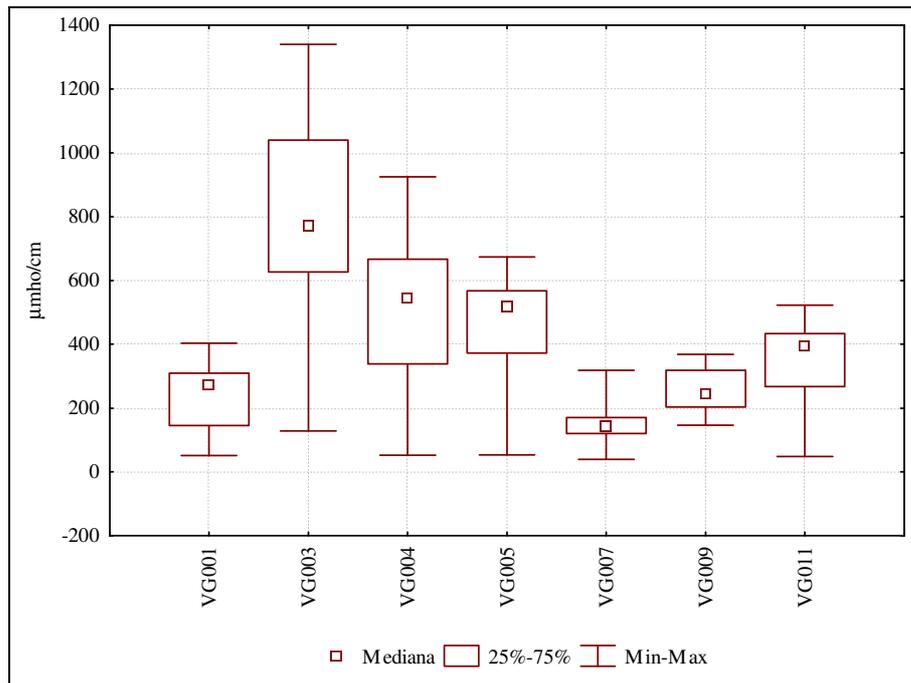


Figura 6.31 – Gráfico *Box Plot* dos dados de condutividade elétrica no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

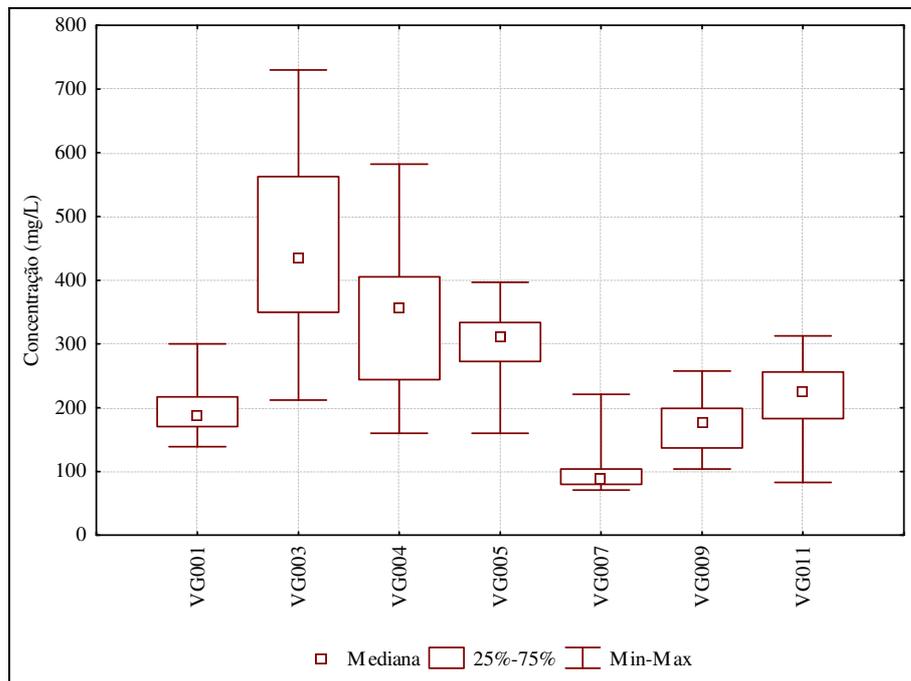


Figura 6.32 – Gráfico *Box Plot* dos dados de sólidos dissolvidos totais – SDT no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

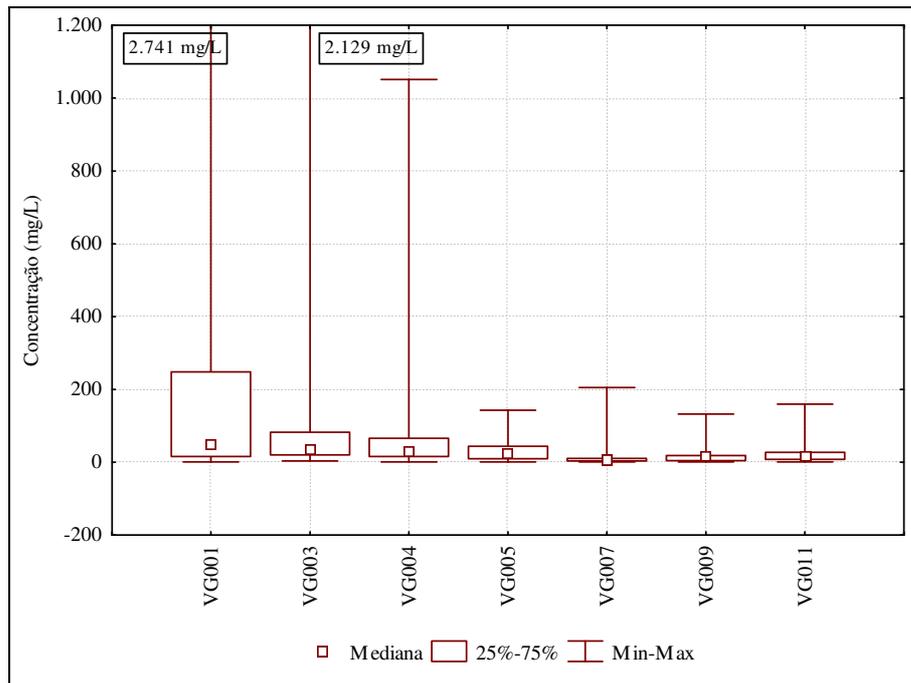


Figura 6.33 – Gráfico *Box Plot* dos dados de sólidos em suspensão totais – SST no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

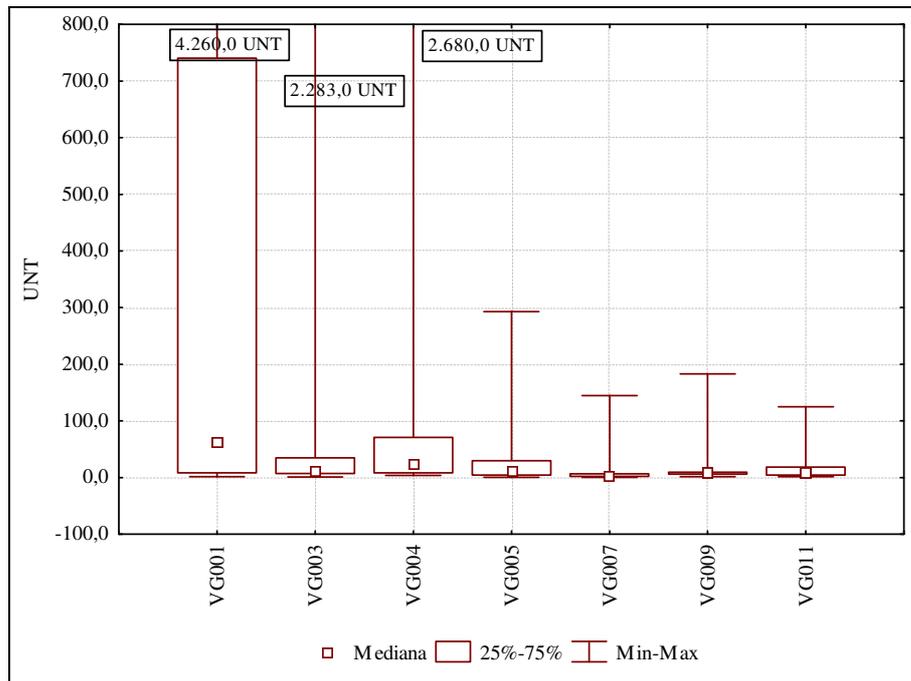


Figura 6.34 – Gráfico *Box Plot* dos dados de turbidez no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

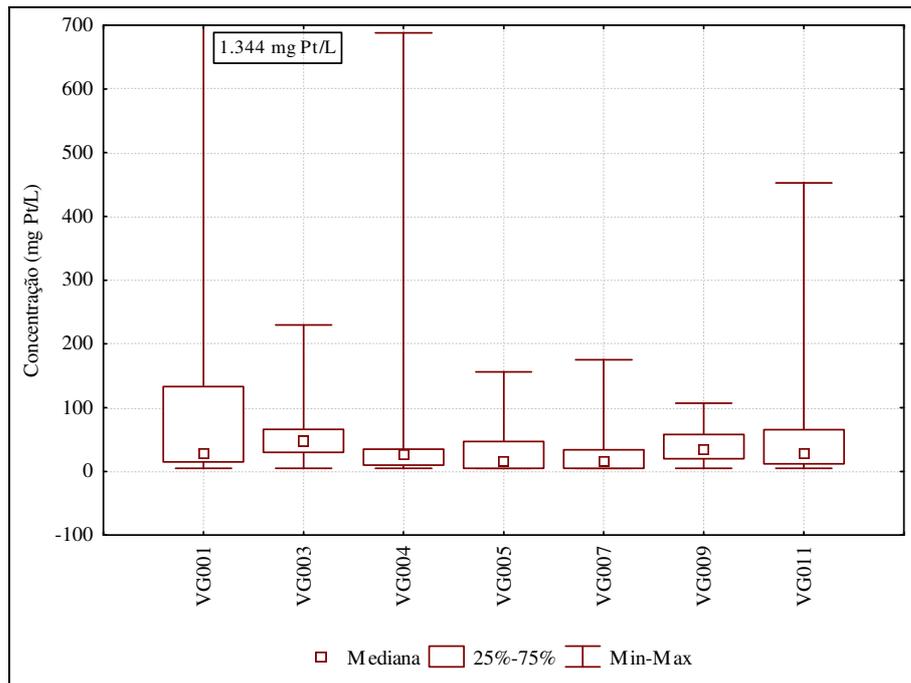


Figura 6.35 – Gráfico *Box Plot* dos dados de cor verdadeira no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

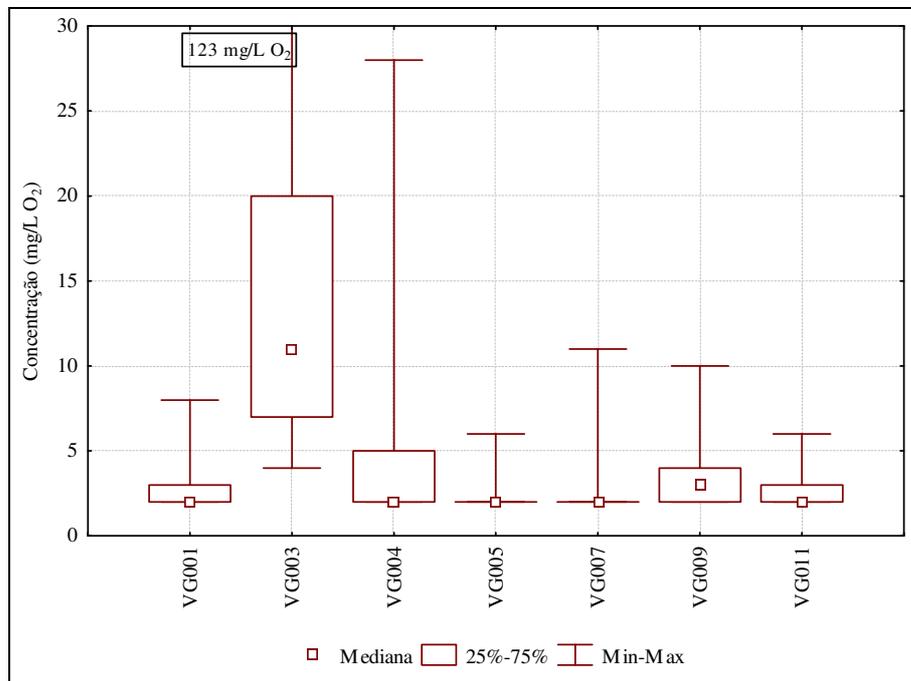


Figura 6.36 – Gráfico *Box Plot* dos dados de demanda bioquímica de oxigênio – DBO no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

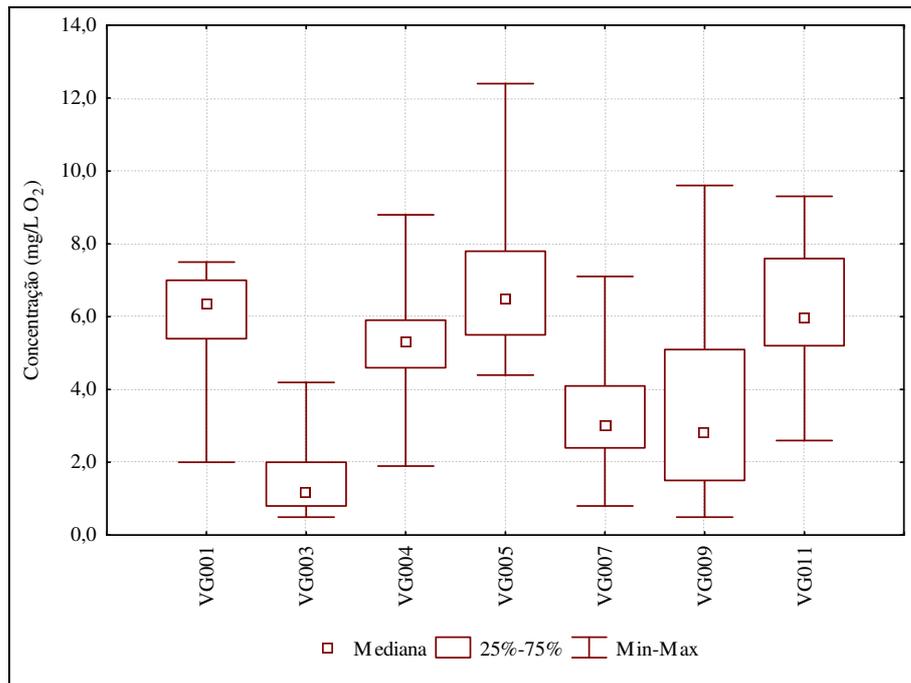


Figura 6.37 – Gráfico *Box Plot* dos dados de oxigênio dissolvido no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

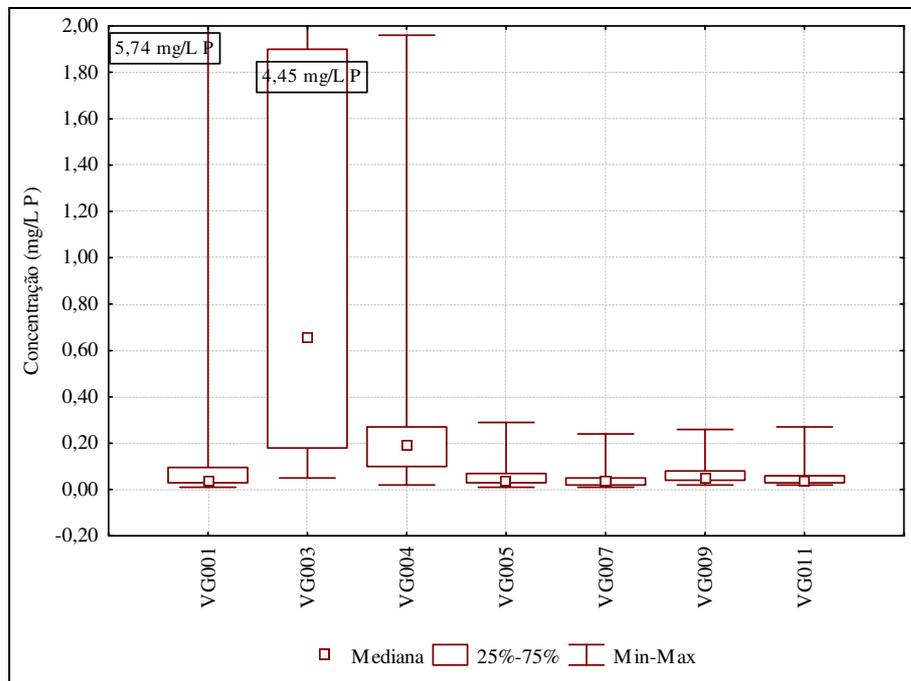


Figura 6.38 – Gráfico *Box Plot* dos dados de fósforo total no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

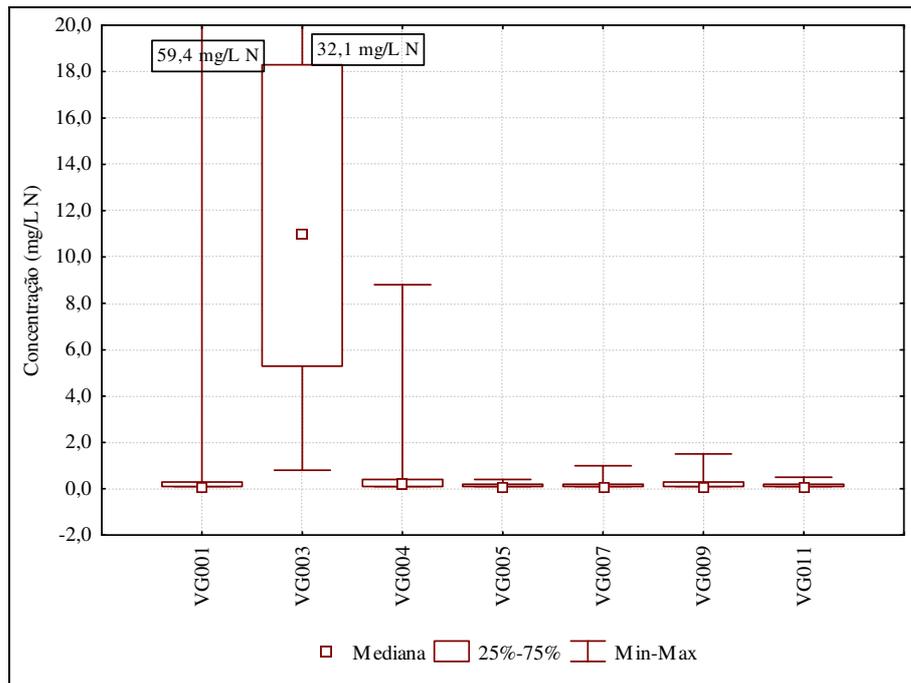


Figura 6.39 – Gráfico *Box Plot* dos dados de nitrogênio amoniacal total no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

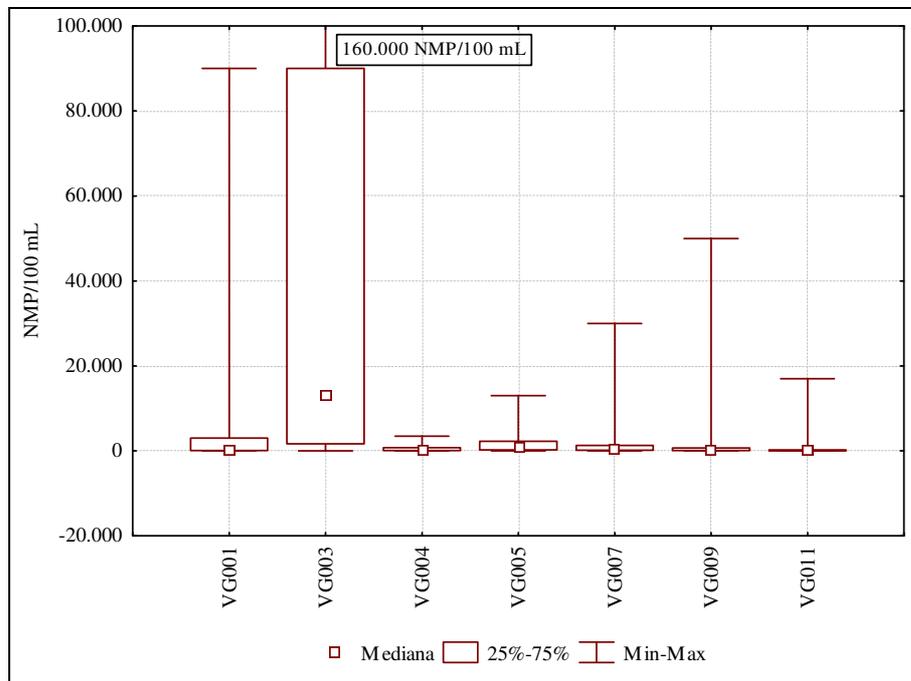


Figura 6.40 – Gráfico *Box Plot* dos dados de coliformes termotolerantes no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

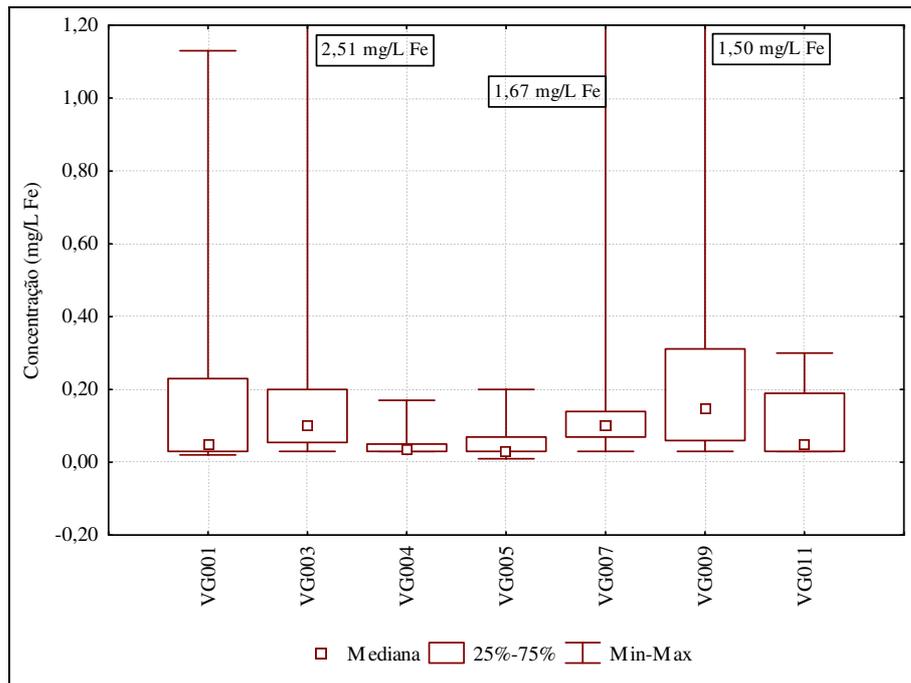


Figura 6.41 – Gráfico *Box Plot* dos dados de ferro dissolvido no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

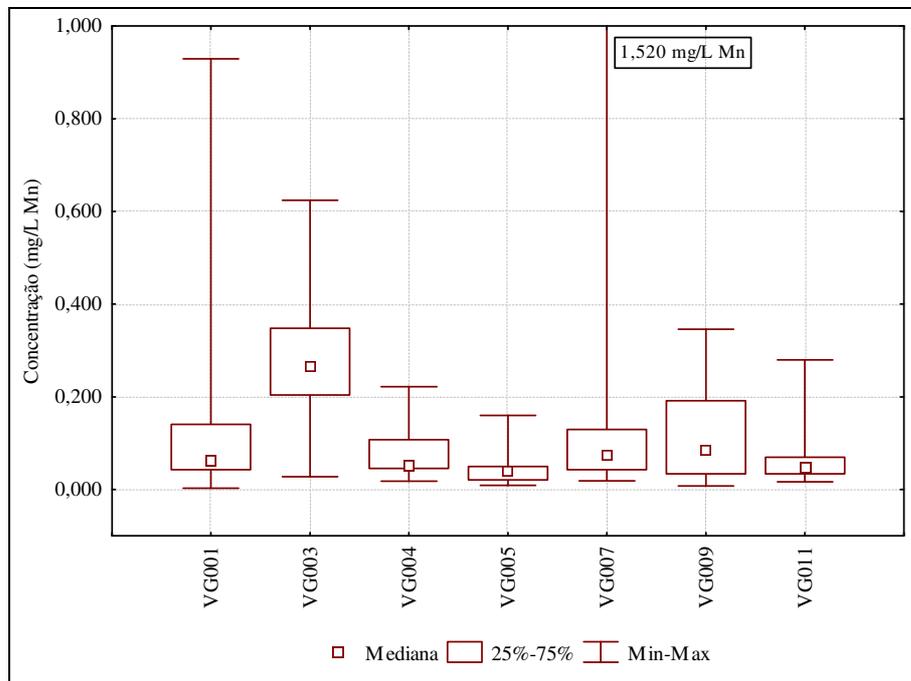


Figura 6.42 – Gráfico *Box Plot* dos dados de manganês total no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

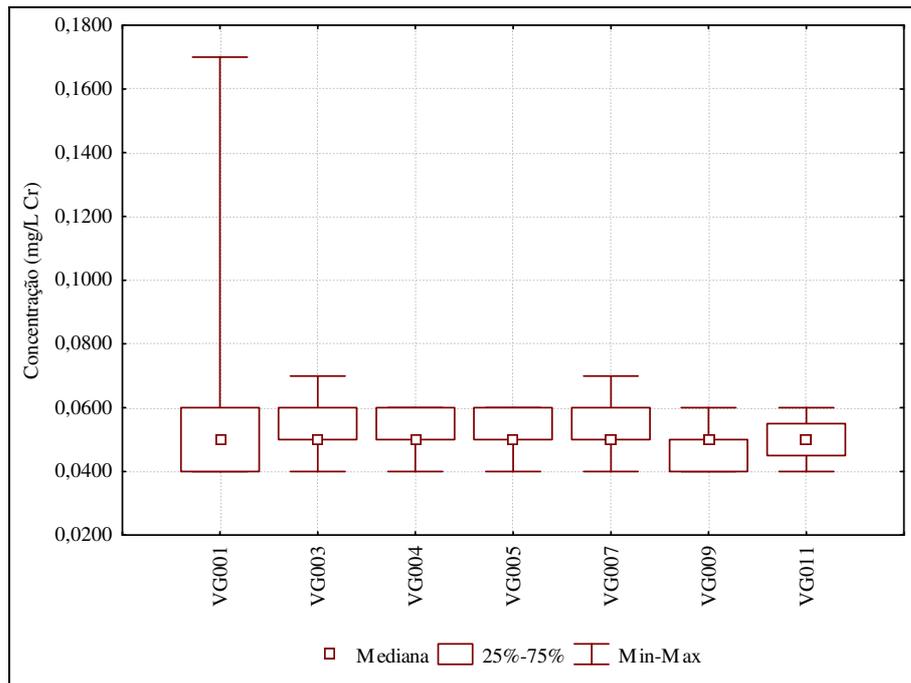


Figura 6.43 – Gráfico *Box Plot* dos dados de cromo total no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

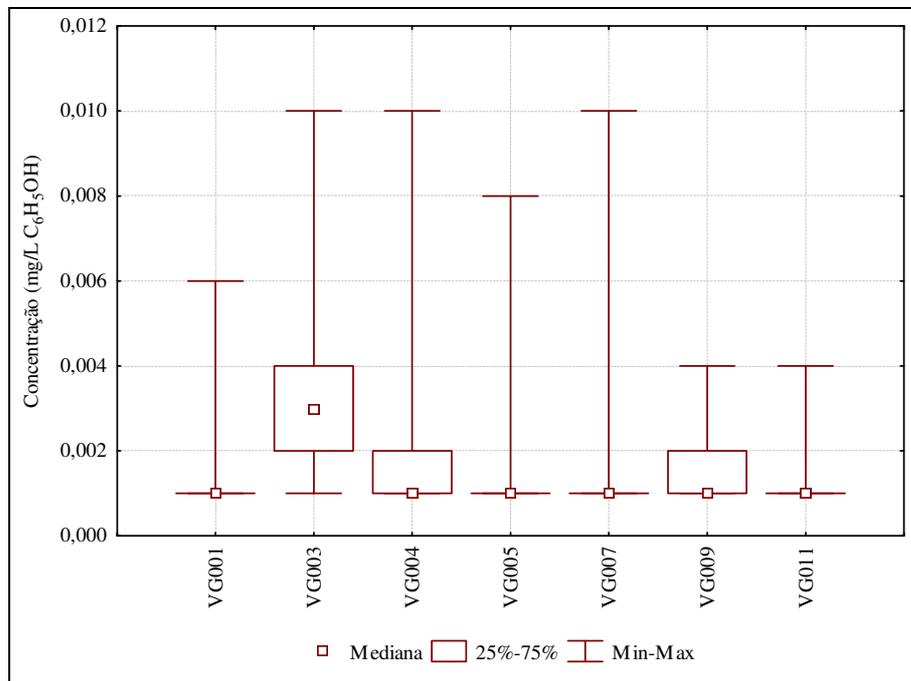


Figura 6.44 – Gráfico *Box Plot* dos dados de fenóis totais no período de out/1997 a dez/2008 – Projeto Águas de Minas

A densidade de cianobactérias, indicador biológico da presença de compostos

tóxicos na água, foi avaliada nas estações VG007, VG009 e VG011 a partir de 2007 e nas estações VG003 e VG005 a partir de 2008. Todos os registros foram inferiores ao padrão da legislação, predominando resultados menores do que 200 cél/mL, sendo os mais expressivos observados nas estações VG003 (3.200 cél/mL) e VG007 (1.001 cél/mL).

A avaliação da condição ecotoxicológica das águas consolida a interpretação dos dados da rede básica operada pelo IGAM. Essa abordagem é utilizada para verificação da qualidade das águas quanto à proteção das comunidades aquáticas. O efeito tóxico agudo decorre da ação deletéria de agentes tóxicos a organismos vivos em curto período de exposição, enquanto o efeito tóxico crônico relaciona-se à exposição que pode abranger parte ou totalidade do ciclo de vida do organismo. Os resultados dos ensaios realizados com o organismo *Ceriodaphnia dubia* em quatro estações de amostragem da rede básica do projeto Águas de Minas estão relacionados no Quadro 6.10.

Nas estações localizadas no rio Gorutuba (VG007 e VG009) não foi constatado registro positivo, o que indica a adequação das águas em termos ecotoxicológicos. No rio do Vieira (VG003) 50% dos resultados evidenciaram efeito tóxico agudo e no baixo curso do rio Verde Grande (VG011) 22% das amostras analisadas apresentaram efeito tóxico crônico. Esses dados reforçam as condições impróprias dessas águas à vida aquática em decorrência do lançamento de agentes contaminantes físicos e químicos, principalmente na calha do rio do Vieira, com reflexo nas águas do rio Verde Grande.

**Quadro 6.10 – Efeito tóxico observado no período de dez/2003 a dez/2008: Projeto Águas de Minas**

Mês e ano da amostragem	Estações de amostragem de águas superficiais			
	VG003	VG007	VG009	VG011
Dez/2003	-	-	-	Ausente
Mar/2004	-	-	-	Ausente
Jun/2004	-	-	-	Ausente
Set/2004	-	-	-	Ausente
Dez/2004	-	-	-	Ausente
Mar/2005	-	-	-	Ausente
Jun/2005	-	-	-	Ausente
Set/2005	-	-	-	Ausente
Mar/2006	-	-	-	Ausente
Jun/2006	-	-	-	Crônico
Set/2006	-	-	-	Ausente
Nov/2006	-	-	-	Ausente
Mar/2007	-	-	-	Crônico
Jun/2007	-	-	-	Ausente
Set/2007	Agudo	-	-	Ausente
Dez/2007	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mar/2008	Ausente	Ausente	Ausente	Crônico
Jun/2008	Agudo	Ausente	Ausente	Crônico
Set/2008	Agudo	Ausente	Ausente	-
Dez/2008	Ausente	Ausente	Ausente	-

Fonte: IGAM, 2008

➤ **Projeto Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas das Sub-bacias dos Rios Verde Grande, Pacuí-Riachão e**

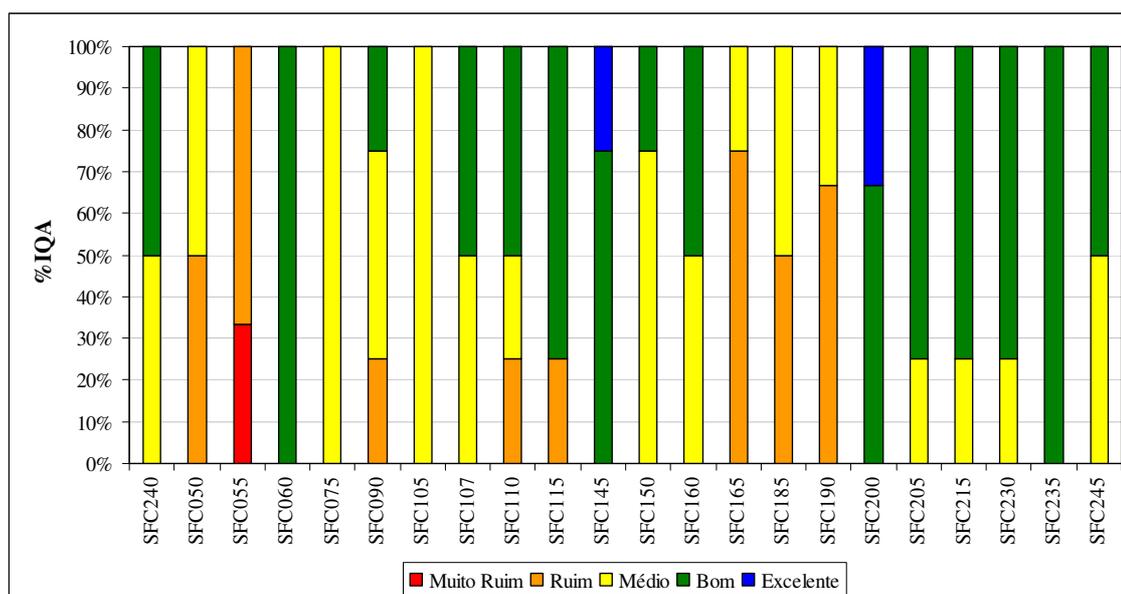
### **Jequitáí na Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais - Convênio CODEVASF/IGAM**

Com relação aos resultados da rede dirigida operada em 2005 por meio de convênio firmado entre a CODEVASF e o IGAM, apresenta-se na seqüência uma análise consistida das informações relativas às quatro campanhas de amostragem. Destaca-se a peculiaridade dessa rede, com pontos em ambientes lênticos e lóticos, que serão tratados separadamente em vista da dinâmica diferenciada das transformações físicas, químicas e biológicas que ocorrem nesses ambientes. Ademais, os ensaios hidrobiológicos e de agrotóxicos incluídos nesse monitoramento possibilitaram o aperfeiçoamento da avaliação do impacto nas águas decorrente das atividades agrícolas.

Cabe destacar que, conforme metodologia utilizada pelo IGAM, o desenho da rede procurou selecionar pontos de coleta para caracterização das condições naturais das águas e das principais interferências devido às atividades agropecuárias, minerárias e de urbanização, incluindo as indústrias de pequeno porte.

Na bacia do rio Verde Grande foram instaladas 34 estações de amostragem, sendo 12 em barragens e lagoa, ambientes lênticos, e 22 em cursos de água, ambiente lótico, localizadas no rio Verde Grande e nos contribuintes rios do Vieira, São Domingos e Gortuba e afluentes, rios Mosquito, Serra Branca, Lajes e Gameleira, e no rio Poções e córrego Canabrava, tributários do rio Quem Quem. Adicionalmente, de forma a verificar se está ocorrendo exportação de contaminantes do rio Verde Grande para o rio São Francisco foram incluídos os resultados das estações localizadas no rio São Francisco a montante e a jusante da foz do rio Verde Grande.

A distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem localizada em ambiente lótico referente às quatro campanhas realizadas em 2005 está ilustrada na Figura 6.45. Foi registrado IQA Excelente no rio Gortuba a jusante da barragem Bico da Pedra (SFC145) e no seu afluente rio Serra Branca a jusante da barragem Serra Branca (SFC200), com percentuais de 25% e 33%, respectivamente. Nesses pontos predominou IQA Bom, assim como no rio São Domingos a montante da barragem São Domingos (SFC060), rio Gortuba a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115), rio das Lajes a montante (SFC205) e a jusante (SFC215) da barragem das Lajes, rio Gameleira a jusante da barragem Gameleira (SFC230) e rio Verde Grande a jusante da confluência do rio Gortuba (SFC235/VG011).

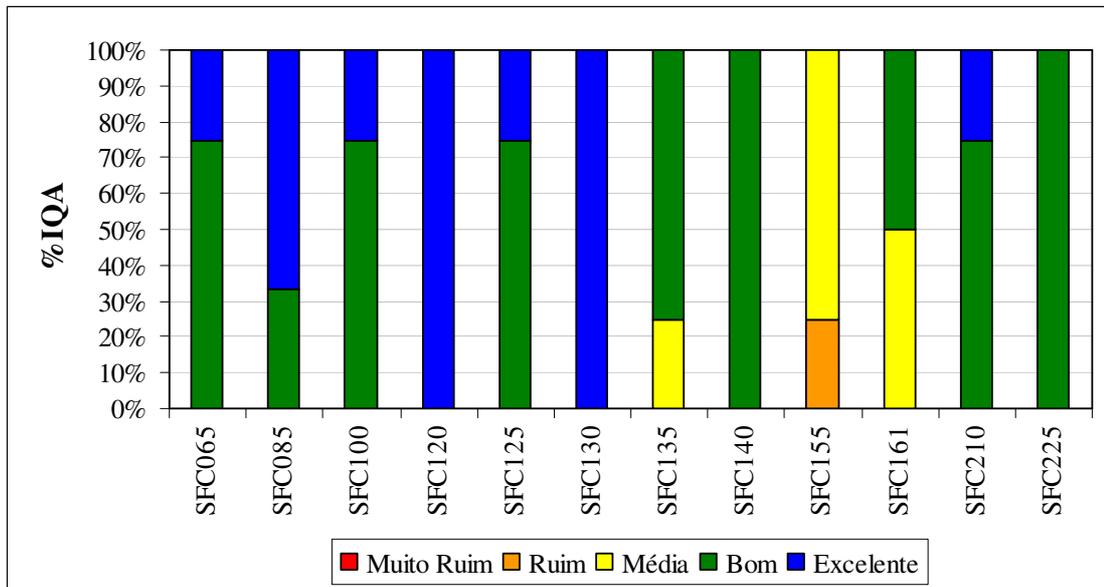


**Figura 6.45 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem em ambiente lótico no ano de 2005 - Convênio CODEVASF/IGAM**

A faixa Muito Ruim ocorreu apenas no rio do Vieira (SCF055/VG003) representando 33% dos valores, enquanto o IQA Ruim predominou nessa estação e no rio Gorutuba em dois locais, a jusante da confluência com o rio Mosquito (SCF165) e a montante da confluência com o rio Pacuí (SCF190). No rio Verde Grande a jusante da cidade de Glaucilândia (SFC050/VG001) e no rio Mosquito próximo a sua foz no rio Gorutuba (SFC185) houve distribuição equitativa entre as faixas do IQA Ruim e Médio. As variáveis que mais interferiram negativamente no IQA foram fósforo total, coliformes termotolerantes, oxigênio dissolvido e turbidez, além da demanda bioquímica de oxigênio no alto curso do rio Verde Grande e no rio do Vieira.

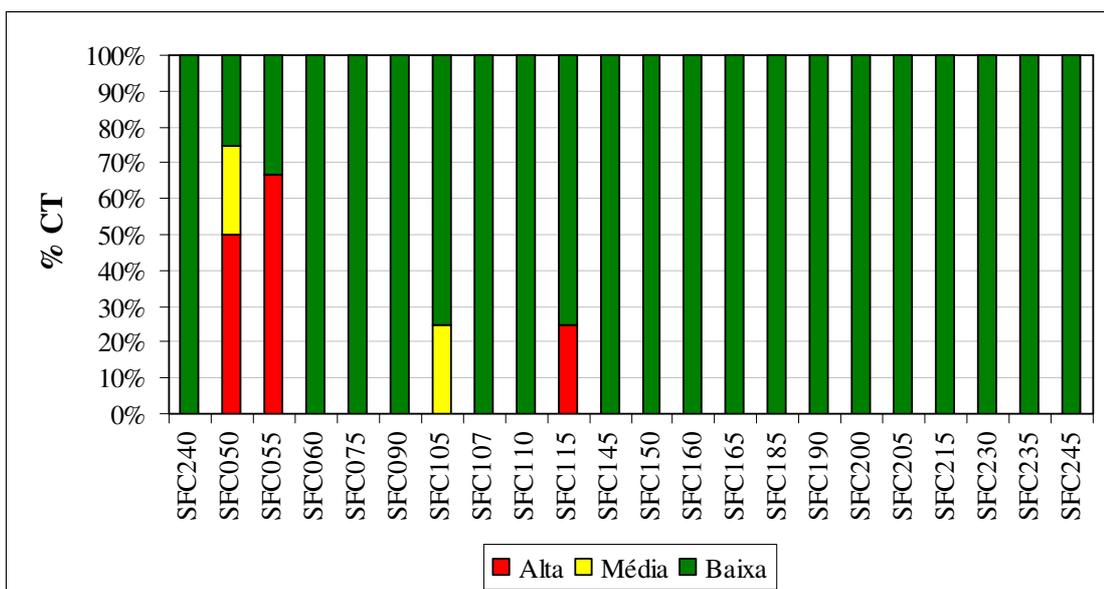
Salienta-se que no rio São Francisco tanto a montante (SFC240) quanto a jusante (SFC245) da confluência do rio Verde Grande, houve equivalência das categorias Boa e Média, sem indicação de interferência do afluyente no curso principal em relação a sólidos, nutrientes, matéria orgânica e organismos patogênicos.

Nas amostras coletadas na zona fótica de ambiente lântico (Figura 6.46) as águas apresentaram-se predominante com IQA Excelente e Bom, exceto no corpo da barragem da ASSIEG no município de Janaúba (SFC155), onde ocorreu IQA Ruim devido aos baixos teores de oxigênio dissolvido, mas com prevalência da faixa Média.



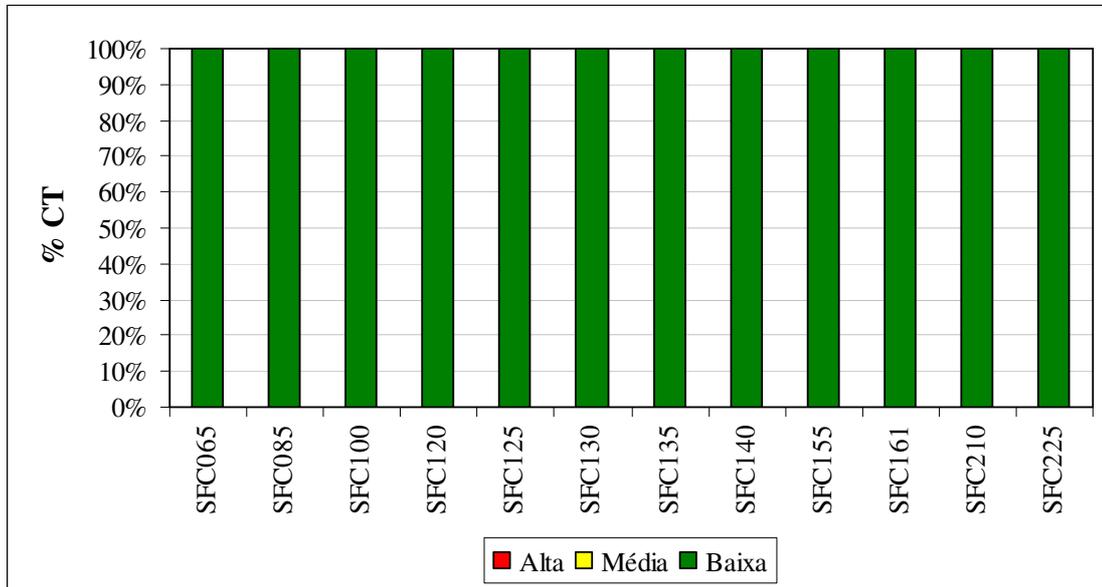
**Figura 6.46 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem em ambiente lêntico (zona fótica) no ano de 2005 - Convênio CODEVASF/IGAM**

Relativamente à presença de componentes tóxicos em ambiente lótico (Figura 6.47), predominou CT Baixa, exceto nas estações localizadas no alto curso do rio Verde Grande (SFC050/VG001) e no rio do Vieira (SFC055/VG003), que apresentaram maior percentual de CT Alta, reforçando o quadro crítico de qualidade registrado por meio da operação da rede básica do Projeto Águas de Minas. As concentrações de nitrogênio amoniacal total foram responsáveis pela presença de contaminação em ambas as estações, além de chumbo total no rio Verde Grande. Esse metal foi também responsável pela CT Alta na campanha de dezembro no rio Gurutuba a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115).



**Figura 6.47 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem em ambiente lótico no ano de 2005 - Convênio CODEVASF/IGAM**

Na zona fótica de ambientes lênticos a CT apontou nível Baixo em todas as estações de amostragem, conforme mostrado na Figura 6.48.



**Figura 6.48 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem em ambiente lêntico (zona fótica) no ano de 2005 - Convênio CODEVASF/IGAM**

O percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento, por variável e estação de amostragem estão apresentados no Quadro 6.11.

**Quadro 6.11 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no ano de 2005 Convênio CODEVASF/IGAM**

Parâmetros	Estações de amostragem de águas superficiais																		
	SFC 240	SFC 050	SFC 055	SFC 060	SFC 065	SFC 075	SFC 085	SFC 090	SFC 100	SFC 105	SFC 107	SFC 110	SFC 115	SFC 120E	SFC 120F	SFC 125E	SFC 125F	SFC 130E	SFC 130F
pH	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos dissolvidos totais	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos em suspensão totais	50%	50%	33%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	25%	0%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Turbidez	50%	50%	33%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	50%	0%	25%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
OD	0%	25%	100%	0%	25%	50%	0%	25%	0%	0%	50%	25%	0%	0%	50%	0%	50%	0%	25%
DBO	0%	75%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fósforo total	50%	50%	100%	0%	75%	75%	67%	25%	50%	50%	100%	25%	25%	50%	50%	50%	75%	50%	50%
Nitrogênio amoniacal total	0%	25%	100%	0%	0%	0%	33%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes termotolerantes	0%	75%	33%	0%	0%	25%	0%	25%	0%	50%	0%	50%	25%	0%	-	0%	-	0%	-
Cloreto total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário total	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
Cádmio total	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
Chumbo total	0%	50%	0%	0%	-	0%	-	0%	-	25%	0%	0%	25%	-	-	-	-	-	-
Ferro dissolvido	25%	50%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	33%	0%	25%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	25%
Manganês total	50%	50%	100%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	75%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	25%	0%	25%
Mercúrio total	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	-	-	-	-	-	-
Fenóis totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Continuação

Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande

Contrato N° 031/ANA/2008

Parâmetros	Estações de amostragem de águas superficiais																		
	SFC 135E	SFC 140E	SFC 140F	SFC 145	SFC 150	SFC 155	SFC 160	SFC 161	SFC 165	SFC 185	SFC 190	SFC 200	SFC 205	SFC 210	SFC 215	SFC 225	SFC 230	SFC 235	SFC 245
pH	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	25%	0%	25%	50%	0%	0%
Sólidos dissolvidos totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos em suspensão totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%
Turbidez	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%
OD	0%	0%	25%	0%	100%	100%	75%	50%	100%	100%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	25%
DBO	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fósforo total	50%	50%	50%	0%	0%	75%	0%	75%	25%	25%	33%	0%	0%	75%	25%	50%	0%	0%	25%
Nitrogênio amoniacal total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes termotolerantes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	33%	0%	25%	0%	25%	0%	25%	0%	0%
Cloreto total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário total	-	-	-	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%
Cádmio total	-	-	-	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%
Chumbo total	-	-	-	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%
Ferro dissolvido	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	33%	0%	75%	50%	75%	0%	25%	0%	25%
Manganês total	0%	0%	25%	0%	0%	25%	25%	100%	25%	100%	67%	0%	0%	0%	50%	25%	100%	0%	25%
Mercurio total	-	-	-	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%	0%	0%	-	0%	-	0%	0%	0%
Fenóis totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: IGAM, 2008

Predominou comprometimento por lançamentos domésticos, retratado principalmente pela maior frequência de registros não conformes das variáveis sanitárias, fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes. Foi detectada presença do componente tóxico nitrogênio amoniacal total no alto curso do rio Verde Grande (SFC050/VG001), rio do Vieira (SCF055/VG003), barragem Canabrava (SFC085), córrego Canabrava (SFC090), barragem Bico da Pedra (SFC125F) e rio das Lajes (SFC215), e de chumbo total também na estação SFC050/VG001, rio Poções (SFC105) e rio Gortuba a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115).

Merece destacar as ocorrências de ferro dissolvido e manganês total em teores superiores aos respectivos padrões de qualidade nas águas correntes, advindas de carga difusa, sobretudo relacionada à atividade agropecuária desenvolvida na região visto que esses metais são constituintes naturais do solo. Os parâmetros nitrato, nitrito, cloreto total, sulfato total, bário total, cádmio total, mercúrio total e fenóis totais não foram detectados em teores acima dos padrões de qualidade.

O quadro mais favorável foi identificado nas estações SFC060 e SFC145 localizadas nos rios São Domingos a montante da barragem São Domingos e Gortuba a jusante da barragem Bico da Pedra, respectivamente, visto que todos os resultados mostraram-se em conformidade com a legislação.

Ao contrário, as águas do rio do Vieira (SFC055/VG003) apontaram a pior condição de qualidade com todos os registros não conformes em relação a oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio amoniacal total e manganês total, evidenciando sobrecarga de matéria orgânica e de nutrientes. Ademais, cabe salientar o percentual de 100% de ocorrências de concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite inferior da legislação em várias estações localizadas no rio Gortuba (SFC150, SFC155, SFC165 e SFC190/VG009) e em seu afluente rio Mosquito (SFC185).

Quanto à verificação do impacto nas águas do rio São Francisco advindo do rio Verde Grande, a confrontação dos resultados das estações localizadas a montante e a jusante da confluência desse afluente, SFC240 e SFC245, respectivamente, revelou uma redução nos percentuais de resultados não conformes de montante para jusante para os parâmetros turbidez, sólidos em suspensão totais, manganês total e fósforo total. Para o ferro dissolvido não foram observadas variações. Porém, houve aumento nos percentuais de violação para oxigênio dissolvido, retratando piores condições de oxigenação das águas do rio São Francisco após receber o rio Verde Grande.

Nos ambientes represados predominaram águas com baixa dureza e nos trechos fluentes dos tributários predominou dureza moderada, exceto no rio do Vieira. Nesse afluente, no rio Verde Grande e na Lagoa Grande foram detectadas águas duras. Os resultados de alcalinidade total estiveram sistematicamente acima de 100 mg/L CaCO<sub>3</sub> no rio Verde Grande e no rio do Vieira superaram 300 mg/L CaCO<sub>3</sub>, enquanto nos demais afluentes predominaram registros inferiores a 50 mg/L CaCO<sub>3</sub>.

Quanto aos agrotóxicos, a avaliação ficou prejudicada para os parâmetros hexaclorobenzeno, lindano, heptacloro epóxido + heptacloro, aldrin + dieldrin, clordano (cis + trans), endossulfan (alfa + beta + sulfato), endrin, DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) e metoxicloro, uma vez que o limite de quantificação analítico, igual a 0,1 µg/L, é superior ao limite da legislação, de forma que um conjunto expressivo de resultados teve que ser descartado.

Dentre os registros que puderam ser considerados, nas campanhas de abril e junho os teores dos parâmetros DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) e Metoxicloro superaram os padrões de qualidade no rio Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba (SFC110/VG005) e a jusante da confluência do rio Gortuba (SFC235/VG011) e na sub-bacia do rio Gortuba, no curso principal a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115), na barragem da ASSIEG (SFC155) e a montante da confluência do rio Pacuí (SFC190/VG009), assim como na Lagoa Grande (SFC161), no rio Mosquito (SFC185) e a jusante da confluência com o rio Mosquito (SFC165). No rio São Francisco a jusante da foz do rio Verde Grande (SFC245) também foram detectados resultados não conformes para as citadas variáveis.

Cabe enfatizar que na sub-bacia do rio Gortuba localiza-se o Perímetro Irrigado do Gortuba, apoiado pela CODEVASF, com empreendimentos agrícolas e agroindustriais, de forma que a detecção de agrotóxicos nessas águas reflete o impacto advindo das atividades econômicas desenvolvidas na região, com repercussão no rio Verde Grande e até mesmo no rio São Francisco. Fator de preocupação associa-se ao fato do rio Gortuba, no trecho localizado a jusante da Barragem Bico da Pedra e a montante da cidade de Janaúba, ser utilizado como área de lazer e recreação de contato primário.

Complementarmente, os ensaios de toxicidade realizados em setembro de 2005 com o microcrustáceo *Ceriodaphnia dubia*, apontaram efeito tóxico crônico no rio Gortuba a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115) e rio São Francisco a jusante da foz do rio Verde Grande (SFC245). Não foi observado efeito tóxico nas estações localizadas no rio Gortuba a jusante da barragem Bico da Pedra (SFC145), a montante da barragem da ASSIEG (SFC150) e a jusante da confluência com o rio Mosquito (SFC165).

Quanto à avaliação hidrobiológica, no rio Verde Grande a jusante da cidade de Glaucilândia (SFC050/VG001), onde predominaram faixas de IQA Médio e Ruim, os macroinvertebrados também apontaram para condições de Poluição Moderada em junho de 2005 passando a Excessiva em setembro de 2005, quando só foram encontrados os moluscos *Melanoides tuberculatus* (espécie exótica).

No seu afluente rio do Vieira (SFC055/VG003) a situação retratada foi mais crítica, pois em ambas as campanhas os bioindicadores de baixa qualidade das águas, quironomídeos e oligoquetas, classificaram as águas com Poluição Excessiva. Da mesma forma, o IQA mostrou nível de qualidade Muito Ruim e a CT apontou para águas com Alta contaminação tóxica.

Em relação às barragens São Domingos (SFC065), Canabrava (SFC085) e Pedro

Jú (SFC100) e respectivos córregos a montante (SFC060) e a jusante (SFC090 e SFC105), as avaliações bióticas indicaram condições ambientais que variaram entre Boas e Médias. Os macroinvertebrados bentônicos classificaram o rio São Domingos com a melhor qualidade, indicando Escasso teor de matéria orgânica e o IQA esteve Bom em todas as coletas. Enquanto os pontos SFC090 e SFC105 se enquadraram com qualidade Média para o IQA na maioria das campanhas, os organismos zoobentônicos apontaram para ambientes impactados com predominância de oligoquetas no córrego Canabrava e de insetos quironomídeos e moluscos exóticos (*Corbicula fluminea*) e vetores da esquistosomose - *Biomphalaria sp* - no rio Poções.

No que se refere às águas lânticas das barragens, foi observado alta produtividade planctônica, de acordo com os resultados das densidades fito e zooplantônicas e também da clorofila *a*. Estes dados apontaram para o processo de eutrofização em que estes ambientes se encontram. Os valores do índice de Diversidade ( $H'$ ) oscilaram muito ao longo do ano, acompanhando as ocorrências de altas abundâncias de apenas uma espécie. Este é o reflexo das condições de imaturidade das comunidades que ainda não alcançaram o equilíbrio nestes ambientes formados artificialmente.

Nos pontos do rio Verde Grande SFC075/VG004, SFC107/SFJ22, SFC110/VG005 e SFC235/VG011 deve-se ressaltar a presença e abundância dos moluscos invasores que possuem potencial de infestação no ambiente. Esta é uma condição de degradação ambiental, que após a instalação dos citados invasores, pode ocorrer um desequilíbrio entre as populações indígenas, culminando, às vezes, com a eliminação de espécies.

Quanto à qualificação pelos índices bióticos (BMWP/ASPT e Saprobiótico), o trecho compreendido entre as cidades de Capitão Enéas e Jaíba apontaram para Moderada quantidade de matéria orgânica, onde o IQA variou entre Médio a Bom. No entanto, segundo os resultados para o zoobentos no ponto SFC235/VG011, localizado após a confluência com o rio Gorutuba, as condições não se correlacionaram com o IQA Bom. Neste trecho, o rio Verde Grande mostrou uma macrofauna muito pobre, composta apenas por moluscos invasores em junho de 2005 e por larvas de quironomídeos e duas famílias de efemerópteros, em setembro de 2005. Como não foi detectada CT Alta em nenhum desses pontos, pode-se associar as condições de degradação das águas com a presença de esgotos domésticos ou mesmo com efeitos advindos da contaminação por agrotóxicos, uma vez que foi detectado DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) e Metoxicloro em teores não conformes nas estações SFC110/VG005 e SFC235/VG011.

Relativamente à sub-bacia do rio Gorutuba, com o IQA predominantemente Bom no ponto SFC115, os macroinvertebrados bentônicos avaliaram o rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra com a melhor qualidade dentre os trechos monitorados, assim como seu afluente o rio Serra Branca (SFC200). Em ambos os pontos a caracterização para o teor de matéria orgânica foi Escassa e o IQA alcançou a nota Excelente em uma campanha no ponto SFC200.

Nas demais estações de amostragem, por apresentarem condições semi-lóticas, as avaliações foram realizadas por meio dos organismos planctônicos. Os melhores resultados foram encontrados no rio Gorutuba a jusante da barragem Bico da Pedra (SFC145). Neste ponto as comunidades fito e zooplanctônicas estiveram com densidades mais baixas e riquezas de espécies mais altas que refletiram no resultado do índice de Diversidade que caracteriza águas mais limpas. A faixa do IQA encontrada neste ponto também refletiu esta melhor condição, já que variou entre o nível Bom e Excelente.

Nos pontos localizados a jusante do ponto SFC145, quais sejam SFC150, SFC160/VG007 e SFC165, pode-se observar a evolução da degradação do ambiente aquático, com a invasão de plantas aquáticas em seu leito e despejos domésticos de forma disseminada. As condições mais impactantes para o meio aquático se relacionaram à baixa oxigenação e interferências físicas em seu leito. As populações planctônicas mostraram o reflexo destas alterações e o fitoplâncton apresentou restrições ao seu desenvolvimento e baixos resultados do índice de diversidade, enquanto o zooplâncton mostrou aumento do grupo dos protozoários que possuem alimentação saprofágica e suportam baixos teores de oxigênio dissolvido. O IQA neste trecho variou entre Ruim e Bom e os valores médios do índice biótico foi de Poluição Moderada

Na barragem da ASSIEG (SFC155) as contaminações por agrotóxicos e arsênio nos sedimentos denunciaram a deposição de carga de poluentes advinda da agricultura desenvolvida região. O IQA esteve entre Ruim e Médio e as populações planctônicas mantiveram baixas densidades e com os valores do índice de diversidade que classificaram o corpo de água com Poluição entre Fraca a Moderada.

Na barragem Bico da Pedra (SCF120, SFC130, SFC135 e SFC140) foi constatada a estratificação térmica e transparência mais alta apenas na área pelágica da barragem. A produtividade primária medida pela clorofila *a* esteve alta, assim como a riqueza e abundância das algas, indicando a evolução da eutrofização das águas. As clorófitas foram as mais abundantes seguidas das cianobactérias que mostraram valor máximo em março de 2005 de uma espécie não identificada, fator de preocupação uma vez que esse grupo possui espécies potencialmente produtoras de toxinas. No ponto SFC135, estação na “entrada” do braço do córrego Confisco houve indicação de aporte de matéria orgânica devido a proliferação de fitoflagelados, detectados ainda pelo IQA Médio, nota mais baixa dentre as estações de coleta desta represa. Os valores mais altos calculados para o índice biótico foram obtidos nos pontos SFC125 e SFC130 coincidindo com as notas mais altas apuradas para o IQA.

Na lagoa Grande (SFC161), marginal ao rio Gorutuba, as algas também estiveram com restrições ao seu desenvolvimento provocado principalmente pela pequena oferta de oxigênio dissolvido e proliferação de macrófitas. Os protozoários decompositores, como identificado no leito do rio Gorutuba coberto por plantas aquáticas, proliferaram e foram beneficiados pela oferta de matéria em decomposição. Desta forma, as algas indicaram Poluição Moderada e o zooplâncton Poluição Fraca, assim como o IQA, que se distribuiu entre Bom

(50%) e Médio (50%).

O rio Mosquito (SFC185) apontou para o enriquecimento orgânico com densidades altas, tanto para o fito quanto para o zooplâncton em dezembro de 2005. Entretanto, as riquezas estiveram baixas nas primeiras campanhas e retrataram as condições observadas para a sub-bacia do rio Gorutuba com baixas concentrações de oxigênio dissolvido, águas paradas e material em decomposição. O zooplâncton, composto por organismos decompositores, indicou resultados mais altos do índice biótico, mas as algas mantiveram a classificação entre Poluição Forte a Moderada, como o IQA, que se distribuiu entre Ruim e Médio.

Na barragem das Lajes (SFC210) e na barragem da Gameleira (SFC225) as comunidades do plâncton avaliadas apontaram para alta produtividade, mas baixa riqueza de espécies e do índice de diversidade. Os respectivos pontos localizados a montante (SFC205) e a jusante (SFC215 e SFC230) destes barramentos indicaram, pela avaliação das comunidades da macrofauna, baixo teor de matéria orgânica e, portanto, boas condições dos biótopos. Os resultados para o IQA e a CT caracterizaram águas de boa qualidade e isentas de contaminações nas citadas estações de amostragem.

O rio Serra Branca (SFC200) a jusante da barragem Serra Branca apresentou a lista mais completa dentre os bioindicadores de boa qualidade das águas, em relação aos pontos avaliados, recebendo a maior nota do BMWP/ASPT. O índice saprobiótico também atribuiu a condição de águas de qualidade Excelente, assim como o IQA, que oscilou entre o nível Bom e Excelente.

A avaliação química dos sedimentos em 10 estações de amostragem (SFC055/VG003, SFC110/VG005, SFC115, SFC155, SFC165, SFC185, SFC190/VG009, SFC235/VG011, SFC240 e SFC245), mostrou na maioria das amostras a presença de arsênio, de natureza bioacumulativa, em concentrações acima do nível 2 (limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota) estabelecido na Resolução CONAMA N° 344/2004. O maior registro foi detectado no rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros (SFC055/VG003) em setembro de 2005, 122,6µg/g, mais de 7 vezes superior ao nível 2, sendo destacável também a concentração observada no corpo da barragem da ASSIEG (SFC155) no rio Gorutuba.

Quanto ao cromo, os registros foram inferiores ao nível 1, indicando baixa probabilidade de efeitos adversos à vida aquática nos rios Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba (SFC110/VG005), Gorutuba a jusante da confluência com o rio Mosquito (SFC165) e São Francisco a montante da foz do rio Verde Grande (SFC240). Nos demais pontos predominaram concentrações entre o nível 1 e 2, situação que ocasionalmente podem causar efeito tóxico desfavorável, exceto no rio do Vieira a jusante da cidade de Montes Claros (SFC055/VG003) que superaram o nível 2. Embora o ensaio de cromo total na água não conste da rede dirigida, os resultados do projeto Águas de Minas indicaram a presença desse metal em teores não conformes tanto no rio Verde Grande quanto nos afluentes rios do Vieira e Gorutuba, vinculando-se à presença desse metal nos sedimentos.

Também no rio do Vieira, foi detectada concentração de mercúrio pouco acima do nível 1, enquanto nas demais estações esse metal apontou baixos registros.

Em relação ao níquel, pelo menos um resultado em cada estação indicou probabilidade de efeitos adversos à biota, mostrando-se superior ao nível 1, exceto nos rios Verde Grande a jusante da cidade de Jaíba (SFC110/VG005), Gorutuba a jusante da confluência com o rio Mosquito (SFC165) e São Francisco a montante (SFC240) e a jusante (SFC240) da foz do rio Verde Grande com ambos os registros abaixo do nível 1. Salienta-se que no rio do Vieira (SFC055/VG003) houve superação do nível 2 e no rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Gorutuba (SCF235/VG011) a concentração mostrou-se próxima desse nível.

Os resultados de chumbo, cobre e zinco apresentaram-se abaixo do nível 1, indicando baixa probabilidade de efeitos prejudiciais à biota por meio desses metais.

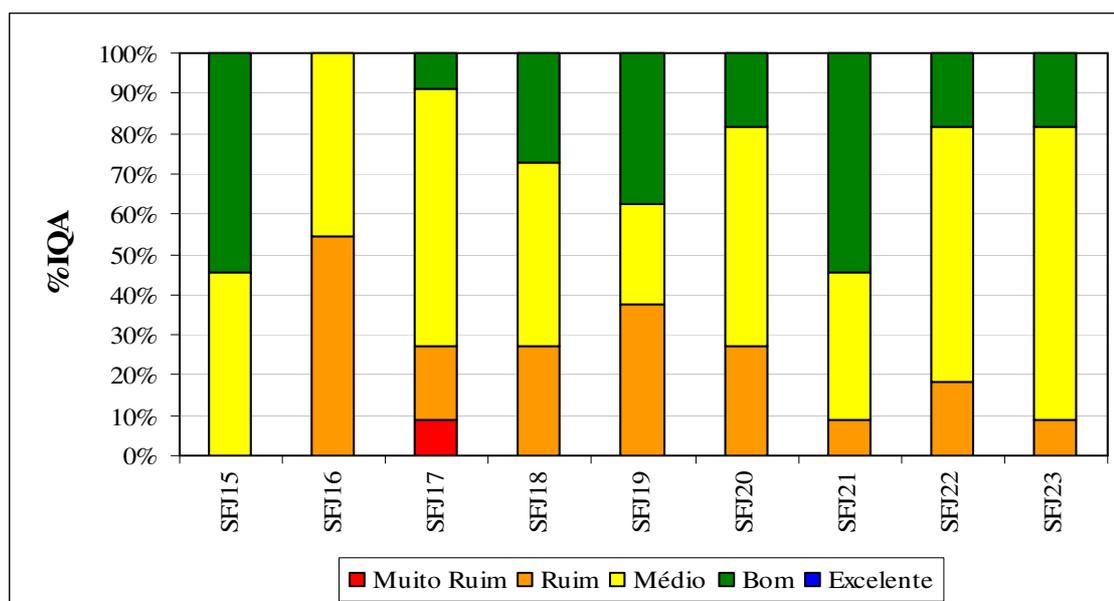
Os outros componentes investigados (alumínio, bário, cálcio, estrôncio, ferro, lítio, magnésio, manganês, potássio, sódio, titânio, tungstênio, vanádio e zircônio) embora detectados nas amostras de sedimentos, não estão relacionados na Resolução CONAMA N° 344/05. Relativamente ao manganês, os resultados obtidos foram comparados aos critérios adotados pela EPA - *United States Environmental Protection Agency*, que considera não poluído o sedimento com concentração desse metal inferior a 300 mg/kg, moderadamente poluído entre 300 mg/kg e 500 mg/kg e altamente poluído acima de 500 mg/kg. Na maioria das estações as concentrações de manganês estiveram abaixo de 300 mg/kg, indicando baixo potencial para acúmulo desse metal. Apenas no rio Verde Grande a jusante da confluência do rio Gorutuba (SFC235/VG011) foi detectado um resultado acima desse valor.

A partir do exposto, infere-se que os sedimentos do rio do Vieira possuem elevada capacidade de acúmulo de contaminantes.

➤ **Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

Os resultados da rede dirigida do projeto Estruturador da bacia do rio São Francisco, desenvolvido pelo IGAM na área do projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros, englobam 9 estações de amostragem na bacia do rio Verde Grande, implantadas com o objetivo de fornecer subsídios para avaliar a pertinência do estabelecimento de pontos adicionais na rede básica para aperfeiçoar o conhecimento da qualidade da água e dos efeitos das fontes de poluição difusa, em especial o impacto decorrente do uso de fertilizantes e agrotóxicos na agricultura, atividade relevante na economia regional.

A distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem, relativa ao intervalo de junho de 2006 a dezembro de 2008, está ilustrada na Figura 6.49. Apenas no rio Caititu (SF15) não foi detectado IQA Ruim, mas apenas as faixas de IQA Médio e Bom, com prevalência da última, representando o melhor quadro dentre as estações monitoradas. Também no rio Arapoim (SFJ21) prevaleceu IQA Bom.

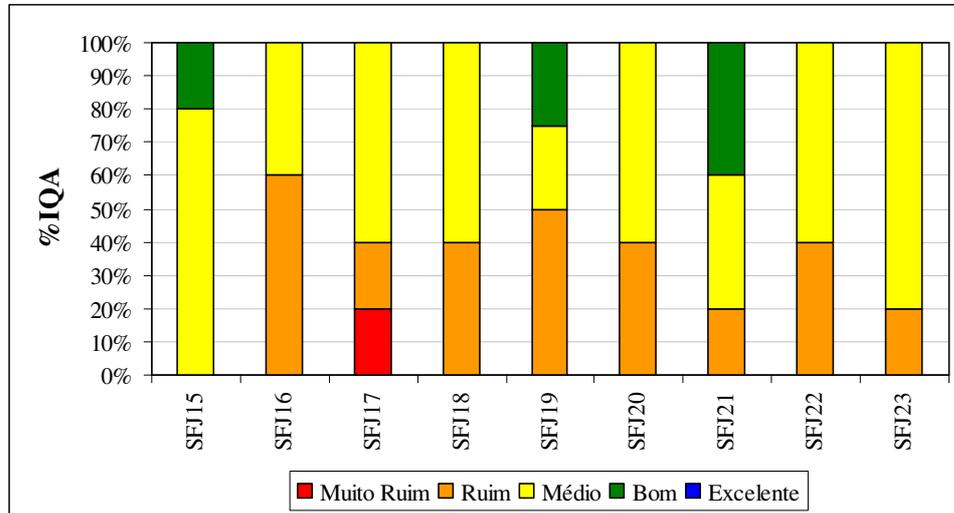


**Figura 6.49 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

As condições mais críticas em termos de IQA, por influência dos parâmetros fósforo total, turbidez, coliformes termotolerantes e oxigênio dissolvido, foram observadas no rio Suçupara (SFJ17) com 9% e 18% dos valores nas faixas Muito Ruim e Ruim, respectivamente, no rio Verde Grande a jusante do rio Caititu (SFJ16) com predominância do IQA Ruim (55%) e no rio Quem Quem (SFJ19) com equivalência entre os níveis Ruim (38%) e Bom (38%).

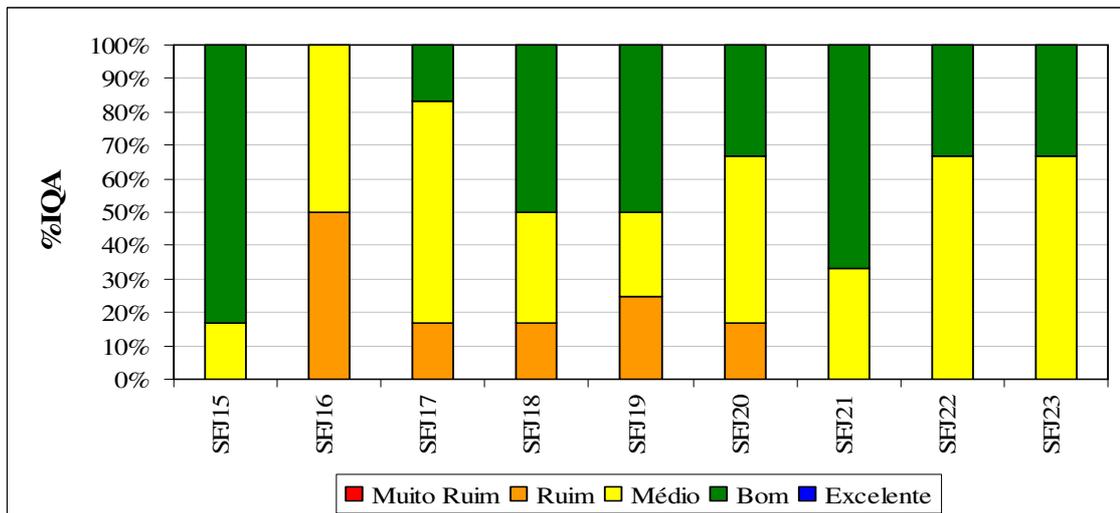
A interferência sazonal na distribuição dos valores do IQA pode ser avaliada pela Figura 6.50 e Figura 6.51, que apresentam a integração dos dados no período de chuva e na estiagem, respectivamente. Foi nítida a piora na estação chuvosa em

todas as estações, com substancial aumento nos percentuais da faixa Ruim e redução do IQA Bom, devido especialmente aos resultados de turbidez e coliformes termotolerantes.



**Figura 6.50 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de chuva de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Vazzelândia e Montes Claros**

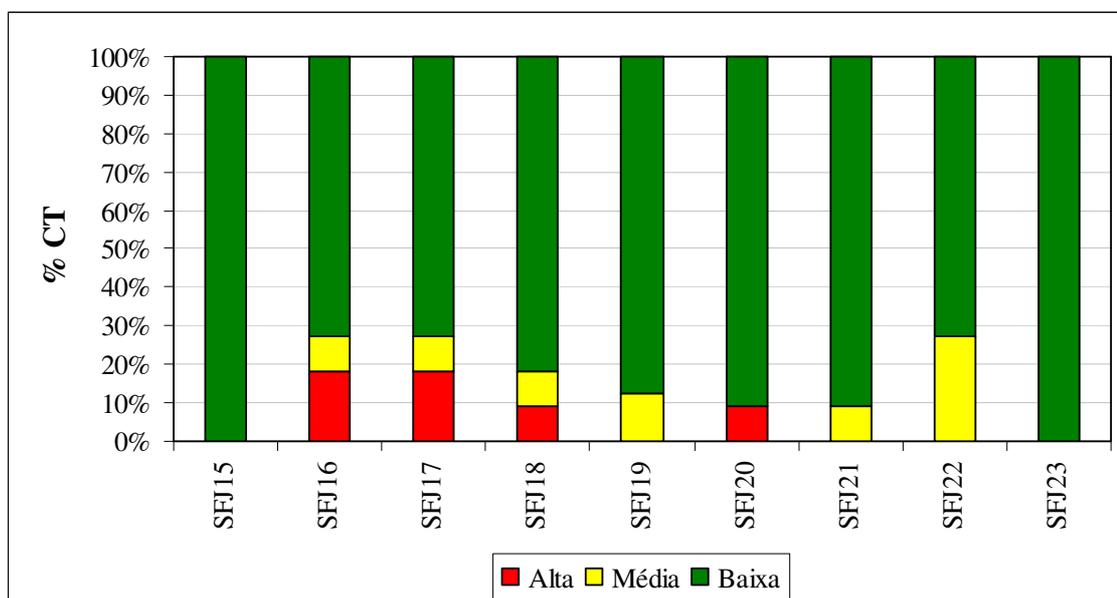
De forma inversa, na estiagem a faixa de IQA Bom ocorreu em oito estações, exceto no rio Verde Grande a jusante do rio Caititu (SFJ016) e houve generalizado decréscimo nos percentuais de IQA Ruim.



**Figura 6.51 – Distribuição percentual das faixas do IQA por estação de amostragem no período de estiagem de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Vazzelândia e Montes Claros**

Quanto à Contaminação por Tóxicos, como mostrado na Figura 6.52, predominou a categoria Baixa em todas as estações. No entanto, ocorreu CT Alta no rio Verde Grande nas estações SFJ16, SFJ18 e SFJ20 e no seu afluente rio Saçuapara (SFJ17), por influência dos metais cobre dissolvido e chumbo total e do nitrogênio

amoniacal total.



**Figura 6.52 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelandia, Varzelândia e Montes Claros**

A agregação dos dados de CT associada à sazonalidade, por estação de amostragem, indicou a predominância de pior condição no período de chuva (Figura 6.53), em comparação à época de estiagem (Figura 6.54). Apenas nas estações SFJ16 e SFJ18 localizadas no rio Verde Grande a jusante das confluências dos rios Caititu e Suçupara, respectivamente, o quadro de qualidade foi mais favorável nas chuvas. No rio Caititu (SFJ15) e no rio Verde Grande a montante de Jaíba (SFJ23) nos dois períodos foi verificada 100% de CT Baixa.

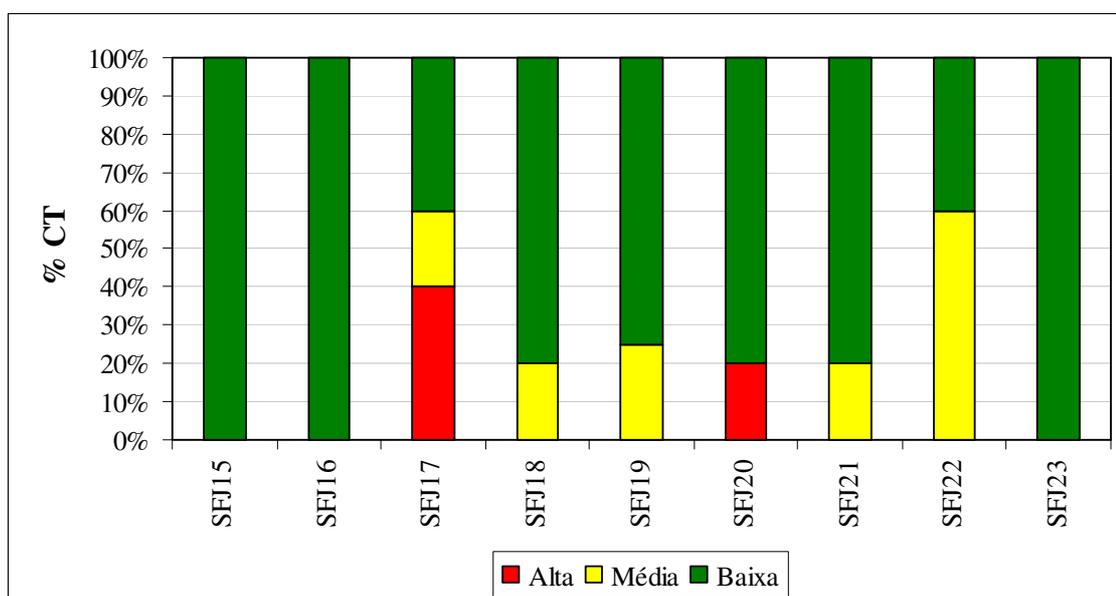


Figura 6.53 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de chuva de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

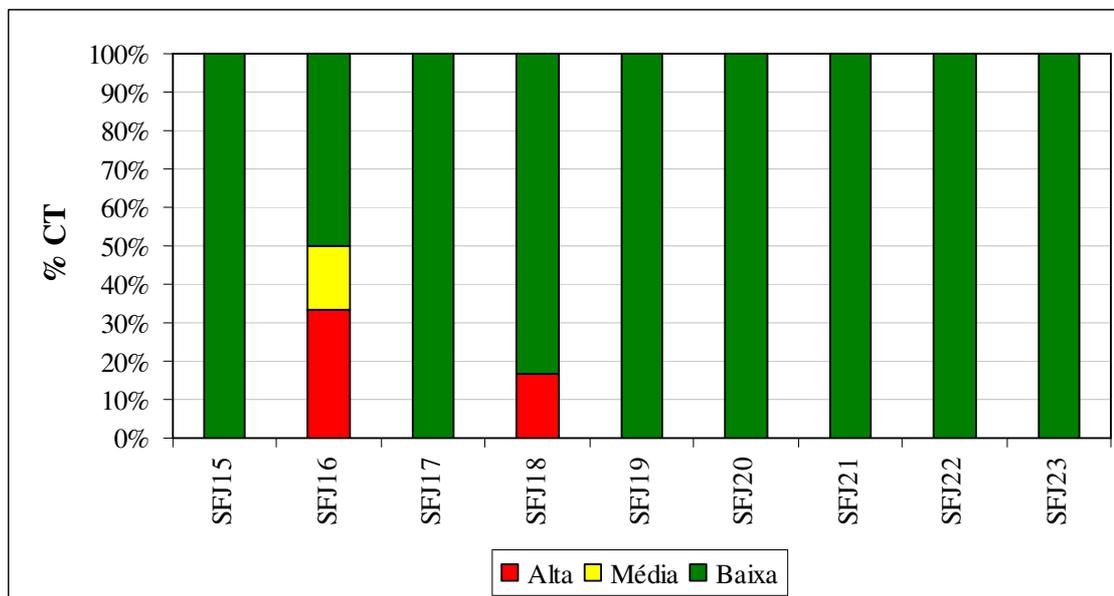


Figura 6.54 – Distribuição percentual das faixas de CT por estação de amostragem no período de estiagem de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

Vale salientar que os trechos do rio Verde Grande nas estações SFJ16 e SFJ18 sofrem impacto negativo das águas do rio do Vieira, que deságua no curso principal a montante do rio Caititu. Conforme dados do projeto Águas de Minas apresentados anteriormente, no período chuvoso mais de 80% dos valores de CT no rio do Vieira enquadraram-se na faixa Alta. Ao longo de seu percurso, o rio Verde Grande mostrou expressiva recuperação, seja pela autodepuração de poluentes ou aporte de afluentes de qualidade satisfatória, de forma que a jusante da confluência do rio Quem Quem, estação SFJ20, a CT Alta não foi mais observada. Ressalte-se, contudo a possibilidade dos componentes tóxicos transportados estarem se depositando na calha do rio Verde Grande.

Os percentuais de não atendimento aos padrões de qualidade da classe de enquadramento, por variável e estação de amostragem estão apresentados no Quadro a seguir.

Quadro 6.12 – Percentual de resultados não conformes com os padrões de qualidade da classe de enquadramento no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

Parâmetros	Estações de amostragem de águas superficiais								
	SFJ15	SFJ16	SFJ17	SFJ18	SFJ19	SFJ20	SFJ21	SFJ22	SFJ23
pH	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Parâmetros	Estações de amostragem de águas superficiais								
	SFJ15	SFJ16	SFJ17	SFJ18	SFJ19	SFJ20	SFJ21	SFJ22	SFJ23
Sólidos dissolvidos totais	18%	9%	9%	0%	25%	0%	0%	0%	0%
Sólidos em suspensão totais	0%	18%	36%	0%	0%	27%	9%	9%	18%
Turbidez	9%	27%	55%	18%	25%	36%	9%	36%	18%
Cor verdadeira	27%	36%	45%	36%	38%	36%	18%	36%	27%
OD	0%	100%	9%	36%	38%	18%	0%	18%	36%
DBO	0%	36%	0%	9%	0%	9%	0%	0%	0%
Fósforo total	0%	73%	9%	64%	25%	55%	0%	45%	9%
Nitrogênio amoniacal total	0%	18%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes termotolerantes	27%	27%	45%	18%	0%	27%	27%	9%	27%
Cloreto total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cádmio total	0%	0%	9%	0%	0%	0%	0%	9%	0%
Chumbo total	0%	0%	18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cobre dissolvido	9%	9%	9%	9%	13%	9%	9%	27%	9%
Ferro dissolvido	9%	9%	18%	9%	13%	18%	0%	18%	0%
Manganês total	18%	55%	55%	9%	13%	27%	18%	18%	9%
Fenóis totais	0%	9%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte; IGAM, 2008

Foi significativo o comprometimento por despejos de esgotos domésticos, retratado principalmente pela maior frequência de registros não conformes das variáveis sanitárias, sólidos em suspensão totais, turbidez, fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes.

Relativamente aos componentes tóxicos, em todas as estações foram registradas concentrações de cobre dissolvido superiores ao padrão de qualidade, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos contendo esse metal, denotando nítida interferência das atividades agrícolas na degradação das águas dessa bacia.

No rio Verde Grande foram detectados teores não conformes de nitrogênio amoniacal total (SFJ16 e SF18) e fenóis totais (SFJ16), que devem ser provenientes das águas do rio Vieira. Já no rio Suçupara (SF17) ocorreram teores não conformes de chumbo total e cádmio total, também encontrado no rio Verde Grande (SFJ22).

Relativamente aos agrotóxicos, não obstante todos os resultados tenham sido inferiores ao limite de quantificação do método de análise utilizado, a maior parte das variáveis apresenta padrão legal inferior a esse limite, de forma que a avaliação da presença de agrotóxicos em teores prejudiciais ficou comprometida por falta de sensibilidade analítica.

A variabilidade dos resultados de quatorze parâmetros relevantes selecionados, por estação de amostragem, foi analisada por meio dos gráficos *Box Plot*, visualizados nas Figura 6.55 a Figura 6.68. De maneira geral ocorreram maiores dispersões de valores nas águas dos afluentes rios Suçuapara (SFJ17) e Quem Quem (SFJ19) e no rio Verde Grande a jusante do rio Caititu (SFJ16), trecho onde ficou ratificado o substancial impacto negativo advindo das águas do rio do Vieira. Salienta-se, entretanto, que houve gradativa recuperação da qualidade das águas do rio Verde Grande ao longo de seu percurso, quadro que aponta para a possível ocorrência de deposição de componentes tóxicos nos sedimentos fluviais.

As medidas de pH (Figura 6.55) variaram em faixa levemente básica. Os resultados de condutividade elétrica (Figura 6.56) mostraram medianas elevadas, entre 300  $\mu\text{mho/cm}$  e 600  $\mu\text{mho/cm}$  e as concentrações de sólidos dissolvidos totais (Figura 6.57) confirmaram a expressiva presença de íons dissolvidos. Quanto aos sólidos em suspensão totais (Figura 6.58) e turbidez (Figura 6.59) realçaram-se os registros máximos no rio Suçuapara (SFJ17), respectivamente, 7.516 mg/L e 15.450,0 UNT, e a grande dispersão dos valores, indicando contribuição de carga difusa nesta sub-bacia. As medidas de cor verdadeira (Figura 6.60) apresentaram maior dispersão no rio Verde Grande nas estações SFJ20 e SFJ22, a partir da confluência com o rio Quem Quem, assim como nesse tributário (SFJ19).

Predominaram medianas de concentrações de DBO (Figura 6.61) em conformidade legal, destacando-se a variabilidade dos dados do rio Verde Grande na estação SFJ16, sob influência do rio do Vieira. Os teores de oxigênio dissolvido (Figura 6.62) apontaram desconformidade legal em todas as estações, cabendo salientar a prevalência de restrição de oxigenação no citado trecho do rio Verde Grande. Também prevaleceram baixos níveis de oxigenação nas estações SFJ18 e SFJ23, situadas no rio Verde Grande, e no rio Quem Quem (SFJ19).

Os resultados de fósforo total (Figura 6.63) e nitrogênio amoniacal total (Figura 6.64) indicaram grande variabilidade de teores no curso principal na estação SFJ16, a jusante do rio Caititu e sob influência do rio do Vieira. Merece destaque os máximos diferenciados tanto nesse segmento do rio Verde Grande quanto na estação SFJ18, a jusante do rio Suçuapara, onde foi detectado 7,4 mg/L de nitrogênio amoniacal total. As medianas das contagens de coliformes termotolerantes (Figura 6.65) atenderam ao padrão legal, ocorrendo contagens máximas substanciais nos rios Suçuapara (SFJ17) e Verde Grande (SFJ20), respectivamente, de 160.0000 NMP/100mL e 50.000 NMP/100mL, refletindo o grande aporte de carga difusa.

Relativamente aos metais, as medianas dos teores de ferro dissolvido (Figura 6.66) mostraram-se em conformidade com o padrão de qualidade, ocorrendo

máximos não conformes na maioria das estações. Quanto ao manganês total (Figura 6.67) predominaram medianas inferiores ao limite da legislação. Cabe evidenciar os registros máximos desses metais no rio Suçuapara (SFJ17), juntamente com o resultado de demanda química de oxigênio de 204 mg/L, novamente sugerindo poluição de origem difusa.

Os resultados do componente tóxico fenóis totais (Figura 6.68) na grande maioria atenderam a legislação. Apenas no rio Verde Grande a jusante do rio Caititu (SFJ16) ocorreu teor máximo não conforme, provavelmente originado do rio do Vieira.

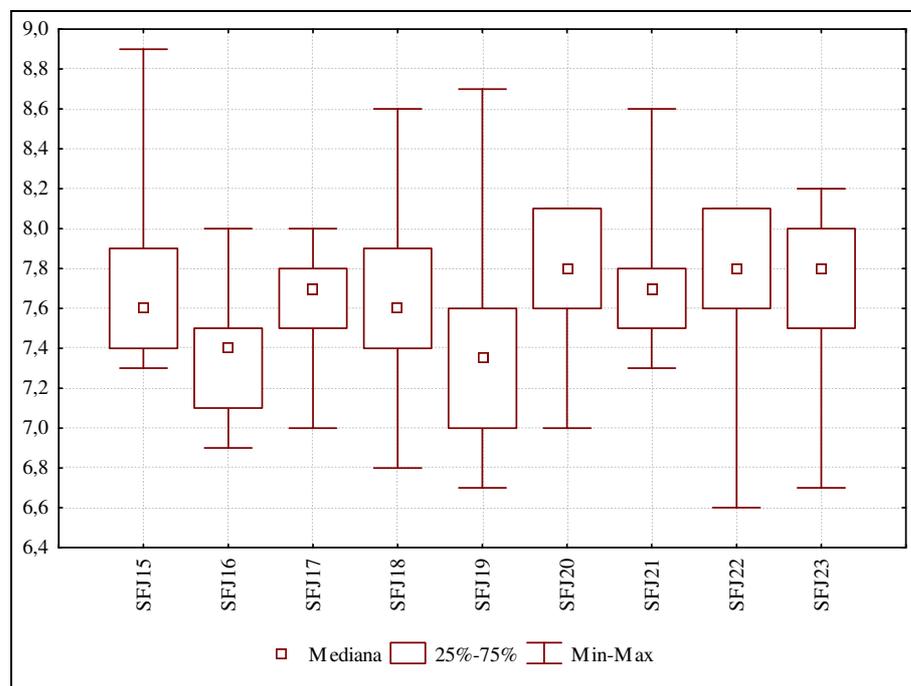


Figura 6.55 – Gráfico *Box Plot* dos dados de pH no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

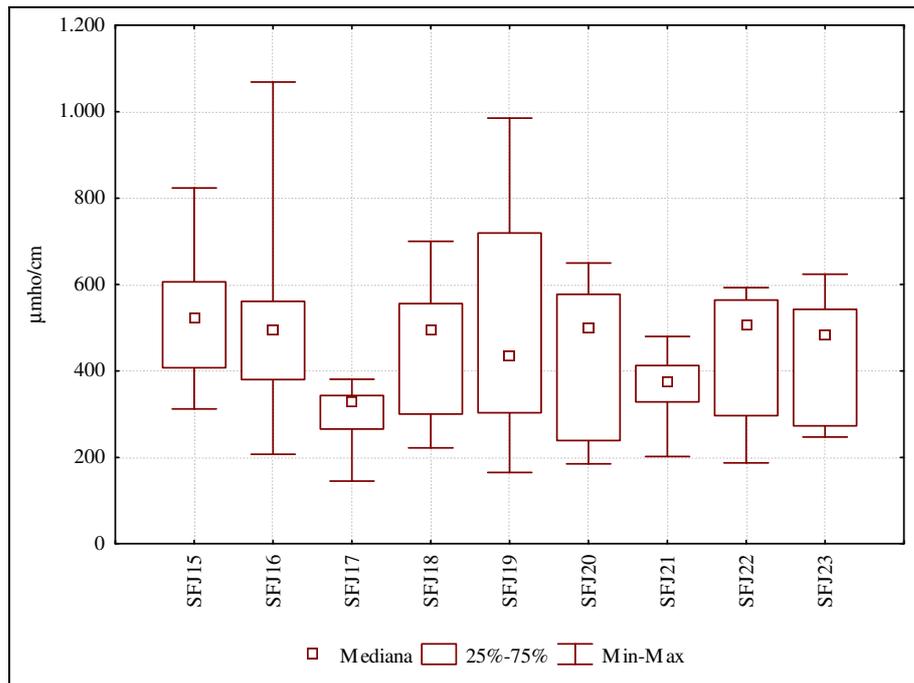


Figura 6.56 – Gráfico *Box Plot* dos dados de condutividade elétrica no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

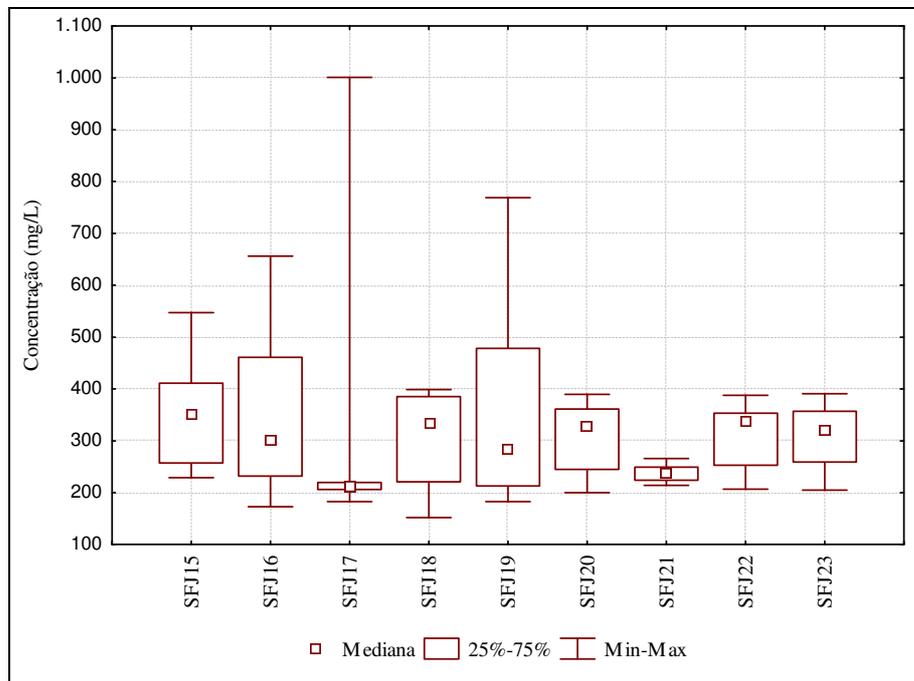


Figura 6.57 – Gráfico *Box Plot* dos dados de sólidos dissolvidos totais no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

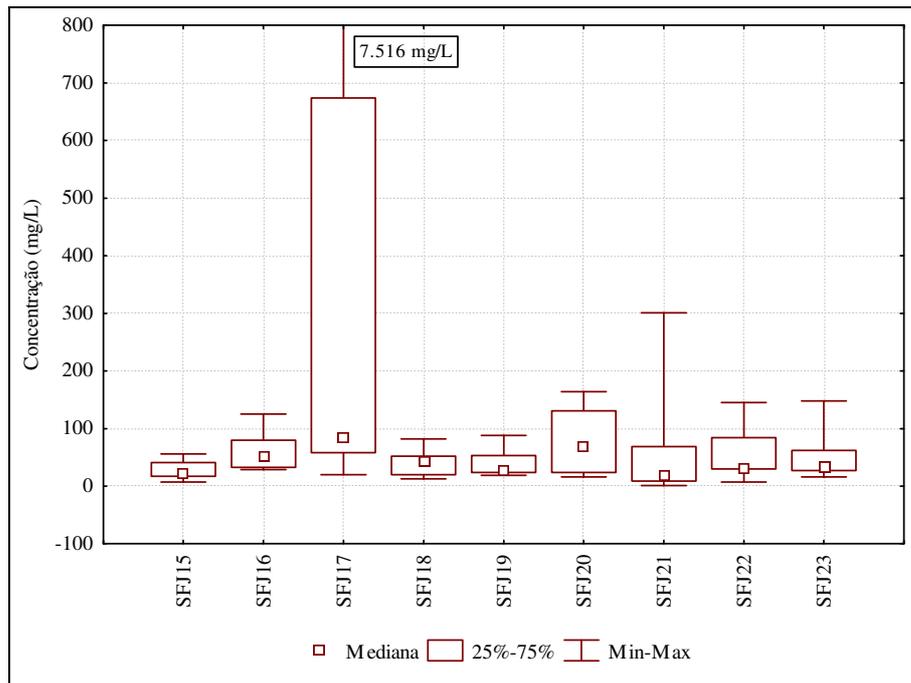


Figura 6.58 – Gráfico *Box Plot* dos dados de sólidos em suspensão totais no período de jun/2006 a dez/2008- Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

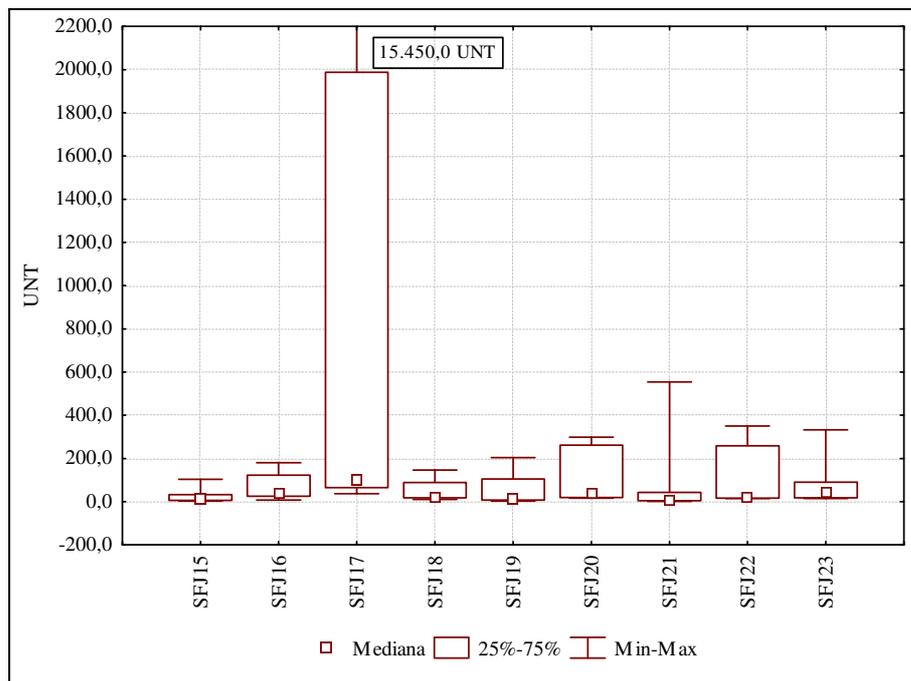


Figura 6.59 – Gráfico *Box Plot* dos dados de turbidez no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

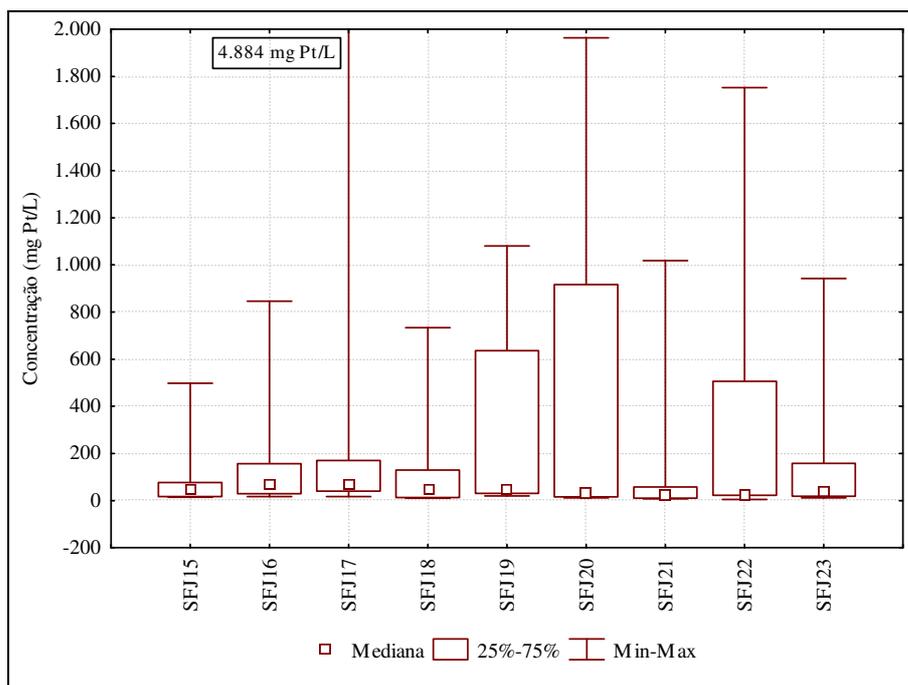


Figura 6.60 – Gráfico *Box Plot* dos dados de cor verdadeira no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

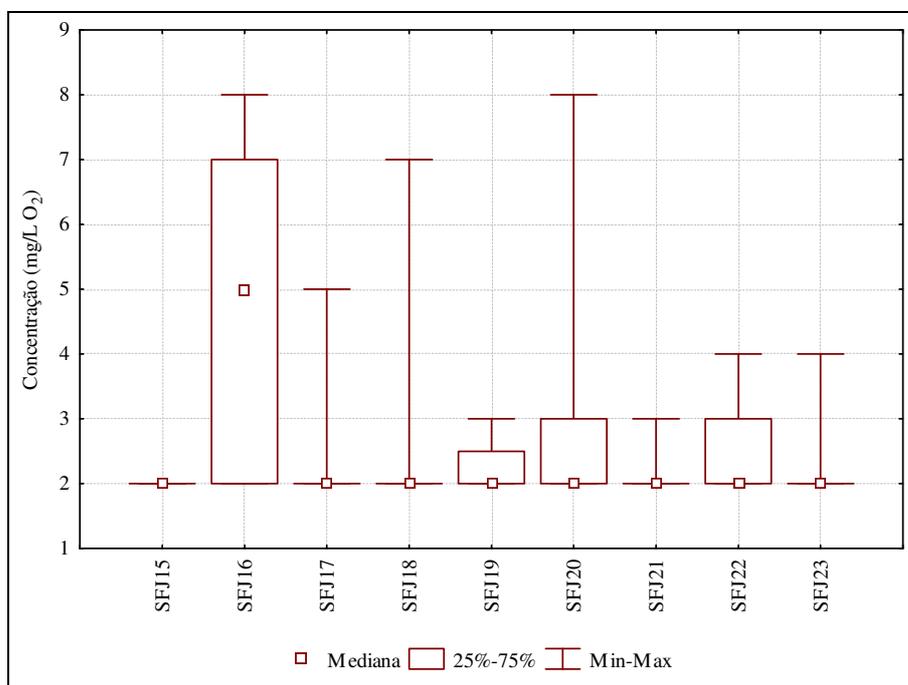


Figura 6.61 – Gráfico *Box Plot* dos dados de demanda bioquímica de oxigênio no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

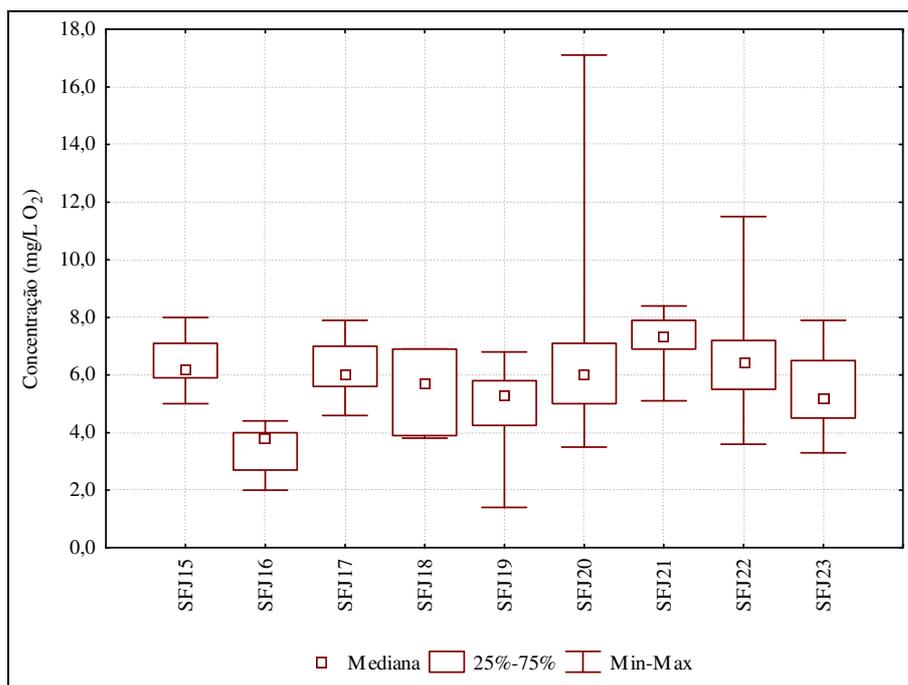


Figura 6.62 – Gráfico *Box Plot* dos dados de oxigênio dissolvido no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

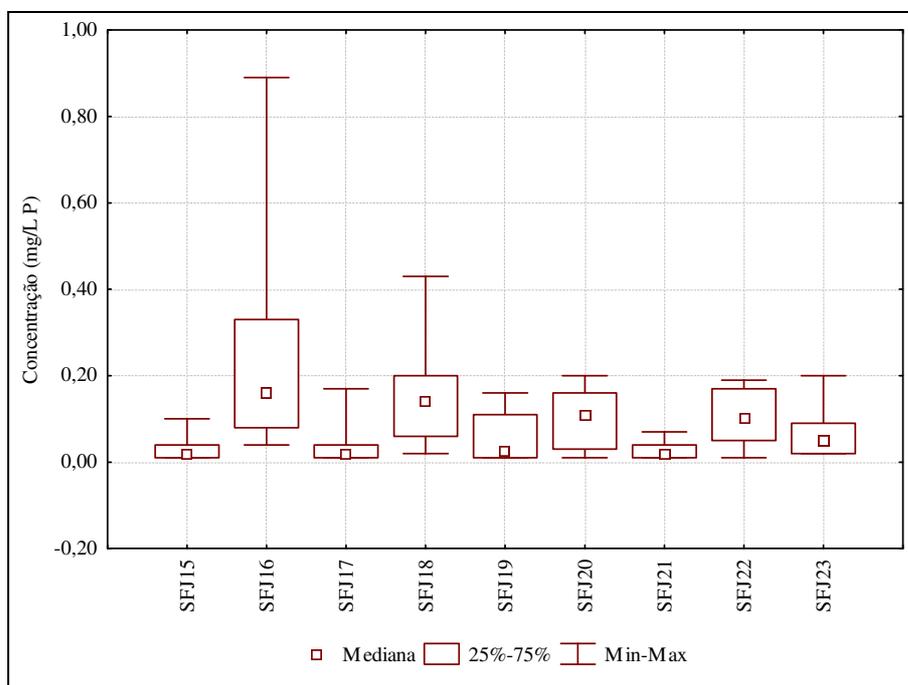


Figura 6.63 – Gráfico *Box Plot* dos dados de fósforo total no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

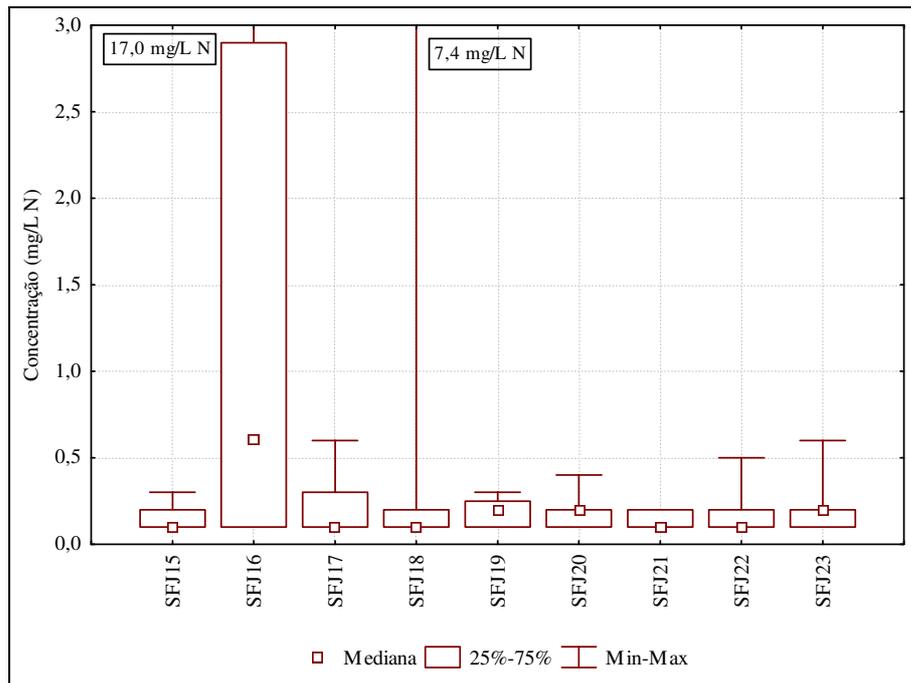


Figura 6.64 – Gráfico *Box Plot* dos dados de nitrogênio amoniacal total no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

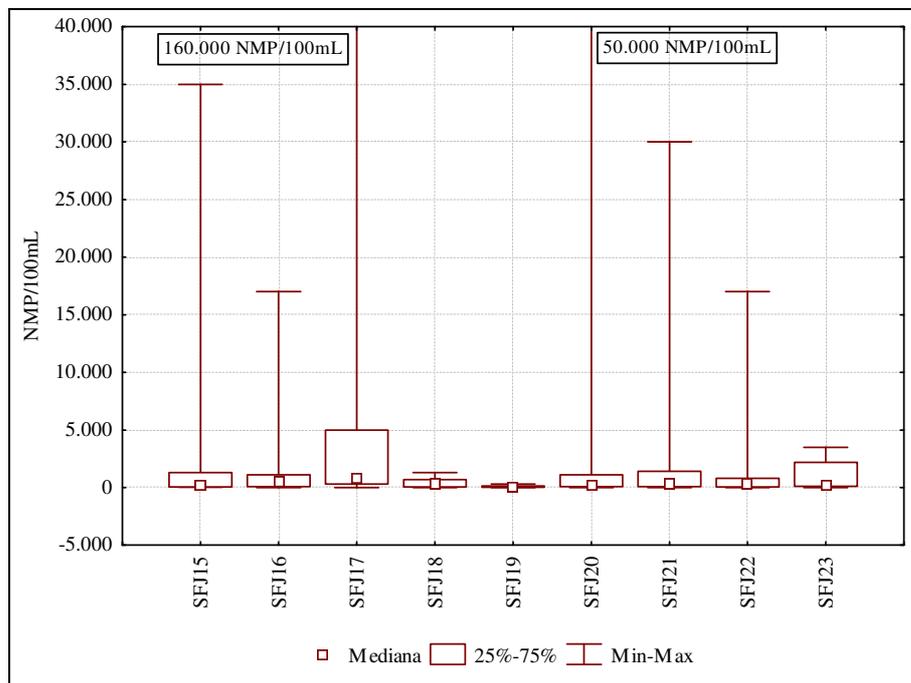


Figura 6.65 – Gráfico *Box Plot* dos dados de coliformes termotolerantes no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

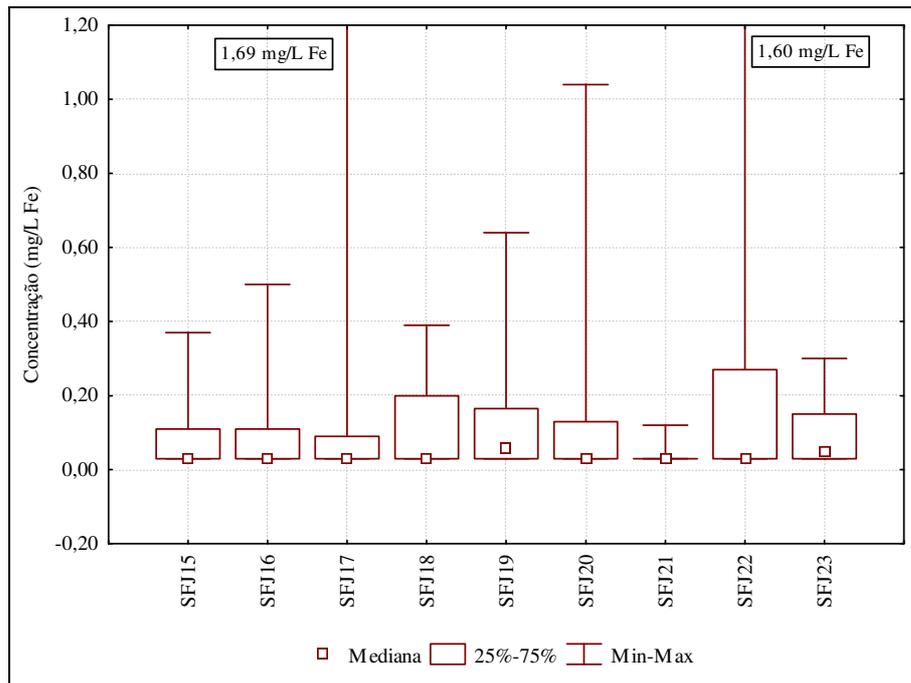


Figura 6.66 – Gráfico *Box Plot* dos dados de ferro dissolvido no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros

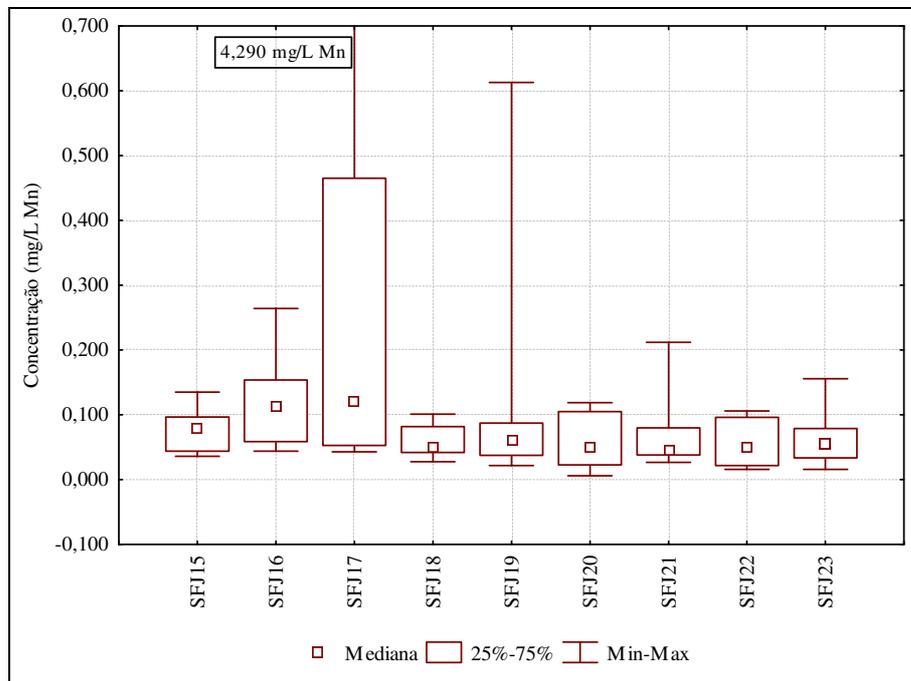
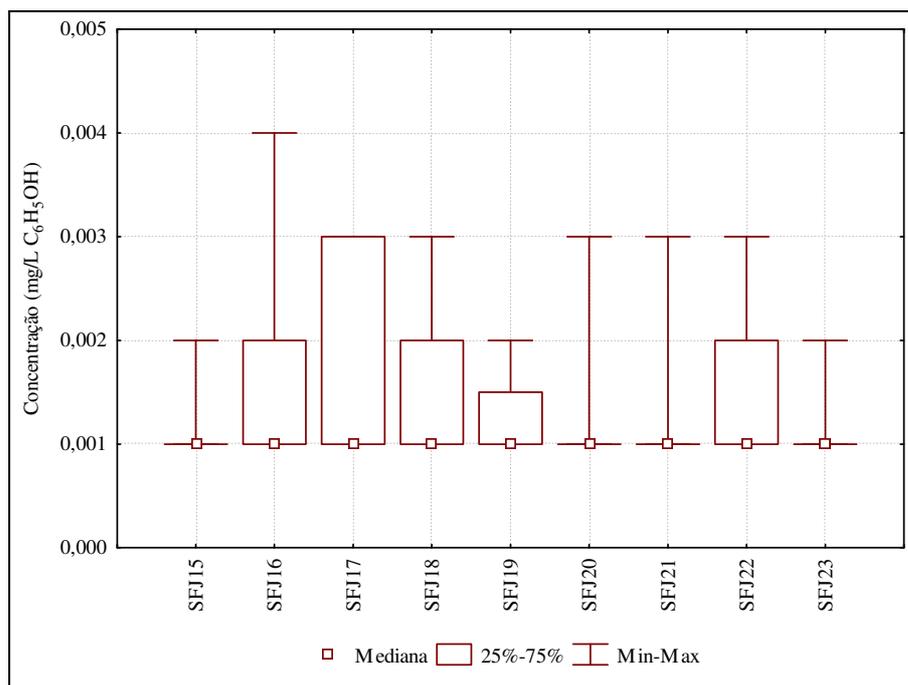


Figura 6.67 – Gráfico *Box Plot* dos dados de manganês total no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros



**Figura 6.68 – Gráfico *Box Plot* dos dados de fenóis totais no período de jun/2006 a dez/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

Com relação aos ensaios ecotoxicológicos utilizando o organismo *Ceriodaphnia dubia*, como ilustrado no Quadro 6.13 em todas as estações foi observado pelo menos um resultado positivo para toxicidade crônica, apontando para fragilidade das águas quanto à proteção das comunidades aquáticas.

Os quadros mais críticos nos afluentes foram identificados nos rios Suçupara (SFJ17) e Arapoim (SFJ21), que atingiram efeito tóxico crônico em 55% e 44% das amostras testadas, respectivamente. Também no rio Verde Grande em seu curso inferior antes do aporte das águas do rio Gortuba, estações SFJ20 e SFJ23, foram verificados em ambos os trechos 44% de registros com toxicidade crônica. A correlação do efeito tóxico com os resultados das análises químicas efetuadas apontou, principalmente, a vinculação com os metais pesados cobre dissolvido, chumbo total e cádmio total, além de nitrogênio amoniacal total no rio Verde Grande.

**Quadro 6.13 – Efeito tóxico observado no período de jun/2006 a jun/2008 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

Mês e ano da campanha	Estações de amostragem de águas superficiais								
	SFJ15	SFJ16	SFJ17	SFJ18	SFJ19	SFJ20	SFJ21	SFJ22	SFJ23
Jun/2006	Crônico	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	Crônico	Ausente	Crônico	Crônico
Set/2006	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	Ausente	Crônico	Crônico	Ausente	Crônico
Nov/2006	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	Crônico	Crônico
Abr/2007	Ausente	Crônico	Crônico	Ausente	Crônico	Crônico	Crônico	Crônico	Ausente

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

Jun/2007	Ausente	Ausente	Crônico	Crônico	Crônico	Ausente	Crônico	Ausente	Ausente
Set/2007	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	-	Ausente	Ausente	-	Ausente
Dez/2007	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	-	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Mar/2008	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	Ausente	Ausente	Crônico	Ausente	Ausente
Jun/2008	Ausente	Crônico	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Crônico

Fonte: IGAM, 2008

No que se refere à avaliação da biodiversidade, no trecho da bacia do rio Verde Grande a jusante da confluência com o rio Caititu e a montante de Jaíba, foram identificados 3 Filos para os macroinvertebrados aquáticos: Arthropoda, Annelida e Molusca. Dentre estes, foram listadas 20 Famílias de larvas de insetos (Artrópodes), os vermes anelídeos das classes oligoquetas e hirudíneos e moluscos bivalves corbiculídeos e de gastrópodes de 5 Famílias. A relação com os táxons identificados e o número de organismos contados nas amostras encontram-se nos Quadros I a IX anexos.

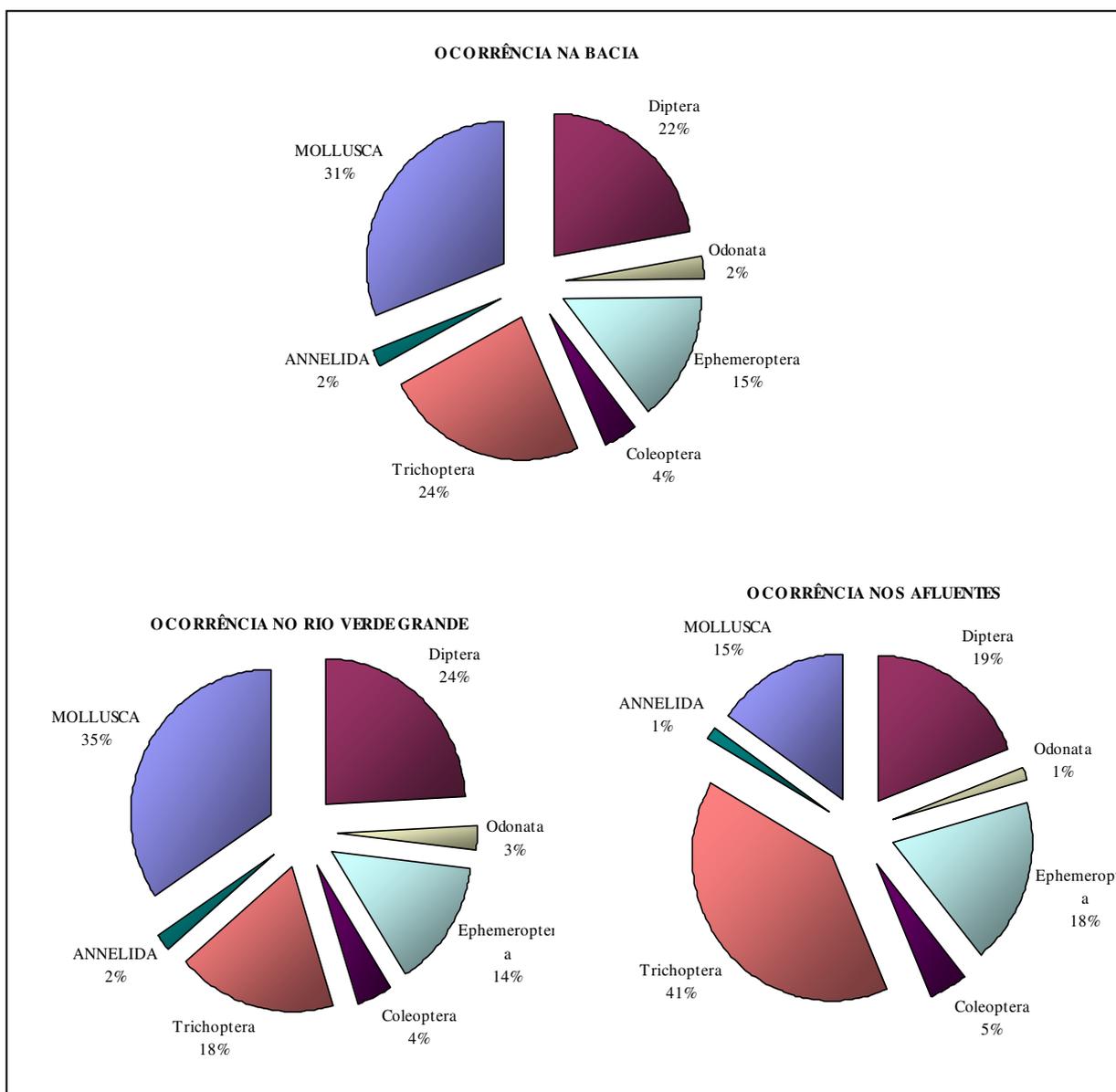
Com relação à diversidade de táxons da comunidade zoobentônica relacionados nestas 3 campanhas de coleta, pode-se perceber que as larvas de insetos perfizeram o maior número de táxons identificados. Em seguida vieram os moluscos, que apresentaram representantes de 5 gêneros: *Biomphalaria*, *Corbicula*, *Neocorbicula*, *Physa* e *Melanoides*.

Os moluscos são organismos muito comuns e abundantes em águas alcalinas das regiões do Norte de Minas Gerais. Mas a relevância das ocorrências dos gêneros e espécies identificadas se deve aos vetores de doenças (*Biomphalaria*) e aos moluscos invasores (*Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata*). No rio Verde Grande, com exceção da estação SFJ23, e no rio Caititu (SFJ15) o gastrópode vetor da esquistossomose mansônica esteve presente. Esta é uma doença de veiculação hídrica e o norte e nordeste de Minas Gerais, bacias do rio São Francisco e Jequitinhonha, são consideradas endêmicas para a “xistose”.

Ressalte-se que as espécies invasoras, que são organismos exóticos que apresentam grande capacidade reprodutora e considerável poder adaptativo ao ambiente que colonizam, constituem ameaça à biota local. Estas duas espécies são originárias da Ásia e ocorrem no continente Africano e tem distribuição em vários países devido ao seu potencial de invasão. No Brasil estes moluscos foram reportados nas bacias hidrográficas a partir da década de 60 e a disseminação vem aumentando em área e em abundância em todos os estados. Como proliferam com rapidez e em grandes densidades, provocam um desequilíbrio no ecossistema natural podendo eliminar espécies indígenas e produzindo poluição.

Com relação à ocorrência percentual dos grupos taxonômicos dos macroinvertebrados aquáticos (Figura 6.69) ficou perceptível que neste trecho da bacia do rio Verde Grande os moluscos apresentaram o maior número de indivíduos nas amostras. No entanto, quando se considera apenas as análises dos afluentes, o percentual dos moluscos decai e os insetos tricópteros, dípteros e

efemerópteros perfazem a maior parte dos organismos contados. A maior abundância absoluta das famílias de Trichoptera e Ephemeroptera é indicativa de uma melhor condição dos afluentes, em relação ao rio Verde Grande, na medida em que estes organismos possuem maior exigência de qualidade ambiental. Os pontos do rio Verde Grande, por sua vez, mostraram abundância superior para os moluscos seguidos das larvas de quironomídeos (Diptera) que são indicadores de ambientes mais impactados.



**Figura 6.69 – Ocorrência percentual dos grupos taxonômicos nas campanhas de jun e set/2006 e set/2008 nos pontos do rio Verde Grande e afluentes/MG**

A sistematização dos resultados obtidos, conforme descrito na metodologia, será apresentada a seguir discriminando-se as avaliações espaciais e temporais do rio Verde Grande e dos quatro afluentes, distintamente.

Quanto à avaliação espacial no rio Verde Grande, os valores calculados para o índice BMWP em cada ponto e campanha amostral estão representados na Figura 6.70 enquanto as médias obtidas para os cálculos do ASPT e do IQA por ponto estão mostradas na Figura 6.71.

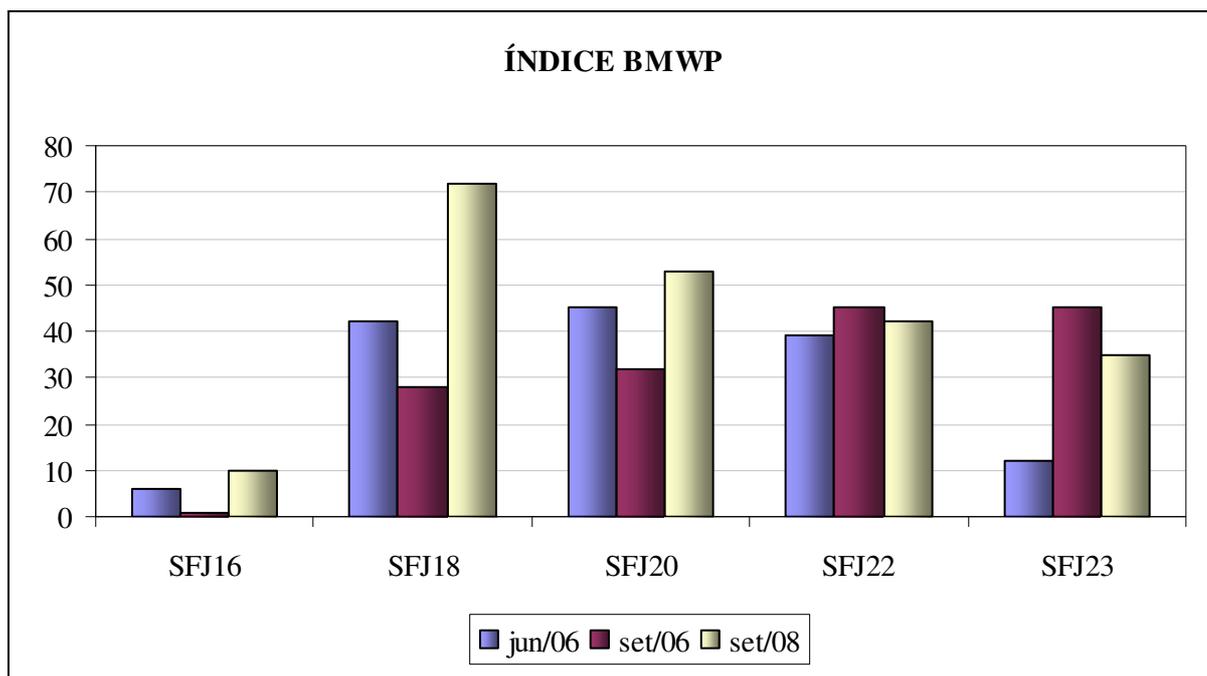


Figura 6.70 – Resultados do Índice BMWP nos pontos do rio Verde Grande nas campanhas de jun e set/2006 e set/2008

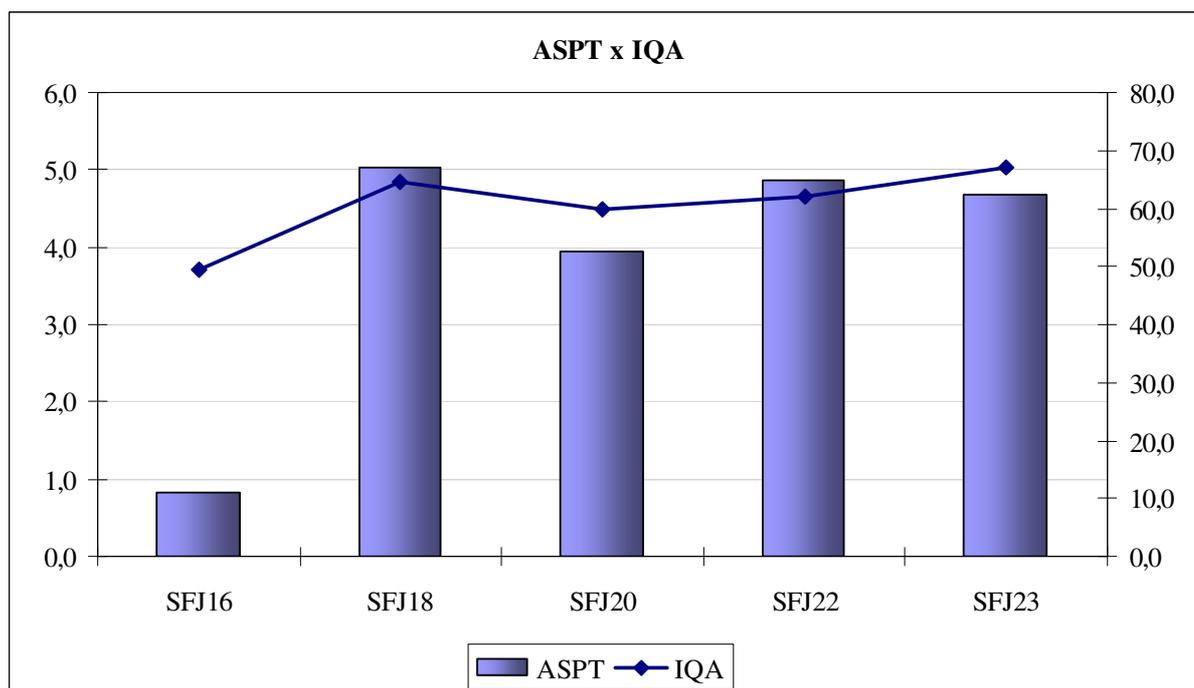


Figura 6.71 – Resultados dos Índices ASPT e IQA nos pontos do rio Verde Grande nas campanhas de jun e set/2006 e set/2008

Para o BMWP os melhores resultados foram observados nos pontos SFJ18 e SFJ20, respectivamente a jusante dos rios Suçupara e Quem Quem, e o pior no SFJ16, jusante do rio Caititu. Quanto à classificação média do ASPT, as estações SFJ18 e SFJ22 (jusante do rio Arapoim) receberam as maiores notas e ficaram na faixa de “escassa” quantidade de matéria orgânica. Já o ponto SFJ23, situado a

montante de Jaíba, foi determinado com “Moderada” e no ponto SFJ20 a quantidade de matéria orgânica esteve “crítica”. Dentre os 5 pontos avaliados no rio Verde Grande, a estação localizada no trecho situado a jusante do rio Caititu (SFJ16) apresentou as piores notas para o BMWP e de acordo com o ASPT foi caracterizado como “excessivamente poluído” em relação ao teor de carga orgânica.

Percebe-se pela análise comparativa com o IQA que os resultados médios corroboraram as avaliações dos índices bióticos, na medida em que as “notas” mais baixas coincidiram com as estações SFJ16 e SFJ20. Como o ponto SFJ16 localiza-se a jusante do rio do Vieira, que recebe despejos da cidade de Montes Claros, os resultados refletiram a influência negativa deste afluente neste trecho do rio Verde Grande. Ao longo do percurso do rio pode-se notar a depuração biológica da carga orgânica, que muitas vezes é atenuada com a contribuição de afluentes, como visto no caso da melhor qualidade observada no ponto SFJ18.

Quanto à avaliação temporal, a análise comparativa da evolução sazonal dos resultados do BMWP nos pontos do rio Verde Grande (Figura 6.72) apontou para a melhoria das condições no trecho localizado a montante (SFJ16) ao longo do período de amostragem. Constatou-se que na última campanha efetuada, em setembro de 2008, os valores calculados foram maiores que nas demais campanhas, notadamente para os pontos SFJ16, SFJ18 e SFJ20. Ao contrário, nos trechos localizados mais a jusante (SFJ22 e SFJ23) ficou evidenciada a queda do índice biótico ao longo do tempo.

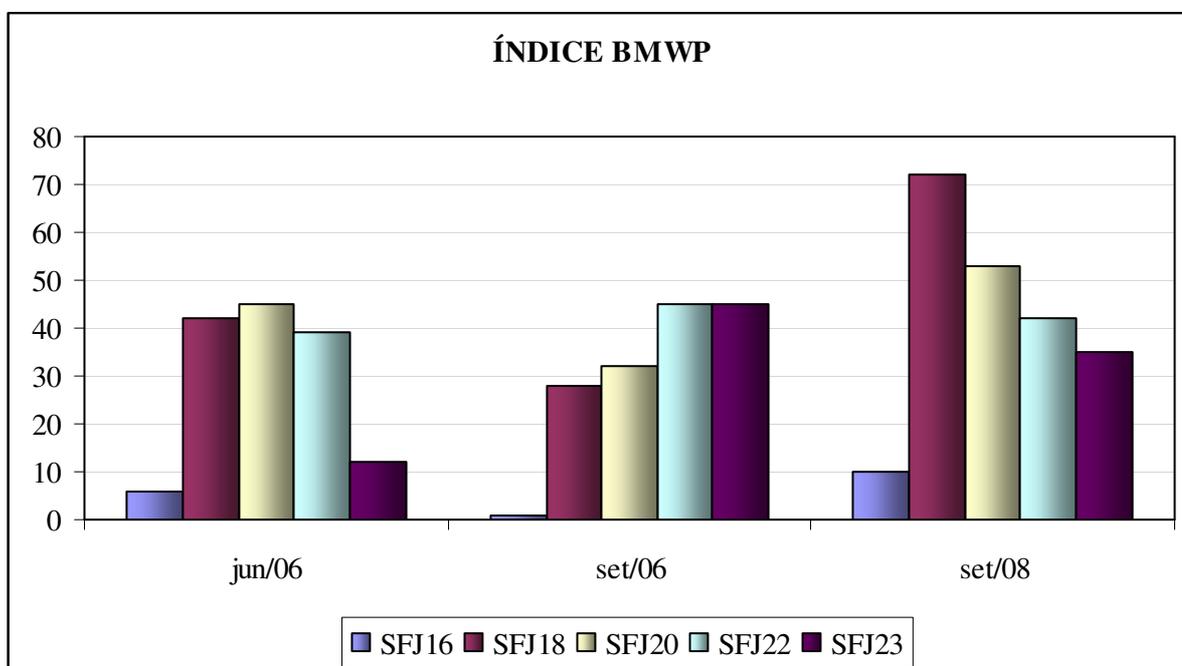


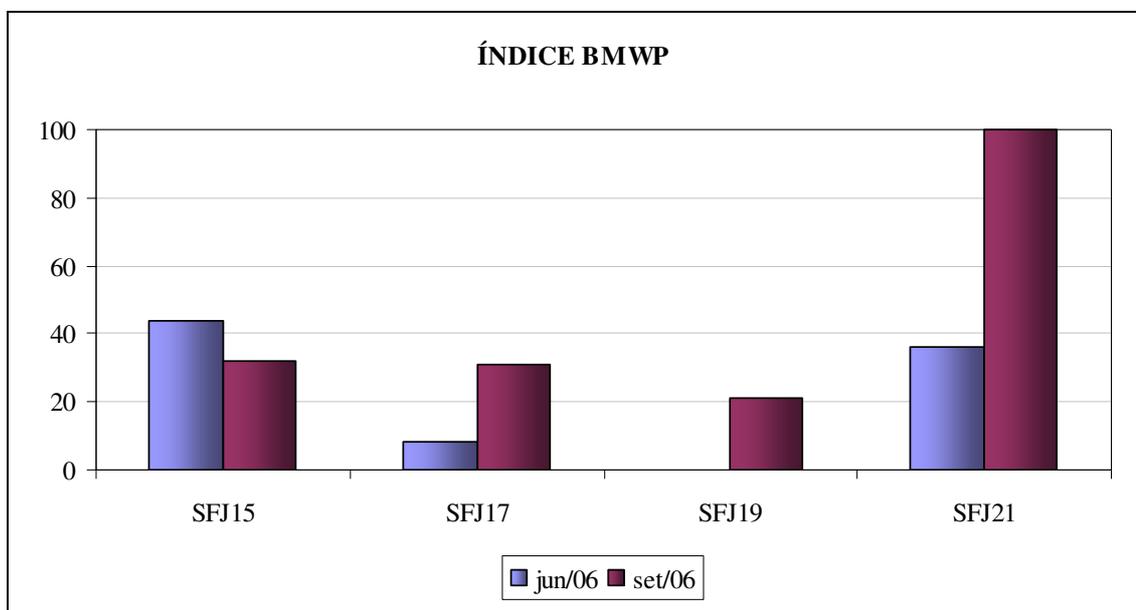
Figura 6.72 – Resultados do Índice BMWP nos pontos do rio Verde Grande nas campanhas de jun e set/2006 e set/2008

A avaliação dos afluentes considerou apenas as campanhas realizadas em junho e setembro de 2006, uma vez que os dados da campanha de 2008 não estavam

disponíveis. Nos pontos SFJ15, SFJ19 e SFJ21, respectivamente, rios Caitiu, Quem Quem e Arapoim,, não foram encontrados organismos nas amostras analisadas e no ponto SFJ17 (rio Suçuapara) apenas 3 táxons foram identificados. Esses resultados podem ter sido influenciados pela mudança de aparato coletor, uma vez que na campanha de 2008 foi utilizado o método das “conchadas” não coincidindo com a metodologia adotada nas duas primeiras campanhas.

Quanto à abordagem espacial, a composição qualitativa dos afluentes mostrou que apenas no rio Caititu (SFJ125) ocorreu o molusco vetor da esquistossomose e no rio Arapoim (SFJ21) não foram coletados moluscos. Esta última estação apresentou as melhores condições de biodiversidade da fauna bêntica, onde foi identificado o maior número de táxons dentre as estações de coleta, 20 no total, com a presença de espécimes indicadores de águas limpas, com o *Anacroneuria* sp (Família Perlidade-Plecoptera) e *Phylloicus* sp (Trichoptera-Calamoceratidae). Como a localização do ponto de coleta deste afluente está mais próxima à nascente, diferentemente aos demais pontos, esta condição pode explicar as melhores condições de conservação observadas.

Como pode ser visto na Figura 6.73, os resultados do índice do BMWP estiveram baixos nos pontos dos afluentes do rio Verde Grande. No rio Quem-Quem (SFJ19) na primeira campanha nenhum organismo foi amostrado e em setembro de 2006, com exceção das larvas de odonatas, os demais organismos são indicadores de ambiente sob impacto. O rio Caititu (SFJ15) mostrou melhores condições que o rio Suçuapara (SFJ17) onde esteve presente um maior número de famílias da ordem Trichoptera consideradas indicadoras de boa qualidade.



**Figura 6.73 – Resultados do Índice BMWP nos afluentes do rio Verde Grande/MG nos meses de jun/2006 e set/2006**

Com relação à classificação dada pelo ASPT, pode-se observar na Figura 6.74 que os pontos SFJ17 e SFJ19 localizados, respectivamente, nos rios Suçuapara e Quem-Quem, obtiveram as menores “notas” e ficaram na faixa de “Moderada”

quantidade de matéria orgânica. Os pontos SFJ15 (rio Caititu) e SFJ21 (rio Arapoim) mostraram “notas” que indicaram baixo teor de carga orgânica, classificado como “Escassa”. O IQA Médio, que pode ser visualizado na mesma figura, também apontou as mesmas condições e, portanto, corroborou os resultados dos índices bióticos.

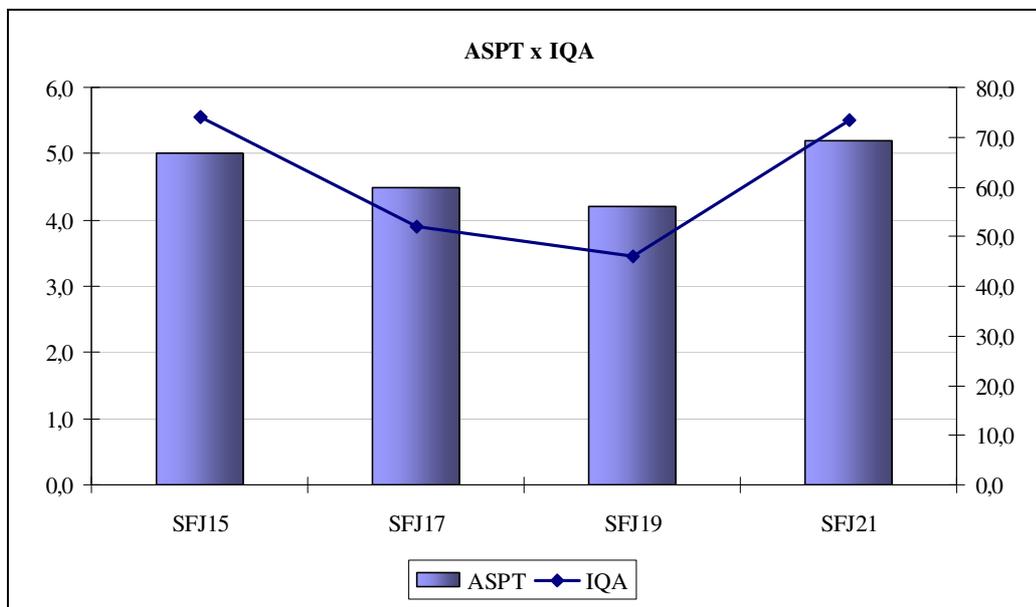
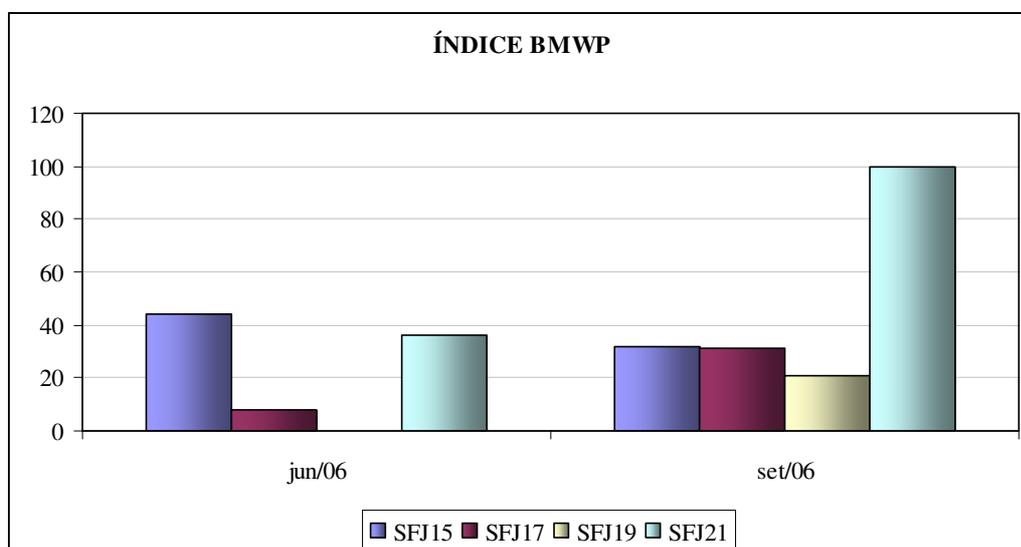


Figura 6.74 – Resultados médios dos Índices ASPT e IQA nos afluentes do rio Verde Grande nos meses de jun/2006 e set/2006

Na avaliação temporal dos índices bióticos para a comunidade zoobentônica dos afluentes do rio Verde Grande ficou evidente uma melhoria da qualidade ambiental na segunda campanha, sendo que no ponto SFJ21 (rio Arapoim) a melhor condição foi significativa, alcançando a nota 100 para o BMWP (Figura 6.75) e nos demais pontos o BMWP apontou ligeiro aumento.



**Figura 6.75 – Resultados do Índice BMWP nos afluentes do rio Verde Grande nos meses de jun/2006 e set/2006**

Com relação à avaliação química dos sedimentos, no Quadro 6.14 é apresentado o percentual de resultados não conformes com o padrão legal por estação de amostragem. Salienta-se que foi adotado como referência o nível 1 de classificação definido na Resolução CONAMA N° 344/2004, que é o limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota.

**Quadro 6.14 – Percentual de resultados não conformes com aos padrões legais\* de metais em sedimentos de cursos de água no período de set/06 a dez/08 - Projeto Jaíba e municípios de Verdelândia, Varzelândia e Montes Claros**

Estações de amostragem	Parâmetros					
	Chumbo	Cobre	Cromo	Mercúrio	Níquel	Zinco
SFJ15	0%	0%	100%	0%	100%	0%
SFJ16	0%	0%	100%	0%	100%	0%
SFJ17	11%	0%	100%	0%	100%	0%
SFJ18	0%	0%	100%	0%	100%	0%
SFJ19	0%	0%	-	0%	100%	-
SFJ20	0%	0%	100%	0%	67%	0%
SFJ21	20%	0%	100%	0%	60%	0%
SFJ22	0%	0%	33%	0%	44%	0%
SFJ23	0%	0%	60%	0%	60%	0%

Fonte: IGAM, 2008 (\*): Foi considerado o nível 1 (limiar abaixo do qual prevê-se baixa probabilidade de efeitos adversos à biota) estabelecido na Resolução CONAMA N° 344/2004

Os resultados de níquel ultrapassaram o limite do nível 1 em todas as estações, assim como de cromo, exceto no rio Quem Quem (SFJ19), indicando de uma forma geral condições inadequadas à vida aquática.

Além desses metais, houve superação do padrão legal em relação a chumbo nos rios Suçuapara (SFJ17) e Arapoim (SFJ21), indicando que nesses afluentes há maior acumulação de metais e, por conseguinte, quadro de degradação ainda mais críticos que nos demais trechos monitorados. Salienta-se que tal nível de degradação correlacionou-se com os resultados dos ensaios ecotoxicológicos e aos de teores não conformes de metais nas águas desses afluentes.

Cabe salientar com relação às determinações de arsênio (bioacumulável) que embora para alguns resultados não tenha sido possível avaliar o atendimento à legislação em vista da falta de sensibilidade do limite de quantificação do método analítico utilizado, esse componente tóxico foi detectado pelo menos uma vez em níveis que caracterizaram condições adversas à vida aquática, exceto nos sedimentos do rio Quem Quem (SFJ19), sendo que no rio Verde Grande nas estações SFJ20 e SFJ22, foram detectados três valores não conformes.

A presença de manganês, com base nos critérios adotados pela *EPA - United States Environmental Protection Agency*, indicaram baixos níveis desse metal nos sedimentos amostrados.

Quanto aos ensaios de agrotóxicos, devido à falta de sensibilidade do limite de quantificação analítico, não foi possível avaliar a presença desses compostos frente à legislação.

Com o objetivo de sintetizar os efeitos e interferências na qualidade das águas superficiais são apresentados a seguir quadros para o rio Verde Grande e seus afluentes monitorados no estado de Minas Gerais.

**Quadro 6.15 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Verde Grande no período de 1997 a 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No alto curso do rio Verde Grande houve distribuição equitativa de IQA Ruim e Bom (35%) e em seu trecho final próximo ao deságüe no rio São Francisco predominou IQA Bom (59%), sem ocorrência de IQA Ruim.</li> <li>➤ Nos segmentos intermediários, logo a jusante do rio do Vieira predominou IQA Ruim (55%), com ocorrência de 45% de IQA Médio. Nos demais pontos monitorados (VG004, SFJ18, SFJ20, SFJ22, SFJ23 e VG005) predominou IQA Médio.</li> <li>➤ Pior condição nas chuvas, com prevalência de aumento dos percentuais do IQA Ruim, devido principalmente aos resultados de turbidez e coliformes termotolerantes.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa, com ocorrência de CT Média e Alta nos trechos monitorados. Pior condição no trecho a jusante da confluência do rio do Vieira, com 18% de CT Alta. Em geral, melhora no percurso do rio Verde Grande com aumento do percentual de CT Baixa</li> <li>➤ Pior condição nas chuvas, com aumento da CT Alta, embora tenha predominado CT Baixa em todos os trechos monitorados.</li> <li>➤ No curso superior do rio Verde Grande destacaram-se as seguintes variáveis com desconformidade em relação ao padrão da classe 1: coliformes termotolerantes, clorofila <i>a</i>, oxigênio dissolvido, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal total, turbidez, sólidos em suspensão totais, cromo total, chumbo total, manganês total e ferro dissolvido.</li> <li>➤ Após receber a contribuição do rio do Vieira, as águas do rio Verde Grande mostraram aumento nos percentuais de violação de fósforo total, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, fenóis totais, e nitrogênio amoniacal total e decréscimo em relação aos coliformes termotolerantes, sólidos em suspensão totais, turbidez, ferro dissolvido e componentes prejudiciais, embora mantendo presença de cromo total, chumbo total e cádmio total.</li> <li>➤ Ao longo do percurso do rio Verde Grande ocorreu decréscimo dos percentuais de violação de carga orgânica, metais e nutrientes e aumento em relação aos coliformes termotolerantes e clorofila <i>a</i>.</li> <li>➤ No baixo curso do rio Verde Grande a jusante da confluência do rio Gorutuba ocorreu aumento dos percentuais de violação de clorofila <i>a</i>, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio e fósforo total, assim como de chumbo total, zinco total e cádmio total, e decréscimo em relação aos coliformes termotolerantes.</li> <li>➤ Comparativamente ao alto curso, no segmento inferior do rio Verde Grande houve redução dos percentuais de desconformidade de oxigênio dissolvido, fósforo total, coliformes termotolerantes e demanda bioquímica de oxigênio, assim como dos metais totais, cromo, chumbo, manganês e níquel, e de ferro dissolvido.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram efeito tóxico crônico em 44% e 22% das amostras coletadas no rio Verde Grande no segmento localizado a montante e a jusante da confluência do rio Gorutuba, respectivamente.</li> <li>➤ Presença e abundância dos moluscos invasores que possuem potencial de infestação no ambiente nos trechos do rio Verde Grande amostrados a partir da cidade de Capitão Enéas (SFC075/VG004, SFC107/SFJ22, SFC110/VG005 e SFC235/VG011).</li> <li>➤ Os índices bióticos no trecho compreendido entre as cidades de Capitão Enéas e Jaíba apontaram para Moderada quantidade de matéria orgânica.</li> <li>➤ O trecho localizado após a confluência com o rio Gorutuba mostrou uma macrofauna muito pobre, caracterizando condições de degradação das águas.</li> <li>➤ Presença do vetor da esquistossomose mansônica nos trechos situados entre os rios Caititu e Arapoim.</li> </ul>

- O trecho situado a jusante do rio Caititu, de acordo com o índice biológico ASPT, foi caracterizado como “excessivamente poluído” em relação ao teor de carga orgânica.
- Ocorrência de níquel nos sedimentos do baixo curso do rio Verde Grande em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.

**Interferências / Características Relevantes**

- Interferência de fontes difusas na degradação da qualidade das águas no curso superior, repercutindo em sobrecarga de material sólido reproduzida nos expressivos percentuais de violação de turbidez e sólidos em suspensão totais, assim como por teores expressivos dos metais cromo total, chumbo total, manganês total, ferro dissolvido, decorrente do uso e manejo inadequado do solo na agropecuária.
- Interferência de lançamento de esgotos sanitários no curso superior, refletida na ocorrência de resultados não conformes de coliformes termotolerantes, clorofila *a*, oxigênio dissolvido, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio e nitrogênio amoniacal total.
- Predomínio do impacto negativo na qualidade das águas do rio Verde Grande advindo do lançamento de esgotos sanitários no trecho jusante ao aporte do rio do Vieira, refletido no aumento nos conteúdos de matéria orgânica e de nutrientes e prevalência de restrição de oxigenação.
- Insuficiência de saneamento básico repercutindo em condições sanitárias críticas no baixo curso do rio Verde Grande relacionada principalmente aos resultados não conformes de clorofila *a*, indicativos de pressão por matéria orgânica e por nutrientes.
- Aporte de componentes tóxicos transportados por afluentes, refletido na presença dos metais chumbo, zinco, cromo e cádmio, na forma total, e de cobre dissolvido, principalmente pelos afluentes rios do Vieira, Saçuapara e Gorutuba e pela suspensão de sedimentos da calha fluvial contendo esses metais.
- Contribuição positiva de afluentes que possuem boa qualidade de água, em especial rios Caititu, São Domingos e Quem Quem, para assimilação da carga de poluentes lançada no rio Verde Grande.
- Contribuição de carga difusa introduzida pelos afluentes do médio curso do rio Verde Grande, associada aos resultados não conformes de cor verdadeira e ferro dissolvido.

**Quadro 6.16 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio do Vieira no período de 1997 a 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Ruim (66%), com ocorrência de IQA Muito Ruim (34%).</li> <li>➤ Pior condição na estiagem com 57% de IQA Ruim e 43% de IQA Muito Ruim.</li> <li>➤ Predominou CT Alta (68%).</li> <li>➤ Pior condição na estiagem com 87% CT Alta.</li> <li>➤ Resultados não conformes mais representativos: oxigênio dissolvido (100%), fósforo total (98%), manganês total (92%), DBO (85%), nitrogênio amoniacal total (80%), coliformes termotolerantes (78%); fenóis totais (49%), sólidos dissolvidos totais (37%), cromo total (33%), clorofila a (33%), sólidos em suspensão totais (20%), cianeto livre (17%), cor verdadeira (16%), chumbo total (14%), ferro dissolvido (13%), turbidez (12%); cobre dissolvido (11%) e zinco total (11%).</li> <li>➤ Níveis de qualidade das águas mais desfavoráveis dentre as estações monitoradas.</li> <li>➤ Águas duras a muito duras, atingindo valores próximos de 500 mg/L CaCO<sub>3</sub> de dureza total e resultados de alcalinidade total sistematicamente superiores a 150 mg/L CaCO<sub>3</sub>.</li> <li>➤ Resultado expressivo de densidade de cianobactérias (3.200 cél/mL), indicador biológico da presença de compostos tóxicos na água, embora em conformidade legal.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram efeito tóxico agudo em 50% das amostras de águas superficiais.</li> <li>➤ Águas em condições impróprias à vida aquática em decorrência do lançamento de agentes contaminantes físicos e químicos, refletida nos ensaios ecotoxicológicos realizados com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i>, com 50% dos resultados evidenciando efeito tóxico agudo.</li> <li>➤ Quanto à avaliação hidrobiológica foram detectados bioindicadores de baixa qualidade das águas, quironomídeos e oligoquetas, que classificaram as águas com Poluição Excessiva.</li> <li>➤ Presença de arsênio, cromo, mercúrio e níquel nos sedimentos em níveis que podem causar efeitos adversos à biota.</li> </ul>
<b>Interferências / Características Relevantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Insuficiência de saneamento básico do município de Montes Claros refletida em condições sanitárias críticas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Os principais indicadores de interferência por matérias orgânica e fecal e por nutrientes registraram percentuais de não conformidade superiores a 75%, quais sejam: oxigênio dissolvido, fósforo total demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio amoniacal total e coliformes termotolerantes.</li> <li>• Todas as concentrações de oxigênio dissolvido estiveram abaixo do limite mínimo legal da classe 2, mostrando-se mais sensíveis nas chuvas. Comprometimento microbiológico das águas do rio do Vieira, especialmente nas chuvas, com base nas contagens das médias geométricas de coliformes termotolerantes.</li> <li>• Concentrações médias de demanda bioquímica de oxigênio elevadas na chuva e na seca, ultrapassando em mais de três vezes o padrão legal da classe 2.</li> <li>• Sobrecarga de matéria orgânica e de nutrientes e baixa oxigenação provoca degradação nas águas do rio Verde Grande, principalmente nas chuvas, no trecho a jusante de seu aporte.</li> <li>• Teores médios de fósforo total muito elevados, sendo que na estiagem as condições foram mais adversas, refletindo a dominância de cargas pontuais de origem doméstica.</li> </ul> </li> </ul>

- Teores médios de nitrogênio amoniacal total elevados na chuva e na seca.
- Degradação da qualidade das águas devido ao lançamento de efluentes do diversificado parque industrial de Montes Claros refletida na presença de componentes prejudiciais, incluindo fenóis totais, cianeto livre e os metais cromo total, chumbo total, cobre dissolvido, zinco total e cádmio total.
- Número substancial de lançamentos de fontes pontuais, implicando em médias significativamente elevadas na estiagem em relação à condutividade elétrica e aos sólidos dissolvidos totais.
- Elevadas concentrações de manganês total implicaram num excesso de sólidos nessas águas, seja na forma dissolvida ou em suspensão, e em medidas consideráveis de cor verdadeira.
- Manejo inadequado do solo e degradação da vegetação natural refletidos em médias substancialmente maiores no período chuvoso para os parâmetros sólidos em suspensão totais e turbidez.
- Maior média de fenóis totais na seca, devido ao lançamento por fontes pontuais, sejam indústrias ou esgotos sanitários.
- Interferência de despejos de indústrias e lançamento de esgotos sanitários contribuindo para teores representativos de cálcio e sódio.

**Quadro 6.17 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Caititu no período de junho de 2006 a dezembro de 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Bom (55%), com ocorrência de IQA Médio (45%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 20% de IQA Bom e 80% de IQA Médio.</li> <li>➤ Ocorrência de 100% de CT Baixa tanto no período de chuva quanto na estiagem.</li> <li>➤ Resultados não conformes mais representativos: coliformes termotolerantes (27%); cor verdadeira (27%), sólidos dissolvidos totais (18%), manganês total (18%), turbidez (9%); ferro dissolvido (9%) e cobre dissolvido (9%).</li> <li>➤ Pouca variabilidade dos resultados dos parâmetros: sólidos em suspensão total, turbidez, cor verdadeira, demanda bioquímica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio amoniacal total, ferro dissolvido, manganês total e fenóis totais.</li> <li>➤ Águas levemente básicas com predomínio de pH na faixa de 7,4 a 7,9.</li> <li>➤ Medidas elevadas de condutividade elétrica com predomínio da faixa de 500 µS/cm a 600 µS/cm.</li> <li>➤ Níveis de oxigenação satisfatórios com predomínio da faixa de 6,0 mg/L a 7,0 mg/L de oxigênio dissolvido.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram ausência de efeito tóxico em 89% das amostras de águas superficiais e efeito tóxico crônico nas 11% restantes.</li> <li>➤ Ocorrência de cromo e níquel nos sedimentos em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.</li> </ul>
<b>Interferências / Características Relevantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interferência mediana de fontes difusas na degradação da qualidade das águas, refletida na pouca variabilidade dos resultados de sólidos em suspensão total, turbidez, cor verdadeira, ferro dissolvido e manganês total.</li> <li>➤ Interferência de atividades agrícolas na degradação da qualidade das águas, associada aos resultados não conformes de cobre dissolvido nas águas superficiais, assim como à presença de cromo e níquel nos sedimentos, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos e afins contendo esses metais.</li> <li>➤ Níveis de qualidade das águas mais favoráveis comparativamente aos afluentes, rios Suçupara, Quem Quem e Arapoim.</li> <li>➤ Condições sanitárias satisfatórias, retratadas na predominância de baixos conteúdos de matéria orgânica, nutrientes e organismos patogênicos e ocorrência natural de teores expressivos de sólidos dissolvidos.</li> </ul>

**Quadro 6.18 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio São Domingos em 2005**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<p style="text-align: center;">Rio São Domingos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Predominou IQA Bom (100%).</li><li>➤ Predominou CT Baixa (100%).</li><li>➤ Sem ocorrência de resultados não conformes.</li><li>➤ Condutividade elétrica natural, com medidas variando entre 95 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> e 280 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>.</li><li>➤ Os macroinvertebrados bentônicos classificaram o rio São Domingos com Escasso teor de matéria orgânica.</li></ul>
<p style="text-align: center;">Barragem São Domingos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Predominou IQA Bom (75%), com ocorrência de IQA Excelente (25%).</li><li>➤ Predominou CT Baixa (100%).</li><li>➤ Resultados não conformes: oxigênio dissolvido (25%).</li><li>➤ Condutividade elétrica natural, com medidas variando entre 120 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math> e 155 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>.</li><li>➤ As avaliações bióticas indicaram condições ambientais variando entre Boas e Médias.</li></ul>
<b>Interferências / Características Relevantes</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>➤ A qualidade das águas do rio São Domingos mostrou-se em boas condições.</li><li>➤ A qualidade das águas da barragem São Domingos mostrou-se em boas condições, embora tenha ocorrido isoladamente nível de oxigenação inadequado, provavelmente em decorrência da dinâmica natural do oxigênio dissolvido no ambiente represado.</li></ul>

**Quadro 6.19 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Suçupara no período de junho de 2006 a dezembro de 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Médio (64%), com ocorrência de IQA Muito Ruim (9%), IQA Ruim (18%) e IQA Bom (9%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 60% de IQA Médio, 20% de IQA Ruim e 20% de IQA Muito Ruim.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (73%), com ocorrência de CT Média (9%) e CT Alta (18%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 40% de CT Baixa, 20% de CT Média e 40% de CT Alta.</li> <li>➤ Resultados não conformes mais representativos: manganês total (55%), turbidez (55%); coliformes termotolerantes (45%); cor verdadeira (45%), sólidos em suspensão totais (36%), chumbo total (18%), ferro dissolvido (18%), cádmio total (9%), cobre dissolvido (9%), fósforo total (9%), oxigênio dissolvido (9%) e sólidos dissolvidos totais (9%).</li> <li>➤ Grande variabilidade dos resultados dos parâmetros: sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão total, turbidez, cor verdadeira, coliformes termotolerantes, ferro dissolvido e manganês total.</li> <li>➤ Medidas mais baixas de condutividade elétrica em comparação aos afluentes, rios Caititu, Quem Quem e Arapoim, com predomínio da faixa de 280 µS/cm a 330 µS/cm.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram efeito tóxico crônico em 55% das amostras de águas superficiais e ausência de efeito tóxico nas 45% restantes.</li> <li>➤ Presença do vetor da esquistossomose mansônica.</li> <li>➤ Ocorrência de cromo, níquel e chumbo nos sedimentos em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.</li> </ul>
<b>Interferências / Características Relevantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interferência expressiva de carga difusa na degradação da qualidade das águas, refletida nos registros máximos de sólidos em suspensão totais (7.516 mg/L), turbidez (15.450,0 UNT), cor verdadeira (4.884 mg Pt/L), ferro dissolvido (1,69 mg/L), manganês total (4,290 mg/L) e demanda química de oxigênio (204 mg/L), todos com ocorrência em períodos chuvosos.</li> <li>➤ Condições microbiológicas inadequadas com ocorrência de contagem máxima de coliformes termotolerantes de 160.000 NMP/100mL associadas ao aporte expressivo carga difusa de origem urbana e pecuária.</li> <li>➤ Interferência de atividades agrícolas na degradação da qualidade das águas, correlacionada aos resultados não conformes de cobre dissolvido, chumbo total e cádmio total e ao efeito tóxico crônico, detectados nas águas superficiais, assim como da presença de cromo, níquel e chumbo nos sedimentos, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos e afins contendo esses metais.</li> </ul>

**Quadro 6.20 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Quem Quem no período de junho de 2006 a dezembro de 2008 e afluentes em 2005.**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
Rio Quem Quem
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Equivalência entre os níveis de IQA Ruim (38%) e Bom (38%) e ocorrência de IQA Médio (24%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 50% de IQA Ruim, 25% de IQA Médio e 25% de IQA Bom.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (88%), com ocorrência de CT Média (12%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 75% de CT Baixa e 25% de CT Média.</li> <li>➤ Resultados não conformes mais representativos: cor verdadeira (38%), oxigênio dissolvido (38%), fósforo total (25%), sólidos dissolvidos totais (25%), turbidez (25%), cobre dissolvido (13%), ferro dissolvido (13%) e manganês total (13%).</li> <li>➤ Grande variabilidade dos resultados dos parâmetros: pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais, cor verdadeira, oxigênio dissolvido, ferro dissolvido e manganês total.</li> <li>➤ Medidas elevadas de condutividade elétrica com predomínio da faixa de 350 µS/cm a 950 µS/cm.</li> <li>➤ Níveis de oxigenação inadequados com predomínio da faixa de 4,0 mg/L a 5,8 mg/L de oxigênio dissolvido.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram ausência de efeito tóxico em 71% das amostras e efeito tóxico crônico nas 29% restantes.</li> <li>➤ Presença do vetor da esquistossomose mansônica.</li> <li>➤ Ocorrência de níquel nos sedimentos em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.</li> </ul>
Afluentes
Barragem Canabrava
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Excelente (67%), com ocorrência de 33% de IQA Bom.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (100%).</li> <li>➤ Resultados não conformes: fósforo total (67%) e nitrogênio amoniacal total (33%).</li> <li>➤ As avaliações bióticas indicaram condições ambientais entre Boas e Médias.</li> </ul>
Córrego Canabrava
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Médio (50%), com ocorrência de 25% de IQA Ruim e 25% de IQA Bom.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (100%).</li> <li>➤ Resultados não conformes: manganês total (100%), coliformes termotolerantes (25%), fósforo total (25%), nitrogênio amoniacal total (25%), oxigênio dissolvido (25%), sólidos em suspensão totais (25%) e turbidez (25%).</li> <li>➤ Os organismos zoobentônicos caracterizaram ambiente impactado.</li> </ul>
Barragem Pedro Jú
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Bom (75%), com ocorrência de 25% de IQA Excelente.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou CT Baixa (100%).</li> <li>➤ Resultados não conformes: fósforo total (50%).</li> <li>➤ As avaliações bióticas indicaram condições ambientais entre Boas e Médias.</li> </ul>
<p>Rio Poções</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Médio (100%),.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (75%), com ocorrência de 25% de CT Média.</li> <li>➤ Resultados não conformes: manganês total (75%), coliformes termotolerantes (50%), fósforo total (50%), turbidez (50%), ferro dissolvido (33%), DBO (25%), chumbo total (25%) e sólidos em suspensão totais (25%).</li> <li>➤ Os organismos zoobentônicos caracterizaram ambiente impactado com predominância de insetos quironomídeos e moluscos exóticos (<i>Corbicula fluminea</i>) e vetores da esquistosomose - <i>Biomphalaria sp.</i></li> </ul>
<p><b>Interferências / Características Relevantes</b></p>
<p>Rio Quem Quem</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Contribuição de carga difusa associada a condições sanitárias inadequadas, refletidas em baixos níveis de oxigenação das águas e medidas elevadas de condutividade elétrica e associada a teores expressivos de demanda química de oxigênio.</li> <li>➤ Interferência de atividades agrícolas na degradação da qualidade das águas, correlacionada aos resultados não conformes de cobre dissolvido e ao efeito tóxico crônico, detectados nas águas superficiais, assim como da presença de níquel nos sedimentos, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos e afins contendo esse metal.</li> </ul>
<p>Afluentes</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condições ambientais inadequadas na barragem Canabrava associadas a elevadas cargas de nutrientes, retratadas nos teores não conformes de fósforo total e nitrogênio amoniacal total.</li> <li>➤ Insuficiência de saneamento básico refletida em condições sanitárias inadequadas no córrego Canabrava devido aos resultados não conformes de coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrogênio amoniacal total e oxigênio dissolvido.</li> <li>➤ Contribuição de carga difusa no córrego Canabrava associada a resultados não conformes de manganês total, sólidos em suspensão total e turbidez.</li> <li>➤ Condições ambientais inadequadas na barragem Pedro Jú associadas a elevadas cargas de nutrientes, retratadas nos teores não conformes de fósforo total.</li> <li>➤ Insuficiência de saneamento básico refletida em condições sanitárias inadequadas no rio Poções devido aos resultados não conformes de coliformes termotolerantes, fósforo total e demanda bioquímica de oxigênio.</li> <li>➤ Contribuição de carga difusa no rio Poções associada a resultados não conformes de manganês total, ferro dissolvido, sólidos em suspensão total e turbidez.</li> <li>➤ Interferência de atividades agrícolas na degradação da qualidade das águas do rio Poções, correlacionada aos resultados não conformes de chumbo total, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos e afins contendo esses metais.</li> </ul>

**Quadro 6.21 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Arapaim no período de junho de 2006 a dezembro de 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Predominou IQA Bom (55%), com ocorrência de IQA Ruim (9%) e IQA Médio (36%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 20% de IQA Ruim, 40% de IQA Médio e 40% de IQA Bom.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa (91%), com ocorrência de CT Média (9%).</li> <li>➤ Pior condição no período de chuva com 80% de CT Baixa e 20% de CT Média.</li> <li>➤ Resultados não conformes mais representativos: coliformes termotolerantes (27%), cor verdadeira (18%), manganês total (18%), cobre dissolvido (9%), sólidos em suspensão totais (9%), turbidez (9%).</li> <li>➤ Grande variabilidade dos resultados dos parâmetros: sólidos em suspensão totais, turbidez, cor verdadeira e coliformes termotolerantes.</li> <li>➤ Medidas de condutividade elétrica mais baixas em comparação aos afluentes, rios Caititu e Quem Quem, com predomínio da faixa de 340 µS/cm a 410 µS/cm.</li> <li>➤ Níveis de oxigenação adequados com predomínio da faixa de 7,0 mg/L a 8,0 mg/L de oxigênio dissolvido.</li> <li>➤ Ensaio ecotoxicológico com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram ausência de efeito tóxico em 56% das amostras e efeito tóxico crônico nas 44% restantes.</li> <li>➤ Presença do vetor da esquistossomose mansônica.</li> <li>➤ Ocorrência de chumbo, cromo e níquel nos sedimentos em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.</li> </ul>
<b>Interferências / Características Relevantes</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condições microbiológicas inadequadas associadas ao aporte expressivo carga difusa e ocorrência de contagem máxima de coliformes termotolerantes de 13.000 NMP/100mL.</li> <li>➤ Interferência de atividades agrícolas na degradação da qualidade das águas, correlacionada aos resultados não conformes de cobre dissolvido e ao efeito tóxico crônico, detectados nas águas superficiais, assim como da presença de cromo, níquel e chumbo nos sedimentos, provavelmente em decorrência do uso de agrotóxicos e afins contendo esses metais.</li> </ul>

**Quadro 6.22 – Síntese dos efeitos e interferências na qualidade das águas do rio Gorutuba no período de 1997 a 2008**

<b>Efeitos na Qualidade da Água</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ No rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba predominou IQA Médio (76%) com ocorrência de IQA Ruim (11%) e Bom (13%), assim como a montante da confluência com o rio Pacuí, com IQA Médio (53%), IQA Ruim (23%) e IQA Bom (23%).</li> <li>➤ Pior condição nas chuvas, com aumento dos percentuais do IQA Ruim, devido principalmente aos resultados de turbidez e coliformes termotolerantes, além de fósforo total no trecho inferior.</li> <li>➤ Foi registrado IQA Excelente no rio Gorutuba a jusante da barragem Bico da Pedra (25%) e no seu afluente rio Serra Branca a jusante da barragem Serra Branca (35%), com predominância de IQA Bom.</li> <li>➤ Predominou IQA Bom no rio São Domingos a montante da barragem São Domingos, rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra, rio das Lajes a montante e a jusante da barragem das Lajes e rio Gameleira a jusante da barragem Gameleira.</li> <li>➤ Predominou IQA Ruim no rio Gorutuba a jusante da confluência com o rio Mosquito e no rio Mosquito próximo a sua foz no rio Gorutuba houve distribuição equitativa entre as faixas do IQA Ruim e Médio.</li> <li>➤ Predominou IQA Excelente e Bom na zona fótica de ambientes lênticos amostrados na sub-bacia do rio Gorutuba, exceto no corpo da barragem da ASSIEG no município de Janaúba, onde ocorreu IQA Ruim devido aos baixos teores de oxigênio dissolvido, mas com prevalência da faixa Média.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa, com ocorrência de CT Média e Alta no rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba assim como no trecho a montante da confluência com o rio Pacuí.</li> <li>➤ Pior condição na chuva, no rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba, e na estiagem, no rio Gorutuba a montante da confluência com o rio Pacuí, com aumento no percentual de ocorrência da CT Alta.</li> <li>➤ Ocorrência de CT Alta no rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra devido a teor isolado de chumbo total.</li> <li>➤ Predominou CT Baixa na zona fótica de ambientes lênticos amostrados na sub-bacia do rio Gorutuba.</li> <li>➤ Na estação localizada a jusante da cidade de Janaúba os resultados não conformes mais representativos foram: oxigênio dissolvido (87%), manganês total (34%), coliformes termotolerantes (33%), cromo total (30%), fósforo total (13%).</li> <li>➤ Na estação localizada a montante da confluência com o rio Pacuí os resultados não conformes mais representativos foram: oxigênio dissolvido (70%), manganês total (44%), ferro dissolvido (26%), clorofila <i>a</i> (25%), demanda bioquímica de oxigênio (23%), coliformes termotolerantes (23%), cromo total (23%), fósforo total (20%).</li> <li>➤ Prevaleceram valores médios de pH entre 6,5 e 7,0, mais baixos no rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e a montante da confluência com o rio Pacuí, comparativamente aos rios Verde Grande e do Vieira.</li> <li>➤ Medidas de condutividade elétrica mais baixas no rio Gorutuba a jusante da cidade de Janaúba e a montante da confluência com o rio Pacuí em comparação com o rio Verde Grande, com medianas inferiores a 300 µS/cm.</li> <li>➤ Percentual de 100% de ocorrências de concentrações de oxigênio dissolvido abaixo do limite inferior da legislação no rio Gorutuba a montante da barragem da ASSIEG e no corpo da barragem e a jusante da confluência com o rio Mosquito e no próprio rio Mosquito.</li> <li>➤ Presença do componente tóxico nitrogênio amoniacal total na barragem Bico da Pedra e no rio das Lajes e de chumbo total nos rios Poções e Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Condição favorável de qualidade de água nos rios São Domingos a montante da barragem São Domingos e Gorutuba a jusante da barragem Bico da Pedra, visto que todos os resultados analítico mostraram-se em conformidade com a legislação.</li> <li>➤ Teores não conformes dos agrotóxicos DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD) e Metoxicloro no rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra (SFC115), na barragem da ASSIEG, a jusante da confluência com o rio Mosquito e a montante da confluência do rio Pacuí, assim como na Lagoa Grande e no rio Mosquito.</li> <li>➤ Ensaios ecotoxicológicos com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram ausência de efeito tóxico no rio Gorutuba a jusante da barragem Bico da Pedra, a montante da barragem da ASSIEG, a jusante da cidade de Janaúba, a jusante da confluência com o rio Mosquito e a montante da confluência com o rio Pacuí.</li> <li>➤ Ensaios ecotoxicológicos com o organismo <i>Ceriodaphnia dubia</i> indicaram efeito tóxico crônico no rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra.</li> <li>➤ Os macroinvertebrados bentônicos mostraram a melhor qualidade no rio Gorutuba a montante da barragem Bico da Pedra e no seu afluente o rio Serra Branca, caracterizando ambiente com teor Escasso de matéria orgânica.</li> <li>➤ As comunidades fito e zooplânctônicas apontaram densidades mais baixas e riquezas de espécies mais altas no rio Gorutuba a jusante da barragem Bico da Pedra, refletindo o resultado do índice de diversidade, que caracteriza ambiente com águas mais limpas.</li> <li>➤ As populações planctônicas refletiram condições mais impactantes para o meio aquático no rio Gorutuba a montante da barragem da ASSIEG, a jusante da cidade de Janaúba e a jusante da confluência com o rio Mosquito.</li> <li>➤ Populações planctônicas com baixas densidades e o índice de diversidade classificaram o rio Gorutuba no corpo da barragem da ASSIEG com Poluição entre Fraca a Moderada.</li> <li>➤ O rio Mosquito mostrou enriquecimento orgânico com densidades altas, tanto para o fito quanto para o zooplâncton e resultados mais altos do índice biótico, sendo classificado entre Poluição Forte a Moderada.</li> <li>➤ Nas barragens das Lajes e da Gameleira as comunidades do plâncton mostraram alta produtividade mas baixa riqueza de espécies. Os pontos localizados a montante e a jusante destes barramentos indicaram, pela avaliação das comunidades da macrofauna, baixo teor de matéria orgânica e, portanto, boas condições dos biótopos.</li> <li>➤ O rio Serra Branca a jusante da barragem Serra Branca apresentou a lista mais completa dentre os bioindicadores de boa qualidade das águas, recebendo a maior nota do BMWP/ASPT e quanto ao índice saprobiótico foi atribuída condição de águas de qualidade Excelente.</li> <li>➤ Ocorrência de arsênio, cromo e níquel nos sedimentos do rio Gorutuba em níveis tais que podem ocasionar efeito tóxico adverso à biota.</li> </ul>
<p><b>Interferências / Características Relevantes</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Interferência de lançamento de esgotos sanitários na estação localizada a jusante da cidade de Janaúba, refletida na ocorrência de resultados não conformes de oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes e fósforo total.</li> <li>➤ Manutenção da interferência de lançamento de esgotos sanitários na estação localizada a montante da confluência com o rio Pacuí, refletida na ocorrência de resultados não conformes de oxigênio dissolvido, clorofila <i>a</i>, DBO, coliformes termotolerantes e fósforo total.</li> <li>➤ Interferência de fontes difusas na degradação da qualidade das águas no rio Gorutuba decorrente do uso e manejo inadequado do solo na agricultura, reproduzida nos expressivos percentuais de violação dos metais, manganês total e cromo total, assim</li> </ul>

- como de ocorrências isoladas de cádmio total e zinco total.
- Evolução da degradação do ambiente aquático ao longo do percurso do rio Gortuba, com a invasão de plantas aquáticas em seu leito em decorrência do aporte de despejos domésticos.
  - Contaminações por agrotóxicos na água e arsênio nos sedimentos do rio Gortuba no corpo da barragem da ASSIEG indicaram deposição de carga de poluentes advinda da agricultura desenvolvida região.
  - Detecção de agrotóxicos nas águas do rio Gortuba e afluentes reflete o impacto advindo das atividades agrícolas, com repercussão no rio Verde Grande e até mesmo no rio São Francisco.

#### *6.1.1.3. Análise dos Processos Associados à Dinâmica Fluvial*

(Item em elaboração)

#### *6.1.1.4. Eventos Hidrológicos Críticos*

(Item em elaboração)

## **6.1.2. Águas Subterrâneas**

### *6.1.2.1. Aspectos Quantitativos das Águas Superficiais*

(Item em elaboração)

### *6.1.2.2. Aspectos Qualitativos das Águas Superficiais*

Com relação às águas subterrâneas, a avaliação englobou os dados da rede piloto de monitoramento das águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais, desenvolvida no âmbito do citado convênio. Foram considerados ainda os resultados do trabalho do IGAM, Aperfeiçoamento do Estudo da Qualidade das Águas Subterrâneas nos municípios de Jaíba, Varzelândia, e Verdelândia / Bacia do Rio São Francisco.

Ademais, para aperfeiçoar o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas foi consultado o projeto de pesquisa “Processos geradores de concentração anômala de fluoreto na água subterrânea em região semi-árida: estudo de caso em aquífero cárstico-fissural do Grupo Bambuí nos municípios de Verdelândia, Varzelândia e Jaíba, Minas Gerais”. Esse estudo foi executado pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN e Instituto Mineiro de Gestão das Águas – IGAM com financiamento da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, tendo sido concluído em fevereiro de 2009.

Os ensaios laboratoriais dos trabalhos de monitoramento desenvolvidos pelo IGAM são realizados por laboratório público terceirizado, da Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, que também efetua as amostragens das águas superficiais. O IGAM é responsável pelas coletas de águas subterrâneas. Nas coletas são adotadas as técnicas de amostragem e preservação especificadas na Norma NBR 9898, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT, ou os métodos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* APHA-AWWAWPCF, última edição. As amostras em ambiente lótico são do tipo simples, de superfície, colhidas preferencialmente no perfil principal do curso de água.

### **Aspectos Metodológicos**

A caracterização das águas subterrâneas, como mencionado anteriormente, baseou-se nos dados do Projeto Monitoramento das Águas Superficiais e Subterrâneas das Sub-bacias dos Rios Verde Grande, Pacuí-Riachão e Jequitaí na Bacia do Rio São Francisco em Minas Gerais, executado por meio de convênio firmado entre a CODEVASF e o IGAM e do Projeto de Aperfeiçoamento do Estudo da Qualidade das Águas Subterrâneas nos Municípios de Jaíba, Varzelândia, e Verdelândia / Bacia do Rio São Francisco, realizado pelo IGAM.

Nos Quadros a seguir estão apresentadas informações sobre as estações de amostragem das redes de monitoramento do convênio CODEVASF/IGAM,

localizados na bacia do rio Verde Grande, e do Projeto de Aperfeiçoamento, respectivamente. A localização dessas estações é indicada na Figura 6.76.

**Quadro 6.23 – Estações de amostragem da qualidade das águas subterrâneas Rede piloto – Convênio CODEVASF/IGAM**

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Usos</b>
3	Capitão Enéas	8219830	651091	Abastecimento público
8	Espinosa	8363098	690555	Abastecimento público
14	Francisco Sá	8207295	692207	Abastecimento público
NR4-9	Francisco Sá	8195838	645368	Consumo Humano
15	Gameleiras	8335912	699225	Abastecimento público
NR4-3	Jaíba	8299554	634370	Irrigação de banana
NR4-4	Jaíba	8298272	637494	Irrigação de banana
NR4-5	Jaíba	8304138	638692	Irrigação de banana
18	Janaúba	8298345	678300	Abastecimento público
19	Janaúba	8249539	683096	Lavagem de veículos
20	Janaúba	8253743	654342	Irrigação de banana, consumo humano
25	Juramento	8149024	644243	Abastecimento público
27	Matias Cardoso	8352066	634481	Abastecimento público
NR4-2	Matias Cardoso	8349819	661150,	Abastecimento público
NR4-1	Monte Azul	8314282	703437	Abastecimento público
30	Montes Claros	8177519	632757	Irrigação 9,6 ha
NR4-8	Montes Claros	8153050	618604	Industrial
35	Pai Pedro	8275213	707795	Abastecimento público
NR4-10	Patis	8222399	598351	Abastecimento público
37	São João da Ponte	8246944	606345	Abastecimento público

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

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Usos</b>
NR4-7	Serranópolis de Minas	8240376	723188	Abastecimento público
NR4-11	Varzelândia	8258245	600107	Abastecimento público
NR4-6	Verdelândia	8287780	644725	Abastecimento público

Fonte: IGAM, 2008

**Quadro 6.24 – Estações de amostragem da qualidade das águas subterrâneas: Projeto de Aperfeiçoamento – IGAM**

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Usos</b>
IVD30	Verdelândia	8267147	636578	Uso domestico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
IVD49	Verdelândia	8285614	647723	Dessedentação de animais e Irrigação
VD12	Verdelândia	8279870	635928	Abastecimento humano/ comunitário/ público
VD17	Verdelândia	8272938	647867	Dessedentação de animais
IVD14	Verdelândia	8294480	659135	Dessedentação de animais
IVZ16	Verdelândia	8287519	637633	Irrigação
IVD34	Verdelândia	8277111	630201	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
IVZ20	Verdelândia	8279287	623846	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
IJ24	Jaíba	8307932	639714	Irrigação
IJ140	Jaíba	8293741	631722	Abastecimento humano/ comunitário/ público
N13	Jaíba	8298201	633565	Sem Informação
IVZ5 e 6	Varzelândia	8294883	630310	Irrigação
IVZ4	Varzelândia	8262583	602354	Uso doméstico e dessedentação de animais e Irrigação
IVZ14	Varzelândia	8271093	605499	Abastecimento humano/ comunitário/ público

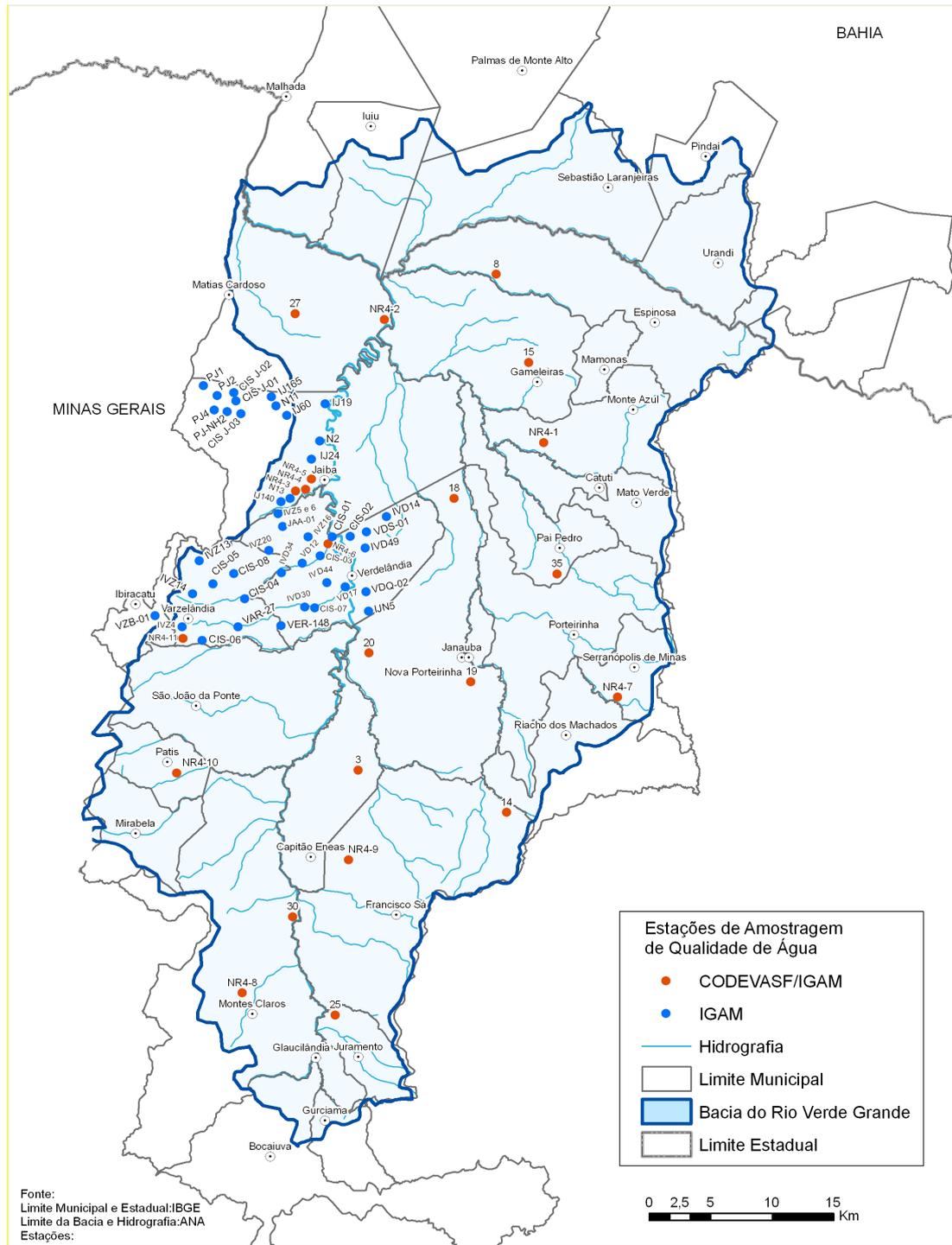
Elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande  
Contrato N° 031/ANA/2008

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Usos</b>
IVD44	Verdelândia	8274211	642789	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
IVZ13	Varzelândia	8280673	607374	Abastecimento humano/ comunitário/ público
IJ19	Jaíba	8325905	642665	Irrigação
N2	Jaíba	8315187	641085	Abastecimento humano/ comunitário/ público
N11	Jaíba	8328198	628767	Sem Informação
IJ165	Jaíba	8328444	628679	Sem Informação
CIS-02	Verdelândia	8286988	647071	Uso doméstico
CIS-03	Verdelândia	8280213	645241	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
CIS-01	Verdelândia	8287401	644371	Uso doméstico e dessedentação de animais e Irrigação
IJN5	Verdelândia	8264918	654892	Irrigação
CIS-04	Varzelândia	8269657	619882	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
CIS-05	Varzelândia	8273986	611195	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
CIS-06	Varzelândia	8256813	608085	Uso doméstico
CIS-07	Verdelândia	8266865	639408	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
VAR-027	Varzelândia	8261518	618092	Abastecimento humano/ comunitário/ público
VER-148	Verdelândia	8261749	630018	Abastecimento humano/ comunitário/ público
PJ1	Jaíba	8331372	608725	Abastecimento humano/ comunitário/ público
PJ2	Jaíba	8328286	613129	Abastecimento humano/

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

<b>Código</b>	<b>Município</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Usos</b>
				comunitário/ público
PJ4	Jaíba	8324560	613177	Abastecimento humano/ comunitário/ público
CIS J-01	Jaíba	8327169	617755	Sem informação
CIS J-02	Jaíba	8328127	617445	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
CIS J-03	Jaíba	8324185	617357	Sem informação
PJ-NH2	Jaíba	8324740	615504	Abastecimento humano/ comunitário/ público
CIS-08	Varzelândia	8276900	616953	Uso doméstico
VZB-01	Varzelândia	8264904	598396	Abastecimento humano/ comunitário/ público
JAA-01	Verdelândia	8313831	635231	Uso doméstico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
IJ60	Jaíba	8323859	633270	Uso domestico/ Consumo Humano e Dessedentação de animais
VDS-01	Verdelândia	8288761	653840	Abastecimento humano/ comunitário/ público
VDQ-02	Verdelândia	8271476	653665	Indústria, Dessedentação e Uso Humano
LEILA-01	-	-	-	-

Fonte: IGAM, 2008



**Figura 6.76 – Redes de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas avaliadas na parte mineira da bacia do rio Verde Grande**

A partir de 2005 foi operada a primeira rede de monitoramento de qualidade das águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais por meio de convênio firmado entre a CODEVASF e o IGAM, com o objetivo de conhecer a qualidade dos aquíferos na região do semi-árido mineiro e aperfeiçoar a gestão das águas ampliando os estudos para os corpos hídricos subterrâneos. A rede piloto foi estabelecida em área onde a reduzida disponibilidade hídrica superficial justifica a importância da exploração de águas subterrâneas para abastecimento humano, industrial e irrigação.

Na seleção das estações de coleta foram utilizados dados de poços tubulares outorgados pelo IGAM, além de informações da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA MG e CODEVASF, sendo observados critérios tais como a priorização de poços destinados ao abastecimento público, abrangência da área de estudo, condições de amostragem dos poços, vulnerabilidade em relação a possível contaminação do aquífero, geologia e disponibilidade de documentação.

A área do projeto correspondente à bacia do rio Verde Grande abrange 27.040 km<sup>2</sup>, englobando os municípios de Capitão Enéas, Espinosa, Francisco Sá, Gameleiras, Jaíba, Janaúba, Juramento, Matias Cardoso, Monte Azul, Montes Claros, Pai Pedro, Patis, São João da Ponte, Serranópolis de Minas, Varzelândia e Verdelândia.

Dentre os 39 poços selecionados para compor a rede piloto, 23 localizam-se na bacia do rio Verde Grande. Nesses poços foram realizadas quatro campanhas de monitoramento, em abril, julho e dezembro de 2005 e março de 2006, com exceção dos poços 8, 14 e NR4-1, onde não foi realizada a campanha de março de 2006 e do poço NR4-6, amostrado apenas em março de 2005. Portanto, foram realizadas duas coletas em estações climáticas intermediárias, uma na estação chuvosa e outra na seca.

Os parâmetros analisados são apresentados no Quadro a seguir. As análises de metais na forma total foram realizadas apenas nos poços 3, 27, 37, NR4-1, NR4-11, NR4-5 e NR4-8. Os métodos analíticos são os mesmos adotados na avaliação das águas superficiais.

**Quadro 6.25 – Parâmetros analisados nas águas subterrâneas: Rede piloto - Convênio CODEVASF/IGAM**

Parâmetros analisados		
1. Temperatura do ar	25. Oxigênio dissolvido	53. Mercúrio dissolvido
2. Temperatura da água	26. DBO	54. Mercúrio total
3. pH <i>in loco</i>	27. DQO	55. Níquel dissolvido
4. pH Laboratório	28. Fenóis totais	56. Níquel total
5. Condutividade elétrica <i>in loco</i>	29. Coliformes termotolerantes	57. Silício dissolvido
6. Condutividade elétrica laboratório	30. Estreptococos totais	58. Vanádio dissolvido
7. Turbidez	31. Alumínio dissolvido	59. Vanádio total
8. Sólidos dissolvidos totais	32. Alumínio total	60. Zinco dissolvido
9. Alcalinidade de carbonato	33. Arsênio dissolvido	61. Zinco total
10. Alcalinidade de bicarbonato	34. Arsênio total	62. 2,4,6 Triclorofenol
11. Alcalinidade de hidróxido	35. Bário dissolvido	63. Molinato
12. Dureza total	36. Cádmio dissolvido	64. Trifluralina
13. Dureza de cálcio	37. Cádmio total	65. Atrazina
14. Dureza de magnésio	38. Cálcio dissolvido	66. Simazina
15. Cloreto	39. Chumbo dissolvido	67. Hexaclorobenzeno
16. Potássio	40. Chumbo total	68. Lindano
17. Sódio	41. Cobre dissolvido	69. Heptacloro epóxido + Heptacloro
18. Sulfato	42. Cobre total	70. Aldrin + Dieldrin
19. Fósforo total	43. Cor verdadeira	71. Clordano (cis + trans)
20. Nitrogênio orgânico	44. Cromo dissolvido	72. Endossulfan (I + II + sulfato)
21. Nitrogênio amoniacal total	45. Cromo total	73. Endrin
22. Nitrato	46. Ferro dissolvido	74. DDT (p,p'- DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)
23. Nitrito	47. Ferro total	75. Metoxicloro
24. Amônia não ionizável	48. Fluoreto	76. Permetrina
	49. H <sub>2</sub> S não dissociado	
	50. Magnésio dissolvido	
	51. Manganês dissolvido	
	52. Manganês total	

Fonte: CODEVASF/IGAM, 2007

A rede de monitoramento do projeto de Aperfeiçoamento abrange 33 poços tubulares e 11 cisternas, para os quais foram disponibilizados resultados de monitoramento de 3 campanhas, setembro/outubro de 2007, abril e agosto/setembro de 2008. Cabe mencionar que o poço VER-148 e as cisternas CIS-J-01 e CIS-J-03 não foram amostrados em agosto/setembro de 2008. Já no poço VZB-01 foram realizadas duas campanhas de monitoramento em setembro de 2008 e no poço LEILA, inserido posteriormente no trabalho, foi realizada amostragem somente em setembro de 2008 e nessa campanha não foram realizados ensaios de agrotóxicos. Os parâmetros analisados estão indicados no Quadro a seguir.

**Quadro 6.26 – Parâmetros analisados nas águas subterrâneas: Projeto de Aperfeiçoamento – IGAM**

Parâmetros analisados		
1. Condutividade Elétrica <i>in loco</i>	21. Cromo total	44. Sulfato
2. EH	22. DBO	45. Sulfeto
3. pH <i>in loco</i>	23. DQO	46. Turbidez
4. pH laboratório	24. Fenóis	47. Zinco total
5. Sólidos dissolvidos totais	25. Ferro dissolvido	48. 2,4,6 Triclorofenol
6. Temperatura da água	26. Ferro total	49. Molinato
7. Alcalinidade de bicarbonato	27. Fluoreto	50. Trifluralina
8. Alumínio dissolvido	28. Fosfato total	51. Simazina
9. Alumínio total	29. Magnésio dissolvido	52. Atrazina
10. Arsênio total	30. Magnésio total	53. Pentaclorofenol
11. Bário total	31. Manganês dissolvido	54. Hexaclorobenzeno
12. Cádmio total	32. Manganês total	55. Lindano
13. Cálcio dissolvido	33. Mercúrio total	56. Heptacloro epóxido + Heptacloro
14. Cálcio total	34. Níquel total	57. Aldrin + Dieldrin
15. Chumbo total	35. Nitrato	58. Clordano (cis + trans)
16. Cloreto	36. Nitrito	59. Endossulfan (I + II + sulfato)
17. Cobre total	37. Nitrogênio amoniacal	60. Endrin
18. Coliformes termotolerantes	38. Nitrogênio orgânico	61. DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)
19. Coliformes totais	39. Potássio dissolvido	62. Metoxicloro
20. Cor verdadeira	40. Potássio total	63 Permetrina
	41. Silício dissolvido	
	42. Sódio dissolvido	
	43. Sódio total	

Ressalte-se que apesar de os poços PJ1, PJ2, PJ4, CIS J-01, CIS J-02, CIS J-03,

PJ-NH2, IJ165, IJ60 e N11, localizados no município de Jaíba, não estarem inseridos na área de estudo, eles foram considerados neste diagnóstico devido ao fluxo das águas subterrâneas direcionar-se para a bacia hidrográfica do rio Verde Grande.

Os resultados analíticos obtidos foram comparados aos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA N° 396/2008, de acordo com os usos das águas, e calculadas as percentagens de não atendimento. No caso de poços com múltiplos usos foi adotado o limite mais conservativo e, naqueles sem informação sobre seu emprego e de uso industrial, foi considerada a utilização para consumo humano, mais restritivo para a maioria dos parâmetros. Para as águas do poço 19, usadas para lavagem de veículos, foram assumidos os limites menos restritivos.

De forma a complementar o diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas, para os parâmetros pH, turbidez, amônia (como NH<sub>3</sub>), dureza total e coliformes totais os resultados analíticos foram avaliados de acordo com os padrões de qualidade estabelecidos na Portaria N° 518/2004, do Ministério da Saúde. Porém, cabe mencionar que este diagnóstico não tem como objetivo caracterizar a qualidade das águas em relação aos padrões de potabilidade, e sim determinar a qualidade das águas subterrâneas.

Os resultados da avaliação qualitativa das águas subterrâneas na bacia do rio Verde Grande foram consolidados em mapas, um para cada rede de monitoramento, onde estão indicadas por ponto de coleta as variáveis com resultados não conformes em relação à Resolução CONAMA N° 396/2008.

### ***Resultados e Discussão***

Conforme relatório do Programa de Monitoramento de Águas Subterrâneas do convênio CODEVASF/IGAM, publicado em maio de 2007, a rede piloto de monitoramento das águas subterrâneas inserida nas bacias dos rios Verde Grande, Jequitaí e Riachão abrange, sobretudo, os sistemas aquíferos cárstico e fissurado-cárstico, que ocupam a sua parte central. Ademais, recobrimo parcialmente esses domínios inserem-se os aquíferos granular, especialmente presentes na porção oeste e, com ocorrência restrita, o sistema aquífero fissurado limitando-se às porções leste e sul. Cabe salientar que para a maioria dos poços selecionados não se dispõe de informações geológicas e/ou construtivas ou quando essas existem são incompletas.

Os pontos de monitoramento da Rede Piloto distribuem-se na área de abrangência da bacia do rio Verde Grande, incluindo 23 poços de monitoramento inseridos nos quatro sistemas aquíferos citados e distribuídos de forma relativamente homogênea na sua área de drenagem. A base de dados perfaz 4 campanhas de amostragem realizadas com frequência trimestral entre abril de 2005 a março de 2006.

Quanto à rede do Projeto de Aperfeiçoamento, esta compreende a porção noroeste da bacia do rio Verde Grande, totalizando 44 estações de

monitoramento, que também se distribuem nos quatro sistemas aquíferos citados. Sua operação iniciou-se setembro de 2007, com frequência semestral, sendo que os resultados avaliados referem-se a 3 campanhas.

➤ **Rede Piloto – CODEVAFS/IGAM**

Os percentuais de não atendimento aos valores máximos estabelecidos na Resolução CONAMA N° 396/2008 relativos aos pontos de coleta da rede piloto do convênio CODEVASF/IGAM estão apresentados no Quadro a seguir.

**Quadro 6.27 – Percentual de resultados não conformes com os padrões legais\* de qualidade de águas subterrâneas no período de abr/05 a mar/06 Convênio CODEVASF/IGAM**

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	3	8	14	NR4-9	15	NR4-3	NR4-4	NR4-5	18	19	20
Alumínio Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Arsênio Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Cádmio Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Chumbo Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Cobre Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Cromo Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Ferro Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Manganês Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Mercurio Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Níquel Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Vanádio Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Zinco Total	0%	-	-	-	-	-	-	0%	-	-	-
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloreto	0%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%
Fluoreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fenóis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Coliformes Termotolerantes	50%	33%	0%	50%	75%	0%	0%	25%	25%	0%	25%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexaclorobenzeno	**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

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

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	3	8	14	NR4-9	15	NR4-3	NR4-4	NR4-5	18	19	20
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heptacloro epóxido +Heptacloro	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Aldrin + Dieldrin	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Clordano (cis + trans)	**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endossulfan (I + II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endrin	**	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

continua....

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

Continuação Quadro 6.19.

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas											
	25	27	NR4-2	NR4-1	30	NR4-8	35	NR4-10	37	NR4-7	NR4-11	NR4-6
Alumínio Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	33%	-	33%	-
Arsênio Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Cádmio Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Chumbo Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Cobre Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Cromo Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Ferro Total	-	0%	-	0%	-	100%	-	-	33%	-	33%	-
Manganês Total	-	0%	-	100%	-	100%	-	-	0%	-	0%	-
Mercúrio Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Níquel Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Vanádio Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	-
Zinco Total	-	0%	-	0%	-	0%	-	-	0%	-	0%	0%
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	0%	0%
Fluoreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fenóis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes Termotolerantes	25%	0%	0%	67%	0%	0%	0%	50%	50%	0%	50%	100%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexaclorobenzeno	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas											
	25	27	NR4-2	NR4-1	30	NR4-8	35	NR4-10	37	NR4-7	NR4-11	NR4-6
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heptacloro epóxido + Heptacloro	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Aldrin + Dieldrin	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Clordano (cis + trans)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endossulfan (I +II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endrin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: IGAM, 2008 (\*) Resolução CONAMA N° 396/2008

(\*\*) Limite de quantificação do método superior ao limite legal

Observou-se que os padrões legais foram superados para os resultados dos seguintes parâmetros: alumínio total, ferro total, manganês total, nitrato, sulfato, cloreto, sólidos dissolvidos totais e coliformes termotolerantes. Apenas em 5 dos 23 poços monitorados não foram detectadas violações à legislação, indicando qualidade satisfatória das águas subterrâneas, quais sejam: poços 14 (município de Francisco Sá) e 19 (Janaúba) ao sul da bacia, poço NR4-7 (Serranópolis de Minas), na porção central e poços NR4-2 e 27 na parte norte da bacia, ambos localizados no município de Matias Cardoso.

Análises de metais em suas formas totais foram realizadas nos poços 3, 27, NR4-1, NR4-5 e NR4-8 para a campanha de julho de 2005, e nos poços 37 e NR4-11 nas campanhas de abril e novembro de 2005 e março de 2006. As formas dissolvidas dos metais foram analisadas nas quatro campanhas.

Os metais alumínio total e ferro total foram detectados em teores acima dos respectivos valores máximos nos poços 37 (São José da Ponte) e NR4-11 (Varzelândia), em abril de 2005. No poço NR4-8, localizado no município de Montes Claros, 100% dos resultados de ferro total e manganês total superaram os limites legais. Também no poço NR4-1, instalado no município de Monte Azul, o teor de manganês total ultrapassou o limite máximo permitido para abastecimento público na única amostra analisada.

Porém, as concentrações máximas de alumínio e ferro em suas formas dissolvidas, registradas ao longo das quatro campanhas, de 0,19 mg/L no poço 37 e 0,14 mg/L no poço NR4-8 foram significativamente menores que a fração total indicando que há pouca disponibilização desses metais para a fase aquosa. A forma dissolvida do manganês no poço NR4-1 atingiu a concentração máxima de 0,016 mg/L, enquanto no poço NR4-8 os teores alcançaram 0,396 mg/L e 0,263

mg/L, respectivamente, em abril de 2005 e março de 2006, superando nesse último poço o limite legal, de 0,1 mg/L.

Cabe salientar que a presença de alumínio, ferro e manganês nos níveis detectados vincula-se principalmente a efeitos organolépticos, ou seja, relacionados à alteração de cor, sabor e odor nas águas. A presença desses metais pode estar associada à sua ocorrência natural nos solos ou a problemas construtivos dos poços de monitoramento.

As concentrações de bário dissolvido no poço 35 (Pai Pedro), destinado ao abastecimento público, superaram o limite estabelecido para a forma total, apontando não atendimento à legislação para bário total. Para os demais metais analisados não foram observados teores em desconformidade com os padrões legais.

As concentrações de sólidos dissolvidos totais e cloreto estiveram acima do valor máximo legal nos poços 8 (Espinosa), 20 (Janaúba) e 35 (Pai Pedro), instalados na porção leste da bacia. Para a variável sulfato, apenas no poço 25 (Juramento) foi registrada ocorrência de 275,8 mg/L em março de 2006, acima do limite permitido (250 mg/L). Não foram detectados teores não conformes de sódio e fenóis.

A presença de coliformes termotolerantes foi verificada em 57% dos poços monitorados, apontando condições microbiológicas inadequadas nas águas subterrâneas. As contagens máximas atingiram 500 NMP/100 mL no poço 15, localizado no município de Gameleiras, e 170 NMP/100 mL no poço NR4-1, localizado no município de Monte Azul, ambos destinados ao abastecimento público. Embora as demais violações desse parâmetro não tenham ultrapassado 36 NMP/100 mL, o quadro delineado é preocupante, uma vez que a água da maioria dos poços caracterizados é utilizada para abastecimento público e os coliformes termotolerantes devem estar ausentes dessas águas, de acordo com a Resolução CONAMA N° 396/2008 e também de acordo com o padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano da Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde, após tratamento, de forma a proteger a saúde humana.

Outro ponto que merece atenção especial refere-se ao resultado de 11,88 mg/L N de nitrato no poço NR4-10 (Patis), acima do limite máximo permitido (10 mg/L N), caracterizando alteração da qualidade da água subterrânea por atividades antrópicas. Ademais, foram observadas concentrações acima de 5,0 mg/L N de nitrato, considerada como indício de alteração da qualidade, no citado poço, além dos pontos 27 (Matias Cardoso), 35 (Pai Pedro), NR4-9 (Francisco Sá) e no município de Jaíba (NR4-3, NR4-4 e NR4-5).

Em relação aos agrotóxicos, todos os resultados estiveram abaixo do limite de quantificação do método analítico utilizado. Cabe mencionar, contudo, que para os parâmetros Aldrin+Dieldrin e Heptacloro epóxido+Heptacloro o limite de quantificação (0,1 µg/L) foi superior ao padrão legal (0,03 µg/L), prejudicando a verificação do atendimento à legislação. Similarmente, na campanha de março de

2006 no poço 3 (Capitão Enéas), os limites de quantificação dos compostos clordano e endrin foram iguais a 1,1 µg/L, portanto, superiores aos limites legais, de 0,2 µg/L e 0,6 µg/L, respectivamente.

Com relação aos teores de fluoreto nas águas subterrâneas, não ocorreu desconformidade em relação à Resolução CONAMA N° 396/2008. Registra-se, contudo, que os resultados do poço 35 (Pai Pedro) variaram na faixa de 0,99 mg/L a 1,43 mg/L, com todos os resultados superando o valor máximo recomendado de 0,8 mg/L F para a fluoretação no Brasil, conforme Portaria 635/BSB de 26/12/1975. No município de Matias Cardoso (poço 27) foi detectado um resultado de fluoreto igual a 0,94 mg/L. De acordo com UFMG/CNEN/CDTN/IGAM (2009) a ocorrência natural de elevadas concentrações de fluoreto nas águas subterrâneas na região do semi-árido do norte as tornam impróprias ao consumo humano em alguns locais, condição típica dos poços avaliados nos municípios de Pai Pedro (35) e Matias Cardoso (27).

Complementando a avaliação da qualidade das águas subterrâneas da rede piloto os resultados dos parâmetros pH, turbidez, dureza total e amônia (como NH<sub>3</sub>) foram confrontados com os padrões estabelecidos na Portaria N° 518/2004.

Em relação ao pH, as medidas variaram no intervalo de 6,1 a 8,6, atendendo a legislação, com exceção de uma amostra analisada em julho de 2005 no poço 8 (Espinosa) com valor de 5,4. Os resultados de turbidez ultrapassaram o padrão de aceitação para consumo humano, de 5 UNT, em 16,5% das amostras, com valor máximo de 15,1 UNT no poço NR4-8 (Montes Claros) e ultrapassagens em todas as medidas do poço 14 (Francisco Sá). Esses registros podem estar associados a problemas construtivos dos poços.

A dureza total mostrou-se superior ao padrão de aceitação para consumo humano, de 500mg/L, em 18,6% das amostras. Conforme IGAM (2007), em 67 do total de 86 amostras analisadas as águas subterrâneas mostraram-se muito duras, com base na classificação proposta por Custodio & Lhamas em 1983. Não foram detectadas violações para os parâmetros amônia (como NH<sub>3</sub>).

Quanto ao potencial para irrigação das águas subterrâneas dos cinco poços tubulares destinados a este fim na bacia do rio Verde Grande, instalados nos municípios de Janaúba (poço 20), Montes Claros (poço 30) e Jaíba (poços NR4-3, NR4-4 e NR4-5), de acordo com IGAM (2007) essas foram classificadas como C3-S1 (salinidade alta e baixo risco de sódio), a partir da razão de adsorção de sódio (RAS) e da condutividade elétrica. As águas dessa categoria podem ser usadas apenas em solos bem drenados e em vegetais com alta tolerância salina.

#### ➤ Rede de Aperfeiçoamento - IGAM

Os percentuais de não atendimento aos padrões de qualidade estabelecidos na Resolução CONAMA N° 396/2008 relativos aos pontos de coleta da rede do projeto de Aperfeiçoamento está apresentado no Quadro a seguir

**Quadro 6.28 – Percentual de resultados não conformes com os padrões legais\* de qualidade de águas subterrâneas no período de set/07 a set/08 – Projeto de Aperfeiçoamento**

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	IVD30	IVD49	VD12	VD17	IVD14	IVZ16	IVD34	IVZ20	IJ24	IJ140	N13
Alumínio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%
Arsênio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cádmio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cromo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chumbo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cobre Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ferro Total	0%	0%	67%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	33%	0%
Manganês Total	0%	100%	0%	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Mercúrio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Níquel Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Zinco Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fluoreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fenóis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes Termotolerantes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	67%	0%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

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

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	IVD30	IVD49	VD12	VD17	IVD14	IVZ16	IVD34	IVZ20	IJ24	IJ140	N13
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexaclorobenzeno	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heptacloro epóxido + heptacloro	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Aldrin + Dieldrin	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Clordano (cis + trans)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endossulfan (I + II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endrin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

continua....

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

Continuação Quadro 6.20

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	IVZ5 e 6	IVZ4	IVZ14	IVD44	IVZ13	IJ19	N2	N11	IJ165	CIS-02	CIS-03
Alumínio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%	100%	0%
Arsênio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cádmio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chumbo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	33%	33%	0%	33%
Cromo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cobre Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ferro Total	0%	0%	33%	0%	67%	0%	33%	100%	0%	33%	0%
Manganês Total	100%	0%	0%	0%	33%	33%	0%	100%	0%	0%	0%
Mercurio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Níquel Total	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Zinco Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fluoreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	0%	0%	0%
Fenóis	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes Termotolerantes	0%	33%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	100%	100%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

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

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	IVZ5 e 6	IVZ4	IVZ14	IVD44	IVZ13	IJ19	N2	N11	IJ165	CIS-02	CIS-03
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexaclorobenzeno	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heptacloro epóxido + heptacloro	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Aldrin + Dieldrin	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Clordano (cis + trans)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endossulfan (I + II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endrin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

continua....

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

Continuação Quadro 6.20

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	CIS-01	IJN5	CIS-04	CIS-05	CIS-06	CIS-07	VAR-027	VER-148	PJ1	PJ2	PJ4
Alumínio Total	67%	0%	0%	33%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%
Arsênio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cádmio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chumbo Total	33%	0%	0%	33%	33%	33%	0%	50%	33%	33%	33%
Cromo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cobre Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ferro Total	33%	0%	0%	33%	0%	33%	33%	0%	0%	0%	0%
Manganês Total	33%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%
Mercurio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Níquel Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Zinco Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cloreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fluoreto	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	100%	100%
Fenóis	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Coliformes Termotolerantes	100%	0%	0%	0%	67%	67%	0%	0%	67%	0%	0%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	CIS-01	IJN5	CIS-04	CIS-05	CIS-06	CIS-07	VAR-027	VER-148	PJ1	PJ2	PJ4
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Hexaclorobenzeno	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Heptacloro epóxido + heptacloro	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Aldrin + Dieldrin	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>
Clordano (cis + trans)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endossulfan (I + II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Endrin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

continua....

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

Continuação Quadro 6.20

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	CIS J-01	CIS J-02	CIS J-03	PJ-NH2	CIS-08	VZB-01	JAA-01	IJ60	VDS-01	VDQ-02	LEILA-01 (novo)
Alumínio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	33%	0%	0%
Arsênio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Bário Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cádmio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Cromo Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Chumbo Total	50%	33%	50%	0%	33%	25%	33%	33%	33%	0%	0%
Cobre Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ferro Total	50%	67%	50%	67%	0%	25%	100%	67%	0%	33%	100%
Manganês Total	50%	67%	0%	0%	0%	25%	0%	0%	0%	33%	100%
Mercúrio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Níquel Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Zinco Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sódio Total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrato	50%	0%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Nitrito	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sulfato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	67%	0%
Cloreto	0%	67%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%
Fluoreto	0%	0%	0%	100%	0%	0%	33%	0%	0%	0%	0%
Fenóis	100%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	50%	0%	0%	0%
Sólidos Dissolvidos Totais	0%	33%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	100%	0%
Coliformes Termotolerantes	100%	67%	50%	67%	100%	0%	0%	50%	50%	50%	0%
2,4,6 Triclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Molinato	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Trifluralina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Simazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Atrazina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-

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

Parâmetro	Estações de monitoramento de águas subterrâneas										
	CIS J-01	CIS J-02	CIS J-03	PJ-NH2	CIS-08	VZB-01	JAA-01	IJ60	VDS-01	VDQ-02	LEILA-01 (novo)
Pentaclorofenol	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Hexaclorobenzeno	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Lindano	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Heptacloro epóxido + heptacloro	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	-
Aldrin + Dieldrin	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	0% <sup>(1)</sup>	-
Clordano (cis + trans)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Endossulfan (I + II + sulfato)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Endrin	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
DDT (p,p'-DDT + p,p'-DDE + p,p'-DDD)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Metoxicloro	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-
Permetrina	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	-

Fonte: IGAM, 2008 (\*)Resolução CONAMA N° 396/2008  
(1) Para campanhas de abril e agosto de 2008

Os resultados analíticos dos poços IVD30, IVD14, IVZ16 e IJN5, localizados no município de Verdelândia, IJ24 e N13, no município de Jaíba, e da cisterna CIS-04 em Varzelândia, não apresentaram quaisquer não conformidades em relação aos limites estabelecidos Resolução CONAMA N° 396/2008, indicando boa qualidade das águas subterrâneas explotadas nesses locais.

Os metais ferro total e chumbo total mostraram valores mais frequentemente não conformes em relação aos padrões legais comparativamente às demais variáveis, com violações em pelo menos 20 estações dentre as 44 amostradas. Também foram detectadas violações para, manganês total, alumínio total, níquel total, fluoreto, fenóis, nitrato, cloreto, sólidos dissolvidos totais, sulfato e coliformes termotolerantes.

As ocorrências de ferro total e chumbo total acima dos respectivos padrões legais ocorreram de forma distribuída em pontos localizados nos três municípios avaliados, com teores máximos de 38,2 mg/L Fe (LEILA-01) e 0,034 mg/L Pb (VER-148), respectivamente. Similarmente, as alterações de qualidade de água subterrânea por manganês total e alumínio total mostraram-se difusas na região, sendo os valores mais expressivos iguais a 4,94 mg/L Mn (CIS J-01) e de 9,3 mg/L Al (N11), relativos a estações de monitoramento instaladas no município de

Jaíba. Acrescenta-se que no poço IVD44 (Verdelândia) houve um resultado de níquel total ligeiramente acima do limite legal.

Quanto à presença de íons, no poço Vdq-02 (Verdelândia) duas das três amostras analisadas apresentaram teores de sulfato superiores a 250 mg/L, limite legal estabelecido para o consumo humano, e em todas as três amostras foram detectados teores de sólidos dissolvidos totais em desconformidade com o padrão legal, sendo o valor máximo igual a 2.080 mg/L. Também na cisterna CIS J-02 (Jaíba) foi registrada violação de sólidos dissolvidos totais em setembro de 2008, e nesse mesmo ponto em maio e setembro de 2008 as concentrações de cloreto mostraram-se superiores a 250 mg/L, limite legal estabelecido na Resolução CONAMA N° 396/2008 para consumo humano. Salienta-se que de uma forma geral essas águas possuem elevada quantidade de íons dissolvidos, retratada pela faixa de valores de condutividade elétrica, entre 219,8 µS/cm (CIS J-03) e 2782,0 µS/cm (VDQ-02).

Concentrações de nitrato superiores a 10 mg/L, valor máximo permitido para consumo humano e recreação, foram detectadas na campanha de abril de 2008 no poço IVD44 (Verdelândia) e nas cisternas CIS-J-01 (Jaíba) e CIS-08 (Varzelândia), denotando alteração da qualidade da água nesses pontos. Além disso, houve indícios de alteração nos poços IVZ16 e IJ19, localizados nos municípios de Varzelândia e Jaíba, respectivamente, uma vez que foram detectados teores de nitrato superiores a 5,0 mg/L N. Esses poços merecem atenção especial ao longo do monitoramento. Resultados de fenóis acima do limite legal foram observados nas cisternas CIS-02 e CIS-07, em Verdelândia e nos pontos localizados em Jaíba (CIS-J-01 e IJ60).

Do ponto de vista sanitário, a presença de coliformes termotolerantes foi detectada em nove das onze cisternas amostradas, sendo os registros mais expressivos de 22.000 NMP/100mL na cisterna CIS-08 (Varzelândia) e 13.000 NMP/100mL nas cisternas CIS-02 (Verdelândia) e CIS-J-01 (Jaíba). Dentre os poços monitorados, nove apresentaram contagens de coliformes termotolerantes acima do limite legal, destacando-se o valor de 700 NMP/100mL no município de Varzelândia (IVZ4). Esse quadro aponta para existência de contaminação microbiológica das águas subterrâneas nos citados pontos além das estações IVD34, VDS-01, Vdq-02, CIS-01, CIS-03 e CIS-07, localizadas no município de Verdelândia, IJ140, N2, PJ1, CIS-J-02, CIS-J-03, PJ-NH2 e IJ60, localizadas no município de Jaíba e da cisterna CIS-06 no município de Varzelândia, ressaltando-se a gravidade da situação por serem essas águas majoritariamente destinadas ao consumo humano.

Em relação aos agrotóxicos, todos os resultados estiveram conformes em relação à legislação. No entanto, cabe mencionar que até a última campanha de 2007 o limite de quantificação do método analítico utilizado para os parâmetros Aldrin+Dieldrin e Heptacloro epóxido+Heptacloro era de 0,1 µg/L, superior ao padrão de qualidade de 0,03 µg/L, prejudicando a verificação de conformidade legal. A partir de 2008 o limite de quantificação passou para 0,01 µg/L.

O parâmetro fluoreto foi detectado em concentrações superiores àquelas

estabelecidas na Resolução CONAMA N° 396/2008 nos poços N11, PJ1, PJ2, PJ4, PJ-NH2 e JAA-01 localizados no município de Jaíba. Adicionalmente, cabe salientar que no poço JAA-01 e na cisterna CISJ-03, também instalados no município de Jaíba, além dos poços IVZ20 e VZB-01, localizados no município de Verdelândia, ocorreram teores acima de 0,8 mg/L, valor máximo recomendado para a fluoretação no Brasil, conforme Portaria 635/BSB de 26/12/1975. A alteração da qualidade da água subterrânea por fluoreto justifica a ocorrência de endemias de fluorose dentária na região, conforme mencionado no estudo “Processos geradores de concentração anômala de fluoreto na água subterrânea em região semi-árida: estudo de caso em aquífero cárstico-fissural do Grupo Bambuí nos municípios de Verdelândia, Varzelândia e Jaíba, em Minas Gerais” (UFMG/CNEN/CDTN/IGAM, 2008).

Nesse trabalho, com o objetivo de determinar fatores ambientais que contribuem para a ocorrência de elevadas concentrações de fluoreto nas águas subterrâneas no semi-árido do norte de Minas Gerais, foi realizado mapeamento geológico, estudo petrográfico das rochas e caracterização química do solo, água atmosférica, rochas e água subterrânea de aquíferos profundos e freáticos. Incluiu ainda a caracterização isotópica das águas subterrânea e superficial visando à elucidação das formas de recarga, dos fluxos subterrâneos e da influência do tempo de contato água-rocha sobre a química da água.

Em relação à caracterização hidroquímica das águas subterrâneas, foram avaliados os resultados laboratoriais da campanha de abril/maio de 2008 da rede de monitoramento do Projeto de Aperfeiçoamento do Estudo da Qualidade das Águas Subterrâneas nos Municípios de Jaíba, Varzelândia, e Verdelândia / Bacia do Rio São Francisco, complementados com dados de monitoramento de 25 poços adicionais.

Concluiu-se que uma origem importante do flúor na água subterrânea dos aquíferos cársticos-fissurais da Formação Lagoa do Jacaré é através da dissolução de fluorita encontrada nesta formação. Ademais, o longo tempo de contato entre a água e a rocha, em parte resultado da fraca precipitação local, seria responsável pela elevação das concentrações observadas em diversos pontos da área, sobretudo nas porções próximas às descargas aquíferas. Observou-se também que nos aquíferos granulares os estudos geoquímicos dos solos e sedimentos recentes mostraram uma concentração de flúor um pouco acima do background normal em dois tipos de solo (cambissolos e latossolos vermelho-amarelos) oriundos de calcários sob condições naturais.

Complementando a avaliação, os resultados analíticos dos parâmetros pH, turbidez, amônia (como NH<sub>3</sub>) e coliformes totais foram comparados com os limites legais estabelecidos na Portaria N° 518/2004. Os valores de pH variaram de 6,3 a 9,3, não ultrapassando o intervalo estabelecido na legislação (6,0 a 9,5). Em relação à turbidez, 10 % das amostras analisadas violaram o limite legal, com destaque para as medidas registradas no município de Jaíba, no poço N11 em todas as campanhas e no poço N2 em outubro de 2007, alcançando valores máximos de 477,0 UNT e 73,6 UNT, respectivamente.

Não foram registradas violações para amônia (como  $\text{NH}_3$ ). A presença de coliformes totais foi registrada em 58,8% das amostras, ocorrendo em nove das onze cisternas da rede de monitoramento, correlacionando-se com as contagens de coliformes termotolerantes. Destacou-se o valor de 90.000NMP/100mL registrado na CIS-03 (Verdelândia).

### **6.1.3. Estimativa Integrada das Disponibilidades Hídricas**

(Item em elaboração)

## 6.2. DIAGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

No presente item são identificados e quantificados, quando possível, os usos atuais da água na bacia do rio Verde Grande. Inicialmente, é importante destacar, que esse estudo relativo aos usos da água está inserido no contexto geral do trabalho, ou seja, na elaboração de um diagnóstico sobre os recursos hídricos da bacia do rio Verde Grande, que, por sua vez, integra um esforço de planejamento mais amplo, com vista à gestão integrada dos recursos hídricos.

Também é importante ressaltar que o objetivo da avaliação dos usos da água na Bacia consiste em fornecer as informações necessárias para a elaboração dos futuros balanços hídricos quantitativos (disponibilidades *versus* demandas) para as unidades de estudo definidas, bem como para subsidiar o processo de Enquadramento dos cursos d'água na bacia. Assim, o conhecimento sobre os usos da água na bacia apoiará as decisões futuras com que se refere, tanto aos aspectos quantitativos, como qualitativos, evidenciando a sua importância.

O presente estudo baseia-se na existência de dois grandes grupos de usos da água, relativamente às formas com que interagem com os mananciais hídricos. Os conceitos de usos consuntivos, parcialmente apresentados neste relatório, e de usos não-consuntivo, integralmente especificados no relatório de consolidação do diagnóstico.

Ao primeiro grupo pertencem aqueles usos que importam na retirada (derivação) de água do manancial, diminuindo, por conseqüência, a disponibilidade de água a jusante. Constitui-se, talvez, no principal grupo, merecendo tal destaque não apenas pelas implicações quantitativas, mas também pelas alterações qualitativas que podem provocar aos mananciais utilizados. Já os usos não-consuntivos, como o próprio nome denota, caracterizam-se pela ausência de retirada de água do manancial, embora demandem certas vazões ou quantidades disponíveis para que tenham condições plenas de ocorrência. Podem também englobar aqueles usos que retiram água dos mananciais, mas que as devolvem sem haver subtração significativa em termos quantitativos.

Na consolidação do diagnóstico dos recursos hídricos, principalmente na elaboração dos balanços hídricos quantitativos (disponibilidades *versus* demandas), será agregada uma ótica mais específica, adotando as unidades de estudo como elementos básicos de análise, para os demais usos consuntivos e os usos não-consuntivos que não serão abordados no presente relatório.

### 6.2.1. Caracterização dos Usos Consuntivos

Os usos consuntivos da água na bacia do rio Verde Grande, conforme a conceituação anteriormente apresentada, consistem naquelas utilizações dos recursos hídricos que importam na extração (retirada) hídrica dos mananciais. Nesse grupo de usos, quatro tipos predominam na bacia: abastecimento humano, dessedentação animal, irrigação e abastecimento industrial. A irrigação e o

abastecimento industrial não serão abordados no presente relatório, sendo caracterizados e apresentados na etapa final do Diagnóstico da bacia. Abastecimento humano e dessedentação animal, portanto, formam os objetos de análise para fins de determinação das suas necessidades hídricas em termos quantitativos. Os resultados dessa análise são apresentados a seguir.

No entanto, antes de apresentar os resultados do estudo, é necessário abordar dois importantes conceitos relacionados aos usos consuntivos: demanda e consumo (e suas diferenças).

Entende-se por demanda hídrica a quantidade de água necessária ou que é solicitada para a execução de uma determinada atividade; representa, assim, a quantidade de água que é extraída do manancial. Já o conceito de consumo hídrico é entendido como a parcela da demanda que é efetivamente utilizada (ou gasta) no desenvolvimento dessa atividade, seja por sua inclusão como matéria-prima no processo, seja por perdas como a evaporação e infiltração, ou mesmo a degradação da água demandada de tal forma que impeça a sua posterior utilização. A diferença quantitativa entre a demanda e o consumo é denominada de retorno, que consiste na parcela restante da demanda que volta ao manancial, através do sistema de drenagem e/ou sistemas de esgotamento sanitários, e em condições de ser utilizada a jusante.

A quantificação dos usos consuntivos, apresentada nesse estudo, utiliza o conceito de demanda, ou seja, os valores apresentados referem-se à parcela retirada do manancial, independentemente do percentual que é efetivamente utilizado. Na fase de consolidação do diagnóstico, ao se confeccionar os balanços hídricos quantitativos, serão consideradas as situações envolvendo as demandas e os consumos para cada unidade de estudo.

A metodologia geral adotada no estudo das demandas associadas aos usos consuntivos, considerou as seguintes diretrizes:

- Para a transformação dos dados básicos (populações e rebanhos) em quantidades de água demandadas (vazões) foram estabelecidos, previamente, parâmetros apropriados. As demandas unitárias foram extraídas do Atlas Nordeste e estão baseadas em estimativas de dotações determinadas para usos domésticos (urbanos e rurais) posto que tais dotações estão relacionadas com hábitos de vida, nível de vida, população existente no município, etc.
- Os dados básicos foram obtidos por município e reunidos para a Bacia, considerando as ponderações de áreas, para a determinação das demandas totais.
- Sobre as fontes de dados básicos consultadas (populações e rebanhos) é importante comentar que se buscou sempre os dados disponíveis, da Contagem da População e Pesquisa Pecuária Municipal, ambos do IBGE para o ano de 2007).

Por ser o uso prioritário da água – por força da Lei nº 10.350/94 – o abastecimento humano é o primeiro uso consuntivo abordado, seguido, pela mesma lógica, pela dessedentação animal.

As abordagens para cada um dos principais usuários de água na Bacia são feitas, no corpo do relatório, de maneira sucinta, apresentando-se os parâmetros adotados, as fontes de informações de dados básicos, a metodologia aplicada e os resultados finais.

A seguir, são apresentados os estudos de quantificação relativos aos dois usos consuntivos considerados, no presente relatório, na Bacia do Rio Verde Grande.

### **Abastecimento Humano - Urbano e Rural**

As duas principais fontes de dados para determinação das demandas hídricas de abastecimento humano na Bacia do Rio Verde Grande foram: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para busca de dados populacionais para o ano de 2007, e o Atlas Nordeste (Revisão, 2009) para levantamento de dados de demanda *per capita* por município refletidos num padrão de consumo *per capita* urbano em função do seu porte populacional urbano e da sua localização na Bacia.

O Quadro a seguir apresenta as demandas unitárias para população urbana e rural, dos municípios inseridos na Bacia do Verde Grande, obtidos do Atlas Nordeste.

**Quadro 6.29 – População e demandas unitárias dos municípios.**

Município	População			Demanda <sup>[3]</sup>	
	Total <sup>[1]</sup>	Urbana <sup>[2]</sup>	Rural <sup>[2]</sup>	Urbana	Rural
Iuiú - BA	11469	4998	6471	217	100
Jacaraci - BA	14346	3874	10472	200	100
Malhada - BA	16085	6256	9829	217	100
Mortugaba - BA	13905	5512	8393	217	100
Palmas de Monte Alto - BA	21107	6991	14116	217	100
Pindaí - BA	15306	3587	11719	217	100
Sebastião Laranjeiras - BA	10712	4199	6513	200	100
Urandi - BA	15822	4655	11167	200	100
Bocaiúva - MG	44657	33849	10808	242	100
Capitão Enéas - MG	14106	10722	3384	217	100
Catuti - MG	5303	2882	2421	200	100
Espinosa - MG	31322	16998	14324	217	100
Francisco Sá - MG	24838	13905	10933	217	100
Gameleiras - MG	5226	849	4377	200	100
Glaucilândia - MG	2932	808	2124	208*	100
Guaraciama - MG	4554	2452	2102	208*	100
Ibiracatu - MG	5898	2578	3320	200	100
Jaíba - MG	30386	14641	15745	217	100
Janaúba - MG	65387	57157	8230	225	100
Juramento - MG	3960	1901	2059	208*	100

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

Município	População			Demanda <sup>[3]</sup>	
	Total <sup>[1]</sup>	Urbana <sup>[2]</sup>	Rural <sup>[2]</sup>	Urbana	Rural
Mamonas - MG	6247	1817	4430	200	100
Matias Cardoso - MG	10270	4470	5800	200	100
Mato Verde - MG	12664	8980	3684	217	100
Mirabela - MG	12769	9640	3129	225	100
Monte Azul - MG	22437	10806	11631	217	100
Montes Claros - MG	352384	331990	20394	300	100
Nova Porteirinha - MG	7358	4164	3194	208	100
Pai Pedro - MG	5979	1632	4347	200	100
Patis - MG	5346	2106	3240	200	100
Porteirinha - MG	36864	17649	19215	217	100
Riacho dos Machados - MG	9392	3095	6297	200	100
São João da Ponte - MG	26091	7881	18210	217	100
Serranópolis de Minas - MG	4515	1752	2763	200	100
Varzelândia - MG	19137	8517	10620	217	100
Verdelândia - MG	8029	4124	3905	200	100

[1] IBGE - Contagem da População, 2007

[2] Estimativa através da proporção do censo demográfico 2000 (IBGE)

[3] Fonte - Atlas Nordeste (Revisão, 2009)

\* Municípios não abordados pelo Atlas. Demanda referente ao município Nova Porteirinha por apresentar semelhanças, quanto a área e porte populacional.

A partir das demandas unitárias em cada município e para os referentes usos, obteve-se a demanda total de abastecimento multiplicando-as pelo contingente populacional, por município, inserido na bacia. Os resultados de demanda para abastecimento urbano e para abastecimento rural, por unidade de estudo, são apresentados nos quadros a seguir.

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

**Quadro 6.30 – Demanda para abastecimento da população urbana nas unidades.**

Sub-Bacia	Município	Demanda Abastecimento					
		Pop. Urb. hab	Unit. Urbano L/dia.hab	Urb m³/dia	Urb L/s	Urb m³/dia	Urb L/s
AVG	Bocaiúva	0	242	0	0,00	100.670,28	1.165,17
	Francisco Sá	0	217	0	0,00		
	Glaucilândia*	808	208	168,064	1,95		
	Guaraciama*	2451	208	509,808	5,90		
	Juramento*	1901	208	395,408	4,58		
	Montes Claros*	331990	300	99597	1152,74		
MVG-TA	Capitão Enéas*	10721	217	2326,457	26,93	9.643,79	111,62
	Francisco Sá*	13905	217	3017,385	34,92		
	Ibiracatu	0	200	0	0,00		
	Janaúba	0	225	0	0,00		
	Mirabela*	9639	225	2168,775	25,10		
	Montes Claros	0	300	0	0,00		
	Patis*	2105	200	421	4,87		
	São João da Ponte*	7881	217	1710,177	19,79		
	Varzelândia	0	217	0	0,00		
	Verdelândia	0	200	0	0,00		
AG	Francisco Sá	0	217	0	0,00	14.345,21	166,03
	Janaúba*	57156	225	12860,1	148,84		
	Nova Porteirinha*	4164	208	866,112	10,02		
	Porteirinha	0	217	0	0,00		
	Riacho dos Machados*	3095	200	619	7,16		
MBG	Catuti*	2881	200	576,2	6,67	9.545,56	110,48
	Gameleiras*	848	200	169,6	1,96		
	Jaíba	0	217	0	0,00		
	Janaúba	0	225	0	0,00		
	Mato Verde*	8979	217	1948,443	22,55		
	Monte Azul*	10806	217	2344,902	27,14		
	Nova Porteirinha	0	208	0	0,00		
	Pai Pedro*	1632	200	326,4	3,78		
	Porteirinha*	17648	217	3829,616	44,32		
	Riacho dos Machados	0	200	0	0,00		
	Serranópolis de Minas*	1752	200	350,4	4,06		
	Verdelândia	0	200	0	0,00		
MVG-TB	Gameleiras	0	200	0	0,00	5.849,67	67,70
	Jaíba*	14641	217	3177,097	36,77		
	Janaúba	0	225	0	0,00		
	Matias Cardoso	0	200	0	0,00		
	Varzelândia*	8516	217	1847,972	21,39		
	Verdelândia*	4123	200	824,6	9,54		
AVP	Espinosa*	16997	217	3688,349	42,69	4.982,55	57,6
	Jacaraci	0	200	0	0,00		
	Mamonas*	1816	200	363,2	4,20		
	Monte Azul	0	217	0	0,00		
	Mortugaba	0	217	0	0,00		
	Pindaí	0	217	0	0,00		
	Sebastião Laranjeiras	0	200	0	0,00		
	Urundi*	4655	200	931	10,78		

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

Continuação Quadro 6.30

Sub-Bacia	Município	Demanda Abastecimento					
		Pop. Urb.	Unit. Urbano	Urb	Urb	Urb	Urb
		hab	L/dia.hab	m³/dia	L/s	m³/dia	L/s
BVP	Espinosa	0	217	0	0,00	839,80	9,72
	Gameleiras	0	200	0	0,00		
	Iuiú	0	217	0	0,00		
	Palmas de Monte Alto	0	217	0	0,00		
	Sebastião Laranjeiras*	4199	200	839,8	9,72		
BVG	Iuiú	0	217	0	0,00	-	-
	Malhada	0	217	0	0,00		
	Matias Cardoso	0	200	0	0,00		

Nota: as demandas foram consideradas constantes ao longo do ano.

**Quadro 6.31 – Demanda para abastecimento da população rural nas unidades.**

Sub-Bacia	Município	Demanda Abastecimento					
		Rural	Unit. Rural	Rural	Rural	Rural	Rural
		(hab)	L/dia.hab	m³/dia	L/s	m³/dia	L/s
AVG	Bocaiúva	648	100	64.8	0.75	1,661.90	19.23
	Francisco Sá	3309	100	330.9	3.83		
	Glaucilândia*	2123	100	212.3	2.46		
	Guaraciama*	538	100	53.8	0.62		
	Juramento*	2044	100	204.4	2.37		
	Montes Claros*	7957	100	795.7	9.21		
MVG-TA	Capitão Enéas*	3384	100	338.4	3.92	4,276.60	49.50
	Francisco Sá*	5312	100	531.2	6.15		
	Ibiracatu	298	100	29.8	0.34		
	Janaúba	3019	100	301.9	3.49		
	Mirabela*	2566	100	256.6	2.97		
	Montes Claros	5039	100	503.9	5.83		
	Patis*	3234	100	323.4	3.74		
	São João da Ponte*	18042	100	1804.2	20.88		
	Varzelândia	1642	100	164.2	1.90		
	Verdelândia	230	100	23	0.27		
AG	Francisco Sá	2299	100	229.9	2.66	1,305.90	15.11
	Janaúba*	2395	100	239.5	2.77		
	Nova Porteirinha*	2331	100	233.1	2.70		
	Porteirinha	3745	100	374.5	4.33		
	Riacho dos Machados*	2289	100	228.9	2.65		
MBG	Catuti*	2421	100	242.1	2.80	5,187.00	60.03
	Gameleiras*	3130	100	313	3.62		
	Jaíba	5401	100	540.1	6.25		
	Janaúba	2514	100	251.4	2.91		
	Mato Verde*	3677	100	367.7	4.26		
	Monte Azul*	9872	100	987.2	11.43		
	Nova Porteirinha	861	100	86.1	1.00		
	Pai Pedro*	4346	100	434.6	5.03		
	Porteirinha*	15466	100	1546.6	17.90		
	Riacho dos Machados	1031	100	103.1	1.19		
	Serranópolis de Minas*	2271	100	227.1	2.63		
	Verdelândia	880	100	88	1.02		
MVG-TB	Gameleiras	228	100	22.8	0.26	1,824.30	21.11

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

Sub-Bacia	Município	Demanda Abastecimento					
		Rural	Unit. Rural	Rural	Rural	Rural	Rural
		(hab)	L/dia.hab	m³/dia	L/s	m³/dia	L/s
	Jaíba*	6156	100	615.6	7.13		
	Janaúba	300	100	30	0.35		
	Matias Cardoso	844	100	84.4	0.98		
	Varzelândia*	7922	100	792.2	9.17		
	Verdelândia*	2793	100	279.3	3.23		
AVP	Espinosa*	7040	100	704	8.15	3,061.70	35.44
	Jacaraci	683	100	68.3	0.79		
	Mamonas*	4402	100	440.2	5.09		
	Monte Azul	1739	100	173.9	2.01		
	Mortugaba	636	100	63.6	0.74		
	Pindaí	4134	100	413.4	4.78		
	Sebastião Laranjeiras	843	100	84.3	0.98		
	Urandi*	11140	100	1114	12.89		
BVP	Espinosa	7263	100	726.3	8.41	1,600.90	18.53
	Gemeleiras	1016	100	101.6	1.18		
	Iuiú	2498	100	249.8	2.89		
	Palmas de Monte Alto	184	100	18.4	0.21		
	Sebastião Laranjeiras*	5048	100	504.8	5.84		
BVG	Iuiú	1700	100	170	1.97	719.00	8.32
	Malhada	1614	100	161.4	1.87		
	Matias Cardoso	3876	100	387.6	4.49		

Nota: as demandas foram consideradas constantes ao longo do ano.

### **Dessedentação Animal**

Os coeficientes de demanda adotados estão baseados na Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE (2007) que sugere os valores relacionados no Quadro 6.32, a seguir. Segundo o referido estudo, os valores utilizados correspondem ao consumo utilizado propriamente na dessedentação de animais, incluindo também toda a demanda associada à criação destes (como a higienização, no caso da criação de suínos). Importante ressaltar que, no caso da demanda para criação e dessedentação de animais, os valores de consumo e demanda se equivalem, na medida em que o coeficiente retorno é nulo (consideração baseada na bibliografia técnica).

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

**Quadro 6.32** – Demanda Hídrica Média Unitária para Dessedentação Animal, por Tipo de Rebanho nos municípios.

Municípios	Tipo de Rebanho							
	Bovino	Equino	Asinino/Muar	Suíno	Caprino	Ovino	Galos, frangas, frangos e pintos	Galinhas
Iuiú - BA	50757	2000	980	4030	1450	3800	16800	12500
Jacaraci - BA	16959	1648	533	8449	1582	3135	54705	46663
Malhada - BA	55242	1300	845	5000	1930	3910	20500	12000
Mortugaba - BA	17337	2316	863	7209	1312	1349	44393	47517
Palmas de Monte Alto - BA	69175	1600	860	4500	2910	7600	24300	17200
Pindaí - BA	18539	800	813	8100	1310	2900	25740	16520
Sebastião Laranjeiras - BA	32300	700	890	3800	2250	3700	15200	12000
Urandi - BA	17308	1900	819	6615	2893	3279	44910	57820
Bocaiúva - MG	72963	3540	480	7180	100	250	67200	9100
Capitão Enéas - MG	71522	2040	480	1330	170	120	7840	3950
Catuti - MG	8965	645	53	1175	1350	335	6550	6350
Espinosa - MG	31596	3350	450	7280	4650	1200	36120	23750
Francisco Sá - MG	156114	6320	1250	8120	700	250	34840	17170
Gameleiras - MG	31655	1735	229	1800	2955	880	9560	6850
Glaucilândia - MG	10918	520	100	1280	0	120	8780	3450
Guaraciama - MG	7418	700	140	2600	0	80	27300	3400
Ibiracatu - MG	7503	1010	555	3153	66	46	14825	11688
Jaíba - MG	104893	2650	1032	6550	2150	1660	38500	22250
Janaúba - MG	116171	3110	602	5300	4500	1650	23650	21500
Juramento - MG	26770	980	140	2560	0	150	8850	3400
Mamonas - MG	7487	1120	89	4385	450	350	16800	10400
Matias Cardoso - MG	51491	1650	335	2920	1500	950	17200	9850
Mato Verde - MG	12245	1030	96	2560	850	1380	14200	7700
Mirabela - MG	21724	1341	511	2544	32	66	17683	13808
Monte Azul - MG	30567	2220	198	6590	1550	1200	34250	21320
Montes Claros - MG	161066	6450	1260	14380	600	600	618450	1421800
Nova Porteirinha - MG	4711	360	145	4665	580	1600	14150	6830
Pai Pedro - MG	17266	1430	118	2730	1730	950	16230	8950
Patis - MG	21685	970	331	1356	68	22	6810	4574
Porteirinha - MG	53998	3390	470	10165	4500	2500	64200	31016
Riacho dos Machados - MG	12839	1950	139	3260	2120	1400	22450	10220
São João da Ponte - MG	113695	4650	1092	8191	256	3878	53934	53322
Serranópolis de Minas - MG	9505	755	90	1475	650	850	6620	4830
Varzelândia - MG	31692	2028	544	3753	438	222	22410	19351
Verdelândia - MG	57746	2280	385	3200	1800	1500	14730	11650

FONTE: IBGE - Pesquisa Pecuária Municipal

As populações de cada tipo de rebanho calculadas para o âmbito da Bacia do Rio Verde Grande (tomando por base a percentagem da área total do município interna à Bacia, determinando assim um fator de ponderação em relação ao rebanho total obtido da Pesquisa Pecuária Municipal 2007, do IBGE), bem como as demandas totais estimadas para cada sub-bacia constam no Quadro 6.33 e Quadro 6.34, respectivamente.

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

**Quadro 6.33 – População animal na Bacia do Rio Verde Grande, por Tipo de Rebanho.**

Bacia	Rebanhos								Rebanhos Agrupados		População Animal
	Bovino	Equino	Asinino/Muar	Suíno	Caprino	Ovino	Galos, frangos, frangos e pintos	Galinhas	BEDA	AVES	
	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	(cab)	
AVG	153885	6313	1171	12986	450	611	280452	568209	164828	848661	1013489
MVG - TA	390916	15056	3603	23379	2833	5037	266689	444992	416994	711681	1128675
AG	85284	3864	683	9821	3526	2695	45217	24616	93530	69833	163363
MBG	226187	12363	1732	29110	14530	9089	161227	95259	252283	256486	508769
MVG-TB	119346	4622	1163	8360	2988	2130	46173	34042	128245	80215	208460
AVP	57950	5638	1655	19965	6804	6194	102360	96910	72834	199270	272104
BVP	68910	3434	1359	8667	5384	5246	39120	27984	77996	67104	145100
BVG	56827	1840	618	3831	1700	2274	19277	11839	61038	31116	92154
Total	1159305	53130	11984	116119	38215	33276	960515	1303851	1267747	2264366	3532113

**Quadro 6.34 – Demanda Animal na Bacia do Rio Verde Grande, por Tipo de Rebanho.**

Sub-Bacia	Município	Demandas - Criação Animal					
		BEDA/mun	BEDA/mun	AVES/mun	AVES/mun	BEDA	AVES
		(cab)	L/s	(cab)	L/s	L/s	L/s
AVG	Bocaiúva	4726	2.74	4574	0.02	95.39	3.93
	Francisco Sá	50222	29.06	15743	0.07		
	Glaucilândia	11882	6.88	12230	0.06		
	Guaraciama	2286	1.32	7867	0.04		
	Juramento	28363	16.41	12165	0.06		
	Montes Claros	67349	38.98	796082	3.69		
MVG-TA	Capitão Enéas	74433	43.07	11790	0.05	241.32	3.29
	Francisco Sá	80624	46.66	25275	0.12		
	Ibiracatu	887	0.51	2387	0.01		
	Janaúba	44923	26.00	16565	0.08		
	Mirabela	19875	11.50	25830	0.12		
	Montes Claros	42653	24.68	504188	2.33		
	Patis	23301	13.48	11364	0.05		
	São João da Ponte	121183	70.13	106267	0.49		
	Varzelândia	5462	3.16	6457	0.03		
Verdelândia	3654	2.11	1558	0.01			
AG	Francisco Sá	34894	20.19	10939	0.05	54.13	0.32
	Janaúba	35640	20.63	13142	0.06		
	Nova Porteirinha	4977	2.88	15319	0.07		
	Porteirinha	12043	6.97	18557	0.09		
	Riacho dos Machados	5977	3.46	11876	0.05		
MBG	Catuti	10294	5.96	12900	0.06	146.00	1.19
	Gameleiras	24911	14.42	11735	0.05		
	Jaíba	38071	22.03	20841	0.10		
	Janaúba	37406	21.65	13793	0.06		

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

Sub-Bacia	Município	Demandas - Criação Animal					
		BEDA/mun	BEDA/mun	AVES/mun	AVES/mun	BEDA	AVES
		(cab)	L/s	(cab)	L/s	L/s	L/s
	Mato Verde	14429	8.35	21858	0.10		
	Monte Azul	29863	17.28	47169	0.22		
	Nova Porteirinha	1838	1.06	5659	0.03		
	Pai Pedro	20029	11.59	25178	0.12		
	Porteirinha	49741	28.79	76640	0.35		
	Riacho dos Machados	2692	1.56	5351	0.02		
	Serranópolis de Minas	9058	5.24	9414	0.04		
	Verdelândia	13951	8.07	5948	0.03		
MVG-TB	Gameleiras	1813	1.05	854	0.00	74.22	0.37
	Jaíba	43394	25.11	23755	0.11		
	Janaúba	4461	2.58	1645	0.01		
	Matias Cardoso	7959	4.61	3936	0.02		
	Varzelândia	26357	15.25	31154	0.14		
	Verdelândia	44260	25.61	18871	0.09		
AVP	Espinosa	18866	10.92	29428	0.14	42.15	0.92
	Jacaraci	1447	0.84	6618	0.03		
	Mamonas	9887	5.72	27028	0.13		
	Monte Azul	5258	3.04	8308	0.04		
	Mortugaba	1731	1.00	6969	0.03		
	Pindaí	8119	4.70	14907	0.07		
	Sebastião Laranjeiras	4665	2.70	3522	0.02		
	Urandi	22860	13.23	102490	0.47		
BVP	Espinosa	19463	11.26	30358	0.14	45.14	0.31
	Gameleiras	8089	4.68	3810	0.02		
	Iuiú	21540	12.47	11311	0.05		
	Palmas de Monte Alto	977	0.57	541	0.00		
	Sebastião Laranjeiras	27928	16.16	21084	0.10		
BVG	Iuiú	14663	8.49	7700	0.04	35.32	0.14
	Malhada	9822	5.68	5338	0.02		
	Matias Cardoso	36553	21.15	18078	0.08		

O Quadro 6.35 resume as informações de demandas para abastecimento e dessedentação animal por unidade de estudo. Já o Quadro 6.36 apresenta a participação de demanda urbana, rural e animal na Bacia.

**Quadro 6.35 – Resumo de Demandas por Sub-Bacia do Verde Grande.**

Sub-Bacia	Demandas			
	Urb	Rural	BEDA	AVES
	L/s	L/s	L/s	L/s
Alto Verde Grande	1,165.17	19.23	95.39	3.93
Médio Verde Grande - Trecho Alto	111.62	49.50	241.32	3.29
Alto Gorutuba	166.03	15.11	54.13	0.32
Médio e Baixo Gorutuba	110.48	60.03	146.00	1.19
Médio Verde Grande - Trecho Baixo	67.70	21.11	74.22	0.37
Alto Verde Pequeno	57.67	35.44	42.15	0.92
Baixo Verde Pequeno	9.72	18.53	45.14	0.31
Baixo Verde Grande	-	8.32	35.32	0.14
<b>TOTAL</b>	<b>1,698.73</b>	<b>227.28</b>	<b>733.65</b>	<b>10.48</b>

**Quadro 6.36 – Parcelas de Demandas Urbana, Rural e Animal, por Sub-Bacia, na Bacia do Rio Verde Grande.**

Sub-Bacia	Demandas			
	Urb	Rural	Animal	TOTAL
	L/s	L/s	L/s	L/s
Alto Verde Grande (AVG)	1.165,17	19,23	99,32	1.283,72
	91%	1%	8%	48%
Médio Verde Grande - Trecho Alto (MVG-TA)	111,62	49,50	244,61	405,73
	28%	12%	60%	15%
Alto Gorutuba (AG)	166,03	15,11	54,45	235,60
	70%	6%	23%	9%
Médio e Baixo Gorutuba (MBG)	110,48	60,03	147,18	317,70
	35%	19%	46%	12%
Médio Verde Grande - Trecho Baixo (MVG-TB)	67,70	21,11	74,59	163,41
	41%	13%	46%	6%
Alto Verde Pequeno (AVP)	57,67	35,44	43,07	136,18
	42%	26%	32%	5%
Baixo Verde Pequeno (BVP)	9,72	18,53	45,45	73,70
	13%	25%	62%	3%
Baixo Verde Grande (BVG)	-	8,32	35,47	43,79
	0%	19%	81%	2%
<b>TOTAL</b>	<b>1.688,39</b>	<b>227,28</b>	<b>744,13</b>	<b>2.659,81</b>

As unidades que mais demandam água, considerando abastecimento humano e

dessedentação animal, são a AVG (48%) seguida da MVG-TA e da MBG (15% e 12% respectivamente).

Observa-se que a 63% da demanda total para esses dois usos consuntivos, estudados na Bacia, correspondem à parcela destinada ao abastecimento da população urbana, 23% destinada à dessedentação animal e apenas 9% utilizada para abastecimento da população rural.

Do total reservado ao abastecimento humano urbano na Bacia, 69% concentram-se na unidade Alto Gorutuba (AVG) enquanto às demais unidades participam com menos de 10% cada uma. A unidade Baixo Verde Pequeno (BVP) é a menos expressiva com relação a este uso na bacia (1% do total).

Considerando o abastecimento rural na Bacia, as unidades que mais demandam recursos hídricos são a Médio Baixo Gorutuba (26%), Médio Verde Grande-Trecho Alto (22%) e Alto Verde Pequeno (16%). Por outro lado, Baixo Verde Grande é a unidade que apresenta a menor participação neste uso (4%).

Em relação à demanda hídrica destinada à dessedentação animal, observa-se maior participação das unidades MVG-TA e MBG (33% e 20%, respectivamente), e menores contribuições nas demais Sub-Bacias, variando entre 5% (Baixo Verde Grande) e 10% (Médio Verde Grande –Trecho Baixo).

### **6.2.2. Caracterização dos Usos Não-Consuntivos**

(Item em elaboração)

### **6.3. BALANÇO HÍDRICO**

(Item em elaboração)

### **6.4. SÍNTESE DA SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

(Item em elaboração)

## **7. COMENTÁRIOS FINAIS**

## 7. COMENTÁRIOS FINAIS

Este relatório se configura como importante contribuição na elaboração do Diagnóstico da bacia do rio Verde Grande, pois apresenta detalhadamente o andamento dos trabalhos referentes aos temas abordados no estudo. Os resultados obtidos até o momento são coerentes com o esperado. Mesmo assim, o tema que aborda a qualidade das águas, foi tratado com bastante aprofundamento, com informações que revelam diversas novidades sobre a situação da bacia.

A caracterização da bacia do rio Verde Grande parte da estruturação de um Sistema de Informações Geográficas, que deve ser alimentado com as informações e dados coletados, permitindo a realização de análises espaciais e integradas. Ao consolidar o diagnóstico dos recursos hídricos na Bacia, o SIG será um instrumento determinante, possibilitando a avaliação da situação de cada tema nas diversas unidades de estudo definidas (análise espacializada), bem como as suas interfaces e interrelações (análise integrada).

As oito (8) unidades de estudo, que consistem na divisão interna da bacia do rio Verde Grande, se destinam a permitir uma melhor compreensão da situação atual da bacia quanto aos seus recursos hídricos. A partir dessa segmentação, o estudo aborda três blocos temáticos: físico-biótico, socioeconômico e cultural e, a situação dos recursos hídricos, tratando sobre águas superficiais e subterrâneas.

Este documento trata-se, portanto de uma versão preliminar que apresenta o desenvolvimento dos trabalhos rumo à consolidação do Diagnóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Verde Grande, que corresponde ao Relatório Parcial 02, próximo produto técnico a ser entregue.