



**Monitoramento da Água Subterrânea  
Rede Bacia do Rio das Velhas - Período 2015/2016  
Resumo Executivo**

**Março de 2017**

Belo Horizonte

---

**SEMAD - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável**

---

**Secretário**

Jairo José Isaac

**Secretário Adjunto**

Germano Luiz Gomes Vieira

---

**IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

**Diretora geral**

Maria de Fátima Chagas Dias Coelho

**Diretor de Planejamento e Regulação**

Márley Caetano de Mendonça

**Gerente de Monitoramento de Qualidade das Águas**

Katiane Cristina de Brito Almeida, Bióloga

## **REALIZAÇÃO:**

---

**IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas**

---

### **Diretor de Planejamento e Regulação**

Márley Caetano de Mendonça

### **Gerência de Monitoramento de Qualidade das Águas**

Katiane Cristina de Brito Almeida

### **Equipe Técnica**

Ana Paula Dias Pena, graduanda em Engenharia Ambiental

Carolina Cristiane Pinto, Engenheira Química

Felipe Silva Marcondes, Estatístico

Flávio Henrique da Rocha Fonseca, graduando em Geologia

Mariana Elissa Vieira de Souza, Geógrafa

Maricene Menezes de Oliveira Mattos Paixao, Geóloga

Matheus Duarte Santos, Geógrafo

Regina Márcia Pimenta Assunção, Bióloga

Sérgio Pimenta Costa, Biólogo

Vanessa Kelly Saraiva, Química

**APOIO:**

---

**Coletas de Amostras e Análises**

---

**Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial SENAI**

**Centro de Inovação e Tecnologia SENAI – Campus CETEC**

**Instituto Senai de Tecnologia em Meio Ambiente**

Marcos Bartasson Tannús - Diretor

Cláudia Lauria Fróes Siúves - Bióloga, Responsável Laboratório

Cláudia Márcia Perrout Cerqueira - Bióloga, Responsável Laboratório

Hanna Duarte Almeida Ferraz - Bióloga, Responsável Laboratório

Marina Miranda Marques Viana - Química, Responsável Qualidade

Mônica de Cassia Souza Campos - Bióloga, Responsável Laboratório

Nathália Mara Pedrosa Chedid - Bióloga, Responsável Laboratório

Patrícia Neres dos Santos - Química, Responsável Coleta

Patrícia Pedrosa Marques Guimarães - Química, Coordenadora do Projeto

Samuel Rodrigues Castro – Químico, Responsável Laboratório

Zenilde Das Graças Guimarães Viola - Química, Responsável Laboratório

**Instituto Senai de Tecnologia em Química**

Olguita G. Ferreira Rocha, Química e Bioquímica Farmacêutica - Diretora

Renata Vilela Cecílio Dias - Química, Responsável Laboratório

Elisangela Dias Gomes - Eng. Química, Responsável Qualidade

## **SUMÁRIO**

1. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRANEAS .....	7
2. RESULTADOS OBTIDOS PARA A REDE DO RIO DAS VELHAS .....	9
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## Índice de Figuras

Figura 1: Redes de monitoramento operadas no período 2015/2016 .....	7
Figura 2: Parâmetros principais medidos nas águas subterrâneas monitoradas no Estado.....	8
Figura 3: Rede de monitoramento na Bacia do Rio das Velhas; Distribuição dos Pontos amostrado no ano hidrológico de 2016. ....	12
Figura 4: Classificação das fácies hidroquímicas para as águas subterrâneas de pontos amostrados na bacia do rio das Velhas.....	13
Figura 5: Percentual de violação aos padrões para diferentes usos.....	16
Figura 6: Pontos com violação de parâmetros da água para consumo humano - padrões organolépticos (que alteram sabor ou odor da água).....	17
Figura 7: Pontos com violação de parâmetros da água para consumo humano - padrões associados ao risco à saúde .....	17

## Índice de Quadros

Quadro 1: Principais características do monitoramento por região/aquífero monitorado: ano de início do monitoramento, número de poços que compõem cada rede, número de parâmetros analisados, total de resultados válidos, e frequência das amostragens. 8	
Quadro 2: Relação dos Pontos da Rede da Bacia do Rio das Velhas.....	9
Quadro 3: Distribuição dos pontos de monitoramento amostrados no período pelos diferentes Domínios Hidrogeológicos da Bacia.....	12
Quadro 4: Relação de pontos que apresentaram violações em relação aos padrões, para consumo humano, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396. ....	16

## Índice de Tabelas

Tabela 1: Concentrações (mg/L) mínimas, máximas e médias de cátions e ânions principais.....	13
Tabela 2: Distribuição das diferentes fácies hidroquímicas da água subterrânea da bacia do Rio das Velhas. ....	14
Tabela 3: Concentrações iônicas em mg/L médias, máximas e mínimas, expressas por tipo de aquífero.....	14

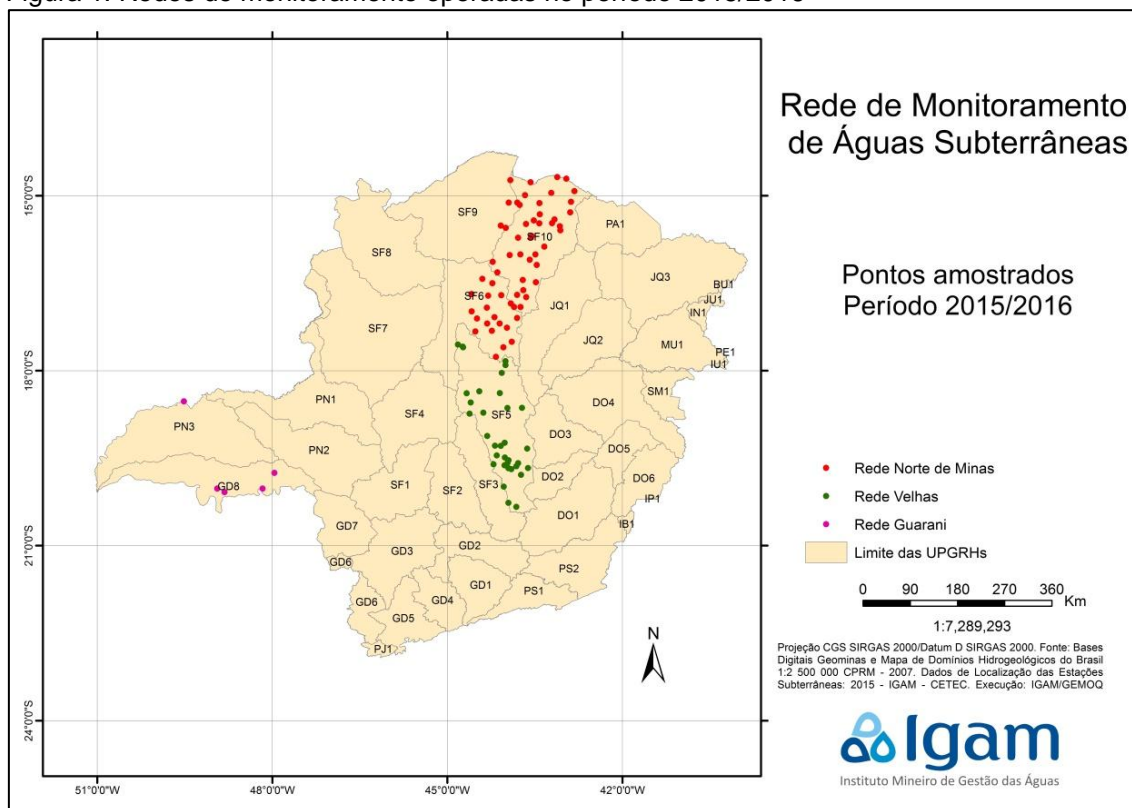


## 1. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O monitoramento da qualidade das águas subterrâneas vem sendo executado pelo IGAM desde 2005. Este se iniciou no âmbito das sub-bacias SF6 – rios Jequitaiá e Pacuí, SF9 – rio Pandeiros e SF10 – rio Verde Grande, inseridas na mesorregião do Norte de Minas Gerais (bacia do rio São Francisco), a qual está inserida no domínio hidrogeológico do aquífero Bambuí. Em 2015 deu início ao monitoramento da bacia do Rio das Velhas com a implantação de 40 pontos de monitoramento em diferentes aquíferos da bacia. O monitoramento realizado pelo IGAM compreende ainda 5 pontos localizados no Aquífero Guarani, em sua parte confinada que ocorre no Triângulo Mineiro. Com ensejo de ampliar o monitoramento no Estado, com o uso de poços de monitoramento dedicados, o IGAM vem, ao longo dos últimos anos, procurando estabelecer parcerias com outras instituições dentre as quais destacam-se a CPRM e COPASA.

No ano de 2016 a operação de monitoramento aconteceu efetivamente nas redes: Norte de Minas, Guarani e Bacia do rio das Velhas, como apresentado na Figura 1.

Figura 1: Redes de monitoramento operadas no período 2015/2016



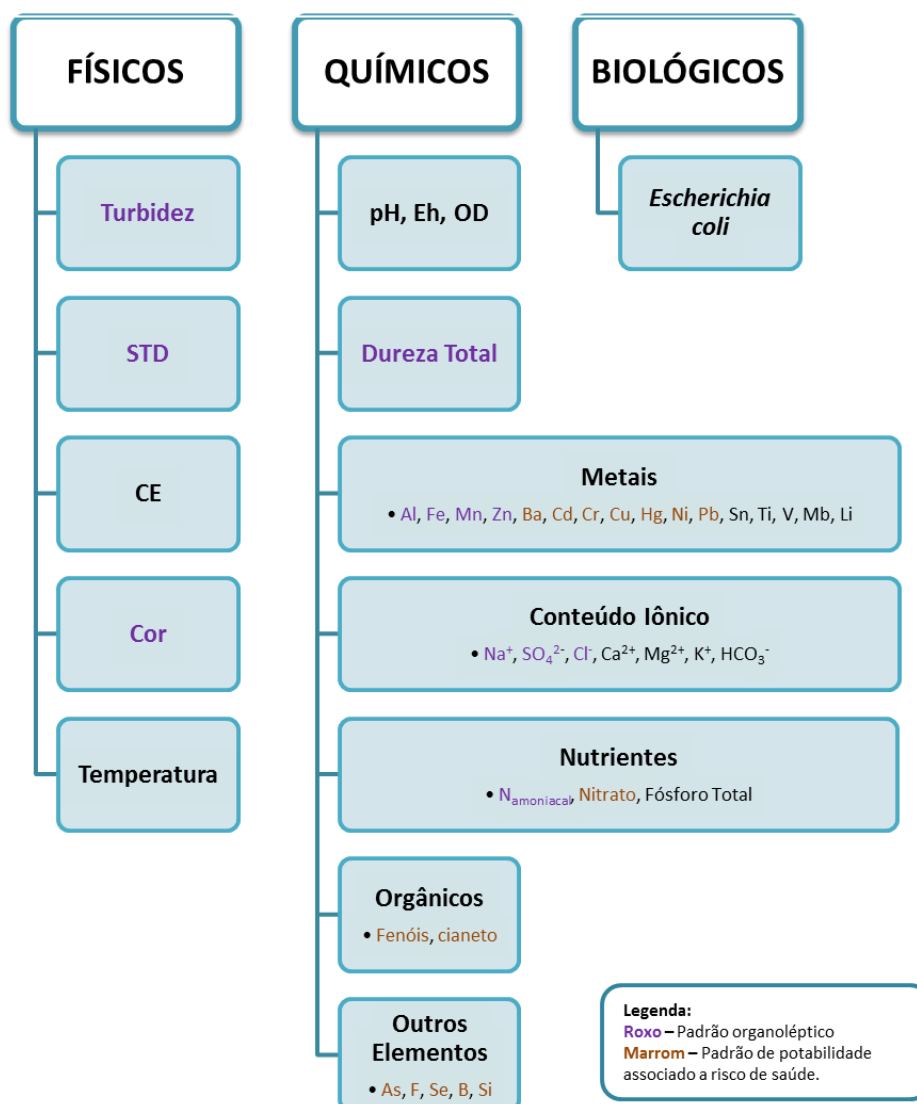
Um breve resumo com características do monitoramento realizado no período considerado, nas redes supracitadas, é apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Principais características do monitoramento por região/aquífero monitorado: ano de início do monitoramento, número de poços que compõem cada rede, número de parâmetros analisados, total de resultados válidos, e frequência das amostragens.

Características	SF6, SF9 e SF10	SF5	Guarani
Início do período do monitoramento	2005	2015	2009
Nº de pontos/Nº de pontos amostrados	61/55	40/36	5/4
Nº de parâmetros analisados	67	67	70
Nº de resultados	7370	4824	280
Periodicidade de coleta	Semestral	Semestral	Anual

Os principais parâmetros monitorados estão apresentados na Figura 1, além do nível estático da água subterrânea. Os pontos monitorados são, na sua grande maioria, poços tubulares de produção. São também monitorados poços rasos na rede do Norte de Minas e 5 nascentes na rede da bacia do rio das Velhas.

Figura 2: Parâmetros principais medidos nas águas subterrâneas monitoradas no Estado.





Neste relatório executivo que apresenta os resultados do monitoramento da qualidade das águas de Minas Gerais serão apresentados, para as águas subterrâneas, os primeiros resultados obtidos para a rede da Bacia do Rio das Velhas, considerando as primeiras amostragens ocorridas em período seco e chuvoso.

## 2. RESULTADOS OBTIDOS PARA A REDE DO RIO DAS VELHAS

A bacia do Rio das Velhas engloba total ou parcialmente 51 municípios sendo que 15 desses pertencem à região metropolitana de Belo Horizonte. A bacia situa-se na região central do estado tendo uma forma alongada na direção Norte-Sul e está compreendida entre os paralelos 17°15' S e 20°25' S e os meridianos 43°25' W e 44°50' W. O Rio das Velhas nasce na Serra do Jorge (Cachoeira das Andorinhas) no município de Ouro Preto e deságua no Rio São Francisco na localidade de Barra do Guaiçuí, no município de Várzea da Palma.

A rede de monitoramento planejada de qualidade das águas subterrâneas é composta por 40 pontos de amostragem, constituídos por poços tubulares (35 pontos) e nascentes (5 pontos). Os pontos de monitoramento foram selecionados a partir de bancos de dados existentes, tendo sido implantados com base em levantamentos de campo. Os principais bancos de dados utilizados foram: outorgas do SIAM - Sistema de Informações Ambientais do estado de Minas Gerais e cadastros de poços do SIAGAS – Sistema de Informações de Águas subterrâneas da CPRM – Companhia de Pesquisa Recursos Minerais/Serviço Geológico do Brasil. A definição da configuração dessa rede de monitoramento considerou a adequação de cada poço no que se refere às informações construtivas e às condições de amostragem. As coletas foram realizadas por laboratório contratado e ocorreram nos períodos de outubro de 2015 e abril de 2016. A rede está planejada com 40 pontos de amostragem, no entanto, neste primeiro ciclo não foi possível amostrar todos os pontos planejados para a rede. A distribuição dos pontos está representada na Figura 3. No período abrangido por esse relatório, foram realizadas duas campanhas com periodicidade semestrais, e foram realizadas 70 amostragens, sendo 36 na primeira campanha e 34 na segunda.

Quadro 2: Relação dos Pontos da Rede da Bacia do Rio das Velhas

Número	Código do poço	Município	Número de Amostragens Período 2015/2016
1	VPBGU	Várzea Da Palma	2
2	VPCEM	Várzea Da Palma	2
3	VPCRD	Várzea Da Palma	2
4	LSCBR	Lassance	2
5	LSCBA	Lassance	2
6	ALASB	Augusto de Lima	2
7	BUCGO	Buenópolis	2
8	COBMC	Corinto	2
9	COFBM	Corinto	2
10	GOUPA	Gouveia	2
11	DATOM	Datas	2

(\* nascentes)

Quadro 2:Relação dos Pontos da Rede da Bacia do Rio das Velhas Continuação

Número	Código do poço	Município	Número de Amostragens Período 2015/2016
12	MGCC02	Morro da Garça	1
13	MGNOA*	Morro da Garça	2
14	CUCC13	Curvelo	2
15	MONOA	Monjolo	2
16	CORSM	Cordisburgo	2
17	ARAPJ	Araçai	2
18	FUGSJT	Funilândia	2
19	JQCVQ	Jequitibá	2
20	SPPEX*	Santana do Pirapama	2
21	SRCM*	Santana do Riacho	2
22	PMFSR	Prudente de Moraes	2
23	MTBSP	Matozinhos	2
24	CBCSL	Capim Branco	2
25	PLFID	Pedro Leopoldo	2
26	PLMMC	Pedro Leopoldo	2
27	PLFEX	Pedro Leopoldo	1
28	LSQSU*	Lagoa Santa	2
29	LSPVD	Lagoa Santa	2
30	CFNGR	Confins	2
31	SJLRM*	São José da Lapa	2
32	VPCLV	Vespaziano	2
33	JABRA	Jabuticatubas	2
34	SABCP	Sabará	-
35	SABRC	Sabará	2
36	NLMEG	Nova Lima	-
37	ITAAS	Itabirito	2
38	ITASGB	Itabirito	2
39	BHMANG	Belo Horizonte	-
40	BHNAD	Belo Horizonte	-
TOTAL DE AMOSTRAGENS			<b>70</b>

(\* nascentes)

Os principais domínios hidrogeológicos da bacia estão representados principalmente por: Embasamento Fraturado Indiferenciado; Grupo Bambuí – Unidade Carbonática e Unidade Terrígena; Formação Gandarela e Depósitos Aluvionares.

No Domínio Fraturado Indiferenciado estão englobados litotipos relacionados a metassedimentos/metavulcânicas: reúnem xistos, filitos, metassiltitos, quartzitos, metavulcânicas diversas, bem como granitóides, gnaisses, granulitos, migmatitos,

básicas e ultrabásicas, que constituem o denominado tipicamente como aquífero fissural, no qual o armazenamento de água subterrânea está associado à presença de descontinuidades na rocha, o que resulta em uma porosidade secundária associada a falhas, fraturas e diáclases. A litologia é representada por rochas ígneas e metamórficas dos complexos granítico-gnáissicos do Bação e Belo Horizonte, por rochas da sequência meta sedimentar do Super Grupo Minas e do Supergrupo Espinhaço.

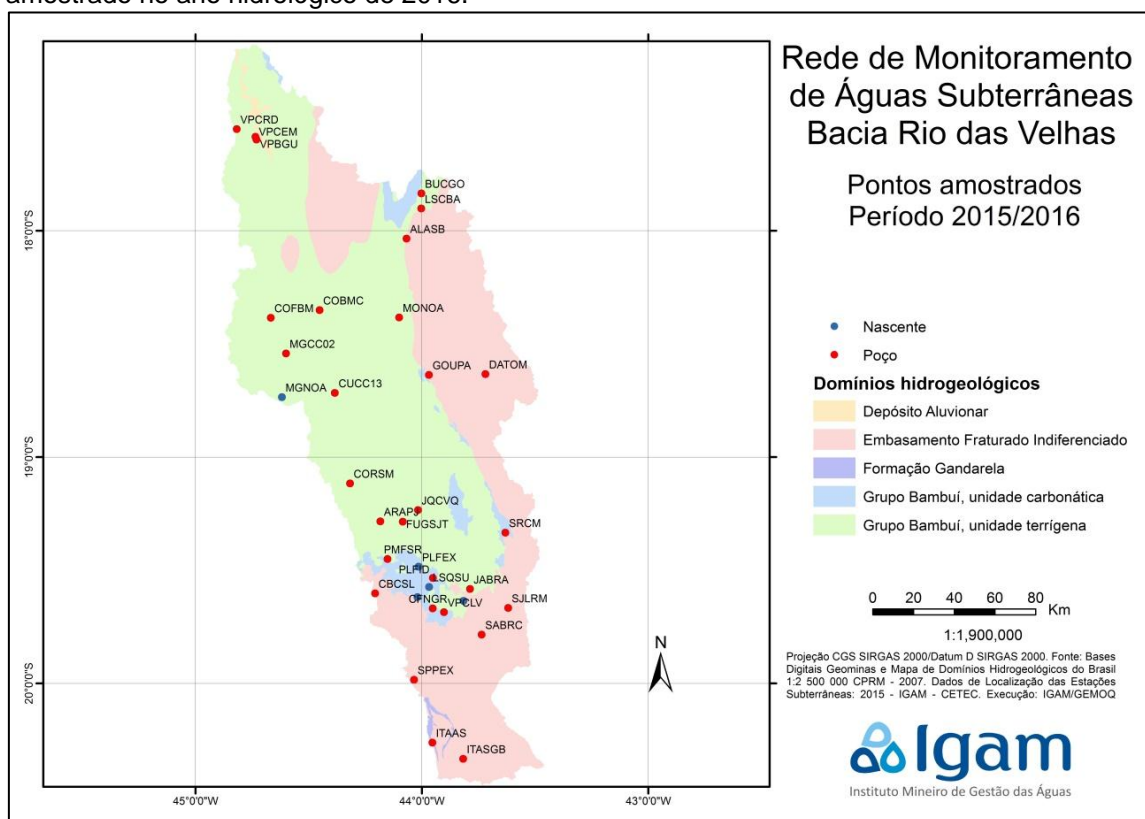
O Domínio hidrogeológico correspondente ao Grupo Bambuí-Unidade Carbonática engloba os Carbonatos/Metacarbonatos, e constituem um sistema aquífero desenvolvido em terrenos onde predominam rochas calcárias, calcárias magnesianas e dolomíticas, que tem como característica principal, a constante presença de formas de dissolução cárstica (dissolução química de rochas calcárias), formando cavernas, sumidouros, dolinas e outras feições erosivas típicas desses tipos de rochas. Fraturas e outras superfícies de descontinuidade, alargadas por processos de dissolução pela água propiciam ao sistema porosidade e permeabilidade secundária, que permitem acumulação de água em volumes consideráveis. Essas feições são localizadas, o que confere elevada heterogeneidade e anisotropia ao sistema aquífero. A água, no geral, é do tipo carbonatada, com dureza bastante elevada. Já na unidade terrígenas, que engloba as rochas sedimentares ou metassedimentares do Grupo Bambuí em que as feições cársticas não são francamente desenvolvidas. A água subterrânea fica armazenada em descontinuidades na rocha, como falhas, fraturas e diáclases, associadas a feições de dissolução.

O Domínio dos Depósitos Aluvionares engloba os aluviões Quaternários e as coberturas detríticas Terciário-Quaternárias. Os aluviões ocorrem, preferencialmente, na porção leste da bacia, ao longo das calhas de tributários e em manchas dispersas às margens do rio das Velhas. Em geral, esses depósitos aluviais estão conectados hidráulicamente aos leitos fluviais, mantendo, assim, uma relação de influência entre rio e o aquífero em diversos locais.

Considerando a análise do mapa de Domínio e Subdomínios Hidrogeológicos da CPRM (2015), das descrições dos perfis litológicos existentes, e das informações de campo foi feita a diferenciação dos pontos de monitoramento em relação ao tipo de aquífero, conforme apresentado no Quadro 3, ressalta-se que a conectividade entre sistemas aquíferos e a captação da água em sistemas mais profundos, a unidade aflorante pode não representar a unidade de subsuperfície da qual a água se origina.

As características hidroquímicas das águas subterrâneas estão relacionadas a fatores relativos aos próprios aquíferos, tais como: a composição mineralógica da rocha, as condições de circulação e armazenamento da água, como também, de fatores externos referentes ao clima, à composição da água da chuva às atividades antrópicas. As substâncias dissolvidas e/ou em suspensão fornecem à água suas propriedades físicas, químicas e organolépticas. Para a caracterização apresentada nesse relatório foram considerados os resultados das 2 campanhas de análises físico-químicas.

Figura 3: Rede de monitoramento na Bacia do Rio das Velhas; Distribuição dos Pontos amostrado no ano hidrológico de 2016.



Quadro 3: Distribuição dos pontos de monitoramento amostrados no período pelos diferentes Domínios Hidrogeológicos da Bacia.

Aquífero	Poços	Nascentes	Porcentagem %
Embasamento Fraturado Indiferenciado	9	-	29
Grupo Bambuí – Unidade Carbonática	4	4	12
Grupo Bambuí –Unidade Terrígena	16	1	51
Formação Gandarela	1	-	3
Depósitos Aluvionares	1	-	3

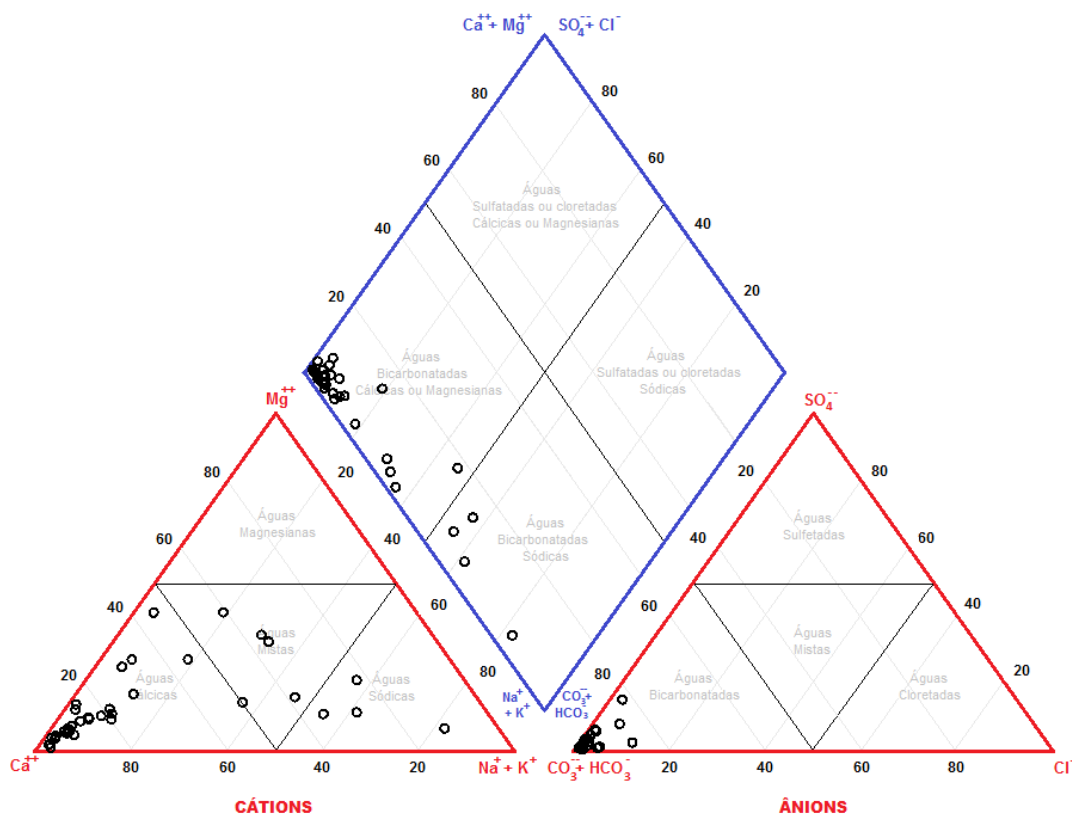
De modo geral, as águas subterrâneas apresentam salinidade tolerável para consumo humano (condutividade elétrica - CE < 1.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , em todas as medições); variam de ácidas a alcalinas, havendo predominância de águas com caráter neutro ( $6,5 < \text{pH} < 7,5$  em 80% dos poços e  $\text{pH} > 7,5$  em 17% dos poços); e são, predominantemente, duras (44% dos poços); com 28% dos poços contendo águas pouco duras e 19% com águas muito duras. A classificação destas águas, feitas a partir do Diagrama de Piper, mostra que há predomínio de águas bicarbonatadas cálcicas (75% das amostras), sendo a sequência mais frequente:  $\text{CO}_3^{2-} + \text{HCO}_2^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^- > \text{Mg}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Cl}^-$ . As concentrações mínimas, máximas e médias destes elementos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Concentrações (mg/L) mínimas, máximas e médias de cátions e ânions principais.

Íon	Media	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Na <sup>+</sup>	11,27	131,56	0,38	22,54
K <sup>+</sup>	0,94	3,63	0,19	0,75
Ca <sup>2+</sup>	49,88	134,49	1,85	31,39
Mg <sup>2+</sup>	4,52	13,8	0,43	3,01
Cl <sup>-</sup>	3,38	26,4	0,5	5,48
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	130,4	337,7	8,61	65,17
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	159,08	412	10,5	79,51
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	7,93	33,9	5	6,98

A classificação das fácies hidroquímicas das águas amostradas foi obtida a partir da plotagem dos resultados analíticos no Diagrama de Piper, conforme apresentado na figura 4. Os tipos principais de águas identificados na bacia do rio das Velhas são: águas Bicarbonatadas Cálcicas (27 pontos). Águas do tipo Mistas Bicarbonatadas e Bicarbonatadas Sódicas aparecem secundariamente em 5 e 4 pontos, respectivamente.

Figura 4: Classificação das fácies hidroquímicas para as águas subterrâneas de pontos amostrados na bacia do rio das Velhas



A tabela 2 apresentada a seguir apresenta a distribuição das diferentes fácies hidroquímica da água subterrânea da bacia do rio das Velhas.

Tabela 2: Distribuição das diferentes fácies hidroquímicas da água subterrânea da bacia do Rio das Velhas.

Classificação da água	Nº de Pontos	Ponto
Bicarbonatada Cálcica	27	ALASB, BUCGO, CBCSL, CFNGR, COBMC, CORSM, CUCC13, FUGSJT, GOUPA, ITAAS, JABRA, JQCVQ, LSCBA, LSPVD, LSQSU, MGCC02, MGNOA, MONOA, MTBSP, PLFEX, PLFID, PLMMC, PMFSR, SJLRM, SPPEX, SRCM, VPCLV
Mista Bicarbonatada	5	ARAPJ, COFBM, DATOM, SABRC, VPCRD
Bicarbonatada Sódica	4	ITASGB, LSCBR, VPBGU, VPCEM

A Tabela 3 apresenta as principais características composicionais das águas subterrâneas para os pontos localizados nos diferentes Domínios Aquíferos, estabelecidas pelas concentrações dos íons maiores, em termos de valores mínimos, médios e máximos.

Tabela 3: Concentrações iônicas em mg/L médias, máximas e mínimas, expressas por tipo de aquífero.

Domínio Aquífero	Valores	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>
<b>Embasamento Fraturado Indiferenciado</b>	Máximo	61,14	1,14	35,48	4,10	3,23	98,38	120,03	6,87
	Médio	9,82	2,57	87,60	13,29	26,40	260,66	318,00	33,90
	Mínimo	0,56	0,25	1,85	0,56	0,50	8,61	10,50	5,00
<b>Formação Gandarela</b>	Máximo	35,83	3,40	83,90	13,80	20,70	195,08	238,00	19,20
	Médio	4,87	0,73	59,63	3,80	3,45	137,39	167,62	7,68
	Mínimo	0,38	0,20	14,17	0,43	0,50	83,61	102,00	5,00
<b>Grupo Bambuí, unidade carbonática</b>	Máximo	35,83	3,40	83,90	13,80	20,70	195,08	238,00	19,20
	Médio	4,87	0,73	59,63	3,80	3,45	137,39	167,62	7,68
	Mínimo	0,38	0,20	14,17	0,43	0,50	83,61	102,00	5,00
<b>Grupo Bambuí, unidade terrígena</b>	Máximo	62,06	0,93	57,21	5,12	3,50	146,40	178,61	8,65
	Médio	10,98	3,63	134,49	11,66	15,81	337,70	412,00	29,70
	Mínimo	0,97	0,20	8,37	0,55	0,50	38,93	47,50	5,00
<b>Depósitos Aluvionares</b>	Máximo	62,06	1,41	24,73	6,20	17,50	162,30	198,00	5,20
	Médio	61,60	1,25	23,79	6,20	16,00	161,07	196,50	5,10
	Mínimo	61,14	1,09	22,85	6,19	14,50	159,84	195,00	5,00

Durante as campanhas de coleta de água subterrânea, foram realizadas medidas *in loco*, com auxílio de sonda multiparamétrica, de pH, condutividade elétrica, temperatura da água, Oxigênio Dissolvido, Sólidos Totais Dissolvidos (exceto para a primeira campanha) e Potencial Redox.

O parâmetro condutividade elétrica *in loco* das águas subterrâneas dos pontos monitorados apresenta média de 320,22 µS/cm, variando entre 29,19 µS/cm e 681



$\mu\text{S/cm}$ . A larga faixa de variação desse parâmetro evidencia a diferenciação do tipo químico das águas da região.

O potencial redox foi medido em 103 amostras e mostrou-se positivo em 66% das amostras. A temperatura média das águas é  $21,4^{\circ}\text{C}$ , chegando a o máximo de  $30^{\circ}\text{C}$ .

O pH da água é um parâmetro controlado pelas reações químicas e pelo equilíbrio entre os íons presentes. Pode variar entre 1 a 14, apresentando valor neutro quando igual a 7. Quando as águas apresentam valores abaixo de 7 possuem um caráter ácido, quando para valores acima de 7 o caráter é básico. As águas amostradas apresentam o pH *in situ* variando de ácido a básico, estando valor do pH compreendido no intervalo de 5,9 e 8,9. Os valores encontrados atendem ao limite estabelecido pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2004).

Outra característica analisada foi a Dureza, proposta por Custodio & Llamas (1983) representa a capacidade da água em consumir sabão e formar incrustações e deve-se principalmente à presença de compostos de Ca e Mg provenientes da dissolução de rochas calcárias. A alcalinidade mede a dureza de carbonatos nas águas subterrâneas. Os resultados obtidos estão no intervalo que varia de 8,2 mg/L a 393 mg/L. As águas amostradas podem ser classificadas como: Brandas - 8%; Pouco Duras - 28%; Duras 4% e Muito Duras - 19%.

A análise dos parâmetros biológicos demonstra que as águas amostradas apresentaram não conformidade para a presença de *Escherichia coli* em 15% dos pontos (CFNGR, LSCBR, MGCC02, SJLRM, VPBGU, VPCEM, JABRA, PLMMC, LSPVD, LSQSU, SJLRM). Observa-se que nem todos os pontos representam nascentes, onde essa inconformidade seria mais esperada.

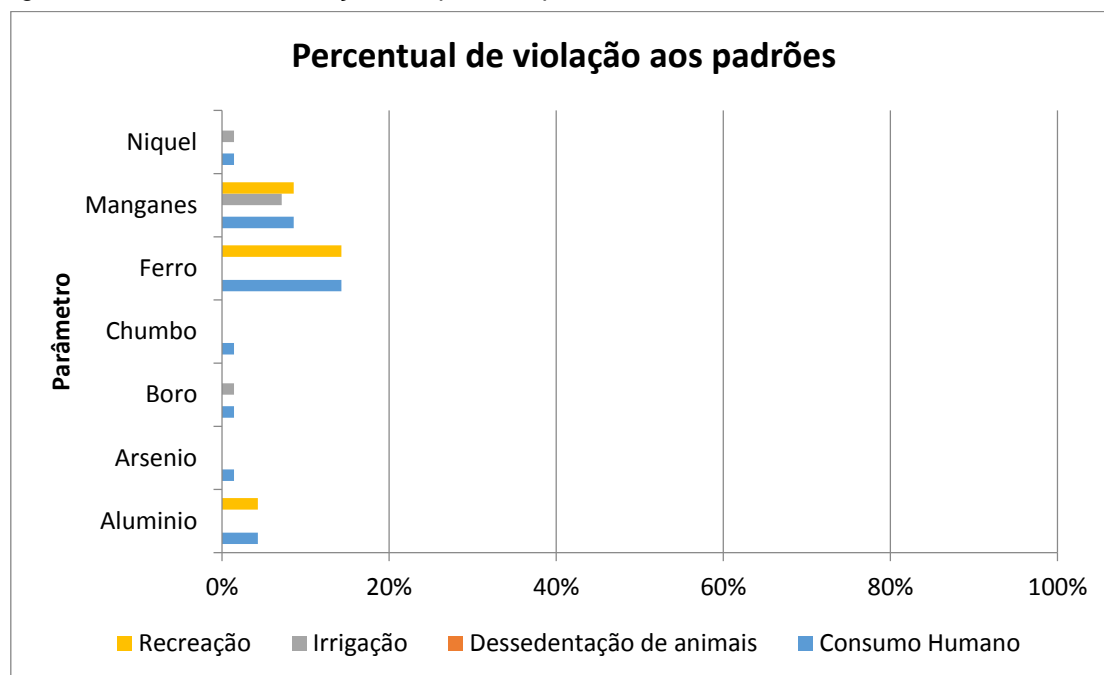
Os resultados obtidos para os parâmetros físicos, químicos e organolépticos da água permitem avaliar sua qualidade para diferentes usos, considerando os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 396 e a Portaria Nº 2914/20111 do Ministério da Saúde. Esses dados são apresentados a seguir.

De forma geral as águas amostradas possuem qualidade boa e sua qualidade atendem aos mais diferentes usos para a maior parte dos pontos amostrados. Os parâmetros que apresentaram desacordo em relação aos padrões estabelecidos, em pelo menos uma das amostragens efetuadas, foram: ferro, alumínio, boro, chumbo, manganês e níquel. O parâmetro que mais apresentou violação aos padrões estabelecidos foi o ferro, violando 14% das análises. A figura 5 apresenta o percentual de violações observadas.

Como mostrado na figura 5, considerando os valores máximos permitidos de concentrações estabelecidos pela Resolução CONAMA 396 de 2008 para diferentes usos, observa-se que alumínio, boro, ferro, manganês e níquel estão em desacordo com os padrões para recreação, irrigação e consumo humano. Não foram observadas inconformidades para o uso em dessedentação animal.

Em relação às características organolépticas, aquelas associadas a gosto ou odor desagradáveis e, portanto, relacionados à rejeição da água, os parâmetros que apresentaram concentrações acima dos padrões estabelecidos foram: alumínio, ferro e manganês.

Figura 5: Percentual de violação aos padrões para diferentes usos



Outro aspecto importante a ser considerado é a violação aos parâmetros de consumo humano associados ao risco à saúde. Ao se considerar este tipo de parâmetro, 10,8% dos poços tiveram, em pelo menos uma das medições, concentração superior ao limite estabelecido, com destaque para: arsênio total, boro total e níquel total, como ilustrado no Quadro 4. Nestes casos é recomendável a restrição/vedação do consumo destas águas.

Quadro 4: Relação de pontos que apresentaram violações em relação aos padrões, para consumo humano, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396.

Município	Estação	Parâmetros violados*
Capim Branco	CBCSL	Alumínio total, Ferro total
Lagoa Santa	LSQSU	Alumínio total, Arsênio total
Lassance	LSCBR	Boro total
Jaboticatubas	JABRA	Chumbo total
Vespasiano	VPCEM	Chumbo total, Manganês total
Funilândia	FUGSJT	Ferro total
Gouveia	GOUPA	Ferro, Manganês total
Morro da Garça	MGNOA	Ferro total
Morro da Garça	MGCC02	Manganês total
São Jose da Lapa	SJLRM	Ferro total
Várzea da Palma	VPBGU	Manganês total
Monjolo	MONOA	Níquel total

\*Parâmetros violados → Pelo menos um parâmetro violou os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008.

As Figuras 6 e 7 apresentam a distribuição dos pontos monitorados que apresentaram algum tipo de violação do padrão associado ao uso para consumo humano, observando aspectos de risco à saúde e organolépticos.

Figura 6: Pontos com violação de parâmetros da água para consumo humano - padrões organolépticos (que alteram sabor ou odor da água).

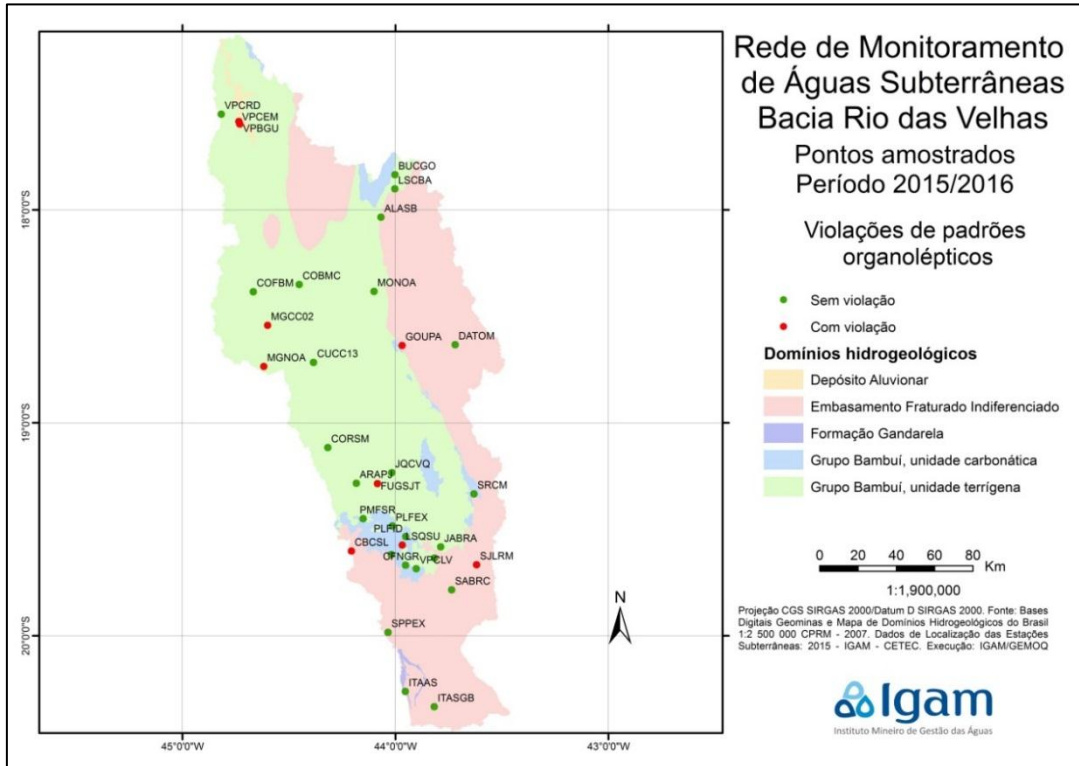
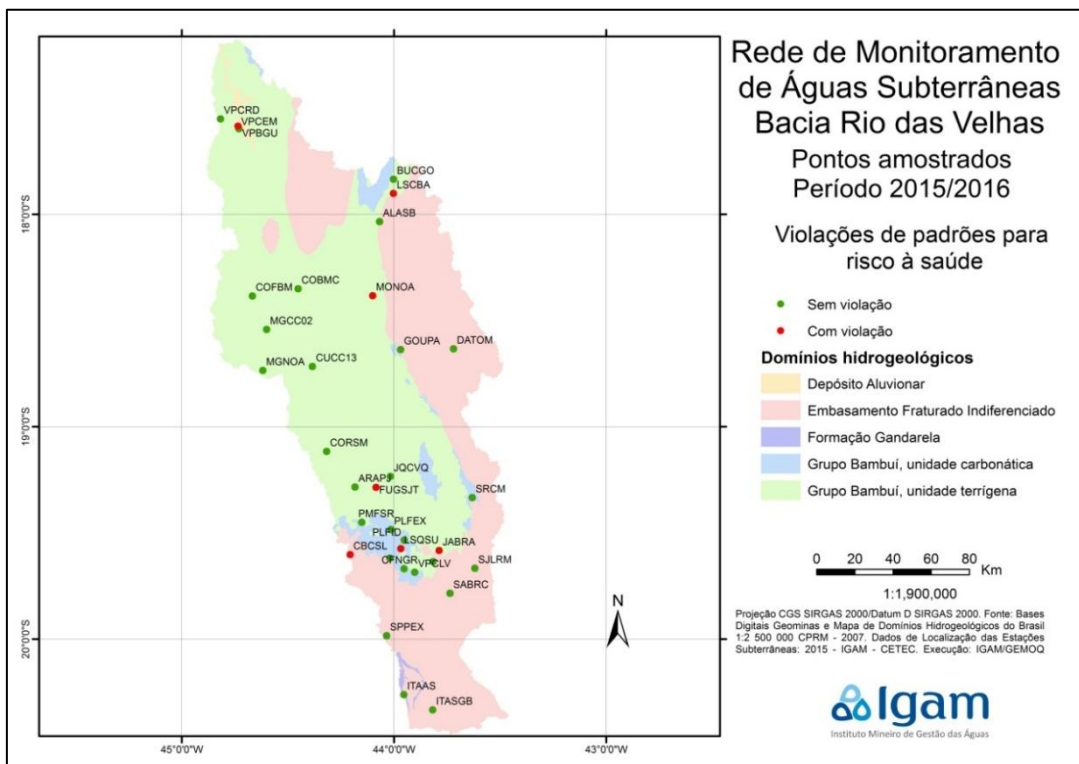


Figura 7: Pontos com violação de parâmetros da água para consumo humano - padrões associados ao risco à saúde



Das figuras anteriores, é possível observar que, de acordo com os valores estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, o percentual de ocorrência de violações é baixo, máximo de 14,8%. Dos pontos monitorados, 12 apresentam violações, sendo que 7 apresentaram violações em 1 parâmetro e 5 poços em 2 parâmetros, de um total de 18 parâmetros estabelecidos pela legislação.

Dentre os parâmetros que apresentaram violação de padrões, alguns como o arsênio, podem ter origem associada tanto as fontes antrópicas difusas como naturais. Outros parâmetros, como o ferro, alumínio, manganês provavelmente, têm origem natural, associadas aos tipos de rocha e solos da região.

A contínua operação da rede propiciará a obtenção de uma série histórica representativa da variação espaço temporal dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas, fornecendo dados importantes para a realização de estudos continuados sobre o comportamento e evolução da qualidade dessas águas.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 2008. *Resolução Conama N° 396*, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. DOU nº 66, 07/04/2008, Seção 1, p. 64 - 68. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Brasília: Diário Oficial da União, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria n 2.914*, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. DOU de 04/01/2012, Seção 1, p. 43 - 49. Brasília: Diário Oficial da União, 2012.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil; Mapa de Domínios/Subdomínios Hidrogeológicos do Brasil 1:2.500.000, Disponível em:<<http://www.codemig.com.br/uploads/mapag.pdf>>. Acesso em: março 2017.

CUSTODIO, E., LLAMAS, M.R. (1996). Hidrología subterránea. Tomos I E II (2ª ed.). Ed. Omega, Barcelona, 1157 pp