



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
GEOLOGIA**



**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**O FLÚOR NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO ESTADO DE  
MINAS GERAIS**

**AUTOR:** Luciana Galuppo Diniz

**ORIENTAÇÃO:** Prof. Dra. Leila Nunes Menegasse Velásquez

**BELO HORIZONTE  
2006**

Luciana Galuppo Diniz

## O Flúor nas águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para obtenção do título de mestre em Geologia.

Área de concentração: Geologia Econômica e Aplicada.

Orientadora: Dra. Leila Nunes Menegasse Velásquez.

## ***AGRADECIMENTOS***

A Deus, por mais esta oportunidade, e por estar sempre iluminando meu caminho.

Aos meus pais, que me proporcionaram o melhor sempre que possível. Em especial, minha mãe, pela paciência, força e incentivo presente em todos os momentos.

Aos meus irmãos Dane e Cacau, companheiros inseparáveis, e que muito me apoiaram nesta jornada.

Ao Beto, meu noivo, amigo e companheiro, pela compreensão, paciência e dedicação presente em todos os momentos de alegrias e tristezas.

Aos estagiários, Fernanda, Rodolfo, Janaína e em especial a Andresa e ao Rodrigo pela ajuda nos momentos cruciais.

A minha orientadora, Leila Menegasse, pela oportunidade, orientação e disponibilização do seu acervo bibliográfico.

Ao colegiado de Pós-Graduação em Geologia da UFMG.

A Divisão de Recursos Hídricos da Companhia de Saneamento de Minas Gerais, pela disponibilização dos dados, atenção e cordialidade.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa Espacial e ao Instituto Nacional de Meteorologia pela disponibilização dos dados climatológicos.

A Companhia Mineradora de Minas Gerais e ao Instituto Mineiro de Gestão das Águas, pela atenção.

Aos amigos Sérgio Melo pela disposição e paciência na confecção dos mapas, e Elcio José do Nascimento, pelas contribuições dadas ao texto.

E a todos aqueles, colegas e amigos da pós-graduação do IGC, pela agradável convivência e que de alguma forma, me ajudaram e contribuíram para o resultado e o sucesso deste trabalho.

**MUITO OBRIGADO A TODOS VOCÊS!!!**

## SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Sumário.....	ii
Lista de Figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	viii
Resumo.....	x
Abstract.....	xii
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO.....</b>	<b>06</b>
1.1 Objetivos.....	08
1.2 Justificativas.....	09
<b>CAPÍTULO 2: DADOS GERAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>11</b>
2.1 Localização e Divisão Política.....	11
2.2 Dados Históricos.....	13
2.3 Dados Sociais.....	14
2.4 Economia.....	16
2.5 Relevo.....	16
2.6 Clima.....	17
2.7 Vegetação.....	18
2.8 Hidrografia.....	18
2.9 Estâncias Hidrominerais.....	24
2.10 Recursos Minerais.....	25
<b>CAPÍTULO 3: GEOLOGIA DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>26</b>
3.1 Unidades do Arqueano.....	27
3.1.1 Bloco São Paulo.....	27
3.1.2 Bloco Brasília.....	27
3.1.3 Bloco Vitória.....	30
3.2 Unidades do Proterozóico.....	31
3.2.1 Proterozóico Inferior.....	31
3.2.2 Proterozóico Médio.....	34

3.2.2.1 Unidades da Bacia Uruaçu.....	34
3.2.2.2 Unidades da Bacia do Espinhaço.....	34
3.2.3 Proterozóico Superior.....	35
3.2.3.1 Faixa Alto Ro Grande.....	35
3.2.3.2 Faixa Brasília.....	36
3.2.3.3 Cráton do São Francisco.....	36
3.2.3.4 Faixa Araçuaí.....	38
3.2.3.5 Eopaleozóico/Proterozóico Superior.....	38
3.3 Unidades do Paleozóico.....	39
3.4 Unidades do Mesozóico.....	40
3.4.1 Cretáceo Inferior/Jurássico.....	40
3.4.2 Cretáceo Superior.....	40
3.5 Unidades do Cenozóico.....	42
3.5.1 Terciário.....	42
3.5.2 Terciário/Quartenário.....	42
3.5.3 Quaternário.....	43
<b>CAPÍTULO 4: SISTEMAS AQÜÍFEROS DE MINAS GERAIS.....</b>	<b>44</b>
4.1 Sistema Aluvial.....	49
4.2 Sistema de Cobertura Detrítica.....	49
4.3 Sistema Arenítico.....	50
4.4 Sistema Carbonático.....	51
4.5 Sistema Pelítico-carbonático.....	51
4.6 Sistema Basáltico.....	52
4.7 Sistema Pelítico.....	52
4.8 Sistema Quartizítico.....	53
4.9 Sistema Xistoso.....	54
4.10 Sistema Gnáissico-granítico.....	55
<b>CAPÍTULO 5: O ELEMENTO FLÚOR.....</b>	<b>58</b>
5.1 Propriedades Químicas do Flúor.....	58
5.2 Geoquímica do Flúor.....	59

5.2.1 Fluoreto em rochas magmáticas.....	61
5.2.2 Fluoreto em regiões de metamorfismo.....	62
5.2.3 Fluoreto na seqüência de sedimentar.....	63
5.2.4 Fluoreto em processos de intemperismo e formação de solos.....	63
5.2.5 Fluoreto em argilas.....	64
5.3 Uso do Flúor.....	64
5.4 Fluoretação.....	65
<b>CAPÍTULO 6: DOENÇAS RELACIONADAS COM A INGESTÃO DE FLÚOR.....</b>	<b>68</b>
6.1 Fluorose Dentária.....	70
6.2 Fluorose Óssea ou Esquelética.....	73
6.3 Outras Implicações.....	75
<b>CAPÍTULO 7: PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>77</b>
<b>CAPÍTULO 8: APRESENTAÇÃO DOS DADOS.....</b>	<b>82</b>
8.1 Temperatura do Ar.....	82
8.2 Parâmetros Hidroquímicos.....	84
<b>CAPÍTULO 9: RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>87</b>
9.1 Ocorrência de Flúor.....	87
9.2 Estudo Hidroquímico.....	98
9.3 Fácies Hidroquímicas.....	102
9.3.1 Sistema Aquífero Cobertura Detrítica.....	103
9.3.2 Sistema Aquífero Arenítico.....	104
9.3.3 Sistema Aquífero Carbonático.....	106
9.3.4 Sistema Aquífero Pelítico-carbonático.....	111
9.3.5 Sistema Aquífero Basáltico.....	115
9.3.6 Sistema Aquífero Pelítico.....	115
9.3.7 Sistema Aquífero Quartizítico.....	120
9.3.8 Sistema Aquífero Xistoso.....	120
9.3.9 Sistema Aquífero Gnáissico-granítico.....	125

<b>CAPÍTULO 10: CONCLUSÕES.....</b>	<b>134</b>
<b>CAPÍTULO 11: Referências bibliográficas, Apêndices e Anexos.....</b>	<b>137</b>
11.1 Referências bibliográficas.....	137
11.2 Apêndices.....	142
11.2.1 Apêndice <b>A</b> : Planilhas de dados contendo a relação dos 625 poços perfurados no Estado de Minas Gerais de acordo com os distritos (divisão regional) da Copasa-Mg.....	142
11.2.2 Apêndice <b>B</b> : Planilha de dados referente aos 563 poços tubulares perfurados em Minas Gerais.....	143
11.2.3 Apêndice <b>C</b> : Tabela de temperatura média máxima mensal e anual entre 1999 a 2005.....	144
11.3 Anexos.....	149
11.3.1 Anexo <b>A</b> : Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais com escala de 1:1.500.000.....	149
11.3.2 Anexo <b>B</b> : Portaria Federal GM/36 de 19 de janeiro de 1990 e Portaria n°. 635/BSB de 26 de dezembro de 1975.....	150
11.3.4 Anexo <b>C</b> : Portaria n°. 518 de 25 de março de 2004.....	163

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Brasil, Divisão Político-Administrativa e o Estado de Minas Gerais.....	11
Figura 2: Mapa de Minas Gerais.....	12
Figura 3: Mesorregiões Geográficas do Estado de Minas Gerais.....	13
Figura 4: Utilização das águas nas bacias dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha, Paraíba e Grande em Minas Gerais.....	19
Figura 5: Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais .....	23
Figura 6: Evolução esquemática das unidades geotectônicas de Minas Gerais.....	26
Figura 7: Mapa dos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais.....	48
Figura 8: Fluorose Dentária nos incisivos central e lateral, caninos e pré-molares, em estágio moderado.....	71
Figura 9: Fluorose Dentária nos incisivos central e lateral em estágio moderado.....	71
Figura 10: Fluorose Dentária (moderada para severa).....	72
Figura 11: Fluorose Dentária(severa).....	72
Figura 12: Raio-X da Bacia com destaque para alteração óssea após um processo de inflamação do osso.....	74
Figura 13: Raio-X da Coluna, com uma alteração da medula óssea, devido a uma densidade menor no osso (ostecondensação).....	74
Figura 14: Mapa de localização das estações meteorológicas do estado de Minas Gerais...83	
Figura 15: Localização dos poços perfurados georeferenciados em Minas Gerais.....	86
Figura 16: Mapa de zoneamento das temperaturas medias máximas anuais das temperaturas de Minas Gerais entre os anos de 1999 a 2005.....	88
Figura 17: Concentração de flúor nas águas subterrâneas dos poços tubulares georeferenciados em minas Gerais.....	90
Figura 18: Espacialização da concentração de flúor nas águas subterrâneas dos 383 poços perfurados no estado.....	91
Figura 19: Localização dos poços tubulares georeferenciados nos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais.....	93
Figura 20: Qualidade das águas de acordo com as concentrações de flúor e suas relações com a temperatura conforme a legislação vigente (Tabela 3).....	96



Figura 21: Ocorrência das concentrações de fluoreto em função dos intervalos adotados de temperaturas conforme a Tabela 03.....	97
Figura 22: Frequência da concentração de fluoreto nas 1065 amostras das águas subterrâneas dos poços perfurados.....	99
Figura 23: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Cobertura Detrítica..	104
Figura 24: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Arenítico.....	105
Figura 25: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Carbonático.....	109
Figura 26: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Pelítico-carbonático..	113
Figura 27: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Basáltico.....	115
Figura 28: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Pelítico.....	117
Figura 29: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Quartzítico.....	120
Figura 30: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Xistoso.....	122
Figura 31: Diagrama de PIPER para as águas do Sistema Aquífero Gnáissico-granítico..	132

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Quadro-resumo dos principais Sistemas aquíferos de Minas Gerais.....	46
Tabela 2: Cálculo da ingestão diária de fluoreto.....	69
Tabela 3: Concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias.....	79
Tabela 4: Quadro de locação das estações meteorológicas do Estado de Minas Gerais.....	82
Tabela 5: Resumo dos dados compilados da Copasa-MG entre 1976 a 2003.....	85
Tabela 6: Concentração do íon fluoreto em função das faixas de temperaturas com ocorrência no estado.....	87
Tabela 7: Estatísticas das concentrações entre os parâmetros químicos referentes a 1065 amostras.....	101
Tabela 8: Relação de números de poços com os sistemas aquíferos identificados no estado.....	102
Tabela 9: Relação das 05 amostras predominantes no Sistema de Cobertura Detrítica.....	103
Tabela 10: Relação das 15 amostras predominantes no Sistema Arenítico.....	105
Tabela 11: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 83 amostras do Sistema Carbonático.....	106
Tabela 12: Relação das 85 amostras predominantes no Sistema Carbonático.....	106
Tabela 13: Estatísticas das correlações das 85 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Carbonático.....	110
Tabela 14: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 44 amostras do Sistema Pelítico-carbonático.....	111
Tabela 15: Relação das 44 amostras predominantes no Sistema Pelítico-carbonático.....	111
Tabela 16: Estatísticas das correlações das 44 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Pelítico-carbonático.....	114
Tabela 17: Relação das 14 amostras predominantes no Sistema Basáltico.....	115
Tabela 18: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 44 amostras do Sistema Pelítico.....	116
Tabela 19: Relação das 48 amostras predominantes no Sistema Pelítico.....	116
Tabela 20: Estatísticas das correlações das 48 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Pelítico.....	119

Tabela 21: Relação das 02 amostras predominantes no Sistema Quartzítico.....	120
Tabela 22: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 44 amostras do Sistema Xistoso.....	120
Tabela 23: Relação das 56 amostras predominantes no Sistema Xistoso.....	121
Tabela 24: Estatísticas das correlações das 56 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Xistoso.....	124
Tabela 25: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 44 amostras do Sistema Gnáissico-granítico.....	125
Tabela 26: Relação das 301 amostras predominantes no Sistema Gnáissico-granítico.....	125
Tabela 27: Estatísticas das correlações das 301 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Gnáissico-granítico.....	133

## RESUMO

As águas subterrâneas são consideradas como um meio de desenvolvimento econômico e social, sobretudo de regiões extremamente carentes. Em Minas Gerais, muitos municípios são abastecidos por exploração de água subterrânea, de forma exclusiva ou complementar. Na sua grande maioria as águas subterrâneas são potáveis, entretanto, em determinadas circunstâncias, podem apresentar elementos em excesso prejudiciais à saúde humana e animal. Tal é o caso do flúor, essencial para a resistência dos dentes e dos ossos encontrado naturalmente na água, contudo, a ingestão deste elemento em excesso tem provocado sérios problemas como fluorose dentária ou óssea em várias partes do mundo. Em alguns municípios do estado de Minas Gerais, as águas subterrâneas, possuem importantes anomalias de fluoreto com conseqüentes endemias de fluorose dentária associada. Esse estudo baseou-se nos sistemas aquíferos do estado estabelecidos por Souza (1995), sobre os quais se procedeu ao mapeamento das distribuições das concentrações de flúor nas águas subterrâneas e a identificação das áreas críticas, em que os teores se encontravam acima dos recomendados na legislação vigente - Portaria n.º 518/2004 do Ministério da Saúde. No que diz respeito ao flúor, esta portaria, se baseia na Lei n.º 6050 de 24 de Maio de 1974 e na Portaria n.º 635/BSB de 26 de Dezembro de 1975, a qual estabelece as concentrações de mínima, ótima e máxima em função da média das temperaturas máximas diárias do ar. Construiu-se um cadastro de dados de poços perfurados no estado com suas características construtivas e hidroquímicas e das temperaturas do ar nas estações meteorológicas do estado. A espacialização das concentrações de flúor e o zoneamento dos teores máximos permissíveis em função dessas temperaturas mostrou que as águas subterrâneas de 37 poços perfurados estão acima do limite de concentração máxima de flúor de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$  recomendado pela legislação no estado, com destaque para a região Norte, onde predominam os sistemas carbonáticos e pelítico-carbonáticos. Os Sistemas Aquíferos que apresentaram concentrações de fluoreto acima dos estabelecidos para a sua respectiva região termométrica foram: Carbonático, Gnáissico-granítico, Xistoso, Pelítico-carbonático e Pelítico. Os valores de fluoreto no estado apresentaram-se desde ausentes até  $11\text{mg.L}^{-1}$ . Um estudo das relações hidroquímicas entre o  $\text{F}^-$  e os demais parâmetros químicos (pH, CE, STD e os íons maiores  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ) mostraram correlações diretas variáveis entre os sistemas aquíferos, porém uma constância quanto ao  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , e relativa quanto ao

pH, condutividade elétrica,  $K^+$  e  $Ca^{2+}$ , sendo negativa com relação ao  $Ca^{2+}$  nos aquíferos carbonático e pelítico-carbonático.

**Palavras-chaves:** Sistemas aquíferos; flúor.

## ABSTRACT

The underground waters must be considered as a way of economic and social development, over all of extremely devoid regions. In Minas Gerais, it has many cities where the potable water is supplied with underground water of exclusive or complementary form. In its great majority the underground waters are potable, however, in determined circumstances, can present harmful elements in excess to the health human being and animal. Such is the case of fluorine essential for the resistance of teeth and of the bones joined of course in the water, however, the ingestion of this element in excess has provoked serious problems as fluorose dental or osseous in some parts of the world. In some cities of the state of Minas Gerais, the underground waters possess important anomalies of fluoride with consequent endemic diseases of fluorose dental associate. This study it was based on the aquifers systems of the state established by Souza (1995), on which if it proceeded to the mapping from the distributions from the concentrations from fluorine in underground waters and the identification from the critical areas, where the texts if found above of the recommended ones in the current law - Regulation n.º 518/2004 of the Health Department. In what it says respect to fluorine, this regulation, if it bases on the Law n.º 6050 of 24 of May of 1974 and on Regulation n.º 635/BSB of 26 of December of 1975, which establishes the minim concentrations, excellent and maximum one in function of the average of the daily maximum temperatures of air. One was constructed registers in cadastre of data of drilled wells in the state with its constructive and hydrochemistry characteristics and of the temperatures of air in the meteorological stations of the state. The mapping of the fluorine concentrations and the zoning of permissible maximum texts in function of these temperatures showed that the underground waters of 37 drilled wells are above of the limit of maximum fluorine concentration of  $0,8\text{mg. L}^{-1}$  recommended for the legislation in the state, with prominence for the region north, where the carbonate and pelitic-carbonate systems predominate. The Aquifers Systems that had presented concentrations of fluoride above of the established ones for its respective thermometric region had been: Carbonate, Gneiss-granite, Schistose, Pelitic-carbonate and Pelitic. The values of fluoride in the state had been presented since absentees until  $11\text{mg.L}^{-1}$ . A study of the hydrochemistry relations between the  $\text{F}^{-1}$  and the too much chemical parameters (pH, electrical conductivity, STD, and ions bigger  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^{-}$  and  $\text{CO}_3^{2-}$ ) they had shown changeable direct correlations

between the aquifers systems, however a constancy how much to the  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$ , and relative how much to pH, electrical conductivity,  $\text{K}^+$  and  $\text{Ca}^{2+}$ , being negative with regard to the  $\text{Ca}^{2+}$  in the aquifers carbonates and pelitic-carbonates.

**Key-Words:** Aquifers Systems and fluorine.

## CAPÍTULO 1

---

### INTRODUÇÃO

Com a crescente industrialização, urbanização e o desenvolvimento da agricultura, os recursos hídricos de superfície estão rareando em vista do elevado consumo e também pela contaminação de mananciais, suscitada pela expansão não planejada da população. Desta forma, as atenções vêm se convergindo para outra fonte de abastecimento, não tão visível, mas igualmente importante: as águas subterrâneas, as quais constituem as maiores fontes de água doce do planeta.

De acordo com as mais recentes avaliações, dos 1360 quatrilhões de toneladas de água do planeta, apenas 0,8% corresponde à água doce. Dessa fração, 3% apresentam-se na forma de água superficial e 97% na forma de água subterrânea (BARROS *et al.*, 1995).

As águas subterrâneas são fontes importantes de abastecimento em todo o mundo. O aumento do consumo tem mostrado a importância de estimativas corretas e de adequado aproveitamento, regulação e proteção, a fim de garantir a disponibilidade contínua deste importante recurso natural.

A potabilidade da água subterrânea, tanto pode ser degradada por causas naturais, quanto pode ser afetada por atividades antrópicas, sejam elas de perfil sanitário, agrícola ou industrial.

Embora a água subterrânea seja um recurso menos susceptível aos impactos de atividades humanas, comparativamente ao manancial superficial, há dois problemas que podem afetá-la: a contaminação natural e a superexploração.

A utilização das águas subterrâneas no Brasil e em outros países tem crescido de forma acelerada nas últimas décadas, e a tendência é aumentar. Portanto mais do que uma reserva de água, esta deve ser considerada como um meio de desenvolvimento econômico e social, sobretudo de regiões extremamente carentes. Essa afirmação é apoiada na sua distribuição generalizada, na maior proteção às ações antrópicas e nos reduzidos recursos financeiros exigidos para a sua exploração.



No Brasil, segundo dados da Fundação João Pinheiro (2003), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em 1991, constatou que 61% da população urbana é abastecida com água subterrânea, proveniente 43% de poços tubulares, 12% de fontes e nascentes e 6% de poços amazonas (cacimbas).

Em Minas Gerais, há muitos municípios em que o abastecimento de água potável às populações, vem sendo feito a partir da exploração subterrânea. Vários núcleos urbanos são abastecidos de água subterrânea de forma exclusiva ou complementar. Cita-se como exemplo, os municípios de Araguari, Sete Lagoas e a maior parte dos municípios que fazem parte do Polígono das Secas no norte e nordeste do Estado, além de indústrias, propriedades rurais, escolas, hospitais e outros estabelecimentos que utilizam água de poços rasos e artesianos. De acordo com dados da Copasa, em Minas Gerais, os volumes de água subterrânea são disponibilizados através de aproximadamente cerca de 8.000 poços tubulares os quais se distribuem irregularmente pelo estado.

A exploração da água subterrânea está condicionada a três fatores: quantidade (caracterizada pela condutividade hidráulica e coeficiente de armazenamento dos terrenos); qualidade (possui como função a composição das rochas, condições climáticas e renovação das águas) e econômico (depende da profundidade do aquífero e das condições de bombeamento).

Conhecer a disponibilidade dos sistemas aquíferos e a sua qualidade é primordial ao estabelecimento de política de gestão das águas subterrâneas.

A água pode conter, em decorrência de "contaminações", componentes diversos que comprometem seu grau de pureza. Para a avaliação das suas características devem-se utilizar parâmetros de qualidade, os quais podem ser subdivididos em físicos, químicos, biológicos e radiológicos.

Visando a resguardar a qualidade da água para o consumo humano, a Organização Mundial de Saúde (OMS) criou padrões para a qualidade da água potável, como referência para o estabelecimento de normas de cada país, no controle da inocuidade do abastecimento de água. No Brasil a Portaria Ministério da Saúde n.º 518, de 25 de março de 2004, estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

Alguns elementos tóxicos em excesso ou mesmo a deficiência de certas substâncias no ambiente, podem ocasionar muitos males aos homens, aos animais ou mesmo às plantas.

Um exemplo é o flúor, encontrado naturalmente na água. Este é um elemento químico essencial para a resistência dos dentes e dos ossos. Entretanto, a ingestão deste elemento em excesso tem provocado sérios problemas tais como fluorose dentária ou óssea em várias partes do mundo.

A fluorose dentária é uma doença que provoca alteração física nos dentes, podendo inclusive gerar a sua perda. Dependendo do nível de ingestão, pode ocasionar, ainda, a deformação de ossos (fluorose óssea) e o envelhecimento precoce.

As águas naturais de determinados domínios hidrogeológicos, no Estado de Minas Gerais, possuem importantes anomalias de fluoreto que tem comprometido a sua potabilidade para fins de abastecimento público em diversas localidades. Conseqüentemente, uma das endemias que vem sendo verificada no Estado é a fluorose dentária.

O teor de flúor incorporado às águas subterrâneas e de superfície é importante fator para o estabelecimento das condições de potabilidade das águas para consumo humano. O teor ótimo de fluoreto (F<sup>-</sup>) na água para consumo de uma comunidade depende das condições climáticas locais, sendo estabelecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) de acordo com os valores de temperatura média máxima diária da região, uma vez que esses valores mantêm relação direta com o volume de água consumido pela respectiva comunidade local.

A pesquisa pauta-se pelo desenvolvimento de um estudo de diagnóstico de anomalias de fluoreto na água subterrânea e de estudos epidemiológicos já desenvolvidos no Estado, cujos resultados obtidos podem ser levados ao campo científico da Geologia Médica (Geomedicina), o qual estuda a influência dos minerais sobre a saúde humana, contribuindo para a prevenção e adoção de medidas que minimizem os efeitos provocados pela falta ou pelo excesso de determinada substância no organismo.

## **1.1 OBJETIVO**

O estudo visa ao mapeamento das concentrações de flúor nas águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais, tendo como objetivo a identificação das áreas críticas, onde os

teores de fluoreto encontram-se acima do valor máximo permissível ( $1,5\text{mg.L}^{-1}$ ) recomendado pela Portaria n.º 518/04 do Ministério da Saúde relativo à fluoretação da água, e, pela Portaria n.º 635/BSB de 1975 do Ministério da Saúde, onde os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto são dependentes da média das temperaturas máximas diárias do ar. Torna-se assim necessário o enquadramento de todas as diferentes regiões climáticas do Estado nessa legislação vigente, que constituirão os valores de referência para efeito deste trabalho.

No âmbito dos objetivos específicos, a pesquisa visa:

- Apresentar um quadro estatístico das concentrações de flúor nas águas subterrâneas em todo Estado de Minas Gerais, assim como a sua espacialização;
- Relacionar o flúor com os sistemas aquíferos de Minas Gerais;
- Verificar as relações hidroquímicas existentes entre o fluoreto e os parâmetros físicos e químicos: pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ .

Neste estudo, a espacialização das concentrações de flúor nas águas subterrâneas, e o estabelecimento das relações entre o flúor e domínios hidrogeológicos e climáticos, permitirão obter subsídios técnicos e científicos que podem contribuir para o combate dos problemas relacionados ao consumo de água naturalmente contaminada por flúor no Estado de Minas Gerais.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Estudos realizados em 2002-2003, pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal de Minas Gerais (IGC-UFMG) e pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (FO-UFMG) identificaram grave epidemia de fluorose dentária no Município de São Francisco, norte do Estado. Tal epidemia está comprovadamente relacionada com a ingestão de água subterrânea naturalmente contaminada por fluoreto (VELÁSQUEZ *et al.*, 2003).

Existem dados informais sobre elevados teores de fluoreto em águas subterrâneas de diferentes partes do Estado. Nas regiões administradas pela Companhia de Saneamento de

Minas Gerais (COPASA MG), tais águas são tratadas. Entretanto, em muitos locais, sobretudo no meio rural, o abastecimento é realizado sob responsabilidade das prefeituras ou sistemas autônomos, que não realizam o controle da qualidade dessas águas.

Dada à dimensão do Estado, com variados tipos de clima, e do risco à saúde bucal e ortopédica (acima de 5mg/L, os ossos podem sofrer deformações), decorrente da ingestão prolongada desse elemento, justifica-se, assim, a elaboração desse projeto, com alcance social e científico.

Os resultados deste estudo além de constituírem uma fonte de referência aos órgãos do setor dos recursos hídricos, serão também relevantes para a Secretaria da Saúde do Estado, como base de informações para a elaboração de programas de saúde bucal.

## CAPÍTULO 2

### DADOS GERAIS DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Minas Gerais é o maior estado da região Sudeste, considerado berço da mineração e das grandes lutas políticas pela independência do Brasil. Cultura e história, clima e águas minerais: eis os atributos turísticos mais importantes de Minas.

Nos tópicos seguintes, encontra-se uma breve descrição das características geográficas e informações sobre este Estado.

#### 2.1 LOCALIZAÇÃO E DIVISÃO POLÍTICA

Minas Gerais é um estado brasileiro que está localizado na região sudeste do Brasil, que compreende ainda São Paulo, Rio de Janeiro, e Espírito Santo. Tem como estados limítrofes: Bahia (norte e nordeste), Espírito Santo (leste), Rio de Janeiro (sudeste), São Paulo (sul e sudeste), Mato Grosso do Sul (oeste), Goiás e Distrito Federal (noroeste). (Figura 1).

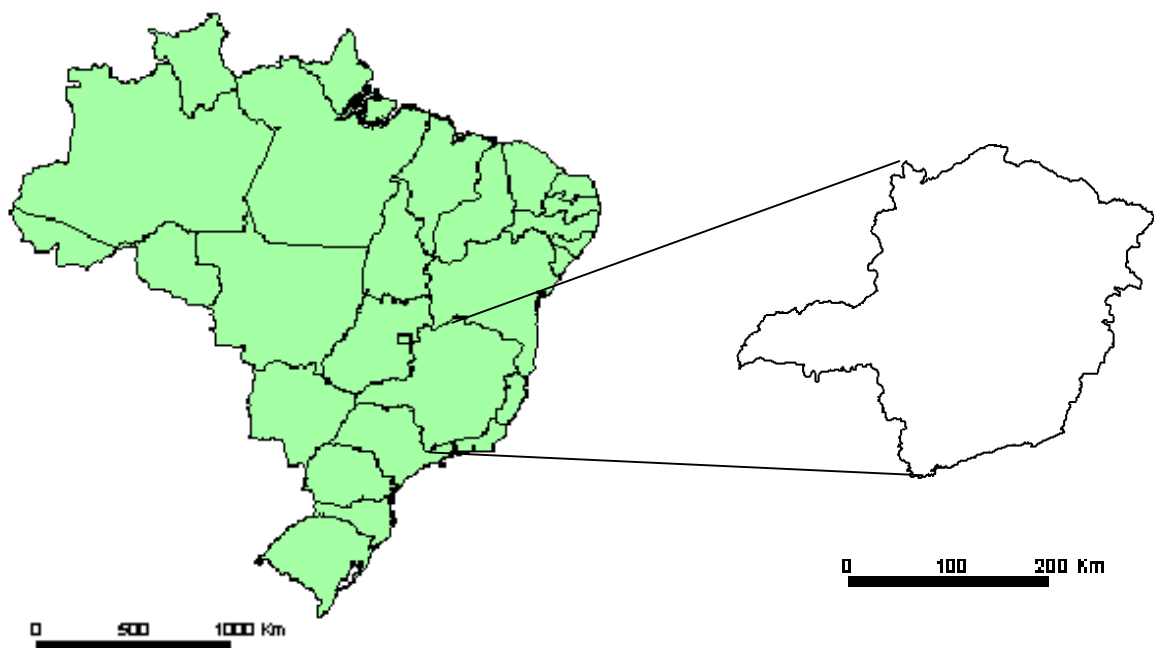


Figura 1: Brasil, Divisão Político-Administrativa e o Estado de Minas Gerais (Fonte: GEOMINAS, 2006).

O Estado de Minas Gerais fica entre os paralelos de  $14^{\circ}13'58''$  de latitude norte e  $22^{\circ}54'00''$  de latitude sul e os meridianos de  $39^{\circ}51'32''$  e  $51^{\circ}02'35''$  a oeste de Greenwich. A maior distância linear entre os pontos extremos é de 986 km, no sentido norte-sul, e de 1.248 km, no leste-oeste (Figura 2).



Figura 2: Mapa de Minas Gerais (Fonte: GuiaNet – Guia Internet Brasil, 2000).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2004), Minas Gerais possui uma área de 588.383,6 km<sup>2</sup>, o que representa 6,9% da área territorial brasileira (8,5 milhões de quilômetros quadrados). É o Estado de maior extensão da região sudeste. Da área total, 5.030 km<sup>2</sup> são constituídos de lagos e rios.

O estado tem 853 municípios agrupados em doze mesorregiões geográficas que se subdividem em microrregiões homogêneas (Figura 3).

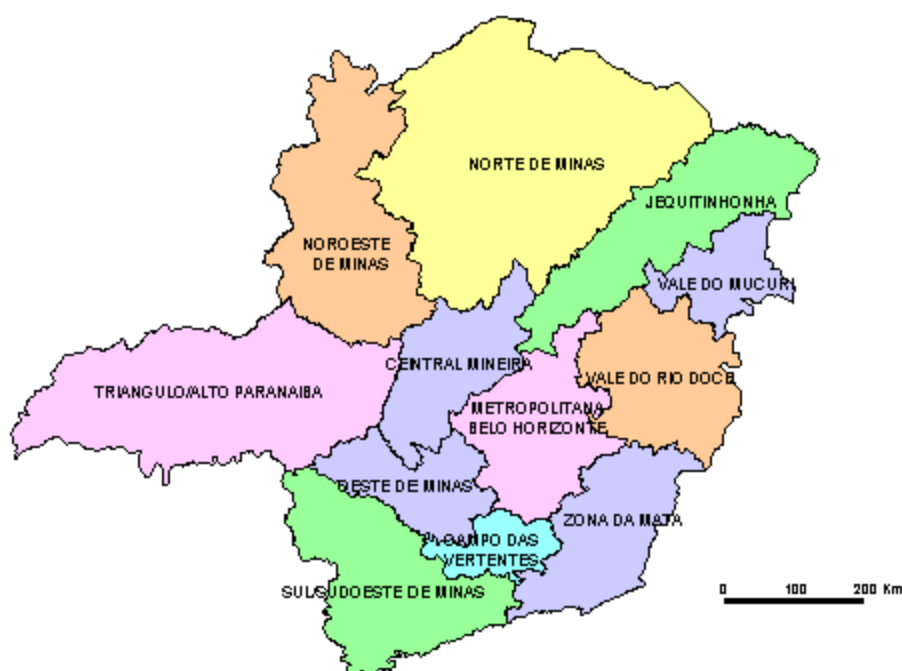


Figura 3: Mesorregiões Geográficas do Estado de Minas Gerais (Fonte: GEOMINAS, 1996).

O Estado liga-se por ferrovias aos três principais portos brasileiros: Rio de Janeiro, Vitória e Santos. Além de conter 1/5 do sistema ferroviário nacional, possui extensa malha rodoviária (264.898 km de estradas). (SENAC, 2006).

## 2.2 DADOS HISTÓRICOS

No século XVI seguindo em direção ao interior à procura de metais e pedras preciosas, grupos de bandeirantes paulistas ocuparam a região, mais tarde chamada Minas Gerais, onde os primeiros povoados surgiram nas montanhas no final do século XVII e início do XVIII. Com origem nos povoados que se formaram em torno da exploração do ouro e pedras preciosas, a criação das três primeiras vilas em Minas Gerais data do começo do século XVIII: Rio do Carmo, Vila Rica e Sabará (as duas primeiras receberam posteriormente a denominação de Mariana e Ouro Preto, respectivamente).

Ouro Preto, criado em 1711, foi a segunda capital do Estado de Minas Gerais, após Mariana. Em 1897, a sede do governo estadual foi transferida para Belo Horizonte (atual capital mineira) e Ouro Preto transformou-se em "cidade monumento".

Belo Horizonte foi inaugurada em 12 de dezembro de 1897. Dentre os inúmeros fatores que pesaram na criação de Belo Horizonte, a localização privilegiada foi determinante, por estar a capital quase centralizada no estado. Sua localização faz com que por meio dela ou em suas cercanias passem rodovias federais muito importantes para a integração nacional. Segundo informativo da Secretaria de Estado de Turismo (2004), Belo Horizonte teve sua construção marcada pela formulação de planejamento urbano específico, espelhado no exemplo de Boston (EUA).

### **2.3 DADOS SOCIAIS**

O estado de Minas Gerais é uma das 27 unidades da República Federativa do Brasil, com uma população estimada em 18,9 milhões de habitantes (2004). Segundo projeções atuais, Belo Horizonte acolhe 2,3 milhões de habitantes (2003). Com outros 33 municípios, forma a principal região metropolitana do Estado, com 4,8 milhões de habitantes (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO, 2004).

Os três municípios mais populosos do estado são Belo Horizonte, Contagem e Uberlândia que abrigam 18,32% da população total e os três menos habitados é Cedro do Abaeté, Doresópolis e Serra da Saudade, com 0,02% (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO, 2004).

Segundo o Censo Demográfico 2000 do IBGE, Minas Gerais representa 10,5% da população do Brasil, sendo o segundo em tamanho de população dentre os estados brasileiros, menor apenas que o Estado de São Paulo, que, em 2000, tinha perto de 37 milhões de habitantes, ou 21,8% do total.

Segundo o Perfil Demográfico do Estado de Minas Gerais (2002), revela que Minas Gerais, apesar de seu elevado contingente de população é um estado com baixa concentração em termos espaciais, situando-se bem abaixo da média da Região Sudeste, mas superior à média do País, que abriga grandes vazios populacionais, como as Regiões Norte e Centro-Oeste. Em Minas Gerais se encontram 30,5 habitantes por quilômetro quadrado. A distribuição da população não é, todavia, uniforme no território mineiro, havendo áreas de



enorme concentração ao lado de outras com população bastante escassa. A expectativa de vida média no Estado é de 70 anos.

Segundo dados do Perfil de Minas Gerais (2005), em 1985, cerca de 3,2 milhões de domicílios, aproximadamente 2,2 milhões eram servidos por água tratada, em 1996, num universo de 4,3 milhões de domicílios, cerca de 3,8 milhões já recebiam tal benefício. Isso representou um crescimento de 70% no número de domicílios com água tratada. Em termos percentuais, em 1985, 69% dos domicílios tinham água tratada, índice que alcançou 88%, em 1996. Se considerada somente a área urbana, esse percentual atingiu 96%.

Na área da educação, observa-se que o grau de alfabetização do povo mineiro acima de cinco anos aumentou de 75%, em 1985, para 85%, em 1996. Nos centros urbanos, o índice de alfabetização chegou a 89%.

O Índice de Desenvolvimento Humano foi criado, em 1990, para espelhar além da renda, a longevidade de uma população e seu grau de maturidade educacional. O índice varia de 0 (nenhum desenvolvimento humano) a 1 (desenvolvimento humano total). Países com IDH até 0,499 têm desenvolvimento humano considerado baixo; os países com índices entre 0,500 e 0,799 são considerados de médio desenvolvimento humano; países com IDH maior que 0,800 têm desenvolvimento humano considerado alto.

Em 2002, o Brasil ocupava a posição de número 73, com IDH (0,757), dos 173 países que servem de base para o índice, destacando-se a Noruega, o país que apresenta o maior IDH (0,942) e Serra Leoa (com 0,275), o país de menor índice (ATLAS DE DESENVOLVIMENTO HUMANO DO BRASIL, 2002).

Em 1996, Minas Gerais melhorou sua posição no ranking brasileiro, ano em que passou para o grupo de unidades da Federação com IDH alto passando do 12º para o 9º lugar no ranking (DESENVOLVIMENTO HUMANO E CONDIÇÕES DE VIDA: INDICADORES BRASILEIROS, 2000). Segundo o Atlas de Desenvolvimento Humano do Brasil (2002), dados recentes da relação do IDH nos estados brasileiros, mostram que Minas Gerais situa-se no patamar de médio desenvolvimento humano (IDH = 0,766) ocupando atualmente a 11º posição, enquanto o Distrito Federal e São Paulo apresentam ainda os maiores índices (0,844 e 0,814 respectivamente). Os estados que indicam os mais baixos índices são Alagoas e Maranhão (0,633 e 0,647).

## 2.4 ECONOMIA

O grande potencial econômico de Minas Gerais pode ser mostrado pelo fato de ocupar uma posição de liderança em diversos produtos importantes para a economia nacional e internacional, tanto em atividades tradicionais como em setores de ponta.

O Estado de Minas Gerais disputa com o Rio de Janeiro o segundo lugar em importância econômica no país, após São Paulo. Participa com 10% do Produto Interno Bruto Brasileiro (PIB) e se destaca no cenário nacional em diversos setores industriais. As exportações do estado representam cerca de 13% do total nacional e no setor de mineração, destaca-se como grande reserva mineral do país: o valor de sua produção corresponde a 1/3 do total brasileiro (SENAC, 2006).

Segundo informativo da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (2004), Minas Gerais é o maior produtor de nióbio do mundo. Está na primeira posição do ranking nacional em minério de ferro, aço, zinco, cimento, leite e café. Figura como maior pólo de empresas de biotecnologia do Brasil e detém o maior rebanho equino entre os estados da Federação. É o segundo maior produtor brasileiro de milho, além de ocupar o segundo pólo de fundição do País. Possui o terceiro maior rebanho bovino do Brasil sendo também o terceiro maior produtor brasileiro de cana-de-açúcar.

## 2.5 RELEVO

O relevo do Estado de Minas Gerais é constituído de planaltos com escarpas e depressões no centro. Caracteriza-se por serras acidentadas e com picos acima de 2000 metros (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO, 2004).

Minas Gerais é o Estado mais elevado do país, com 57% das terras acima dos 600 metros de altitude (serras da Mantiqueira e do Espinhaço). A altitude média municipal em Minas aproxima-se dos 685 m, acima do nível do mar. Já a superfície ocupada pelas terras com altitude entre 900 e 1500m em Minas Gerais é de aproximadamente 98 mil km<sup>2</sup>, identificando-se cinco unidades geomorfológicas em seu território descritas a seguir (AMBIENTEBRASIL, 2006).

O *Planalto Cristalino* estende-se na porção leste, sudeste e sul de Minas Gerais onde são formadas várias serras de importância como a da Mantiqueira, do Caparaó e de Aimorés. A altitude média apresentada nos trechos de planalto é de 800m decaindo em

direção a área da Zona da Mata (trecho mais baixo). Na porção nordeste e leste do Estado ocorrem depressões formando os vales dos rios Jequitinhonha e Doce.

A *Serra do Espinhaço* inicia-se na região central de Minas Gerais prolongando-se até o norte da Bahia. Seus terrenos são ricos em minérios (ferro, bauxita, manganês e ouro). A altitude média da Serra do Espinhaço gira em torno dos 1.300m.

A *Depressão do São Francisco* está localizada na porção centro-oeste de Minas Gerais, estendendo-se no sentido sul-norte. A altitude média atingida neste relevo decai de 700m (Espinhaço) para 500m (fronteira com a Bahia). No centro desta depressão corre o rio São Francisco.

O *Planalto do São Francisco* é formado por um conjunto de chapadões que apresentam relevo ondulado estando separados por vales, como por exemplo, os dos rios Paracatu e Urucuia. Serras como da Canastra e da Mata da Corda com altitudes médias de mil metros são representantes desta unidade.

O *Planalto do Paraná* possui altitude média de 600m sendo cortado por vários rios dentre eles o Prata, o Tijuco e o Araguari. Ocupa a região do Triângulo Mineiro (extremo oeste de Minas, fronteira com São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul). O ponto mais alto do Estado está na Serra do Caparaó com 2.889,80m, denominado Pico da Bandeira.

## **2.6 CLIMA**

Segundo informações reportadas do portal Ambientebrasil (2006), a Região Sudeste apresenta clima bastante diversificado no que diz respeito à temperatura, em função de três fatores principais: a posição latitudinal, a topografia acidentada e a influência dos sistemas de circulação. O clima do estado corresponde a uma faixa de transição entre climas quentes das baixas latitudes e os climas mesotérmicos das latitudes médias, predominando o clima tropical e tropical de altitude.

O clima Tropical ocorre nas regiões mais baixas (Zona da Mata, Depressão do São Francisco e Planalto cristalino - porção noroeste). A temperatura média varia entre 22 e 23°C com chuvas predominantes no verão e invernos secos. O índice pluviométrico médio chega a 1.300/1.400mm (sul) e 700/900 mm (norte).

Já o clima Tropical de Altitude ocorre nas regiões mais elevadas (Serras da Canastra, Espinhaço, Mantiqueira e sul do Estado), com temperaturas médias entre 17 e 20°C, onde as chuvas ultrapassam facilmente os 1.300mm anuais. Na Serra da Mantiqueira as chuvas ultrapassam 1.750 mm/ano e no alto do Itatiaia alcançam 2.398 mm/ano, sendo nos vales do Jequitinhonha e Doce cerca de 900 mm/ano (AMBIENTEBRASIL, 2006).

## **2.7 VEGETAÇÃO**

As diferentes formas de relevo e tipos de clima de Minas Gerais propiciam uma vegetação diversificada, tornando possível à existência de flora e fauna muito ricas. A vegetação caracteriza-se pela floresta tropical na maior parte, com faixa de cerrado a Noroeste do Estado. Na parte oeste de Minas Gerais, é possível encontrar o cerrado cobrindo uma grande área. O cerrado apresenta veredas, capões de matas, às vezes densas, tendo como elementos predominantes os arbustos e a vegetação rasteira (AMBIENTEBRASIL, 2006).

No norte do estado, na área semi-árida se encontra a caatinga, mata típica nordestina, constituindo formações vegetais caracterizadas por plantas espinhosas, galhos secos e poucas folhas (SENAC, 2006).

Na parte leste de Minas Gerais não se apresenta uma mata característica, mas alguns fragmentos remanescentes de Mata Atlântica. Segundo informações do Portal Descubraminas (2006), dados recentes demonstram que a área do Estado originalmente coberto pela Mata Atlântica encontra-se reduzida a 4% e que a situação do Cerrado também é crítica.

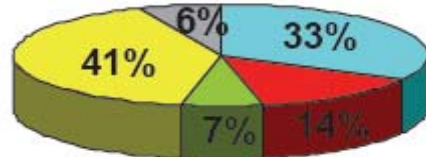
Na Serra da Mantiqueira, localizada ao sul do estado, nos pontos mais altos há ocorrência das Araucárias. Também na Serra do Espinhaço e Canastra os campos encontram-se nos pontos mais elevados, caracterizando-se por uma cobertura vegetal pobre, com predomínio da vegetação herbácea em que os arbustos são escassos e as árvores raras e isoladas (SENAC, 2006).

## **2.8 HIDROGRAFIA**

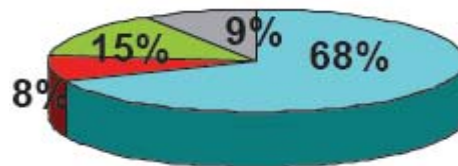
Cerca de 30% do território mineiro é ocupado por lagos e rios. Dentre os rios, destaca-se o São Francisco, cuja bacia drena 40% do território mineiro. Também são significativos os rios Jequitinhonha, Doce, Grande, Paranaíba, Mucuri e o Pardo (SENAC, 2002).

De acordo com o panorama das outorgas no estado (ORIENTAÇÕES PARA O USO DAS ÁGUAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2006), a distribuição do uso das águas nas bacias dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha, Paraíba e Grande, estão associados a vários fatores (Figura 4), os quais podem ser observados em percentuais descritos nos gráficos a seguir:

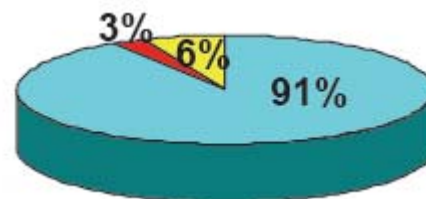
Bacia do Rio São Francisco



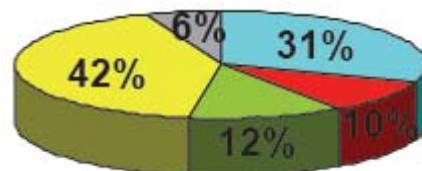
Bacia do Rio Doce



Bacia do Rio Jequitinhonha



Bacia do Rio Paraíba



Bacia do Rio Grande

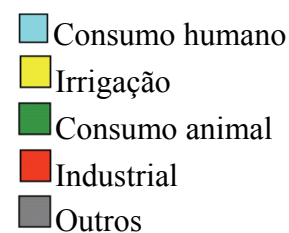
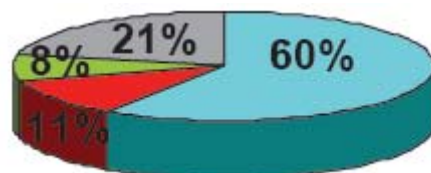


Figura 4: Utilização das águas nas bacias dos rios São Francisco, Doce, Jequitinhonha, Paraíba e Grande em Minas Gerais (Fonte: RAMOS, 2006).

Em Minas Gerais, estão estabelecidas as bacias hidrográficas São Francisco, Jequitinhonha, Doce, Grande, Paranaíba, Paraíba do Sul, Mucuri, Pardo, São Mateus, Jucuruçu, Itabapoana e Piracicaba (Figura 5). Dentre estas, destacam-se algumas características relacionadas a seguir.

A *bacia do São Francisco* possui extensão de 631.133 km<sup>2</sup>, que representa 7,5% do território nacional, é uma das mais importantes do país. Em Minas Gerais situa-se quase totalmente em áreas de planalto, entre altitudes que variam de 400 a 1000m (AMBIENTEBRASIL, 2006).

Seu principal rio, o São Francisco, nasce na Serra da Canastra em Minas Gerais, e deságua no Atlântico entre Sergipe e Alagoas. Corre no sentido geral sul-norte, interligando as duas regiões de mais antigo povoamento do país, o Nordeste e o Sudeste, sendo por isso denominado "rio da integração nacional". Embora seja um rio de planalto e atravesse longo trecho (curso médio) em região de clima semi-árido, é um rio navegável em um trecho de cerca de 2.000 km entre Pirapora e Juazeiro/Petrolina. A Bacia do São Francisco possui uma vazão média anual de 3.360m<sup>3</sup>/s, volume médio anual de 106Km<sup>3</sup> (AMBIENTEBRASIL, 2006).

Devido à sua extensão e aos diferentes ambientes percorridos, a bacia dividi-se em 4 unidades distintas: Alto São Francisco, Médio São Francisco, Sub-Médio São Francisco, e o Baixo São Francisco.

A *bacia hidrográfica do rio Doce* apresenta uma significativa extensão territorial, compreendendo uma área de drenagem de cerca de 83.400 km<sup>2</sup>, dos quais 86% pertencem ao Estado de Minas Gerais e 14% ao Estado do Espírito Santo. Limita-se ao sul com a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, a oeste com a bacia do rio São Francisco, e, em pequena extensão, com a do rio Grande. Ao norte, limita-se com a bacia dos rios Jequitinhonha e Mucuri e a noroeste com a bacia do rio São Mateus (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE, 2006).

O rio Doce, com uma extensão de 853 km, tem como formadores os rios Piranga e Carmo, cujas nascentes estão situadas nas encostas das serras da Mantiqueira e Espinhaço, onde as altitudes atingem cerca de 1.200 m. Seus principais afluentes são: pela margem esquerda os rios Piracicaba, Santo Antônio e Suaçuí Grande, em Minas Gerais, Pancas e São

José, no Espírito Santo; pela margem direita os rios Casca, Matipó, Caratinga-Cuieté e Manhuaçu, em Minas Gerais, e Guandu, no Espírito Santo.

Segundo informações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (2006), o rio Piranga é considerado o principal formador do rio Doce, que recebe este nome quando do encontro do rio Piranga com o rio do Carmo. O rio Piranga nasce nas serras da Mantiqueira e do Espinhaço, limites oeste e sul da bacia, no município de Ressaquinha, em Minas Gerais, e o rio do Carmo nasce no município de Ouro Preto.

A *bacia do rio Grande* pertence à bacia brasileira do rio Paraná. Possui uma área total de 143 mil km<sup>2</sup>. Destes, 86.500 km<sup>2</sup> localiza-se em Minas Gerais, o que equivale a 17,8% do território mineiro (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2002).

A bacia do rio Grande é responsável por cerca de 67% de toda a energia gerada no Estado mineiro. Os principais afluentes da bacia são: o rio Grande, que nasce na Serra da Mantiqueira em Bocaina de Minas; o rio Aiuruoca, cuja nascente fica em Itamonte; rio das Mortes, que nasce em Barbacena/Senhora dos Remédios; rio Jacaré, com a nascente em Serra do Galba em São Tiago; Sapucaí, cuja nascente fica na Serra da Mantiqueira, em São Paulo; e o rio Pardo, que nasce em Ipuíuna.

A *bacia do Rio Paraíba do Sul* drena aproximadamente 21.300 km<sup>2</sup> do território mineiro e possui área total de 57 mil km<sup>2</sup>. O rio Paraíba do Sul é o principal curso d'água da bacia. Ele nasce na Serra da Mantiqueira, em Antônio Carlos. Seus outros dois principais afluentes são os rios Pomba, que nasce em Barbacena, na Serra da Conceição; o rio Paraibuna, cuja nascente fica em Monte Carmelo; e o rio Muriaé, que nasce na Serra das Pedras (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2002).

A *bacia do rio Paranaíba* possui extensão de 222.771 km<sup>2</sup> e ela drena 12,2% do território mineiro, sendo responsável, juntamente com a bacia do rio Grande, por grande parte da energia elétrica gerada no Estado (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2002).

O Rio Paranaíba nasce na Serra da Mata da Corda limitando Minas Gerais de Mato Grosso do Sul e Goiás. Seus afluentes são os rios Araguari, que nasce na Serra da Canastra, em São Roque de Minas, e o rio Perdizes, cuja nascente fica em Monte Carmelo.

A *bacia do rio Jequinhonha* drena uma das regiões mais pobres de Minas Gerais, abrangendo 65.520 km<sup>2</sup> no Estado, o que equivale a 11,16% do território. Os principais rios desta bacia são: o rio Jequitinhonha, que nasce na Serra do Gavião (cadeia do Espinhaço, em Serro), e o rio Araçuaí, cuja nascente também fica na Serra do Gavião, em Rio Vermelho (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2002).

A *bacia do Mucuri* abrange uma área total de drenagem de 15.100 km<sup>2</sup>, dos quais 94,7% estão em terras mineiras. O rio Mucuri é formado pela junção dos rios Mucuri do Sul, que nasce em Malacacheta, e Mucuri do Norte, cuja nascente fica em Ladainha. Seus principais afluentes são os rios Todos os Santos e Pampã (ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE, 2002).



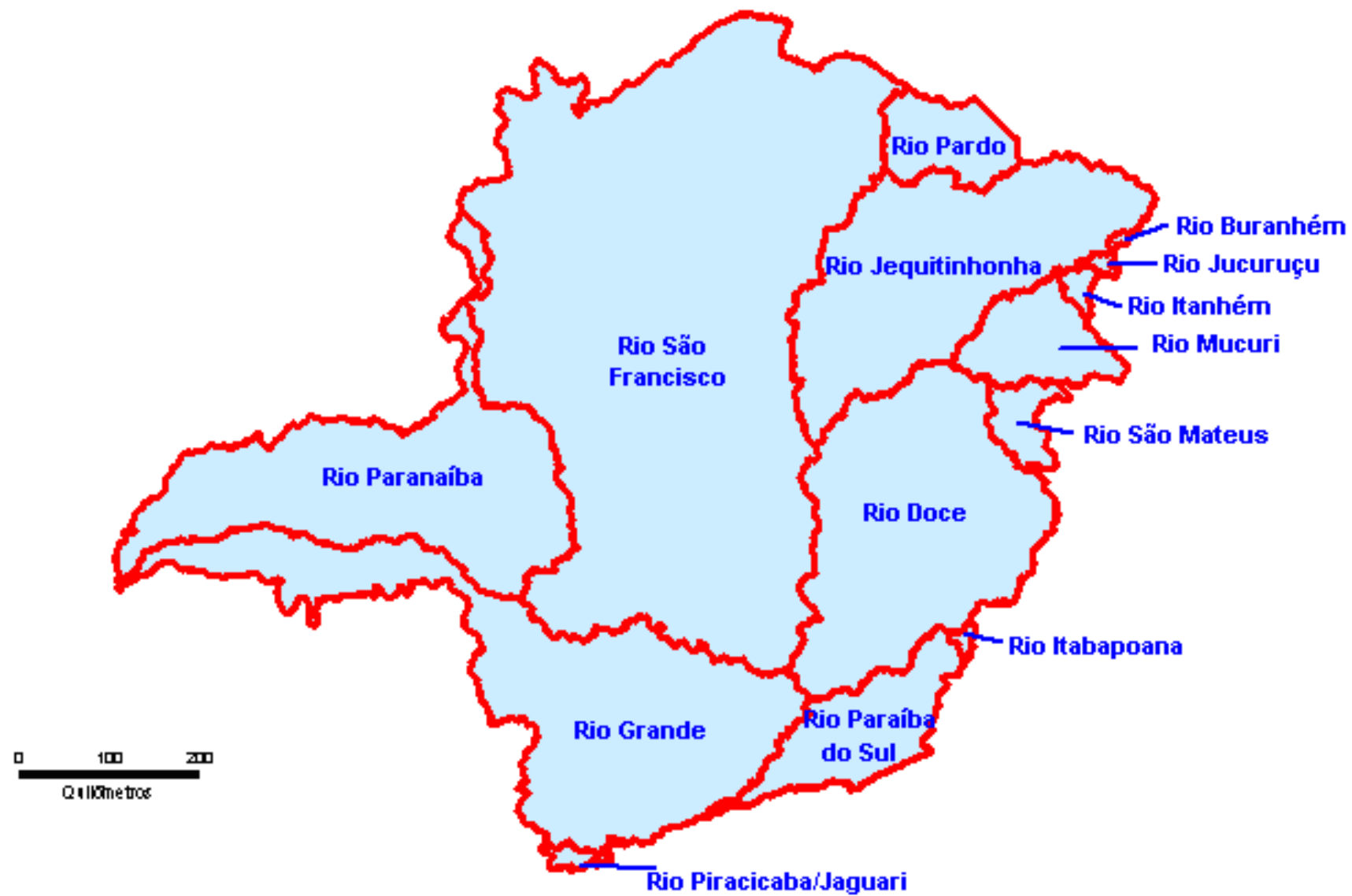


Figura 5: Bacias Hidrográficas do Estado de Minas Gerais (Fonte: Instituto Mineiro de Gestão de Águas, 2005).

## 2.9 ESTÂNCIAS HIDROMINERAIS

O Estado de Minas Gerais possui as mais importantes estâncias hidrominerais do país. Entre as principais cidades onde se encontram essas fontes naturais estão os municípios de São Lourenço, Caxambu e Poços de Caldas, todas, na região sul do Estado (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO, 2004).

A cidade de São Lourenço está a uma altitude de 874 metros e grande parte de sua área encontra-se ocupada pelo Parque das Águas, uma reserva na qual se encontram seis fontes diferentes de água mineral contendo magnésio, ácido carbônico, sais alcalinos, ferro e sulfa.

Caxambu é uma estação de águas termais e minerais onde podem ser encontrados vários tipos de fontes de água mineral.

Poços de Caldas, situada numa região montanhosa, está a 895 metros de altitude com temperaturas que variam entre 15° e 25° C, é a maior das cidades termais do Estado. Está localizada sobre a cratera de um vulcão extinto e suas águas chegam à superfície com temperaturas de 45° C.

Outras estâncias hidrominerais de relevante importância no Estado são Cambuquira, Lambari e Araxá (AMBIENTEBRASIL, 2006).

O município de Cambuquira está localizado a 316 km de Belo Horizonte. Em 1970 foi elevada, por lei, à categoria de estância hidromineral. O nome da cidade tem origem no idioma tupi-guarani e significa mato brotado ou broto de aboboreira, iguaria muito apreciada e comercializada pelos antigos moradores. Cambuquira conta com o Parque das Águas, que oferece águas alcalino-ferrosa e carbo-gasosas, ricas em minerais, em cinco diferentes fontes.

Em Lambari, a 345 km da capital, ficam as nascentes, descobertas por volta de 1800, de águas borbulhantes e de sabor especiais (levemente ácido), logo denominadas de Água Santa. Entre os principais atrativos turísticos da cidade está o parque das Águas, onde estão as fontes e as piscinas de água mineral.

No Alto Paranaíba, próxima ao Triângulo Mineiro, está localizado o município de Araxá, famoso pelas fontes de águas minerais sulfurosas ricas em bicarbonato, cálcio, magnésio e sódio.

Além das estâncias hidrominerais, Minas Gerais é considerado um dos maiores centros turísticos do Brasil. Apresenta variadas opções, tais como, parques florestais, grutas, e muitas cidades históricas, as quais guardam riquíssimas esculturas e obras de arte de séculos passados e cenários da época de Brasil Colônia (SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO, 2004).

## **2.10 RECURSOS MINERAIS**

Grandiosos são os recursos naturais em variedade e quantidade no solo e subsolo de Minas Gerais. Às pedras preciosas e semi-preciosas, bem como às águas minerais e termais, somam-se os minerais metálicos, explorados em larga escala. Na categoria dos não-metálicos, chamam a atenção, o calcário, amianto, caulim, fertilizantes fosfatados, quartzo, mica e grafita. Entre os metálicos, destacam-se jazidas dos minérios de ferro, manganês, bauxita, estanho, cromo, níquel, rutilo, zircônio, prata, platina (SENAC, 2002).

Tal é a riqueza mineral do estado, que o ouro vem sendo explorado desde os tempos coloniais assim como o minério de ferro que abastece os mercados interno e externo em tal proporção que, por muito tempo, irão manter-se expressivo na pauta de exportações de Minas e do Brasil (SENAC, 2006).

A existência de abundantes riquezas minerais na região deu origem ao nome do estado.

## CAPÍTULO 3

### GEOLOGIA DE MINAS GERAIS

Tendo em vista a complexidade do arcabouço geotectônico do Estado de Minas Gerais, optou-se por descrever sucintamente sua geologia regional, conforme apresentado pelo mapa geológico (Anexo A) com escala de 1: 1.500.000 e nota explicativa executado pela Companhia Mineradora de Minas Gerais - COMIG (1994).

Encontram-se representadas (Figura 6), as etapas de evolução das unidades geotectônicas de Minas Gerais baseados nos dados geofísicos e interpretações de Haraly & Hasui (1982) e Haraly *et al.* (1985).

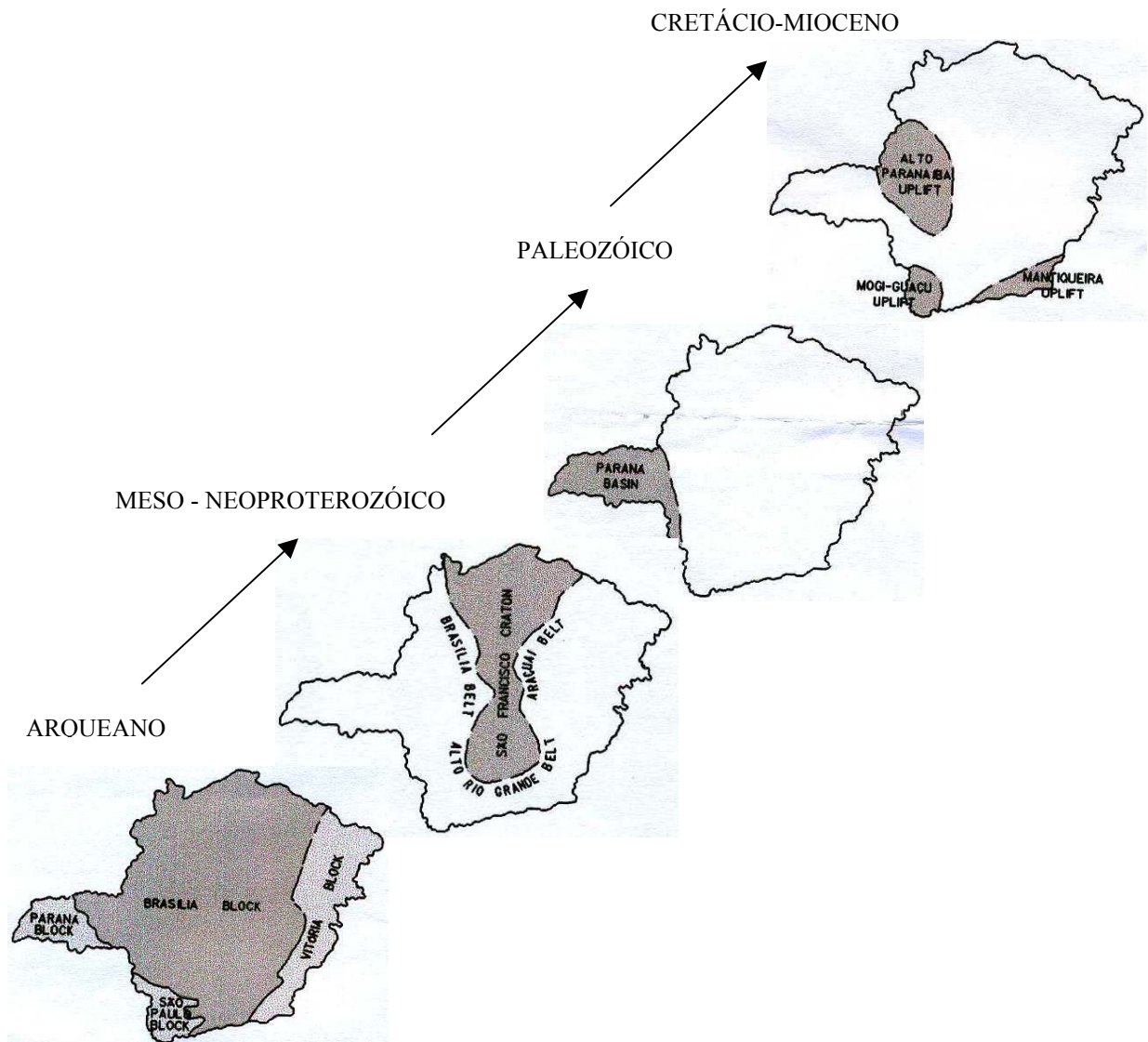


Figura 6: Evolução esquemática das unidades geotectônicas de Minas Gerais (Fonte: COMIG, 1994).

As descrições das unidades litoestratigráficas do mapa geológico de Minas Gerais supracitado encontram-se dispostas a seguir, das unidades mais antigas para as unidades mais novas.

### **3.1 UNIDADES DO ARQUEANO**

As unidades do Arqueano distribuem-se em três grandes blocos: São Paulo, Brasília e Vitória, descritos a seguir.

#### **3.1.1 Bloco São Paulo**

Grande parte das rochas exposta no Bloco São Paulo constitui o Cinturão de Alto Grau Alfenas (formado pelo Grupo Caconde e Complexo Varginha) e o Complexo Amparo.

➤ *Cinturão de Alto Grau Alfenas e Complexo Amparo.*

O Complexo Amparo, caracterizado por Wernick (1967) e Wernick & Artur (1983), engloba ortognaisses variados. Este complexo é uma unidade de evolução tectônica policíclica, que engloba rochas originadas no Arqueano (HASUI *et al.*, 1984; HASUI & OLIVEIRA, 1984).

O Grupo Caconde é constituído pelas seqüências supracrustais de alto grau embutidas no Complexo Varginha o qual é formado, essencialmente por ortognaisses (HASUI *et al.*, 1984; HASUI & OLIVEIRA, 1984). Os litotipos essenciais do Grupo Caconde são quartzitos (micáceos e/ou feudspáticos), micaxistos, quartzo-mica-xistos, metacalcários dolomíticos com níveis cálcio-silicáticos, formações ferríferas magnetíticas, gnaisses granatíferos, gnaisses kinzigíticos, anfíbolitos e metaultrabasitas.

O Complexo Varginha representa uma porção da crosta arqueana, retrabalhada durante eventos tectônicos mais jovens (HASUI & OLIVEIRA, 1984; FUCK *et al.*, 1993).

#### **3.1.2 Bloco Brasília**

Este bloco corresponde em parte ao Cráton do Paramirim que Almeida (1981) conceitua como uma vasta área de embasamento arqueano, limitada por cinturões móveis policíclicos cuja evolução teve início ainda no Arqueano, ou no Paleoproterozóico. Em sua maior extensão o Bloco Brasília é constituído por complexos gnáissico-granitóides e seqüências meta-vulcano-sedimentares do tipo *greenstone belt*.

➤ *Suíte Metamórfica São Bento dos Torres, Complexo Passa-tempo, Complexo Acaiaca.*

Estes terrenos representam complexos e suítes de alto grau metamórfico, de extensão restrita, em meio ao embasamento gnáissico do Bloco Brasília.

O Complexo Granulítico Acaiaca ocorre a leste do Quadrilátero Ferrífero. Está intercalado em gnaisses e migmatitos retrometamorfizados, de grau metamórfico mais baixo ( fácies anfíbolito), os quais constituem o embasamento do Quadrilátero Ferrífero. É constituído essencialmente, por ortognaisses granulíticos, gnaisses kinzigíticos e quartzitos com sillimanita e granada.

O Quadrilátero Ferrífero estende-se por uma área aproximada de 7.000 km<sup>2</sup>, na porção central do Estado de Minas Gerais. Segundo Dorr (1959), o Quadrilátero Ferrífero de Minas Gerais foi assim denominado por Gonzaga de Campos, devido aos vastos depósitos de minério de ferro que ocorrem numa área limitada aproximadamente pelas linhas que ligam Itabira, Rio Piracicaba, Mariana, Congonhas do Campo, Casa Branca e Itaúna. Constituí uma das áreas clássicas da Geologia Pré-Cambriana do mundo. Do ponto de vista geotectônico, o Quadrilátero Ferrífero está inserido na Província São Francisco, situando-se no extremo sul da área ocupada pelo Cráton de mesmo nome (ALMEIDA, 1977; ALMEIDA & HASSUY, 1984) e corresponde a um fragmento crustal polpado, em parte, da Orogênese Brasileira. As unidades litoestratigráficas que compõem o Quadrilátero Ferrífero são: o Embasamento Cristalino (Complexos Metamórficos), o Supergrupo Rio das Velhas, o Supergrupo Minas e o Grupo Itacolomi. Localmente são observadas bacias terciárias como Fonseca e Gandarela.

O Complexo Granulítico de Passa-Tempo é constituído por gnaisses charnokíticos e enderbíticos, granulitos finos, gnaisses kinzigíticos, localmente milonitizados e/ou migmatizados. Intercalações de rochas metamáficas são localmente abundantes.

A Suíte Metamórfica São Bento dos Torres é constituída por gnaisses de alto grau metamórfico, de composição variada (granulíticos, charnokíticos, enderbíticos e gabro-noríticos).

➤ *Complexos Campos Gerais, Barbacena, Belo Horizonte, Baçõ, Mantiqueira, Porteirinha e Guanhões.*

O Complexo Campos Gerais (CAVALCANT *et al.*, 1977) corresponde à porção do Complexo Barbacena que foi intensamente afetada pela tectônica transcorrente do Sistema Campo do Meio.

O Complexo Barbacena (BARBOSA, 1954; PLGB<sup>1</sup>, 1991) é considerado equivalente dos demais complexos granitóide-gnáissicos que constituem o embasamento do Bloco Brasília. São constituídos, predominantemente, por ortognaisses variados. Possui intercalações restritas de metassedimentos (quartzitos micáceos e/ou feldspáticos, micaxistos, rochas cálcio-silicáticas, gonditos, paragnaisses).

Os complexos Mantiqueira e Belo Horizonte parecem significar apenas regiões onde dominam termos granitóides e/ou gnaisses, sendo mais raras as intercalações de seqüências metassedimentares.

O Complexo Bação equivale cronologicamente, em parte, ao Complexo Barbacena, sendo constituído predominantemente por granitóides que apresentam, localmente, remobilizados mais novos (MACHADO *et al.*, 1989).

Os complexos Guanhães e Porteirinha correspondem ao embasamento da Faixa Araçuaí e do Supergrupo Espinhaço.

No Complexo Guanhães, as seqüências meta-vulcano-sedimentares e formações ferríferas encontram-se dispersas e tectonicamente esfarrapadas entre gnaisses e migmatitos graníticos, que sofreram metamorfismo e anatexia, policíclicos, até o Evento Brasileiro (MACHADO *et al.*, 1989; TEIXEIRA *et al.*, 1990).

O Complexo Porteirinha engloba, além de gnaisses bandados ou não e granitóides, corpos metamáfico-ultramáficos dispersos, localmente milonitizados.

➤ *Seqüência Metavulcano Sedimentar Fortaleza de Minas, Seqüência Metavulcano sedimentar Pium-Hi, Supergrupo Rio das Velhas, Complexo Gouveia, Supergrupo Rio Paraúna.*

A Seqüência Metavulcano-Sedimentar Fortaleza de Minas, ou Morro do Ferro (TEIXEIRA & DANNI, 1979) é constituída pelas unidades Morro do Níquel, basal e Morro

---

<sup>1</sup> PLGB: Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, DNPM-CPRM. Brasília, 1991.

do Ferro, no topo. Estas unidades são sucessões de derrames máficos-ultramáficos e sedimentos químicos associados, com sedimentação clástica subordinada.

O *greenstone belt* de Pium-Hi é uma mega seqüência metavulcano-sedimentar que segundo Schranck & Abreu (1990) subdividiram nos grupos Ribeirão Araras, Paciência e Lava-pés. Os três grupos apresentam entre si contatos tectônicos.

O Supergrupo Rio das Velhas estende-se no sentido noroeste do Quadrilátero Ferrífero, constituindo a faixa de metavulcanitos máficos e ultramáficos de Mateus Leme e a faixa dominada por derrames ácidos e intermediários do Sinclínio de Pitangui-Pequi, além de pacotes pertencentes ao Grupo Nova Lima (ROMANO, 1989; 1993). No sentido sudoeste do Quadrilátero, o supergrupo apresenta diversas faixas embutidas no embasamento granitóide-gnáissico.

No Quadrilátero Ferrífero, o Supergrupo Rio das Velhas subdivide-se, da base ao topo, nos grupos Quebra Osso (SCHORSCHER, 1978; INDA *et al.*, 1984) constituído por rochas metavulcânicas ultramáficas e máficas, de filiação komatiítica, com raras e delgadas intercalações de formações ferríferas e de metacherte; Grupo Nova Lima (DORR, 1969) que engloba metassedimentos pelíticos e psamíticos, metavulcanitos básicos a ácidos, formações ferríferas e manganezíferas, metacherte e raros dolomitos e conglomerados; e o Grupo Maquiné (DORR, 1969) que se encontra no topo do Supergrupo, o qual é constituído por metassedimentos detríticos (quartzitos, filitos, conglomerados).

O Complexo Gouveia constitui terrenos granito-*greenstone*, sobre os quais repousam as seqüências metavulcano-sedimentares do Supergrupo Rio Paraúna.

O Supergrupo Rio Paraúna possui área-tipo na porção central da Serra do Espinhaço Meridional, no anticlinório de Gouveia. Apresenta uma unidade metabásica/ultrabásica na base e uma metassedimentar no topo. Destacam-se intercalações de sedimentos químicos e rochas vulcânicas básicas e félsicas na unidade superior.

### **3.1.3 Bloco Vitória**

O Bloco Vitória é representado por terrenos de alto grau e complexos gnáissico-granitóides, adjacentes ao Bloco Brasília. Grande parte das rochas expostas neste bloco constitui o Cinturão de Alto Grau Atlântico.



➤ *Cinturão de Alto Grau Atlântico (Complexo Juiz de Fora e Complexo Paraíba do Sul).*

Os Terrenos de Alto Grau representam complexos e suítes de alto grau metamórfico, de extensão restrita, em meio ao embasamento gnáissico do Bloco Brasília. Podem representar lascas tectônicas da crosta inferior deste bloco.

O Complexo de Juiz de Fora se estende por toda a região leste do Estado, ao longo do Cinturão de Alto Grau Atlântico, constituindo os principais conjuntos litológicos desta unidade geotectônica. Nesta unidade englobam gnaisses de alto grau, granulitos, rochas da suíte charnockítica e rochas resultantes da transformação destes litotipos.

O Complexo Paraíba do Sul em Minas Gerais é constituído essencialmente por biotita gnaisses paraderivados, localmente migmatizados, com intercalações de gnaisses kinzigíticos, mármore, quartzitos impuros (feldspáticos e/ou micáceos e/ou sillimaníticos) e rochas cálcio-silicáticas com estruturas gnáissicas ou não.

➤ *Seqüência Metavulcano-sedimentar Cuité Velho.*

Trata-se de uma seqüência que engloba paragnaisses, formações ferríferas, anfíbolitos, metaultrabasitas, metadioritos e prováveis metachertes, em meio a granitóides (foliados ou não).

### **3.2 UNIDADES DO PROTEROZÓICO**

Esta unidade dividiu-se em três períodos: proterozóico inferior, médio e superior. As unidades geotectônicas que se estabeleceram nestes períodos geológicos são: as grandes bacias do Espinhaço e Uruçu de idade mesoproterozóico; o Cráton do São Francisco e suas faixas móveis marginais (Araçuaí, Alto Rio Grande, Brasília), de idade neoproterozóica.

#### **3.2.1 Proterozóico Inferior**

As unidades referidas compreendem seqüências metassedimentares e metavulcano-sedimentares, de baixo grau metamórfico, da cobertura do Bloco Brasília (associações de corpos granitóides e granitóide-gnáissico-migmatíticos) e no Bloco São Paulo (pequenas manchas de seqüência metavulcano-sedimentar).

- *Complexo Ressaquinha, Grupo Itapira, Grupo Dom Silvério, Seqüência Metavulcano-Sedimentar Riacho dos Macacos, Formação Serra Negra, Supergrupo Minas, Complexo Jequitinhonha e Granitóides.*

O Complexo Ressaquinha é considerado área do embasamento que está exposto na região centro-sul, constituído pelos complexos gnáissico-granitóide de médio grau metamórfico.

O Grupo Itapira é um pacote psamo-pelítico do Bloco São Paulo com rochas carbonáticas, manganésíferas e ferríferas, restritas. As pequenas faixas deste grupo aparecem esparsamente em meio aos gnaisses do Complexo Amparo, com estruturação interna e limites concordantes com a foliação deste complexo.

No Bloco Brasília, encravado no Complexo Mantiqueira, o Grupo Dom Silvério destaca-se por seus depósitos manganésíferos sendo considerado uma seqüência metavulcano-sedimentar, de idade e natureza indefinida.

A Seqüência Riacho dos Macacos trata-se de uma unidade metavulcano-sedimentar, constituída por micaxistos, orto-anfibolitos, talco-tremolita xistos e quartzo-plagioclásio-flogopita-xistos, tectonicamente alojada no Complexo Porteirinha.

Os quartzitos, quartzitos ferruginosos, micaxistos e possíveis formações ferríferas bandadas da região Serra Negra foram correlacionados ao Supergrupo Minas em função das suas feições litoestruturais, semelhantes às observadas na Serra da Serpentina perto de Conceição do Mato Dentro (COSTA & ROMANO, 1976; UHLEIN, 1991). A idade da Formação Serra Negra é incerta, mas suas relações estruturais indicam que a unidade é mais nova que o Complexo Guanhães e mais velha que o Supergrupo Espinhaço.

O Supergrupo Minas tem sua idade atribuída ao início do Proterozóico Inferior e está representado pelos grupos Caraça, Itabira e Piracicaba, de acordo com a subdivisão litoestratigráfica apresentada por Dorr (1969), no qual se organizam da base para o topo.

O Supergrupo Minas é recoberto em discordância pelos conglomerados, quartzitos e filitos do Grupo Itacolomi (que representa ambiente deposicional de leques aluviais, rios entrelaçados e planície de maré), correlacionado ao Supergrupo Espinhaço.

O Grupo Caraça, assentado em discordância angular sobre o Supergrupo Rio das Velhas, é constituído pelas formações Moeda (conglomerática, quartzítica e filítica) e Batatal (caracterizada por filitos frequentemente carbonosos).

O Grupo Itabira, em contato transicional com a Formação Batatal, é representado pelos itabiritos da Formação Cauê, que se interdigitam na sua porção superior com os dolomitos da Formação Gandarela.

O Grupo Piracicaba, ligeiramente discordante sobre as unidades do Grupo Itabira, é composto por uma sucessão de quartzitos, filitos ferruginosos, filitos com lentes dolomíticas, ortoquartzitos e filitos carbonosos denominados respectivamente, de formações Cercadinho, Fecho do Funil, Taboões e Barreiro.

O Complexo Jequitinhonha compreende apenas os xistos, quartzitos, anfíbolitos e rochas cálcio-silicáticas, que se encontra em manchas esparsas encravadas tectonicamente, ou assentando-se em discordância, no Complexo Juiz de Fora, no extremo nordeste do território mineiro.

Na borda sul do Bloco Brasília ocorre corpos granitóides gnaissificados em intensidades diversas que apresentam idades do Proterozóico Inferior. Em sua maior extensão, este bloco é constituído por complexos gnáissico-granitóides e seqüências meta-vulcano-sedimentares do tipo *greenstone belt*.

O Grupo Rio Doce situado no domínio oriental da Faixa Araçuaí e sotoposto a terrenos mais antigos do Cinturão Atlântico, foi descrito na região do Médio Rio Doce. É representado pelas formações João Pinto, Tumiritinga e São Tomé que corresponde ao importante pacote de biotita-muscovita xistos, com porções portando granada e plagioclásio.

O Grupo Rio Doce está complexamente deformado e metamorfozizado na fácies anfíbolito. Os contatos com o Complexo Juiz de Fora são falhados e as rochas do grupo organizam-se, na região a leste de Governador Valadares, como manchas irregulares e relativamente restritas. Como um todo, este grupo é uma mega seqüência predominantemente psamo-pelítica, sem termos conglomeráticos.

### 3.2.2 Proterozóico Médio

As unidades depositadas nas bacias Uruaçu e Espinhaço datam do período proterozóico médio. Ocorre na região oeste do Estado e apresentam-se deformadas e metamorfizadas pelo Evento Brasileiro na Faixa Brasília. Estas unidades compreendem as Formações Vazante e Paracatu e os grupos Canastra e Paranoá.

#### 3.2.2.1) Unidades da Bacia Uruaçu

A Bacia Uruaçu é representada por seqüências metassedimentares detríticas (Grupo Canastra e Formação Paracatu), ou com importante contribuição carbonática recifal (Formação Vazante), ou químico-detrítica (Grupo Paranoá). Esta bacia é relacionada à evolução de um rifte mesoproterozóico.

➤ *Formação Paracatu, Formação Vazante, Grupo Canastra, Grupo Paranoá.*

A Formação Paracatu (Almeida et al., 1967) representa um pacote de filitos, carbonosos ou não com intercalações de quartzitos (Freitas-Silva & Dardenne, 1992).

A Formação Vazante, definida por Dardenne (1978, 1979) na região de Lagamar-Vazante-Paracatu-Unai, constitui uma unidade geológica distinta do Grupo Bambuí, que é caracterizada por lentes de dolomitos estromatolíticos envolvidas por sedimentos pelíticos. Importantes depósitos de chumbo-zinco-fosfato estão associados a esta unidade dolomítica, tais como, Morro-Agudo (Pb-Zn), Vazante (Zn), Rocinha-Lagamar (fosfato).

O Grupo Canastra (BARBOSA *et al.*, 1970) é constituído por quartzitos, filitos e xistos. Este grupo representa uma mega-seqüência regressiva, cuja base é marcada por turbiditos areno-argilosos.

O Grupo Paranoá, caracterizado no Estado de Goiás segundo Dardenne (1978, 1979) e Dardenne & Faria (1986), tem seu prolongamento na região de Unai e na Serra de São Domingos, onde são representados por uma sucessão de quartzitos, arcósios, siltitos, dolomitos estromatolíticos, calcários e chertes, recobertos em discordância erosiva pelos sedimentos do Supergrupo São Francisco.

#### 3.2.2.2) Unidades da Bacia Espinhaço

A Bacia Espinhaço caracteriza-se como um rifte intracontinental. Exibe uma sucessão metavulcano-sedimentar basal (Grupo Diamantina), sobreposta pelo pacote de metassedimentos do Grupo conselheiro Mata.

➤ *Supergrupo Espinhaço (Grupo Diamantina e Grupo Conselheiro Mata).*

O Grupo Diamantina é constituído da base para o topo, pelas formações São João da Chapada, Sopa-Brumadinho e Galho do Miguel.

O Grupo Conselheiro Mata é constituído, da base para o topo, pelas formações Santa Rita, Córrego dos Borges, Córrego da Bandeira, Córrego Pereira e Formação Rio Pardo Grande.

Em discordância sobre o embasamento pré-Espinhaço, o supergrupo mostra um discreto vulcanismo félsico inicial, descontínuo ao longo da Serra do Espinhaço, seguido por sedimentação clástica fluvial de rios entrelaçados, culminando com a deposição de conglomerados diamantíferos, na forma de leques aluviais costeiros, associados à filitos, filitos hematíticos e níveis de brechas, também diamantíferas.

Por fim, uma sucessão de fácies arenosas e pelíticas caracterizam um ambiente marinho proximal, que culmina com a ocorrência de lentes dolomíticas. Este conjunto está recoberto em discordância erosiva pelos sedimentos glaciais do Grupo Macaúbas (Proterozóico Superior).

### **3.2.3 Proterozóico Superior**

Neste item são descritas as unidades litoestratigráficas neoproterozóicas que constituem coberturas do Cráton do São Francisco e aquelas que ocorrem nas faixas móveis Araçuaí, Alto Rio Grande e Brasília.

#### **3.2.3.1) Faixa Alto Rio Grande**

A Faixa Alto Rio Grande aparece no centro-sul do Estado e é representada pelo pacote de supracrustais enfeixado no Supergrupo Alto Rio Grande. Esse pacote compreende os grupos Andrelândia, a sul e São João Del Rei, a norte.

➤ *Grupo São João Del Rei e Grupo Andrelândia.*

O Grupo São João Del Rei foi dividido, da base para o topo, nas formações Tiradentes, constituída por quartzitos, metaconglomerados arcosianos, metassiltitos e metarcósios; Carandaí, composta por metadiamicctitos e metassedimentos psamo-pelíticos; e Prados, representada por filitos bandados e calcifilitos.

O Grupo Andrelândia possui quartzitos e quartzo-mica xistos basais, sobrepostos por micaxistos com granada, estauroлита, cianita e sillimanita; com intercalações de quartzitos, xistos feldspáticos, gnaisses, mármore e anfibolitos. Nas porções distais estes litotipos encontram-se migmatizados (TROUW, 1983; TROUW *et al.*, 1984,1986; HASUI *et al.*, 1984).

### 3.2.3.2) Faixa Brasília

As unidades neoproterozóicas desta faixa compreendem os grupos Araxá e Ibiá e a Formação Carmo do Rio Claro.

#### ➤ *Grupo Araxá, Grupo Ibiá e Formação Carmo do Rio Claro.*

A Formação Carmo do Rio Claro é constituída por metadiamicctitos, quartzitos, metagrauvas, metassiltitos, ardósias e filitos, que apresentam estratificação gradacional. Esta formação é tida como representante da Glaciação Jequitá no extremo sul da Faixa Brasília. Seus litotipos podem ser interpretados como depósitos de ambiente glácio-marinho proximal.

O Grupo Ibiá foi subdividido nas formações Cubatão, constituído por metadiamicctitos com intercalações de quartzito, e, Rio Verde na porção superior do grupo, composta pelos filitos calcíferos.

O Grupo Araxá representa uma pilha vulcano-sedimentar metamorfizada desde a fácies xisto-verde a fácies anfibolito. O vulcanismo associado à sedimentação é variado, indo desde anfibolitos de fundo oceânico até tufos e metavulcânicas ácido.

### 3.2.3.3) Cráton do São Francisco

O Cráton do São Francisco é limitado pelas faixas móveis desenvolvidas no Ciclo Brasileiro que correspondem (no território mineiro) ao segmento meridional da Faixa Brasília, à Faixa Alto Rio Grande e a Faixa Araçuaí.

O Cráton do São Francisco tem seu embasamento largamente exposto na porção sul, onde é representado por terrenos granito-*greenstone*. No restante de sua área aparecem coberturas sedimentares pré-cambrianas constituintes do Grupo Bambuí, da Formação Jequitaí e do Supergrupo Espinhaço, além de capeamentos fenerozóicos.

O Grupo Bambuí constitui a principal unidade no Cráton do São Francisco, pela sua grande extensão e pelas características relativamente constantes dos seus sedimentos.

➤ *Grupo Bambuí (Formação Jequitaí, Subgrupo Paraopeba e Formação Três Marias).*

A tectônica brasiliana, focada nas faixas móveis Araçuaí e Brasília, induziu expressiva deformação regional nas rochas do Grupo Bambuí, de tal modo que apenas uma faixa central em forma de ampulheta, foi poupada dos efeitos compressivos no território mineiro (ALKMIM *et al.*, 1993).

O Grupo Bambuí é representado por uma mega seqüência pelito-carbonatada (Subgrupo Paraopeba), que se depositou (após a Glaciação Jequitaí) em ambiente de plataforma carbonática isolada, anteriormente as seqüências siliciclásticas de seu topo (Formação Três Marias), depositadas em bacias de antepaís.

A Formação Jequitaí ocorre sotoposta ao Grupo Bambuí e se sobrepõe ao Supergrupo Espinhaço, ao Grupo Paranoá e ao embasamento granito-gnáissico do Cráton do São Francisco. Esta formação é constituída essencialmente por tilitos e diamictitos, aos quais se subordinam varvitos e arenitos.

Os litotipos conglomeráticos da Formação Jequitaí são interpretados como sedimentos glácio-terrestres, os varvitos como depósitos glácio-lacustres e os arenitos, eventualmente conglomeráticos, como sedimentos flúvio-glaciais (KARFUNKEL & HOPPE, 1988). A Glaciação Jequitaí representa um marcador de tempo do maior significado, em escala continental, no início do Proterozóico Superior.

As formações que compõem o Subgrupo Paraopeba, da base para o topo, são: Formação Sete Lagoas, caracterizada por uma seqüência carbonatada com termos pelíticos subordinados; Formação Serra de Santa Helena, composta por folhelhos sílticos, folhelhos, siltitos, margas e lentes esparsas de calcário preto; Formação Lagoa do Jacaré que representa um pacote de intercalações cíclicas de siltitos, margas, calcários pretos, fétidos e oolíticos a

pisolíticos e a Formação Serra da Saudade, constituída por siltitos verdetes (pelito verde), folhelhos e argilitos, com pequenas e esparsas intercalações lenticulares de calcário.

Recobrando em parte o Subgrupo Paraopeba ocorre a Formação Três Marias que é composta por arcósios, arenitos arcosianos, siltitos e intercalações conglomeráticas.

#### 3.2.3.4) Faixa Araçuaí

A Faixa Araçuaí constitui um cinturão de dobramentos e empurrões, estruturado sobre rochas dos grupos Macaúbas e Rio Doce, Supergrupo Espinhaço e de unidades mais antigas (complexos Guanhães, Gouveia, Juiz de Fora, Jequitinhonha, Mantiqueira, Porteirinha e unidades da porção oriental do Quadrilátero Ferrífero).

A Faixa Araçuaí é representada pelo Grupo Macaúbas. Este grupo aparece subdividido, da base para o topo, nas formações Terra Branca, que é composta por metadiamicritos; Formação Carbonita, que compreende os metassedimentos psamo-pelíticos (quartzitos, metassiltitos e filitos) rítmicos; e as Formações Salinas constituídas por extensa e monótona seqüência de quartzo-mica xistos bandados, com intercalações de quartzitos impuros, xistos calcíticos, lentes de metaconglomerados sustentados pelos seixos e lentes de metacalcários.

#### 3.2.3.5) Eopaleozóico/Proterozóico Superior

Neste item buscou-se distinguir os granitóides relacionados às faixas móveis neoproterozóica divididos nas categorias: granitóides tardi a pós-tectônicos, granitóides sintectônicos e complexos granitóides polidiapíricos.

Nos domínios tectônicos internos das faixas marginais ao Cráton do São Francisco, notadamente nas faixas Araçuaí e Brasília, encontram-se intrusões granitóides que podem atingir dimensões batolíticas. São reconhecidos granitóides, em sua maior parte de composição granítica a granodiorítica, sin- a pós-tectônicos com relação ao Evento Brasileiro.

Na Faixa Móvel Araçuaí ocorre biotita granitos, moscovitas granitos e granitos pegmatóides; os dois primeiros com fácies granodioríticas localizadas. Os moscovitas granitos (granitos a duas micas tendo mais moscovita que biotita) são fácies metassomatizadas, por alteração deutérica, da biotita granitos. Os granitos pegmatóides são fácies de cúpula, representando a cristalização dos líquidos magmáticos residuais (PEDROSA-SOARES *et al.*,



1987). Essas variedades de granitóides constituem corpos alcalinos, potássicos, de assinatura geoquímica e isotópica crustal, originadas por fusão parcial de crosta continental. Incluem os granitos entre Salinas e Coronel Murta, Araçuaí-Itinga (Rio Piauí) e Ribeirão da Folha-Cruzinha-Lambari (PEDROSA-SOARES *et al.*, 1992).

Outros granitóides provavelmente tardi a pós-tectônicos, do Ciclo Brasileiro, ocorrem na Faixa Araçuaí e Cinturão Atlântico.

Os granitóides sintectônicos e complexos granitóides polidiapíricos distribuem-se pelos cinturões Atlântico e Alfenas, pela porção nordeste da Faixa Araçuaí e ao longo do Grupo Araxá na Faixa Brasília.

### **3.3 UNIDADES DO PALEOZÓICO**

Os registros litológicos paleozóicos, no território mineiro, são expressos pelas seqüências sedimentares permo-carboníferas dos Grupos Tubarão e Santa Fé, da Formação Pouso Alegre e pelos granitóides neopaleozóicos encontrados nas Faixas Móveis Brasileiras.

A Formação Pouso Alegre (LEONARDOS *et al.*, 1971) compreende uma seqüência de sedimentos imaturos, preservados em áreas restritas do sudoeste do estado. É composta de arenitos, arcósios, conglomerados polimícticos, siltitos, argilitos e margas. Essas rochas acham-se falhadas e localmente dobradas. Esta seqüência é interpretada como base da Bacia do Paraná.

O Grupo Santa Fé consiste em diamictitos e arenitos, com pelitos subordinados, que repousam em discordância erosiva sobre arcóseos e siltitos da formação Três Marias (Grupo Bambuí). Os sedimentos deste grupo são interpretados por Dardene *et al.* (1990), Campos (1992) e Campos *et al.* (1992), como representantes de depósitos glaciogênicos continentais, com fácies flúvio-glaciais e glácio-lacustres associadas. A idade de sedimentação é denominada permo-carbonífera.

O Grupo Tubarão da bacia do Paraná é representado no sudoeste de Minas Gerais, pela Formação Aquidauana (PETRI & FÚLFARO, 1983). Esta unidade é constituída por conglomerados, arenitos, siltitos e folhelhos avermelhados, considerados como fácies flúvio-glaciais da extensa glaciação permo-carbonífera do Paleocontinente Gondwana.

### 3.4 UNIDADES DO MESOZÓICO

O Mesozóico é representado por seqüências sedimentares vulcânicas das bacias do Paraná e Alto Sanfranciscana, pelas suítes intrusivas alcalinas no oeste, sudoeste e sul do Estado e suítes kimberlítico-lamproíticas no oeste mineiro.

O pacote mesozóico da Bacia do Paraná está representado pela sucessão vulcano-sedimentar do Grupo São Bento e pelos sedimentos clásticos, vulcanoclásticos e carbonáticos do Grupo Bauru, que se encontram a oeste do Triângulo mineiro. A Bacia Alto Sanfranciscana engloba os grupos Areado e Mata da Corda e a Formação Urucuia, com extensas posições desde a região centro-oeste até o extremo norte do Estado.

#### 3.4.1 Cretáceo Inferior/Jurássico

No sudoeste do Estado e Triângulo Mineiro, o Grupo São Bento, constituído pelas Formações Botucatu (basal) e Serra Geral sobrepõe-se à Formação Aquidauana e ao embasamento pré-cambriano.

A Formação Botucatu é constituída por arenitos, em geral finos, com pouca matriz e elevado grau de arredondamento. A Formação Serra geral é predominantemente, constituído por derrames basálticos que, está sobreposto aos arenitos da Formação Botucatu. A maior parte deste vulcanismo de bacia, intracontinental situa-se desde o limiar Jurássico Superior / Cretáceo Inferior até o final deste último período.

#### 3.4.2 Cretáceo Superior

As unidades cretáceas da Bacia do Paraná, em Minas Gerais, ocorrem no Triângulo Mineiro e sudoeste do Estado e são representadas pelo Grupo Bauru e a parte superior do Grupo São Bento.

O Grupo Bauru foi subdividido na Formação Uberaba na base e Formação Marília no topo. A primeira é constituída por leques aluviais conglomeráticos, depositados de leste para oeste (SUGUIO *et al.*, 1979), contendo fragmento de rochas ígneas alcalinas e detritos do embasamento pré-cambriano. Já a Formação Marília, é caracterizada por fácies de calcários lacustrinos e calcretes na base, com arenitos e conglomerados calcíferos na parte superior (ALMEIDA & BARBOSA, 1953). Esta ocorre no Triângulo Mineiro, ao contrario da Formação Uberaba que aparece em manchas localizadas.

Segundo Ulbrich & Gomes (1981), as suítes alcalinas do estado, enquadra-se em três associações litológicas. Poços de Caldas apresenta associação sienítica subsaturada, fortemente alcalina, tendo como rochas dominantes sienitos alcalinos fonólitos e tinguitos; Araxá, Tapira, Serra Negra e Salitre mostram associação máfica a ultramáfica, muito complexa, álcoli-saturada a peralcalina, tendo glimmeritos, carbonatitos, dunitos, peridotitos e piroxenitos, como rochas importantes ou dominantes; Itatiaia e Passa Quatro, tendo associação granito alcalino-sienito alcalino.

Na Bacia Alto Sanfranciscana a sucessão de rochas cretácicas (da base para o topo) é composta pela Formação Urucuia, Grupo Mata da Corda e Grupo Areado.

O Grupo Mata da Corda (LADEIRA & BRITO, 1968) foi subdividido, da base para o topo, nas formações Patos e Capacete. Segundo Hasui (1969), a Formação Patos é representada por derrames, brechas, lapilitos, tufo e cineritos máficos e ultramáficos. Sua base é denominada por rochas piroclásticas, enquanto em seu topo acumulam-se derrames alcalinos (SEER *et al.*, 1989). A Formação Capacete é constituída por arenitos cineríticos, localmente conglomeráticos, com cimento carbonático (LADEIRA *et al.*, 1989). Esta formação é equivalente da Formação Uberaba da Bacia do Paraná.

O Grupo Mata da Corda ocorre somente na região oeste de Minas Gerais e está associado ao desenvolvimento da ampla zona de arqueamento, denominado Soerguimento do Alto Paranaíba, que condiciona a distribuição do vulcanismo máfico-ultramáfico alcalino, das intrusões alcalinas, carbonáticas e kimberlíticas (HASUI & HARALYI, 1991).

A Formação Urucuia, assim denominado por Costa *et al.* (1976), é constituída por um pacote de arenitos bem selecionados que têm, na base, conglomerados monomíticos com seixos de quartzo ou quartzito e arenitos argilosos. A unidade distribui-se amplamente entre os rios Paracatu e Urucuia. Estratificações cruzadas acanaladas de grande porte indicam ambiente de deposição fluvial.

Segundo Hasui (1969), a denominação formal do Grupo Areado é a sucessão sedimentar subdividida, da base para o topo, nas formações Abaeté (composta por conglomerados e arenitos fluviais, sendo que o ambiente de sedimentação é interpretado como leques aluviais e sistema de rios entrelaçados), Quiricó (representada por siltitos e argilitos esverdeados, com níveis betuminosos arenosos e carbonáticos,ossilíferos) e Formação Três

Barras (constituída por arenitos calcíferos e conglomeráticos, siltitos, argilitos e folhelhos). Esta unidade interdigita-se lateralmente e sobrepõem-se as formações Abaeté e Quiricó.

### **3.5 UNIDADES DO CENOZÓICO**

Como unidades cenozóicas foram distinguidas aquelas do Quaternário (aluviões e coluviões) e do Terciário (Formação São Domingos e Formação Fonseca) e coberturas de idade duvidosa, em amplas superfícies de aplainamento denominadas como Terciário/Quaternário.

#### **3.5.1 Terciário**

Nas pequenas bacias do Gandarela e Fonseca, assentadas sobre rochas pré-cambrianas do Quadrilátero Ferrífero, ocorrem os pacotes sedimentares detríticos com camadas orgânicas da Formação Fonseca (FONSECA *et al.*, 1979). Trata-se de uma sucessão de arenitos argilosos e lamitos arenosos, intercalados com camadas de argilitos, folhelho orgânico e linhito de grau de pureza muito variável. Localmente, ocorrem camadas pouco espessas de arenito ferruginoso e brechas intraformacionais argilosas.

A Formação São Domingos (Médio Jequitinhonha), é constituída por sedimentos semiconsolidados, grosseiramente estratificada, de atitude horizontal, predominantemente pelítico-psamíticos, que apresentam horizontes delgados de conglomerados. Os sedimentos dominantes são compostos clastos de areia quartzosa, em meio a proporções muito variadas de matriz caolínica e/ou síltica. Esta formação ocorre no nordeste de Minas Gerais, onde está exposta nas encostas e entalhes de chapadas de extensões variáveis. Seus sedimentos depositaram-se sobre tratos abatidos da Superfície Sul-Americana.

#### **3.5.2 Terciário/Quaternário**

As coberturas detríticas cenozóicas de idade indiscriminada (quaternário/terciário), tratam-se de eluviões e coluviões eventualmente associados a sedimentos aluvionares de canais suspensos, que se apresentam em graus variados de laterização. Couraças ferruginosas localizadas denunciam sítios intensamente laterizados, que protegem as superfícies de aplainamento da erosão atual.

### 3.5.3 Quaternário

O Quaternário é constituído por depósitos sedimentares detríticos, inconsolidados, acumulados nos vales dos grandes cursos d'água, em encostas atuais e pré-atuais e em superfícies de erosão mais novas que a Superfície Sul-Americana (KING, 1956). São eluviões e coluviões relacionados com a esculturação do relevo atual que apresentam feições neotectônicas (SAADI, 1991).

Os sedimentos aluvionares são representados por areias, cascalhos, siltes, argilosos e termos mistos, com ou sem contribuições orgânicas, depositadas em ambiente fluvial, ao longo de calhas, planícies de inundação e terraços. As coberturas coluvionares são constituídas por areias silto-argilosas, com grânulos e seixos, em geral de quartzo, quartzito e canga limonítica, tendo cascalheira ou linha de seixos na base. Recobrem encostas resultantes da morfogênese atual e pré-atual.

## CAPÍTULO 4

### SISTEMAS AQUÍFEROS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Os aquíferos desempenham duas importantes funções: armazenamento e transmissão de água. Dessa forma, as formações aquíferas atuam como reservatórios e condutores. Os interstícios e poros do meio funcionam como uma rede de pequenos canais além de possibilitarem a acumulação de água.

Os tipos de aquíferos podem ser reunidos segundo a porosidade, em porosos (rochas sedimentares), fissurados (rochas fraturadas), cársticos (rochas carbonáticas submetidas a processos de dissolução cárstica) e cárstico-fissurais (rochas carbonáticas com fraturas e com dissolução cárstica).

Todos os fenômenos relacionados com a circulação e com o armazenamento das águas subterrâneas, assim como as características quantitativas e qualitativas desse recurso, são dependentes das condições geológicas de cada local ou formação aquífera.

No Brasil, as águas subterrâneas ocupam diferentes tipos de reservatórios desde zonas fraturadas do embasamento cristalino até depósitos sedimentares cenozóicos (SOUZA, 1995).

Segundo Leal (2004), o sistema aquífero predominante no Brasil é o fissural, que ocupa uma área de cerca de 4.600.000 km<sup>2</sup>, correspondente a 53,8% do território nacional. Compreende as províncias hidrogeológicas dos escudos Setentrional (região Norte), Central (regiões Norte e Centro-Oeste), Oriental (regiões Nordeste e Sudoeste) e Meridional (região Sul).

A região Sudeste apresenta grande variedade de condições de armazenamento de água em virtude das características hidrogeológicas de seu substrato geológico. As rochas cristalinas e as formações inferiores da bacia sedimentar do Paraná constituem sistemas aquíferos pobres, mas que, devido às suas condições de ocorrência e localização, são intensamente aproveitados (LEAL, 2004).

No Brasil, os sistemas aquíferos Botucatu, da província hidrogeológica do Paraná, e Bambuí e Urucuia, da província do São Francisco, são os mais importantes em termos de potencialidades (PEDROSA & CAETANO, 2002).

A província hidrogeológica do Paraná ocupa cerca de 60% do estado de São Paulo e a quase totalidade da região do Triângulo Mineiro. O principal sistema aquífero é o Botucatu-Pirambóia, que se estende na região Sudeste por uma área de 207.000km<sup>2</sup>, com espessura média de 300m, podendo ultrapassar os 800m na parte confinada. O sistema mergulha para as regiões centrais da bacia, na maior parte, confinado pelos basaltos da formação Serra Geral, podendo atingir profundidade de mais de 1.500m (LEAL, 2004).

Segundo Leal (2004), recentemente, dois poços perfurados pela COPASA-MG, no Triângulo Mineiro, alcançaram as profundidades de 602m (Uberaba) e 1.160m (Frutal); o primeiro, definindo uma espessura do sistema, no local, de 80m; o segundo, penetrando 170m do Botucatu.

Tendo em vista a heterogeneidade de dados, os sistemas aquíferos do Brasil, apresentam vantagens quanto à conotação geográfica e a coerência hidrogeológica no que tange à gênese e comportamento dos mesmos (FEITOSA & FILHO, 1997).

Adotou-se neste estudo, a descrição dos sistemas aquíferos no Estado de Minas Gerais elaborado por Souza (1995), cuja distribuição espacial encontra-se na Figura 7.

Vale ressaltar que algumas definições geológicas apresentadas nos sistemas aquíferos descritas por Souza (1995), estão desatualizadas em relação à exposição baseada na nota explicativa da COMIG (Capítulo 3), a qual aborda descrições geológicas mais recentes.

Foram adotados dois níveis de unidades espaciais de agrupamento: as Unidades Aquíferas e os Sistemas Aquíferos. A denominação de unidades aquíferas foi utilizada para caracterizar a ocorrência de um ou dois tipos predominantes bem definidos de rocha portadoras de água, associadamente a uma unidade geológica específica. Já o termo Sistema Aquífero foi utilizado para referenciar um conjunto de unidades aquíferas com litologias predominantes afins e comportamento hidrogeológicos semelhantes (SOUZA, 1995).

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos principais Sistemas Aquíferos identificados no Estado com suas respectivas caracterizações.

Tabela 1: Quadro-resumo dos principais Sistemas Aquíferos de Minas Gerais

<b>SISTEMA AQUÍFERO</b>	<b>UNIDADES AQUÍFERAS INTEGRANTES (caracterização)</b>	<b>PERÍODO</b>
<b>1) Aluvial</b>	Areias dos depósitos Aluviais Cascalhos dos depósitos Aluviais	Quaternário
<b>2) Cobertura Detrítica e Manto de Alteração</b>	Argilas; Areias; Siltos	Terciário – Quaternário
<b>3) Arenítico</b>	Argilas da Formação Mata da Corda Argilitos da Formação Areado Arenitos da Formação Itararé do Carbonífero Arenitos da Formação Botucatu do Jurássico-Cretáceo Arenitos da Formação Areado Arenitos da Formação Bauru Arenitos da Formação Mata da Corda Arenitos da Formação Urucuia	Cretáceo
<b>4) Carbonático</b>	Calcários do Grupo Bambuí Calcários do Grupo São João Del Rei	Proterozóico Superior
<b>5) Pelítico –Carbonático</b>	Calcários e Ardósias Intercalados do Grupo Bambuí Calcários e Siltitos Intercalados do Grupo Bambuí	Proterozóico Superior
<b>6) Basáltico</b>	Basaltos da Formação Serra Geral	Jurássico – Cretáceo
<b>7) Pelítico</b>	Ardósias do Grupo Bambuí Argilitos do Grupo Bambuí Siltitos do Grupo Bambuí	Paleozóico
<b>8) Quartzítico</b>	Quartzitos e Filitos Intercalados do Grupo Araxá-Andrelândia- Canstra Quartzitos do Grupo Araxá-Andrelândia-Canastra Quartzitos do Grupo Bambuí e do Grupo Macaúbas Quartzitos do Supergrupo Espinhaço Quartzitos da Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos Quartzitos da Associação Gnaisses-Granitos Diversos Quartzitos da Associação Charnockítica Quartzitos do Supergrupo Minas Quartzitos do Grupo Rio das Velhas Quartzitos do Grupo São João Del Rei	Proterozóico



<p><b>9) Xistoso</b></p>	<p>Filitos do Grupo Bambuí  Filitos do Grupo Macaúbas  Filitos do Grupo Rio das Velhas  Filitos do Supergrupo Minas  Filitos e Quartzitos Intercalados do Supergrupo Minas  Xistos do Grupo Araxá-Andrelândia-Canstra  Xistos do Supergrupo Espinhaço  Xistos do Grupo Macaúbas  Xistos da Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos  Xistos da Associação Gnaisses-Granitos Diversos  Xistos do Supergrupo Minas  Xistos do Grupo Rio das Velhas  Xistos do Grupo São João Del Rei  Xistos e Quartzitos Intercalados do Supergrupo Espinhaço  Xistos e Quartzitos Intercalados do Supergrupo Minas</p>	<p>Proterozóico</p>
<p><b>10) Gnáissico –Granítico</b></p>	<p>Gnaisses do Grupo Araxá-Andrelândia-Canstra  Gnaisses da Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos  Gnaisses da Associação Gnaisses-Granitos Diversos  Gnaisses do Grupo Rio das Velhas  Gnaisses da Associação Varginha-Guaxupé  Gnaisses da Associação Charnockítica  Granitos do Grupo Araxá-Andrelândia-Canstra  Granitos do Pré-cambriano Indiferenciado  Granitos da Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos  Granitos Associação Gnaisses-Granitos Diversos  Granitos da Associação Varginha-Guaxupé  Granitos da Associação Charnockítica  Migmatitos da Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos  Migmatitos da Associação Gnaisses-Granitos Diversos  Migmatitos da Associação Varginha-Guaxupé  Migmatitos da Associação Charnockítica  Pegmatitos da Associação Gnaisses-Granitos Diversos  Pegmatitos da Associação Varginha-Guaxupé  Pegmatitos da Associação Charnockítica</p>	<p>Arqueano /  Proterozóico  Inferior</p>

Fonte: Baseado nos dados da HIDROSSISTEMAS (1995).

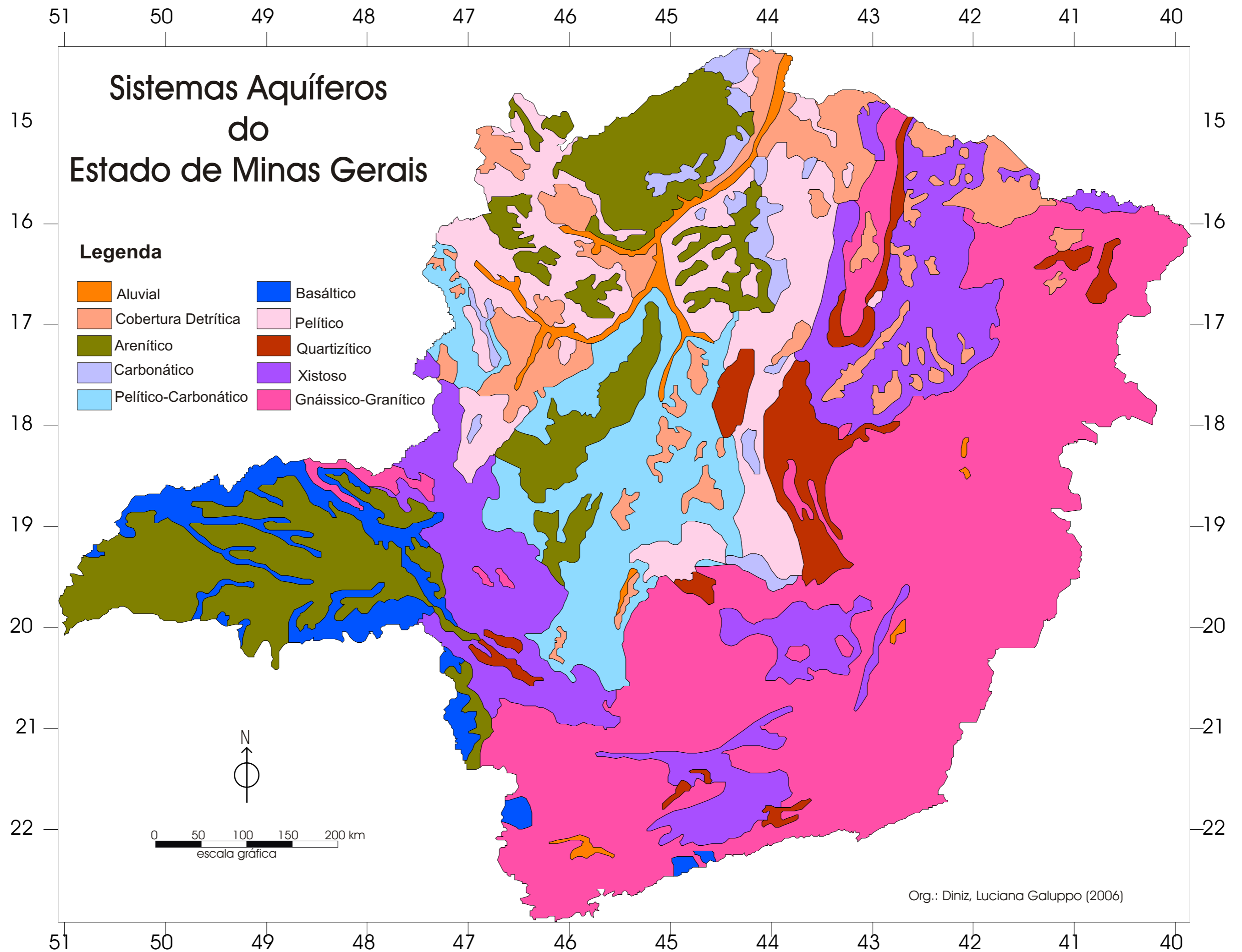


Figura 07: Mapa dos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais. (Baseado em fontes do IGAM, 2006).

As unidades aquíferas com ocorrências identificadas no Estado foram reunidas, por agregação, em dez sistemas aquíferos distintos. Apresentam-se a seguir uma síntese das composições e das áreas de ocorrência desses sistemas aquíferos.

#### **4.1 SISTEMA ALUVIAL**

O Sistema Aluvial é constituído por aquíferos existentes nos sedimentos aluviais ou depósitos recentes, distribuídos ao longo das calhas dos cursos de água, dos terraços e das planícies de inundação. Junto às calhas fluviais, vales abandonados e paleocanais predominam, em geral, areias grossas e cascalhos. Nas planícies de inundação, predominam areia fina, os silte e argila.

Embora de ocorrência generalizada em todo o estado, apresentam-se mais desenvolvidos e espessos nos vales dos: rio Doce e São Francisco.

#### **4.2 SISTEMA DE COBERTURA DETRÍTICA**

O Sistema de Cobertura Detrítica inclui os depósitos no manto de alteração e agrega todos os níveis aquíferos superficiais que ocorrem associados aos saprólitos, elúvios e colúvios e os aquíferos de cobertura de idade terciária ou quaternária.

Os primeiros, saprólitos, elúvios e colúvios, ocorrem de maneira generalizada no espaço territorial e apresentam espessuras bastante variáveis. São constituídos, em geral, por materiais muito heterogêneos que dependem da natureza da rocha de origem e do regime pluviométrico.

Já os depósitos de cobertura, são correlacionados a uma fase de peneplanização ou pediplanação que marca o estágio final de ciclos erosivos dos períodos terciário e quaternário. Constitui, normalmente, superfícies de aplainamento que se projetam no relevo, com altitudes variando entre 500m e 1400m, conformando platôs, chapadas ou pediplanos, com rebordos freqüentemente bem marcados, pelo retrabalhamento erosivo atual. São constituídos por sedimentos arenosos ou argilosos, ou ainda, com níveis de cascalheiras basais.

Localmente, podem apresentar-se laterizados, dando origem à formação de crostas superficiais de limonita ou níveis de canga. São aquíferos geralmente pouco espessos, cuja base é representada pelo contato com o substrato rochoso subjacente. Os aquíferos deste

sistema ocorrem, em perímetros mais extensos, na região norte do estado e nos trechos superiores das bacias dos rios Paracatu e Urucuia.

### **4.3 SISTEMA ARENÍTICO**

O Sistema Arenítico inclui todos os armazenamentos subterrâneos associados aos sedimentos do Cretáceo da Bacia do Rio São Francisco, localizados na região norte do estado e aos depósitos paleozóicos e mesozóicos da bacia do rio Paraná, situados na região do Triângulo Mineiro. Embora os aquíferos deste Sistema apresentem sempre a característica comum de ocorrência em rochas areníticas, existem diferenciações acentuadas entre eles por conta das variações de fácies e do caráter litológico das diversas formações a que estão associados.

Na bacia do rio São Francisco, este Sistema é representado pelas Formações Urucuia, Mata da Corda e Areado, todas de idade cretácea. Esses sedimentos, devido à sua disposição tabular, apresentam superfície profundamente retalhada com seccionamento dos domínios de acumulação, que facilita o rápido retorno das águas à superfície como escoamento de base dos rios.

A Formação Urucuia é essencialmente arenosa com arenitos de granulometria fina a grosseira, níveis friáveis a duros e diaclasados, silicificados, com grãos subangulosos a arredondados e com estratificações laminares e cruzadas.

A Formação Mata da Corda é composta por uma seqüência vulcano-sedimentar, com ocorrência de tufitos, arenitos e conglomerados, com matriz apresentando grande quantidade de cinzas vulcânicas. Segundo a descrição constante do diagnóstico ambiental do Estado de Minas Gerais, esta unidade apresenta estruturas decorrentes de acumulação de piroclastos e cinzas vulcânicas, associadas, em parte, a estruturas sedimentares clásticas.

A Formação Areado, por sua vez, é dividida em três unidades constituintes. A inferior é constituída por folhelhos, siltitos, e argilitos, com finas intercalações de lâminas de calcita e arenito calcífero. A unidade intermediária é caracterizada por arenitos avermelhados de granulometria fina e média, matriz argilosa com seixos esparsos de quartzito, arenito, e siltito, e representa o principal aquífero da formação. A unidade superior compreende arenitos finos argilosos, passando a siltitos argilosos, micáceos e calcíferos.

Na bacia do Paraná, o Sistema Arenítico engloba as Formações Bauru, do Cretáceo (representada por arenitos, arenitos cineríticos, lentes de calcários, siltitos e argilitos), Botucatu, do Jurássico-Cretáceo (constituída por arenitos bem selecionados, de granulometria fina a média, grãos foscos e com estratificação cruzada de grande porte), e ainda, a Formação Itararé (leste do Estado do Paraná) do Carbonífero e com área de ocorrência bem restrita no estado (constituída de arenitos de granulometria variável, muito finos a conglomeráticos, e com ocorrência freqüente de bolas de argila).

#### **4.4 SISTEMA CARBONÁTICO**

O Sistema Carbonático congrega os aquíferos em meio estritamente cárstico, ou seja, aqueles onde o armazenamento ocorre em rochas calcárias e dolomíticas, e no qual a capacidade de acumulação e circulação da água é condicionada pela presença de cavidades de dissolução e de fraturas alojadas. Este Sistema é representado por calcários e dolomitos dos Grupos Bambuí e São João Del Rei, sendo que este último ocorre apenas limitadamente no estado.

No Grupo Bambuí, os calcários estão inseridos na Formação Paraopeba, que é constituída, também, por margas, ardósias, siltitos, argilitos, quartzitos e arcósios. Nessas ocorrências, pode ser observada uma progressiva predominância da fácies carbonáticas em direção ao norte do estado.

Este sistema ocorre também na região Noroeste do estado e, limitadamente, ao norte da região metropolitana de Belo Horizonte. Os calcários do Complexo Belo Horizonte, são normalmente duros, compactos, de granulação fina e coloração cinza escura ou preta, com estratificação plano-paralela fina ou em bancos espessos. Os calcários dolomíticos apresentam em determinados locais, transições laterais silexitos, com estruturas estromatolíticas e com intercalações lenticulares de brechas, com fragmentos do próprio calcáreo.

#### **4.5 SISTEMA PELÍTICO-CARBONÁTICO**

O Sistema Pelítico-Carbonático é caracterizado como de meio cárstico-fissurado, são representados pelas litologias pertencentes às Formações Paraopeba e Três Marias, do Grupo Bambuí, onde predominam intercalações de calcários e ardósias ou de calcários e siltitos. Em perímetros menores, essas formações podem apresentar zonas com calcários puros, ardósias ou ainda siltitos e quartzitos. As principais ocorrências mapeadas para este

sistema localizam-se na porção superior da Bacia do São Francisco, a montante da foz do rio Paracatu.

Segundo Leal (2004), o sistema cárstico-fissural representado pelo Grupo Bambuí, reúne rochas calcárias e dolomíticas escuras, associadas aos níveis clásticos diversos, que, caracterizado por formas de dissolução cárstica (dolinas, sumidouros, cavernas) associadas às fraturas, possibilitam a formação de grandes reservatórios.

#### **4.6 SISTEMA BASÁLTICO**

O Sistema Basáltico, que agrega, também, as rochas alcalinas do Cretáceo, caracteriza-se como sendo de meio fissurado.

A litologia dominante desse sistema corresponde às rochas basálticas pertencentes à Formação Serra Geral, localizadas, basicamente, na região do Triângulo Mineiro, oeste do estado. Essas rochas têm os seus afloramentos quase que exclusivamente restritos às áreas dissecadas pelos cursos d'água de maior porte, como os rios Grande, Araguari e Paranaíba.

A Formação Serra Geral, de idade jurássico-cretácea, é constituída por uma seqüência basáltica com arenitos intercalados, e apresentam a olivina, o piroxênio, o plagioclásio e o quartzo com os seus constituintes mineralógicos principais. Este sistema aquífero ocorre sobre o Botucatu por uma área de cerca de 155.000 km<sup>2</sup>, ora aflorando ora recoberto pelos aquíferos Bauru e Caiuá; o primeiro com predominância de arenitos finos e o segundo constituído de clásticos de granulação variando de fina a grossa.

#### **4.7 SISTEMA PELÍTICO**

O Sistema Pelítico é também caracterizado como de meio fissurado, agrega os armazenamentos em rocha pelíticas e psamíticas. Estas são representadas pelos litossomas pertencentes, principalmente, às Formações Paraopeba, Três Marias e, subordinadamente à Formação Paranoá, do Grupo Bambuí. São constituídas por ardósias, siltitos, arcósios e finas intercalações de arenitos, margas e calcário.

As principais ocorrências mapeadas para este Sistema localizam-se na banda oriental da bacia do Rio São Francisco, especialmente, junto ao Supergrupo Espinhaço, e em boa extensão das bacias dos Rios Paracatu e Urucuia.

#### 4.8 SISTEMA QUARTZÍTICO

O Sistema Quartzítico ocorre em várias regiões do estado e inclui armazenamentos em rochas quartzíticas associadas a um variado conjunto de unidades geológicas. Em geral, as rochas quartzíticas ocorrem intercaladas em unidades de caráter litológico mais complexo e heterogêneo, muitas vezes em faixas de pequenas dimensões.

As principais ocorrências mapeadas para este sistema localizam-se nas áreas dominadas pelo Supergrupo Espinhaço e pelo Grupo São João Del Rei, tendo sido identificadas, também, faixas de extensão mais restrita, intercaladas no Grupo Araxá-Andrelândia-Canastra, na associação gnaisses-granitos diversos.

O Supergrupo Espinhaço é dividido em três unidades básicas, sendo a primeira constituída por um conglomerado basal, com seixos de gnaisses em matriz foliada de quartzo e mica, passando a quartzo-xisto de granulação fina e quartzitos sericíticos com níveis locais de conglomerado monomictico. No topo ocorrem vulcanitos ácidos e aglomerados vulcânicos, freqüentemente xistificados ou filonitizados.

A segunda unidade é composta por um metaconglomerados basal, polimítico, de matriz quartzo-feldspática grosseira, com seixos, calhaus e matações de quartzito, quartzo, gnaisses e granitóides. Para o topo há uma diminuição gradativa de seixos, passando a xistos feldspáticos, quartzosos, e que gradam para quartzitos, filitos e xistos intercalados entre si. No topo da seqüência ocorrem quartzitos sericíticos, quartzo-xistos e filitos hematíticos. Localmente, essa seqüência é atravessada por intrusivas básicas, metamorfizadas em anfíbolitos e anfibólio-xistos.

A terceira unidade é constituída, predominantemente de filitos localmente grafitosos ou hematíticos, com sericita-filitos, sericita-quartzo-filitos e quartzitos puros intercalados, com ocorrência de cloritóide nos membros metapelíticos. Nestas unidades ocorrem estratificações cruzadas e plano-paralelas.

Já o Grupo São João Del Rei é composto basicamente por metassedimentos clásticos e agrega quatro formações, a Tiradentes, a Carandaí, a Barroso, e a Prados. A Formação Tiradentes é composta de quartzitos na base, arenito caulínico friáveis com bancos de siltito e calcáreo dolomítico. A Formação Carandaí é essencialmente grauváquica, contendo fragmentos de filito grafitoso, conglomerado de matriz grauváquica e xistos. A

Formação Barroso é constituída por calcários quase exclusivamente calcíticos, contendo filmes grafíticos oxidados. Por fim a Formação Prados é constituída por metassiltitos listrados.

O Supergrupo Minas é uma seqüência de rochas metassedimentares com pequena contribuição vulcânica, constituída de quartzito, quartzo-mica-xistos, metaconglomerados, filitos, formações ferríferas bandadas do tipo *Lake Superior* e rochas carbonáticas (Marshak & Alkmim, 1989). As rochas desta unidade recobrem as unidades do Supergrupo Rio das Velhas e o complexo granítico-gnáissico, em uma nítida discordância. Esta unidade foi subdividida em cinco grupos: Tamanduá, Caraça, Itabira, Piracicaba e Itacolomi, sendo o Grupo Caraça, constituído essencialmente de metassedimentos de origem clástica que engloba as formações Moeda e Batatal (DORR, 1969).

A Formação Moeda caracteriza-se por apresentar duas fácies intergradacionais de composição predominantemente quartzosa (DORR, 1969). A inferior é constituída por espesso pacote de quartzito grosso com estruturas sedimentares preservadas. A superior é silicosa de granulometria fina e em algumas regiões chega a ser confundida com os filitos da Formação Batatal.

#### **4.9 SISTEMA XISTOSO**

O Sistema Xistoso é integrante do conjunto de armazenamentos em meio fissurado, agrega os aquíferos de rochas xistosas que ocorrem, predominantemente, nos flancos da Serra do Espinhaço, no Quadrilátero Ferrífero, na região do Alto Paranaíba e no extremo superior da bacia do Rio Grande, nas áreas dominadas pelos Grupos Macaúbas e Araxá-Andrelândia-Canastra e pelo Supergrupo Rio das Velhas.

No Grupo Macaúbas, os tipos litológicos mais representativos incluem os micaxistos, diamictitos, filitos, metaconglomerados, calco-xistos, metagrauvas e quartzitos.

Na porção esquerda da bacia superior do Rio Vacaria, no Vale do Jequitinhonha os metadiamictitos transacionam para uma unidade ferrífera, constituída de níveis de hematita com intercalações de quartzitos e quartzitos hematíticos. Nessas ocorrências estão presentes diversos minerais, incluindo, biotita, muscovita, sericita, quartzo, calcita e granada.



No flanco ocidental da Serra do Espinhaço, a seqüência apresenta-se inteiramente falhada e fraturada e, no flanco oriental, encontra-se falhada, fraturada e freqüentemente dobrada.

Já no que concernem as litologias de associação Araxá-Andrelândia-Canastra predominam a fácies representada por muscovita-sericita-biotita-xistos, gnaisses-calco-xistos, anfibólio-xistos, granada-xistos, lentes de calcário, filitos e quartzitos. Entre os minerais associados a essas ocorrências incluem-se, muscovita, sericita, biotita, quartzo, feldspato, granada, calcita, anfibólio, epidoto, sulfetos e óxidos.

Por sua vez, o Supergrupo Rio das Velhas é caracterizado por uma seqüência meta-vulcano-clástica, de idade arqueana, e se subdivide em dois grupos menores. O inferior, denominado Grupo Nova Lima é composto por rochas pelíticas e metavulcânicas dos tipos clorita-xistos, quartzo-clorita-xistos, quartzo-clorita-sericita-xistos, além de filitos ferruginosos, talco-xistos e, subordinadamente, bancos e lentes de quartzito. A unidade superior, denominada Grupo Maquiné, é constituída por quartzito sericítico, quartzo-sericita-xisto, quartzitos maciços ou xistosos com clorita e sericita, com a ocorrência de horizontes conglomeráticos.

#### **4.10 SISTEMA GNÁISSICO-GRANÍTICO**

O Sistema Gnáissico-granítico é, entre todos os de meio fissurado, aquele que alcança maior extensão no estado, dominando a região do Sul de Minas e toda a faixa oriental, desde a divisa com o estado do Rio de Janeiro, na bacia do Paraíba do Sul, até a fronteira com o estado da Bahia, na bacia do Rio Jequitinhonha. As rochas gnáissicas e graníticas ocorrem, com predominância, em várias associações notadamente na Charnockítica, na Varginha-Guaxupé, na de Xistos-Gnaisses-Migmatitos e nos Gnaisses-Granitos diversos.

O Complexo Charnockítico engloba rochas de composição predominantemente intermediária e básica, representadas pelos charnockitos propriamente ditos, maciços e cataclásticos, e por quartzo-dioritos, dioritos, gabros, noritos e gnaisses.

Na Associação Charnockítica, predominam o mineral feldspato, quartzo, piroxênio, anfibólio, biotita, granada, grafita, sulfetos e magnetita. De acordo com a descrição do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), nessa associação, a granulação varia de fina à grosseira, a textura, de maciça a porfiroblástica, cataclástica e, às vezes, bandada, e a coloração das rochas, de verde oliva a verde escura.

Os gnaisses e migmatitos dessa unidade apresentam uma litologia com grandes variedades de caracteres macroscópicos e petrográficos, sendo, a maioria, típica das ocorrências anfibolíticas e constituída, basicamente, por quartzo, microclina, plagioclásio sódico e biotita.

Já na Associação Varginha-Guaxupé, encontram-se associados diversos conjuntos de rochas da fácies anfibolítica e granulítica, geralmente migmatizados. Essa formação pode ser dividida em dois domínios, quais sejam, o conjunto gnaíssico-granulítico, composto por rochas gnaíssicas que geralmente apresentam minerais indicativos de alto grau de metamorfismo, e o conjunto granulítico, formado por rochas gnaíssicas homogêneas e bandadas, com granulação oscilando de média a grosseira e, às vezes, porfiroblástica, e apresentando, mais freqüentemente textura granoblástica, cataclástica recristalizada.

A Associação Xistos-Gnaisses-Migmatitos, mais freqüente na região Nordeste do estado é composta por rochas de xistos, gnaisses melanocráticos, gnaisses kinzigíticos, migmatitos diversos, anfibolitos e quartzitos, constituídas principalmente por quartzo, feldspato, muscovita, biotita, anfibólio e granada.

Essa seqüência apresenta-se intensamente dobrada e falhada, com a ocorrência associada de inúmeros veios, diques e corpos de rochas quartzo-feldspáticas responsáveis pela formação de migmatitos.

Finalmente, a Associação Gnaisses-Granitos diversos, de ocorrência variada em todo o estado, é composta por gnaisses kinzigíticos, gnaisses charnockíticos, gnaisses bandados de composição granodiorítica, pegmatitos, xistos e freqüentemente por quartzitos formando cristais.

Essa Associação apresenta como principais constituintes minerais, quartzo, feldspato, muscovita, biotita, anfibólio e granada. Todo o conjunto apresenta-se intensamente falhado e dobrado.

Merece ser destacado o fato de que as interações e os processos de interações hídricas superficiais e subterrâneas podem apresentar situações bastante diferenciadas dentro de um mesmo sistema aquífero, dependendo do tipo de conexão hidráulica prevalente em cada local, do alcance espacial e das condições de profundidade dos fluxos inferiores, da capacidade de transmissão e armazenamento das rochas e, principalmente, da disposição da rede de drenagem.

Tanto assim que, em algumas regiões com elevada disponibilidade hídrica subterrânea, a influência dos aquíferos no regime superficial é menos significativa do que em outras de menor potencial.

Em outras áreas, onde o escoamento subterrâneo desempenha importante função reguladora dos deflúvios superficiais, nem sempre existem reservas significativas para a exploração através de poços, seja em decorrência da baixa capacidade de transmissão, seja por conta da reduzida espessura do respectivo aquífero.

## CAPÍTULO 5

---

### O ELEMENTO FLÚOR

Flúor, do latim *fluere*, ‘fluir’.

O flúor é um componente natural da biosfera, estando presente no solo, na água, nas rochas, no ar, nos alimentos, nas plantas e nos animais em várias concentrações (SILVA, 1997).

Uma breve descrição das propriedades, características, ocorrências, aplicações e implicações quanto ao seu uso, encontram-se descritas a seguir.

#### 5.1 PROPRIEDADES QUÍMICAS DO FLÚOR

O flúor é um membro do grupo dos halogênios (grupo VIIA da Tabela Periódica). É o 13º elemento mais abundante na crosta terrestre. Seu ponto de fusão é de 218 °C, ferve a 187,9 °C. O calor de fusão é de 372 cal/mol e o calor de vaporização é de 1,51 Kcal/mol (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

O átomo flúor forma ligações muito fortes com praticamente todos os elementos do sistema periódico, pois a energia F-F é bastante baixa.

O flúor apresenta-se na forma de um gás amarelo-pálido e no estado líquido tem cor amarelo-canário. É o elemento mais eletronegativo e reativo. O gás reage com a maioria das substâncias orgânicas e inorgânicas. O íon é  $F^-$  e sua molécula é biatômica ( $F_2$ ).

A eletronegatividade (também denominada de caráter ametálico) de um átomo está intimamente relacionado com o seu raio atômico. Pauling (1932), criou uma escala para medir essa tendência de um átomo em atrair elétrons e concluiu que o elemento mais eletronegativo da tabela é o flúor.

No século XVII já se conhecia o HF, ácido fluorídrico, e sabia-se que o fluorespato emitia luz (origem do termo fluorescência) quando aquecido. Durante muito tempo, a alta reatividade do flúor e a estabilidade de seus compostos impediram a sua obtenção, ou seja, a descoberta do elemento flúor.

O flúor foi descoberto em 1771 pelo químico sueco Carl Wilhelm Scheele. Entretanto, devido à sua elevada reatividade não se conseguiu isolá-lo, pois, quando separado de algum composto, o flúor imediatamente reagia com outras substâncias.

Finalmente a obtenção do flúor foi conseguida por Henri Moissan, na França, em junho de 1886. Moissan produziu flúor pela eletrólise de uma solução resfriada de  $\text{KHF}_2$  (fluoreto ácido de potássio) em ácido fluorídrico anidro, usando eletrodos de Pt e Ir (platina e irídio) num tubo em forma de U e selado nas duas extremidades com fluorespato; o gás assim obtido entrava em combustão ao reagir violentamente com cristais de silício (Si). Dois dias depois, Moissan relatou a descoberta na Academia.

A partir de uma concentração de 3 ppm, o flúor é detectado pelo seu cheiro, sendo intolerável permanecer numa atmosfera a 50 ppm. A inalação de grandes quantidades de flúor pode causar asfíxia bem como várias lesões nos pulmões. Quando em contacto com a pele, o flúor em elevadas concentrações causa queimaduras semelhantes às queimaduras térmicas (BUZALAF, 1996).

O flúor é bastante tóxico: para uma exposição diária de oito horas, estima-se em 0,1 ppm a concentração máxima permitida do gás na atmosfera do ambiente. Para o HF (ácido fluorídrico), esse valor é de 2-3 ppm, enquanto para o HCN (ácido cianídrico) é de 10 ppm, para efeito de comparação (BUZALAF, 2002).

É interessante ressaltar a toxicidade do ácido monofluoracético que é responsável pelo fato de algumas plantas tropicais serem venenosas (OLIVEIRA, 2002). Esta substância é semelhante ao ácido acético, sendo tóxico para todos os organismos vivos.

## **5.2 GEOQUÍMICA DO FLÚOR**

O elemento flúor está presente como constituinte menor em uma grande variedade de rochas. Tais rochas durante o ciclo de transformações exógenas liberam o fluoreto para o solo e para a água superficial e subterrânea, de onde são biodisponibilizados para os vegetais e animais (RANKAMA & SAMATHA, 1954).

O flúor é encontrado nas águas naturais na forma de fluoreto. Os fluoretos encontrados naturalmente nas rochas e no solo determinam a quantidade de flúor presente na água e nos alimentos de uma região, sendo essa quantidade muito variável de um lugar para

outro. Nas águas subterrâneas os compostos de flúor são geralmente encontrados em quantidades maiores do que nas águas superficiais (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

A concentração natural do flúor na água subterrânea depende de fatores geológicos e químicos, das características físicas da área de abastecimento de água, da consistência do solo, da porosidade das rochas, pH e temperatura das águas, da presença de outros elementos (como Fe, Al, Ca, e B) e da profundidade dos poços. (LIVINGSTONE, 1963 e WORL *et al.*, 1973, citados em WHO, 1984). Esta concentração varia desde valores menores que  $1 \text{ mg.L}^{-1}$  até  $25 \text{ mg.L}^{-1}$ , ou mais, dependendo de fatores geológicos, químicos e físicos da área onde esta água se localiza. Na água superficial, as concentrações são menores, variando entre  $0,01$  a  $0,3 \text{ mg.L}^{-1}$ . Na água do mar a concentração média de fluoreto é  $1,3 \text{ mg.L}^{-1}$  (ALVES, 1986).

O pH é essencialmente uma função do gás carbônico dissolvido e da alcalinidade da água. A maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5. Em casos excepcionais pode variar entre 3 e 11 (FEITOSA & FILHO, 1997). O pH é representado pela concentração do íon  $\text{H}^+$  na solução, enquanto a condutividade elétrica (CE) indica a capacidade da água conduzir eletricidade, e está intimamente ligada ao teor de sais dissolvidos (íons).

A solubilidade do fluoreto e sua presença na água estão relacionadas à natureza da formação rochosa, da velocidade com que passa a água sobre as rochas, de porosidade destas rochas e da temperatura local. O conteúdo do fluoreto tende a ser mais elevado em águas temperadas e alcalinas (BATTALHA & PARLATORE, 1977).

O fluoreto possui solubilidade limitada e pouco contribui para a alcalinidade da água, pois se hidrolisa rapidamente. Em regiões áridas, os fluoretos podem aparecer com quantidades elevadas. A presença do cálcio limita a concentração do flúor (FEITOSA & FILHO, 1997).

Ao contrário dos cloretos, os fluoretos são poucos solúveis. A solubilidade da fluorita é  $8,7 \text{ ppm}$  na água pura a  $T=25^\circ\text{C}$ . O íon complexo de fluorsilicato ( $\text{SiF}_6^{2-}$ ) parece bem mais solúvel que a fluorita. A solubilidade da fluorita aumenta com a temperatura e é influenciada pelo pH das soluções (GONI *et al.*, 1973).

Um dos domínios favoráveis ao transporte do  $\text{F}^-$  é aquele das águas de fumarolas em relação estreita com a atividade vulcânica (GONI *et al.*, 1973).

Concentrações mais elevadas que 1 ppm ocorrem nas águas sódicas e águas com fluoreto podem reagir com o cálcio nas rochas para formar  $\text{CaF}_2$  (HEM, 1970 *citado em* MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

Estudos realizados nas águas subterrâneas da bacia do rio Vamsadhara, localizado na Índia, mostrou que o fluoreto era inversamente relacionado com o cálcio e diretamente relacionado com o sódio, bicarbonato, condutividade elétrica e fosfato (RAO, 1997 *citado em* VELÁSQUEZ *et al.*, 2003).

A principal fonte de fluoreto na água é proveniente da dissolução de fluorita e da apatita. Ainda pode ser encontrada pela dissolução de hornoblenda e certas micas onde o íon ( $\text{F}^-$ ) substitui parte do grupo OH na estrutura mineral (RIBEIRO, 1992).

Segundo Martins Netto *et al.* (2004), o fluoreto constitui aproximadamente 0,03% da crosta terrestre, e é encontrado principalmente na forma de fluorita:  $\text{CaF}_2$ , criolita:  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  e flúor-apatita:  $\text{Ca}_5\text{F}(\text{PO}_4)_3$ . Ele pode estar presente também em micas e argilominerais, dentre outros.

Têm-se informações qualitativas da presença e distribuição do flúor nas rochas e depósitos minerais, os quais não podem ser obtidos por análise química, mas por observações mineralógicas e petrográficas. No entanto, é fácil distinguir os minerais de flúor, dos outros, devido à baixa reatividade do íon fluoreto em comparação com cloro ou oxigênio (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

O flúor pode formar complexo estável com diversos elementos, tais como o alumínio (Al), ferro (Fe), boro (B) e cálcio (Ca), sendo que com este último apenas em águas salinas e alcalinas. Com o sódio (Na), forma o fluoreto de sódio, composto que se dissolve facilmente na água (LICTH, 1996, *citado em* VELÁSQUEZ *et al.*, 2003).

### **5.2.1 Fluoreto em rochas magmáticas**

O flúor é um típico elemento litófilo em condições terrestres. A maior parte deste elemento é fixada nos constituintes das rochas silicáticas, como o complexo fluorapatita, que é o mais abundante mineral de flúor. Em algumas rochas, especialmente aquelas em estágios tardios de evolução de magmatismo, os flúor-silicatos podem exceder a quantidade fixada na apatita. Comumente encontra-se fluoreto como constituinte das rochas magmáticas (RIBEIRO, 1992).

A fluorapatita é um importante mineral de flúor em rochas magmáticas. Pode-se descrever o conteúdo mínimo de fluoreto nas rochas magmáticas como sendo 8,29% da quantia de  $P_2O_5$ , assumindo o fluoreto o conteúdo da apatita de 3,5%. A média nas rochas ígneas é de 0,015% de  $F^-$ , não incluindo o fluoreto de outros minerais, tais como anfibólios e micas, que são oriundas de substâncias em estágio tardio de evolução magmática. Desta forma, quase um quinto do fluoreto de rochas magmáticas pode ser fixado na apatita (RANKAMA, 1963, citado em MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

Segundo Velásquez *et al.*, (2003), o mais importante mineral de flúor, a fluorita ( $CaF_2$ ), ocorre em pequena proporção nas rochas (como mineral acessório) ou em maior proporção, concentrado principalmente em depósitos de origem magmática e sedimentar. Constitui jazimentos filonianos associados a pegmatitos e hidrotermalitos; depósitos sinsedimentares, diagenéticos e de remobilização pós diagenética em calcários/dolomitos e arenitos. A fluorita é mineral comum também como ganga nas jazidas de chumbo-zinco-prata de origem hidrotermal e de metamorfismo de contato. Em depósitos fosfáticos (de origem magmática ou derivados de atividades orgânicas) o flúor pode estar presente em teores altos (na apatita com 3-4% de F e nos fosforitos com 2-3% de F).

Em contraste à abundância do fluoreto nas apatitas de sedimentos fosfáticos, existem algumas evidências da deficiência do elemento em algumas análises de rochas magmáticas e outros minerais. É evidente a ocorrência de mais fluoreto em alguns granitos e nefelina sienitos, e como hóspede em varias situações de fluoreto em minerais, em granito, e pegmatitos de nefelina sienito (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

### **5.2.2 Fluoreto em regiões de metamorfismo**

Certos minerais tais como moscovita, biotita e anfibólios são essenciais em rochas formadas por metamorfismo regional e tem como constituintes hidróxidos e provavelmente quantidades de fluoreto. Estes minerais podem ser facilmente produzidos sinteticamente por meio da aplicação de grande pressão hidrostática, na presença de compostos de flúor, no caso dos anfibólios em presença de baixas temperaturas (GOLDSCHMIDT, 1958).

Em Sri Lanka, na Índia, onde 90% do território são constituídos de rochas metamórficas pré-cambrianas (quartzitos, gnaisses quartzo-feldspáticos, metapelitos, metaígneas, biotita-gnaisses leucocráticos, migmatitos, gnaisses graníticos, granitóides, gnaisses charnockíticos), os minerais de flúor presentes são as micas, hornoblenda e apatita,



entretanto a fluorita, turmalina, esfeno e topázio contribuem para o ciclo geoquímico geral do flúor (DISSANAKE, 1996 *citado em* VELÁSQUEZ *et al.*, 2003).

### **5.2.3 Fluoreto na seqüência sedimentar**

Segundo Goldschmid (1958), nos resíduos sedimentares, a quantidade de fluoreto é certamente pequena, por causa da apatita e da fluorita, serem muito solúveis. Os fragmentos de apatita são freqüentemente encontrados como areia e arenito, destacando-se a apatita, especialmente a fluorapatita, entre os minerais mais resistentes. Sedimentos residuais certamente retêm uma pequena quantidade do elemento flúor nos borossilicatos.

Nos arenitos são encontrados clastos grosseiros de moscovita, especialmente em camadas selecionadas pelo fluxo da água. Estes clastos são em alguns casos, derivados do granito e pegmatito granítico (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

### **5.2.4 Fluoreto em processos de intemperismo e formação de solos**

É provável algum aparecimento de fluoreto ocupando o lugar de hidróxidos, nos minerais do grupo da mica ou aparecendo em silicatos nos anfibólios e minerais hidratados. Derivados de silicatos magmáticos podem conter diversas percentagens de fluoretos, inclusive pelo extenso poder que o fluoreto tem de reaparecer nos hidróxidos através da troca iônica (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

Minerais do grupo da apatita podem permutar o fluoreto pelo hidróxido, mas o importante do processo é que, à medida que isto ocorre, o inverso pode acontecer, isto é, a dissolução do fluoreto através da circulação de águas na superfície, que não são fluoretadas ou pela presença insignificante do cimento fosfático (GOLDSCHMIDT, 1958).

Existem processos naturais por meio do qual o flúor pode ser liberado do fluoreto contido em cristais de apatita ou em geral, onde podem dissolver ou alterar a quantidade de fosfatos. Estes processos ocorrem lentamente, e como exemplo cita-se as soluções aquosas de ácido carbônico, que atacam agressivamente a apatita (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

A distribuição de fluoreto nos solos é irregular. Análises de fluoreto em solo natural variam entre grandes limites; as médias regionais são da ordem de poucas centenas de ppm de F<sup>-</sup>, isto é, quase idênticas às encontradas nas rochas magmáticas (RIBEIRO, 1992).

A quantidade de flúor no solo pode ser aumentada artificialmente pela adição de pesticidas e fertilizantes fosfatados contendo flúor, pelas águas de irrigação ou pela deposição

a partir de emissão de gases e partículas provenientes principalmente de fundições de alumínio e das indústrias de cerâmicas.

### 5.2.5 Fluoreto em argilas

A existência de fluoreto em argilas pressupõe a presença nestas, de minerais acessórios ricos no elemento. Assim sendo, as apatitas, as micas e a fluorita, mesmo em proporções mínimas, podem supostamente estar presentes. Além destes minerais, cuja existência é variável segundo a litologia regional, certas argilas apresentam capacidade para acondicionar íons fluoreto em sua estrutura. O mecanismo da substituição aniônica explica a presença de íons fluoreto na formação de argilominerais (MARTINS NETTO *et al.*, 2004).

## 5.3 USO DO FLÚOR

O flúor é altamente reativo. Quando combinado a certos elementos químicos, é utilizado em várias áreas da atividade humana.

Hoje em dia, não só o flúor, mas também muitos dos seus compostos têm grande importância para a nossa sociedade. Plunket (1938) descobriu o polímero teflon: politetrafluoretileno (PTFE), de grande resistência química e baixo coeficiente de atrito.

Grande parte do flúor hoje produzido é usada na produção de  $UF_6$ , um composto estável e gasoso do urânio que facilita o seu enriquecimento isotópico por difusão gasosa, para produção de energia nuclear e fins bélicos.

Outro uso importante do flúor é na fabricação do hexafluoreto de enxofre,  $SF_6$ , gás muito estável, usado como dielétrico (isolante elétrico).

O ácido fluorídrico (HF) é uma solução aquosa de fluoreto de hidrogênio utilizado na indústria para gravar vidros e para retirar sílica (areia) de aços especiais. Já o fluoreto de sódio encontra-se, em alta concentração, em venenos de rato e pesticidas.

Na indústria farmacêutica, o flúor é utilizado em tranqüilizantes (onde a maior parte destes, são agentes anti-colinérgicos e agem no Sistema Nervoso Central causando depressões cardíacas e respiratórias), analgésicos (que são quase todos anti-colinérgicos e os efeitos são os mesmos), em dentifrícios (onde o fluoreto de sódio é adicionado em concentração mais baixa, agindo na prevenção de cáries) e em soluções para bochechos.

É interessante ressaltar que o gás lacrimogêneo é um alógeno e os gases Nervini assim como o Soman e o Sarin desenvolvidos na Alemanha (usados durante a segunda guerra mundial nos campos de extermínio) ambos são fluorados. A morte imediata devido à exposição a estes gases é o resultado do bloqueio instantâneo da catálise e da ação dos nervos, causando um efeito anti-colinérgico (bloqueio enzimático) e a consequente paralisação das funções do coração e dos pulmões.

Na forma de clorofluorcarbono (CFC) o flúor foi amplamente utilizado como propelente de aerossóis. Este uso está em declínio devido a restrições legais, pois o CFC agride e destrói a camada de ozônio que circunda a Terra.

Além destas aplicações o flúor é utilizado na fabricação de gomas de mascar, sal de cozinha, fluido refrigerantes, como também na fluoretação da água através do composto de flúor, denominado hexafluorosilicato de sódio que é adicionado à água potável para consumo.

Vale ressaltar que juntamente com o mercúrio, o flúor encontra-se na lista das substâncias mais venenosas do planeta.

As descrições citadas acima, foram obtidas no site [www.fluoridealert.org](http://www.fluoridealert.org) (2006), o qual dispõe de informações e artigos sobre o flúor.

## **5.4 FLUORETAÇÃO**

Segundo informações do Jornal da USP (2004), os primeiros registros de adição de flúor na água de abastecimento público são de 1945, em Colorado Springs (EUA).

Outras informações segundo Martins Netto *et al.* (2004), atestam que a fluoretação da água iniciou-se em 1950 no Panamá, e em 1953 no Chile e Brasil. Os programas de fluoretação da água na América Latina surgiram porque os dados pareciam indicar que a incidência de cáries nesta parte do Continente Americano era no mínimo tão alta quanto o índice existente nos Estados Unidos.

O primeiro município brasileiro a adicionar flúor nas águas de abastecimento público foi Baixo Guandu, no Espírito Santo, em 31 de outubro de 1953. A partir de 1974, a fluoretação das águas de abastecimento público passou a ser obrigatória no País (JORNAL DA USP, 2004).

A fluoretação da água é considerada segura no sentido de alcançar um importante benefício para a saúde pública, ao fornecer a toda população uma proteção importante contra as cáries dentárias. Este efeito do fluoreto na redução de cáries tem sido explicado através do retardamento do crescimento da placa bacteriana e do favorecimento da precipitação do fosfato de cálcio sobre o esmalte.

Os limites entre os efeitos benéficos e maléficos do flúor são bastante estreitos. Assim, a atual Portaria do Ministério da Saúde nº 518 de 26 de Março de 2004, determina que a água potável deva conter uma concentração máxima de  $1,5 \text{ mg.L}^{-1}$  de fluoreto.

Em concentração menor que 1 ppm o íon fluoreto confere uma excelente proteção aos dentes contra cáries. Contudo, algumas fontes de água contêm concentrações maiores de fluoreto o que as torna impróprias para o consumo humano por ingestão direta, devido ao risco de fluorose dentária e esquelética (TRILLER, 2000).

Vale lembrar que muitas águas têm fluoretos naturais como à maioria das águas minerais, pois o flúor encontra-se amplamente disseminado na natureza, sendo este teor um alerta para que a água de poços artesianos recém perfurados seja analisada antes de ser fornecida para a população, pois sua adição depende do teor de flúor já presente na água, assim como o clima da região em que os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto deve ser em função da média das temperaturas máximas diárias do ar (Portaria n.º 36/1990 do Ministério da Saúde).

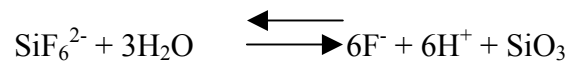
Além disso, em chás e peixes o flúor existe em grande abundância assim como está presente em outros alimentos e cremes dentais (CURY, 1981). Por estas e outras razões, deve-se tomar o devido cuidado quanto ao maior ou menor teor de flúor que ingerimos, uma vez que um excesso do mesmo pode causar sérios danos à saúde como já mencionado anteriormente e discutido no capítulo seguinte.

A fluoretação da água potável não é considerada um tratamento, e sim uma complementação do tratamento convencional. A fluoretação tem eficácia de até 60% na redução das cáries, embora esse índice dificilmente chegue a 30% atualmente, devido ao uso disseminado de outras fontes de flúor (LIMA & CURY, 2001).

Segundo Macêdo (2004), os compostos mais utilizados no processo de fluoretação são: fluorsilicato de amônio  $[(\text{NH}_4)_2\text{SiF}_6]$ , que se apresenta como cristais brancos; fluorita ou

fluoreto de cálcio (CaF<sub>2</sub>) na forma de pó; ácido fluorosilícico (H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>) como um líquido altamente corrosivo; fluoreto de sódio (NaF) sob forma de pó e fluorsilicato de sódio (Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>).

A reação abaixo apresenta a formação de fluoreto utilizando o fluorsilicato (GRAY, 1994 *citado em* MACÊDO, 2004):



Trabalhos científicos publicados em 1930 demonstram que existe uma correlação positiva entre redução dos níveis de cáries dentárias em crianças e os índices naturais de flúor nas águas de abastecimento de algumas comunidades (THYLSTRUP *et al.*, 1988).

## CAPÍTULO 6

### DOENÇAS RELACIONADAS COM A INGESTÃO DE FLÚOR

A ingestão do flúor vem aumentando nas últimas décadas, não apenas por causa da água e das pastas de dentes fluoretadas, mas também pela poluição industrial.

É necessário usar o flúor com segurança, levando em consideração tanto a toxicidade aguda, como a crônica. A exposição tópica freqüente e em baixas concentrações de flúor confere aos dentes um efeito benéfico protetor com relação à ocorrência de lesões de cárie dentária (WILHELMSSEN, 2006).

A toxicidade aguda está relacionada com a ingestão de grande quantidade de flúor de uma só vez, onde as conseqüências podem ser desde a irritação gástrica até a morte do indivíduo. Já a crônica, envolve a ingestão de pequenas quantidades diárias podendo afetar o esmalte dos dentes e tecidos mineralizados, particularmente os ossos (BARATIERI *et al.*, 2001).

A temperatura ambiental é um fator importante quando o flúor é ingerido por meio da água. Em climas tropicais é maior a taxa de transpiração, necessitando-se, portanto, ingerir maiores quantidades de água para manter o equilíbrio hídrico corporal quando comparado com o que se verifica em regiões de clima temperado. Essa foi a razão, de se estabelecer a concentração ótima de flúor na água de abastecimento público com base na temperatura (BARATIERI *et al.*, 2001).

Sendo assim, para determinar a concentração ótima de flúor na água, leva-se em conta, à ingestão diária de água por habitante e a temperatura média das máximas anuais do local (o clima de determinada região).

Este cálculo apresenta-se por meio da fórmula matemática estudada e elaborada por Gallagan & Lamson (1953) e Gallagan & Vermillion (1957) citados por Buendia & Zaina (1997), que permite calcular exatamente o teor ideal de flúor que deve ser aplicado às águas:

$$C = \frac{22,2}{E}$$

Nota-se que:

C = Teor ideal de fluoreto;

$$E = 10,3 + 0,75 \times T;$$

T = médias de temperaturas máximas diárias observadas durante um período mínimo de um ano (recomenda-se cinco anos) em graus centígrados;

Logo, através da fórmula pode-se escrever que:

$$\text{Teor ideal de fluoreto} = \frac{22,2}{10,3 + 0,725 \times \text{temperatura média das máximas anuais}}$$

O teor de flúor obtido na segunda casa decimal deve ser arredondado para mais e não para menos, pois não serão décimos de miligrama que irão provocar a fluorose dentária.

A aplicação desta fórmula às temperaturas observadas no território brasileiro resulta nos teores apresentados pela legislação das normas de fluoretação da água em sistemas de abastecimento público de 1975, de acordo com a Portaria n.º 36/1990 do Ministério da Saúde comentada e detalhada no capítulo seguinte.

No cálculo da ingestão diária de flúor (Tabela 2), deve-se levar em consideração o nível de flúor proveniente dos alimentos, que em média corresponde a 0,56 mg diários. Para um indivíduo que ingere 2 litros de água por dia, considerando-se que os níveis de flúor ótimos variam de 1,0 a 1,2mg.L<sup>-1</sup>, o nível de flúor ingerido irá variar de 2,56 a 2,96mg diariamente (TRYSTRUP *et al.*, 1988).

Tabela 2: Cálculo da ingestão diária de fluoreto

Níveis de fluoreto na água de abastecimento	Ingestão de flúor através dos alimentos	Ingestão de flúor através da água (2L/dia)	Total ingerido por dia
1,0 mg.L <sup>-1</sup>	0,56 mg/dia	2L/dia x 1,0mg.L <sup>-1</sup> = 2mg/dia	2,56mg/dia
1,2 mg.L <sup>-1</sup>	0,56 mg/dia	2L/dia x 1,2mg.L <sup>-1</sup> = 2,4mg/dia	2,96mg/dia

Fonte: TRYLSTRUP *et al.*, 1988.

O nível de fluoreto colocado na água (1ppm) é 100 vezes mais alto que o normalmente encontrado no leite materno (0,01ppm). Não existem neste caso benefícios, pelo contrário oferece riscos para as crianças que ingerem este elevado nível de fluoreto numa idade tão precoce (esta é uma idade onde a susceptibilidade às toxinas ambientais é particularmente alta).

Tendo em vista que o flúor é absorvido principalmente pelo estômago, a presença e o tipo de alimento presente afetam a absorção. Assim, se o flúor for ingerido em jejum, haverá 100% de absorção, mas se ingerido logo após o café da manhã ou após o almoço, a quantidade respectivamente absorvida será reduzida de 20 a 40% (FERNANDES & CURY, 1999 *citado em* BARATIERI *et al.*, 2001).

Isto é fundamental por duas razões: primeiro, porque se a criança escovar os dentes logo após as refeições, nem todo flúor ingerido irá para o sangue, reduzindo o risco de fluorose. O outro aspecto é o cálculo da dose a que são submetidas em relação à fluorose dentária, pois são baseados na quantidade total ingerida e não na absorvida e, portanto, são superestimados (BARATIERI *et al.*, 2001).

## **6.1 FLUOROSE DENTÁRIA**

A *Fluorose Dentária* é decorrente de ingestão de flúor em quantidades excessivas durante a formação dos dentes na faixa etária entre 0 e 5 anos de idade, afetando o esmalte em formação (fase de calcificação e maturação) e ocasionando uma série de implicações clínicas, tais como manchas, deformidades anatômicas dos dentes e até sua perda completa.

Dean (1942) criou as categorias de classificação da fluorose: Muito leve; Leve; Moderada e Severa. Este índice embora não fosse muito preciso, permitiu estudos sobre os níveis de fluoreto na água.

Experiências efetuadas pelo mesmo autor mencionado acima, em ratos e cachorros, produziram manchas no esmalte dentário, mediante o emprego de uma dieta com um alto conteúdo de fluoretos. O resultado desta investigação permitiu identificar a água como causa da origem das manchas nos esmaltes dos dentes humanos e que estas condições podiam ser produzidas em animais, mediante o uso de águas com teor elevado de fluoretos.

O ameloblasto, célula responsável pela formação do esmalte, primeiro sintetiza uma matriz contendo 25% de proteínas. Em seguida ao mesmo tempo em que essa matriz é reabsorvida, o esmalte se mineraliza. O produto final é uma estrutura contendo 95% de minerais, 4% de água e menos de 1% de proteínas. Porém, quando o flúor é ingerido, ele circula pelo sangue sendo distribuído para todos os tecidos. Presente na matriz do esmalte, o flúor inibe a reabsorção de proteínas pelo organismo, cujo mecanismo ainda não é bem conhecido. O resultado é que se forma um esmalte tendo mais proteínas e maior porosidade.



Essa porosidade interna é responsável pelas opacidades do esmalte, com os reflexos clínicos decorrentes (BARATIERI *et al.*, 2001).

O nível de flúor ideal é aquele mantido constante na cavidade bucal, o qual é capaz de interferir com a dinâmica do processo de cárie, reduzindo a quantidade de minerais perdidos quando do fenômeno da desmineralização e ativando a quantidade resposta quanto da remineralização salivar. Embora o flúor não impeça a iniciação da cárie, ele é extremamente eficiente em reduzir sua progressão (LIMA & CURY, 2001).

Nas figuras 8 e 9, pode-se observar com nitidez, as manchas no esmalte dos dentes provocados pela fluorose dentária.



Figura 8: Fluorose Dentária nos incisivos central e lateral, caninos e pré-molares, em estágio moderado. Seção do maxilar direito (a) e maxilar esquerdo (b). (Fonte: TRILLER, 1998).



Figura 9: Fluorose Dentária nos incisivos central e lateral em estágio moderado. (Fonte: TRILLER, 1998).

Nas figuras 10 e 11, observa-se um aspecto quebradiço e cromaticamente disforme dos dentes (mosqueamento), onde todas as superfícies do esmalte dos dentes estão afetadas.

Figura 10: Fluorose Dentária (moderada para severa). (Fonte: HEALTH EFFECTS, 2006).

Nos casos mais graves, os dentes adquirem uma coloração acastanhada ou marrom, podendo haver perda de estrutura dental. Nesses casos, torna-se mais friável, mais fácil de desgastar fisiologicamente (RODRIGUES, 1999).

Figura 11: Fluorose Dentária (severa). (Fonte: HEALTH EFFECTS, 2006).

Desta forma a fluorose dentária é um distúrbio considerado indesejável, podendo ser um simples problema estético até um sério problema de saúde. A doença pode causar dor, dificulta a mastigação e pode provocar perda total dos dentes (como mostra a figura 10), além de criar um ambiente propício para o desenvolvimento da cárie.

É importante ressaltar que pelo fato da fluorose começar a se manifestar na formação dos dentes permanentes, ela é irreversível.

Entretanto, enquanto que a fluorose dentária é um problema de ingestão de pequenas quantidades de flúor durante a formação dos dentes, a ingestão de quantidades maiores pode ser letal.

Assim nos casos em que o teor de flúor supera  $5\text{mg.L}^{-1}$ , podem ocorrer fragilização e deformação dos ossos, chamada fluorose óssea.

## 6.2 FLUOROSE ÓSSEA OU ESQUELÉTICA

Em adultos, a exposição a elevados teores de flúor por um longo tempo pode causar *Fluorose Esquelética* (osteofluorose), doença que provoca deformações nos ossos, dores nas articulações, limitação de movimentos e diminuição da densidade óssea.

Esta doença chamada *Skeleton Fluorosis* (ou fluorose óssea), faz com que os ossos percam a flexibilidade e se torne extremamente rígidos e quebradiços o que pode deixar o indivíduo praticamente inutilizado, já que o esqueleto torna-se incapaz de suportar o corpo humano.

Segundo informações da Fluoride Action Network - Health Effects (2006), além de certos efeitos sobre os rins e a tireóide, algumas pessoas apresentam osteoesclerose, doença causada pelo efeito da toxicidade crônica do flúor. O excesso de flúor aumenta a atividade dos osteoclastos e dos osteoblastos, células que intervêm respectivamente na destruição e na formação óssea. Assim predominando principalmente sobre a formação óssea, leva ao aumento de depósitos minerais e conseqüentemente à formação de exostoses (calombos ósseos).

“A concentração de flúor nos ossos aumenta com a idade”, revela o documento do Dr. William Marcus, sênior toxicologista do *US Environmental Protection Agency (EPA)* que ainda traz advertência: “Em relação à fluoretação da água, o EPA deveria agir imediatamente para proteger o público, não somente do câncer, mas também das fraturas ósseas, artrite, mutagenicidade etc., diante das crescentes evidências”, em declaração feita em 1992.

Em julho de 2004, Alberto Klimeck Gouvêa, doutor em química e delegado do Conselho Regional de Química do Norte do Estado de Santa Catarina, explicou; “A estrutura óssea é formada por íons fosfatos. Há possibilidade de um excesso de flúor deslocar esses íons causando fragilidade”.

A severidade da fluorose óssea pode ser agravada por uma série de fatores conhecidos e outros que ainda estão em estudo. As figuras 12 e 13 ilustram exemplos de moléstias ósseas provenientes da fluorose óssea.

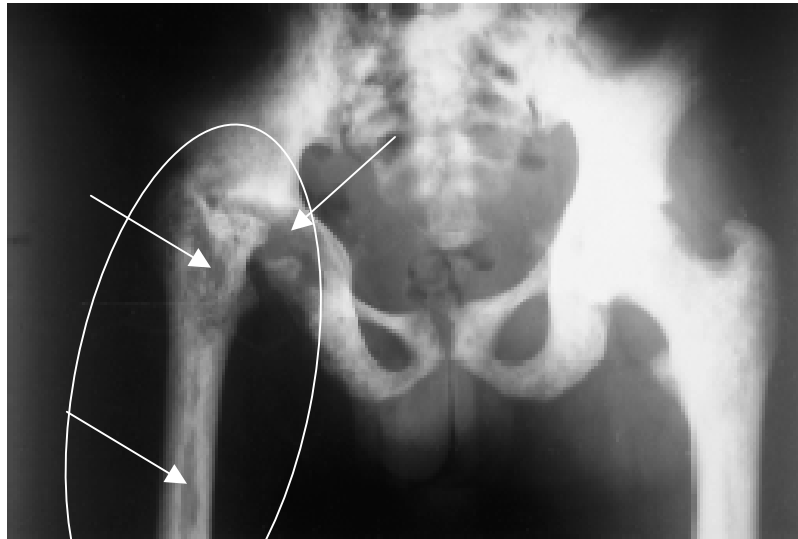


Figura 12: Raios-X da Bacia, com destaque para alteração óssea após um processo de inflamação do osso. (Fonte: TRILLER, 1998).

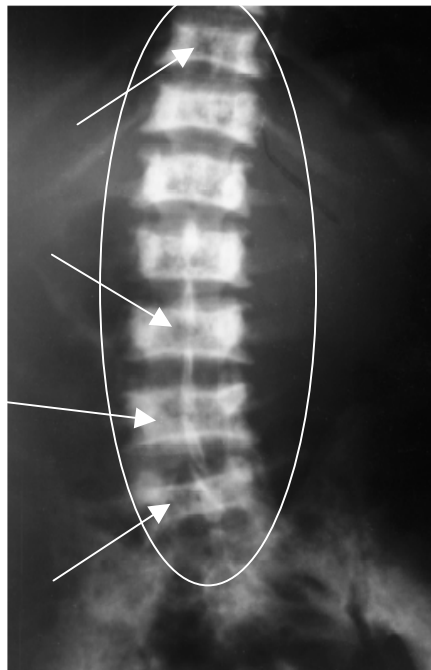


Figura 13: Raios-X da Coluna, com uma alteração da medula óssea, devido a uma densidade menor no osso (osteocondensação). (Fonte: TRILLER, 1998).

Em alguns estudos, quando altas doses de fluoreto foram usadas em experiências no tratamento de pacientes com osteoporose num esforço para endurecer seus ossos e reduzir os índices de fraturas, realmente levou a um aumento do número de fraturas nos quadris (HEDLUND & GALLAGHER, 1989).

Dezoito estudos examinaram a possível relação da fluoretação e um aumento das fraturas nos quadris entre os idosos. Dez destes estudos encontraram uma associação, e em oito não. Um estudo encontrou um aumento relacionado às doses nas fraturas dos quadris, quando a concentração do fluoreto subiu de 1 ppm para 8 ppm (LI *et al.*, 2004). A fratura dos quadris é um seriíssimo problema para os idosos. Um total de um quarto destes que tem a fratura dos quadris morre dentro de um ano da operação, enquanto 50% nunca recuperam uma existência independente.

### 6.3 OUTRAS IMPLICAÇÕES

A Dra. Phyllis Mullenix, ex-chefe de toxicologia do Forsyth Dental Center em Boston, realizou pesquisas com animais e concluiu, no início da década de 1990, que o flúor poderia possuir um efeito muito tóxico para o sistema nervoso central e interferir na função do cérebro, mesmo quando administrado em baixas dosagens. Seu estudo, intitulado "Neurotoxicidade do Fluoreto de Sódio em Ratos, foi publicado em uma revista científica (Neurotoxicology and Teratology, vol. 17, no. 2, págs. 169-177).

Três estudos realizados na China indicaram uma redução do Q.I. (coeficiente de inteligência) em crianças associadas com a exposição ao fluoreto, indicou que mesmo em níveis moderados de exposição ao fluoreto (0,9 ppm na água) pode exacerbar os defeitos neurológicos da deficiência de iodo, que inclui diminuição do Q.I., e retardo mental (LI *et al.*, 1994).

Alguns estudos apontam para vários sintomas decorrentes da ingestão acentuada de flúor, inclusive com alguns destaques interessantes:

- Acima de 0,3 ppm: 21% de fluorose dental em pelo menos dois dentes;
- Até 1 ppm (ou mais): acúmulo de flúor na glândula pineal;
- 1 ppm: menstruação precoce em meninas;
- 1 ppm: 48% de fluorose dental;
- 1,7 ppm: casos confirmados de fluorose óssea em pessoas com alguma deficiência renal;
- 1,8 ppm: diminuição do Q.I.;

- 2,3 ppm: prejuízo ao funcionamento da glândula Tireóide;
- 3,0 ppm: redução da fertilidade feminina;
- 4,0 a 4,3 ppm: redução da densidade óssea no córtex ósseo (parte mais externa dos ossos); aumento de casos de fraturas ósseas em seres humanos.

A relação completa das pesquisas e resultados citados está disponível no site: [www.fluoridealert.org/nrc-review.htm](http://www.fluoridealert.org/nrc-review.htm) .

Estudos feitos por Masters e Coplan (1999), mostram uma associação entre o uso do ácido fluorossilícico (e seu sal de sódio) com a água fluoretada e um elevado aumento de chumbo no sangue das crianças.

Segundo Martins Netto *et al.* (2004), o fluoreto apresenta algumas outras características negativas, como por exemplo:

- Veneno cumulativo, onde somente 50 % do fluoreto ingerido por dia pela população, é excretada através dos rins, o restante se acumula nos ossos, na hipófise e outros tecidos. Se os rins apresentarem algum problema, o acúmulo do fluoreto pode aumentar, causando mais problemas;
- Substância química biologicamente ativa, mesmo em baixas concentrações, que tem o potencial de desequilibrar o processo vital no organismo, porque interfere com os ligamentos de hidrogênio que é o centro da estrutura e funções das proteínas e ácidos nucléicos;
- Forma complexos com um grande número de metais, aos quais se incluem metais que são necessários ao corpo humano (como cálcio e magnésio) e metais (como chumbo e alumínio) que são tóxicos para o corpo, causando assim, diversos problemas, tais como a interferência do fluoreto com as enzimas, onde o magnésio é um importante co-fator e pode ajudar o aumento de alumínio nos tecidos;
- O fluoreto e o complexo do fluoreto de alumínio interagem com a *G - proteína* e assim tem o potencial de interferir com muitos hormônios e alguns sinais neuroquímicos.

Por fim, outras fontes de exposição ao flúor podem contribuir para uma ingestão excessiva e devem ser conhecidas e/ou evitadas.

## CAPÍTULO 7

### PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar a metodologia utilizada para o desenvolvimento dos objetivos deste trabalho.

A atividade inicial constituiu-se da pesquisa bibliográfica sobre levantamentos de estudos científicos relacionados à geoquímica do flúor, hidrogeologia e geologia de Minas Gerais e das doenças relacionadas à ingestão de flúor em excesso. Seguiu-se o levantamento dos dados básicos secundários obtidos junto à COPASA-MG (Companhia de Saneamento de Minas Gerais), CPRM (Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais), COMIG (Companhia Mineradora de Minas Gerais), IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas) e INPE (Instituto Nacional de Pesquisa Espacial) resultando:

- a) No mapa geológico (Anexo A) em formato digital do Estado de Minas Gerais na escala 1:1.500.000 e sua nota explicativa (COMIG, 1994).
- b) No banco de dados dos sistemas aquíferos do estado de Minas Gerais realizado pela COPASA-MG (SOUZA, 1995).
- c) Na elaboração do mapa hidrogeológico (Figura 6) baseado nas informações de Souza (1995), o qual estabelece os 10 sistemas aquíferos do Estado de Minas Gerais.
- d) Na complementação e atualização do banco de dados que compreendeu as características litológicas, locais e hidroquímicas de 1439 poços sendo 838 poços tubulares perfurados no Estado entre 1943 a 1995, reunidos no estudo elaborado por Souza (1995), e 601 poços perfurados entre 1976 a 2003, levantados na Divisão de Recursos Hídricos (DVHD) da COPASA-MG.

Vale ressaltar que dentre os poços cadastrados por Souza (1995) na Hidrossistemas, alguns foram atualizados com dados mais recentes coletados na Copasa.

As informações referentes aos poços tubulares foram dispostas em planilhas desenvolvidas no software Excel (Apêndice A e B). O critério para a seleção dos poços foi à presença de análise do flúor, ainda que este não tenha sido detectado. Tais informações referem-se às coordenadas geográficas, ano de perfuração, profundidade, vazão, perfil

litológico, unidade aquífera, nome do laboratório que executou as análises químicas da água e parâmetros hidroquímicos: pH, alcalinidade, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza, fluoreto, sódio, potássio, cloreto, magnésio, sulfato, cálcio, bicarbonato e carbonato.

É importante frisar a dificuldade junto às empresas (supra citadas) na compilação do banco de dados, uma vez que os próprios órgãos gestores de recursos hídricos apresentam falhas em seus cadastros de poços perfurados no estado, tais como ausência de dados geográficos, falhas nos dados hidrogeológicos e hidráulicos, assim como a confiabilidade parcial das análises químicas, as quais são realizadas por diversos laboratórios, dentre eles alguns são questionáveis.

A pesquisa compreendeu a análise de uma amostra de 1439 poços tubulares perfurados por todo Estado de Minas Gerais entre os anos de 1943 a 2003. Na elaboração do quadro estatístico verificou-se que grande parte destes poços amostrados, apresentava ausência de dados locacionais e hidroquímicos, sendo assim necessário o desmembramento deste cadastro originando em novas planilhas descritas a seguir.

O primeiro cadastro consistiu na elaboração de uma planilha referente ao levantamento de dados realizados na Copasa durante aproximadamente oito meses. Tais dados compreenderam uma amostra de 601 poços tubulares (Apêndice **A**) perfurados em Minas Gerais. Entretanto, do cadastro de poços levantados inicialmente (601 poços), somente 383 unidades dispunham de coordenadas geográficas, sendo então, apenas estes poços georeferenciados, plotados no mapa hidrogeológico.

Inicialmente foram digitalizados os mapas de:

- Espacialização dos 383 poços perfurados no Estado de Minas Gerais que apresentavam presença de flúor em suas águas subterrâneas (Figura 15);
- Curvas de concentração de flúor referente aos 383 poços perfurados no estado (Figura 17);
- Espacialização em três dimensões da concentração de flúor dos 383 poços perfurados em Minas Gerais (Figura 18);
- Espacialização dos 383 poços perfurados sobre o mapa dos Sistemas Aquíferos do Estado de Minas Gerais (Figura 19).



Os mapas foram executados nos programas *Arcview 3.1* e *Map Info 7.5* que permitiram analisar e trabalhar vários bancos de dados em conjunto, foi utilizado também os programas *Spring 4.1*, *Surfer 8.0* e *Corel Draw 11*. O método de interpolação utilizado nas curvas realizadas no programa *Surfer 8.0* foi à *krigagem*, assim como já empregado por Licht (2001), sendo que o intervalo das curvas de concentração adotado foi de 0,4 ppm, segundo as faixas de temperaturas médias máximas anuais (Tabela 3) que ocorrem em Minas Gerais.

A Portaria n.º 36/1990 do Ministério da Saúde (Anexo B), não especificava um valor para a concentração de flúor na água, mas ressaltava que os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto deviam ser em função da média das temperaturas máximas diárias do ar e deveriam atender a legislação em vigor (Tabela 3) das normas de fluoretação da água em sistemas de abastecimento público da Portaria 635/BSB de 1975.

Já na Portaria 518/2004, no Art.14, os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar a legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, onde o VMP especificado é de 1,5 mg. L<sup>-1</sup> (Anexo C).

No entanto, como o consumo de água varia com a sede, e esta com a temperatura, se reconhecem que a concentração ótima de flúor na água deveria ser adequada à temperatura prevalecente na comunidade. A seguir, a Tabela 3 apresenta as concentrações do íon fluoreto (teores mínimos, ótimos e máximos), em função da média anual das temperaturas máximas diárias do ar.

Tabela 3: Concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias

Média anual de temperaturas diárias máximas do ar (°C)	Limites de concentrações de fluoreto (mg de F <sup>-</sup> .L <sup>-1</sup> )		
	Mínima	Ótimo	Máxima
10,0 – 12,1	0,9	1,2	1,7
12,2 – 14,6	0,8	1,1	1,5
14,7 – 17,7	0,8	1,0	1,3
17,8 – 21,4	0,7	0,9	1,2
21,5 – 26,3	0,7	0,8	1,0
26,4 – 32,5	0,6	0,7	0,8

Fonte: Ministério da Saúde, 1975.

Para tal, foi realizado um estudo de dados climáticos elaborados através dos dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) por meio do 5º Distrito de Meteorologia, que é responsável pela aquisição dos dados meteorológicos, previsão do tempo e clima e manutenção da rede de estações meteorológicas dentre outras atribuições e competência do órgão na jurisdição do Estado de Minas Gerais. Esta análise compreendeu o levantamento de todas as estações meteorológicas ativas em Minas Gerais (1999 a 2005), suas temperaturas médias máximas mensais (através das médias máximas diárias) e médias máximas anuais entre os anos de 1999 a 2005 (Apêndice C).

Na digitalização dos mapas relacionados a seguir, foram utilizados os programas *Arcview 3.1*, *Surfer 8.0* e o *Map Info 7.5*:

- Espacialização das estações climatológicas do Estado de Minas Gerais (Figura 14);
- Zoneamento da temperatura média máxima anual do período entre 1999 e 2005 (Figura 16).

O mapa de zoneamento da temperatura entre o período de 1999 a 2005 foi elaborado para comparação e observação de tendência espacial do comportamento das temperaturas. Os intervalos das curvas de temperatura adotados são referentes à norma que estabelece os teores máximos de fluoreto em função da temperatura (Tabela 3) que foram de:

- $21,5\text{ °C} < T < 26,3\text{ °C}$
- $26,4\text{ °C} < T < 32,5\text{ °C}$
- $T > 32,5\text{ °C}$

Através da análise dos resultados para avaliação do VMP foi possível elaborar o mapa de:

- Qualidade das águas de acordo com as concentrações de flúor e suas relações com a temperatura conforme a legislação vigente (Figura 20) em duas e três dimensões (Figura 21).

O mapa de variabilidade natural de ocorrência de flúor (Figura 20) nas águas subterrâneas do Estado de Minas Gerais foi gerado a partir da superposição dos mapas de

concentração de fluoreto e o de zoneamento das temperaturas médias máximas anuais entre os anos de 1999 a 2005. Os programas utilizados para a confecção destes mapas foram o *Surfer 8.0*, *Spring 4.1* e o *Corel Draw 11*. Para a interpolação dos pontos foi empregado o método da *krigagem* (LICHT, 2001) que trabalhou com uma tendência matemática abrangendo um grande raio de influência.

A seguir realizou-se um estudo de correlações estatísticas, em que os dados hidroquímicos dos poços foram submetidos, de modo a verificarem as associações entre o flúor e os demais parâmetros hidroquímicos. Para tanto houve uma etapa prévia em que foram feitas uma rigorosa filtragem e correção dos dados eliminando qualquer dado que possivelmente pudesse estar incorreto para que não houvesse resultados equivocados e/ou errôneos, resultando então, em um banco de dados com 1065 poços tubulares, os quais todos os poços selecionados deveriam proporcionar no mínimo dados de dois parâmetros químicos para fazer parte deste novo cadastro.

Para o estudo estatístico das relações hidroquímicas existentes entre o fluoreto e os parâmetros químicos (pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  e  $\text{CO}_3^{2-}$ ), utilizou-se um software estatístico *SPSS - A Statistical Package for the Social Science*.

No entanto, este cadastro de 1065 amostras foi novamente trabalhado para possibilitar a identificação dos tipos de água existente em cada poço, sendo estes, separados e analisados de acordo com o sistema aquífero predominante. Este novo cadastro resultou em uma planilha de dados contendo 563 poços tubulares (Apêndice **B**), os quais deveriam apresentar dados completos dos íons majoritários e erro do balanço iônico abaixo de 5%.

As fácies hidroquímicas foram estabelecidas a partir do diagrama de PIPER gerado através do programa *AQUACHEM 3.7 - Aqueous Geochemical Analysis, Plotting and Modeling* - depois de realizado o balanço iônico. Este software permite desenvolver análises de dados (numéricas e gráficas) e modelagem da geoquímica das águas.

Nesta última etapa foram obtidas as fácies hidroquímicas para cada sistema aquífero de modo a caracterizar hidroquimicamente os sistemas hidrogeológicos e sua possível relação com o flúor utilizando-se os dados gerados com a amostra dos 570 poços tubulares.

## CAPÍTULO 8

### APRESENTAÇÃO DOS DADOS

Neste Capítulo, são apresentados os seguintes dados: temperatura do ar e parâmetros hidroquímicos das águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais.

#### 8.1 TEMPERATURA DO AR

Atualmente as estações meteorológicas totalizam 59 unidades (Tabela 4) em atividade por todo estado, denominadas de estações auxiliares. Dentre estas se destacam 37 unidades chamadas de operantes (ou principais). Além destas, existem 09 unidades de estações meteorológicas automáticas, que geram dados locais e automaticamente os disponibilizam em rede. Estas estações já possuem uma programação especial para a leitura das temperaturas e da umidade de ar, sendo monitoradas com sucesso à distância. Na Figura 14 observa-se a localização das estações em Minas Gerais destacando-se as estações operantes no estado.

Tabela 4: Relação das cidades onde estão localizadas as estações meteorológicas do Estado de Minas Gerais

<b>Estações Auxiliares</b>	Aimorés; Araçuaí; Araxá; Arinos; Bambuí; Barbacena; Belo Horizonte; Bom Despacho; Caparaó; Capinópolis; Caratinga; Carbonita; Caxambu; Conceição do Mato Dentro; Coronel Pacheco; Curvelo; Diamantina; Divinópolis; Espinosa; Florestal; Formoso; Frutal; Governador Valadares; Ibirité; Januária; Janaúba; João Molevade; João Pinheiro; Juiz de Fora; Juramento; Itamarandiba; Ituiutaba; Lambari; Lavras; Machado; Maria da Fé; Mocambinho; Monte Azul; Montes Claros; Oliveira; Passa Quatro; Paracatu; Patos de Minas; Pedra Azul; Pirapora; Poços de Caldas; Ponte Alta; Pompéu; Salinas; São Lourenço; São João Del Rei; São Sebastião do Paraíso; Serra dos Aimorés; Sete Lagoas; Teófilo Otoni; Uberlândia; Uberaba; Unai; Viçosa.
<b>Estações Operantes (principais)</b>	Aimorés; Araçuaí; Araxá; Arinos; Bambuí; Barbacena; Belo Horizonte; Caparaó; Capinópolis; Caratinga; Conceição do Mato Dentro; Diamantina; Divinópolis; Espinosa; Frutal; Governador Valadares; Itamarandiba; Ituiutaba; Januária; João Pinheiro; Juiz de Fora; Lavras; Machado; Monte Azul; Montes Claros; Paracatu; Patos de Minas; Pedra Azul; Pirapora; Pompéu; Salinas; São Lourenço; Sete Lagoas; Teófilo Otoni; Uberaba; Uberlândia; Viçosa.

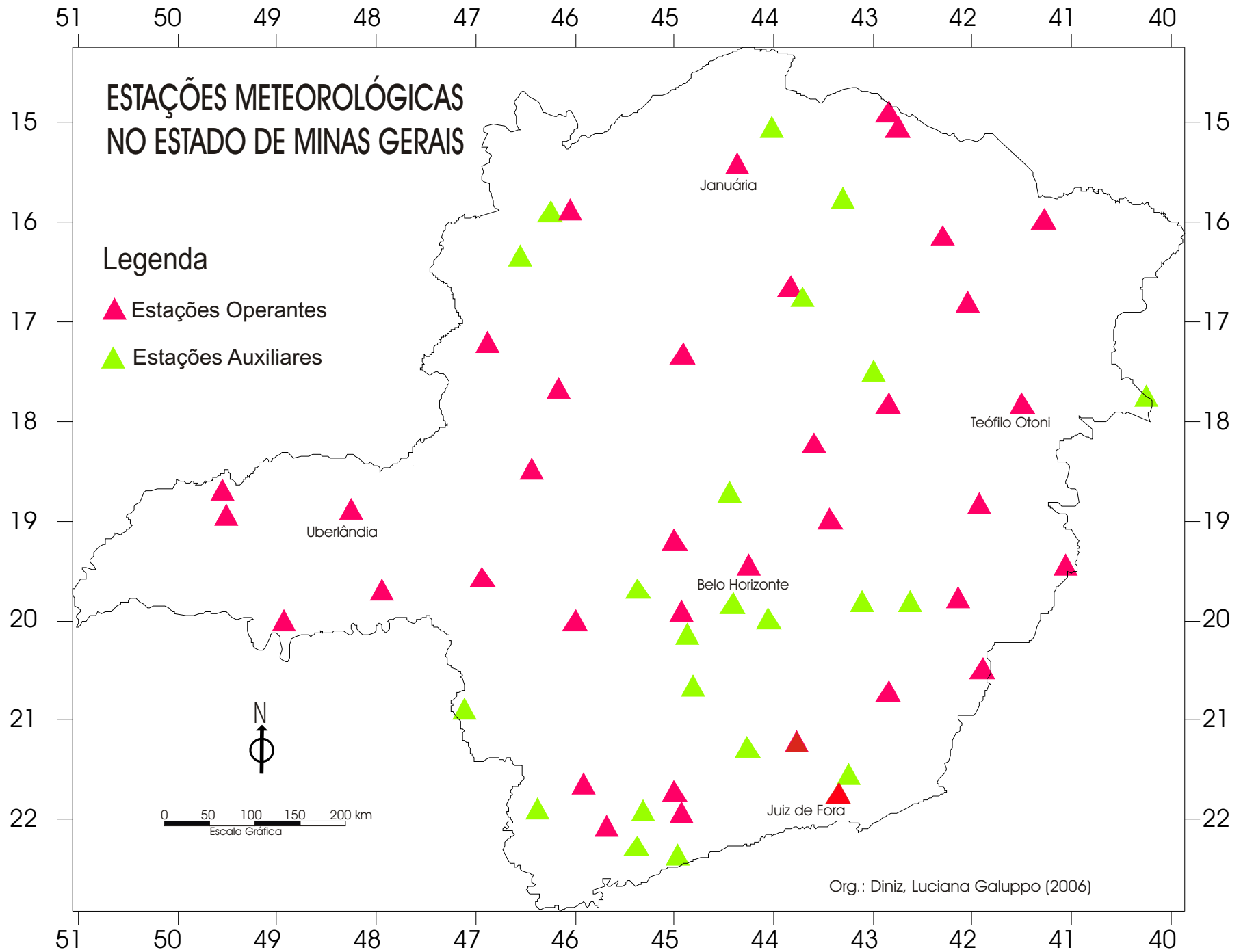


Figura 14: Mapa de localização das estações meteorológicas do Estado de Minas Gerais. (Baseado em fontes do IINMET - 5º Distrito de Meteorologia, 2006) .

A fim de se fazer um estudo mais detalhado da influência do clima com relação ao consumo de água nas regiões de Minas Gerais, foi realizado um levantamento de dados (Apêndice C) das temperaturas médias máximas mensais e anuais referentes às 59 estações meteorológicas localizadas no Estado de Minas Gerais.

## 8.2 PARÂMETROS HIDROQUÍMICOS

O Apêndice A consiste em quatro planilhas, as quais compreendem dados de poços perfurados entre 1976 e 2003. Este conjunto de dados compilados baseou-se a princípio, na divisão administrativa adotada pela Copasa. A descrição desta divisão é determinada pela regionalização das superintendências onde estão localizadas as suas respectivas sedes. A partir desta partilha foram determinadas às quatro planilhas de acordo com os distritos e respectivos sub-distritos<sup>2</sup>.

Tais dados são relativos à localização dos Municípios e as respectivas cidades onde se localizam os poços tubulares perfurados. Os dados reúnem informações da caracterização física dos aquíferos, georeferenciamento dos poços, seus perfis litológicos, parâmetros hidráulicos e análises físico-químicas das águas subterrâneas. Entretanto, alguns dados estão incompletos, devido à insuficiência de informações do próprio órgão gestor.

Estes poços possuem uma grande variação de produção, refletindo a grande heterogeneidade e anisotropia dos aquíferos, apresentando vazões bem variadas assim como os teores de flúor encontrados em suas águas.

A caracterização hidroquímica destes poços profundos baseou-se nas análises químicas dos parâmetros: pH, alcalinidade, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, dureza,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  e  $\text{F}^-$ .

---

<sup>2</sup> O distrito DRMT (Divisão Regional Metropolitana) engloba toda a região metropolitana; à parte leste de Minas Gerais é denominada pelo DRLE (Divisão Regional Leste); o distrito DRCN (Divisão Regional Centro-Norte) abrange praticamente a bacia do Bambuí, centro-norte do estado; e a sudoeste, está o distrito DRSO (Divisão Regional Sudoeste) localizado na parte do Triângulo Mineiro e parte inferior do estado.

A Tabela 5 apresenta um resumo dos dados cadastrados nas planilhas desenvolvidas para a identificação de localização dos poços georeferenciados que apresentaram em suas análises químicas, presença de flúor na água subterrânea do Estado.

Tabela 5: Resumo dos dados compilados da COPASA-MG entre 1976 a 2003

Divisão Regional	Relação de poços perfurados	Poços georeferenciados	Concentração de Flúor (poços georeferenciados)	
			Min.	Max.
DRMT	47	22	< 0,1	1,2
DRCN	203	173	<0,01	7,86
DRLE	276	139	<0,01	3,15
DRSO	75	49	<0,01	3,2
<b>TOTAL</b>	<b>601</b>	<b>383</b>	<b>Média: 0,03</b>	<b>Média: 3,85</b>

Fonte: COPASA-MG, 2004.

Conforme se observa na Tabela 5, foram compilados dados de 601 poços, perfurados em 309 municípios de Minas Gerais. Dentre eles apenas 383 poços possuíam coordenadas geográficas, os quais apresentaram concentrações de flúor desde ausentes até um máximo de  $7,86\text{mg.L}^{-1}$ . Entretanto, o valor máximo de flúor atinge  $11\text{mg.L}^{-1}$  quando considerado o total de poços cadastrados, mostrando a grande deficiência de dados locais existentes junto aos órgãos de recursos hídricos como já citado anteriormente.

De acordo com a legislação de 1975 (Tabela 3), cerca de 7,8% (47) do total de poços (601) apresentaram-se acima de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$ , e 3,8% (23) dos 601 poços cadastrados, ultrapassaram o VMP que é de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$ , recomendado pela Portaria 518/2004.

Os 383 poços perfurados georeferenciados no Estado de Minas Gerais, estão identificados na Figura 15 que apresenta a localização e a espacialização dos poços amostrados. De acordo com a concentração de flúor encontrada nas águas subterrâneas destes poços observa-se onde se localizam as áreas mais críticas de elevados teores de fluoreto no estado.

Ressalta-se que devido à falta dos dados de coordenadas geográficas de alguns poços, não foi possível a plotagem de todas as amostras cadastradas, sendo que algumas unidades que apresentaram elevados teores de flúor, não aparecem no mapa do estado.

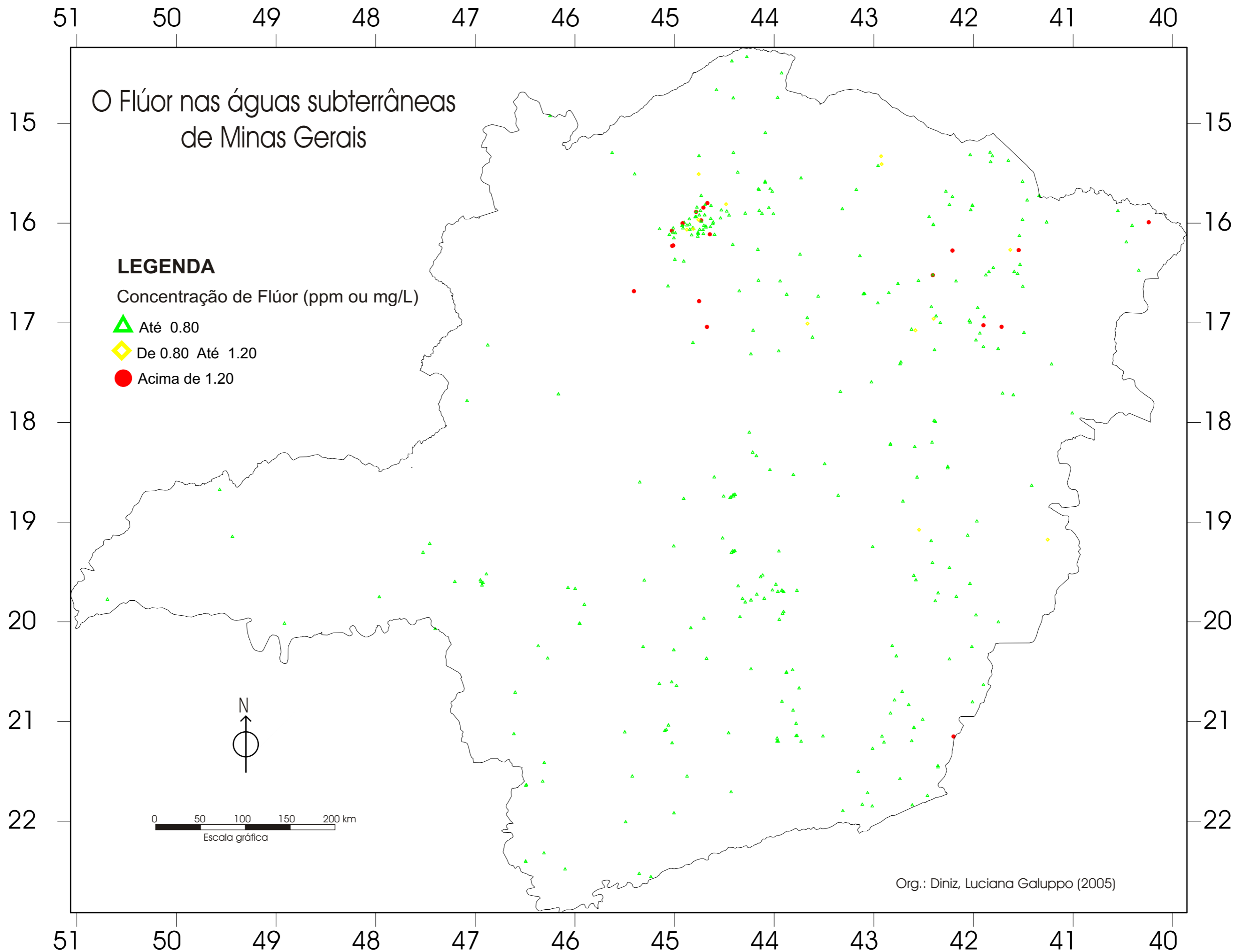


Figura 15: Localização dos 383 poços perfurados georeferenciados em Minas Gerais.



## CAPÍTULO 9

### RESULTADOS E DISCUSSÕES

Encontram-se neste Capítulo, os resultados referentes à temperatura do ar e as análises estatísticas das correlações hidroquímicas entre o flúor e os parâmetros químicos encontradas nas águas subterrâneas no Estado de Minas Gerais.

#### 9.1 OCORRÊNCIA DE FLÚOR

O mapa de zoneamento das temperaturas máximas anuais compreende a análise das medidas do INMET realizadas entre 1999 a 2005 (Figura 16). Conforme explicitado na metodologia, os intervalos de temperatura foram adotados em função das faixas apresentadas pela legislação de 1976 (Tabela 3).

De acordo com as faixas especificadas pela legislação e com os dados de temperaturas levantadas (Apêndice C), identificaram-se em Minas Gerais, três faixas predominantes de temperaturas apresentadas na Figura 16.

Verifica-se que a maior parte do estado, está compreendida na faixa entre 21,5 °C a 26,3 °C seguido da faixa entre 26,4 °C a 32,5 °C. Os valores acima de 32,5°C não estão estabelecidos naquela legislação, por isso as áreas correspondentes a este intervalo não foram avaliados.

Na Tabela 6, apresentam-se os teores máximos de fluoreto correspondentes as faixas de temperaturas com ocorrência no estado.

Tabela 6: Concentração do íon fluoreto em função das faixas de temperaturas com ocorrência no estado

Média anual de temperaturas diárias máximas do ar (°C)	Limites de concentrações de fluoreto (mg de F.L <sup>-1</sup> )		
	Mínima	Ótimo	Máxima
21,5 – 26,3	0,7	0,8	1,0
26,4 – 32,5	0,6	0,7	0,8

Fonte: Ministério da Saúde, 1975.

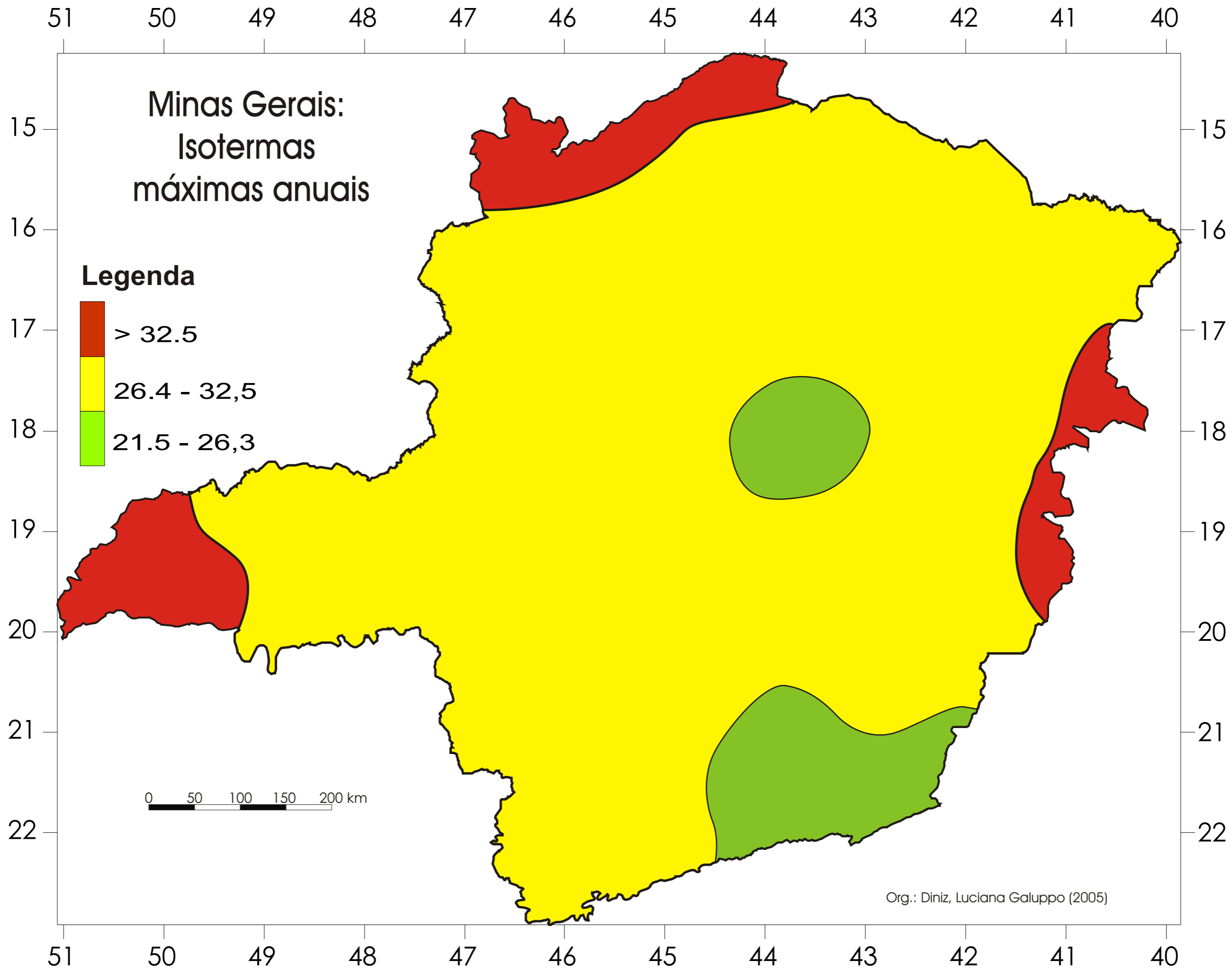


Figura 16: Mapa de zoneamento das temperaturas médias máximas anuais das temperaturas de Minas Gerais entre os anos de 1999 a 2005.

O mapa de concentração de flúor no Estado de Minas Gerais (Figura 17) baseou-se nos 383 poços que constavam de coordenadas geográficas a partir do cadastro de 625 poços perfurados (Apêndice **A**) no estado. Na Figura 18, encontra-se a representação em três dimensões do mapa descrito anteriormente.

As regiões de maiores concentrações de flúor estão distribuídas na mesorregião do norte do estado, Jequitinhonha, zona da Mata e vale do Rio Doce, apresentando valor máximo de  $7,86\text{mg.L}^{-1}$  na região norte (bacia do São Francisco).

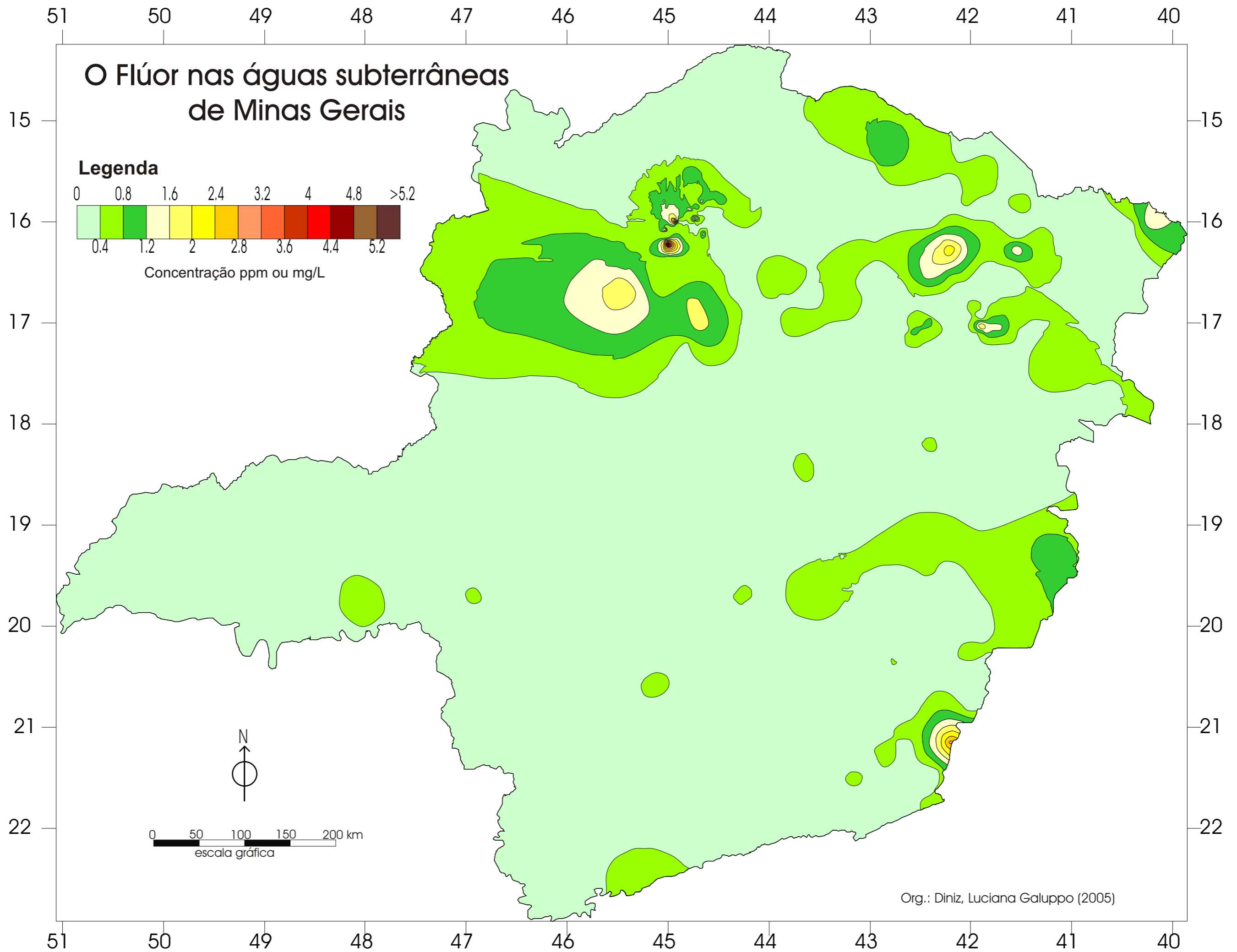
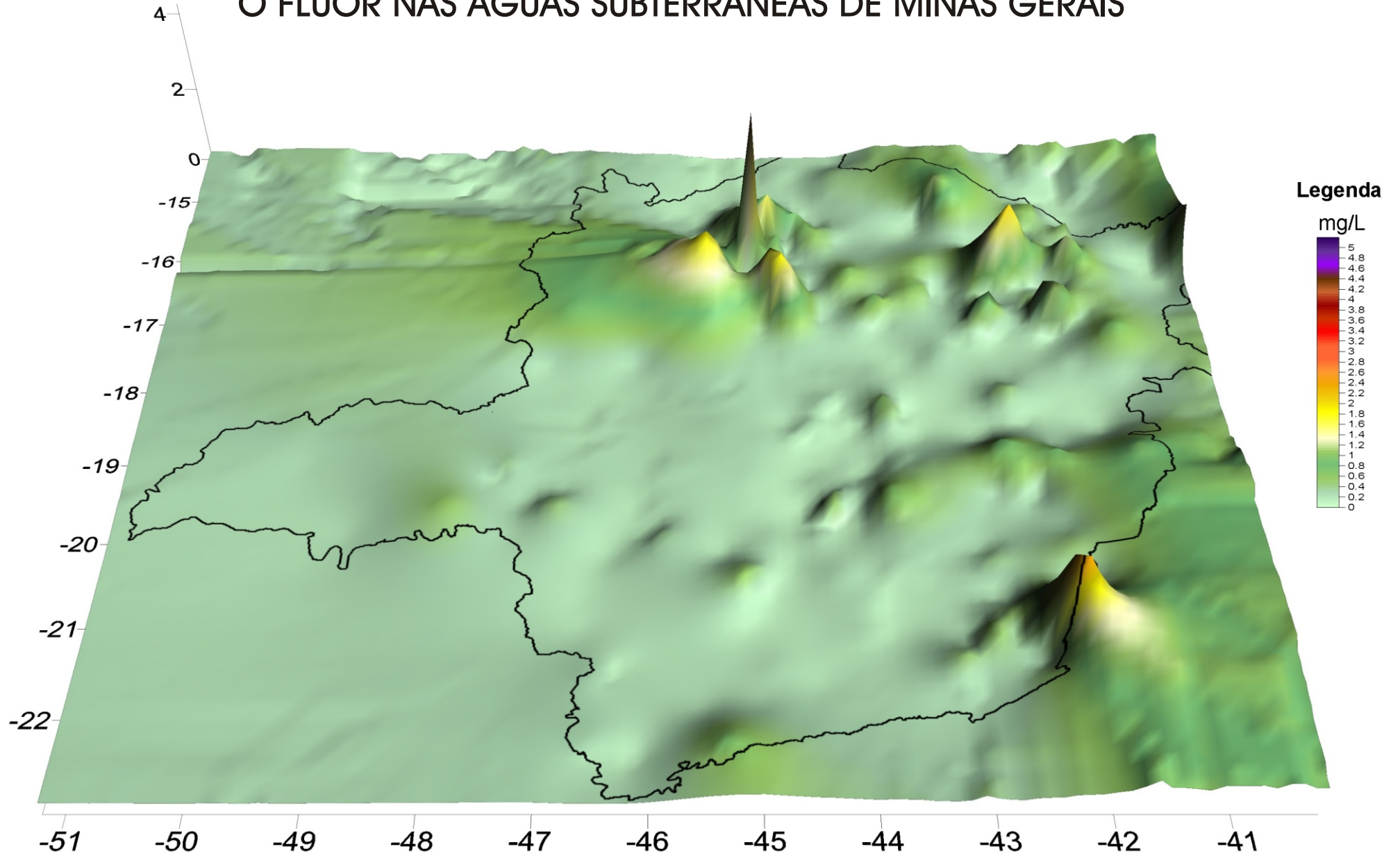


Figura 17: Concentração de flúor nas águas subterrâneas dos 383 poços tubulares georeferenciados em Minas Gerais.

# O FLÚOR NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE MINAS GERAIS



Org: Diniz, Luciana Galuppo (2006)

Figura 18: Espacialização da concentração de flúor nas águas subterrâneas dos 383 poços perfurados no estado de Minas Gerais

Com base nas observações do mapa que apresenta os poços perfurados plotados sobre os sistemas aquíferos do estado (Figura 19) constata-se que as ocorrências mais significativas de anomalias ( $> \text{VMP}$ ) de flúor na água subterrânea, encontram-se nas unidades aquíferas relacionadas a seguir:

- Sistema Aquífero Carbonático (meio cárstico);
- Sistema Aquífero Pelítico (meio fissurado);
- Sistema Aquífero Pelítico-carbonático (meio cárstico-fissurado);
- Sistema Aquífero Basáltico (meio fissurado);
- Sistema Aquífero Xistoso (meio fissurado);
- Sistema Aquífero Gnáissico-granítico (meio fissurado).

Ressalta-se que embora alguns poços estejam plotados sobre determinados sistemas aquíferos superficiais, como Aluvial e Arenítico, a classificação definitiva do sistema aquífero para tais poços, levou em consideração a litologia aquífera.

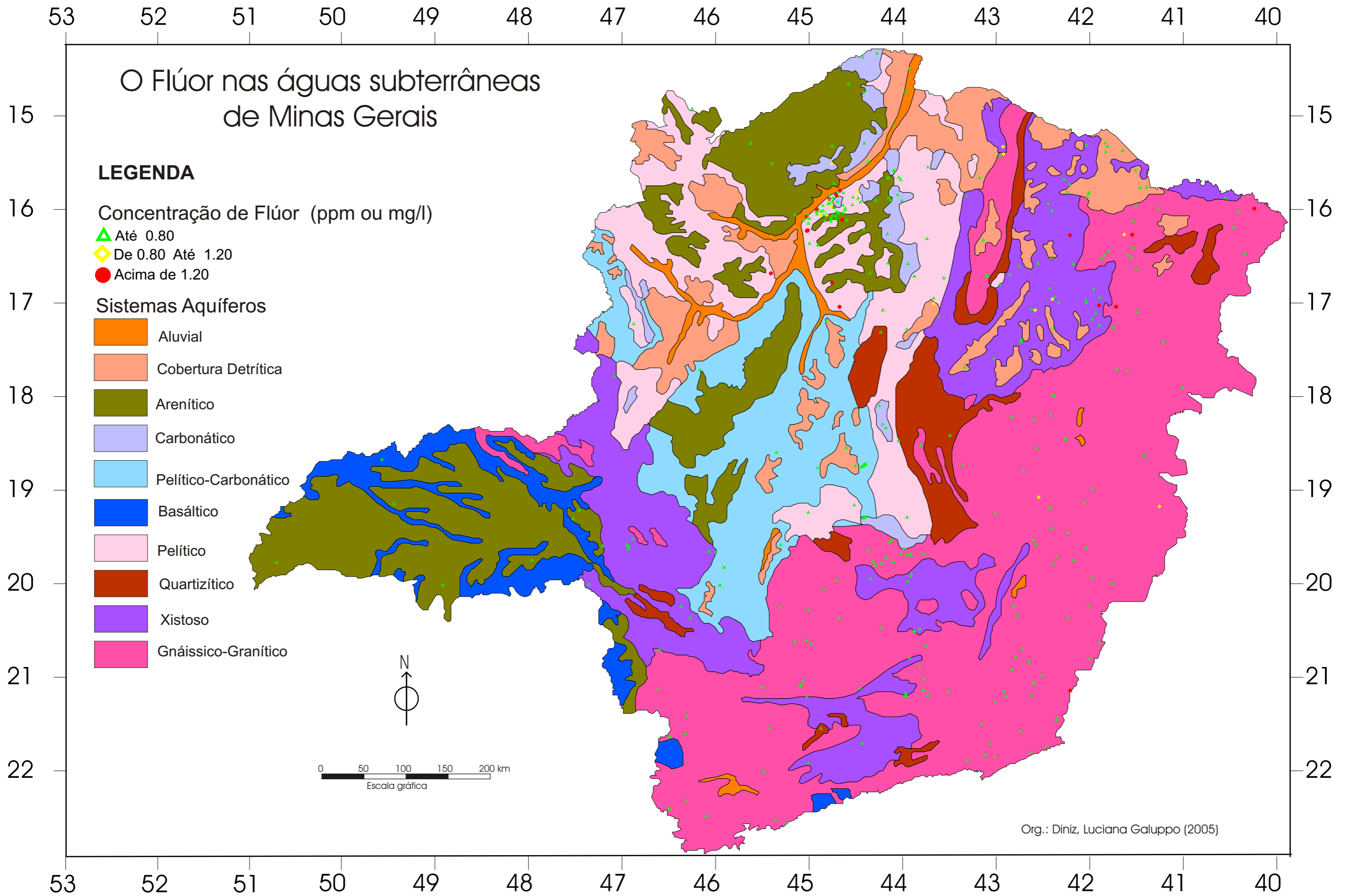


Figura 19:Localização dos poços tubulares georeferenciados nos Sistemas Aquíferos de Minas Gerais.

Através do mapa de zoneamento dos intervalos das curvas de temperaturas e da relação com a norma que estabelece os teores máximos de fluoreto em função da temperatura (Tabela 3), foi gerado um mapa de qualidade das águas de acordo com as concentrações de flúor e suas relações com a temperatura conforme a legislação em vigor (Figura 20), também representado em três dimensões na Figura 21.

Neste mapa, constatou-se através do cálculo de áreas a porcentagem equivalente das áreas que estão acima e abaixo do limite ideal de concentração máxima de flúor na água em relação à temperatura prevalecente na comunidade (Tabela 6). As áreas sem preenchimento destacadas no mapa, não possuem referência na legislação (valores acima de 32,5°C) com relação aos valores de concentração de flúor em função das faixas de temperaturas com ocorrência no estado, não sendo, portanto avaliadas.

Na seqüência encontram-se relacionados os valores calculados para os intervalos de temperaturas (já mencionados no Capítulo 7):

- 83,47% dos poços acham-se abaixo do limite de concentração máxima de flúor na água;
- 6,54% dos poços encontram-se acima do limite de concentração máxima de flúor recomendado pela legislação no estado;
- 9,99% da área não apresentam referência de concentração de flúor.

Citam-se três exemplos de cidades apresentando dados de média anual de temperaturas diárias máximas do ar (°C) entre os anos de 1999 a 2005 e as concentrações de flúor presente em suas águas (Apêndice A) para comparação das faixas estabelecidas pela legislação:

- Varzelândia (localizada ao norte de Minas Gerais), com temperatura de 31 °C e concentração de flúor variando entre 0,2 a 0,76mg.L<sup>-1</sup>;
- Medina (próxima à divisa com o Sul da Bahia, no Jequitinhonha), com temperatura de aproximadamente de 33 °C e teores de flúor desde 1,5 até 2,3mg.L<sup>-1</sup>;



- Resplendor (sudeste do estado, no vale do Rio Doce), com temperatura próxima a 32 °C e apresentando flúor de 0,94mg.L<sup>-1</sup>.

De acordo com a Tabela 6, as cidades de Medina e Resplendor, estão em situação crítica, uma vez que o teor máximo de concentração de fluoreto nas duas cidades, deveriam ser de no máximo **0,8mg.L<sup>-1</sup>**. Mesmo a cidade de Varzelândia, merece atenção, pois a região possui temperaturas elevadas durante todo o ano.

Observa-se que a legislação regulamentada deverá ser reavaliada em função das concentrações de flúor presentes nas águas subterrâneas do estado, pois, em determinadas localidades (Figura 15) os teores de flúor apresentam-se bem acima do estabelecido, levando-se em conta a temperatura local da região.

É importante observar que quase todo o estado, se enquadra na faixa de temperatura entre 26,4 °C a 32,5 °C, resultando no limite máximo de 0,8mg.L<sup>-1</sup> de concentração de flúor para o Estado de Minas Gerais. Portanto, as áreas críticas que apresentaram anomalias (Figura 20), devem ser alvos de atenção para as autoridades do setor de saúde pública.

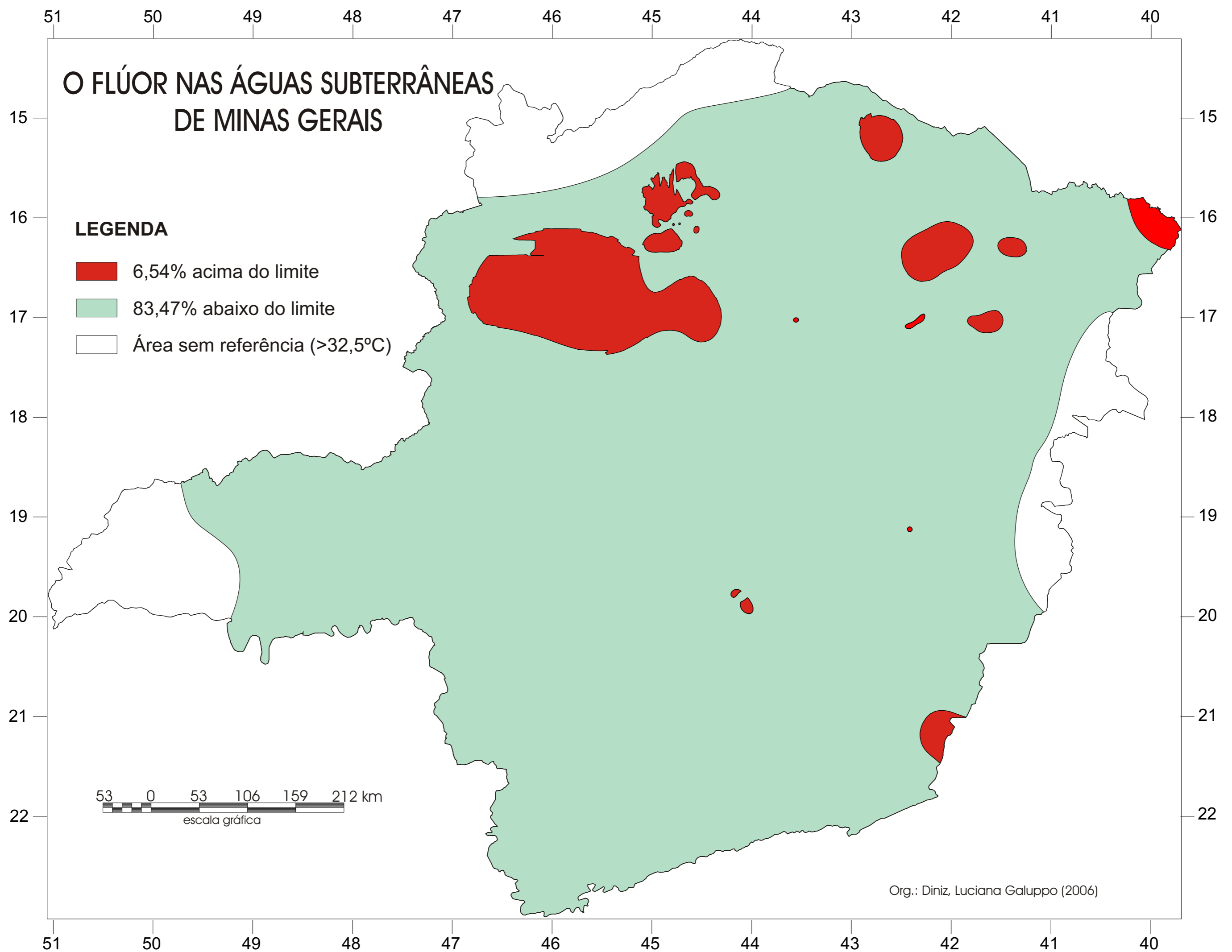
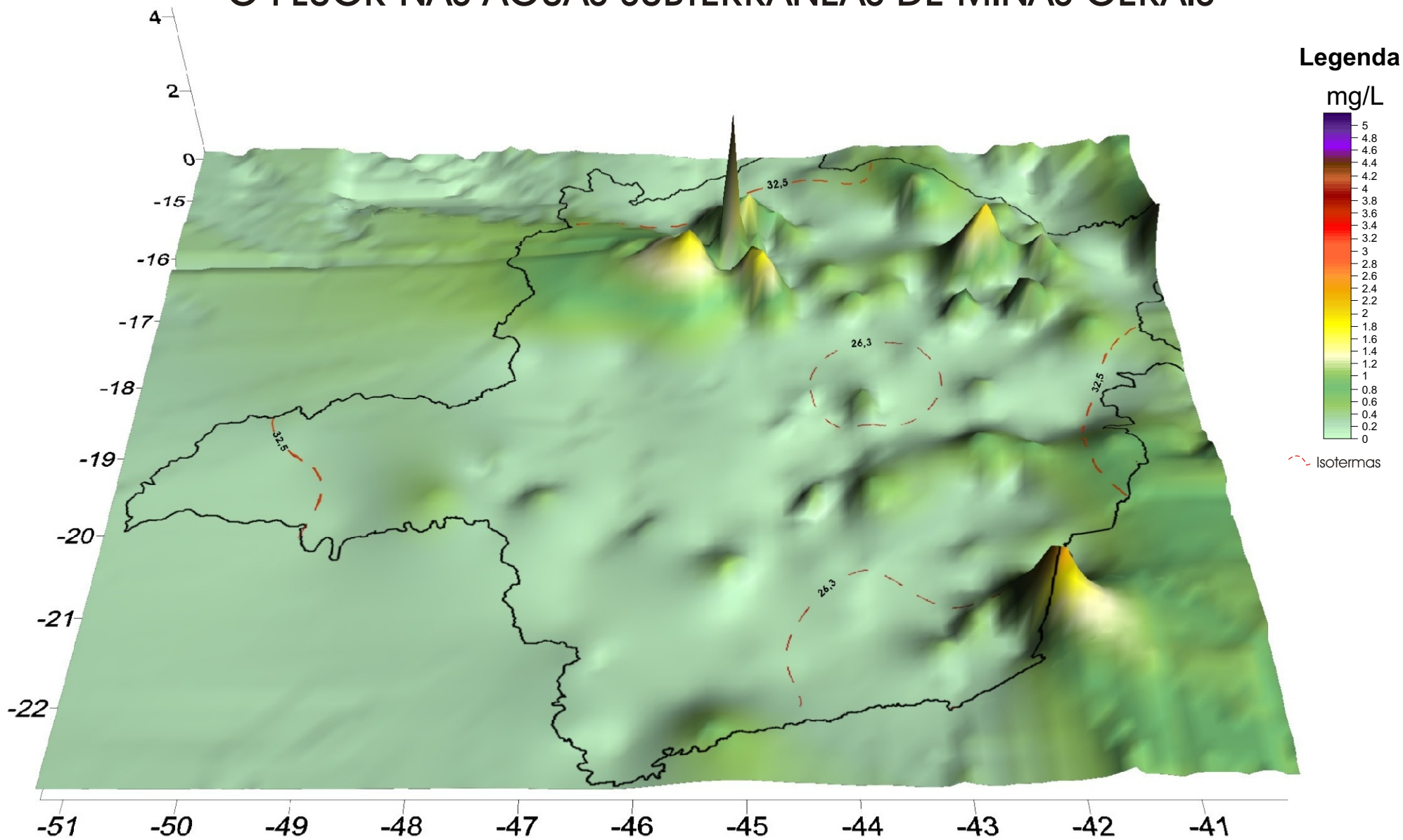


Figura 20: Qualidade das águas de acordo com as concentrações de flúor e suas relações com a temperatura conforme a legislação vigente (Tabela 3).

# O FLÚOR NAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DE MINAS GERAIS



Org: Diniz, Luciana Galuppo (2006)

Figura 21: Ocorrência das concentrações de fluoreto em função dos intervalos adotados de temperaturas conforme Tabela 2

## 9.2 ESTUDO HIDROQUÍMICO

O estudo hidrogeoquímico teve como objetivos a determinação das fácies hidroquímicas, por tipo de sistema aquífero, o estudo estatístico das concentrações iônicas nas águas subterrâneas e o estabelecimento das relações entre o flúor e os demais parâmetros químicos visando ao entendimento da interferência ou a influência na concentração do flúor.

A análise estatística dos dados hidroquímicos foi realizada com um banco de dados com 1065 poços tubulares utilizando o programa estatístico *SPSS* para o estudo das correlações entre o flúor e os demais parâmetros químicos.

Esta amostra compreendeu, como mencionado na metodologia, poços que possuíam, no mínimo, dados de dois parâmetros químicos o que acabou por deixar fora vários poços com elevados teores de fluoreto (como por exemplo, teor de  $11\text{mg.L}^{-1}$ ). Tal análise iniciou-se com a tabulação (digitação e codificação) dos dados das amostras e em seguida foi realizada a análise descritiva dessas variáveis.

Observou-se que as concentrações de flúor presentes nos 1065 poços perfurados variaram desde ausentes até um máximo de  $4,25\text{ mg.L}^{-1}$ , apresentando média de  $0,3\text{mg.L}^{-1}$ , desvio padrão de  $0,4\text{mg.L}^{-1}$  e coeficiente de variação de 152,9%. Esta amostra adverte para a presença de anomalias nestas concentrações ao se observar o valor elevado do coeficiente de variação, que indica a porcentagem de variação do flúor em relação a sua média.

Em particular, a distribuição do flúor com relação ao valor da mediana igual a 0,2 significa que 50% das concentrações de flúor possuem até o máximo de  $0,2\text{mg.L}^{-1}$  e os outros 50% dos valores variam entre  $0,2\text{mg.L}^{-1}$  até  $4,25\text{mg.L}^{-1}$ .

O *background* de fluoreto na água subterrânea do estado é fundamental do ponto de vista hidrogeoquímico por representar a concentração regional e indicar a distribuição areal de minerais fluoríticos nas rochas (VELÁSQUEZ *et al.*, 2003). O *background* é considerado o valor modal, ou seja, o mais freqüentemente encontrado nas águas dos poços desta amostra, cujo valor variou entre  $0,14 - 0,75\text{mg.L}^{-1}$ , o que permite adotar um valor médio de  $0,25\text{mg.L}^{-1}$  (Figura 22).

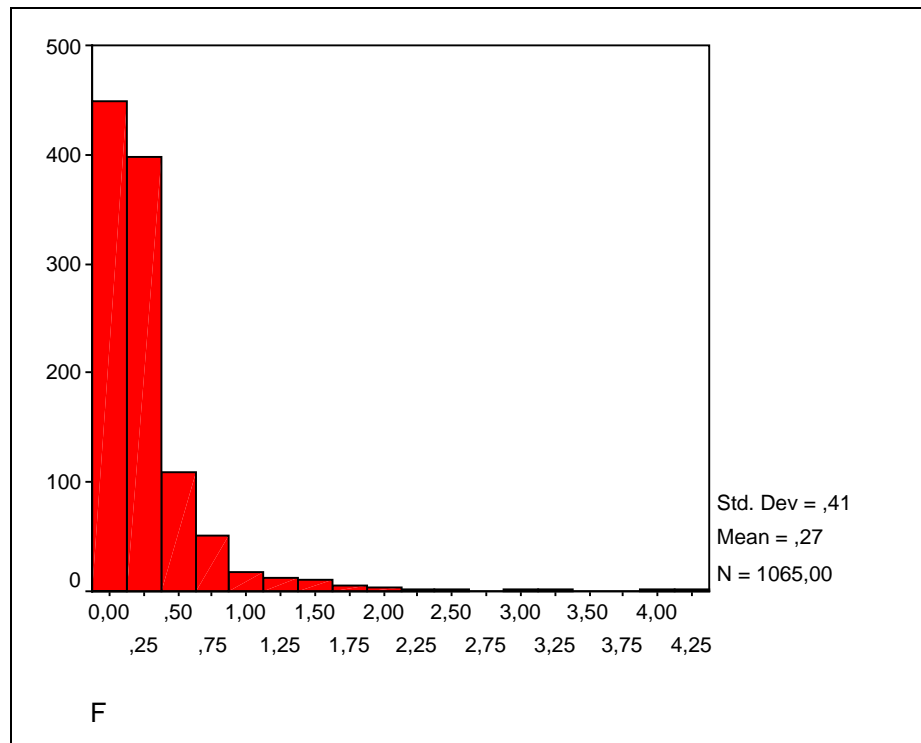


Figura 22: Frequência da concentração de fluoreto nas 1065 amostras das águas subterrâneas dos poços perfurados.

Apesar de 71% das amostras (757 poços) apresentarem valores abaixo do *background*, 29% (308 poços) apresentaram teores de flúor acima do *background* nas águas subterrâneas, 6,7% das amostras (71 poços) apresentaram valores acima do limite máximo de 0,8mg.L<sup>-1</sup> conforme constituído pela legislação de 1975, e 1,9% (20 poços) encontraram-se acima do VMP (> 1,5mg.L<sup>-1</sup>) estabelecido na Portaria 518/2004.

No segundo momento, um ponto relevante foi descobrir as possíveis relações hidroquímicas do flúor com os íons majoritários da água, isto é, os responsáveis pela sua salinização natural, além dos íons nitrato e nitrito, os quais não participam dessa salinização. Para tanto se usou, o teste de Hipóteses. Este teste serve para avaliar o grau de relacionamento entre os parâmetros, ou seja, averiguar a hipótese de que existe ou não correlação entre duas variáveis quaisquer, baseadas na correlação linear de *Pearson*.

Na Tabela 7 apresenta-se o comportamento do flúor com os demais parâmetros, onde se observam as correlações entre as diversas variáveis em estudo.

Nas hipóteses do teste utilizado (correlação linear de *Pearson*), consideram-se as correlações entre duas variáveis quaisquer (X e Y), onde esta correlação mede a relação linear entre duas variáveis, admitindo-se para os resultados as seguintes condições de existência:

$$\left\{ \begin{array}{l} H_0 > 0,05: \text{ Não existe relação linear entre X e Y.} \\ H_1 < 0,05: \text{ Existe relação linear entre X e Y.} \end{array} \right.$$

Portanto, rejeita-se  $H_0$  se o valor  $t$  (valor do teste) for maior que 0,05, caso contrário aceita-se  $H_0$ . Ou seja, somente se deve analisar a relação entre duas variáveis (X e Y) onde o valor for menor que 0,05. Isso quer dizer que essa relação é significativa ao nível de 95%.

Na significância do teste, quanto mais próximo de zero for (entre 0 e 0,05), maior a significância estatística na respectiva relação entre as duas variáveis analisadas (X e Y).

Nos valores da Tabela 07, os resultados expressos de cor **verde**, significam que existe uma relação de 99% entre o flúor e os parâmetros; nos de cor **azul** existe relação de 95%; e nos dados **vermelhos**, significa que não há relação do parâmetro com o flúor.

Observa-se que apesar da discrepância entre os valores de correlação, a relação é positiva com todos eles, exceto com os nitratos e os nitritos, o que demonstra que estes dois elementos não participaram da salinização da água, portanto não apresentaram relação significativa com o flúor.

De fato VELÁSQUEZ *et al.* (2003) encontrou correlação significativa entre a Condutividade Elétrica e flúor no município de São Francisco e apesar de negativa, encontrou correlação significativa com o cálcio. Segundo RAO (1997), uma possível sugestão seria a dissolução da fluorita com precipitação simultânea de  $\text{CaCO}_3$ , o que explicaria a relação negativa entre o  $\text{F}^-$  e o  $\text{Ca}^{2+}$  e positiva com o  $\text{Na}^+$ .

As elevadas concentrações de sais nas águas são indicativas de grande reatividade dos solos da região. O conjunto de fatores que contribuem para essa salinização é o climático, atestado pelas elevadas concentrações de cloreto, e a natureza dos solos.

Tabela 7: Estatísticas das correlações entre os parâmetros químicos referentes a 1065 amostras.

Análise das correlações		Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>
Ca <sup>2+</sup>	valor da correlação	<b>0,308</b>									
	Significância do teste	<b>0,000</b>									
Mg <sup>2+</sup>	valor da correlação	<b>0,487</b>	<b>0,505</b>								
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>								
K <sup>+</sup>	valor da correlação	<b>0,450</b>	<b>0,262</b>	<b>0,415</b>							
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>							
Cl <sup>-</sup>	valor da correlação	<b>0,786</b>	<b>0,531</b>	<b>0,861</b>	<b>0,540</b>						
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	valor da correlação	<b>0,395</b>	<b>0,500</b>	<b>0,659</b>	<b>0,322</b>	<b>0,603</b>					
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	valor da correlação	<b>0,292</b>	<b>0,682</b>	<b>0,263</b>	<b>0,088</b>	<b>0,190</b>	<b>0,181</b>				
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,029</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>				
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	valor da correlação	<b>0,220</b>	<b>0,020</b>	<b>0,041</b>	<b>-0,088</b>	<b>0,147</b>	<b>-0,022</b>	<b>0,133</b>			
	Significância do teste	<b>0,027</b>	<b>0,799</b>	<b>0,586</b>	<b>0,383</b>	<b>0,054</b>	<b>0,797</b>	<b>0,068</b>			
F <sup>-</sup>	valor da correlação	<b>0,413</b>	<b>0,080</b>	<b>0,258</b>	<b>0,172</b>	<b>0,254</b>	<b>0,292</b>	<b>0,226</b>	<b>0,208</b>		
	Significância do teste	<b>0,000</b>	<b>0,025</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,004</b>		
NO <sub>3</sub>	valor da correlação	<b>-0,005</b>	<b>0,091</b>	<b>0,053</b>	<b>-0,021</b>	<b>0,031</b>	<b>0,023</b>	<b>0,036</b>	<b>0,001</b>	<b>-0,072</b>	
	Significância do teste	<b>0,911</b>	<b>0,043</b>	<b>0,235</b>	<b>0,636</b>	<b>0,501</b>	<b>0,606</b>	<b>0,423</b>	<b>0,996</b>	<b>0,108</b>	
NO <sub>2</sub>	valor da correlação	<b>-0,015</b>	<b>0,022</b>	<b>-0,023</b>	<b>-0,014</b>	<b>-0,013</b>	<b>-0,009</b>	<b>0,018</b>	<b>-0,088</b>	<b>-0,034</b>	<b>-0,002</b>
	Significância do teste	<b>0,746</b>	<b>0,631</b>	<b>0,611</b>	<b>0,754</b>	<b>0,782</b>	<b>0,841</b>	<b>0,692</b>	<b>0,429</b>	<b>0,447</b>	<b>0,958</b>

### 9.3 FÁCIES HIDROQUÍMICA

Para a identificação das fácies hidroquímicas foi necessária a realização de nova filtragem de dados, cujo critério foi a existência de dados completos para os íons majoritários e que ao mesmo tempo apresentassem erro do balanço iônico abaixo de 5%. Isso resultou numa amostra de 563 poços perfurados no estado, a qual consta em seu cadastro, o município, localidade, sistema aquífero predominante, o tipo de água e suas respectivas análises químicas (Apêndice B).

A classificação das fácies hidroquímica foi realizada segundo Piper, por tipo de sistema aquífero, utilizando-se o software *Aquachem*.

Como já descrito no Capítulo 4, são dez os sistemas aquíferos predominantes no Estado de Minas Gerais, sendo nesta amostragem, identificados somente nove unidades. As unidades aquíferas estão listadas (Tabela 8) de acordo com a quantidade de poços tubulares perfurados no estado, relacionadas a seguir.

Tabela 8: Relação de número de poços com os sistemas aquíferos identificados no estado

<b>Sistemas Aquíferos</b>	<b>Nº. de poços perfurados</b>
Cobertura Detrítica	04
Arenítico	13
Carbonático	83
Pelítico-carbonático	44
Basáltico	07
Pelítico	48
Quartzítico	02
Xistoso	61
Gnáissico-granítico	301



É notória a predominância no Sistema Gnáissico-granítico, seguido dos Sistemas Carbonático, Xistoso, Pelítico e Pelítico-carbonático, o que está de acordo com a distribuição areal desses sistemas aquíferos no estado.

Apresenta-se a seguir as relações entre o flúor e os parâmetros físico-químicos (pH, alcalinidade, condutividade elétrica, dureza, sólidos totais dissolvidos – TDS); íons majoritários responsáveis pela salinização ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ) e íons menores ( $\text{NO}_3^-$  e  $\text{NO}_2^-$ ).

Ressalta-se que, devido ao fato de poços ocorrerem sob diferentes faixas climáticas apesar de pertencerem ao mesmo Sistema Aquífero, optou-se por comparar os valores encontrados com o limite de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$  permitido pela Portaria 518/2004, e também com o limite de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$  que é o valor máximo correspondente à maior parte do estado.

No caso dos sistemas aquíferos de Cobertura Detrítica, Arenítico, Basáltico e Quartzítico, não foram possíveis à realização do estudo estatístico de correlações entre o flúor e as variáveis devido ao número insuficiente de amostras (mínimo de 30), sendo realizado somente a identificação da variação dos teores de flúor e o tipo de água predominante nos poços cadastrados através do diagrama de PIPER.

Deve-se considerar para todas as tabelas de correlações entre os parâmetros que, os resultados expressos de cor **verde**, significam que existe relação de 99% entre o flúor e os parâmetros; nos de cor **azul** existe relação de 95%; e nos dados **vermelhos**, significa que não há relação do parâmetro com o flúor. Portanto, quanto mais próximo de zero estiver o valor, maior a significância estatística entre as duas variáveis analisadas.

### 9.3.1 Sistema Aquífero Cobertura Detrítica

Os teores de flúor variaram entre  $0,1\text{mg.L}^{-1}$  e  $1,75\text{mg.L}^{-1}$  para o total de 4 poços nesse sistema (Tabela 9). Um (01) poço apresentou teor de fluoreto acima do limite de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$  permitido pela Portaria 518/2004 e dois (02) poços com teores acima do limite máximo de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$ , conforme a legislação de 1975.

Tabela 9: Relação das 04 amostras predominantes no Sistema de Cobertura Detrítica

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )
670	São José do Paraíso	Cobertura Detrítica	Na-HCO <sub>3</sub>	0.5

706	Águas Vermelhas	Cobertura Detrítica	Ca-Na-K-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	1
713	Águas Vermelhas	Cobertura Detrítica	Na-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub> -Cl	1.75
714	Águas Vermelhas	Cobertura Detrítica	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.1

As águas desse sistema são do tipo bicarbonatada sódica (1)<sup>3</sup>, bicarbonatada-sulfatada cálcica-sódica (1), bicarbonatada-cloretada sódica (1), e bicarbonatada-cloretada sódica-cálcica (1), identificadas na Figura 23.

Tais características indicam uma influência climática predominante sobre esse sistema aquífero, uma vez que são aquíferos superficiais, com pequeno tempo de trânsito.

De fato, todos os poços estão situados em regiões de clima semi-árido (norte de Minas e Jequitinhonha), onde a evapotranspiração supera a precipitação.

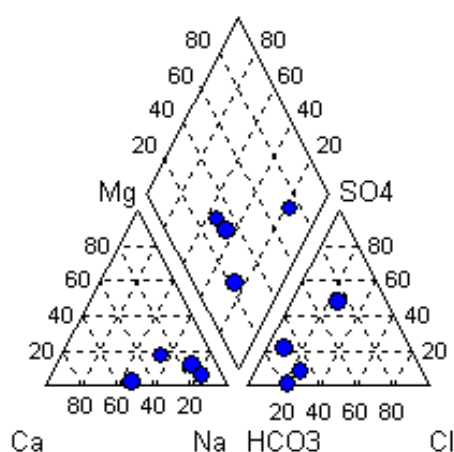


Figura 23: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Aquífero Cobertura Detrítica.

É interessante se observar que o fluoreto ocorre em águas salinizadas, apresenta condutividade elétrica variando entre 154 $\mu$ s a 684 $\mu$ s, e com teores elevados de sódio e ou cloreto, ambos muito solúveis, o que favorece as suas concentrações.

### 9.3.2 Sistema Aquífero Arenítico

Nesse sistema, com 13 dados (Tabela 10), os teores de flúor variaram entre 0,0mg.L<sup>-1</sup> até 2,0mg.L<sup>-1</sup>, com apenas um poço com concentração de flúor acima do permitido tanto pela Portaria 518/2004 (VMP  $\leq$ 1,5mg.L<sup>-1</sup>) e um poço com concentração de flúor acima do permitido pela Portaria n.º 635/BSB de1975.

<sup>3</sup> Na identificação de todas as fácies hidroquímicas, o valor entre parênteses se refere aos números de poços identificados em cada tipo de água.

Tabela 10: Relação das 13 amostras predominantes no Sistema Arenítico

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
32	Carneirinho	Arenítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.13
533	Urucuaia	Arenítico	Na-HCO <sub>3</sub>	0.28
564	Formoso	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.21
565	Formoso	Arenítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.25
648	Januária	Arenítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
652	Januária	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
762	Ibiaí	Arenítico	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	2
763	Ibiaí	Arenítico	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.7
862	Presidente Olegário	Arenítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.05
947	Iturama	Arenítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	0.12
948	Iturama	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
949	Iturama	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.19
954	Pirajuba	Arenítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	0

Predominam as águas do tipo bicarbonatadas, sendo elas: cálcicas a magnesianas (3), sódicas a sódicas-cálcicas (4) e mistas (4) e segue o tipo bicarbonatada-cloretada sódica (2), identificadas na Figura 24.

É notório o fato da amostra 762 possuir valor acima da média de 0,31mg.L<sup>-1</sup> e que as amostras de Ibiaí possuem como uns dos íons predominantes, o cloreto (2) e sódio (2), ambos elementos bastante solúveis. Os poços amostrados deste sistema aquífero estão situados na região do Triângulo Mineiro e norte do Estado de Minas Gerais. A localização climática desta área abrange as faixas de temperaturas acima de 32,5 °C e de 26,4 °C a 32,5 °C, no qual o teor máximo de flúor deveria ser de 0,8mg.L<sup>-1</sup>.

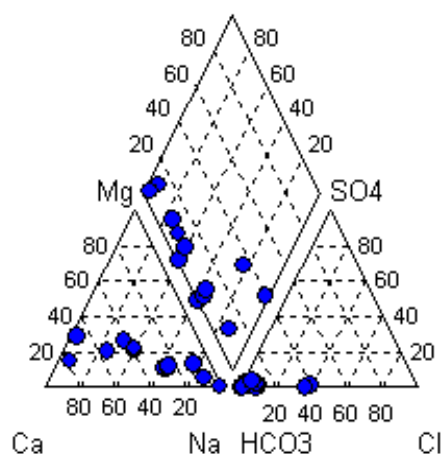


Figura 24: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Aquífero Arenítico.

### 9.3.3 Sistema Aquífero Carbonático

Nesta amostra que compreende 83 poços, as concentrações de flúor encontram-se entre  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  até  $3,9\text{mg.L}^{-1}$ , dos quais 6,0% da amostra (05 poços) estão acima do permitido pela Portaria nº. 518/2004 e 13,3% apresentam-se acima da faixa estabelecida no estado de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$  (11 poços) de acordo com a temperatura local da região.

A Tabela 11 apresenta a análise estatística dos dados amostrados neste sistema, e em seguida, a Tabela 12 apresenta a relação dos poços amostrados.

Tabela 11: Estatística descritiva de concentrações dos parâmetros químicos das 83 amostras do Sistema Carbonático.

Parâmetros	Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	83	6,45	8,9	7,7	0,5
Dureza	83	3,43	689	280,6	139,2
Cond. Elétrica	82	6,38	1480	657,7	269,5
TDS	26	7,8	723	332,2	208,4
Na <sup>+</sup>	83	0	235	36,9	46,8
Ca <sup>2+</sup>	83	0,84	176	82,5	44,1
Mg <sup>2+</sup>	82	0,32	72,5	17,8	16,4
K <sup>+</sup>	83	0,35	14,2	2,5	2,1
Cl <sup>-</sup>	64	0,35	172,1	22,1	32,9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	83	0	375	40,3	64,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	44	118,22	538,02	335,6	111,2
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	17	0	42	16,1	11,0
F <sup>-</sup>	83	0	3,9	0,5	0,6
NO <sub>3</sub>	29	0	14,8	2,1	3,4
NO <sub>2</sub>	29	0	5,3	0,2	1,0

Tabela 12: Relação das 83 amostras predominantes no Sistema Carbonático

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
81	Confins	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
508	Montalvânia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
509	Montalvânia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
570	Angico Branco	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0,2
571	Barra (Retiro)	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0,15
572	Barreiro das Cabaceiras	Carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0,95
573	Barreiro dos Angicos	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub>	2,2
574	Belmonte (Açude)	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0,38
576	Brejo dos Angicos	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub>	2,6
577	Buritizinho 1	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,27
578	Cana Brava	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,23
579	Croá	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub>	1
580	Fazenda Boi Morto	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0,43
581	Fazenda Brejo dos Angicos	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,5

582	Fazenda Cana Brava	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.55
583	Fazenda Cumbucas	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.28
584	Fazenda Mangai	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.99
585	Fazenda Pereiros	Carbonático	Ca-Mg-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.6
586	Fazenda Redenção	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.26
587	Fazenda Reunidas	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub>	1.28
588	Fazenda Riacho Seco	Carbonático	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	1.38
589	Fazenda Santa Tereza	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.34
592	Furadinho	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
594	Furado Grande	Carbonático	Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	1.37
595	Genipapo	Carbonático	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.46
596	Juncal	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.5
597	Juncal	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.19
599	Lavrinhas	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.47
601	Mocambo (Centro)	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	1.18
602	Mocambo (Cisterna)	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.72
603	Mocambo (Córrego)	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
604	Mocambo de Baixo	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
605	Novo Horizonte (escola)	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	3.9
606	Pereiros	Carbonático	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.6
607	Quatis	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.23
608	Rancharia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
609	Retiro	Carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
610	Santa Justa	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.44
611	Santa Rita	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
612	São Domingos	Carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.7
613	São Francisco	Carbonático	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.74
614	São José	Carbonático	Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
615	Taboquinha	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.53
616	Tapera/ Riacho Fundo	Carbonático	Ca-Mg-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.2
617	Tendinha	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
618	Tinguis	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.5
619	Travessão	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.39
620	Vaqueta	Carbonático	Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	1.92
621	Vaqueta (cisterna)	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
622	Várzea de Casa	Carbonático	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.42
623	Várzea de Casa	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.5
624	Vila do Morro	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.27
625	Vila do Morro	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
626	Montalvânia	Carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.2
627	Montalvânia	Carbonático	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.23
628	Montalvânia	Carbonático	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	1.8
629	Montalvânia	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.58
630	Montalvânia	Carbonático	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	1
634	Manga	Carbonático	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.17
635	Manga	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.3
640	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
646	Januária	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.25
647	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
649	Januária	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
651	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15

653	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.2
656	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
657	Manga	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
659	Varzelândia	Carbonático	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	.76
660	Januária	Carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.1
680	São João da Ponte	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.24
681	São João da Ponte	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.19
684	Varzelândia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	.2
685	Varzelândia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	.2
687	Varzelândia	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.3
689	Varzelândia	Carbonático	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	.47
720	São Francisco	Carbonático	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.35
724	Mirabela	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
727	Mirabela	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
732	Montes Claros	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.25
826	Bocaiúva	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
870	Monjolos	Carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.25
931	Sete Lagoas	Carbonático	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2

As fácies hidroquímicas típicas de aquíferos carbonáticos, isto é, bicarbonatadas cálcicas ou magnesianas, perfazem um total de 50 amostras (Figura 25). Tais águas são influenciadas, sobretudo pelos constituintes mineralógicos principais dos calcários (calcita e dolomita).

O segundo tipo hidroquímico em importância são as bicarbonatadas: cálcicas ou sódicas ou magnesianas ou mistas (21). A presença do sódio pode ser proveniente tanto dos minerais argilosos e micáceos dos pelitos que ocorrem intercalados aos calcários.

Um terceiro tipo hidroquímico identificado foram as bicarbonatadas-sulfatadas: ou cálcicas-magnesianas ou mistas (07). Neste caso, a presença do sulfato, parece indicar a presença de minerais de sulfeto, comumente encontrados nos calcários e pelitos.

O quarto e último tipo hidroquímico são as águas bicarbonatadas-cloretadas ou cloretadas (5) todas com predomínio do sódio dessas amostras. Tal associação do cloreto com o sódio nesse tipo aquífero indica a forte influência climática sobre a qualidade da água no sistema, uma vez que os poços desse grupo ocorrem na região semi-árida – fenômeno da concentração progressiva.

Todos os 12 poços que apresentaram flúor acima de 0,8 mg/L possuem o sódio e ou o cloreto como um dos íons predominantes, ambos os elementos, muito solúveis.

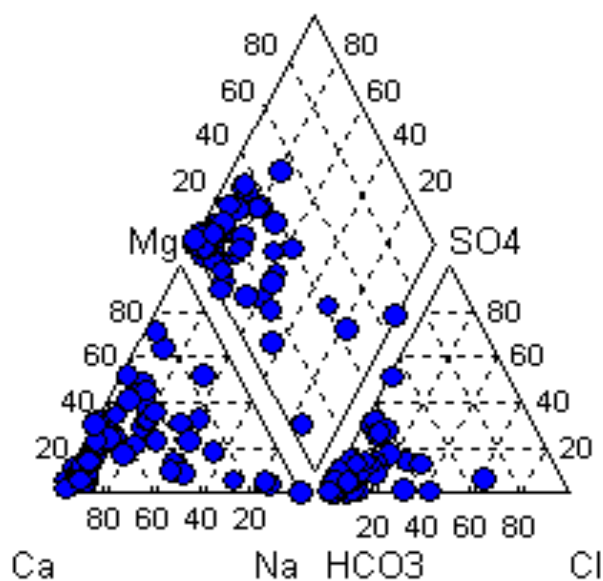


Figura 25: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Aquífero Carbonático.

Na Tabela 13 seguem as análises estatísticas de correlações existentes entre o flúor e os demais parâmetros químicos.

A correlação do flúor é positiva com o pH, condutividade elétrica, sódio, e cloro, e negativa com o cálcio e dureza, sendo que com os demais parâmetros químicos a correlação não apresenta nenhuma significância. A relação negativa com o cálcio deve-se à precipitação química do  $\text{CaF}_2$ .

Tabela 13: Estatísticas das correlações das 83 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Carbonático.

Análise das correlações		PH	Dureza	Cond. Elétrica	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>
Dureza	correlação de Pearson	-0,275												
	significância do teste	0,013												
Cond. Elétrica	correlação de Pearson	0,001	0,410											
	significância do teste	0,992	0,000											
TDS	correlação de Pearson	0,031	0,630	0,763										
	significância do teste	0,889	0,001	0,000										
Na <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,411	-0,357	0,528										
	significância do teste	0,000	0,001	0,000										
Ca <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,291	0,873	0,273	-0,400									
	significância do teste	0,009	0,000	0,014	0,000									
Mg <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,053	0,661	0,423	-0,074	0,268								
	significância do teste	0,641	0,000	0,000	0,512	0,016								
K <sup>+</sup>	correlação de Pearson	-0,038	-0,043	-0,008	0,090	-0,066	0,042							
	significância do teste	0,735	0,704	0,943	0,423	0,555	0,714							
Cl <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,244	-0,092	0,519	0,779	-0,165	0,058	0,299						
	significância do teste	0,060	0,486	0,000	0,000	0,208	0,660	0,020						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	-0,104	0,610	0,625	0,086	0,423	0,598	0,015	0,109					
	significância do teste	0,354	0,000	0,000	0,447	0,000	0,000	0,892	0,408					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,248	0,802	0,374	-0,119	0,701	0,587	0,106	0,061	0,521				
	significância do teste	0,118	0,000	0,016	0,457	0,000	0,000	0,511	0,726	0,000				
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	0,246	0,073	0,137	0,126	-0,073	0,343	-0,039	0,419	-0,080	0,649			
	significância do teste	0,342	0,779	0,599	0,630	0,781	0,193	0,881	0,199	0,760	0,081			
F <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,272	-0,300	0,407	0,771	-0,360	-0,030	0,087	0,516	0,030	-0,156	0,297		
	significância do teste	0,014	0,006	0,000	0,000	0,001	0,793	0,441	0,000	0,789	0,330	0,247		
NO <sub>3</sub>	correlação de Pearson	0,069	0,613	0,538	-0,017	0,470	0,537	0,201	0,240	0,442	0,546	0,094	-0,122	
	significância do teste	0,737	0,001	0,005	0,934	0,015	0,006	0,324	0,238	0,024	0,004	0,881	0,553	
NO <sub>2</sub>	correlação de Pearson	0,089	0,407	0,370	0,003	0,159	0,536	0,549	0,115	0,643	0,308	0,359	-0,122	0,156
	significância do teste	0,665	0,039	0,063	0,988	0,439	0,006	0,004	0,577	0,000	0,125	0,552	0,553	0,445



### 9.3.4 Sistema Aquífero Pelítico-carbonático

Os teores de flúor neste sistema variaram entre  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  até  $1,6\text{mg.L}^{-1}$ , onde apenas em 2,3% dos poços amostrados (01), o teor de flúor apresenta-se acima do valor máximo permissível ( $>1,5\text{mg.L}^{-1}$ ) e conforme a legislação, 4,6% dos poços (02) estão acima de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$ .

A análise estatística dos dados amostrados é apresentada na Tabela 14 e a relação destes poços, segue na Tabela 15.

Tabela 14: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 44 amostras do Sistema Pelítico-carbonático.

Parâmetros	Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	44	5,77	8,6	7,7	0,7
Dureza	44	16	328	111,0	65,4
Cond. Elétrica	42	51,7	627	267,5	132,2
TDS	27	47,5	415,5	193,1	84,0
Na <sup>+</sup>	37	0,68	90	15,6	17,5
Ca <sup>2+</sup>	43	4,8	97,6	36,3	24,8
Mg <sup>2+</sup>	44	1	716,3	24,4	106,9
K <sup>+</sup>	37	0,17	6,8	1,2	1,2
Cl <sup>-</sup>	44	0,26	22	3,4	4,6
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	42	0,27	39,2	5,6	7,8
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	43	18,3	406,26	172,5	93,2
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	6	0	45	12,3	16,6
F <sup>-</sup>	44	0	1,6	0,2	0,3
NO <sub>3</sub>	29	0	1,5	0,4	0,5
NO <sub>2</sub>	30	0	0,03	0,0	0,0

Tabela 15: Relação das 44 amostras predominantes no Sistema Pelítico-carbonático.

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
17	BambuÍ	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
18	BambuÍ	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.38
19	Córrego Danta	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
20	Córrego Danta	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
21	Córrego Danta	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.14
22	Estrela do Indaiá	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
67	Vargem Bonita	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.14
464	Curvelo	Pelítico-carbonático	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.12

465	Curvelo	Pelítico-carbonático	Mg-HCO <sub>3</sub>	0
466	Curvelo	Pelítico-carbonático	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.19
467	Curvelo	Pelítico-carbonático	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.18
468	Curvelo	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0
519	Icaraí de Minas	Pelítico-carbonático	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.35
530	São Francisco	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.32
759	Buritizeiro	Pelítico-carbonático	Na-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	1.5
775	Montes Claros	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
776	Montes Claros	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.05
779	Montes Claros	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.006
823	Buritizeiro	Pelítico-carbonático	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
844	Lassance	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
845	Lassance	Pelítico-carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
866	Lassance	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
869	Corinto	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.14
871	Corinto	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
894	Carmo do Paranaíba	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
898	Biquinhas	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
899	Paineiras	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
901	Morada Nova de Minas	Pelítico-carbonático	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
902	Morada Nova de Minas	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.25
903	Morada Nova de Minas	Pelítico-carbonático	Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.6
904	Curvelo	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
919	Quartel Geral	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
920	Martinho Campos	Pelítico-carbonático	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.08
921	Pompeu	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
922	Pompeu	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
923	Pompeu	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
924	Pompeu	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
955	Córrego Dantas	Pelítico-carbonático	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3
956	Córrego Dantas	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
957	Córrego Danta	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
958	Estrela do Indaiá	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
959	Bom despacho	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
984	Lagoa Santa	Pelítico-carbonático	Ca-HCO <sub>3</sub>	1.6
985	Lagoa Santa	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.48

Predominam as fácies bicarbonatadas: cálcicas ou magnesianas ou mistas (42) e apenas duas (02) bicarbonatadas cloretadas ou sulfatadas (Figura 26). As amostras com mais elevadas concentrações de flúor (>0,8 mg/L) são do primeiro grupo, sendo que uma delas é também carbonatada.

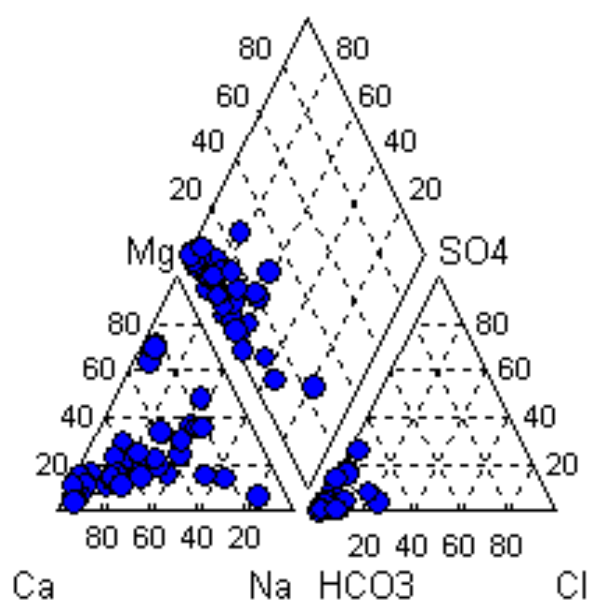


Figura 26: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Aquífero Pelítico-carbonático.

Através das análises estatísticas foram verificadas as correlações existentes entre o flúor e as variáveis descritas na Tabela 16.

Nesse sistema aquífero, de acordo com esta amostra, o flúor apresenta correlação (positiva) com o sódio, cloreto e com o carbonato.

Tabela 16: Estatísticas das correlações das 44 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Pelítico-carbonático.

Análise das correlações		PH	Dureza	Cond. Elétrica	TDS	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>
Dureza	correlação de Pearson	0,169													
	significância do teste	0,272													
Cond. Elétrica	correlação de Pearson	0,201	0,707												
	significância do teste	0,201	0,000												
TDS	correlação de Pearson	0,471	0,813	0,900											
	significância do teste	0,013	0,000	0,000											
Na <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,393	-0,190	0,169	0,358										
	significância do teste	0,016	0,261	0,333	0,067										
Ca <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	0,157	0,731	0,506	0,610	-0,132									
	significância do teste	0,315	0,000	0,001	0,001	0,443									
Mg <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,422	0,042	-0,092	0,578	-0,006	0,004								
	significância do teste	0,004	0,785	0,560	0,002	0,974	0,981								
K <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,325	-0,047	0,105	0,363	0,212	0,154	-0,027							
	significância do teste	0,049	0,783	0,547	0,063	0,208	0,371	0,876							
Cl <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,230	-0,117	0,054	0,307	0,544	-0,079	0,401	-0,008						
	significância do teste	0,133	0,448	0,732	0,120	0,001	0,614	0,007	0,963						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	-0,036	0,301	0,229	0,432	0,312	0,227	0,350	0,091	0,085					
	significância do teste	0,822	0,053	0,156	0,025	0,060	0,153	0,023	0,591	0,593					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,215	0,653	0,751	0,784	0,110	0,732	0,552	0,157	-0,021	0,335				
	significância do teste	0,167	0,000	0,000	0,000	0,518	0,000	0,000	0,354	0,895	0,030				
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	0,302	-0,222	0,836	0,743	0,993	-0,480	-0,264	-0,060	0,940	0,861	-0,009			
	significância do teste	0,561	0,673	0,077	0,257	0,007	0,335	0,613	0,940	0,005	0,061	0,987			
F <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,059	-0,113	0,020	0,128	0,509	-0,077	-0,101	0,127	0,350	0,161	-0,005	0,959		
	significância do teste	0,705	0,466	0,900	0,525	0,001	0,624	0,513	0,453	0,020	0,308	0,972	0,002		
NO <sub>3</sub>	correlação de Pearson	-0,116	0,027	-0,030	-0,055	-0,251	0,026	-0,310	0,282	0,345	-0,154	-0,153	0,643	0,369	
	significância do teste	0,549	0,889	0,881	0,789	0,189	0,895	0,102	0,139	0,066	0,425	0,428	0,555	0,049	
NO <sub>2</sub>	correlação de Pearson	-0,576	-0,228	-0,104	-0,316	-0,186	-0,214	-0,342	-0,215	-0,043	-0,103	-0,342	0,000	-0,175	0,191
	significância do teste	0,001	0,227	0,597	0,109	0,325	0,256	0,064	0,255	0,822	0,589	0,065	0,000	0,356	0,320

### 9.3.5 Sistema Aquífero Basáltico

No Sistema Basáltico (Tabela 17) as concentrações de flúor em suas águas subterrâneas variaram entre  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  e  $0,35\text{mg.L}^{-1}$ , portanto, todos os dados apresentam-se abaixo de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$  e de  $0,8\text{ mg/L}$ .

Tabela 17: Relação das 07 amostras predominantes no Sistema Basáltico.

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
23	Pedrinópolis	Basáltico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.35
25	Santa Juliana	Basáltico	Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.1
29	Campina Verde	Basáltico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.22
36	Conceição das Alagoas	Basáltico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.14
38	Ituiutaba	Basáltico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.16
891	Centralina	Basáltico	Na-CO <sub>3</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.3
952	Campo Florido	Basáltico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0

Foram encontrados três tipos hidroquímicos nessa amostra de 07 dados (Figura 27): bicarbonatadas cálcicas (2), bicarbonatadas cálcicas a magnesianas (3); bicarbonatadas-cloretadas cálcicas (1) e carbonatada sódica (1).

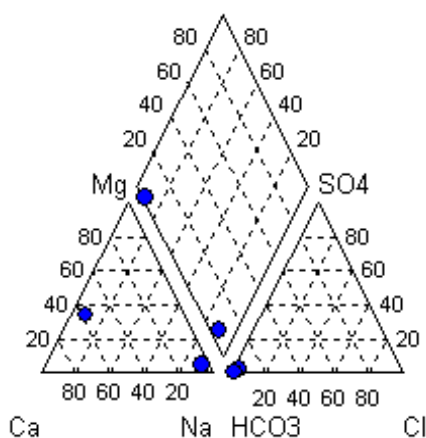


Figura 27: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Aquífero Basáltico.

### 9.3.6 Sistema Aquífero Pelítico

No Sistema Pelítico os teores de flúor variaram entre  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  e  $1,75\text{mg.L}^{-1}$ , apresentando apenas um dado de flúor (2,1%) acima do VMP de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$  e duas amostras (4,2%) acima de  $0,80\text{mg.L}^{-1}$ , conforme concentrações flúor em relação a faixa de temperatura da região.

A Tabela 18 mostra a estatística descritiva das variáveis amostradas, seguida da Tabela 19, que apresenta a relação destes poços.

Tabela 18: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 48 amostras do Sistema Pelítico.

Parâmetros	Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	48	5,3	8,75	7,90	0,57
Dureza	48	8	836	220,08	173,05
Cond. Elétrica	46	15,4	1955	479,47	354,82
TDS	40	7,4	1483	389,76	322,46
Na <sup>+</sup>	48	0,33	153,4	25,04	29,98
Ca <sup>2+</sup>	48	1,6	208	60,56	48,39
Mg <sup>2+</sup>	48	1	88	14,47	17,48
K <sup>+</sup>	48	0,13	27,7	3,21	5,56
Cl <sup>-</sup>	48	0,5	510	27,80	83,13
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	48	0,5	380	18,79	57,96
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	48	8,54	538,02	245,01	136,54
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	13	4,8	28	14,87	6,87
F <sup>-</sup>	48	0	1,7	0,21	0,31
NO <sub>3</sub>	47	0	17,8	1,14	3,30
NO <sub>2</sub>	48	0	0,046	0,00	0,01

Tabela 19: Relação das 48 amostras predominantes no Sistema Pelítico.

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
642	Itacarambi	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
643	Itacarambi	Pelítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16
644	Itacarambi	Pelítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16
674	São Francisco	Pelítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.17
675	Arinos	Pelítico	Na-HCO <sub>3</sub>	0.78
677	Buritis	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
678	Buritis	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.04
692	Janaúba	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.2
693	Porteirinha	Pelítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3
694	Porteirinha	Pelítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
695	Porteirinha	Pelítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.21
696	Porteirinha	Pelítico	Na-Ca-Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	1.75
697	Porteirinha	Pelítico	Ca-Mg-Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.45
721	Ubai	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
722	Brasília de Minas	Pelítico	Na-HCO <sub>3</sub>	0.38
723	Brasília de Minas	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	1.25
729	Capitão Eneias	Pelítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3
730	Capitão Eneias	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
733	Montes Claros	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
734	Francisco Sá	Pelítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
735	Francisco Sá	Pelítico	Ca-Mg-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0
737	Janaúba	Pelítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
758	Bonfinópolis de Minas	Pelítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.03
760	Coração de Jesus	Pelítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
764	Lagoa dos Patos	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.5



Em ambas as amostras que possuem valores mais elevados de flúor, o sódio é um dos íons predominantes, como nos sistemas anteriormente vistos.

Na Tabela 20 seguem as análises estatísticas onde foram verificadas as correlações existentes entre o flúor e os demais parâmetros químicos.

As correlações foram positivas entre o flúor e os parâmetros químicos: pH, sódio, potássio e cloro. É interessante se observar a correlação do fluoreto com o potássio, o qual é o íon de menor abundância na água subterrânea. Neste sistema aquífero, porém, bem como nos Sistemas Xistoso e Gnáissico, a presença mais abundante desse íon a partir dos minerais de potássio (micas e k-feldspatos), favorece tal correlação.



Tabela 20: Estatísticas das correlações das 48 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Pelítico.

Análise das correlações		PH	Dureza	Cond. Elétrica	TDS	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>
Dureza	correlação de Pearson	-0,085													
	significância do teste	<b>0,541</b>													
Cond. Elétrica	correlação de Pearson	0,052	0,932												
	significância do teste	<b>0,716</b>	<b>0,000</b>												
TDS	correlação de Pearson	0,171	0,721	0,808											
	significância do teste	<b>0,266</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>											
Na <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,307	0,321	0,669	0,584										
	significância do teste	<b>0,024</b>	<b>0,018</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>										
Ca <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,108	0,899	0,815	0,578	0,251									
	significância do teste	<b>0,439</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,067</b>									
Mg <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,043	0,798	0,808	0,658	0,429	0,570								
	significância do teste	<b>0,756</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>								
K <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,104	0,371	0,611	0,502	0,712	0,288	0,452							
	significância do teste	<b>0,456</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,035</b>	<b>0,001</b>							
Cl <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,045	0,590	0,780	0,635	0,661	0,449	0,693	0,790						
	significância do teste	<b>0,747</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	-0,022	0,520	0,564	0,463	0,448	0,535	0,364	0,303	0,220					
	significância do teste	<b>0,877</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,002</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,007</b>	<b>0,026</b>	<b>0,109</b>					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,041	0,806	0,668	0,429	0,195	0,829	0,615	0,086	0,224	0,316				
	significância do teste	<b>0,767</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,004</b>	<b>0,158</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,537</b>	<b>0,103</b>	<b>0,020</b>				
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	-0,176	0,446	0,569	0,548	0,457	0,427	0,254	0,310	0,273	0,393	0,561			
	significância do teste	<b>0,565</b>	<b>0,127</b>	<b>0,053</b>	<b>0,081</b>	<b>0,116</b>	<b>0,145</b>	<b>0,402</b>	<b>0,303</b>	<b>0,367</b>	<b>0,184</b>	<b>0,046</b>			
F <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,281	-0,009	0,267	0,187	0,653	-0,014	0,068	0,542	0,336	0,145	-0,011	0,234		
	significância do teste	<b>0,040</b>	<b>0,951</b>	<b>0,058</b>	<b>0,224</b>	<b>0,000</b>	<b>0,921</b>	<b>0,624</b>	<b>0,000</b>	<b>0,013</b>	<b>0,295</b>	<b>0,938</b>	<b>0,442</b>		
NO <sub>3</sub>	correlação de Pearson	-0,091	0,265	0,214	0,084	-0,044	0,334	0,093	-0,062	0,093	-0,062	0,303	0,594	-0,061	
	significância do teste	<b>0,516</b>	<b>0,055</b>	<b>0,135</b>	<b>0,591</b>	<b>0,754</b>	<b>0,015</b>	<b>0,510</b>	<b>0,661</b>	<b>0,509</b>	<b>0,661</b>	<b>0,027</b>	<b>0,032</b>	<b>0,662</b>	
NO <sub>2</sub>	correlação de Pearson	-0,194	0,091	0,082	-0,183	-0,086	0,183	-0,075	-0,036	-0,031	-0,026	0,160	-0,085	-0,010	-0,028
	significância do teste	<b>0,159</b>	<b>0,513</b>	<b>0,569</b>	<b>0,235</b>	<b>0,537</b>	<b>0,185</b>	<b>0,588</b>	<b>0,798</b>	<b>0,823</b>	<b>0,850</b>	<b>0,248</b>	<b>0,782</b>	<b>0,940</b>	<b>0,845</b>

### 9.3.7 Sistema Aquífero Quartzítico

No Sistema Aquífero Quartzítico (Tabela 21) aparece somente dois poços perfurados, sendo que os teores de flúor encontrados nestas águas foram de  $0,1\text{mg.L}^{-1}$ .

Tabela 21: Relação das 02 amostras predominantes no Sistema Quartzítico.

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Litologia	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
783	Botumirim	Quartzítico	Areia	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
849	Diamantina	Quartzítico	areia grossa	Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.1

No diagrama de PIPER (Figura 29), as duas fácies hidroquímicas identificadas foram bicarbonatada cálcica e bicarbonatada cloretada cálcica.

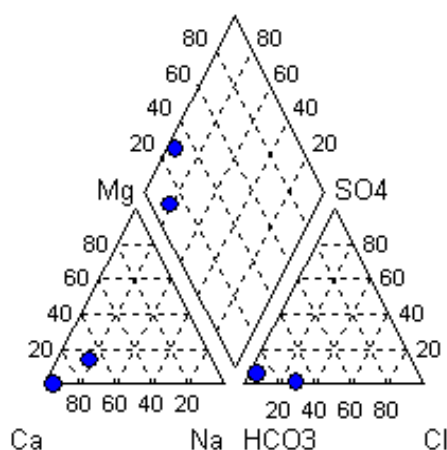


Figura 29: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Quartzítico.

### 9.3.8 Sistema Aquífero Xistoso

As concentrações de flúor deste sistema aquífero, variaram entre  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  e  $2,1\text{mg.L}^{-1}$ , com 1,8% das amostras (01 poço) acima do VMP de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$  e 4,9% (03 poços) acima das faixas de  $0,80\text{mg.L}^{-1}$  estabelecidas pela legislação de 1975.

Está disposta na Tabela 22 a análise estatística das variáveis e em seguida, a relação dos poços amostrados na Tabela 23.

Tabela 22: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 56 amostras do Sistema Xistoso.

Parâmetros	Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	56	6,7	8,7	7,92	0,46
Dureza	56	4,04	712	127,58	127,71
Cond. Elétrica	54	13	2308	380,28	430,18
TDS	19	63,3	496,1	224,65	113,61

Na <sup>+</sup>	34	1,54	171,3	39,65	39,94
Ca <sup>2+</sup>	40	0,808	165	32,63	30,83
Mg <sup>2+</sup>	56	0,49	362,5	29,61	61,29
K <sup>+</sup>	34	0,31	22,8	6,80	6,14
Cl <sup>-</sup>	54	0,5	553	39,02	94,30
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	56	0	420	25,98	67,90
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	55	12,2	312,32	147,24	66,63
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	15	0	39	11,59	12,59
F <sup>-</sup>	56	0	2,1	0,33	0,37
NO <sub>3</sub>	25	0	4,4	0,35	0,88
NO <sub>2</sub>	25	0	0,18	0,01	0,04

Tabela 23: Relação das 56 amostras predominantes no Sistema Xistoso.

Amostra	Município	Sistema Aquifero	Tipo de água	F <sup>-</sup> (mg.L <sup>-1</sup> )
24	Sacramento	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.17
60	Abadia dos Dourados	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.27
74	São Vicente de Minas	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0
103	Juatuba	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
104	Juatuba	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
106	Juatuba	Xistoso	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
107	Juatuba	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.14
136	Francisco Badaró	Xistoso	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.34
137	Francisco Badaró	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.49
189	Águas Vermelhas	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub> -Cl	0
190	Berilo	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.89
194	Botumirim	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.75
195	Botumirim	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.34
203	Cristália	Xistoso	Mg-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0
205	Cristália	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
207	Cristália	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0.53
208	Cristália	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0
212	Cristália	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	0
216	Montezuma	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0
219	Montezuma	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.15
229	Novorizonte	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0
230	Novorizonte	Xistoso	Mg-HCO <sub>3</sub>	0
231	Rio Pardo de Minas	Xistoso	HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0
238	São João do Paraíso	Xistoso	Mg-Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.11
239	São João do Paraíso	Xistoso	HCO <sub>3</sub> -Cl	0.31
421	Araçuaí	Xistoso	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.54
422	Araçuaí	Xistoso	Mg-Na-Ca-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.23
423	Araçuaí	Xistoso	Ca-Na-Mg-Cl-SO <sub>4</sub>	2.1
424	Araçuaí	Xistoso	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.59
491	Chapada do Norte	Xistoso	Na-K-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl-S	0
566	Guarda Mor	Xistoso	Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	.12
702	Rio Pardo de Minas	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.66
704	Taiobeiras	Xistoso	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.7
742	Rubelita	Xistoso	Mg-Na-Ca-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.32
785	Botumirim	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	.8
787	Berilo	Xistoso	Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.21

788	Cristália	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.4
789	Cristália	Xistoso	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
796	Araçuaí	Xistoso	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.4
797	Araçuaí	Xistoso	Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	.55
798	Araçuaí	Xistoso	Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.4
803	Berilo	Xistoso	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.35
804	Berilo	Xistoso	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.7
807	Francisco Badaró	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.23
808	Francisco Badaró	Xistoso	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.24
809	Francisco Badaró	Xistoso	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.7
810	Araçuaí	Xistoso	Na-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.8
839	Chapada do Norte	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.18
850	Itamarandiba	Xistoso	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.3
856	Abadia dos Dourados	Xistoso	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
875	São Gonçalo do Rio Preto	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
893	Coromandel	Xistoso	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.11
980	Mateus Lemes	Xistoso	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
981	Mateus Leme	Xistoso	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
999	São Domingos do Prata	Xistoso	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	1.25
1092	Tiradentes	Xistoso	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2

Os tipos hidroquímicos predominantes identificados foram as águas bicarbonatadas com combinações e predomínios variáveis de cálcio, magnésio e sódio (35) de acordo com a Figura 30.

Seguem-se os tipos aniônicos: bicarbonatadas-cloretadas (11), bicarbonatadas-sulfatadas (07), sulfatadas bicarbonatadas (2) e cloretada (1). A presença do sulfato nessas águas deve-se provavelmente à presença comum dos sulfetos em xistos e filitos.

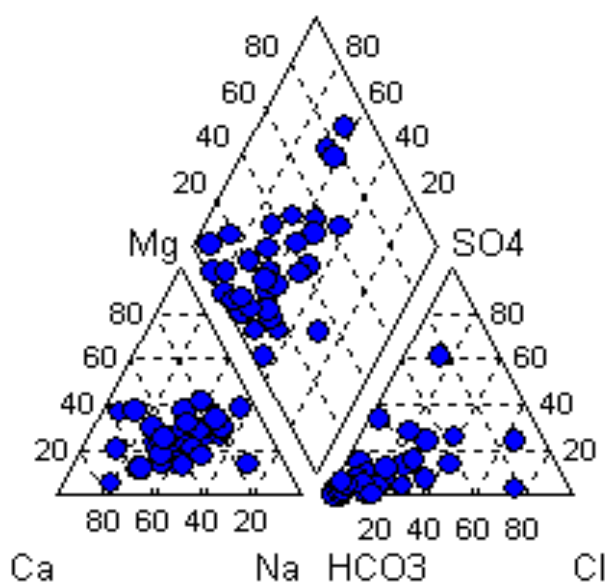


Figura 30: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Xistoso.

No estudo das análises estatísticas (Tabela 24) verificaram-se as correlações entre o flúor e os parâmetros químicos.

As correlações apresentam-se significativas, entre o flúor e os parâmetros químicos: dureza, condutividade elétrica, sódio, cálcio, potássio, cloro e sulfato.

Tabela 24: Estatísticas das correlações das 56 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Xistoso.

Análise das correlações		PH	Dureza	Cond. Elétrica	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>
Dureza	correlação de Pearson	-0,024												
	significância do teste	<b>0,854</b>												
Cond. Elétrica	correlação de Pearson	-0,194	0,732											
	significância do teste	<b>0,142</b>	<b>0,000</b>											
TDS	correlação de Pearson	0,205	0,858	0,989										
	significância do teste	<b>0,400</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>										
Na <sup>+</sup>	correlação de Pearson	-0,230	0,886	0,639										
	significância do teste	<b>0,190</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>										
Ca <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	0,019	0,880	0,612	0,768									
	significância do teste	<b>0,906</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>									
Mg <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	0,259	0,395	0,286	0,915	0,700								
	significância do teste	<b>0,043</b>	<b>0,002</b>	<b>0,028</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>								
K <sup>+</sup>	correlação de Pearson	-0,359	0,801	0,825	0,790	0,739	0,746							
	significância do teste	<b>0,037</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>							
Cl <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,155	0,861	0,693	0,846	0,716	0,295	0,677						
	significância do teste	<b>0,241</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,024</b>	<b>0,000</b>						
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	-0,189	0,714	0,514	0,678	0,663	0,081	0,621	0,495					
	significância do teste	<b>0,145</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,535</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>					
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,300	0,516	0,388	0,542	0,627	0,237	0,527	0,247	0,201				
	significância do teste	<b>0,020</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,069</b>	<b>0,001</b>	<b>0,062</b>	<b>0,124</b>				
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	0,481	0,603	0,682	0,266	0,271	0,338	-0,127	0,656	-0,129	0,430			
	significância do teste	<b>0,059</b>	<b>0,014</b>	<b>0,004</b>	<b>0,611</b>	<b>0,604</b>	<b>0,200</b>	<b>0,810</b>	<b>0,006</b>	<b>0,634</b>	<b>0,109</b>			
F <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,046	0,472	0,348	0,560	0,566	0,129	0,364	0,576	0,369	0,125	0,089		
	significância do teste	<b>0,726</b>	<b>0,000</b>	<b>0,007</b>	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,322</b>	<b>0,034</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,343</b>	<b>0,742</b>		
NO <sub>3</sub>	correlação de Pearson	-0,552	-0,026	-0,021	-0,130	-0,097	0,019	-0,165	0,010	-0,153	-0,240	0,535	-0,261	
	significância do teste	<b>0,004</b>	<b>0,902</b>	<b>0,925</b>	<b>0,534</b>	<b>0,643</b>	<b>0,927</b>	<b>0,432</b>	<b>0,962</b>	<b>0,464</b>	<b>0,247</b>	<b>0,274</b>	<b>0,207</b>	
NO <sub>2</sub>	correlação de Pearson	0,303	0,018	-0,061	-0,078	0,169	-0,097	-0,193	-0,083	0,028	-0,033	0,392	-0,139	-0,084
	significância do teste	<b>0,141</b>	<b>0,933</b>	<b>0,782</b>	<b>0,710</b>	<b>0,419</b>	<b>0,645</b>	<b>0,357</b>	<b>0,706</b>	<b>0,894</b>	<b>0,876</b>	<b>0,442</b>	<b>0,508</b>	<b>0,689</b>

### 9.3.9 Sistema Aquífero Gnáissico-granítico

Neste sistema, os teores de flúor compreenderam valores desde  $0,0\text{mg.L}^{-1}$  até  $4,25\text{mg.L}^{-1}$ , apresentando 1,7% dos poços amostrados (5 unidades) com elevados teores de flúor no estado ( $> 1,5\text{mg.L}^{-1}$ ) e 5,3% (16 poços) acima da concentração de flúor estabelecida pela legislação (Tabela 03).

Na Tabela 25, observa-se a análise descritiva das concentrações dos parâmetros químicos, seguida pela Tabela 26, que apresenta a relação desta amostra.

Tabela 25: Estatística descritiva das concentrações dos parâmetros químicos das 301 amostras do Sistema Gnáissico-Granítico.

Parâmetros	Amostras	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
pH	299	5,3	8,65	7,66	0,53
Dureza	301	10	798	84,02	99,18
Cond. Elétrica	296	12	1664	225,23	249,63
TDS	158	35,5	1218	188,12	186,70
Na <sup>+</sup>	235	0	268	24,25	37,73
Ca <sup>2+</sup>	298	1,6	268	22,42	30,24
Mg <sup>2+</sup>	300	0,486	454	9,00	27,59
K <sup>+</sup>	233	0	32,6	3,95	4,43
Cl <sup>-</sup>	297	0	1347	25,52	100,73
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	285	0	550	14,33	51,11
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	301	0,122	634,4	101,08	80,12
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	55	0	23	5,59	6,14
F <sup>-</sup>	301	0	4,2	0,28	0,40
NO <sub>3</sub>	201	0	11,9	0,67	1,35
NO <sub>2</sub>	203	0	0,8	0,01	0,08

Tabela 26: Relação das 301 amostras predominantes no Sistema Gnáissico-granítico.

Amostra	Município	Sistema Aquífero	Tipo de água	F <sup>-</sup> ( $\text{mg.L}^{-1}$ )
1	Botelhos	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,27
2	Botelhos	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,3
3	Botelhos	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
4	Cabo Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,12
5	Cabo Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,13
8	Araxá	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,12
9	Araxá	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,23
12	Araxá	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,54
13	Araxá	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,2
14	Araxá	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,16
15	Araxá	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0,26
16	Araxá	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0,26
39	Delfim Moreira	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0,65

40	Wencesau Brás	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.8
41	Wenceslau Brás	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.5
42	Conceição da Barra de Minas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0
43	Lavras	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
44	Perdões	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
46	Perdões	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
47	Perdões	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
49	São Francisco de Paula	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
50	São Francisco de Paula	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.63
52	Inconfidentes	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.21
53	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.28
54	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.29
55	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16
56	Pouso Alegre	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
57	Pouso Alegre	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
59	Tocos do Mogi	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.28
61	Arceburgo	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
62	Nova Resende	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.12
63	Passos	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0
64	São Pedro da União	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
65	São Pedro da União	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
68	Heliódora	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16
69	Heliódora	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.13
70	São Tomé das Letras	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
71	Varginha	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
73	Itanhandu	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.14
76	Belo Horizonte	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
77	Belo Horizonte	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
78	Belo Horizonte	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.1
79	Belo Horizonte	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
80	Belo Horizonte	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.14
82	Crucilândia	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Cl-HCO <sub>3</sub>	0
83	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
84	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.25
85	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
87	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	1.2
89	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.8
90	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
91	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
92	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
93	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
94	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12
95	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
97	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
98	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
99	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
100	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
101	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.11
102	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.19
115	São Joaquim de Bicas	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
116	São Joaquim de Bicas	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
141	Itaobim	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-Cl	0.62



146	Itinga	Gnáissico-granítico	Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.2
148	Itinga	Gnáissico-granítico	Mg-SO <sub>4</sub> -Cl-HCO <sub>3</sub>	0.23
161	Medina	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	2.3
162	Medina	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	1.5
171	Pedra Azul	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.37
175	Rubim	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	0
176	Rubim	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl	0.82
177	Rubim	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl	0.12
199	Coronel Murta	Gnáissico-granítico	Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl-SO <sub>4</sub>	0.43
246	Água Boa	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.13
276	Peçanha	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
290	Alpercata	Gnaissico-granítico	Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl-SO <sub>4</sub>	0.25
294	Itueta	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	1.1
298	Resplendor	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.94
308	Imbé de Minas	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.11
310	Manhuaçu	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.48
324	Mar de Espanha	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
355	Itaipé	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.16
356	Itaipé	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-K	0.31
357	Itaipé	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
358	Ladainha	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.24
359	Morro Cruzeiro	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.35
360	Morro Cruzeiro	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.12
364	Pote	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.18
385	Ferros	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
386	Ferros	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
388	Tímoteo	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.23
390	Açucena	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.64
391	Iapu	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.8
392	Iapu	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.24
393	Iapu	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	1.3
395	Ipaba	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.45
487	São Gonçalo do Pará	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.16
637	Monte Azul	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.2
639	Espinosa	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	1.5
661	Mato Verde	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
662	Espinosa	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.26
663	Espinosa	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	4.25
665	Mato Verde	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.2
667	Monte Azul	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.35
668	Monte Azul	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.5
669	Mato Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.45
700	Porteirinha	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.5
708	Cachoeira do Pajeu	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.5
715	Pedra Azul	Gnáissico granítico	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -Cl-HCO <sub>3</sub>	1.4
716	Pedra Azul	Gnáissico-granítico	Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.2
717	Pedra Azul	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.23
718	Bandeira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.3
739	Riacho dos Machados	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.3
740	Grão Mogol	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.27
748	Comercinho	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Cl	0.9
750	Medina	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.76

752	Jequitinhonha	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.33
754	Medina	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.8
793	Grão Mogol	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.54
794	Grão Mogol	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.66
812	Itaobim	Gnáissico granítico	Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.3
813	Itinga	Gnáissico granítico	Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.1
814	Itinga	Gnáissico-granítico	Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.5
815	Itinga	Gnáissico granítico	Na-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.5
816	Joáima	Gnáissico granítico	Ca-Mg-Na-Cl	0.18
817	Joáima	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.31
818	Joáima	Gnáissico granítico	Na-Cl-HCO <sub>3</sub>	0.24
819	Joáima	Gnáissico granítico	Na-Ca-Mg-Cl-HCO <sub>3</sub>	0
838	Botumirim	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
842	Teófilo Otoni	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.8
851	Água Boa	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.16
852	Água Boa	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.26
853	Água Boa	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.5
854	Teófilo Otoni	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.15
874	Felício dos Santos	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
878	Coluna	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
879	São João Evangelista	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.25
880	São Sebastião do Maranhão	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
881	Nacip Raydan	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
882	São José da Safira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
883	Virgolândia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15
884	Pescador	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
886	Frei Gaspar	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
887	Frei Gaspar	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.7
908	Dom Joaquim	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
909	Alpercata	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
910	Alpercata	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.26
915	Mendes Pimentel	Gnáissico-granítico	Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0
925	Maravilhas	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.23
927	Maravilhas	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.14
932	Braúnas	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.45
933	Braúnas	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.25
934	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
937	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
938	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
939	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0
940	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
941	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
942	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
943	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
944	Ipatinga	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
945	Fernandes Tourinho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.4
946	Tarumirim	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.85
960	Bom despacho	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
964	Leandro Ferreira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
965	Conceição do Pará	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.14
966	Igaratinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
969	Nova Serrana	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16

971	Contagem	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -CO <sub>3</sub>	0
973	Contagem	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
974	Contagem	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.14
976	Esmeraldas	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
977	Florestal	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
978	Florestal	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
986	Nova União	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
987	Sabará	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
988	Santa Luzia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
990	Vespasiano	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.6
991	Vespasiano	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.014
992	Antônio Dias	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
993	Coronel Fabriciano	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
994	Coronel Fabriciano	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
995	Coronel Fabriciano	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
996	Coronel Fabriciano	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1000	São José do Goiabal	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.18
1001	São José do Goiabal	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.4
1002	Timóteo	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
1003	Bom Jesus do Galho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.26
1004	Bom Jesus do Galho	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1005	Caratinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
1006	Caratinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1007	Caratinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.4
1008	Caratinga	Gnáissico-granítico	Na-HCO <sub>3</sub>	2
1009	Caratinga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1010	Córrego Novo	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.14
1011	Córrego Novo	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
1012	Caratinga	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
1014	Pedra do Indaiá	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
1016	São Sebastião do Oeste	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.13
1017	São Sebastião do Oeste	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
1019	Betim	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
1021	Betim	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1022	Bonfim	Gnáissico-granítico	Ca-K-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1024	Barra Longa	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub> -Cl	0
1026	Amparo da Serra	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.19
1027	Amparo da Serra	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3
1028	Piedade de Ponte Nova	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.25
1029	Piedade de Ponte Nova	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.78
1030	Santo Antônio do Grama	Gnáissico-granítico	Ca-Na-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.6
1031	Santo Antônio do Grama	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.2
1032	Santo Antônio do Grama	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.5
1033	Santo Antônio do Grama	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1035	Caputira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.44
1036	Caputira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.22
1037	Raul Soares	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
1038	Raul Soares	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1039	Sta Margarida	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1040	Sta Margarida	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15
1041	Sericita	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.17
1042	Simonésia	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.12

1043	Simonésia	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.17
1046	Fortaleza de Minas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1047	Fortaleza de Minas	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
1048	Cristais	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.08
1049	Camacho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.3
1050	São Francisco de Paula	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1054	São Francisco de Paula	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.3
1055	São Tiago	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
1056	Cristiano Otoni	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
1057	Cristiano Otoni	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1058	Cristiano Otoni	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1059	Guaraciaba	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.67
1060	Piranga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
1061	Canaã	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1062	Ervália	Gnáissico-granítico	Ca-Na-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	0.5
1063	Ervália	Gnáissico-granítico	Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.2
1064	Divino	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15
1065	Divino	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.5
1066	Divino	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
1068	Espera Feliz	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.18
1069	Espera Feliz	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15
1073	Bom Jesus da Penha	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1074	Bom Jesus da Penha	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
1075	Bom Jesus da Penha	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0
1077	Jacuí	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0
1078	Jacuí	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
1079	Jacuí	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.2
1080	Cabo Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.21
1081	Cabo Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1082	Cana Verde	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1083	Cana Verde	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.05
1084	Cana Verde	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.1
1086	Cana Verde	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.5
1088	Coronel Xavier Chaves	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3
1089	Coronel Xavier Chaves	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.15
1090	Piedade do Rio Grande	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	1.16
1096	Silverânea	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.5
1097	Dona Euzebia	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.5
1098	Dona Euzebia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1099	Eugenópolis	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.19
1100	Eugenópolis	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
1101	Patrocínio do Muriaé	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1102	Patrocínio do Muriaé	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.14
1103	Botelhos	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.19
1105	Campestre	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.1
1106	Campestre	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1108	Divisa Nova	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.15
1111	Beumiro Braga	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub> -Cl	0.17
1112	Piau	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.29
1113	Leopoldina	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.36
1114	Leopoldina	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.28
1115	Maripá de Minas	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.3

1118	Volta Grande	Gnáissico-granítico	Ca-SO <sub>4</sub> -Cl	1.1
1119	Estrela Dalva	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.7
1120	Recreio	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1123	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.08
1124	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.25
1125	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
1126	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.5
1127	Monte São	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
1128	Estiva	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.16
1129	Estiva	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.14
1130	Estiva	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	0.16
1131	Inconfidentes	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
1132	Inconfidentes	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.2
1133	Heliadora	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.1
1134	Heliadora	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.2
1135	Heliadora	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1136	Heliadora	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.15
1138	Santa Rita do Jacutinga	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO <sub>3</sub>	0.24
1139	Camanducaia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.12
1142	Camanducaia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1143	Camanducaia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0
1144	Camanducaia	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.3
1145	Itapeva	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub>	0.85
1146	Itapeva	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO <sub>3</sub> -SO <sub>4</sub>	1.3
1147	Itapeva	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0.4
1148	Itapeva	Gnáissico-granítico	Na-Ca-SO <sub>4</sub> -HCO <sub>3</sub>	1.7
1149	Toledo	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO <sub>3</sub>	0.25
1150	Toledo	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO <sub>3</sub>	0

As fácies hidroquímicas identificadas na Figura 31 mostrou o cálcio como o cátion predominante seguido do magnésio e o sódio, e, como principal ânion o bicarbonato, acompanhado pelo cloreto e o sulfato.

Predominaram as fácies bicarbonatadas: cálcicas (16), cálcica-sódica (84), cálcica-magnesianiana (81), cálcica-potássica-magnesianiana (01), magnesianiana-cálcica (28), magnesianiana-sódica (04), sódica-cálcica (26), sódica-cloretada (02); bicarbonatadas-cloretadas (14) e cloretadas (28) ou cloretadas-sulfatadas (02); bicarbonatadas sulfatadas (04) e sulfatada cloretada (11).

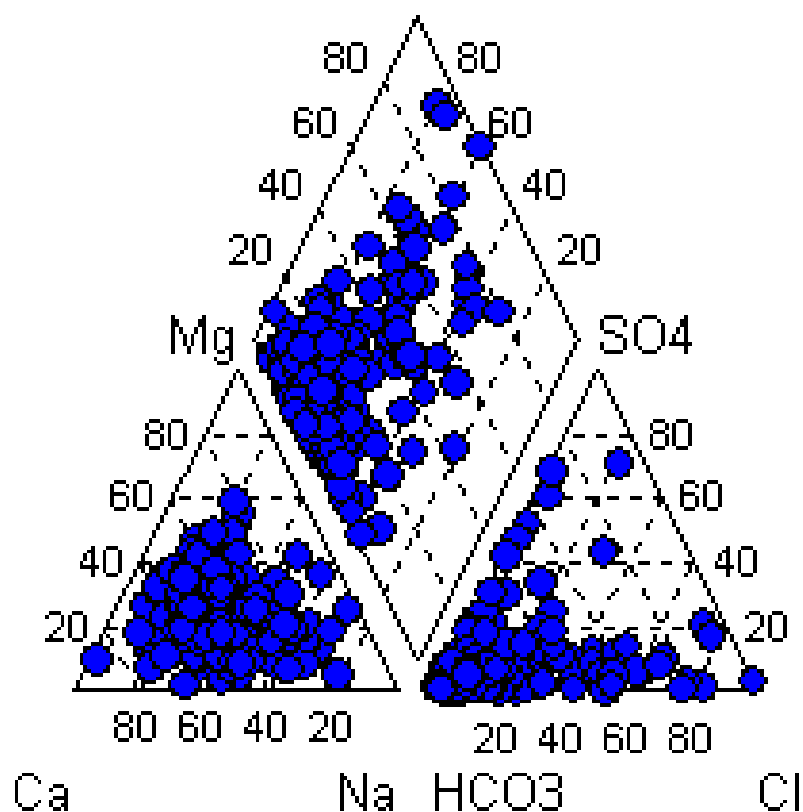


Figura 31: Diagrama de PIPER para águas do Sistema Xistoso.

Por meio das análises estatísticas foi verificada a ocorrência das correlações entre o flúor e os parâmetros químicos descritos na Tabela 27.

Na análise de correlações deste sistema aquífero, o flúor apresentou correlações significativas com todos os parâmetros químicos exceto com os nitratos e os nitritos.

Tabela 27: Estatísticas das correlações das 301 amostras dos parâmetros químicos do Sistema Gnáissico-granítico.

Análise das correlações		PH	Dureza	Cond. Elétrica	TDS	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	
Dureza	correlação de Pearson	0,054														
	significância do teste	0,348														
Cond. Elétrica	correlação de Pearson	0,101	0,926													
	significância do teste	0,079	0,000													
TDS	correlação de Pearson	0,310	0,887	0,985												
	significância do teste	0,000	0,000	0,000												
Na <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,183	0,583	0,733	0,850											
	significância do teste	0,005	0,000	0,000	0,000											
Ca <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	0,154	0,690	0,685	0,858	0,729										
	significância do teste	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000										
Mg <sup>2+</sup>	correlação de Pearson	-0,008	0,829	0,782	0,785	0,625	0,660									
	significância do teste	0,889	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000									
K <sup>+</sup>	correlação de Pearson	0,097	0,432	0,528	0,711	0,687	0,696	0,585								
	significância do teste	0,142	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000								
Cl <sup>-</sup>	correlação de Pearson	-0,013	0,868	0,848	0,795	0,800	0,813	0,967	0,684							
	significância do teste	0,816	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000							
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	0,020	0,778	0,631	0,560	0,489	0,701	0,748	0,565	0,765						
	significância do teste	0,739	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000						
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,323	0,294	0,394	0,783	0,599	0,398	0,270	0,333	0,261	0,154					
	significância do teste	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008					
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	correlação de Pearson	0,356	0,710	0,709	0,723	0,600	0,615	0,407	0,457	0,476	0,289	0,602				
	significância do teste	0,007	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,007	0,000	0,054	0,000				
F <sup>-</sup>	correlação de Pearson	0,178	0,468	0,498	0,311	0,351	0,249	0,399	0,209	0,424	0,420	0,262	0,376			
	significância do teste	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,004			
NO <sub>3</sub>	correlação de Pearson	-0,108	0,052	0,148	0,064	0,199	0,089	0,213	0,160	0,293	0,045	-0,043	0,156	-0,048		
	significância do teste	0,128	0,458	0,037	0,429	0,005	0,206	0,002	0,023	0,000	0,525	0,540	0,412	0,494		
NO <sub>2</sub>	correlação de Pearson	-0,020	0,087	0,075	0,065	0,063	0,067	0,070	0,038	0,090	0,010	0,045	-0,184	0,010	-0,050	
	significância do teste	0,777	0,216	0,290	0,417	0,370	0,343	0,319	0,592	0,203	0,885	0,520	0,323	0,888	0,483	

Deste modo, os Sistemas Aquíferos apresentaram-se na seguinte ordem decrescente em termos de amplitude de variação das concentrações de fluoreto em relação às amostras dentro do erro permissível de balanço iônico: Gnáissico-granítico (0,0 a 4,25mg.L<sup>-1</sup>), Carbonático (0,0 a 3,9mg.L<sup>-1</sup>), Xistoso (0,0 a 2,1mg.L<sup>-1</sup>), Pelítico (0,0 a 1,75mg.L<sup>-1</sup>) e Pelítico-carbonático (0,0 a 1,6mg.L<sup>-1</sup>).

Vale ressaltar que, de acordo com os critérios acima adotados, tal seqüência encontra-se mascarada em razão do elevado número de amostras com dados hidroquímicos incompletos existentes em todos os sistemas aquíferos, citando-se, por exemplo, o Sistema Carbonático que possui um valor máximo de 11mg.L<sup>-1</sup>.



## CAPÍTULO 10

---

### CONCLUSÕES

O mapeamento da distribuição das concentrações de flúor nas águas subterrâneas de Minas Gerais permitiu a identificação de 37 poços perfurados no estado, em que suas águas subterrâneas apresentaram teores de fluoreto ( $F^- > 0,8\text{mg.L}^{-1}$ ) acima dos valores máximos permitidos pela Portaria n.º 635/BSB de 26 de Dezembro de 1975 do Ministério da Saúde que estabelece os valores máximos, mínimos e ótimos com base nas temperaturas do ar.

Os municípios em que os poços perfurados apresentaram maiores concentrações de flúor estão localizados na mesorregião do norte do estado, Jequitinhonha, zona da Mata e vale do Rio Doce, cujo valor máximo de flúor apresentado através de dados georeferenciados, foi de  $7,86\text{mg.L}^{-1}$  no município de Verdelândia, localizado na sub-bacia do Verde Grande, Bacia do São Francisco. No entanto, ao se considerar todo o banco de dados utilizado neste trabalho, o teor de flúor mais elevado atingiu  $11\text{mg.L}^{-1}$  na região norte, também localizado no município de Verdelândia, onde muito dos poços cadastrados não dispõem de dados de localização, sendo assim omitidos nos mapas e, portanto, excluídos do estudo hidroquímico.

O zoneamento das temperaturas máximas no estado mostrou nítida predominância da faixa de temperatura em que a concentração máxima de flúor na água potável, permitida pela Lei n.º 6.050 de 24 de maio de 1974 (Portaria n.º 635/BSB de 26 de Dezembro de 1975) é de no máximo  $0,8\text{mg.L}^{-1}$ . Tal zoneamento revelou ainda que existem localidades (extremos norte, oeste e leste do estado) em que as temperaturas máximas estão acima das preconizadas nessa lei, portanto, tais áreas não possuem valores máximos de concentração de flúor previstas. Portanto observa-se através deste estudo, que a legislação estabelecida em 1975 necessita ser reavaliada em função da média anual de temperaturas diárias máximas do ar.

Por meio do estudo estatístico das análises químicas das amostras dos sistemas aquíferos verificou-se a incidência de elevados teores de flúor em todos eles, exceto no sistema Basáltico e Quartzítico. Entretanto nestes, o número de amostras de poços perfurados foram insuficientes para a realização de tal estudo estatístico.

Os Sistemas aquíferos apresentaram-se na seguinte ordem decrescente, de acordo o número de poços que excedem o limite de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$ , conforme a legislação em vigor:

Carbonático (13,3%), Gnáissico-granítico (5,3%), Xistoso (4,9%), Pelítico-carbonático (4,6%) e Pelítico (4,2%). Esse resultado destaca o Sistema Aquífero Carbonático (Grupo Bambuí), como o de maior probabilidade de encontrarem-se águas contaminadas por fluoreto.

Quanto ao estudo das correlações entre o flúor e os parâmetros químicos foi possível concluir que há ocorrência de mesmo comportamento em todos os sistemas aquíferos com relação os elementos químicos  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , no qual se observa uma correlação positiva, sendo ambos, elementos bastante solúveis na água. Nos Sistemas Aquíferos carbonático, pelítico-carbonático e pelítico o  $\text{F}^-$  correlaciona-se negativamente com o  $\text{Ca}^{2+}$ , o que é coerente com a literatura.

A implantação de sistemas alternativos de abastecimento, seja pela substituição do uso de águas subterrâneas por águas superficiais ou pelo desenvolvimento de sistemas específicos para desfluoretação da água parece urgente nas localidades que apresentaram valores críticos de fluoreto em suas águas.

É imprescindível uma revisão da Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, que estabelece um limite máximo de  $1,5\text{mg.L}^{-1}$ , uma vez que endemias graves de fluorose dentária têm sido detectadas por exemplo em localidades em que a concentração de fluoreto é de  $1,18\text{mg.L}^{-1}$  (Mocambo, município de São Francisco) conforme observado em levantamentos de dados epidemiológicos na região norte do estado.

Além disso, considerando todo o Estado de Minas Gerais, o valor máximo de concentração de fluoreto, com base nas temperaturas máximas diárias do ar, prevalecente, é de  $0,8\text{mg.L}^{-1}$  seguido de valores abaixo deste teor, o que torna necessário e urgente a diminuição do limite do VMP assim como a revisão da Portaria n.º 635/BSB de 26 de Dezembro de 1975 que não possuem valores de referência para temperaturas superiores a  $32^\circ\text{C}$  no estado.

## CAPÍTULO 11

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS, APÊNDICE E ANEXOS

#### 11.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. 1977. O Cráton do São Francisco. Ver. Bras. Geoc., v. 7. p. 349-364.
- ALMEIDA, F.F.M. & HASSUY, Y. (coords.) 1984. O Pré-cambriano do Brasil. São Paulo. Edgard Blücher. 542p.
- ANA – Agencia Nacional de Águas. 2002. Águas Subterrâneas. Superintendência de Informações Hidrogeológicas (SIH). Brasília.
- AMBIENTEBRASIL. 2006. [on line]. Disponível em [www.ambientebrasil.com.br](http://www.ambientebrasil.com.br)
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO AMBIENTE (2002) / Recursos Hídricos - Portal AMDA. 2006. Disponível em: [www.amda.org.br](http://www.amda.org.br) . Belo Horizonte.
- BARATIERI, L. N. *et al.* 2001. Odontologia Restauradora: Fundamentos e Possibilidades. 1ª ed. Livraria Santos Editora LTDA. São Paulo.
- BARROS, R. T. de V. et alli, 1995, “Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios”, v.2, *Escola de Engenharia da UFMG*, Belo Horizonte.
- BATTALHA, L. B-H. Água, saúde e desinfecção. São Paulo: CETESB, 1994, 59 p.
- BATTALHA, B. L. & PARLATORE, A. C. 1977. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB, p.103-106.
- BRASIL. 2004. Leis, decretos, etc. Portaria 518 de 25 de março de 2004 estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água, para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial* [da República Federativa do Brasil], Brasília, 26 de março de 2004. 1ª Secção.
- BRASIL. 1990. Leis, decretos, etc. Portaria 36, de 19 de janeiro de 1990, normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano. *Diário Oficial* [da República Federativa do Brasil], Brasília, v. 128, n. 16, p. 1651-1654, 23 jan. 1990. 1ª Secção.
- BRASIL. 1975. Ministério da Saúde. Legislação e Normas de Fluoretação da Água em Sistemas de Abastecimento Público. Brasília.
- BUENDIA, C. O.; ZAINA I. 1997. Será o flúor o vilão. *Revista Paulista de Odontologia*, nº2.
- BUZALAF, M. A. R. 2002. Fatores de risco para fluorose dentária e biomarcadores de exposição ao flúor. *Tese de livre docência*. FOB-USP.
- BUZALAF, M. A. R. 1996. Bioquímica do flúor: *Manual Didático*. FOB-USP.

- CAPUCCI, E. *et al.* 2001. Poços tubulares e outras captações de águas subterrâneas: orientação aos usuários. Rio de Janeiro: DRM-RJ, p.25.
- CASTILHO, L. S. *et al.* 2003. Origem do flúor na água subterrânea e sua relação os com casos de fluorose dental no município de São Francisco, MG. In 55<sup>a</sup> Reunião anual da SBPC, Recife (CD room).
- CHIRANI, R. A. & FORAY, H. 2006. Fluorose dentaire: diagnostic étiologique - SHORT COMMUNICATION. *Archives de Pédiatrie*, Volume 12, Issue 3, March 2005, Pages 284-287.
- COMIG – Companhia Mineradora de Minas Gerais. 1994. Mapa Geológico de Minas Gerais, escala 1: 1.000.000. Belo Horizonte. Nota explicativa de PEDROSA-SOARES, A. C. *et al.*
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOCE - CBH-Doce. 2006. Meio Ambiente / Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: [www.ana.gov.br/cbhriodoce/bacia/caracterizacao.asp](http://www.ana.gov.br/cbhriodoce/bacia/caracterizacao.asp)
- CRUZ, W. B. *et al.* 1992. Disponibilidades hídricas subterrâneas no Estado de Minas Gerais. In: VII Congresso de Águas Subterrâneas. Belo Horizonte (CD room).
- CURY, J. A. 1981. Concentração de fluoreto em chás brasileiros e seu significado na prevenção de cárie. *Revista Gaúcha Odontologia*, 29(2): 136-8.
- DARDENNE, M. A. 1978. Les minéralisations de plomb, zinc, fluor du Proterozóique Supérieur dans le Bresil Central. Paris – França: Univ. de Paris IV, 251p. *Tese de doutorado*.
- DEAN, H. T *et al.* 1950. Studies on mass controlo f dental caries throught fluoridation of the public water supply, *Public Health Report* 65, p. 1403-1408. Abstract – Medline.
- DEAN, H. T. 1942. As Reproduced in "Health Effects of Ingested Fluoride" National Academy of Sciences, 1993. pp. 169.
- DORR, J.V.N. 1959. Esboço Geológico do Quadrilátero Ferrífero de MG. In: DNPM-USGS. Publicação Especial 1.
- FEITOSA, F. A. C. & FILHO, J. M. 1997. Hidrogeologia: Conceito e Aplicações. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE.
- FERNANDES, L. M. G. & CURY J. A. 1999. Concentração de flúor em alimentos infantis. *Relatório Científico, FAPESP* (Proc. 98/03 951-4).
- FLUORIDE ACTION NETWORK. 2006. [on line].The American Environmental Health Studies Project (AEHSP) - HEALTH EFFECTS: Moderate to Severe Dental Fluorosis. Disponível em: [www.fluoridealert.org](http://www.fluoridealert.org)
- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. 2003. [on line]. Centro de Estatística e Informações. Perfil demográfico do Estado de Minas Gerais - 2002. Belo Horizonte. 111p.: il 1. Demografia – Minas Gerais. I. Disponível em: [www.fjp.gov.br](http://www.fjp.gov.br)

- FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO E COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO (CBMM). 2006. [on line]. "Perfil de Minas Gerais", 2005. Disponível em: [www.indi.mg.gov.br](http://www.indi.mg.gov.br)
- GALLAGAM, D. J.; Jr. LAMSON, G. G. 1953. Climated and endemic fluorosis. Publ. Health Repts., v. 68, nº 497.
- GUIANET – Guia Internet Brazil. 2000. Info: [guianet@guianet.com.br](mailto:guianet@guianet.com.br)
- GOLDSCHIMIDT, V.M. 1958. Geochemistry. Oxford, at the Clarendon Press.
- GONI, J.; GREFFARD, J.; LELEU, M. *et* MONITION, L. 1973. Le flúor dans les eaux de boisson, BRGM-73, SNG 429 AME.
- HARALY, N. L. E. *et al.* 1985. Ensaio sobre a estruturação crustal do Estado de Minas Gerais com base na informação geofísica e geológica. In: SBG-MG/CBMM eds. Contribuições a Geologia e Petrologia. Belo Horizonte. 179p. cap.9, p. 71-93.
- HEDLUND L.R, GALLAGHER J.C. 1989. The effect of age and menopause on bone mineral density of the proximal femur, Creighton University Medical School, Omaha, NE.
- HEM, J.D. 1970. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water, Geological survey water supply paper. Secind edition, U.S., Government Priting Office, Washington, D.C.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2001. [on line]. Censo Demográfico 2000 do Estado de Minas Gerais. Disponível em: [www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2004. [on line]. O Estado de Minas Gerais. Disponível em: [www.ibge.com.br](http://www.ibge.com.br)
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; Ministério do Planejamento e Orçamento; FJP - Fundação João Pinheiro do Governo do Estado de Minas Gerais e IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. Atlas do Desenvolvimento Humano. Brasília. Editado em CD room.
- JORNAL DA USP - Universidade de São Paulo. 2004. Desnível pode transformar flúor em “vilão” - João Pedro Feza, Bauru. Publicado pela Divisão de Mídias Impressas da Coordenadoria de Comunicação Social da USP, 21 a 27 de janeiro, ano XIX, nº 691.
- LARSEN, M. J.; BRUUN, C. 1994. Caries chemistry and fluoride –Mechanisms of action. In: Trylstrup A, Fejerskov O, eds. Textbook of clinical cariology. 2<sup>nd</sup> edn.: 231-57. Copenhagen: Munksgaard.
- LEAL, A. S. 2004. As águas subterrâneas no Brasil: Ocorrências, Disponibilidades e Usos. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. In: VIII Congresso de Águas Subterrâneas. Belo Horizonte.
- LICHT, O. A. B. 2001. A geoquímica multielementar na gestão ambiental – identificação de províncias geoquímicas naturais, alterações antrópicas de paisagens, áreas favoráveis a

- prospecção mineral e regiões de risco para saúde no Estado do Paraná, Brasil. *Tese de Doutorado*, UFPR, Curitiba, 2v.
- LIMA, Y. B. O. & CURRY, J. A. 2001. Ingestão de flúor por crianças pela água e dentifrício. Laboratório de Bioquímica Oral do Departamento de Ciências Fisiológicas. Universidade Estadual de Campinas. *Rev. Saúde Pública* v.35 n.6. Piracicaba, São Paulo.
- LIMA, Y. B. O. & CURRY, J. A. 2000. Determinação da dose de risco de fluorose dental a que são submetidas crianças considerando a concentração ótima de flúor na água. *Relatório Científico, FAPESP* (Proc. 98/01709-1).
- LI Y, *et al.* 1994. Effect of excessive fluoride intake on mental work capacity of children and a preliminary study of its mechanism. *Hua Hsi I Ko Ta Hsueh Hsueh Pao*. 25(2): 188-91.  
LI Y, *et al.*, 2001. Effect of long-term exposure to fluoride in drinking water on risks of bone fractures. *Journal of Bone and Mineral Research* 16(5): 932-9.
- MACÊDO, J. A. B. 2004. *Águas & Águas*. 2ª edição. Belo Horizonte: CRQ-MG.
- MARTINS NETTO, J. P. G. *et al.* 2004. A ocorrência de fluoreto na água de poços da região metropolitana de São Paulo e novas tecnologias para a sua remoção. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Cuiabá (CD room).
- MASTERS, R. D. & COPLAN, M. J. 1999. Water Treatment with Silicofluorides and Lead Toxicity. *International Journal of Environmental Studies*, 56: 435-449.
- MODESTO, A.; VIEIRA, A. R.; GLEISSER, F.; VIANNA, R. 1996. Quantificação de fluoreto alcali-insolúvel após aplicação de géis fluoretados. *Anais da SBPQO*, 13:49, (resumo 28).
- MURRER, R. D.; DECIO, H. M.; CURRY, J. A. 1994. Efeito de dentifrício fluoretado no desenvolvimento de cárie secundária – Estudo in situ. *Anais da SPPQO*, 11:12.
- NOBRE DOS SANTOS, M. N. & CURRY, J. A. 1998. Dental plaque fluoride after discontinuation of water fluoridation. *ZZ*: 316-7.
- OLIVEIRA, B. R. *et al.* 2002. Plantas tóxicas: conhecer para prevenir acidentes. Pesquisadores da USP – São Paulo.
- PEDROSA, C. A. & CAETANO, F. A. 2002. *Águas Subterrâneas*. Superintendência de Informações Hidrológicas – SIH. Brasília.
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada; FJP - Fundação João Pinheiro e IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2002. *Desenvolvimento Humano e Condições de Vida: Indicadores Brasileiros*. Brasília.
- RAMOS, S. M.L. 2006. Orientações para o uso das águas no Estado de Minas Gerais. In: II Simpósio Mineiro de Engenharia Ambiental. Viçosa.

- RANKAMA, K. & SAHAMA, T. H. G. 1954. Geoquímica. Aguilar, S.A. de Ediciones. Madrid, 862p.
- RAO, N.S. 1997. The occurrence and behaviour of fluoride in the groundwater of the lower Vamsadhara River basin, India. *Hidrological Sciens – Journal-des Sciences Hydrologiques*, 42 (6): 877-893.
- RIBEIRO, R. A. 1992. Contribuição ao estudo do fluoreto nas águas subterrâneas da Bacia do Médio Tietê – Caracterização e metodologias propostas para sua extração. *Dissertação de mestrado*, Instituto de Geociências da USP, São Paulo, 151 p.
- RODRIGUES, C. R. M. D. 1999. Fluorose. *Revista APCD*, v 53, nº 5. [on line]. Disponível em: [www.link-assistencial.com.br/artigos/fluorose](http://www.link-assistencial.com.br/artigos/fluorose)
- SECRETARIA DE ESTADO DE TURISMO. 2004. Minas on-line / Governo de Minas Gerais. Disponível em: [www.mg.gov.br/portalmg](http://www.mg.gov.br/portalmg)
- SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. 2004. Minas on-line / Governo de Minas Gerais. Disponível em: [www.mg.gov.br/portalmg](http://www.mg.gov.br/portalmg)
- SENAC - Serviço Nacional de aprendizagem Comercial - Senac Minas. 2006. [on line]. Portal Descubraminas. Disponível em: [www.senac.com.br](http://www.senac.com.br)
- SILVA, M. F. A. 1997. Flúor sistêmico: aspectos básicos toxicológicos e clínicos. In: Kriger I. *Promoção de Saúde Bucal*. Artes Médicas, p. 141-65. São Paulo.
- SOUZA, S. M. T. 1995. Disponibilidades hídricas subterrâneas do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte: Hidrossistemas. 525 p.
- TRILLER M. 2000. Le fluor, agent préventif de la maladie carieuse: mécanisme, sources, risques. *Arch Pediatr* 1998; 5:1149–52. [2] Hescot P. Le point sur le fluor. Rapport de l'Union Française pour la Santé Bucco-Dentaire. Paris: UFSBD.
- TRYLSTRUP, A. F. 1988. O Tratado de Cariologia. Cultura Médica, 388 p.
- VELÁSQUEZ, L. N. M. et al. 2003. Origem do Flúor na Água Subterrânea e sua Relação com os casos de Fluorose Dental no Município de São Francisco, Minas Gerais. *Relatório de Pesquisa, FAPEMIG*. Belo Horizonte.
- VILLENA, R. S.; BORGES, D. G.; CURRY, J. A. 1996. Avaliação da concentração de flúor em águas minerais comercializadas no Brasil. *Revista Saúde Pública*, 30(6): 512-8 nov/dez.
- WHO – Word Health Organization. 1984. Environmental Health - criteria 36 - Fluorine and Fluorides. Genebra. 136p.
- WILHELMSSEN, N. C. V. G. 2006. Flúor x fluoracetato. In: Associação Brasileira de Odontologia Regional de Joenville, Paraná.

## **11.2 APÊNDICES**

### **11.2.1 Apêndice A**

Planilhas contendo a relação dos 625 poços perfurados no Estado de Minas Gerais de acordo com os distritos (divisão regional) da Copasa-Mg: DRLE, DRSO, DRCN e DRMT.

### **11.2.2 Apêndice B**

Planilha de dados referente aos 563 poços tubulares perfurados em Minas Gerais.



**RELAÇÃO DOS POÇOS PERFURADOS: DRSO**  
(Elaborado por: Diniz, G., L., 2004.)

Legenda: ND - Não detectado; NT - não possui dados; SD - sem dados

Municípios	Local	Poços	Identificador dos poços	Longitude	Latitude	Fuso	Ano perf.	Prof. filtros	Sedimento (m)	Rocha (m)	Litologia	Prof. Poço (m)	Vazão (L/s)	Laboratório	pH	AlcaBi (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaCarb (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaTotal (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Cálcio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Magnésio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Cond.Elét (mmho/cm)	STD (mg/L)	F <sup>-</sup>	Na <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Botelhos	Palmeiral	C02	C082001020	345400	7606112	23K	2003	32,0 a 27,0	SD	SD	SD	102	18.18	Copasa	8.1	80	ND	80	41	20	110	SD	0.27	ND	ND	16.4	4.86	1.8	2
		C03	C082001030	346096	7606553	23K	2003	NT	SD	SD	SD	120	8	Copasa	7.6	56	ND	56	25	40	106	SD	0.3	ND	ND	10	9.72	1.1	2
	São Gonçalo	C03	C082002030	362911	7610650	23K	2002	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 84,0	argila, alterado, gnaiss	84	1.5	Copasa	7.5	51	ND	51	29	15	116	SD	<0,10	ND	ND	11.6	3.645	<0,15	1
Cabo Verde	Serra dos Lemes	C01	C093001010	NT	NT	23K	2000	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 42,0	alterado, granito	42	11.11	Copasa	7.6	54	ND	54	25	22	109	SD	0.12	ND	ND	10	5.346	1	1.5
	B. Cerâmica/ Esc.Angolinha	C01	C093003010	364425	7631380	NT	2000	NT	0,0 a 28,0	28,0 a 72,0	cascalho, argilosa, alterado, gnaiss	72	3.39	Copasa	8	62	ND	8	32	18	109	SD	0.13	ND	ND	12.8	4.374	2.5	2
Caldas	Laranjeiras de Caldas	C01	C103002010	NT	NT	NT	1994	9,45 a 12,7	0,0 a 10,0	10,0 a 72,0	argila, basalto, arenito	72	3.06	Copasa	5.9	10	0	5.9	12	8	44	SD	0.15	ND	ND	4.8	1.944	<0,20	4
		C02	C103002020	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 111,0	argilosa, alterada, fonolito	111	6.25	Copasa	8.2	193	0	193	38	8	300	SD	0.15	ND	ND	15.2	1.944	6.86	2
Araxá	Bosque dos Ipês	C01	C039011010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	NT	NT	Copasa	8	70	ND	70	25	28	244	SD	0.12	ND	ND	10	6.804	1.77	2
	Santa Casa Misericórdia	C01	C039016010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	NT	NT	Copasa	8	81	ND	81	29	31	261	SD	0.23	ND	ND	11.6	7.533	3.76	2
	Estufa	C01	C039015010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	NT	NT	Copasa	8.1	590	ND	590	23	17	154	SD	0.15	ND	ND	9.2	4.131	1.3	2.5
	Itaipu	C01	C039040010	268545	7831414	23K	2003	NT	SD	SD	SD	120.0	2.94	Copasa	8	534	ND	534	22	16	162	SD	0.08	ND	ND	8.8	3.888	0.84	3.5
	Canil	C01	C039012010	46°56'00"	19°38'00"	NT	NT	NT	SD	SD	SD	NT	NT	Copasa	8.3	103	ND	103	37	43	374	SD	0.54	ND	ND	14.8	14.449	6.17	3
	Estádio Municipal Fausto Alvim	C01	C039007010	296311	7831954	23K	2001	23,33 a 25,83 43,96 a 49,0	0,0 a 38,0	38,0 a 120,0	argilosa, alterado, granito	120.0	1.44	Copasa	7.4	34	ND	34	18	22	137	SD	0.2	ND	ND	7.2	5.346	0.28	5
	Escola Padre Inácio	C01	C039008010	301709	7840255	23K	2001	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 120,0	argilosa, alterado, granito	120.0	2.15	Copasa	8	58	ND	58	23	20	103	SD	0.16	ND	ND	9.2	4.86	0.26	2.5
	Estádio Vila Nova	C01	C039009010	298165	7830847	23K	2001	NT	0,0 a 52,0	52,0 a 132,0	argilosa, alterado, xisto	132.0	0.82	Copasa	8.5	100	20	120	46	56	230	SD	0.26	ND	ND	18.4	13.608	0.86	1.5
Bambuí	Sede	C04	C050000040	400028	7786357	23K	1997	NT	NT	NT	NT	137.0	6.89	Copasa	8.6	40	8	48	80	70	221	SD	0.1	ND	ND	32	17.01	0.27	1
	Lagoa Seca	C01	C050003010	400512	7786084	23K	2001	56,5 a 61,50	0,0 a 2,0	2,0 a 150,0	argilosa, alterado, calcário	150.0	1.63	Copasa	8.3	127	ND	127	134	24	195	SD	0.38	ND	ND	53.6	5.832	2.99	1
Córrego Danta	Sede	C05	C198000050	405031	7807361	23K	2000	NT	0,0 a 32,0	32,0 a 84,0	argilosa, alterado, ardósia	84.0	9.52	Copasa	6	153	ND	153	60	21	225	SD	0.1	ND	ND	24	5.103	0.28	2.5
	Posto Fiscal	C01	C198003010	387819	7825981	23K	2001	23,20 a 25,20	0,0 a 22,0	22,0 a 150,0	argiloso, arenoso, alterado, calcário	150.0	0.26	Copasa	8.3	102	0	102	70	12	140	SD	<0,10	ND	ND	28	2.916	NT	2.5
	Vista Alegre	C01	C198004010	395373	7824925	23K	2003	NT	SD	SD	SD	210.0	0.2	Copasa	7.9	15	ND	15	64	16	210	SD	0.14	ND	ND	25.6	3.888	6.22	0.5
Estrela do Indaiá	Sede	C07	C247000070	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 10,0	10, a 124,0	argilosa, alterado, calcário	124.0	7.1	Departamento de Química da Univ. Uberlândia	5.77	129.32	ND	129.32	90.16	29.48	163	SD	0.02	ND	ND	36.064	7.16364	NT	15.68
Pedrinópolis	Sede	C05	C492000050	47°27'30"	19°13'00"	NT	1998	NT	0,0 a 30,0	30,0 a 100,0	argilosa, alterado, arenito, basalto, xisto	100.0	1.55	Departamento de Química da Univ. Uberlândia	5.93	66.64	ND	66.64	96	6	120	SD	0.35	ND	ND	38.4	1.458	NT	9.8
Sacramento	Posto Eduardo Devos	C01	C568005010	248597	7778686	23K	2000	NT	0,0 a 48,0	48,0 a 150,0	arenito, alterado, xisto	150.0	0.15	Copasa	8.1	71	ND	71	38	23	117	SD	0.17	ND	ND	15.2	5.589	0.52	3.5
Santa Juliana	Sede	C03	C576000030	234606	7863516	23K	1998	NT	0,0 a 5,0	5,0 a 58,0	argilosa, basalto	58.0	12.94	Departamento de Química da Univ. Uberlândia	7.74	66.6	ND	66.6	38	6	100	SD	0.1	ND	ND	15.2	1.458	NT	10.19
Uberaba	Sede	C01	C702000010	189334	7813353	23K	1998	462,4 a 472,35; 508,9 a 578,4	0,0 a 71,0	71,0 a 602,0	arenito, argila, siltito, basalto	602.0	42.7	SABESP	8.3	76	8	81	NT	52	168	SD	0.53	ND	ND	ND	ND	<1	4.7
Campina Verde	Sede	C01	C111000010	NT	NT	NT	2000	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 102,0	arenoso, alterado, basalto	102.0	14.57	Copasa	10.4	95	120	215	2	4	400	SD	0.54	ND	ND	0.8	0.972	2.17	2.5
	Escola Agrícola Municipal	C01	C111003010	NT	NT	NT	2002	21,21 a 18,71; 72,0 a 69,45	0,0 a 16,0	16,0 a 138,0	argiloso, alterado, basalto	138.0	0.99	Copasa	7.8	63	ND	63	29	222	222	SD	0.21	ND	ND	11.6	53.946	0.6	2
	P. A. Primavera	C01	C111007010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	8.1	188	ND	188	58	28	189	SD	0.22	ND	ND	23.2	6.804	0.55	1.5
Capinópolis	Sede	C03	C126000030	49°34'00"	18°40'30"	NT	1998	NT	0,0 a 7,0	7,0 a 117,0	argiloso, alterado, basalto	177.0	1.07	Departamento de Química da Univ. Uberlândia	8.42	ND	114.48	114.48	28.56	14.28	1580	SD	0.3	ND	ND	11.424	3.47004	ND	11.76
	Sede	C06	C727000060	532076	7821819	22K	1997	NT	SD	SD	SD	126.0	8.33	Copasa	9.7	68	44	112	7	3	213	SD	0.14	ND	ND	2.8	0.729	ND	2
	São Sebastião do Pontal	C01	C727001010	NT	NT	NT	1997	42,6 a 45,1; 57,1 a 62,1; 68,1 a 70,6	NT	NT	NT	132.0	2.77	Copasa	8	146	ND	146	62	88	296	SD	0.13	ND	ND	24.8	21.384	0.89	2

Carneirinho	Fátima	C02	C727003020	510558	7796425	22K	1998	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 222,0	arenoso, argiloso, calcário, alterado, diabásio	222,0	1.25	Copasa	NT	NT	NT	NT	2	2	NT	SD	3.2	ND	ND	0.8	0.486	86.5	2
	Gracilândia	C01	C727004010	51036	7796242	NT	1997	NT	SD	SD	SD	198.0	7.76	Copasa	NT	NT	NT	NT	3	2	NT	SD	1.2	ND	ND	1.2	0.486	8.1	2
	Vila Barbosa	C01	C727006010	NT	NT	NT	1997	24,50 a 27,0; 33,0 a 35,5; 47,5 a 50,5; 62,0 a 67,0; 85,5 a 87,0	SD	SD	SD	102.0	2.29	Copasa	NT	NT	NT	NT	85	45	NT	SD	0.24	ND	ND	34	10.935	ND	1.5
Conceição das Alagoas	Posto Evandro Ferreira	C01	C173002010	NT	NT	NT	2002	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 54,0	argilosa, alterado, basalto	54.0	1.74	Copasa	8.3	67	ND	67	35	17	967	SD	0.14	ND	ND	14	4.131	0.8	2.5
Frutal	Sede	C02	C271000020	48°55'00"	20°01'00"	NT	1998	NT	0,0 a 9,0	9,0 a 70,0	argiloso, basalto	70.0	3.1	Depart. Química da Univ. Uberlândia	7.98	40.28	46.64	86.92	18.36	12.24	110	SD	0.1	ND	ND	7.344	2.97432	ND	7.84
Ituiutaba	P. A. Chico Mendes	C01	C343002010	664208	7882254	22K	2003	NT	SD	SD	SD	68.0	3.7	Copasa	8	130	ND	130	43	17	174	SD	0.16	ND	ND	17.2	4.131	1.44	3.5
Delfim Moreira	Posto Fiscal Ataque	C01	C211001010	475516	7505187	23K	2002	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 90,0	arenoso, alterado, gnaíse	90.0	0.16	Copasa	7.4	106	ND	106	70	10	200	SD	0.65	ND	ND	28	2.43	2.2	3
Wenceslau Brás	Sede	C01	C723000010	463475	7509175	23K	2002	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 130,0	argiloso, alterado, gnaíse	150.0	2.27	Copasa	7.6	77	ND	77	47	26	182	SD	0.8	ND	ND	18.8	6.318	2.5	8.5
	Sede	C02	C723000020	463575	7508892	23K	2002	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 150,0	argiloso, alterado, gnaíse	132.0	0.93	Copasa	7.7	83	ND	83	53	20	176	SD	0.5	ND	ND	21.2	5.589	1.5	4
Conceição da Barra de Minas	Sede	C09	C171000090	44°27'30"	21°07'00"	NT	1997	14,0 a 21,0	SD	SD	SD	57.0	1.81	Copasa	7.2	37	ND	37	18	12	112	SD	<0,10	ND	ND	7.2	2.916	6.6	9
Lavras	6o RPMMG	C01	C382008010	45°01'30"	21°13'00"	NT	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 62,0	argiloso, arenoso, granito	62.0	3.27	Copasa	6.6	41	ND	41	15	15	75	SD	<0,10	ND	ND	6	3.645	0.13	1
Perdões	Sede	C06	C499000060	489757	7667589	23k	2001	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 150,0	argiloso, areia, alterado, granito	150.0	4.88	Copasa	7.6	50	0	50	15	18	18	SD	<0,10	ND	ND	7.2	4.374	ND	6
		C07	C499000070	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 150,0	dolomito, arenoso, quartzoso, gnaíse	150.0	2	Copasa	7.9	89	ND	89	41	37	173	SD	<0,10	ND	ND	16.4	8.991	ND	1.5
	Cerrado	C01	C499006010	493476	7673588	NT	2001	NT	SD	SD	SD	120.0	1.83	Copasa	8.2	70	0	70	26	24	96	SD	<0,10	ND	ND	10.4	5.832	ND	1.5
	Serra do Peão	C01	C499008010	NT	NT	23k	2001	23,70 a 25,70; 29,0 a 31,0	0,0 a 22,0	22,0 a 40,6	siltosa, argilosa, arenosa, alterado, gnaíse	40.6	4.44	Copasa	8	21	0	21	28	2	68	SD	<0,10	ND	ND	11.2	0.486	ND	1.5
	Represa	C01	C499009010	45°05'00"	21°05'00"	NT	2001	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	argiloso, alterado, gnaíse, granito	120.0	3.54	Copasa	8.2	75	SD	75	48	36	110	SD	<0,10	ND	ND	19.2	8.748	ND	3
São Francisco de Paula	Pereiras	C01	C611003010	501879	7717533	23k	2002	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 84,0	argiloso, arenoso, alterado, granito	84.0	3.72	Copasa	7.8	35	0	35	10	20	47	SD	<0,10	ND	ND	4	4.86	<0,20	1.5
	Mata dos Correias	C04	C611004010	496938	7721551	23k	2002	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 108,0	areia, argiloso, granito	108.0	1.08	Copasa	8	79	0	79	34	38	110	SD	0.63	ND	ND	13.6	9.234	5.55	3
Estiva	B. Pinhal II	C01	C245007010	386846	7513352	23k	2000	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 120,0	argiloso, alterado, gnaíse	120.0	0.81	Copasa	6.5	21	ND	21	SD	SD	79	SD	<0,10	ND	ND	ND	ND	3.26	ND
Inconfidentes	Bairro Monjolinho	C01	C306001010	364955	7530963	23k	2002	NT	0,0 a 20,0	20, a 120,0	argiloso, cascalho, ganíse	120.0	11.11	Copasa	7.7	90	ND	90	58	17	174	SD	0.21	ND	ND	23.2	4.131	1.8	2
Monte Sião	Bairro Mococa	C01	C434001010	346045	7521808	NT	1995	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 84,0	silito-arenoso; turfa sulfetada, porosa; areia fina; gnaíse	84.0	7.14	Copasa	7.1	99	0	99	48	32	150	SD	0.28	ND	ND	19.2	7.776	4.01	3.5
		C02	C434001020	NT	NT	23k	2002	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 150,0	argila; areia; rocha gnáissica alterada, migmatítico, mesocrático, porfiróide.	150.0	2.7	Copasa	8	96	ND	96	24	15	193	SD	0.28	ND	ND	9.6	3.645	3.2	3
		C04	C434001040	346255	7521113	23k	2002	NT	0,0 a 26,0	26,0 a 120,0	argila; cascalho; argila cinza; rocha gnáissica e granodiorítica	120.0	1.41	Copasa	8.1	88	ND	88	47	24	167	SD	0.16	ND	ND	18.8	5.832	0.81	2
Pouso Alegre	Sede	C01	C525000010	NT	NT	NT	1997	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 90,0	argiloso, siltoso, arenoso, gnaíse	90.0	4.5	Copasa	7.4	62	ND	62	32	19	113	SD	<0,10	ND	ND	12.8	4.617	1.1	1
		C05	C525000050	NT	NT	NT	2001	25,35 a 27,35	0,0 a 26,0	26,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaíse	120.0	0.48	Copasa	7	25	ND	25	13	9	42	SD	<0,10	ND	ND	5.2	2.187	ND	1
		E01	E525000010	NT	NT	NT	1997	SD	SD	SD	SD	SD	100.0	2.68	Copasa	7.4	50	ND	50	SD	SD	103	SD	<0,10	ND	ND	ND	ND	0.63
Tocos do Mogi	Sede	C02	C853000020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	argiloso (presença de areia fina), granito gnáissica (passagem c/ concentração de feldspato róseo c/ cristais bem desenvolvido)	120.0	1.51	Copasa	7.9	71	ND	71	52	8	180	SD	0.28	ND	ND	20.8	1.944	25.6	1
Abadia dos Dourados	Bonsucesso	C01	C001001010	NT	NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Limnos	6.89	62.39	ND	62.39	22.08	29.96	169.9	SD	<0,01	ND	ND	8.83	7.74	0	14.96
Arceburgo	Sede	C11	C040000111	NT	NT	NT	2001	25,0 a 30,0	SD	SD	SD	80.0	9.52	Copasa	6.7	63	ND	63	32	23	143	SD	<0,10	ND	ND	12.8	5.589	0.68	4
Nova Resende	12o BPMMG	C01	C479004010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, xisto	120.0	0.78	Copasa	7.4	48	ND	48	44	36	220	SD	0.12	ND	ND	17.6	8.748	1.79	13

Passos	Sede	C03	C479004030	46°36'00"	20°42'30"	NT	2001	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 97,0	argiloso, arenoso, xisto	97.0	0.57	Copasa	8.1	51	ND	51	55	34	230	SD	<0,10	ND	ND	22	8.262	1.1	16
São Pedro da União	Sede	C01	C639000010	332400	7663150	23K	2002	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 102,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaiss	102.0	3.85	Copasa	7.6	51	ND	51	39	16	152	SD	<0,10	ND	ND	15.6	3.888	1	5
	Biguatinga	C01	C639001010	NT	NT	NT	2000	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 90,0	argila, cascalho, alterado, gnaiss	90.0	4.35	Copasa	7.8	58	ND	58	35	22	157	SD	0.12	ND	ND	14	5.346	4.7	8
São Roque de Minas	Sede	C04	C643000040	356952	7761009	23K	1999	17,6 a 19,79	0,0 a 26,0	26,0 a 84,0	argiloso, alterado, xisto	84.0	14.28	Copasa	6	15	ND	15	SD	SD	38	SD	<0,10	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Vargem Bonita	São Sebastião do Cabresto	C01	C707001010	366960	7747500	23K	1999	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 78,0	argiloso, calcário	78.0	8.69	Copasa	7.8	124	ND	124	116	13	230	SD	0.14	ND	ND	46.4	3.159	4.43	1
Heliodora	B. Sobralado	C01	C292001010	448025	7665870	23K	2002	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 144	argiloso, alterado, gnaiss, quartzito	111.6	1.8	Copasa	7.6	57	ND	57	28	10	109	SD	0.16	ND	ND	11.2	2.43	<0,15	1
		C02	C292001020	449221	7566024	23K	2002	NT	0,0 a 15,0	15,0 a 120,0	cascalho, argila, gnaiss	120.0	3.4	Copasa	7.5	39	ND	39	16	4	76	SD	0.13	ND	ND	6.4	0.972	<0,15	<1
São Tomé das Letras	Sobradinho	C03	C652001030	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 80,0	argiloso, arenoso, xisto, quartzito	80.0	3.2	Copasa	7.5	78	ND	78	47	11	143	SD	<0,10	ND	ND	18.2	2.673	1	1
Varginha	Condomínio Lagamar	C01	C708003010	45°25'30"	21°33'00"	NT	2002	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	argila, alterado, gnaiss	120.0	3.6	Copasa	8.1	88	ND	88	67	20	166	SD	0.12	ND	ND	26.8	4.86	2.2	1
Caxambu	Sede	C01	C154000010	499290	7576061	23K	2000	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 72,0	argiloso; arenoso; argiloso (contendo seixos de quartzo e de rocha granítica); granitóide	72	6.89	Copasa	7.7	83	ND	83	SD	60	144	SD	0.15	ND	ND	ND	ND	2.09	ND
Itanhandu	Sede	C01	C331000010	44°52'30"	21°33'00"	NT	2001	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 108,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaiss	108.6	3.64	Copasa	7.7	59	ND	59	35	12	118	SD	0.14	ND	ND	14	2.3544	4.6	3
São Vicente de Minas	Sede	C28	C653000280	44°26'00"	21°42'30"	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Geolab	7	101	ND	101	60	32	2308	SD	<0,10	14.9	17.1	23.9	7	21.6	27.2
Serranos	Capela	C01	C670001010	NT	NT	NT	2000	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 68,0	argiloso, alterado, gnaiss	96	0.36	Copasa	7.9	73	ND	73	SD	57	135	SD	0.12	ND	ND	ND	ND	4.8	ND

**RELAÇÃO DOS POÇOS PERFORADOS: DRCN**  
(Elaborado por: Diniz, G., L., 2004.)

Legenda: ND - Não detectado; NT - não possui dados; SD - sem dados

Municípios	Local	Poços	Identificador dos poços	Longitude	Latitude	Fuso	Ano perf.	Prof. filtros	Sedimento (m)	Rocha (m)	Litologia	Prof. Poço (m)	Vazão (L/s)	Laboratório	pH	AlcaBi (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaCarb (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaTotal (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Cálcio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Magnésio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Cond.Elét (mmho/cm)	STD (mg/L)	F <sup>-</sup>	Na <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Alfredo Vasconcelos	Sede	C03	C724000030	626634	7661231	23K	1999	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 60,0	argiloso, siltoso, alterado, gnaíse	60	6.45	Copasa	8.1	72	0	72	54	10	140	SD	<0,10	SD	SD	21.6	2.43	SD	7.5	
		C04	C724000040	627487	7661254	23K	2003	NT	0,0 a 17,0	17,0 a 94,0	areia, argila, alterado, gnaíse	94	3.03	Copasa	7.4	41	SD	41	20	14	100	SD	<0,10	SD	SD	8	3.402	2.85	0.5	
Barbacena	Pedras	C01	C055006010	43°44'00"	21°12'30"	NT	1994	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 100,0	argila, areia, gnaíse	100	0.69	LIMNOS	7.92	39.96	39.96	79.92	0.19	0.06	120.90	SD	<0,01	SD	SD	0.04	0.02	<0.10	0.10	
	Campestre II	C02	C055007010	NT	NT	NT	1994	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 100,0	argila, areia, xisto	100	0.86	LIMNOS	7.54	37.99	37.99	75.98	0.17	0.1	121.20	SD	<0,01	SD	SD	0.04	0.04	<0.10	0.10	
Barroso	Sede	C01	C057000010	607255	7654883	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.4	104	2	106	92	14	170	SD	0,13	SD	SD	36.8	3.402	2.58	1	
		C02	C057000020	606727	7658766	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.3	147	ND	147	134	8	300	SD	0,17	SD	SD	53.6	1.944	5.29	10.5	
		C03	C057000030	606830	7654950	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.8	130	ND	130	114	20	230	SD	0,1	SD	SD	45.6	4.86	5.1	2	
		C04	C057000040	606476	7655409	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.1	132	ND	132	126	20	280	SD	0,12	SD	SD	50.4	4.86	2.55	10	
Capela Nova	Palmeiras	C01	C122001010	NT	NT	NT	1994	NT	0,0 a 22,0	22,0 a 108,0	silte, areia, granito	108	0.31	LIMNOS	7.2	14.81	ND	14.81	0.07	0.07	125.3	SD	<0,01	SD	SD	0.01	0.02	<0.10	0.1	
	Herminio Alves	C03	C132003030	626412	7675138	23K	2002	23,40 a 27,70	0,0 a 28,25	28,25 a 120,0	NT	120	3.17	Copasa	7.6	35	0	35	18	4	61	SD	<0,10	SD	SD	7.2	0.972	0.95	2.5	
Carandaí	Cana do Reino	C01	C132004010	623626	7689692	23K	2001	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 120,0	arenoso, alterado, gnaíse	120	3.03	Copasa	8	60	ND	60	38	8	100	SD	<0,10	SD	SD	15.2	1.944	4.4	0.5	
	Sede	C01	C149000010	612141	7699696	23K	2001	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 130,	argiloso, gnaíse	130	8.33	Copasa	7.8	69	ND	69	42	12	120	SD	0,16	SD	SD	16.8	4.374	5.42	2.5	
Congonhas	Sede	C01	C180000010	616850	7731493	23K	2002	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 132,0	arenoso, argiloso, alterado, gnaíse	132	33.33	Copasa	7.5	64	ND	64	26	38	130	SD	0,1	SD	SD	10.4	9.234	5.62	4	
		C02	C180000020	617025	7731801	23K	2002	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 120,0	argiloso, fiito, granito	120	20	Copasa	7.6	61	ND	61	38	18	102	SD	<0,10	SD	SD	15.2	4.374	4.68	5.5	
		C03	C180000030	617034	7732116	23K	2003	NT	0,0 a 27,6	27,6 a 132,0	gnaiisse	132	11.11	Copasa	7.9	74	ND	74	3.8	60.2	150	SD	<0,10	SD	SD	1.52	14.6286	2.11	0.5	
		E02	E180000020	43°49'00"	20°29'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.2	68	ND	68	44	12	150	SD	0,18	SD	SD	17.6	2.916	7.19	3.5
		E04	E180002040	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.3	69	ND	69	40	20	150	SD	<0,10	SD	SD	16	4.86	4.32	3.5
		E28	E180000280	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.6	51	ND	51	30	30	110	SD	<0,10	SD	SD	12	7.29	3.84	3.5
		E29	E180000290	43°9'00"	20°39'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.9	70	ND	70	46	18	140	SD	0,11	SD	SD	18.4	4.374	3.93	1.5
		E30	E180000300	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7	36	ND	36	24	14	80	SD	<0,10	SD	SD	9.3	3.402	1.47	3
Conselheiro Lafaiete	São Gonçalo do Brandão	C01	C183010010	43°45'00"	20°40'00"	NT	1994	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 97,0	argila, areia, gnaíse	97	4	LIMNOS	7.44	24.68	ND	24.68	0.10	0.01	206.00	SD	<0,01	SD	SD	ND	ND	<0.10	0.01	
Jeceaba	Machado	C01	C355002010	NT	NT	NT	1994	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 80,0	argila, areia, gnaíse	80	1.01	LIMNOS	7.45	31.58	31.58	63.16	0.11	0.04	94.30	SD	<0,01	SD	SD	0.02	0.01	<0.10	0.10	
Araucá	Aguada Nova	C01	C033001010	42°02'00"	16°59'40"	NT	1987	NT	0,0a 2,0	2,0 a 90,0	silte	90	NT	GEOLAB	8.6	183	ND	183	72	63	436	SD	0,54	49.3	12.8	28.7	19.0	16.0	32.8	
	Malhada dos Bois	C01	C033036010	42°03'30"	16°58'40"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	GEOLAB	7.5	170	ND	170	224	284	1110	SD	0,23	108.4	20.0	88.2	67.9	420	72.1	
	Barriguda de Baixo	C01	C033040010	41°54'00"	17°01'30"	NT	1994	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 145,0	arenoso, cascalho, xisto	145	0.78	GEOLAB	7.5	151	ND	151	420	292	1856	SD	2,1	171.3	22.8	165.0	72.8	286	553	
	Quati	C01	C033041010	41°57'30"	16°51'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	GEOLAB	7.6	94	ND	94	93	30	417	SD	0,59	43.4	13.4	37.8	7.5	29.4	63.1	
	Aguada Nova de Baixo	C01	C033056010	42°24'30"	16°31'20"	NT	1998	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 100,0	argiloso, alterado, xisto	100	0.03	ECOLAB	7.81	153.0	ND	153.0	88.7	53.3	477.0	SD	0,32	SD	SD	35.5	13.0	1.3	64.1	
	Palmital de Cima	C01	C033060010	187450	8106050	24K	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 70,0	argiloso, alterado, xisto	70	3.72	ECOLAB	7.69	98.9	ND	98.9	88.7	15.8	185.0	SD	0,20	SD	SD	35.5	3.8	2.5	10.7	
Baldim	Sede	C01	C049000010	609986	7866514	23K	2002	NT	0,0 a 27,15	27,15 a 150,0	NT	150	7.14	Copasa	8.5	150.9	10.2	161.1	110	54	210	SD	<0,10	SD	SD	44	13.122	1.64	2	
	São Vicente	E01	E049001010	44°14'30"	19°27'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	3.51	Copasa	7.3	36	ND	36	32	24	120	SD	<0,10	SD	SD	12.8	5.832	2.18	11.5	
Caetanópolis	Sede	C01	C098000010	561318	7866735	23K	1999	7,44 a 9,67	0,0 a 8,0	8,0 a 126,0	argiloso, alterado, ardósia	126	7.69	Copasa	7.8	44	0	44	60	5	140	SD	<0,10	SD	SD	26	1.215	10.46	16.5	
		C02	C098000020	563352	7866704	23K	1999	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 78,0	argiloso, arenoso, alterado, ardósia	78	3.92	Copasa	7.5	44	ND	44	14	24	61	SD	<0,1	SD	SD	5.6	5.832	<0,33	2	
		E05	E098000050	562101	7865695	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	5.12	Copasa	6.9	61	ND	61	44	6	130	SD	0,12	SD	SD	17.6	1.458	3.3	2
		E06	E098000060	563600	7866644	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	8.33	Copasa	7.5	104	ND	104	70	28	200	SD	0,1	SD	SD	28	6.804	2.93	1
		E11	E098000110	559918	7865315	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	5.13	Copasa	7.2	39	ND	39	12	28	50	SD	0,11	SD	SD	4.8	6.804	<0,33	1.5
		C19	C474000190	44°07'00"	19°32'00"	NT	2001	NT	NT	NT	NT	NT	258	6.67	Copasa	8.1	160	0	160	92	28	260	SD	0,29	SD	SD	36.8	6.804	SD	3.5
Capim Branco	Sede	C21	C474000210	441700	194200	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.9	170	0	170	66	72	240	SD	0,17	SD	SD	26.4	17.496	4	1.5	
		E01	E474000010	590516	7837896	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	1.33	Copasa	7.1	7	ND	7	4	10	100	SD	<0,10	SD	SD	1.6	2.43	0.81	13
		C03	C504000030	579889	7735867	23K	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 120,0	NT	120	5.41	Copasa	7.9	58	0	58	32	28	100	SD	0,21	SD	SD	12.8	6.804	4.2	3.5	
		Engenho	C01	C683003010	628667	7822760	23K	2001	NT	0,0 a 44,0	44,0 a 120,0	arenoso, alterado granito	120	4	Copasa	8.2	123	0	123	54	36	250	SD	0,76	SD	SD	21.6	8.748	5.42	15
Augusto de Lima	Sede	C04	C047000040	44°15'00"	18°06'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8	148	ND	148	80	60	250	SD	0,14	SD	SD	32	14.58	2.53	0.5	
		C01	C209000010	562360	7927678	23K	1973	NT	4,0 a 8,0	8,0 a 60,0	argila, calcário	60	100	Copasa	7.8	197	ND	197	36	80	400	SD	0,12	3.79	0.54	14.4	19.44	5.58	1	
		C09	C209000090	558633	7926022	23K	1988																							

Camacho	Sede	C04	C104000040	483977	7719694	23K	NT	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, granito	120	6.25	COPASA	8.0	SD	SD	SD	SD	SD	108.0	SD	0.51	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Cláudio	Monsenhor João Alexandre	C01	C165006010	533474	7747700	23K	1998	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 117,0	arenoso, quartzoso, alterado, granito	117	7.3	ECOLAB	8.00	100.0	SD	100.0	58.0	42	154.0	SD	<0.1	SD	SD	23.2	10.2	<1	2.7	
Igaratinga	Sede	C03	C302000030	530746	7792177	23K	1992	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 100,0	argila, areia, granito	100	5.94	ECOLAB	7.59	62.0	ND	62.0	79.1	59.4	119.0	SD	<0.1	SD	SD	31.6	0.16	<1	1.6	
Japaraíba	Sede	E01	E354000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	0.086	LIMNOS	8.27	96.21	9.86	106.07	10.34	4.78	251.00	SD	<0.01	SD	SD	2.58	1.91	<0.10	0.20	
São Goçalo do Pará	Prata	C03	C617002030	44°50'15"	20°03'45"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	GEOLAB	8.0	55	SD	55	25	47	122.2	SD	0.16	10.0	3.5	10	11.421	0.60	3.8	
São Sebastião do Oeste	Sede	C07	C646000070	45°00'30"	20°17'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	7.90	SD	SD	SD	SD	SD	111.0	SD	0.17	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Bonito de Minas	Sede	E01	E761000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	2.94	COPASA	7.7	84.0	ND	84.0	90	20	173	SD	<0.2	SD	SD	36	4.86	4.73	5.0	
		E02	E761000020	526208	8305530	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	10	COPASA	8.0	95.0	8.0	103	78.0	21	170	SD	<0.2	SD	SD	31.2	5.103	1.0	3.0	
Chapada Gaúcha	Sede	C01	C769000010	432608	8309057	23K	1999	122,0 a 162,0; 186,0 a 206,0; 218,0 a 240,0	0,0 a 1,0	1,0 a 255,0	arenoso, arenito, conglomerado,	255	10	COPASA	7.75	4.12	<1	< 5,12	2.02	2.02	14.1	SD	<0.1	1.54	1.60	0.808	0.49086	2.02	1.71	
	Serra das Araras	C02	C769001020	456909	8285302	23K	2003	62,5 a 72,5; 90,5 a 100,5	0,0 a 14,0	14,0 a 118,5	arenoso, areia, arenito	118.5	5.4	COPASA	7.9	SD	SD	SD	SD	SD	122	SD	<0.20	SD	SD	SD	SD	SD	7.61	1.0
	Paraterra	C01	C769008010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	5.5	SD	SD	SD	SD	SD	23.3	SD	<0.20	SD	SD	SD	SD	SD	4.8	2.8
Córego Marinho	Sede	C03	C770000030	563331	8309148	23K	2001	22,0 a 28,0	0,0 a 24,0	24,0 a 86,0	argila, alterado, calcário	86	4	COPASA	7.6	253	SD	253	345	10	400	SD	<0.20	SD	SD	138	2.43	2.6	3.2	
Ibiracatu	Sede	C04	C787000040	590089	8268544	23K	1999	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	arenoso, alterado, ardósia, calcário	120	1.45	COPASA	7.7	276	SD	276	200	30	537	SD	<0.20	SD	SD	80	7.29	17.1	27.5	
		C05	C787000050	590788	8267867	23K	1999	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	argilosa, alterado, siltito	120	NT	COPASA	7.6	191	SD	191	99.0	21	551	SD	0.42	SD	SD	39.6	5.103	29.3	18.2	
	Campo Alegre de Minas	C02	C787011020	597354	8275327	23K	1999	NT	NT	NT	NT	121	NT	COPASA	8.0	172	SD	172	138	11	288	SD	0.14	SD	SD	55.2	2.673	0.62	3.0	
Itacarambi	Fabião II	C01	C321018010	597799	8331021	23K	1999	38,35 a 43,35	0,0 a 32,0	32,0 a 45,0	argila, areia, calcário	45	1.09	COPASA	8.5	244	81	325	267	60	464	SD	0.30	SD	SD	106.8	14.58	9.9	8.2	
Januária	Sede	C07	C353000070	44°22'00"	15°29'30"	NT	1985	12,9 a 20,8	0,0 a 22,0	22,0 a 37,0	argila-arenoso, calcário	37	20.5	COPASA	6.8	125	ND	125	82.0	21	243	SD	0.09	SD	SD	32.8	5.103	4.1	14.0	
Japonvar	Pinhão	C01	C790013010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	ECOLAB	7.67	309.0	ND	309.0	189.0	76	653.0	SD	<0.1	SD	SD	75.6	18.5	8.0	14.3	
Juvenília	P.A. Ouro Verde	C01	C795003010	615716	8397133	23K	2002	29,65 a 32,2; 38,28 a 40,8; 46,8 a 49,4	NT	NT	NT	66	13.33	COPASA	7.5	159	ND	159	160	67	515	SD	<0.20	SD	SD	64	16.281	6.4	9.4	
Lontra	Sede	C01	C740000010	575875	8241720	23K	2000	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	argila, areia, alterado, calcário	120	1.14	COPASA	8.3	148	12.0	160	70.0	15	268	SD	0.68	SD	SD	28	3.645	2.5	6.5	
Manga	Sede	C02	C392000020	43°58'00"	14°44'30"	NT	1979	30,7 a 33,2; 43,4 a 45,6; 51,1 a 53,3; 58,8 a 61,0	NT	NT	NT	62	6.06	COPASA	7.9	SD	SD	SD	SD	640	1362	SD	0.38	SD	SD	SD	SD	12.0	231.3	
Matias Cardoso	Lajedão	C01	C743001010	NT	NT	NT	1994	NT	NT	0,0 a 94,55	calcário	94.55	6	COPASA	7.4	SD	SD	SD	SD	360	430	SD	0.54	SD	SD	SD	SD	17.6	9.2	
		E02	E743001020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	3.5	COPASA	7.7	SD	SD	SD	SD	415	515	SD	0.46	SD	SD	SD	SD	24.1	25.3	
	Gado Bravo	E01	E743003010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.7	SD	SD	SD	SD	179	SD	SD	1.59	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Miravânia	Sede	E01	E801000010	563368	8369656	23K	NT	NT	NT	NT	NT	NT	7	COPASA	8.2	138	ND	138	132	55	362	SD	0.10	SD	SD	52.8	13.365	1.2	14.5	
	Riacho Novo	C02	C427014020	44°25'30"	14°22'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	GEOLAB	7.9	224	ND	224	191	33	372	SD	<0.10	4.5	5.8	76.4	8.019	<0.5	13.9	
Montalvânia	Vaca Preta	C01	C427032010	44°16'30"	14°20'00"	NT	1996	41,95 a 43,95; 50,0 a 52,0; 58,05 a 60,05	NT	NT	NT	66.2	6.4	GEOLAB	8.5	100	10	110	87	9	197.1	SD	<0.10	2.1	3.3	30.0	2.2	1.1	2.3	
	São Matias	C01	C427043010	545142	8378734	23K	NT	29,55 a 32,05; 44,15 a 49,15; 55,20 a 59,70	NT	NT	NT	NT	16	COPASA	7.9	135	ND	135	105	22	284	SD	<0.20	SD	SD	42	5.346	5.5	2.8	
Pedra de Maria da Cruz	São Pedro das Tabocas	E01	E746001010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	7.6	251	ND	251	151	147	557	SD	0.46	SD	SD	60.4	35.721	32.2	28.5	
Riachinho	Sede	C04	C747000040	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.3	SD	SD	SD	SD	101	260	SD	0.26	SD	SD	SD	SD	5.4	4.0	
São J. das Missões	Sede	E01	E834000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	5.55	COPASA	8.1	284	SD	284	220	270	939.0	SD	0.67	SD	SD	88	65.61	45.5	69.1	
São João da Ponte	Sede	C02	C624000020	44°09'00"	15°52'30"	NT	1986	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 102,0	argila, calcário	102	9.9	COPASA	7.4	362	ND	362	350	100	671	SD	0.28	SD	SD	140	24.3	27.3	18.2	
	Condado do Norte	C01	C624020010	44°00'30"	15°54'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.3	289	ND	289	345	35	571	SD	<0.2	SD	SD	138	8.505	12.8	7.1	
	Mamonas	C01	C624026010	601200	8247700	23K	1995	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 60,0	siltosa, alterado, calcário	60	4.34	COPASA	7.9	300.0	ND	300.0	270.0	45	537.0	SD	0.40	SD	SD	108	10.935	9.6	9.7	
Brasília de Minas	Sede	C08	C084000080	44°25'00"	16°13'00"	NT	1997	30,0 a 32,5; 38,5 a 41,0; 47,0 a 49,5	NT	NT	NT	80	6.65	COPASA	7.8	231	ND	231	53.0	42	383	SD	<0.2	SD	SD	21.2	10.206	3.0	4.9	
Campo Azul	Sede	C01	C765000010	NT	NT	NT	1999	NT	NT	0,0 a 60,0	alterado, siltito	60	12.5	COPASA	7.8	203	ND	203	144	55	375	SD	0.14	SD	SD	57.6	13.365	12.5	12.0	
Icarai de Minas	Sede	C01	C733000010	NT	NT	NT	1983	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 60,0	argiloso, calcário	60	1.73	LAB. SANEAR	8.20	299.00	ND	299.00	188.00	68	429.00	SD	0.35	30.90	1.10	75.20	17.00	6.00	6.00	
	Brejo Velho	C01	C733004010	498454	8206240	23K	2000	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 15,0	argiloso, alterado, calcário, siltito	150	0.56	COPASA	9.0	SD	SD	SD	SD	5.0	1623	SD	5.43	SD	SD	SD	SD	96.8	271	
	Morrinhos	C07	C733018070	500251	8190652	23K	2002	23,56 a 26,07; 32,09 a 34,60	0,0 a 34,0	34,0 a 66,0	argila, arenoso, calcário	66	9.09	COPASA	7.8	214	SD	214	180	15	409	SD	0.20	SD	SD	72	3.645	5.07	3.3	
Nova Aparecida	C01	C733017010	497388	8205755	23K	1998	NT	0,0 a 24,2	24,2 a 120,0	NT	120	3.7	COPASA	8.5	SD	SD	SD	SD	80.0	1087	SD	2.51	SD	SD	SD	SD	60.6	162		
Mirabela	Sede	C03	C420000030	589231	8201514	23K	1997	7,51 a 10,85	0,0 a 6,0	6,0 a 150,0	argiloso, calcário	150	3.77	ECOLAB	7.71	225.1	ND	225.1	128.7	95	454	SD	0.27	SD	SD	51.5	23.1	7.11	20.2	
Luizlândia	Sede	C05	C798000050	542880	8218186	23K	1985	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 79,0	siltite, ardósia, calcário	79	6.06	COPASA	8.1	290	ND	290	275	35	477.0	SD	0.12	SD	SD	110	8.505	ND	11.5	
Patis	Casa Nova	C01	C815010010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.2	SD	SD	SD	SD	203	506	SD	0.66	SD	SD	SD	SD	10.9	5.6	
Pintópolis	Sede	C07	C820000070	483770	8224512	23K	2001	24,0 a 30,0	NT	NT	NT	120	18.18	COPASA	8.18	SD	SD	SD	SD	254.5	757	SD	0.33	SD	SD	SD	SD	5.5	145	
Ponto Chique	Sede	C02	C821000020	492860	8160953	23K	1999	21,6 a 28,2	0,0 a 34,0	34,0 a 84,0	arenoso, argiloso, areia, conglomerado, alterado, calcário	84	11.1	COPASA	7.6	65.0	SD	65.0	14.8	8.8	120	SD	0.35	SD	SD	5.92	2.1384	<0.03	5.5	
Santa Fé de Minas	Sede	C02	C575000020	45°24'30"	16°41'00"	NT	1980	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 93,0	NT	93	1.62	COPASA	8.7	182	38.0	220	35.0	50	11.48	SD	2.00	SD	SD	14	12.15	9.1	10.0	
São Francisco	Canabrava	C02	C610026020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 6,9	6,9 a 84,0	NT	84	2.27	COPASA	7.4	269	ND	269	186	59	459	SD	0.20	SD	SD	74.4	14.337	48.1	8.3	
	Vila do Morro	C01	C610021010	44°44'00"	15°43'30"	NT	1993	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 70,0	arenoso, siltito, calcário	70	2.46	GEOLAB	8.2	186.0	ND	186.0	116.0	35	319.0	SD	0.32	24.0	6.8	46.4	8.505	3.8	3.0	

	Sede	C05	C735000050	NT	NT	NT	2000	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 102,0	areia, calcifera, alterado, calcário	102	3.84	COPASA	7.8	SD	SD	SD	SD	450	1056	SD	0.83	SD	SD	SD	SD	SD	61.5	75.6
Janaúba	Barreiro da Raiz	E01	E352084010	43°19'00"	15°51'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	6.25	COPASA	7.9	SD	SD	SD	SD	350	603	SD	<0.2	SD	SD	SD	SD	SD	19.2	26.4
Mamonas	Enxu	C03	C741003030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.4	186	4.0	190	110	75	498	SD	2.3	SD	SD	44	18.225	<0.03	48.9	
Mato Verde	Barra II	C01	C409053010	722490	8304155	23K	2000	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 132,0	arenoso, cascalho, alterado, gnaïsse	132	0.39	COPASA	8.1	291	4.0	295	360	340	1416	SD	1.12	SD	SD	144	82.62	6.6	279	
Porteirinha	Tocandira	C01	C522115010	43°10'36"	15°39'55"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.3	SD	SD	SD	SD	545	963	SD	0.07	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Varzelândia	Sede	C06	C710000060	604947	8265782	23K	1999	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 49,0	argiloso, alterado, calcário	49	28.57	COPASA	7.9	216	ND	216	220	20	483	SD	0.25	SD	SD	88	4.86	11.0	16.5	
	Campo Redondo	C05	C710041050	44°05'30"	15°35'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	7.6	SD	SD	SD	SD	229	SD	SD	<0.02	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
	Brejo do Mutambal	C01	C710026010	635986	8280478	23K	1999	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 84,0	argiloso, alterado, calcário	84	9.09	COPASA	7.3	279	ND	279	268	49	635	SD	0.24	SD	SD	107.2	11.907	19.3	25.0	
Verdelândia	Brejinho	E01	E710003010	44°02'30"	15°39'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	7.4	218	ND	218	236	39	328	SD	<0.2	SD	SD	94.4	9.477	1.4	5.6	
	Amargoso	C03	C850010030	NT	NT	NT	1997	NT	NT	NT	NT	NT	96	3.49	COPASA	8.4	283	ND	283	12.0	15	842	SD	11.0	SD	SD	4.8	3.645	5.2	57.3
Bocaiúva	Guaraciama	C01	C850010050	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.1	SD	SD	SD	SD	266	SD	SD	7.86	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Bocaiúva	Guaraciama	C01	C071001010	43°40'00"	17°00'30"	NT	1977	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 70,0	argila	70	2.06	COPASA	8.0	335.0	ND	335.0	310.0	85	722.0	SD	0.95	SD	SD	124	20.655	78.9	5.5	
Claro dos Poções	Sede	C01	C164000010	583820	8111757	23K	1982	NT	0,0 a 13,8	13,8 a 60,0	NT	60	4.34	COPASA	7.0	SD	SD	SD	SD	SD	441	SD	0.16	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Coração de Jesus	Sede	C06	C188000060	569117	8155412	23K	1998	NT	0,0a 12,0	17,0 a 100,0	arenoso, alterado, calcário, siltito	100	7.77	COPASA	8.2	311	SD	311	177	15	262	SD	0.18	SD	SD	70.8	3.645	1.3	1.9	
Engenheiro Navarro	Sede	C07	C238000070	610969	8088698	23K	1997	NT	0,0 a 47,7	47,7 a 102,74	argilito, siltito, calcário	102.74	3.33	ECOLAB	7.55	183.4	ND	183.4	138.6	43.6	370	SD	0.22	SD	SD	55.4	10.6	29.7	6.1	
Francisco Dumont	Sede	C01	C265000010	581315	8085456	23K	1975	29,0 a 33,0	0,0 a 15,0	15,0 a 74,0	argilito	74	2.24	COPASA	6.6	SD	SD	SD	SD	105.3	271	SD	0.26	SD	SD	SD	SD	4.2	17.3	
Guaraciama	Barra Estiva	C01	C786011010	641790	8125326	23K	2002	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 54,0	argilosa, alterado, calcário	54	2.01	COPASA	7.9	SD	SD	SD	SD	SD	183	750	SD	0.46	SD	SD	SD	SD	17.1	17.8
Ibiaí	Retiro	C01	C296004010	44°45'15"	16°47'00"	NT	1988	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 93,0	ardósia	93	NT	COPASA	9.1	330.3	23.2	353.5	5.0	6	1479.0	SD	1.8	SD	SD	2	1.458	SD	170.6	
Juramento	Prata II	C01	C368030010	653598	8149169	23K	2002	NT	NT	NT	NT	60	1.89	COPASA	8.2	SD	SD	SD	SD	568	1.315	SD	0.30	SD	SD	SD	SD	207	106	
Lagoa dos Patos	Jacaré	C01	C373012010	44°40'30"	17°02'30"	NT	1996	NT	0,0 a 51,2	51,2 a 108,0	NT	108	2.77	COPASA	9.0	244.0	16.0	260	6.0	8	501.0	SD	1.9	SD	SD	2.4	1.944	0.80	6.0	
Montes Claros	Sede	C01	C433000100	43°52'30"	16°43'00"	NT	1980	NT	0,0 a 4,9	4,9 a 57,5	argilito	57.5	25	COPASA	8.1	SD	SD	SD	SD	405	887	SD	0.38	SD	SD	SD	SD	<0.2	30.3	
	Lavajinha	C01	C433000310	43°56'30"	16°35'00"	NT	1997	21,4 a 27,4	NT	0,0 a 78,5	calcário	78.5	66.66	COPASA	7.7	281	ND	281	194	118	467	SD	0.74	SD	SD	77.6	28.674	9.2	32.5	
	Pedra Preta	C01	C433000410	44°09'30"	16°34'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	7.9	SD	SD	SD	SD	266	766	SD	0.33	SD	SD	SD	SD	SD	34.8	11.0
	Aparecida do Mundo Novo	C01	C433046010	43°52'30"	16°43'00"	NT	1999	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 120,0	NT	120	8	COPASA	7.8	217	ND	217	198	22	393	SD	<0.20	SD	SD	79.2	5.346	1.6	4.8	
Várzea da Palma	São Pedro da Garça	C01	C433018010	NT	NT	NT	1989	29,9 a 36,5	0,0 a 37,5	37,5 a 80,0	NT	80	NT	COPASA	7.8	266	ND	266	230	45	449	SD	<0.2	SD	SD	92	10.935	19.2	6.4	
	Sede	E02	E709000020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.4	144	ND	144	18.0	10	226	SD	0.24	SD	SD	7.2	2.43	<0.03	4.3	
Formoso	Barra do Guaicui	C01	C709007010	44°49'00"	17°12'00"	NT	1989	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 90,0	argila, ardósia	90	3.92	COPASA	8.6	206	20.0	226	76.0	39	383	SD	0.32	SD	SD	30.4	9.477	5.2	14.5	
	Sede	C03	C261000030	NT	NT	NT	1979	12,2 a 14,4	0,0 a 20,3	20,3 a 80,0	NT	80	4.16	LAB. SANEAR	7.45	88.00	ND	88.00	40.00	24	140.0	SD	0.21	12.60	2.86	16.00	6.00	<0.10	5.50	
Guarda Mor	Sede	C06	C261000060	46°15'00"	14°55'30"	NT	1993	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 107,21	areia, arenito	107.21	1.02	LAB. SANEAR	7.31	67.73	ND	67.73	19.42	7.77	108.81	SD	0.25	18.90	1.30	7.77	1.89	<0.10	<0.25	
	Hospital	C01	C364044010	46°10'00"	17°43'00"	NT	1998	NT	0,0 a 17,0	17,0 a 72,0	areia, argila, xisto	140	2.93	LAB. SANEAR	7.6	55	ND	55	11.32	15.09	89.49	SD	0.12	13.2	0.7	4.53	3.67	1.86	0.51	
João Pinheiro	Luislândia do Oeste	C01	C364038010	NT	NT	NT	1994	23,94 a 26,29; 56,59 a 58,94, 65,0 a 67,35	NT	0,0 a 137,0	arcósio	137	2.4	LIMNOS	7.5	49.83	49.83	99.66	0.47	0.08	168.4	SD	<0.01	SD	SD	0.11	0.03	<0.10	0.25	
Paracatu	P.A. Buriti da Conquista	C01	C470012010	46°52'30"	17°13'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	COPASA	8.1	13.00	ND	13.00	18.00	6	230	SD	0.75	SD	SD	7.2	1.458	<0.33	2.5	
Angico Branco	Poço Artesiano da Comunidade de Angico Branco	P-2	C-01	494254	8218042	NT	1992	NT	NT	NT	NT	60.00	15.98	Funasa	7.5	361.35	ND	361.35	334.89	11.62	640	322	0.2	10.00	0.71	133.96	2.82	17.45	SD	
Barra (Retiro)	PA - Barra (Retiro)	P-3	Codevasf	526789	8223831	NT	1994	NT	NT	NT	NT	84	113.14	Funasa	8.0	257.81		257.81	219.28	28.6	485	243	0.15	1.13	1.23	87.71	6.95	2.08	0.35	
Barreiro das Cabaceiras	PA Barreiro das Cabaceiras	P-4	Codevasf	513086	8222034	NT	1995	NT	NT	NT	NT	108	3.47	Funasa	7.03	349.79	ND	349.79	176.38	53.2	812	375	0.95	69.94	2.24	70.55	12.93	38.35	22.05	
Barreiro dos Angicos	Poço Artesiano Barreiro dos Angicos - Rua Principal	P-5	Codevasf	497008	8222615	NT	1995	NT	NT	NT	NT	108	1.72	Funasa	8.5	199.5	20.14	219.64	71.32	19.18	1480	740	2.2	235.00	2.60	28.53	4.66	5.64	SD	
Belmonte (Açude)	Açude Belmonte	P-6	NT	499182	8214370	NT	1995	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.0	351.88	ND	351.88	284.11	15.25	745	374	0.38	14.61	0.48	113.64	3.71	23.66	25.88	
Boa Vista (comunitário)	Poço Artesiano Comunitário Boa Vista	P-8	Codevasf	500794	8219973	NT	1978	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.5	355.73	ND	355.73	363.05	27.67	640	640	0.4	ND	ND	145.22	6.72	14.86	SD	
Brejo dos Angicos	Poço Artesiano Brejo dos Angicos	P-9	Codevasf	528517	8234030	NT	1990	NT	NT	NT	NT	90	10.56	Funasa	8.0	370.94	16.84	387.78	59.69	44.38	860	432	2.6	195.00	3.50	23.88	10.78	22.02	SD	
Buritizinho 1	PA - Comunidade Buritizinho 1	P-12	Codevasf	538312	8226681	NT	1990	NT	NT	NT	NT	100	5.31	Funasa	8.0	342.93	ND	342.43	150.64	111.54	640	320	0.27	29.88	2.96	60.26	27.10	49.48	9.36	
Cana Brava	PA - Fazenda Cana Brava	P-14	COPASA	530842	8219108	NT	1989	NT	NT	NT	NT	120	44	Funasa	7.0	351.73	ND	351.73	224.05	119.17	734	367	0.23	8.87	1.76	89.62	28.96	46.52	4.36	
Croá	Poço Artesiano de Croá - Torneira	P-15	C-01	525546	8234710	NT	1998	NT	NT	NT	NT	114	3.096	Funasa	7.5	367.65	ND	367.85	38.95	37.41	714	358	1	115.00	3.90	15.58	9.09	21.85	SD	
Fazenda Boi Morto (Sr. Antônio José Vieira)	Poço Artesiano Fazenda Boi Morto	P-18	Codevasf	522941	8238044	NT	1987	NT	NT	NT	NT	120	3	Funasa	8.5	384.56														

Juncal	PA - Fazenda Juncal (Cristovão)	P-39	NT	530541	8223537	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	8.0	350.05	ND	350.05	201.17	76.26	622	311	0.19	16.53	1.79	80.47	18.53	23.39	1.85	
Lapa do Espírito Santo	Poço Artesiano Lapa do Espírito Santo	P-40	E-01	549276	8236393	NT	NT	NT	NT	NT	NT	101	5.3	Funasa	7.5	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.1	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Lavrinhas	PA - Fazenda Lavrinhas	P-41	NT	508976	8225331	NT	1989	NT	NT	NT	NT	NT	13.8	Funasa	7.0	360.68	ND	360.68	196.4	173.51	844	422	0.47	32.58	2.01	78.56	42.16	14.69	12.87	
Limeira	Poço Artesiano Fazenda Limeira	P-42	C-02	539182	8250372	NT	1987	NT	NT	NT	NT	60	6.84	Funasa	7.5	SD	SD	SD	SD	SD	600	300	0.47	15.50	0.92	SD	SD	0.72	1.70	
Mocambo (centro)	Poço Artesiano - Povoado de Mocambo	P-44	NT	519962	8224558	NT	2005	NT	NT	NT	NT	130	2.5	Funasa	7.62	308.02	21.68	329.7	202.25	39.72	878	440	1.18	95.00	1.95	80.90	9.65	35.59	20.88	
Mocambo (cisterna)	Cisterna - Mocambo	P-45	NT	519523	8225630	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.5	313.73	ND	313.73	292.83	46.13	624	314	0.72	8.80	2.30	117.13	11.21	20.82	SD	
Mocambo (junto ao córrego)	P.A Mocambo I - Interditado pela COPASA (junto ao Córrego Mocambo)	P-46	C-01	520427	8224803	NT	1995	NT	NT	NT	NT	90	13.212	Funasa	7.6	162.81	15.3	178.11	38.18	31.59	404	202	0.4	31.00	14.25	15.27	7.68	6.07	SD	
Mocambo de Baixo	Reservatório - Mocambo de Baixo	P-47	C-02	519493	8225621	NT	1995	NT	NT	NT	NT	102	3.6	Funasa	7.0	324.47	ND	324.47	279.46	40.12	594	299	0.4	15.50	1.76	111.78	9.75	22.87	SD	
Novo Horizonte (Escola)	Poço Artesiano da Escola Municipal Novo Horizonte	P-49	E-01	508461	8230798	NT	1980	NT	NT	NT	NT	100	5.4	Funasa	8.5	297.54	47.64	345.18	57.75	25.0	1098	552	3.9	170.00	3.05	23.10	6.08	67.24	121.50	
Pereiros (faz. Sr. Raimundo Nica)	Poço Artesiano da Comunidade de Pereiros	P-50	E-01	508086	8228140	NT	1978	NT	NT	NT	NT	90	1.512	Funasa	8.0	348.48	12.78	361.26	350.78	203.88	1280	644	0.6	61.00	2.20	140.30	49.54	170.00	15.17	
Quatis	PA - Fazenda Quatis	P-51	Codevasf	525115	8220482	NT	1997	NT	NT	NT	NT	66	20.842	Funasa	8.0	353.35	ND	353.35	219.28	57.2	638	319	0.23	9.95	1.90	87.71	13.90	7.28	1.85	
Rancharia	Poço Artesiano Fazenda Rancharia	P-52	Codevasf	540945	8230075	NT	1999	NT	NT	NT	NT	102	19.8	Funasa	7.0	392.14	ND	392.14	328.1	42.25	691	343	0.4	9.40	2.10	131.24	10.27	34.18	SD	
Retiro	Poço Artesiano de Retiro Rua Principal	P-53	E-01	498606	8225419	NT	1980	NT	NT	NT	NT	100	32.724	Funasa	7.5	313.05	ND	313.05	324.23	51.94	860	430	0.2	35.50	2.70	129.69	12.62	24.60	SD	
Santa Justa	Fazenda Santa Justa - Poço Artesiano	P-54	C-01	558480	8239593	NT	1987	NT	NT	NT	NT	90	2.736	Funasa	8.0	286.43	ND	286.43	115.31	65.31	640	320	0.44	73.00	2.10	46.12	15.87	61.84	SD	
Santa Rita	Poço Artesiano do Povoado de Santa Rita	P-55	Codevasf	541456	8231802	NT	1987	NT	NT	NT	NT	133	9.317	Funasa	8.2	337.74	ND	337.74	150.58	5.82	580	292	0.1	70.00	3.30	60.23	1.41	7.16	SD	
São Domingos (comunitário)	Poço Artesiano da Comunidade São Domingos	P-56	NT	523935	8248450	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.7	226.9	ND	226.9	138.95	28.49	550	275	0.7	52.00	2.55	55.58	6.92	38.36	34.89	
São Francisco (Parque exposição)	PA - Parque de Exposições	P-57	NT	515792	8235455	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.3	351.48	ND	351.48	249.02	121.66	1012	487	0.74	67.00	3.00	99.61	29.56	155.50	43.40	
São José (comunitário)	Reservatório São José	P-58	Codevasf	498041	8220643	NT	1980	NT	NT	NT	NT	66	10.7	Funasa	7.5	330.86	ND	330.86	278.88	27.32	620	316	0.4	23.50	1.06	11.55	6.64	23.08	SD	
Taboquinha	PA - Fazenda Taboquinha	P-59	Codevasf	539878	8241402	NT	1995	NT	NT	NT	NT	126	4.261	Funasa	7.9	310.89	14.16	325.05	109.26	4.77	685	343	0.53	100.00	1.85	43.70	1.16	31.71	SD	
Tapera/Riacho Fundo	PA - Faz. Riacho Fundo da Tapera	P-62	Camig	542828	8244014	NT	1996	NT	NT	NT	NT	102	4.5	Funasa	7.6	349.62	ND	349.62	340.93	230.35	1212	605	0.2	64.00	2.60	136.37	55.98	364.60	6.31	
Tendinha	Poço Artesiano Fazenda Tendinha	P-63	Codevasf	538842	8235898	NT	2000	NT	NT	NT	NT	102	11.314	Funasa	7.7	388.26	ND	388.26	373.45	31.4	740	373	0.4	9.20	0.85	149.38	7.53	47.16	SD	
Tinguis	Poço Artesiano da Comunidade Tinguis	P-64	NT	513167	8228575	NT	1983	NT	NT	NT	NT	50	35	Funasa	7.5	372.87	ND	372.87	344.19	37.6	715	356	0.5	22.50	2.32	137.68	9.14	33.92	SD	
Travessão	Poço Artesiano do Povoado de Travessão	P-65	E-01	532749	8251127	NT	1980	NT	NT	NT	NT	60	14.688	Funasa	7.5	369.46	ND	369.46	332.54	105.45	980	490	0.39	45.00	1.34	133.02	25.62	94.04	69.94	
Vaqueta	Poço Artesiano Vaqueta	P-66	E-01	523100	8243533	NT	1978	NT	NT	NT	NT	69	8.64	Funasa	8.9	129.9	42.28	171.57	2.1	1.33	1091	546	1.92	185.00	3.15	0.84	0.32	23.07	172.10	
Vaqueta (cisterna)	Cisterna - Vaqueta	P-67	NT	523094	8243340	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Funasa	7.3	307.82	ND	307.82	441.67	22.87	1030	517	0.1	24.00	3.00	176.67	5.56	38.24	SD	
Várzea de Casa	Poço Artesiano Fazenda Lagoa Pintada (Várzea Casa)	P-68	Codevasf	524842	8216334	NT	2001	NT	NT	NT	NT	72	8.34	Funasa	7.5	324.91	ND	324.91	57.2	171.62	724	363	0.42	5.22	1.57	22.88	41.70	11.38	16.87	
		P-69	Codevasf	525251	8219308	NT	1989	NT	NT	NT	NT	102	10.56	Funasa	7.2	345.38	ND	345.38	310.27	36.83	628	330	0.5	10.40	2.40	124.11	8.95	37.44	1.35	
Vila do Morro	Poço Artesiano Vila do Morro (1997)	P-70	Codevasf	533666	8226334	NT	1997	NT	NT	NT	NT	75	39.6	Funasa	7.0	180.34	ND	180.34	169.38	3.3	332	166	0.27	2.00	4.45	67.75	0.80	4.70	1.35	
	Poço Artesiano Vila do Morro (2001)	P-71	Codevasf	533561	8227429	NT	2001	NT	NT	NT	NT	60	99	Funasa	8.2	276.17	11.62	287.79	232.56	53.1	552	277	0.2	8.60	5.30	93.02	12.90	3.50	SD	

RELAÇÃO DOS POÇOS PERFORADOS: DRLE

(Elaborado por: Diniz, G., L., 2004.)

Legenda: ND - Não detectado; NT - não possui dados; SD - sem dados

Municípios	Local	Poços	Identificador dos poços	Longitude	Latitude	Fuso	Ano perf.	Prof. filtros	Sedimento (m)	Rocha (m)	Litologia	Prof. Poço (m)	Vazão (L/s)	Laboratório	pH	AlcaBi (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaCarb (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaTotal (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Cálcio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Magnésio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Cond.Elét (mmho/cm)	STD (mg/L)	F <sup>-</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Almenara	Santa Luzia	C01	C017007010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 100,0	argilosa, migmatito	100	0,2	Ecolab	8,11	91,8	ND	91,8	51,4	37,6	206	SD	<0,10	SD	SD	20,6	9,1	1,7	2,2
	Córrego do Meio	C01	C017010010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 81,0	argiloso, arenoso, migmatito	81	1,89	Ecolab	7,88	83	ND	83	19,7	17,8	301	SD	<0,10	SD	SD	7,9	4,3	7,6	13,1
	Córrego do Poço	C01	C017011010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 100,0	arenoso, alterado, gnaissse	100	2,75	Ecolab	7,01	162	ND	162	43,4	23,6	146	SD	<0,10	SD	SD	17,4	5,7	2,5	8,7
Araçuaí	Barriguda de Baixo	C01	C033040010	42°24'30"	16°31'20"	NT	1994	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 145,0	arenoso, cascalho, xisto	145	SD	Geolab	7,3	166	ND	166	442	335	2020	SD	1,5	SD	SD	174	82	28	468
	Santa Luzia do Tombo	C01	C033049010	191800	8124517	24K	1998	NT	0,0 a 9,0	9,0 a 100,0	arenoso, alterado, granito	100	0,3	Ecolab	7,65	84	ND	84	53,9	52	158	SD	<0,10	SD	SD	21,6	12,6	9,7	1,7
	Água da Nova de Baixo	C01	C033056010	42°02'00"	16°59'40"	NT	1998	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 100,0	argiloso, alterado, xisto	100	0,03	Ecolab	7,81	153	ND	153	88,7	53,3	477	SD	0,32	SD	SD	35,5	13	1,3	64,1
	Palmital de Cima	C01	C033060010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 70,0	argiloso, alterado, xisto	70	3,72	Ecolab	7,69	98,9	ND	98,9	88,7	15,8	185	SD	0,2	SD	SD	35,5	3,8	2,5	10,7
Bandeira	Liordino	C01	C051004010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 34,0	34,0 a 76,0	arenoso, argila, alterado, granito, migmatito	76	6,66	Ecolab	7,08	66,1	ND	66,1	59,2	45,3	230	SD	0,25	SD	SD	23,7	11	33	30,9
	Barra Seca	C01	C051006010	40°33'00"	15°52'00"	NT	1998	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 83,0	argiloso, arenoso, granito	83	5,1	Ecolab	7,11	179,9	ND	179,9	149,9	71	536	SD	0,4	SD	SD	60	17,3	40	47,7
Cachoeira do Pajeú	Ferreira Campos	C01	C051007010	40°33'00"	15°52'00"	NT	1998	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 58,0	arenoso, granito	58	7,09	Ecolab	7,06	122	ND	122	106	95	318	SD	0,32	SD	SD	42,4	23,1	23,5	24,1
	Sede	C07	C096000070	41°30'30"	15°58'00"	NT	1995	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 100,0	arenoso, granito, gnaissse	100	2,71	Geolab	8,2	75	ND	75	79	22	396	SD	0,33	SD	SD	32,9	4,8	17,2	43,1
	Pres. Tancredo Neves	C02	C096003020	NT	NT	NT	1994	NT	0,0 a 36,0	36,0 a 70,0	arenoso, granito	70	SD	Geolab	6,9	16	ND	16	11	5	41,6	SD	<0,10	SD	SD	4,4	1,3	<0,50	4,2
	Capão Queimado	C01	C096011010	NT	NT	NT	1998	11,3 a 13,8	0,0 a 18,0	18,0 a 90,0	arenoso, granito	90	1,88	Ecolab	7,51	87,7	ND	87,7	39,4	13,8	181	SD	<0,10	SD	SD	15,8	3,4	3,1	3,4
	Sede	C01	C264000010	421000	171000	NT	1979	NT	0,0 a 7,8	7,8 a 61,0	NT	61	1,21	Geolab	7,8	235	ND	235	124	87	613	SD	0,34	55,2	11,3	45,3	19,2	20,2	43,7
Francisco Badaró	Sede	C05	C264000050	42°20'00"	17°00'00"	NT	1990	NT	0,0 a 22,0	22,0 a 90,0	argila, arenoso, quartzito, xisto	90	2,85	Geolab	7,7	256	ND	256	75	72	558	SD	0,49	91,8	11,8	28	18,4	31,8	24,4
	Burdao	C01	C264007010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 82,0	argila, alterado, xisto, gnaissse, migmatito	82	NT	Ecolab	7,87	45,3	ND	45,3	35,5	39,4	96	SD	<0,10	SD	SD	14,2	9,6	8	2,4
	Terra do Sal	C01	C264009010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 8,2	argila, alterado, xisto, migmatito	82	5	Ecolab	7,43	289,9	ND	289,9	536,4	92,7	1742	SD	<0,10	SD	SD	214,6	22,5	80	597,8
Itaobim	Passagem	C01	C264032010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 102,0	argiloso, migmatito, xisto	102	0,34	Ecolab	8,18	154	ND	154	90,7	63,1	317	SD	<0,10	SD	SD	36,3	15,3	20	7,7
	Lagoa Grande	C01	C333005010	41°32'00"	16°25'00"	NT	1995	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 66,0	arenoso, gnaissse	66	5,71	Geolab	7,3	189	ND	189	298	1872	3910	SD	0,62	268	32,6	119,8	454,5	528	1347
	Córrego Novo I	C01	C333013010	232713	8159028	24K	2002	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	areia, granito	120	0,8	Copasa	8,5	85	ND	85	34	50	470	SD	0,37	SD	SD	13,6	12,15	127,21	105
Itinga	Córrego Sabão	C01	C333026010	236305	8254848	24K	2002	NT	0,0 a 22,0	22,0 a 84,0	NT	84	1,69	Copasa	8	99	ND	99	37,2	21,6	220	SD	0,58	SD	SD	14,8	5,103	<0,33	61,5
	Olhos d'Água	C01	C341022010	192970	8171092	24K	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 84,0	argiloso, alterado, gnaissse	84	4,49	Ecolab	7,55	296,8	ND	296,8	611,3	78,72	2330	SD	<0,10	SD	SD	244,5	19,2	168	1115,4
	Campestre do Lúcio	C01	C341024010	196156	8174765	24K	1998	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 108,0	argiloso, alterado, gnaissse	108	0,37	Ecolab	8,02	78,5	ND	78,5	98,6	43,3	253	SD	<0,10	SD	SD	39,4	10,5	<1	42,9
	Lageadinho	C01	C341027010	200892	8179338	24K	1998	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	siltoso, alterado, gnaissse	120	0,42	Ecolab	8,43	162,2	38,8	201	272,1	45,5	658	SD	0,2	SD	SD	108,8	11,1	40	115,9
	Córrego do Veado	E01	E341002011	NT	NT	NT	2003	6,0 a 8,0	0,0 a 8,0	NT	100	0,13	Copasa	7,9	46,3	ND	46,3	8	16	140	SD	0,12	SD	SD	3,2	3,888	1,56	16	
Jacinto	Teixeirinha	E01	E341010010	41°33'30"	16°30'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	1,26	Copasa	8,5	152	9	161	34	182	590	SD	0,23	SD	SD	13,6	44,226	227,34	112,5
	Avai	C348	C348003020	40°24'30"	16°01'30"	NT	1998	NT	0,0 a 3,5	3,5 a 72,0	NT	72	3,07	Copasa	8	230	ND	230	324	239	2150	SD	0,24	SD	SD	129,6	58,077	96,7	530
	Enxadinha	C01	C348007010	40°28'00"	16°11'30"	NT	1998	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 80,0	arenoso, areia, alterado, gnaissse	80	0,44	Ecolab	7,26	20	ND	20	31,6	8	135	SD	<0,1	SD	SD	12,6	1,9	2	27,4
Jenipapo de Minas	Cipó	C01	C791007010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 106,0	argiloso, argila, alterado, gnaissse	106	1,29	Ecolab	7,6	121,3	ND	121,4	61,2	110,8	238		<0,1	SD	SD	24,5	12,1	15	8,2
	Boa Vista	C01	C791009010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 11,3	11,3 a 64,0	NT	64	2,29	Ecolab	7,9	235,6	ND	235,9	92,9	29,3	421		<0,1	SD	SD	37,2	29,3	27	6,6
	Barreiro do Bola	C01	C791010010	NT	NT	NT	1998	NT	NT	0,0 a 100,0	alterado, migmatito	100	2	Ecolab	8,16	244,3	ND	244,3	120,6	102,9	433		0,1	SD	SD	48,2	25	12,9	6
Jequitinhonha	Palmaço	C02	C359006020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 na 20,0	20,0 a 112,0	areia, argiloso, alterado	112	0,28	Limnos	7,27	45,54	ND	45,54	11,94	0,66	96,9	SD	0,2	SD	SD	4,78	0,16	<1	1,6
Joáima	Guaribas	C01	C361015010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 11,3	11,3 a 80,0	migmatito	80	0,28	Ecolab	7,79	128	ND	128	112	48	437	SD	<0,10	SD	SD	44,8	11,7	7,6	57,6
	Mariano	C01	C361016010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 66,0	siltoso, alterado, granito	66	3,28	Ecolab	7,57	62	ND	62	39,4	9,9	136	SD	<0,10	SD	SD	15,8	2,4	3	5,2
	Quarteirão	C01	C361017010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 72,0	siltoso, alterado, granito	72	1,6	Ecolab	6,96	44	ND	44	41,4	17,8	111	SD	<0,10	SD	SD	16,6	4,3	3,3	9,6
Jordânia	Fazenda Boa Vista	C01	C366010010	40°14'15"	15°59'30"	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 70,0	argiloso, argila, alterado, granito, anfíbolito	70	0,5	Ecolab	7,34	193,8	ND	193,8	844,8	1462,4	3200	SD	1,48	SD	SD	337,9	355,4	44	1483,6
Mato Verde	Vista Alegre	C01	C409020010	42°57'30"	15°25'30"	NT	1996	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 102,0	siltoso, ardósia	104	1,66	Copasa	8,5	541	ND	541	165	160	911	SD	<0,20	SD	SD	66	38,88	11,9	22,5
	Salininha	C01	C409025010	42°55'20"	15°24'30"	NT	1996	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 76,0	NT	76	2,15	Copasa	8,1	505	ND	505,320	320	260	1722	SD	0,95	SD	SD	128	63,18	25,1	210
Medina	Sede	C01	C414000010	41°12'40"	16°16'30"	NT	1996	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 64,5	arenoso, alterado, granito	84,5	12,5	Geolab	7,4	144	ND	144	153	59	538	SD	2,3	71	6,3	62	16,4	<0,01	112
		C02	C414000020	NT	NT	NT	1995	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 100,0	arenoso, alterado, granito	100	0,84	Geolab	7,9	177	ND	177	93	42	364	SD	1,5	51	8,4	37	10,1	4	48,7
	Limeiras	C01	C414009010	41°12'40"	16°16'30"	NT	2003	33,0 a 30,5; 44,0 a 39,0	NT	NT	NT	10																	



Rubim	Sede	C03	C565000030	NT	NT	NT	1995	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 88,0	argila, areia, gnaiss	88	11.11	Geolab	8.2	134	ND	134	437	194	1664	SD	0.82	179.1	16.3	175	47	12.6	467		
		C04	C565000040	NT	NT	NT	1995	11,65 a 13,65	0,0 a 8,0	8,0 a 80,0	argila, arenoso	80	16.66	Geolab	5.5	2	ND	2	109	113	806	SD	0.12	103.8	15	43.6	27.5	12.6	257		
	Duas Barras	C01	C565003010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 7,0	7,0 a 50,0	argiloso, argila, areia, alterado, gnaiss	50	2.81	Ecolab	7.34	210	ND	210	436	116	1450	SD	0.1	SD	SD	174.4	28.2	220	284		
Salto da Divisa	Calado	C01	C565004010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 9,0	9,0 a 70,0	arenoso, areia, alterado, gnaiss	70	1.66	Ecolab	6.85	139.7	ND	139.7	753.6	395.5	2300	SD	0.12	SD	SD	301.4	96.1	59.7	952.5		
	Fundação Tinô da Cunha	C01	C570003010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 1,0	1,0 a 80,0	argilosa, alterado, gnaiss	80	0.77	Ecolab	7.45	234.2	ND	234.2	2307.2	2425	5780	SD	3.15	SD	SD	922.9	589.4	2163	2307.8		
Maringá		C01	C570006010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 45,0	argiloso, argila, alterado, quartzoso, gnaiss	45	2.2	Ecolab	7.53	224.4	ND	224.4	1202.9	1873.4	5740	SD	1.8	SD	SD	481.2	455.2	12.9	1609.9		
		C01	C602004010	40°20'30"	16°28'30"	NT	1998	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 80,0	argiloso, argila, alterado, granito	80	0.65	Ecolab	7.19	31.6	ND	31.6	15.8	11.9	190.9	SD	<0,10	SD	SD	6.3	2.9	7.7	41.8		
Santo Antônio do Jacinto	Colônia Santa Izabel	C01	C602008010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 1,0	1,0 a 80,0	argiloso, alterado, granito	80	0.44	Ecolab	8.06	115	ND	115	144.4	61.3	533	SD	<0,10	SD	SD	57.8	14.9	5	127.5		
	São Pedro	C01	C602020010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 80,0	arenoso, areia, alterado, granito	80	0.62	Ecolab	7.11	35	ND	35	15.8	11.9	68	SD	<0,10	SD	SD	6.3	2.9	5.8	10.9		
		C01	C602020010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 80,0	arenoso, areia, alterado, granito	80	0.62	Ecolab	7.11	35	ND	35	15.8	11.9	68	SD	<0,10	SD	SD	6.3	2.9	5.8	10.9		
Águas Vermelhas	Moco	C03	C010002030	41°30'30"	15°35'00"	NT	1998	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 100,0	arenoso, alterado gnaiss	100	0.51	Ecolab	7.21	57	ND	57	30	27	177	SD	<0,10	SD	SD	12	6.6	8	44		
	Fazenda Vazante Funda	C01	C010020010	41°20'30"	15°43'30"	NT	1998	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 82,0	arenoso, gnaiss, cristalina	82	1.05	Ecolab	8.23	122.4	ND	122.4	86.8	96.6	328	SD	<0,10	SD	SD	34.7	23.5	7	38.1		
	Fazenda Engenho	C01	C010023010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 48,0	48,0 a 86,0	arenoso, areia, gnaiss	86	0.8	Ecolab	6.85	94	ND	94	89	71	213	SD	<0,10	SD	SD	35.6	17.3	2.9	76		
	Fazenda Limeira	C01	C010024010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 34,0	34,0 a 90,0	arenoso, argiloso, xisto, gnaiss	90	0.7	Ecolab	7.27	92.4	ND	92.4	69	69	221	SD	<0,10	SD	SD	27.6	16.8	5.6	48.2		
Berilo	Jatobazinho	C01	C010027010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 100,0	arenoso, gnaiss	100	0.07	Ecolab	8.64	180	66	246	80	36	415	SD	<0,10	SD	SD	32	8.7	1.5	31.3		
	Caititu do Meio	C01	C063012010	776876	8123055	23K	2001	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 100,0	argila, xisto	100	0.5	Ecolab	8.44	367.94	61.72	429.66	203	149.2	1090	SD	0.89	SD	SD	81.2	36.2556	8	173.7		
Berizal	Mariana	C01	C063047010	42°22'30"	16°56'00"	NT	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 90,0	argiloso, gnaiss	90	5.5	Ecolab	7.33	70.7	ND	70.7	72.9	11.9	150	SD	<0,10	SD	SD	29.2	2.9	5.8	4.8		
	Tabatinga	C01	C760004010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 10,6	10,6 a 73	NT	73	0.15	Copasa	8.5	169	ND	169	105	18	360	SD	0.4	SD	SD	42	4.374	24.5	8.2		
Botumirim	Adao Colares	E01	E083006010	43°06'00"	16°42'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	1.33	Copasa	8.1	SD	SD	SD	SD	SD	278	SD	0.23	SD	SD	SD	SD	42	4.374	24.5	8.2
		C03	C083006030	701997	8151321	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.8	84	ND	84	60	25	230	SD	0.75	SD	SD	24	6.075	63.2	6.4	
		C04	C083006040	701997	8151321	23K	2001	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 110,0	argiloso, arenoso, gnaiss	110	1.9	Copasa	8.2	126	ND	126	73.4	25.1	201	SD	0.34	SD	SD	29.36	6.0993	1.96	2.08		
	C05	C083006050	703306	8151598	23K	2002	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 150,0	argiloso, areia, alterado, granito	150	3.28	Copasa	8.2	126	ND	126	83.7	21.3	250	SD	<0,20	SD	SD	33.48	5.1759	4.2	2.8			
	Fazenda Bonito	C01	C083025010	717325	8141020	23K	2001	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 78,0	argiloso, alterado, granito	78	0.09	Ecolab	8.11	66.5	ND	66.5	31.3	11.8	121	SD	<0,10	SD	SD	12.52	2.8674	<1	1.8		
Coronel Murta	Vereda	C01	C195008010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 81,9	argiloso, gnaiss, migmatito	81.9	0.82	Ecolab	8.36	286	36	322	114	124	684	SD	<0,10	SD	SD	45.6	30.1	3	78		
	Terra Vermelha	C01	C195011010	42°10'30"	16°35'00"	NT	1998	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 82,0	argiloso, alterado, migmatito	82	0.74	Ecolab	7.54	112	ND	112	110	89.2	362	SD	0.43	SD	SD	44	21.7	80	64		
	Lagoa Nova/ Lajinha	C01	C195017010	NT	NT	NT	1998	NT	NT	0,0 a 84,0	alterado, gnaiss	84	4.07	Ecolab	7.62	237	ND	237	220	186	1130	SD	<0,10	SD	SD	88	45.2	28.7	177		
Cristália	Piedade	C01	C203010010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 25,0	25,0 a 80,0	argiloso, argila, conglomerado, xisto	80	0.16	Sabesp	7.3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	<0,10	SD	SD	SD	SD	<1	9		
	Itapacoral	C01	C203018010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 5,0	5,0 a 100,0	argiloso, argila, conglomerado, quartzito	100	0.15	Sabesp	7.4	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	<0,10	SD	SD	SD	SD	<1	8.5		
	Sede	C06	C278000060	42°51'00"	16°42'00"	NT	1995	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 48,0	areia, quartzito	48	NT	Copasa	6.7	10	ND	10	8	11	13	SD	<0,20	SD	SD	SD	3.2	2.673	19.1	1.4	
	Santa Quitéria	C02	C278025020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 8,45	8,45 a 75,0	NT	75	1.17	Copasa	7.9	103	ND	103	59	10	173	SD	0.22	SD	SD	SD	23.6	2.43	1.4	5.3	
	Caveiras	C01	C278030010	NT	NT	23K	2001	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 84,0	argiloso, quartzito, alterado, granito	84	1.11	Ecolab	8.57	72	13	85	38.2	56.1	160	SD	0.1	SD	SD	SD	15.28	13.6323	<1	1.8	
	Garça	C01	C278041010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 60,0	argiloso, gnaiss	60	3.17	Copasa	7.5	65	ND	65	24	11	97	SD	<0,20	SD	SD	SD	9.6	2.673	<0,03	3.8	
	Riacho das Pedras	C01	C278042010	698664	8193675	NT	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 90,0	arenoso, alterado, gnaiss	90	0.22	Copasa	8.4	104	1	105	39.8	20	152	SD	0.53	SD	SD	SD	15.92	4.86	1.1	1.4	
	Pontilhão	C01	C278072010	NT	NT	NT	2001	26,0 a 28,0; 34,0 a 36,0	0,0 a 14,0	14,0 a 84,0	argila, areia, alterado, quartzito,	84	NT	Ecolab	8.49	95	7	102	46.2	32.1	149	SD	<0,10	SD	SD	SD	18.48	7.8003	<1	1.4	
	Palmital	E01	E278005010	42°45'30"	16°36'30"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	6.9	30	ND	30	14	7	66	SD	<0,21	SD	SD	SD	5.6	1.701	ND	2.9
	Catule	C01	C789007010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 s 24,0	24,0 s 102,0	argila, quartzito, xisto	102	0.27	Ecolab	8.53	145.9	ND	145.9	72.9	51.3	220	SD	0.24	SD	SD	SD	29.2	12.5	2	10.7	
	Pintado	C01	C794007010	761137	8165489	NT	2002	NT	0,0 a 3,5	3,5 a 84	NT	84	0.89	Ecolab	8.74	213.9	18.13	232.03	ND	117.4	374	SD	0.77	SD	SD	SD	SD	<1	6		
	Cedro	C01	C794009010	NT	NT	23K	2002	NT	0,0 a 18,0	18,0a 84,0	argiloso, xisto, pegmatito	84	2.56	Ecolab	8.57	164	32	196	104.7	70.3	320	SD	<0,10	SD	SD	SD	41.88	17.0829	<1	8.8	
	Sede		E01	E794000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.4	138	12	150	70	21	242	SD	<0,20	SD	SD	SD	28	6.804	7.3	5.3
		E02	E794000020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.2	159	ND	159	61	81	260	SD	<0,20	SD	SD	SD	24.4	19.683	4.8	5.3	
		E03	E794000030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.9	118	ND	118	55	30	184	SD	<0,20	SD	SD	SD	22	7.29	0.154	2.4	
Montezuma	Areião	C03	C744005030	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 32,0	32,0 a 93,0	arenoso, alterado, xisto	93	2.54	Limnos	7.99	129.5	6.2	137.7	26.17	22.9	264	SD	<0,01	SD	SD	SD	10.48	5.56	<1	2.7	
	São Bartolomeu	C03	C744006030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Limnos	8.43	163.53	ND	163.53	60.93	32.41	310	SD	0.25	SD	SD	SD	24.4	7.87	1	5.4	
	Brejinho	C01	C744009010</																												

Rio Pardo de Minas	Brejinho	C01	C555032010	NT	NT	NT	2002	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 120,0	argila, alterado, xisto, pegmatito	120	NT	Ecolab	8,06	124	<0,05	124	42	14	219	SD	<0,1	SD	SD	16,8	3.402	28	5,5		
	Currallinho	C02	C555063020	791781	8264265	23K	2002	NT	0,0 a 32,0	32,0 a 100,0	argiloso, argila, xisto	100	2.47	Copasa	8,4	SD	SD	SD	SD	24	148,3	SD	0,32	SD	SD	SD	SD	SD	SD	2	
	Tingui	C01	C555064010	798794	8258249	23K	2002	NT	0,0 a 48,0	48,0 a 120,0	arenoso, argiloso, cascalho, xisto	120	0.11	Copasa	8,3	SD	SD	SD	SD	80	230	SD	0,1	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
	Barreiro	C01	C555071010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7,8	SD	SD	SD	SD	40	175,2	SD	0,17	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
Santa Cruz de Salinas	Desconfianças	C01	C827018010	821312	192973	24K	2002	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	argiloso, granito	120	0.23	Copasa	7,7	SD	SD	SD	SD	24	119,6	SD	0,26	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
		C06	C627000060	NT	NT	NT	2001	7,46 a 9,96	NT	NT	NT	NT	120	0.71	Copasa	7	SD	SD	SD	SD	68	257	SD	<0,20	SD	SD	SD	SD	SD	56,2	
São João do Paraíso	Sede	C08	C627000080	41°50'00"	15°17'30"	NT	2001	NT	0,0 a 33,9	33,9 a 115,5	NT	115,5	6.66	Copasa	7,6	SD	SD	SD	SD	80	439	SD	0,14	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
		E01	E627000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8,5	118	ND	118	190	70	673	SD	0,11	SD	SD	76	17,01	49,5	109	
		E02	E627000020	42°02'00"	15°19'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8,4	131	ND	131	39	17	332	SD	0,31	SD	SD	15,6	4,131	3	33,1	
		C02	C680000020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 108,0	NT	108	3.12	Copasa	8,4	89,7	ND	89,7	50	40,8	161	SD	<0,2	SD	SD	20	9,9144	4,69	4		
Taiobeiras	Sede	C06	C680000060	42°14'30"	15°49'00"	NT	1998	NT	0,0 a 19,4	19,4 a 120	NT	120	2.84	Copasa	8,2	167	ND	167	84,7	45,3	292	SD	0,21	SD	SD	33,88	11,0079	1,84	3,2		
		C03	C680014030	818303	8243370	24K	1999	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 120,0	arenoso, cascalho, alterado, granito	120	0.28	Copasa	7,7	79,7	ND	79,7	30	27	162	SD	<0,20	SD	SD	12	6,561	13,6	4,2		
	Mirandópolis	C04	C680014040	820570	8247700	24K	2000	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 120,0	argiloso, areia, alterado, quartzito, xisto	120	3.07	Copasa	7,5	SD	SD	SD	SD	51	SD	SD	<0,20	SD	SD	SD	SD	SD	SD	3,6	10,1
		C05	C680014050	820095	8248383	24K	2000	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 126,0	arenoso, alterado, quartzito, xisto	126	0.86	Copasa	7,8	SD	SD	SD	SD	41	421	SD	0,65	SD	SD	SD	SD	SD	SD	6,1	15,8
Virgem da Lapa	Barbosa do Meio	C01	C717028010	774557	8136173	23K	1998	NT	0,0 a 3,0	3,0 a 82,6	argila, gnaiss, migmatito	82,65	2.44	Ecolab	7,72	220	ND	220	159,8	62	540	SD	<1	SD	SD	63,9	15,1	119,4	35,3		
Água Boa	Sede	C02	C006000020	42 23 00	17 59 30	H19	1975	NT	NT	NT	alterado, granito	64	6.66	Copasa	7	49	ND	49	22	16	83	SD	0,13	8,8	SD	SD	3,888	3,9	3,7		
		C06	C006000060	775803	8009826	23K	2003	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 120,0	quartzito, alterado, gnaiss	120	6.9	Copasa	8	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,17	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	
	Resplendor	C04	C006001040	NT	NT	NT	2001	28,70 a 40,0	0,0 a 48,0	48,0 a 85,0	arenoso, argila, alterado, gnaiss	85	8.33	Copasa	7,1	19,6	0	19,6	10	20	35	SD	<0,10	SD	SD	4	4,86	2,78	2,5		
		C05	C006001050	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 36,0	36,0 a 110,0	argila, arenoso, alterado, gnaiss	110	2.35	Copasa	7,29	12	ND	12	6	8	28	SD	<0,10	SD	SD	2,4	1,944	1,26	1,5		
Alvorada de Minas	Bom Jesus	C01	C024002010	43°21'30"	18°44'00"	NT	1998	NT	NT	NT	80	0.46	Sabesp	7,9	SD	SD	SD	SD	34	54	SD	<0,10	SD	SD	SD	SD	<1	7			
Angelândia	Vila Sena	E01	E758001010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8,2	SD	SD	SD	SD	46,9	223	SD	0,54	SD	SD	SD	SD	22,7	4,3		
	Carneiros	C01	C135018010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 5,85	5,85 a 44,0	NT	44	NT	Copasa	8,1	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,13	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
Carbonita	Pau de Vinho	C01	C135021010	709686	8053346	NT	2001	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 90,0	argiloso, alterado, xisto	90	0.29	Copasa	8,8	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
	Pereira	C01	C135022010	NT	NT	23K	2001	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 50,0	argiloso, alterado, xisto	50	3.77	Copasa	8,3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,04	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
	Estiva	C01	C135023010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 66,0	arenoso, alterado, quartzito	66	NT	Copasa	7,5	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,08	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
Chapada do Norte	E. E. Inho Figueiredo	C01	C160053010	42°37'20"	17°04'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	8	NT	Copasa	7,4	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,32	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
	Varginha	C01	C160009010	42°35'00"	17°04'30"	NT	1995	12,85 a 14,85	0,0 a 14,0	14,0 a 100,0	silte, argila, xisto	100	0.14	Geolab	1,5	698	18	680	28	50	SD	0,88	100,6	6,9	11,3	12,2	14,8	6,9			
	Granja do Norte	E01	E160059010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	70	0.66	Copasa	7,6	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,35	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
Coluna	Sede	C05	C167000050	NT	NT	NT	1986	15,7 a 20,4	0 a 20,4	20,4 a 80	gnaisse	80	6.06	Copasa	4,9	44	SD	SD	58	16	118	SD	<0,10	SD	SD	23,2	3,888	2,57	12		
		C08	C167000080	42°50'00"	18°13'00"	NT	2001	17,0 a 22,0	0,0 a 12,0	12,0 a 108,0	argila, alterado, gnaiss	108	NT	Copasa	7,5	29	0	29	22	14	100	SD	>0,10	SD	SD	8,8	3,402	SD	9,5		
		C09	C167000090	729075	7983955	23K	2003	NT	0,0 a 26,0	26,0 a 117,0	quartzoso, argiloso, alterado, gnaiss, granito	117	2.56	Copasa	8,1	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,1	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
		C02	C210000020	43°38'30"	18°27'00"	NT	1998	49,0 s 53,0	0,0 a 53,0	53,0 a 102,0	argiloso, arenito, alterado, ganisse	102	NT	Sabesp	9	57	12	69	SD	85	169	SD	0,8	SD	SD	SD	SD	<1	3,3		
Datas	Tombadouras	C01	C210002010	NT	NT	NT	1987	14,42 a 16,84; 22,89 a 25,31	0,0 a 17,5	17,5 a 102,0	NT	60	2.09	Sabesp	7,8	9	SD	9	SD	10,1	23	SD	0,2	SD	SD	SD	SD	<1	5,6		
Diamantina	Desembargador Otoni	C02	C216002020	676429	8043174	23K	1998	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 80,0	conglomerado, argila, quartzito	80	1	Sabesp	7,1	SD	SD	SD	SD	187	392	SD	<0,1	SD	SD	SD	SD	<1	14		
	Santana Divisa	C01	C216017010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 80,0	conglomerado, argila, quartzito	80	1	Sabesp	6,5	SD	SD	SD	SD	11	40	SD	<0,10	SD	SD	SD	SD	<1	11,5		
Gouveia	Córrego da Cachoeira	C01	C276003010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 27,3	27,3 a 102	NT	102	1.37	Sabesp	8,8	36	6	42	SD	43,4	111	SD	<0,10	SD	SD	SD	SD	<1	4,7		
	Espadeiro	C01	C276004010	NT	NT	NT	1998	NT	0 a 17,4	17,4 a 103	NT	103	0.35	Sabesp	9,6	27	34	61	SD	58	122	SD	0,4	SD	SD	SD	SD	<1	4,2		
	Engenho da Bília	C01	C276006010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 20,8	20,8 a 75,46	NT	75,46	1.88	Sabesp	9	39	8	47	SD	58	107	SD	0,3	SD	SD	SD	SD	<1	4,7		
	Pedro Pereira	C01	C276007010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 11,0	11,0 a 103,42	NT	103,42	2.89	Sabesp	9,2	21	14	35	SD	27,3	89	SD	0,33	SD	SD	SD	SD	<1	3		
	Riacho dos Ventos	C01	C276008010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 75,0	75,0 a 102	NT	102	1.6	Sabesp	8,7	60	8	68	SD	92	155	SD	0,6	SD	SD	SD	SD	<1	5,6		
	Engenho da Raquel	C01	C276009010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 102	NT	102	1	Sabesp	7,1	24	SD	24	SD	31,3	108	SD	0,3	SD	SD	SD	SD	34,35	3,7		
Leme do Prado	Sede	E02	E796000020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7,4	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
		E03	E796000030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7,7	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,14	SD	SD	SD	SD	SD	SD		
		C01	C796019010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8,2	212	ND	212	NT	SD	120	438	SD	0,18	SD	SD	SD	SD	SD	
Minas Novas	Cansanção	C03	C418004030	777294	8088279	23K	2002	NT	NT	NT	60	13.33	Copasa	7,8	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0,08	SD	SD	SD	SD	SD	SD			
Peçanha	Santa Rita	C01	C486002010	42 34 00	18 33 00	J 18	1977	NT	0,0 a 26,0	26,0 a 80,0	argiloso, granito	70	NT	Geolab	8																

Nacip Raydan	Sede	C03	C442000030	42°15'30"	18°27'30"	NT	2001	NT	0,0 a 32,0	32,0 a 121,0	arenoso, silte, areia, alterado, granito	121	NT	Copasa	8	SD	SD	SD	85.6	63.4	SD	SD	0.03	SD	SD	34	15.552	SD	11.7	
Periquito	Pedra Corrida	C01	C817001010	NT	NT	NT	1997	NT	0,0 a 22,0	22,0 a 100,0	areia, silte, argiloso, arenoso, gnaíse	100	1.51	Ecolab	7.57	103.7	ND	103.7	50.1	44	182	SD	<0,10	SD	SD	20	10.7	3.5	3.4	
Resplendor	Independência	C01	C542001010	262804	7878275	24K	1978	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 59,0	alterado, pegmatito, gnaíse	59	1.48	Geolab	7.5	123	ND	123	102	30	400	SD	0.94	50.7	10.5	41.3	7.3	42	34.1	
	Calixto	C03	C542003030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.4	132	4.1	136.1	12.8	8.6	267	SD	0.16	SD	SD	4.8	2.187	SD	10	
Bom Jesus do Galho	Quartel do Sacramento	C01	C076003010	777256	7818142	23K	1998	NT	0,0 a 38,6	38,6 a 84,0	NT	84	7.4	Copasa	7.6	142	ND	142	85	32	327	SD	0.19	SD	SD	34	7.776	0.25	3	
Caratinga	Sapucaia	C02	C134019020	41°58'30"	19°56'00"	NT	2001	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 82,0	argiloso, areia, gnaíse	82	NT	Copasa	7.7	67	ND	67	44	8	150	SD	0.23	SD	SD	17.6	1.944	8.33	2.5	
		C01	C134019010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 82,0	argiloso, areia, gnaíse	82	4.88	Copasa	8.2	82	ND	82	48.8	13.7	208	SD	0.22	SD	SD	19.22	3.3291	SD	2.9	
	São Candido	C01	C134021010	782490	740732	23K	2001	NT	0,0 a 18,0	18,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, granito	120	0.54	Copasa	8.2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.28	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
	Dom Modesto	C02	C134015020	NT	NT	23K	2002	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, gabro	120	0.76	Copasa	7.9	67	0	67	26	26	98	SD	0.12	SD	SD	10.4	6.318	<0,20	1	
E03		E134015030	796306	7814042	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	3.92	Copasa	8	56	0	56	38	54	100	SD	0.2	SD	SD	15.2	3.402	SD	1	
Córrego Novo	Sede	C06	C20000060	42°23'00"	19°47'30"	NT	2001	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 108,0	argila, granito, gnaíse	108	16.67	Copasa	7.7	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.18	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Imbé de Minas	Graçaópolis	C01	C788001010	810931	7828113	24K	2001	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 150,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaíse	150	1.25	Copasa	8	62	ND	62	42	17	120	SD	0.34	SD	SD	16.8	4.131	6.4	20	
	Manduca	C01	C788002010	NT	NT	NT	2001	35,73 a 45,93	0,0 a 32,0	32,0 a 114,0	argiloso, arenoso, alterado, granito	114	1.41	Copasa	7.9	57	ND	57	20	15	126	SD	0.11	8	SD	8	3.645	5.7	2	
Manhuaçu	Bom Jesus	C01	C393009010	NT	NT	NT	1996	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 180,0	arenoso, gnaíse	180	2.38	Geolab	7.9	26	ND	26	13	9	54.7	SD	<0,10	SD	SD	4.1	1.8	1.4	2	
	Ponte do Silva	C01	C393010010	42°01'00"	20°15'00"	NT	1996	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 72,0	argiloso, gnaíse	72	12.5	Geolab	8.3	141	8	149	90	44	310	SD	0.48	12	2.8	31.5	9.7	13.1	10.3	
São José do Mantimento	Sede	C03	C636000030	212217	7785715	24K	2001	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 90,0	argiloso, alterado, granito	90	4.26	Copasa	7.2	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.41	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
São Sebastião do Anta	Sede	C01	C839000010	NT	NT	NT	2001	20,05 a 22,55; 28,60 a 33,60	0,0 a 35,10	35,10 a 124,0	NT	124	0.43	Copasa	7.8	40	ND	40	15	15	75	SD	0.15	SD	SD	6	3.645	3.5	1.5	
Além Paraíba	Fernando Lobo	C01	C015003010	746585	7582990	23K	1995	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 100,0	argila, granito	100	0.86	Limnos	7.95	158.28	ND	158.28	94.21	46.22	437	SD	0.28	SD	SD	37.68	11.55	6.1	83.76	
Belmiro Braga	Sede	C05	C059000050	NT	NT	NT	1997	NT	0,0 a 30,0	30,0 a 120,0	argiloso, arenoso, gnaíse	120	1.88	Copasa	7.9	59	ND	59	46	3	135	SD	0.1	SD	SD	18.4	0.729	0.91	2.5	
Bicas	Sede	C02	C067000020	700341	7597161	23K	2003	53,5 a 56,0	0,0 a 48,0	48,0 a 150,0	arenoso, argiloso, argila, alterado	150	2.33	Copasa	7.7	65	ND	65	55	40	99	SD	0.13	SD	SD	22	9.72	1.98	9	
Cataguases	Vista Alegre	C03	C152001030	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 84,0	argila, alterado, granito	84	5.26	Copasa	7.9	103	ND	103	39	40	297	SD	0.26	SD	SD	15.6	9.72	0.95	10	
Chiador	Penha Longa	C03	C161002030	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.4	138	ND	138	163	60	228	SD	0.38	SD	SD	65.2	14.58	13.4	7.5	
Estrela D'Alva	Sede	C05	C246000050	762474	7593345	23K	2002	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 120,0	argiloso, alterado, gnaíse	120	12.5	Copasa	7.7	113	ND	113	106	44	273	SD	0.45	SD	SD	42.4	10.692	35.2	18	
Laranjal	São João da Sapucaia	E01	E380001010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	6.06	Copasa	7.8	59	ND	59	34	13	135	SD	0.15	SD	SD	13.6	3.159	SD	8.5	
Leopoldina	Tebas	C01	C384006010	NT	NT	23K	2003	26,7 a 29,22	0,0 a 16,0	16,0 a 120,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaíse	120	2	Copasa	8.3	61	ND	61	41	40	96	SD	0.21	SD	SD	16.4	9.72	1.5	6.5	
	Lombas	C01	C384014010	734204	7612312	NT	2003	NT	0,0 a 9,25	9,25 a 90,0	NT	90	7.14	Copasa	8.2	66	ND	66	119	36	186	SD	0.31	SD	SD	47.6	8.748	20	7.5	
Mar de Espanha	Sede	C01	C397000010	NT	NT	NT	1997	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 120,0	argila, alterado, gnaíse	120	25	Copasa	7.6	77	ND	77	55	51	150	SD	0.08	SD	SD	22	12.393	1.8	5.5	
		C02	C397000020	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 32,77	32,77 a 110,0	NT	110	4.69	Copasa	7.3	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.08	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
		C03	C397000030	43°01'00"	21°51'00"	NT	2000	NT	NT	NT	NT	NT	52	15.71	Copasa	7.8	87	ND	87	57	12	165	SD	0.1	28.2	SD	SD	2.916	3.3	4.5
Matias Barbosa	Sede	C02	C407000020	NT	NT	NT	2002	11,50 a 16,5	0,0 a 8,0	8,0 a 132,0	argila, argiloso, alterado, gnaíse	132	0.59	Copasa	7.8	48	ND	48	34	26	82	SD	<0,10	SD	SD	13.6	6.318	2.31	2.5	
		C03	C407000030	NT	NT	NT	2002	18,0 a 23,0	0,0 a 4,0	4,0 a 132,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaíse, quartzito	132	4	Copasa	7.4	65	ND	65	50	16	80	SD	<0,10	SD	SD	20	3.888	8.58	1.5	
		C04	C407000040	NT	NT	NT	2002	NT	0,0 a 24,0	24, a 90,0	argila, argiloso, areia, gnaíse	90	3.43	Copasa	7.7	54	ND	54	20	24	110	SD	<0,10	SD	SD	8	5.832	1.94	0.5	
	Posto Fiscal Antônio Reimão de Melo	C01	C407003010	674408	7577587	23K	2002	NT	0,0 a 30,0	30,0 a 150,0	argila, alterado, granito, gnaíse	150	0.25	Copasa	7.9	50	ND	50	40	35	99	SD	0.13	SD	SD	16	8.505	15	4	
Mirai	Sede	C02	C422000020	746995	7654410	23K	1997	31,49 a 33,68	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	argiloso, alterado, gnaíse	120	3.92	Copasa	8	74	ND	74	65	5	174	SD	0.22	SD	SD	26	1.215	0.87	7	
	Dores da Vitória	C01	C422001010	NT	NT	23K	2000	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 96,0	arenoso, alterado, gnaíse	96	3.63	Copasa	8	56	ND	56	40	24	195	SD	0.62	SD	SD	16	5.832	SD	3	
		C02	C422001020	749570	7669292	NT	2001	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 145,5	quartzoso, alterado, gnaíse	145.5	NT	Copasa	8.3	63	ND	63	54	SD	108	SD	0.72	SD	SD	21	SD	SD	12.5	
	Santo Antônio do Rio Preto	C01	C422002010	749712	7668832	NT	2000	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 121,0	argiloso, arenoso, alterado, granito	121	NT	Copasa	8	64	ND	64	31	20	180	SD	0.45	SD	SD	12.4	4.86	SD	2	
C02		C422002020	NT	NT	23K	2001	22,5 a 26,5; 44,5 a 47,0	0,0 a 40,0	40,0 a 120,0	argiloso, cascalho, alterado, argila, areia	120	3.39	Copasa	8	55	ND	55	SD	49	99	SD	0.19	SD	SD	SD	SD	SD	SD	5.5	
Olaria	Sede	E02	E455000020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.7	40	ND	40	12	8	67	SD	0.11	SD	SD	4.8	1.944	0.49	1	
Palma	Cisneiros	C02	C468002020	NT	NT	23K	1999	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 90,0	arenoso, alterado, granito	90	5	Copasa	7.3	74	ND	74	44	17	180	SD	0.12	SD	SD	17.6	4.131	SD	10.5	
	Itapirucu	C01	C468001010	773995	7624660	23K	1999	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 78,0	arenoso, cascalho, gnaíse	78	6.25	Copasa	8	63	ND	63	35	23	159	SD	0.17	SD	SD	14	5.589	SD	5.5	
		C02	C468001020	773995	7624660	NT	2003	23,6 a 26,15	0,0 a 27,0	27,0 a 120,0	NT	120	0.37	Copasa	7.5	69	ND	69	62	33	129	SD	0.2	SD	SD	24.8	8.019	4.8	6	
Patrocínio do Muriaé	Sede	C04	C482000040	NT	NT	NT	1987	NT	0,0 a 39,3	39,3 a 75,0	гнаíse	75	NT	Copasa	7.9	62	ND	62	51	24	228	SD	0.18	SD	SD	20.4	5.832	SD	19	
		C08	C482000080	42°12'00"	21°09'00"	NT	NT	NT	0,0 a 6,6	6,6 a 120,0	NT	120	0.77	Copasa	8.1	104	ND	104	64	6	519	SD	2.9	SD	SD	25.6	1.458	SD	13	
		C10	C482000100	789620	7658507	23K	2001	22,3 a 24,65	0,0 a 29,65	29,65 a 150,0	NT	150	18.33	Copasa	7.1	79	ND	79	77	8	216	SD	0.14	SD	SD	30.8	1.944	SD	19	
Pequeni	Sede	C02	C495000020	43°07'00"	21°50'00"	NT	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 120,0	arenoso, alterado, gnaíse	120	3.5	Copasa	7.9	86	ND	86	45	20	183	SD	0.22	SD	SD	18	4.86	3.9	8	
Vieiras	Sede	C01	C715000010	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 42,0	42,0 a 126,0	argiloso, alterado, gnaíse	126	0.54	Copasa	8.1	65	ND	65	38	24	204	SD	0.46	SD	SD	15.2	5.832	SD	2.5	
Alvinópolis	Sede	C01	C023000010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 150,0	argila, arenoso, argila, alterado, gnaíse	150	2.02	Copasa	7.7	55	ND	55	36.2	12.4	97.9	SD	0.2	14.48	SD	SD	3.0132	SD	0.97	
Espera Feliz	Sede	C01	C242000010	41 54 00	20 38 00	23K	1981	NT	0,0 a 12,2	12,2 a 71,0	гнаíse																			

Urucânia	Cardosos	C01	C706005010	NT	NT	23K	1999	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 120,0	argiloso, alterado, gnaissé	120	1.75	Copasa	7.8	50	ND	50	30	12	138	SD	0.08	SD	SD	12	2.916	0.35	4.5
Carai	Queixadinha	C02	C130003020	207349	8089388	24k	1998	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 82,0	argiloso, arcócio, granito	82	1.56	Ecolab	7.64	50	ND	50	29.6	21.7	146	SD	<0,1	SD	SD	11.8	5.3	3	20.3
	Córrego da Capivara	C01	C130008010	210650	8114000	24K	1998	NT	NT	0,0 a 100,0	argiloso, gnaissé	100	0.36	Ecolab	8.51	330.5	36.7	367.2	222.8	39.4	583	SD	1.3	SD	SD	89.1	9.6	<1	14.3
	Pau D'Alho	C01	C130027010	234700	8107700	24K	1998	NT	0,0 a 5,45	5,45 a 80,0	argiloso, alterado, migmatito	80	4.88	Ecolab	7.65	133.6	ND	133.6	102.5	23.7	250	SD	0.25	SD	SD	41	5.8	5.8	21.4
Carlos Chagas	Epaminondas Otoni	C03	C137001030	287125	8018863	24K	2003	NT	0,0 a 14,0	14,0 a 120,0	NT	120	5	Copasa	7	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.16	SD	SD	SD	SD	SD	SD
Itaipé	P. A. Santa Rosa	C01	C323003010	NT	NT	NT	1995	22,8 a 27,8	0,0 a 28,0	28,0 a 64,0	arenoso, cascalho, argila, granito	64	1.25	Geolab	7.6	54	ND	54	26	11	123	SD	0.16	12.4	3.3	9.5	2.4	1.4	4.9
	Córrego das Posses	C01	C323004010	NT	NT	NT	1995	14,0 a 21,5	0,0 a 14,0	14,0 a 51,8	NT	51.8	NT	Geolab	7.3	19	ND	19	12	14	121	SD	0.31	27.9	29.3	8.5	17	5.2	12.5
	Brejaúba	C01	C323005010	NT	NT	NT	1994	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 102,0	arenoso, argila, granito	102	0.79	Geolab	7.2	42	ND	42	22	9	104.6	SD	<0,10	8.2	2.6	8.1	2	4.1	2.6
Ladainha	Sete Posses	C01	C370002010	41°42'30"	17°42'30"	NT	1994	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 109,0	argila, arenoso, granito	109	1.19	Geolab	8	66	ND	66	35	14	136	SD	0.24	15.3	6.2	14.2	3.4	2.8	3.1
	Pau D'Alho	C01	C454009010	41°58'30"	17°10'30"	NT	1995	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 70,0	argila, gnaissé	70	4.54	Geolab	8.1	130	ND	130	69	729	245	SD	0.35	34.7	4.5	28.9	3	<0,05	3.5
	Córrego das Onças	C01	C454013010	NT	NT	NT	1995	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 120,0	argila, gnaissé	120	0.13	Geolab	8	69	ND	69	40	10	12	SD	0.12	21	6.3	15.5	3	5.2	5.7
	Posse Grande	C01	C454029010	41°54'00"	17°14'30"	NT	1998	NT	0,0 a 3,3	3,3 a 80,0	argiloso, migmatito, xisto	80	4.23	Ecolab	7.02	95.9	ND	95.9	276.1	171.5	919	SD	0.3	SD	SD	110.4	41.7	52	30.7
Padre Paraíso	Santa Maria	C01	C454030010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 7,45	7,45 a 82,0	argiloso, gnaissé	82	1.16	Ecolab	7.9	94.9	ND	94.9	112.4	37.5	181	SD	0.22	SD	SD	45	9.1	16.3	1.1
	Barra Nova	C01	C464006010	NT	NT	NT	1998	NT	0,0 a 17,0	17,0 a 100,0	argiloso, alterado, granito	100	0.94	Ecolab	8.3	119.3	ND	119.3	63.1	29.6	214	SD	0.78	SD	SD	25.2	7.2	2.7	3.3
Poté	Valão	C01	C524003010	41°36'00"	17°43'30"	NT	1994	NT	0,0 a 4,	4,0 a 49,5	arenoso, granito	49.5	8	Geolab	7.5	48	ND	48	23	5	104.8	SD	0.18	12.5	3.4	9.2	1.2	0.55	5.8
Teófilo Otoni	Pasto do Governo	C01	C686023010	41°13'00"	17°25'00"	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Ecolab	8.41	62.91	28.49	91.4	23.9	45.8	177.8	SD	0.75	SD	SD	9.56	11.1294	1	13.2
Cajuri	Sede	C03	C101000030	729820	7699862	23K	1979	14,70 a 19,90	0,0 a 14,7	14,7 a 55,0	NT	55	6.06	Copasa	7.3	77	ND	77	63	15	255	SD	0.1	SD	SD	25.2	3.645	SD	21.5
Desterro do Melo	Sede	C05	C215000050	654550	7660650	23K	2002	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 150,0	argilosa, alterado, granito	150	4.26	Copasa	7.8	56	ND	56	46	52	51.6	SD	0.06	SD	SD	18.4	12.636	6.8	4
Ervália	Sede	C011	C240000110	42°39'00"	20°50'00"	NT	1997	NT	0,0 a 21,0	21,0 a 96,0	NT	96	2.24	Copasa	8.3	73	ND	73	48	10	144	SD	0.13	SD	SD	19.2	2.43	0.36	4
Goiana	Aeroporto Reg. da Zona da Mata	C01	C785001010	690969	7621039	23K	2002	NT	0,0 a 2,0	2,0 a 96,0	argila, alterado, gnaissé	96	5.4	Copasa	7.5	67	ND	67	246	14	546	SD	0.52	SD	SD	98.4	3.402	331	6
Paula Cândido	Airões	C01	C483004010	NT	NT	23K	2002	23,36 a 18,17	0,0 a 18,17	18,17 a 102,0	NT	102	8.7	Copasa	7.5	55	ND	55	27	39	84	SD	0	SD	SD	10.8	9.477	0.88	5
Piraúba	Sede	C05	C513000050	706099	7646390	23K	1998	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 120,0	argila, alterado, gnaissé	120	7.4	Copasa	8.1	76	ND	76	53	61	246	SD	0.08	SD	SD	SD	21.2	0.1	3.5
Rosário da Limeira	Sede	C01	C824000010	758786	7678053	NT	1997	NT	0,0 a 28,0	28,0 a 90,0	argiloso, arenoso, granito	90	7.69	Ecolab	6.45	77.8	ND	77.8	66.1	20	192	SD	0.57	SD	SD	26.4	5.3	31.1	1
		C03	C824000030	NT	NT	23K	2000	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 85,0	NT	85	5.12	Copasa	6.1	107	ND	107	51	60	297	SD	0.35	SD	SD	20.4	14.58	SD	5
São Geraldo	Sede	C05	C614000050	725305	7685354	23K	2003	NT	0,0 a 10,0	10,0 a 54,0	argila, cascalho, alterado, gnaissé	54	20	Copasa	7.3	96	ND	96	70	58	56.7	SD	0.35	SD	SD	28	14.049	29.3	14
São Miguel do Anta	Sede	C03	C638000030	42°43'00"	20°42'00"	NT	1997	NT	0,0 a 12,0	12,0 a 102,0	argiloso, gnaissé	102	9	Copasa	8.1	58	SD	58	33	7	108	SD	0.07	SD	SD	13.2	1.701	0.25	2
Tabuleiro	Sede	C01	C679000030	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 120,0	argila, cascalho, alterado, gnaissé, granito	120	2.53	Copasa	7.6	32	ND	32	32	6	177	SD	0.04	SD	SD	12.8	1.458	1.36	17.5
		C04	C679000040	NT	NT	NT	1999	NT	0,0 a 20,0	20,0 a 90,0	argiloso, arenoso, cascalho, alterado	90	2.5	Copasa	7.7	ND	46	46	46	5	240	SD	0.87	18.4	SD	SD	SD	1.9	30
		C05	C679000050	NT	NT	NT	2002	NT	0,0 a 42,0	42,0 a 102,0	argiloso, arenoso, argila, alterado, areia, gnaissé	102	2.43	Copasa	7.7	56	ND	56	34	17	111	SD	0.17	SD	SD	13.6	4.131	6.82	4.5
Ubá	Diamante	C03	C700002030	718108	7653202	23K	2001	NT	0,0 a 4,0	4,0 a 79,0	argiloso, alterado, gnaissé	79	7.4	Copasa	7.6	98	ND	98	81	28	198	SD	0.75	SD	SD	32.4	6.804	28	5
	Apae	C02	C700004020	716125	7659890	23K	1998	NT	0,0 a 16,0	16,0 a 60,0	argila, areia, gnaissé	60	4	Copasa	8.2	68	ND	68	42	10	219	SD	0.19	SD	SD	16.8	2.43	0.11	4
Alvinópolis	Sede	C01	C023000010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 24,0	24,0 a 150,0	argila, arenoso, argiloso, alterado, gnaissé	150	2.02	Copasa	7.7	55	ND	55	36.2	12.4	97.9	SD	0.2	SD	SD	14.48	3.0132	SD	0.97
Bela Vista de Minas	Sede	C01	C058000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.8	44	0	44	35	25	140	SD	<0,10	SD	SD	14	6.075	10.46	16.5
Coronel Fabriciano	Sede	C20	C194000200	751872	7838050	23K	1999	21,0 a 33,0	0,0 a 34,0	34,0 a 38,3	argiloso, areia, alterado, gnaissé	38.3	50	Copasa	7.5	44.6	ND	44.6	30.6	10.9	114	SD	0.14	SD	SD	12.24	2.6487	3.1	2.5
Ferros	Sede	C04	C258000040	708855	7870531	23K	1999	NT	0,0 a 8,0	8,0 a 72,0	argiloso, arenoso, alterado, gnaissé, ultrabásica	72	4.87	Copasa	7.8	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	0.45	SD	SD	0	SD	SD	SD
	Cubas	C01	C258001010	NT	NT	NT	1996	NT	0,0 a 6,0	6,0 a 80,0	arenoso, granito	80	1.92	Geolab	7.7	23	ND	23	6	8	48.7	SD	<0,10	7.8	1.5	2	1.2	1.1	2.4
	Barro Branco	C01	C258005010	NT	NT	NT	1996	30,0 a 32,0	0,0 a 26,0	26,0 a 80,0	arenoso, argiloso, granito	80	1.76	Geolab	7.9	24	ND	24	10	4	48.3	SD	<0,10	5.9	1.7	3	0.72	0.2	2.4
Rio Piracicaba	Conceição Piracicaba	C04	C556001040	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	8.1	39	ND	39	19.7	16.5	61.6	SD	0.31	SD	SD	7.88	4.0095	SD	0.49
Timóteo	Macuco	C02	C687004020	754034	7833016	23K	1995	44,0 a 46,0	0,0 a 52,0	52,0 a 67,0	argiloso, arenoso, granito	67	10.52	Geolab	8	89	ND	89	45	35	1510	SD	0.23	8.1	4.3	18.1	8.5	1.5	2
Açucena	Sede	C02	C005000020	758162	7888846	23K	2001	NT	0,0 a 12,4	12,4 a 108,0	NT	108	4.17	Copasa	7.6	38.3	SD	SD	22.4	35.8	109	SD	0.84	SD	SD	8.96	3.2562	SD	3.9
	Aramirim	C01	C005005010	42°25'30"	19°11'20"	NT	1996	29,35 a 31,15; 37,45 a 39,45	0,0 a 22,0	22,0 a 100,0	arenoso, granito, gnaissé	100	4.44	Geolab	7.6	51	ND	51	19	11	87.6	SD	0.64	9.7	2.7	7.8	2.6	<0,05	2.3
Iapu	Sede	C01	C293000010	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Copasa	7.67	0.1	ND	0.1	36	9.9292	173	SD	0.8	20.9	2.72	14.4	2.41	4.24	<2
		E02	E293000020	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	NT	Lakefield Geosol LTDA	7.07	48	<1	48	17.5										

**RELAÇÃO DOS POÇOS PERFORADOS: DRMT**  
(Elaborado por: Diniz, G., L., 2004.)

Legenda: ND - Não detectado; NT - não possui dados; SD - sem dados

Municípios	Local	Poços	Identificador dos poços	Longitude	Latitude	Fuso	Ano perf.	Prof. filtros	Sedimento (m)	Rocha (m)	Litologia	Prof. Poço (m)	Vazão (L/s)	Laboratório	pH	AlcaBi (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaCarb (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	AlcaTotal (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Cálcio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Dureza Magnésio (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	Cond.Elét (mmho/cm)	STD (mg/L)	F <sup>-</sup>	Na <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>		
Belo Horizonte	Pompéia Futebol Clube	C01	C060016010	NT	NT	23K	2001	NT	0,0 a 39,0	39,0 a 102,0	Argilosa, Conglomerado e Gnaíse	102	54.87	Copasa	7.9	86	0	86	70	14	150	SD	< 0,10	ND	ND	28	3.402	ND	5.5		
	Colégio Tiradentes	C01	C060018010	NT	NT	NT	2001	NT	0,0 a 36,0	36,0 a 99,0	Argiloso, Arenoso, Alterado, Granito e Gnaíse	99	1.04	Copasa	8	49	0	0	28	22	81	SD	< 0,10	ND	ND	11.2	5.346	ND	1.5		
	Clube dos Oficiais-PMMG	C01	C060020010	43°55'00"	19°55'00"	NT	2002	NT	0,0 a 34,0	34,0 a 90,0	Argilosa, Arenoso, Areia e Granitoide.	90	0.5	Copasa	7.8	47	ND	47	20	30	80	SD	0.1	ND	ND	8	7.29	< 0,33	8		
	Sede	C19	C060000190	609910	7790641	23K	2001	NT	SD	SD	SD	103	66.66	Copasa	8	51	0	51	34	30	100	SD	< 0,10	ND	ND	13.6	6.318	< 20,0	1		
Confins	Sede	E01	E060000010	43°55'00"	19°55'00"	NT	SD	NT	SD	SD	SD	98	16.66	Copasa	7.4	42	0	42	26	32	69	SD	0.14	ND	ND	10.4	7.776	4	3.5		
		C05	C771000050	NT	NT	NT	1998	NT	SD	SD	SD	132	3.82	Copasa	8.2	144	ND	144	106	46	220	SD	< 0,10	<1,000	0.6	42.4	11.178	<0,33	2.5		
Crucilândia	Sede	C01	C206000010	NT	NT	NT	2000	NT	0,0 a 22,0	22,0 a 120,0	Argila, gnaíse alterado	120	3.57	Copasa	7.5	41	ND	41	16	18	66	SD	< 0,10	ND	ND	6.4	4.374	ND	30		
Esmeraldas	Bairro Cidade Jardim	C03	C241032030	NT	NT	23K	2001	13,68 a 15,68; 27,15 a 29,15; 35,05 a 37,05; 42,95 a 47,45	NT	NT	NT	120	2.15	Copasa	8	77	0	77	40	12	110	SD	0.2	ND	ND	16	2.916	ND	1.5		
		C04	C241032040	574256	7810151	23K	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.4	54	ND	54	26	10	86	SD	0.25	ND	ND	26	2.43	0.75	0.5		
		E01	E241035010	44°14'00"	19°47'00"	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	1.42	Copasa	7.1	36	ND	36	10	18	59	SD	< 0,10	ND	ND	4	4.374	0.72	1.5	
	Trapeiros	Uruçuia	C02	C241005020	44°21'45"	19°38'30"	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.8	39.5	ND	39.5	18	22	72	SD	< 0,10	ND	ND	7.2	SD	0.41	0.5	
			C08	C241000080	44°17'30"	19°44'30"	NT	1998	NT	SD	SD	SD	SD	120	2.5	Copasa	7.6	60	ND	60	32	12	120	SD	1.2	ND	ND	12.8	2.916	<0,33	0.5
	Melo Viana	Sede	C09	C241000090	571401	7814003	23K	1998	NT	NT	NT	NT	96	4.08	Copasa	7.2	56	ND	56	32	2	82	SD	0.1	ND	ND	12.8	0.486	1.07	2	
			C02	C241026020	583422	7821206	NT	2001	NT	0,0 a 62,0	62,0 a 162,0	argila, arenoso alterado, granito	162	5	Copasa	8.2	97	ND	97	46	36	140	SD	0.8	ND	ND	18.4	8.748	ND	1	
			C03	C241026030	NT	NT	NT	2001	35,63 a 37,63 ; 49,75 a 51,75 ; 63,75 a 65,75	0,0 a 30,0	30,0 a 126,0	argila arenosa, alterado e granito	126	6.06	Copasa	8	71	ND	71	38	18	115	SD	0.12	ND	ND	15.2	4.374	ND	0.5	
			C04	C241026040	NT	NT	NT	2001	28,59 a 30,53; 33,55 a 38,55; 44,53 a 46,53	0,0 a 16,0	16,0 a 90,0	arenoso, alterado, gnaíse	90	4.26	Copasa	7.9	39	0	39	11	3	57	SD	< 0,10	ND	ND	4.4	0.729	ND	1	
			C05	C241026050	583422	7821206	NT	2001	41,59 a 43,61; 36,57 a 65,60	0,0 a 76,0	76,0 a 114,0	argila, areia, alterado e gnaíse	114	SD	Copasa	7.7	47	0	47	14	20	78	SD	0.15	ND	ND	5.6	4.86	ND	0.5	
			C06	C241026060	NT	NT	NT	2001	30,45 a 33,05; 39,10 a 41,70	0,0 a 43,0	43,0 a 120,0	argilosa, areia, alterado e gnaíse	84	10	Copasa	7.8	43	0	43	20	8	66	SD	< 0,10	ND	ND	8	1.944	ND	1	
			C07	C241026070	NT	NT	23K	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	2.31	Copasa	7.8	39	0	39	8	8	62	SD	0.12	ND	ND	3.2	1.944	ND	0.5
			C08	C241026080	NT	NT	NT	2001	53,90 a 59,20	0,0 a 22,0	22,0 a 142,0	arenoso, alterado, granito	114	5.88	Copasa	8.3	82	0	82	46	20	120	SD	< 0,10	ND	ND	18.4	4.86	ND	2	
			C09	C241026090	583422	7821206	NT	2001	35,65 a 38,25	SD	SD	SD	SD	142	4.25	Copasa				68	62	140	SD	0.15	ND	ND	27.2	15.066	ND	2	
			C11	C241026110	586450	7818711	23K	2003	27,4 a 29,4; 33,4 a 35,4	0,0 a 10,0	10,0 a 141,0	arenoso, alterado, gnaíse	141	1.33	Copasa	7.6	45	ND	45	24	8	100	SD	< 0,10	ND	ND	9.6	1.944	<0,33	1.5	
			Santa Cecília	Sede	E02	E241046020	NT	NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.9	54	0	54	30	12	87	SD	< 0,10	ND	ND	12	2.916	0.78
	E03	E241046030			NT	NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.6	26	0	26	16	12	41	SD	< 0,10	ND	ND	6.4	2.916	<0,3	3.5	
E04	E241046040	NT			NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.7	55	ND	55	32	28	67	SD	< 0,10	ND	ND	12.8	6.804	<0,3	3	
E05	E241046050	NT			NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	8	85	ND	85	52	32	100	SD	0.11	ND	ND	20.8	7.776	<0,33	2.5	
E01	E241068010	44°14'00"			19°47'00"	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.9	77	0	77	36	4	120	SD	0.19	ND	ND	14.4	0.972	3.69	1.5	
Juatuba	Sede	E01	E737000010	NT	NT	NT	SD	NT	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.4	89	ND	89	60	18	170	SD	0.12	ND	ND	24	4.374	<0,33	0.5		
		C01	C737000010	NT	NT	NT	1983	NT	SD	SD	SD	SD	105	4.03	Copasa	7.3	81	ND	81	38	22	150	SD	0.12	ND	ND	15.2	5.346	<0,33	2.5	
		E01	E737006010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	8	77	ND	77	32	28	140	SD	0.1	ND	ND	12.8	6.804	ND	3.5	
	B. Samambaia	Sede	C02	C737006021	NT	NT	NT	2003	NT	SD	SD	SD	SD	2.74	Copasa	7.9	66	ND	66	28	32	150	SD	< 0,10	ND	ND	11.2	7.776	<0,33	6	
			C03	C737006030	NT	NT	NT	2003	NT	SD	SD	SD	SD	132	9	Copasa	7.3	82	ND	82	48	22	150	SD	0.14	ND	ND	19.2	5.346	1.13	3.5
			E01	E737004010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	SD	4.17	Copasa	8.1	62	ND	62	18	24	100	SD	< 0,10	ND	ND	7.2	5.832	ND	1	
Lagoa Santa	Aeroporto de Confins	E01	E737005010	NT	NT	NT	NT	NT	SD	SD	SD	SD	6.06	Copasa	7.5	56	0	56	26	22	81	SD	< 0,10	ND	ND	10.4	5.346	ND	1		
		C07	C376001070	NT	NT	NT	2001	NT	SD	SD	SD	SD	SD	65.47	Copasa	8	182	ND	182	42	146	340	SD	0.14	ND	ND	16.8	35.478	ND	4	
Mateus Leme	Azurita	C08	C376001080	43°59'00"	19°37'30"	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	7.8	173	ND	173	120	20	330	SD	0.15	ND	ND	48	4.86	ND	4		
		C05	C406002050	44°20'40"	19°57'00"	NT	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	Copasa	8.1	99	ND	99	50	54	200	SD	0.17	ND	ND	20	13.122	ND	1	
Ribeirão das Neves	Bairro Soares	E01	C406002040	NT	NT	NT	1986	28,6 a 29,86	SD	SD	SD	SD	21.87	Copasa	8	104	ND	104	62	62	200	SD	0.14	ND	ND	24.8	15.066	ND	2.5		
São Joaquim de Bicas	Nossa Senhora da Paz	C01	E545015010	44°06'00"	19°46'00"	NT	NT	NT	SD	SD	SD	SD	0.84	Copasa	7.9	40	ND	40	14	14	62	SD	< 0,10	ND	ND	5.6	3.402	ND	1.5		
	Boa Esperança	C01	C836001010	NT	NT	NT	2000	37,7 a 42,85	0,0 a 120,0	NT	cascalho, arenoso, alterado, filito	120	2.84	Copasa	8	50	ND	50	22	32	80	SD	0.1	ND	ND	8.8	7.776	1.22	2		
São José da Lapa	Inácia de Carvalho	C01	C836002010	NT	NT	NT	2002	NT	0,0 a 120,0	NT	arenoso, argiloso, alterado e xisto	120	1.56	Copasa	7.9	79	0	79	32	40	110	SD	< 0,10	ND	ND	12.8	9.72	<0,20	2		
		C03	C753006030	602885	7823295	23K	2001	20,22 a 22,22	SD	SD	SD	150	NT	Copasa	8	0	0	0	48	18	140	SD	0.1	ND	ND	19.2	4.374	3.09	3		
Vespasiano	Sede	C01	C753000010	608664	7821660	23K	1986	69,1 a 90,0	SD	SD	SD	103	16.66	Copasa	7.5	180	ND	180	90	80	324	SD	0.31	ND	ND	ND	ND	3.7	1		
		C01	C713000010	614623	7821504	23K	1976	NT	0,0 a 63,0	SD	SD	SD	63	4	Copasa	7.8	183	ND	183	90	124	360	SD	< 0,10	<1,000	5.6	36	30.132	2		

Planilha de dados de poços tubulares perfurados em Minas Gerais  
(Elaborada por: Diniz, G., L., 2005)

Amostra	Município	Local	Geologia	Tipo de água	pH	Dureza	Cond. Elétrica	TDS	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>
32	Carneirinho	São Sebastião do Ponta	Arenítico	Mg-Ca-HCO3	8	150	296	SD	SD	24.8	21.384	SD	2	.89	178.12		.13	SD	SD
533	Uruçua	Sede	Arenítico	Na-HCO3	8.4	27	314	SD	76	6.4	2.673	1.6	11.5	1.2	200.08	5.4	.28	SD	SD
564	Formoso	Sede	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.45	24	140	SD	12.6	16	6	2.86	5.5	0	107.36	SD	.21	SD	SD
565	Formoso	Sede	Arenítico	Na-Ca-HCO3	7.31	7.77	108.81	SD	18.9	7.77	1.89	1.3	.23	0	826.306	SD	.25	SD	SD
648	Januária	Sede	Arenítico	Ca-HCO3	8.15	214	379.5	271.7	6	72	8.5	1.1	14.5	4	237.9	SD	.1	0	0
652	Januária	Candeal	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.85	120	313.5	297	17.2	35.2	8	1.5	8.5	3	178.12	SD	0	1.1	0
762	Ibiaí	Sede	Arenítico	Na-HCO3-Cl	8.4	12	792	567.1	213	3.2	1	1.8	105	5	290.36	28.8	2	0	0
763	Ibiaí	Sede	Arenítico	Na-HCO3-Cl	7.6	26	236		40.6	4.8	3.89	2.1	30.42	.5	95.16	SD	.7	0	0
862	Presidente Olegário	Sede	Arenítico	Ca-Mg-HCO3	8	68	154	145.9	.9	19.2	5	6.5	.75	2	86.62	SD	.05	.22	0
947	Iturama	Cameiros	Arenítico	Na-Ca-HCO3-CO3	8.5	41	162.8		30.82	11.6	2.92	1.01	1	2.83	104.19	14.88	.12	.08	0
948	Iturama	Carneirinho	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.95	68	209	160.7	19.3	17.6	6	2.2	.5	.5	131.76	SD	0	.16	.004
949	Iturama	Vila União	Arenítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.1	63	164.28		17.48	16	5.59	1.57	3.5	3.49	113.7	SD	.19	.17	0
954	Pirajuba	Sede	Arenítico	Na-Ca-HCO3-CO3	8.5	24	121	100	18	6.4	2	.6	1.5	2	58.56	9.6	0	.22	0
23	Pedrinópolis	Sede	Basáltico	Ca-HCO3	5.93	102	120	SD	SD	38.4	1.458	SD	9.8		813.008	SD	.35	SD	SD
25	Santa Juliana	Sede	Basáltico	Ca-HCO3-Cl	7.74	44	100	SD	SD	15.2	14.058	SD	10.19		81.252	SD	.1	SD	SD
29	Campina Verde	P. A. Primavera	Basáltico	Ca-Mg-HCO3	8.1	86	189	SD	SD	23.2	6.804	SD	1.5	.55	229.36	SD	.22	SD	SD
36	Conceição das Alagoas	Posto Evandro Ferreira	Basáltico	Ca-Mg-HCO3	8.3	52	867	SD	SD	14	4.131	SD	2.5	.8	81.74	SD	.14	SD	SD
38	Ituiutaba	P.A.Chico Mendes	Basáltico	Ca-HCO3	8	60	174	SD	SD	17.2	4.131	SD	3.5	1.44	158.6	SD	.16	SD	SD
891	Centralina	Sede	Basáltico	Na-CO3-HCO3	9.5	12	278.2	213.9	48.5	2.4	1.5	.5	1	1	51.24	50.4	.3	.22	0
952	Campo Florido	Sede	Basáltico	Ca-Mg-HCO3	7.5	139.6	76	181.5	3.1	19.2	7	2	.5	.5	81.74	SD	0	3.95	0
578	Cana Brava	PA- Faz. Cana Brava	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	7	342.22	734	SD	8.87	89.62	28.96	1.76	4.36	46.32	4.291.106	SD	.23	SD	SD
508	Montalvânia	Riacho Novo	Carbonático	Ca-HCO3	7.9	224	372	SD	4.5	76.4	8.019	5.8	13.9	0	273.28	SD	0	SD	SD
509	Montalvânia	Vaca Preta	Carbonático	Ca-HCO3	8.5	96	197.1	SD	2.1	30	2.2	3.3	2.2	1.1	122	6	0	SD	SD
570	Angico Branco	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-HCO3	7.5	346.51	640	SD	10	133.96	2.82	.71	SD	17.45	440.847	SD	.2	SD	SD
571	Barra (Retiro)	PA-Barra (Retiro)	Carbonático	Ca-HCO3	8	247.88	485	SD	1.13	87.71	6.95	1.23	.35	2.08	3.145.282	0	.15	SD	SD
572	Barreiro das Cabaceiras	PA-Barreiro das Cabaceiras	Carbonático	Ca-Na-HCO3	7.03	229.58	812	SD	69.94	70.55	12.93	2.24	22.05	38.35	4.267.438	SD	.95	SD	SD
573	Barreiro dos Angicos	Poço Artesiano	Carbonático	Na-HCO3	8.5	90.5	1480	SD	235	28.53	4.66	2.6	SD	5.64	243.39	12.084	2.2	SD	SD
574	Belmonte (Açude)	Açude Belmonte	Carbonático	Ca-HCO3	7	299.36	745	SD	14.61	113.64	3.71	.48	25.88	23.66	4.292.936	SD	.38	SD	SD
576	Brejo dos Angicos	Angicos	Carbonático	Na-HCO3	8	104.07	860	SD	195	23.28	10.78	3.5	SD	22.02	4.525.468	10.104	2.6	SD	SD
577	Buritizinho 1	PA- Comunidade	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	8	262.18	640	SD	29.88	60.26	27.1	2.96	9.36	49.48	4.183.746	SD	.27	SD	SD
579	Croá	Poço Artesiano	Carbonático	Na-HCO3	7.5	76.36	714	SD	115	15.58	9.09	3.9	SD	21.85	448.533	SD	1	SD	SD
580	Fazenda Boi Morto	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Mg-HCO3-SO4	8.5	516.12	1044	SD	28	149.57	34.55	2.2	15.37	167.8	4.691.632	SD	.43	SD	SD
581	Fazenda Brejo dos Angicos	Poço Artesiano	Carbonático	Na-Ca-HCO3	8.2	43.9	371	SD	55	16.36	.73	2	SD	9.02	1.967.494	10.224	.5	SD	SD
582	Fazenda Cana Brava	Fazenda Cana Brava	Carbonático	Na-Ca-HCO3	8.3	114.38	486	SD	61	27.46	11.11	1.85	2.76	23.33	279.258	SD	.55	SD	SD
583	Fazenda Cumbucas	PA-Faz. Cumbucas	Carbonático	Ca-HCO3	7.05	163.98	725	SD	.44	61.78	2.32	.92	2.65	16.96	457.805	SD	.28	SD	SD
584	Fazenda Mangai	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	7.5	413.57	738	SD	13.25	104.34	37.11	1.82	6.36	49.68	4.746.288	SD	.99	SD	SD
585	Fazenda Pereiros	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Mg-SO4-HCO3	7	689.35	1340	SD	34	176.05	60.56	1.85	SD	375	4.697.854	SD	.6	SD	SD
586	Fazenda Redenção	PA- Faz. Redenção	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	7.5	288.88	772	SD	14.28	62.16	32.44	1.51	18.12	48.54	4.400.296	SD	.26	SD	SD
587	Fazenda Reunidas	PA-Faz. Reunidas	Carbonático	Na-HCO3	8.8	14.05	600	SD	110	13.42	2.55	2	6.36	13.38	5.008.832	SD	1.28	SD	SD
588	Fazenda Riacho Seco	PA- Faz. Riacho Seco	Carbonático	Na-Ca-Mg-HCO3-Cl	7	286.02	996	SD	92.83	68.64	27.8	3.51	95.55	70.9	378.2	SD	1.38	SD	SD
589	Fazenda Santa Tereza	PA-Faz. Santa Tereza	Carbonático	Ca-HCO3	8	443.22	678	SD	14.03	145.25	19.46	2.4	3.6	35.15	4.159.468	SD	.34	SD	SD
591	Fazenda Tapera	Córrego da F. Tapera	Carbonático	Ca-Mg	7	389.15	74.8	SD	1.75	134.03	13.14	5.5	SD	16.7	376.736	SD	.2	SD	SD
592	Furadinho	PA- Furadinho	Carbonático	Ca-HCO3	7	298.41	615	SD	6.55	109.45	6.02	2.74	2.1	23.14	3.876.916	SD	.2	SD	SD
594	Furado Grande	PA- Faz. Furado Grande	Carbonático	Mg-Na-HCO3	8	276.48	460	SD	62.67	22.88	53.29	1.85	4.36	20.32	2.775.256	SD	1.37	SD	SD
595	Genipapo	PA- Faz. Genipapo	Carbonático	Mg-HCO3	7.61	229.58	740	SD	13.03	25.17	40.5	1.18	7.55	62.78	4.320.508	SD	.46	SD	SD
596	Juncal	PA- Faz. Juncal	Carbonático	Ca-HCO3	7.5	264.09	704	SD	9.79	96.86	5.33	.53	7.11	28.23	4.555.602	SD	.5	SD	SD
597	Juncal	PA-Faz. Juncal	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	8	277.43	622	SD	16.53	80.47	18.53	1.79	1.85	23.39	4.27.061	SD	.19	SD	SD
599	Lavrinhas	PA- Faz. Lavrinhas	Carbonático	Ca-Mg-HCO3	7	369.91	844	SD	32.58	78.56	42.16	2.01	12.87	14.69	4.400.296	SD	.47	SD	SD
601	Mocambo (Centro)	PA-Mocambo	Carbonático	Na-Ca-HCO3	7.62	241.97	878	SD	95	80.9	9.65	1.95	20.88	35.59	3.757.844	13.008	1.18	SD	SD
602	Mocambo (Cisterna)	Cisterna Mocambo	Carbonático	Ca-HCO3	7.5	338.96	624	SD	8.8	117.13	11.21	2.3	SD	20.82	3.827.506	SD	.72	SD	SD
603	Mocambo (Córrego)	PA- Mocambo 1	Carbonático	Na-Ca-HCO3	7.6	69.77	404	SD	31	15.27	7.68	14.25	SD	6.07	1.986.282	9.18	.4	SD	SD
604	Mocambo de Baixo	Reservatório	Carbonático	Ca-HCO3	7	319.58	594	SD	15.5	111.78	9.75	1.76	SD	22.87	3.958.534	SD	.4	SD	SD
605	Novo Horizonte (escola)	PA- Escola	Carbonático	Na-HCO3-Cl	8.5	82.75	1098	SD	170	23.1	6.08	3.05	121.5	67.24	3.629.988	28.584	3.9	SD	SD
606	Pereiros	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Mg-Na-HCO3-SO4	8	554.66	1.280	SD	61	140.3	49.54	2.2	15.17	170	4.251.456	7.668	.6	SD	SD
607	Quatis	PA- Faz. Quatis	Carbonático	Ca-HCO3	8	276.48	638	SD	9.95	87.71	13.9	1.9	1.95	7.28	4.31.087	SD	.23	SD	SD
608	Rancharia	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-HCO3	7	370.35	691	SD	9.4	131.24	10.27	12.1	SD	34.18	4.784.108	SD	.4	SD	SD
609	Retiro	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Na-HCO3	7.5	376.17	860	SD	35.5	129.69	12.62	2.7	SD	24.6	381.921	SD	.2	SD	SD
610	Santa Justa	Faz. Santa Justa	Carbonático	Na-Ca-HCO3	8	180.62	640	SD	73	46.12	15.87	2.1	SD	61.84	3.494.446	SD	.44	SD	SD
611	Santa Rita	Poço Artesiano	Carbonático	Na-Ca-HCO3	8.2	156.4	580	SD	70	60.23	1.41	3.3	SD	7.16	4.120.428	SD	.1	SD	SD
612	São Domingos	Poço Artesiano	Carbonático	Ca-Na-HCO3	7.7	167.44	550	SD	52	55.58	6.92	2.55	34.89	38.36	276.818	SD	.7	SD	SD
613	São Francisco	PA- Parque de Exposições	Carbonático	Ca-Na-Mg-HCO3-SO4	7.3	370.68	1012	SD	67	99.61	29.56	3	43.1	155.5	4.288.056	SD	.74	SD	SD
614	São José	Reservatório São José	Carbonático	Na-HCO3	7.5	306.2	620	SD	23.5	11.55	6.64	1.06	SD	23.08	4.036.492	SD	.4	SD	SD
615	Taboquinha	PA. F. Taboquinha	Carbonático	Na-Ca-HCO3	7.9	114.03	685	SD	100	43.7	1.16	1.85	SD	31.71					

141	Itaobim	Lagoa Grande	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-Cl	7.3	21.7	39.1	SD	268	268	454.5	32.6	1347	528	230.58	SD	.62	SD	SD	
161	Medina	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Cl-HCO3	7.4	212	538	SD	71	71	16.4	6.3	112	0	175.68	SD	2.3	SD	SD	
162	Medina	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3-Cl	7.9	135	364	SD	51	51	10.1	8.4	48.7	4	215.94	SD	1.5	SD	SD	
175	Rubim	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Cl-HCO3	8.3	258	956	SD	139.8	139.8	27.2	17.5	253	52	167.14	SD	0	SD	SD	
176	Rubim	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl	8.2	631	1664	SD	179.1	179.1	47	16.3	467	12.6	163.48	SD	.82	SD	SD	
177	Rubim	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl	5.5	222	806	SD	103.8	103.8	27.5	15	257	12.6	2.44	SD	.12	SD	SD	
276	Peçanha	Santa Rita	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8	38	99.4	SD	10.7	10.7	2.8	3.5	1.9	.602	69.54	SD	0	SD	SD	
290	Alpercata	Sede	Gnaissico-granítico	Mg-HCO3-Cl-SO4	7.9	140	392	SD	9.1	9.1	10	9.4	22.1	30	173.24	SD	.25	SD	SD	
294	Itueta	Barra do Juazeiro	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	6.7	102	277	SD	34.8	34.8	16.8	14.4	23.6	1.3	156.16	SD	1.1	SD	SD	
298	Resplendor	Independência	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.5	132	400	SD	50.7	50.7	7.3	10.5	34.1	42	150.06	SD	.94	SD	SD	
308	Imbé de Minas	Manduca	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.9	35	126	SD	8	8	3.645	0	2	5.7	69.54	SD	.11	SD	SD	
310	Manhuaçu	Ponte do Silva	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8.3	134	310	SD	12	12	9.7	2.8	10.3	13.1	172.02	4.8	.48	SD	SD	
324	Mar de Espanha	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.8	69	165	SD	28.2	28.2	2.916	0	4.5	3.3	106.14	SD	.1	SD	SD	
355	Itaipé	P.A.Santa Rosa	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.6	37	123	SD	12.4	12.4	2.4	3.3	4.9	1.4	65.88	SD	.16	SD	SD	
356	Itapé	Córrego das Posses	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-K	7.3	26	121	SD	27.9	27.9	17	29.3	12.5	5.2	23.18	SD	.31	SD	SD	
357	Itaipé	Brejaúbas	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.2	31	104.6	SD	8.2	8.2	2	2.6	2.6	4.1	51.24	SD	0	SD	SD	
358	Ladainha	Sete Posses	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8	49	136	SD	15.3	15.3	3.4	6.2	3.1	2.8	80.52	SD	.24	SD	SD	
359	Morro Cruzeiro	Pau d'Alho	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.1	798	245	SD	34.7	34.7	3	4.5	3.5	0	158.6	SD	.35	SD	SD	
360	Morro Cruzeiro	Córrego das Onças	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8	50	12	SD	21	21	3	6.3	5.7	5.2	84.18	SD	.12	SD	SD	
364	Poté	Valão	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.5	28	104.8	SD	12.5	12.5	1.2	3.4	5.8	.55	58.56	SD	.18	SD	SD	
385	Ferros	Cubas	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.7	14	48.7	SD	7.8	7.8	1.2	1.5	2.4	1.1	28.06	SD	0	SD	SD	
386	Ferros	Barro Branco	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.9	14	48.3	SD	5.9	5.9	.72	1.7	2.4	.2	29.28	SD	0	SD	SD	
388	Timoteo	Macuco	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	8	80	1510	SD	8.1	8.1	8.5	4.3	2	1.5	108.58	SD	.23	SD	SD	
390	Açucena	Aramirim	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.6	30	87.6	SD	9.7	9.7	2.6	2.7	2.3	0	62.22	SD	.64	SD	SD	
391	Iapu	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na	7.67	459.292	173	SD	20.9	20.9	2.41	2.72	0	4.24	.122	SD	.8	SD	SD	
392	Iapu	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.07	32	95	SD	8.53	8.53	1.51	1.56	4	2.79	58.56	SD	.24	SD	SD	
393	Iapu	São Sebastião do Bugre	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.2	55	187.6	SD	36.2	36.2	3.3	2.8	3.3	5.6	135.42	6	1.3	SD	SD	
395	Ipaba	Boecha	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.9	80	201	SD	31.7	31.7	5.3	3.2	2.9	2.5	140.3	10.2	.45	SD	SD	
487	São Gonçalo do Pará	Prata	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	8	72	12.2	SD	10	10	11.421	3.5	3.8	.6	67.1	SD	.16	SD	SD	
1	Botelhos	Palmeiral	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.1	61	110	SD	SD	SD	16.4	4.86	SD	2	1.8	97.6	SD	.27	SD	SD
100	Esmeraldas	Santa Cecília	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.7	60	67	SD	SD	SD	12.8	6.804	SD	3	0	67.1	SD	0	SD	SD
1000	São José do Goiabal	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.55	49	198.4	152.2	16.56	25.6	4	.78	2.5	15	106.14	SD	.18	.22	0	
1001	São José do Goiabal	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-HCO3	7.6	88	225.7	173.6	8	30.4	3	3.5	2	3	120.78	SD	.4	0	0	
1002	Timóteo	Sede	Gnaissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO3	7.2	12	43	46	4	2.4	1.5	1.1	1.75	1	21.96	SD	.1	.66	0	
1003	Bom Jesus do Galho	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8	40	133.8	111	9.9	9.6	4	1.5	3.75	.5	64.66	SD	.26	.22	0	
1004	Bom Jesus do Galho	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.25	104	224.7	173	4.1	29.6	7.5	3.2	2.5	.5	139.08	SD	0	.33	0	
1005	Caratinga	Entre Folhas	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.35	100	297	232.4	19.6	30.4	6	1.9	3	2	150.06	7.2	.4	0	0	
1006	Caratinga	Santa Rita	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.6	68	182	154.9	12.2	17.6	6	1.8	1.5	2	109.8	SD	.2	0	0	
1007	Caratinga	Santa Rita	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.35	88	231	184.8	14.2	25.6	6	2.2	2.5	2	139.08	SD	.4	.16	0	
1008	Caratinga	Santa Rita	Gnaissico-granítico	Na-HCO3	7.95	40	258.5	206	39.02	9.6	4	1.5	6	3	135.42	SD	2	.05	0	
1009	Caratinga	Santa Barbára	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.77	56	132	125.1	9.4	14.4	5	2.6	.25	1.8	97.36	SD	0	.11	0	
101	Esmeraldas	Santa Cecília	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	84	100	SD	SD	20.8	7.776	SD	2.5	0	103.7	SD	.11	SD	SD	
1010	Córrego Novo	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.95	116	193.6	171.6	15.18	28.8	11	.85	3	26	151.28	SD	.14	.22	0	
1011	Córrego Novo	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.9	96	215.3	280.5	11.8	22.4	10	7.6	5.5	8.5	134.2	SD	.15	0	.02	
1012	Caratinga	Santo Antônio do Nanhauçu	Gnaissico-granítico	Ca-HCO3	7.7	84	188.6	139.7	7.59	27.2	4	3.9	12.23	11	86.62	SD	.2	.55	.046	
1014	Pedra do Indaíá	Betânia	Gnaissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.4	27	87.5	SD	8.9	8	1.7	4.4	.95	.6	62.22	SD	0	.088	0	
1016	São Sebastião do Oeste	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.35	60	121.3	114.9	6.3	14.4	6	4.3	1	4	82.96	7.2	.13	.22	0	
1017	São Sebastião do Oeste	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	6.9	54	137.5	130.4	8.1	11.2	6.5	3.7	.5	1	86.62	SD	.15	.1	0	
1019	Betim	Citrolândia	Gnaissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO3	7.55	28	62.2	59	3.68	3.2	5	.57	.5	1	40.26	SD	.1	.71	0	
102	Esmeraldas	Caracóis de Cima	Gnaissico-granítico	Ca-HCO3	7.9	40	120	SD	SD	14.4	.972		1.5	3.69	93.94	SD	.19	SD	SD	
1021	Betim	Colônia Santa Isabel	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.1	61	144.15	SD	8.6	13.6	6.56	.69	9.6	2.5	54.9	SD	0	3.95	0	
1022	Bonfim	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-K-Mg-HCO3	7.95	21	100.8	95.6	2.7	6.4	3	11.5		2.5	57.34	SD	0	.22	0	
1024	Barra Longa	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4-Cl	6.8	38	143	135.6	11.1	10.4	3	2.4	10	14	36.3	SD	0	1.45	.002	
1026	Amparo da Serra	Sede	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	7.75	44	120	88	6.8	8	5.5	3.2	1	2	68.32	SD	.19	.22	0	
1027	Amparo da Serra	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.85	52	154	146	10.5	14.4	4	5	2	4.2	82.96	SD	.3	0	0	
1028	Piedade de Ponte Nova	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.87	52	135	128	7.2	16	3	3.7	1.8	1	81.74	SD	.25	0	0	
1029	Piedade de Ponte Nova	Sede	Gnaissico-granítico	Na-Ca-HCO3	8.3	44	170	161.2	26.7	12.8	3	4.2	1	6	108.58	2.4	.78	0	0	
1030	Santo Antônio do Grama	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-SO4-HCO3	8.05	160	434.5	334.8	33.8	52.8	7	6.6	9	148	104.92	SD	.6	.22	.003	
1031	Santo Antônio do Grama	Sede	Gnaissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.15	80	181.5	143.8	7.36	16	10	3.9	3	8	96.38	SD	.2	5.55	0	
1032	Santo Antônio do Grama	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4	8.15	96	264	203.1	18	28.8	6	6	3.5	42	115.9	SD	.5	.22	0	
1033	Santo Antônio do Grama	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.95	68	192.5	148	9	17.6	6	8	1.5	4	111.02	SD	.1	.22	0	
1035	Caputira	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.85	44	130	100.8	9.6	12	2.5	2	1.5	10	58.56	SD	.44	.22	0	
1036	Caputira	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.05	38	102.5	94.7	10.4	12	2	.4	2	3	65.88	SD	.22	.22	0	
1037	Raul Soares	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.9	80	133.7	SD	7.4	20	7.29	2.7	3.6	4.3	108.58	SD	.1	.29	0	
1038	Raul Soares	Bicuiba	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.9	80	133.7	SD	7.4	20	7.29	2.7	3.6	4.3	108.58	SD	.1	.29	0	
1039	Sta Margarida	Sede	Gnaissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.1	202	385	275.7	9.1	49.6	19.5	2.5	1.5	3.5	257.42	SD	0	0	0	

1040	Sta Margarida	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.75	82	192.5	SD	3.8	21.6	7	2.6	6.5	1.8	91.5	SD	.15	0	0
1041	Sericita	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.95	44	116.1	98.4	9.2	11.2	4	.43	1.5	3	68.32	SD	.17	.22	0
1042	Simonésia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.05	60	141.9	120	6.44	16	5	.31	1.5	2	82.96	SD	.12	.78	0
1043	Simonésia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3-SO4	8	68	180.6	155.6	6.9	22.4	3	.55	1	19	82.96	SD	.17	.22	0
1046	Fortaleza de Minas	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.2	48	120	113.8	7	11.2	5	1.8	1	5	73.2	SD	0	.3	0
1047	Fortaleza de Minas	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.7	54	159.5	151.2	10.3	16	3.5	1.7	4.25	6	63.44	SD	.2	3	0
1048	Cristais	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.45	24	84.3	68.7	11.9	9.6	SD	.59	.5	3	56.12	SD	.08	.22	0
1049	Camacho	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.6	37.8	85	71	8.4	12.8	2	1.3	.5	3	67.1	SD	.3	.66	0
1050	São Francisco de Paula	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	37.8	85	71	4.41	9.24	3.68	.23	.51	2	59.17	SD	.2	.44	0
1054	São Francisco de Paula	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.2	44	121	114.8	5.8	9.6	4.86	3.1	2	4	62.22	SD	.3	.22	0
1055	São Tiago	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.85	32	94.6	89.7	10	9.6	2	1.7	.5	2	62.22	SD	.2	.22	0
1056	Cristiano Otoni	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.9	20	SD	68.8	8.3	7.2	.5	1.6	1.5	4	40.26	SD	0	.47	0
1057	Cristiano Otoni	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.5	36	102.3	98.3	8.3	12.8	1	1.9	1	.5	57.34	2.4	.1	.05	0
1058	Cristiano Otoni	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.6	24	80.3	76.1	7	6.4	2	2.2	1.5	1	48.8	SD	0	0	0
1059	Guaraciaba	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.9	90	208	SD	11.5	25.6	6.32	5.6	4.4	20.9	97.6	7.2	.67	0	0
1060	Piranga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.95	60	162.5	115.8	7.82	17.6	4	5.27	1	6	90.28	SD	.15	.22	0
1061	Canaã	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3		56	148.5	140.8	2.5	14.4	5	2.5	1	2.95	76.86	SD	0	0	0
1062	Ervália	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-SO4-HCO3	8.15	78	231	219.8	15.5	25.6	3.5	2.6	2.5	64	69.54	SD	.5	.22	0
1063	Ervália	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3-SO4	8.15	92	253	202.4	10.9	27.2	6	2.7	2	60	79.3	SD	.2	.22	0
1064	Divino	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.2	100	212.5	134.5	6.21	23.2	10.5	.43	3	3	136.64	SD	.15	.78	0
1065	Divino	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3	8.25	60	187	SD	19	14.4	6	1.1	5	3	108.58	SD	.5	.22	0
1066	Divino	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3		102	242	206	11.5	20.8	12.5	1.8	3	6	124.44	9.6	.2	.22	0
1068	Espera Feliz	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.55	80	212.5	144.2	11.08	23	5.5	3.35	6.5	.5	114.68	SD	.18	.22	0
1069	Espera Feliz	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.45	52	122.5	104.3	4.44	15.2	3.5	1.72	2.5	3	67.1	SD	.15	.22	0
1073	Bom Jesus da Penha	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.55	36	90.2	85.5	3.6	8	4	1.6	.5	.5	53.68	SD	0	.32	0
1074	Bom Jesus da Penha	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.25	48	102.3	97	4.2	9.6	6	.4	1	1	65.88	SD	0	.32	0
1075	Bom Jesus da Penha	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.55	56	143	135.6	4.4	12.8	6	.54	1.5	.5	74.42	SD	0	.75	0
1077	Jacuí	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8.2	56	143	135.6	5	11.2	7	2	2.5	.5	75.64	SD	0	1.15	0
1078	Jacuí	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.75	44	95.7	SD	3.9	8	6	1.5	2.5	2.5	56.12	SD	.15	0	0
1079	Jacuí	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3-Cl	6.6	84	236.5	179.5	6.3	16	11	1.9	13.5	.5	67.1	SD	.2	6.5	0
1080	Cabo Verde	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3-Cl	7	72	150	117.2	6.1	20.8	4.86	3.3	13	.1	65.88	SD	.21	6.2	0
1081	Cabo Verde	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.45	44	132	125.2	7.1	12.8	3	2.4	2	1.2	68.32	SD	.1	.002	.002
1082	Cana Verde	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	7.2	52	132	128	6.8	8	8	2.38	.5	2	76.86	SD	.1	.79	0
1083	Cana Verde	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO3	7.1	32	97.4	92	8.4	6.4	4	1.47	.25	1	57.34	SD	.05	1.55	0
1084	Cana Verde	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO3	6.6	40	137.5	130.4	9.3	8	5	2.1	1.5	1	71.98	SD	.1	.2	.003
1086	Cana Verde	Serradinho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.5	39	96.8	SD	12	14.4	3.5	1.3	1.5	.5	87.84	SD	.5	1.46	0
1088	Coronel Xavier Chaves	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3	7.05	28	176	166.8	9	6.4	3	2	1.5	2	53.68	SD	.3	1.33	0
1089	Coronel Xavier Chaves	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.5	88	231	179.6	9.8	22.4	8	2.5	12.5	2	107.36	SD	.15	1.55	.007
1090	Piedade do Rio Grande	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4	7.85	64	140	156	20.2	22.4	1	3.9	5.5	30	78.08	SD	1.16	.18	0
1096	Silverânea	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.35	32	126.5	119.9	13.1	9.6	2	2.6	1.5	2	70.76	SD	.5	.001	.001
1097	Dona Euzebia	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO3	8.4	316.1	720	SD	112.5	47.8	47.77	5.8	18.2	.4	634.4	SD	.5	.2	0
1098	Dona Euzebia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.1	62	158.2	SD	9.8	15.92	5.39	2.9	2.4	3.2	93.94	SD	.2	.09	.005
1099	Eugenópolis	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8	72	232.2	158.8	11.96	20.8	5	.7	7	2	103.7	SD	.19	.22	0
1100	Eugenópolis	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	88	214.5	165	9.7	24	7	2.3	13	.7	115.9	SD	.1	0	0
1101	Patrocínio do Muriaé	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.6	56	175	142	12.88	16	4	.82	5	2	92.72	SD	.1	.22	0
1102	Patrocínio do Muriaé	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.05	44	150	116	8.9	12.8	3	1.93	3.5	8	65.88	SD	.14	.22	0
1103	Botelhos	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3-SO4	7.85	92	240	164.3	20	22.4	9	2.93	12	35	64.66	SD	.19	11.95	0
1105	Campestre	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.75	52	94	116.4	4.1	5.6	2.5	2.2	.25	1	39.04	SD	.1	.22	0
1106	Campestre	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.3	52	111.6	79.6	9	11.2	4	2.9	.5	4	71.98	SD	.2	.22	0
1108	Divisa Nova	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.8	68	181.5	139.8	8.6	20.8	4	3.5	.5	3.5	102.48	SD	.15	0	0
1111	Beumiro Braga	Sobragi	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3-Cl	7.2	80	220	SD	11.6	17.6	5.35	1.6	15	4.2	65.88	SD	.17	4	0
1112	Piau	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4	7.7	80	220	SD	18.5	24.4	4.62	7.2	5.6	26.9	109.8	SD	.29	.18	.002
1113	Leopoldina	Ribeirão Junqueira	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.2	90	223	SD	14.6	27.6	5.1	3.8	2.9	6.2	125.66	7.2	.36	.1	0
1114	Leopoldina	Abaíba	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.7	53	146.3	SD	9.2	11.6	5.83	2.1	3.8	5.4	79.3	SD	.28	0	0
1115	Maripá de Minas	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.75	36	64.9	61.2	2.76	6.4	2	1.8	.5	3	32.94	SD	.3	.22	0
1118	Volta Grande	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-SO4-Cl	8.1	600	1320	1042.8	65.6	219.2	13	22.23	118	550	71.98	SD	1.1	.22	.006
1119	Estrela Dalva	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.45	88	220	206	13.6	25.6	6	3.6	2.5	9	123.22	9	.7	.22	.009
1120	Recreio	Conceição da Boa Vista	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	8.1	68	107.5	SD	10	13.6	8.26	3.7	5.3	1.8	76.86	7.2	0	.69	0
1123	Monte Sião	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.1	72	173.6	120	18.4	19.2	6	.78	2.6	2	123.22	SD	.08	.89	0
1124	Monte Sião	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7	58	176.6	120	12.8	15.2	5	2.4	1.5	2	101.26	SD	.25	1.24	.023
1125	Monte Sião	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.15	34	SD	100.8	9.7	9.6	2.5	1.7	1	4	61	SD	.4	.53	0
1126	Monte Sião	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.2	72	198	187.5	14.5	19.2	6	3.1	.5	6	115.9	SD	.5	.22	0
1127	Monte Sião	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.5	72	220	170	16.5	20.8	5	3.45	10	5	111.02	4.8	.4	.44	0
1128	Estiva	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.4	40	SD	SD	5.11	14.4	4	.39	SD	3	70.76	SD	.16	.22	0
1129	Estiva	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.8	20	SD	SD	5	12.8	5	.43	SD	2	70.76	SD	.14	.22	0
1130	Estiva	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4	7.6	60	136	112	8.5	17.6	4	.64	1.59	20	73.2	SD	.16	.44	.009



1131	Inconfidentes	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.3	40	143	135.6	10.8	12.8	2	2.5	1	2	68.32	2.4	.2	1.6	.006
1132	Inconfidentes	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.75	36	103.4	98	7.9	12	1.5	2.35	.5	.5	65.88	SD	.2	.22	0
1133	Heliodora	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.2	44	121	114.7	7.8	11.2	4	2.6	.5	1	71.98	SD	.1	.22	0
1134	Heliodora	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.15	38	132	125.2	9.2	9.6	3.5	2.9	SD	1	70.76	SD	.2	.22	0
1135	Heliodora	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.65	60	159.5	151	6.9	14.4	6	2.3	.5	1	87.84	SD	0	.22	0
1136	Heliodora	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO3	8.45	44	132	126	9.21	8	6	3.12	1	2	68.32	2.4	.15	.22	0
1138	Santa Rita do Jacutinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.95	96	230	151.2	13	25.6	8	5.1	10.5	5	120.78	SD	.24	.18	0
1139	Camanducaia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.1	56	161.2	128.9	12.42	17.6	3	.58	10	1	74.42	SD	.12	3.33	.005
1142	Camanducaia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.05	72	209	197.9	14	24	3	2.2	.5	7	120.78	SD	0	.22	.018
1143	Camanducaia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.4	70	165	156	11	22.4	3.5	2.8	.25	6	98.82	2.4	0	.22	.001
1144	Camanducaia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.1	72	209	187.5	13	24	3	2.5	1	5	120.78	SD	.3	.22	0
1145	Itapeva	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	8.15	44	181.5	148.9	19.55	11.2	4	2.33	1	16	82.96	SD	.85	.22	0
1146	Itapeva	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3-SO4	8.15	64	297	228.4	43	17.6	5	1.5	1.5	68	113.46	SD	1.3	.62	0
1147	Itapeva	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.4	76	220	179.8	17.8	22.4	5	1.71	1	18	97.6	4.8	.4	.22	0
1148	Itapeva	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-SO4-HCO3	8.4	84	407	292	55.6	27.2	4	1.6	3	130	68.32	9.6	1.7	.22	0
1149	Toledo	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	6.9	24	84.7	80.3	5.9	6.4	2	2.2	2	1	34.16	SD	.25	2	0
115	São Joaquim de Bicas	Nossa Senhora da Paz	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8	54	80	SD	SD	8.8	7.776	SD	2	1.22	61	SD	.1	SD	SD
1150	Toledo	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.35	36	108.4	102.8	7.7	10.4	2.5	2.8	2.08	1.5	51.24	SD	0	2.35	.005
116	São Joaquim de Bicas	Boa Esperança	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.9	72	110	SD	SD	12.8	9.72	SD	2	0	96.38	SD	0	SD	SD
12	Araxá	Canil	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8.3	80	374	SD	SD	14.8	14.449	SD	3	6.17	125.66	SD	.54	SD	SD
13	Araxá	Estádio Municipal Fausto Alvim	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.4	40	137	SD	SD	7.2	5.346	SD	5	.28	41.48	SD	.2	SD	SD
14	Araxá	Escola Padre Inácio	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	43	103	SD	SD	9.2	4.86	SD	2.5	.26	70	SD	.16	SD	SD
146	Itinga	Lageadinho	Gnáissico-granítico	Mg-Cl-HCO3	8.43	317.6	658	SD	SD	SD	11.1	SD	115.9	40	197.884	23.28	.2	SD	SD
148	Itinga	Teixeirinha	Gnáissico-granítico	Mg-SO4-Cl-HCO3	8.5	216	590	SD	SD	SD	44.226	SD	112.5	227.34	185.44	5.4	.23	SD	SD
15	Araxá	Estádio Vila Nova	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8.5	102	230	SD	SD	18.4	13.608	SD	1.5	.86	122	12	.26	SD	SD
16	Araxá	Estádio Operário	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.2	48	147	SD	SD	12.8	3.88	SD	1.5	.52	92.72	SD	.26	SD	SD
171	Pedra Azul	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO3	8	115	403	SD	45.4	45.4	18.1	15.5	80	17.2	91.5	SD	.37	SD	SD
199	Coronel Murta	Terra Vermelha	Gnáissico-granítico	Mg-HCO3-Cl-SO4	7.54	199.2	362	SD	SD	SD	21.7	SD	64	80	136.64	SD	.43	SD	SD
2	Botelhos	Palmeiral	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.6	65	106	SD	SD	10	9.72	SD	2	1.1	68.32	SD	.3	SD	SD
246	Água Boa	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7	38	83	SD	8.8	8.8	3.888	SD	3.7	3.9	59.78	SD	.13	SD	SD
3	Botelhos	São Gonsalo	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.5	44	116	SD	SD	16.6	3.645	SD	1	0	62.22	SD	0	SD	SD
39	Delfim Moreira	Posto Fiscal Ataque	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.4	80	200	SD	SD	28	2.43	SD	3	2.2	129.32	SD	.65	SD	SD
4	Cabo Verde	Serra dos Lemes	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	47	109	SD	SD	10	5.346	SD	1.5	1	65.88	SD	.12	SD	SD
40	Wencesau Brás	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	73	182	SD	SD	18.8	6.318	SD	8.5	2.5	93.94	SD	.8	SD	SD
41	Wenceslau Brás	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.7	73	176	SD	SD	21.2	5.589	SD	4	1.5	101.26	SD	.5	SD	SD
42	Conceição da Barra de Minas	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3-Cl	7.2	30	112	SD	SD	7.2	2.916	SD	9	6.6	45.14	SD	0	SD	SD
43	Lavras	6º RPPMG	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.6	30	75	SD	SD	6	3.645	SD	1	.13	50.02	SD	0	SD	SD
44	Perdões	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	33	18	SD	SD	7.2	4.374	SD	6	SD	61	0	0	SD	SD
46	Perdões	Cerado	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.2	50	96	SD	SD	10.4	5.832	SD	1.5	SD	85.4	0	0	SD	SD
47	Perdões	Serra do Pião	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	8	30	68	SD	SD	11.2	.486	SD	1.5	SD	25.62	0	0	SD	SD
49	São francisco de Paula	Pereiras	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.8	30	47	SD	SD	4	4.86	SD	1.5	0	42.7	0	0	SD	SD
5	Cabo Verde	B. Cerâmica/Esc. Angolinha	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	50	109	SD	SD	12.8	4.374	SD	2	2.5	75.64	SD	.13	SD	SD
50	São francisco de Paula	Mata das Correias	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8	72	110	SD	SD	13.6	9.234	SD	3	5.55	96.38	0	.63	SD	SD
52	Inconfidentes	Bairro Monjolino	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.7	75	174	SD	SD	23.2	4.131	SD	2	1.8	109.8	SD	.21	SD	SD
53	Monte Sião	Bairro Mococa	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.1	80	150	SD	SD	19.2	7.776	SD	3.5	4.01	120.78	0	.28	SD	SD
54	Monte Sião	Bairro Mococa	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	39	193	SD	SD	9.6	3.645	SD	3	3.2	17.12	SD	.28	SD	SD
55	Monte Sião	Bairro Mococa	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.1	71	167	SD	SD	18.8	5.832	SD	2	.81	107.36	SD	.16	SD	SD
56	Pouso Alegre	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.4	51	113	SD	SD	12.8	4.617	SD	1	1.1	75.64	SD	0	SD	SD
57	Pouso Alegre	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7	22	42	SD	SD	5.2	2.187	SD	1	SD	30.5	SD	0	SD	SD
59	Tocos do Mogi	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3-SO4	7.9	60	180	SD	SD	20.8	1.944	SD	1	25	86.62	SD	.28	SD	SD
61	Arceburgo	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	6.7	55	143	SD	SD	12.8	5.589	SD	4	.68	76.86	SD	0	SD	SD
62	Nova Resende	XII BPMMG	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3-Cl	7.4	80	220	SD	SD	17.6	8.748	SD	13	1.79	58.56	SD	.12	SD	SD
63	Passos	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3-Cl	8.1	89	230	SD	SD	22	8.262	SD	16	1.1	62.22	SD	0	SD	SD
637	Monte Azul	Riacho Seco	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-Cl-HCO3	7.81	350	806.4	577.4	116.7	76.8	39.5	11.5	214.7	68	297.68	SD	.2	.45	.25
639	Espinosa	Barreiro Datas	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO3	8.16	300	986.4	748.7	72.5	54.4	41	12	50	40	428.22	SD	1.5	.25	.005
64	São Pedro da União	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	55	152	SD	SD	15.6	3.888	SD	5	1	62.22	SD	0	SD	SD
65	São Pedro da União	Biguatinga	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	57	157	SD	SD	14	5.346	SD	8	4.7	70.76	SD	.12	SD	SD
661	Mato Verde	Língua D'água	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	8.17	186	554.4	397	142	43.2	19.5	6.3	.26	10	574.62	SD	.2	0	0
662	Espinosa	Mamonas	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO3	8.1	520	1651	1020	90	129.6	49	3.39	328	42	315.98	SD	.26		.046
663	Espinosa	Bonito	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3-Cl	8.27	80	504	360.9	76.4	26.2	5.5	3.4	37.37	18	192.76	SD	4.25	0	0
665	Mato Verde	Sítio Novo	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3-Cl	7.56	350	772.8	553.3	105.5	92.8	29.5	14.1	158	56	385.52	SD	.2	0	0
667	Monte Azul	Barreiro Grande	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-Cl-HCO3	8.27	692	907.2	668.6	97.8	160	73	5.1	387.5	53.5	394.06	SD	.35	.19	.12
668	Monte Azul	Landinho	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.89	286	665.2	476.3	53.5	64	31.5	7.75	16.92	12	439.2	SD	.5	.17	0
669	Mato Verde	Malhadinho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3-Cl	8.1	362	1178.2	894.3	78.3	100.8	27.5	12.1	102.5	58	406.26	SD	.45	1.3	.004
68	Heliodora	B. Sobralado	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	38	109	SD	SD	11.2	2.43	SD	1	0	69.54	SD	.16	SD	SD
69	Heliodora	B. Sobralado	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.5	20	76	SD	SD	6.4	.972	SD	0	0	47.58	SD	.13	SD	SD

70	São Tomé das Letras	Sobradinho	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.5	58	143	SD	SD	18.2	2.673	SD	1	1	95.16	SD	0	SD	SD
700	Porteirinha	Touros	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3-Cl	8.2	360	1285.2	1218.4	180	92.8	32	7.3	207	36	488	SD	.5	3.85	.034
708	Cachoeira do Pajeu	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.35	80	258.5	202.8	19.6	25.6	4	1.9	10.5	2	120.78	2.4	.5	.018	.8
71	Varginha	Condomínio Lagamar	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.1	87	166	SD	SD	26.8	4.86	SD	1	2.2	107.36	SD	.12	SD	SD
716	Pedra Azul	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Cl-HCO3	7.1	40	225	SD	30	8.8	4.37	12.8	49.2	8.3	35.38	SD	.2	2.9	.016
717	Pedra Azul	Aracaji	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3-Cl	7.5	98	270	SD	33.6	20.8	11.18	5.6	46.3	8	106.14	SD	.23	.58	0
718	Bandeira	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3-Cl	7	268	803	575	66.4	72	22	6.1	131	36	242.78	SD	.3	.05	0
73	Itanhandu	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.7	47	118	SD	SD	14	23.544	SD	3	4.6	71.89	SD	.14	SD	SD
739	Riacho dos Machados	Paraíso	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.83	48	143	135.6	15.1	12.8	4	1.8	2	1.8	95.16	SD	.3	0	0
740	Grão Mogol	Lobeiro	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.8	76	189.5	SD	15.5	25.6	2.92	3.1	3.4	3.1	139.08	SD	.27	.37	0
748	Comercinho	Terra do Arcucio	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Cl	7.9	216	1211	SD	232.2	10.4	46.17	15.6	371	22.7	173.24	18	.9	5	.008
750	Medina	General Dutra	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.1	108	278	SD	31.6	35.2	4.86	4.5	6.3	5.6	190.32	10.8	.76	.15	0
752	Jequitinhonha	São Pedro do Jequitinhonha	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Cl-HCO3	7.7	100	368	SD	64	21.6	11.18	7.2	75.2	12.2	125.66	SD	.33	2.8	0
754	Medina	Aredo	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.1	22	118.9	SD	16.2	7.2	.97	4	7.3	1.5	58.56	SD	.8	1.3	0
76	Belo Horizonte	Pompéia Futebol Clube	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.9	84	150	SD	0	28	3.402	SD	5.5	SD	104.92	0	0	SD	SD
77	Belo Horizonte	Colégio Tiradentes	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	50	81	SD	SD	11.2	5.346	SD	1.5	SD	59.78	0	0	SD	SD
78	Belo Horizonte	Clube dos Oficiais da PMMG	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3-Cl	7.8	50	80	SD	SD	8	7.29	SD	8	0	57.34	SD	.1	SD	SD
79	Belo Horizonte	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	64	100	SD	SD	13.6	6.318	SD	1	SD	62.22	0	0	SD	SD
793	Grão Mogol	Santo Antônio	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.7	78	164.8	SD	11.2	24.4	4.13	3.1	2.4	2.9	125.66	SD	.54	.006	0
794	Grão Mogol	Cambauba	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-Cl	8.1	116	321	SD	19.8	34.4	7.29	3.8	49.8	1.2	114.68	4.8	.66	SD	0
8	Araxá	Bosque dos ipês	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8	53	244	SD	SD	10	6.804	SD	2	1.44	85.4	SD	.12	SD	SD
80	Belo Horizonte	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.4	58	69	SD	SD	10.4	7.776	SD	3.5	4	51.24	0	.14	SD	SD
814	Itinga	Laranjeiras	Gnáissico-granítico	Na-Mg-HCO3-Cl	8.09	84	401.85	287.7	51	4.8	18	7.6	46	5.8	163.48	SD	.5	.1	.001
817	Joaima	Giru	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-Cl-HCO3	8	122	366	SD	35.7	28	12.64	7	67.6	9.4	93.94	15.6	.31	1	0
82	Crucilândia	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Cl-HCO3	7.5	34	66	SD	SD	6.4	4.374	SD	30	SD	50.02	SD	0	SD	SD
83	Esmeraldas	Bairro Cidade Jardim	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	8	52	110	SD	SD	16	2.916	SD	1.5	SD	93.94	0	.2	SD	SD
838	Botumirim	Marzagão	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8	44	103.4	SD	10.2	12	3.4	3.3	3.2	1.6	85.4	SD	0	.16	0
84	Esmeraldas	Bairro Cidade Jardim	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.4	36	86	SD		26	2.43	SD	.5	.75	65.88	SD	.25	SD	SD
842	Teófilo Otoni	Belo Oriente	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3-Cl	7.2	108	308	236.9	25.6	28.8	8.75	3.9	24	7	145.18	SD	.8	0	.05
85	Esmeraldas	Tropeiros	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.1	28	59	SD	SD	4	4.374	SD	1.5	.72	43.92	SD	0	SD	SD
851	Água Boa	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.85	60	181.25	153.8	9	17.6	4	.89	1	10	92.72	SD	.16	.22	.01
852	Água Boa	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-SO4	8.3	74	235.4	172.8	15	22.4	4.5	5	1.75	34	93.94	4.8	.26	.22	0
853	Água Boa	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.6	40	SD	SD	8.4	12.8	5.5	3.2	1.5	6	80.52	SD	.5	.22	0
854	Teófilo Otoni	Mucuri	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3-Cl	6.35	36	182	98.5	15.5	8	4	4	15	10	48.8	SD	.15	.001	.75
87	Esmeraldas	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	44	120	SD	SD	12.8	2.916	SD	.5	0	73.2	SD	1.2	SD	SD
874	Felício dos Santos	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.24	88	195.3	150.2	11.6	30.4	3	4.5	3.06	2	134.2	SD	.2	.006	.006
878	Coluna	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.59	44	88	83.4	3.22	8	6	3.2	1	1	63.44	SD	.2	.05	0
879	São João Evangelista	Nelson de Sena	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.31	56	158.1	149.9	11.4	12.8	6	3.3	1.71	2.2	85.4	7.2	.25	0	0
880	São Sebastião do Maranhão	Mãe dos Homens	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.6	56	149.1	SD	8.9	11.2	5.1	5.4	1.4	1.2	89.06	SD	.4	.05	0
881	Nacip Raydan	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8.65	228	462	334.8	16.9	44.8	29	10.6	9	15	291.58	9.6	0	.37	0
883	Virgolândia	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.1	140	310	230.8	19.7	40	10	5.4	22.5	12	163.48	SD	.15	.36	0
884	Pescador	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	8.15	40	150	142.2	13.9	11.2	3	3.5	5	2	80.52	SD	.2	.22	.13
887	Frei Gaspar	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-Cl	7.65	96	302.5	262.6	27.4	32	4	3.6	23.5	.7	161.04	SD	.7	0	0
89	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.2	82	140	SD	SD	18.4	8.748	SD	1	SD	118.34	SD	.8	SD	SD
9	Araxá	Santa Casa de Misericórdia	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	8	60	261	SD	SD	11.6	7.533	SD	2	3.76	98.82	SD	.23	SD	SD
90	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8	56	115	SD	SD	15.5	4.374	SD	.5	SD	86.62	SD	.12	SD	SD
908	Dom Joaquim	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.15	36	110	104	8.5	10.4	2.5	2.54	2.5	2	58.56	SD	0	1.77	0
91	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.9	14	57	SD	SD	4.4	.729	SD	1	SD	47.58	0	0	SD	SD
910	Alpercata	Era Nova	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.2	130	312	SD	29.1	35.2	10.21	6.7	5.3	15.9	183	18	.26	.16	0
915	Mendes Pimentel	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Mg-HCO3-Cl	6.46	52	180	138.4	23.9	8	8	3.5	22.6	22	79.3	SD	0	0	0
92	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	7.7	34	78	SD	SD	5.6	4.86	SD	.5	SD	57.34	0	.15	SD	SD
927	Maravilhas	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.6	16	69.9	SD	6.2	4.8	.97	5	4.35	.5	36.6	SD	.14	.5	.002
93	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	28	66	SD	SD	8	1.944	SD	1	SD	52.46	0	0	SD	SD
932	Braúnas	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Mg-Ca-HCO3	7.95	32	99	93.8	10	6.4	4	2	1.5	6	50.02	0	.45	2.3	0
933	Braúnas	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3	7.45	36	132	125.1	12	8	4	2.2	7	.5	62.22	SD	.25	.45	0
937	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.65	16	42.35	40.1	2.2	4.8	1	1.2	1.82	1	19.52	SD	0	.38	0
938	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	6.45	16	41.8	39.6	2.2	3.2	2	1.3	2.08	1.2	20.74	SD	0	.13	0
939	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	8.4	40	80.3	76.1	2.1	12.8	2	1.3	1.56	1.5	43.92	2.4	0	.43	0
94	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	16	62	SD	SD	3.2	1.944	SD	.5	SD	47.58	0	.12	SD	SD
940	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	6.5	14	42.4	40.2	1.8	3.2	1.5	1.4	1.04	2	19.52	SD	0	.32	0
942	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Na-Ca-HCO3	5.3	10	37.4	35.5	1.84	1.6	1.5	.4	1.5	2	12.2	SD	0	0	0
943	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	5.9	12	35.2	SD	1.1	2.4	1.5	.9	2	2	10.98	SD	.1	.32	0
944	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.22	18	39.9	37.8	2.8	4	2	1.4	2.04	1.8	24.4	SD	0	.4	0
945	Fernandes Tourinho	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.1	164	412.5	295.4	23	48	11	4.6	10	38.2	195.2	SD	.4	0	0
946	Tarumirim	Vai e volta	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.8	100	350	269.2	49.9	27.2	8	4.3	3	2.5	241.56	SD	.85	.16	0
95	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.3	66	120	SD	SD	18.4	4.86	SD	2	SD	100.04	0	0	SD	SD

960	Bom despacho	Mato seco	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.3	27	93.4	SD	12	8.8	1.22	1.1	1.4	.35	67.1	SD	0	.25	0
964	Leandro Ferreira	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.55	24	85.6	76.5	8.5	8	1	2.5	1	1	53.68	SD	.2	.71	0
965	Conceição do Pará	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.4	68	176	SD	6.2	16	6.8	1.6	8.79	5.2	84.18	SD	.14	.31	.02
966	Igaratinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.95	34	103.4	98.6	10.5	9.6	2.5	1.5	1.5	2	67.1	SD	.2	.53	.006
969	Nova Serrana	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3	7.15	18	76.9	65.4	10.58	4	2	.55	.5	.5	45.14	SD	.16	.22	0
97	Esmeraldas	Melo Viana	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	32	100	SD	SD	9.6	1.944	SD	1.5	0	54.9	SD	0	SD	SD
971	Contagem	Nova Contagem	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3-CO3	8.2	60	151.6	SD	13.1	23.2	.49	1.1	1.9	.8	75.64	18	0	0	0
973	Contagem	Retiro	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.2	47	130.8	SD	9.2	14.4	2.67	1.6	5.5	.65	80.52	SD	0	.41	0
974	Contagem	Retiro	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	8.2	71	177	SD	14.5	21.2	4.37	1.1	4.3	1.3	109.8	9.6	.14	0	0
976	Esmeraldas	Caracois	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	7.69	48	125	118.5	9.4	9.6	6	1.9	2	1.75	78.08	SD	.2	.57	.002
977	Florestal	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	6.65	40	100	94.2	4	6.4	6	1.2	4	.5	51.24	SD	.1	.75	.01
978	Florestal	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.75	64	159.5	171.2	9	19.2	4	1.31	.5	.5	96.38	SD	.2	1.1	0
98	Esmeraldas	Santa Cecília	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.9	42	87	SD	SD	12	2.916	SD	4	.78	65.88	0	0	SD	SD
986	Nova União	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.3	24	69	SD	9.3	8	.97	1.4	2.2	.75	54.9	SD	0	.06	0
987	Sabará	Ravena	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.3	82	192.6	140	7.4	20.8	7.5	1.9	2.5	5	97.6	4.8	.1	.89	.009
988	Santa Luzia	Bom Despacho	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	7.42	56	160	159.7	14	16	4	2.2	4.3	1.5	96.38	SD	.15	.4	.001
99	Esmeraldas	Santa Cecília	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	28	41	SD	SD	6.4	2.916	SD	3.5	0	31.72	0	0	SD	SD
990	Vespasiano	Vila Esportiva	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	7.8	52	139.1	131.7	9.5	11.2	6	.8	1	.5	85.4	SD	.6	.22	0
991	Vespasiano	São José da Lapa	Gnáissico-granítico	Ca-HCO3	7.84	205	348.75	249.7	2	75.2	5	.36	2.08	18	220.82	SD	.014	.58	.014
992	Antônio Dias	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-Mg-HCO3	7.6	18	64.8	61	9.4	4	2	2	3.5	3	37.82	SD	0	.53	.016
993	Coronel Fabriciano	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	7.6	24	70.4	66.7	2.1	5.6	2.5	1.3	1.5	1.8	30.5	SD	0	.31	0
994	Coronel Fabriciano	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	6.85	18	53.9	51.1	2.4	4.8	1.5	1.3	1.5	.5	25.62	SD	.2	.18	.006
995	Coronel Fabriciano	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-Na-HCO3	6.5	16	45.7	43.3	2.3	3.2	2	1.4	2.5	1.5	20.74	SD	0	.2	.01
996	Coronel Fabriciano	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	6.8	18	49.5	46.9	3.3	4	2	1.4	1.5	1.2	26.84	SD	0	.17	0
882	São José da Safira	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.45	52	148.5	140.8	11.2	14.4	4	2.7	1.5	2	90.28	SD	.2	.22	0
886	Frei Gaspar	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Na-HCO3	6.55	68	236.5	181.9	21.7	20.8	4	3.1	15.5	1	112.24	SD	.2	.1	0
909	Alpercata	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-HCO3	8.55	140	375.5	251.9	15.9	36.8	14	5	7.5	6	203.74	SD	.2	.22	.01
925	Maravilhas	Sede	Gnáissico-granítico	Na-Ca-HCO3	7.6	36	105.4	84	13.34	11.2	2	.62	1	1.5	71.98	SD	.23	.66	0
934	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Ca-Mg-Na-HCO3	6.65	18	49.5	46.9	2.3	4	2	1.5	1.04	1.5	25.62	SD	0	.3	0
941	Ipatinga	Sede	Gnáissico-granítico	Mg-Ca-HCO3	6.7	16	43.4	41.2	1.8	3.2	2	1.3	1.04	.8	21.96	SD	.1	.17	0
642	Itacarambi	Caraibas	Pelítico	Ca-HCO3	8	279	485	SD	3	98.8	7.78	.32	9.4	1.3	342.82	SD	0	.96	0
643	Itacarambi	Várzia Grande	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	7.9	336	696.6	484.2	12.88	98.4	22.5	.47	17.5	2	385.52	SD	.16	17.8	0
644	Itacarambi	Fabião	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	228	394	282	2.76	72	12	.39	3	3	275.72	SD	.16	.44	0
659	Varzelândia	Tamboril	Pelítico	Mg-Ca-HCO3	8	296	508		20.2	56	37.91	1.4	4.3	13	413.82	SD	.76	.26	.01
674	São Francisco	Anqical	Pelítico	Na-Ca-HCO3	8.15	34	174.2	80.8	18.86	8	3.5	.82	.5	2	100.04	SD	.17	0	0
675	Arinos	Sede	Pelítico	Na-HCO3	8.4	24	SD	SD	83	5.6	2.43	.48	4.89	1.5	187.88	16.8	.78	0	0
677	Buritís	Sede	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO3	8	52	150	10.5	15	11.2	6	.89	.5	1	102.48	SD	.1	.22	0
678	Buritís	Sede	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO3	7.7	48	122.5	7.4	13	11.2	5	.74	1	.5	91.5	SD	.04	.22	0
692	Janaúba	Jacarezinho	Pelítico	Ca-HCO3-Cl	7.4	425	726	519.9	27.2	140	18.75	2.1	73	11	447.74	SD	.2	14.62	.01
693	Porteirinha	Sede	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	8.15	308	575	411.7	26.4	80	27	8.1	47.5	25	326.96	SD	.3	0	.001
694	Porteirinha	Tamboril	Pelítico	Mg-Ca-HCO3	6.8	484	830.5	594.6	15.6	87.2	66.5	6.5	65.52	15.5	486.78	SD	0	.3	.009
695	Porteirinha	Barreiro Danta	Pelítico	Ca-Na-Mg-Cl-HCO3	7.8	350	902	SD	56.3	89.2	30.86	21	173	19.6	248.88	SD	.21	0	0
696	Porteirinha	Furado da Roda	Pelítico	Na-Ca-Cl-HCO3-SO4	8.45	268	1150	872.9	153.4	76.8	19	27.7	230	140	193.98	21.6	1.75	.88	.004
697	Porteirinha	Amargosa	Pelítico	Ca-Mg-Na-Cl-HCO3	8.01	836	1955	1483	107.8	193.6	88	19.9	510	64	401.38	SD	.45	1.58	.002
721	Ubaí	Boa Vista	Pelítico	Ca-HCO3	7.9	112	264	203	8.56	40	3	.98	3	.5	152.5	SD	.1	.6	.006
722	Brasília de Minas	Sede	Pelítico	Na-HCO3	8.75	28	286	237.4	59.4	6.4	3	1.48	1.5	4	150.06	12	.38	.22	0
723	Brasília de Minas	Japonvar	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO3	8.45	110	408	314	41.2	28	10	5.6	13	1	179.34	16.8	1.25	.16	0
729	Capitão Eneias	Barreiro de Dentro	Pelítico	Ca-Na-Mg-HCO3	7.75	360	682	545.6	44.4	91.2	22	1.9	13.5	19	453.84	SD	.3	0	.005
730	Capitão Eneias	Barreiro de Dentro	Pelítico	Ca-HCO3	7.44	360	595.2	426.2	11.5	120	15	1.1	4.6	39.2	402.6	SD	0	.4	.004
733	Montes Claros	Olhos D'água	Pelítico	Ca-HCO3	8.04	329	557.6	399.2	5.9	118	8.5	1.6	5.4	10	369.66	SD	.2	2.75	.023
734	Francisco Sá	Mingau	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	8.09	216	367	263.1	15.5	49.6	23	2.1	10.44	6.2	259.86	SD	0	.59	.01
735	Francisco Sá	Marmelada	Pelítico	Ca-Mg-SO4-HCO3	7.57	688	1302	1001.2	59.8	208.8	41.5	2.8	5.43	380	480.68	SD	0	0	0
737	Janaúba	Simplicio	Pelítico	Mg-Ca-HCO3	8.15	486	935	709	48.2	92.8	63.5	1	76.44	14.6	538.02	SD	0	2.35	0
758	Bonfinópolis de Minas	Sede	Pelítico	Ca-Na-HCO3	7.9	196	458.8	402.9	42.32	60.8	11	2.06	8	.5	346.48	SD	.03	2.6	0
760	Coração de Jesus	São João do Pacuí	Pelítico	Ca-HCO3	8.45	292	572	422.4	24.8	96	13	5	3	38	318.42	28.8	.15	2	0
764	Lagoa dos Patos	Sede	Pelítico	Na-Ca-Mg-HCO3	8.55	108	347.7	298.4	33.5	27.2	10	4.6	1	4	183	12	.5	.22	.046
765	Lagoa dos Patos	Sede	Pelítico	Ca-HCO3	7.9	144	269.5	207.3	4.3	49.6	5	2.5	2	1	176.9	SD	0	.2	0
766	Claro dos Poções	Vista Alegre	Pelítico	Na-Ca-HCO3	8.4	94	324	SD	64	32.8	2.92	1.1	1.5	2.8	225.7	24	.16	.05	.002
769	Coração de Jesus	Sobradinho	Pelítico	Ca-HCO3	8.3	199.5	302.7	232.8	6.2	71.44	5.23	4.1	2.17	6	238.73	4.94	.25	0	0
770	Montes Claros	Canto do Engenho	Pelítico	Ca-HCO3	8.01	156	277.2	213.2	1.4	58.4	2.5	.58	.98	2	187.88	SD	.4	0	0
771	Juramento	Nova Santana	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	7.8	348	708	506.9	22.3	107.2	20	2.1	3.5	36	442.86	SD	0	.22	0
825	Claro dos Poções	Sede	Pelítico	Ca-Na-HCO3	8.3	220	440	376.4	24.8	70.4	11	1.5	2.5	6	290.36	14.4	.15	.22	0
827	Claro dos Poções	Funil	Pelítico	Mg-Ca-HCO3	5.3	8	15.4	14.6	.33	1.6	1	.13	.5	1	8.54	SD	.2	.22	0
832	Engenheiro Navarro	Sede	Pelítico	Ca-HCO3	7.85	196	412.5	312.7	13.3	65.6	8	1.3	13	1	242.78	SD	.1	5.76	.074
833	Engenheiro Navarro	Sede	Pelítico	Ca-HCO3	8	196	390.5	SD	6.1	68.8	5.83	1.3	8.65	.5	236.68	SD	.12	1.43	.006
834	Engenheiro Navarro	Sede	Pelítico	Ca-HCO3-Cl	7.7	320	643.5	SD	11.9	105.6	13.61	2.6	56.71	3	262.3	SD	.1	9	.25
835	Engenheiro Navarro	São Norberto	Pelítico	Ca-HCO3	8.05	268	489.8	350.7	9.4	89.6	10	1.1	1.5	3	335.5	SD	.15	.16	0
837	Engenheiro Navarro	Tirirical	Pelítico	Ca-HCO3	7.45	346	572	409.6	12.3	124	9	1.8	3	4	431.88	SD	.45	0	0
843	Vazante	Vaza-mor	Pelítico	Mg-Ca-HCO3	8.55	84	154	145.8	1.5	14.4	12	.53	2	5	80.52	4.8	.1	.22	0
847	Joaquim Felício	Sede	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	8.3	220	440	1376.8	11.1	47.2	8.5	1.2	.5	2.5	157.38	19.2	.1	0	0
848	Joaquim Felício	Sede	Pelítico	Ca-HCO3	7.65	170	330	262.7	10.8	56	7.5	1.3	1	1	226.92	SD	.1	0	0
858	Coromandel	Sede	Pelítico	Ca-HCO3	7.6	40	SD	SD	1.38	27.2	4	.16	1	.5	104.92	SD	.09	.22	0
859	Coromandel	Brejão	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	7.25	40	110.4	104.7	2.8	8.8	4.5	8.7	.5	1.5	70.76	SD	0	.22	0
860	Lagmar	Sede	Pelítico	Ca-Mg-HCO3	7.75	328	627	415.5	.83	11.2	4	.73	1	3	53.68	SD	0	SD	0
867	Augusto de Lima	Sede	Pelítico	Ca-Na-Mg-HCO3	8.5	80	192.5	177.2	17.6	20.8	7	.79	2	3	109.8	12	0	.22	0
868	Augusto de Lima	Sede	Pelítico																

467	Curvelo	Sede	Pelítico-carbonático	Mg-HCO3	7.7	160	430	SD	4.81	16	29.16	.56	2	3.76	272.06	SD	.18	SD	SD	
468	Curvelo	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO3-Cl	6.9	116	310	SD	10.7	34.4	7.29	.62	22	4.95	123.22	SD	0	SD	SD	
519	Icarai de Minas	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-Mg-HCO3	8.2	68	429	SD	30.9	75.2	17	1.1	6	6	364.78	SD	.35	SD	SD	
530	São Francisco	Vila do Morro	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	8.2	35	319	SD	24	46.4	8.505	6.8	3	3.8	226.92	SD	.32	SD	SD	
67	Vargem Bonita	São Sebastião do Cabresto	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.8	129	230	SD		46.4	3.159	SD	1	4.43	151.28	SD	.14	SD	SD	
759	Buritizeiro	Cachoeira da Manteiga	Pelítico-carbonático	Na-HCO3-CO3	8.42	46	SD	280	90	12.4	3.75	1.2	19	12	146.43	45.6	1.5	SD	0	
775	Montes Claros	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	8.1	212	SD	214.3	6	70.4	9	1.17	.5	1	297.68	SD	.2	.22	0	
776	Montes Claros	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.9	192	372	215.9	16.1	64	8	.17	.5	2	267.18	SD	.05	.44	0	
779	Montes Claros	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.8	244	458.8	301.4	2.07	83.2	9	.37	3.5	4	308.66	SD	.006	.3	0	
823	Buritizeiro	Vila das Palhas	Pelítico-carbonático	Na-Ca-Mg-HCO3	8.13	88	237.6	182.7	25.3	21.2	8.75	2.1	1.5	4	163.48	SD	.2	.05	.001	
844	Lassance	Boqueirão	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.37	26	71.28	67.6	6.1	73.6	5.8	.69	2	2	263.52	2.4	0	.1	0	
845	Lassance	Brejo	Pelítico-carbonático	Na-Ca-HCO3	8.09	90	426.6	305.4	69	22.4	8.5	1.4	8.5	9	256.2	SD	.4	0	.001	
866	Lassance	Santa Maria	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-HCO3	7.75	328	627	415.5	21.7	97.6	21	1.7	3	32	406.26	SD	0	.08	0	
869	Corinto	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	8.05	138	280.5	200.5	3.7	51.2	2.5	.7	2.5	2	164.7	SD	.14	1.5	.009	
871	Corinto	Sto Hipólito	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	8.35	188	363	262	14.72	65.6	6	3.9	1	8	239.12	12	0	1.33	0	
894	Carmo do Paranaíba	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	5.85	16	51.7	47.5	4.5	4.8	1	.2	.5	4	23.18	SD	0	.22	.03	
898	Biquinhas	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	8.3	76	209	160.7	13.5	22.4	5	1	1.04	.5	100.04	9.6	0	0	0	
899	Paineiras	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	8.1	74	218.6	SD	20.6	27.2	6.8	1.5	3.5	1.5	159.82	SD	0	0	0	
901	Morada Nova de Minas	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-Mg-HCO3	7.05	64	181.5	139.6	12	17.6	5	.88	4	2	92.72	SD	.1	1.3	.003	
902	Morada Nova de Minas	Sede	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO3-SO4	6.85	48	116.25	110	13	8	7	.84	2.08	20.5	69.54	SD	.25	.16	0	
903	Morada Nova de Minas	Sede	Pelítico-carbonático	Mg-Na-HCO3	7.87	48	111.6	105.8	12.3	4.8	9	.57	2.08	10.5	68.32	SD	.6	.8	0	
904	Curvelo	Saco Novo	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.95	234	418	299.3	3.8	87.2	4	1	.26	2	284.26	SD	0	0	0	
919	Quartel Geral	Sede	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO3	7.8	30	86.9	SD	8.8	4.8	4.37	1.1	2.69	1.5	56.12	SD	.1	0	0	
920	Martinho Campos	Sede	Pelítico-carbonático	Na-Ca-HCO3	7.85	36	136.4	103.8	19	9.6	3	.74	3	3	78.8	SD	.08	.22	0	
921	Pompéu	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.75	118	275	211.5	11.2	38.4	5.5	1	5	7	154.94	SD	0	.76	.015	
922	Pompéu	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	6.95	104	542	186.1	9.4	35.2	4	.8	2.08	3.5	140.3	SD	.2	.17	.014	
923	Pompéu	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	6.95	104	286.5	181.9	8.3	34.4	4.5	.98	2.08	4.2	135.42	SD	.15	.25	0	
924	Pompéu	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	7.4	60	176	135.3	10.2	19.2	3	2.1	5	3.5	85.4	SD	.15	1.2	.011	
955	Córrego Dantas	Sede	Pelítico-carbonático	Na-Ca-Mg-HCO3	8.05	84	242	186.1	21.85	17.6	10	1.7	1.75	2.5	147.62	SD	.3	.45	0	
956	Córrego Dantas	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Mg-Na-HCO3	8.25	124	297	267.3	19.8	27.2	14	1.7	2	3	189.1	SD	.2	.05	0	
957	Córrego Danta	Sede	Pelítico-carbonático	Ca-Na-HCO3	7.35	74	187	146.8	9	25.6	2.5	1	1	2	106.14	SD	.15	.01	0	
958	Estrela do Indaiá	Sede	Pelítico-carbonático	Na-Mg-Ca-HCO3	7.9	32	104	97.4	11	4.8	5	.6	.5	.5	65.88	SD	.1	.22	0	
959	Bom despacho	Engenho Ribeiro	Pelítico-carbonático	Ca-HCO3	7.91	135	227.3	174.8	.68	48	3.75	.61	.4	1	165.92	SD	.1	0	0	
985	Lagoa Santa	Aeroporto de Confins	Pelítico-Carbonático	Ca-Mg-Na-HCO3	7.5	170	250	SD	28.3	62.4	18	1.6	1.04	39.2	300.12	SD	.48	0	0	
783	Botumirim	Sede	Quartzítico	Ca-HCO3	7.9	24	56.3	53.3	2.3	8	1	2	1	2	35.38	SD	.1	.44	0	
849	Diamantina	Inhai	Quartzítico	Ca-HCO3-Cl	7.67	28	63.7	60.4	.62	11.2	0	.45	6.1	.5	26.84	SD	.1	0	0	
103	Juatuba	Sede	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	7.4	78	17	SD	SD	24	4.374	SD	.5	0	108.58	SD	.12	SD	SD	
104	Juatuba	Sede	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	7.3	60	150	SD	SD	15.2	5.346	SD	2.5	0	98.82	SD	.12	SD	SD	
106	Juatuba	Francelino	Xistoso	Mg-Ca-HCO3	7.9	60	150	SD	SD	11.2	7.776	SD	6	0	80.52	SD	0	SD	SD	
107	Juatuba	Francelino	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	7.3	70	150	SD	SD	19.2	5.346	SD	3.5	5.13	100.04	SD	.14	SD	SD	
1092	Tiradentes	Sede	Xistoso	Ca-Na-HCO3	8.45	128	250	182.4	20.2	43.2	5	1	5.5	20	139.08	16.8	.2	0	.18	
136	Francisco Badaró	Sede	Xistoso	Ca-Na-Mg-HCO3	7.8	211	613	SD	55.2	55.2	19.2	11.3	43.7	20.2	286.7	SD	.34	SD	SD	
137	Francisco Badaró	Sede	Xistoso	Ca-Na-HCO3	7.7	147	558	SD	91.8	91.8	18.4	11.8	24.4	31.8	312.32	SD	.49	SD	SD	
189	Águas Vermelhas	Jatobazinho	Xistoso	Mg-HCO3-CO3-Cl	8.64	116	415	SD	SD	8.7	SD	SD	31.3	1.5	219.6	39.6	0	SD	SD	
190	Berilo	Caititu do Meio	Xistoso	Mg-HCO3-Cl	8.44	352.2	1090	SD	SD	SD	362.556	SD	173.7	8	4.488.868	37.032	.89	SD	SD	
194	Botumirim	Adão Colares	Xistoso	Mg-HCO3-SO4	7.8	85	230	SD	SD	SD	6.075	SD	6.4	63.2	102.48	SD	.75	SD	SD	
195	Botumirim	Adão Colares	Xistoso	Mg-HCO3	8.2	98.5	201	SD	SD	SD	60.993	SD	2.08	1.96	153.72	SD	.34	SD	SD	
198	Coronel Murta	Vereda	Xistoso	Mg-HCO3-Cl	8.36	238	684	SD	SD	SD	30.1	SD	78	3	348.92	21.6	0	SD	SD	
203	Cristália	Sede	Xistoso	Mg-SO4-HCO3	6.7	19	13	SD	SD	SD	2.673	SD	1.4	19.1	12.2	SD	0	SD	SD	
205	Cristália	Caveiras	Xistoso	Mg-HCO3	8.7	94.3	160	SD	SD	SD	136.323	SD	1.8	0	87.84	7.8	.1	SD	SD	
207	Cristália	Riacho das Pedras	Xistoso	Mg-HCO3	8.4	59.8	152	SD	SD	SD	4.86	SD	1.4	1.1	126.88	.6	.53	SD	SD	
208	Cristália	Pontilhão	Xistoso	Mg-HCO3	8.49	78.3	149	SD	SD	SD	78.003	SD	1.4	0	115.9	4.2	0	SD	SD	
212	Cristália	Cedro	Xistoso	Mg-HCO3-CO3	8.57	175	320	SD	SD	SD	170.829	SD	8.8	0	200.08	19.2	0	SD	SD	
216	Montezuma	Areião	Xistoso	Mg-HCO3	7.99	49.07	264	SD	SD	SD	5.56	SD	2.7	0	157.99	3.72	0	SD	SD	
219	Montezuma	São Modesto	Xistoso	Mg-HCO3-Cl	8.06	84.8	233	SD	SD	SD	8.6	SD	29.1	1.6	153.11	SD	.15	SD	SD	
223	Ninheira	Moro do Ouro	Xistoso	Mg-HCO3-Cl	7.4	164	250	SD	SD	SD	19.926	SD	20	5.51	175.68	SD	.14	SD	SD	
229	Novorizonte	Alto São João	Xistoso	Mg-HCO3-SO4	7.99	104	182	SD	SD	SD	10.206	SD	4.5	31	151.28	0	0	SD	SD	
230	Novorizonte	Barrinhas	Xistoso	Mg-HCO3	8.04	105	309	SD	SD	SD	209.709	SD	6.9	0	204.96	0	0	SD	SD	
231	Rio Pardo de Minas	Brejinho	Xistoso	HCO3-SO4	8.06	56	219	SD	SD	SD	3.402	SD	5.5	28	151.28	SD	0	SD	SD	
238	São João do Paraíso	Sede	Xistoso	Mg-Cl-HCO3-SO4	8.5	260	673	SD	SD	SD	17.01	SD	109	49.5	143.96	SD	.11	SD	SD	
239	São João do Paraíso	Sede	Xistoso	HCO3-Cl	8.4	56	332	SD	SD	SD	4.131	SD	33.1	3	159.82	SD	.31	SD	SD	
24	Sacramento	Posto Eduardo Devos	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	8.1	61	117	SD	SD	SD	15.2	5.589	SD	3.5	.52	86.62	SD	.17	SD	SD
421	Araçuaí	Agua Nova	Xistoso	Na-Mg-Ca-HCO3	8.6	135	436	SD	49.3	28.7	19	2.8	32.8	16	223.26	SD	.54	SD	SD	
422	Araçuaí	Malhada dos Bois	Xistoso	Mg-Na-Ca-SO4-HCO3	7.5	508	1110	SD	108.4	88.2	67.9	20	72.1	420	207.4	SD	.23	SD	SD	
423	Araçuaí	Barriguda de Baixo	Xistoso	Ca-Na-Mg-Cl-SO4	7.5	712	1856	SD	171.3	165	72.8	22.8	553	286	184.22	SD	2.1	SD	SD	
424	Araçuaí	Quati	Xistoso	Na-Ca-HCO3-Cl	7.6	123	417	SD	43.4	37.8	7.5	13.4	63.1	29.4	114.68	SD	.59	SD	SD	
491	Chapada do Norte	Sede	Xistoso	Na-K-Ca-Mg-HCO3-Cl-S	7.75	4.04	14.1	SD	1.54	.808	.49086	1.6	1.71	2.02	50.264	SD	0	SD	SD	
566	Guarda Mor	Sede	Xistoso	Na-Mg-HCO3	7.6	15.09	89.49	SD	13.2	4.53	3.67	.7	.51	1.86	67.1	SD	.12	SD	SD	
60	Abadia dos Dourados	Bonsucesso	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	8.1	61	110	SD	SD	SD	16.4	4.86	SD	2	1.8	97.6	SD	.27	SD	SD
702	Rio Pardo de Minas	Indaiabira	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	8.1	108	191.8	SD	3.4	26	10.45	2.9	2.9	4.5	126.88	2.4	.66	0	0	
704	Taiobeiras	Manteiga	Xistoso	Na-HCO3-Cl	8.06	41	273.7	210.5	43	8.8	4.75	8.1	27	6	114.68	SD	.7	0	.001	
74	São Vicente de Minas	Sede	Xistoso	Ca-Na-HCO3-Cl	7	92	2308	SD	14.9	23.9	7	17.1	27.2	21.6	126.22	SD	0	SD	SD	
742	Rubelita	Bananal	Xistoso	Mg-Na-Ca-Cl-HCO3	7.2	512	1309	SD	137.5	66.8	83.84	18.9	405	25.2	215.94	SD	.32	.6	0	
785	Botumirim	Adão Colares	Xistoso	Ca-Na-HCO3	7.8	42	84.6	SD	22.5	29.6	5.35	2.9	4.6	.45	150.06	10.8	.8	.1	0	
787	Berilo	Tabuleiro	Xistoso	Na-Mg-HCO3	7.5	36	SD	SD	17.8	5.6	5.35	4.5	4.6	6.3	82.96	SD	.21	1.1	0	
788	Cristália	Cabra	Xistoso	Ca-Mg-HCO3	8.49	109	271.05	208.4	7.8	33.2	6.5	2.2	1	1.8	143.96	6	.4	0	.002	

### 11.2.3 Apêndice C

Tabela de temperatura média máxima mensal e anual entre 1999 a 2005. (Baseado em fontes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; INMET; Seção de Observação e Meteorologia Aplicada; 2006).

Temperatura média máxima mensal e anual (em °C)															
1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004 e 2005															
<b>Aimorés</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Araxá</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	36.4	33.2	34.1	33.2	33.4	31.0	33.6	Jan	29.0	28.1	29.6	29.5	27.2	27.4	27.9
Fev	36.8	34.5	36.7	33.1	35.5	31.7	33.5	Fev	28.7	27.8	31.4	26.2	29.5	26.6	29.0
Mar	33.9	33.0	35.4	33.9	35.0	32.3	33.4	Mar	28.1	27.6	29.3	26.7	27.4	27.6	28.4
Abr	32.8	32.9	34.4	33.6	33.2	31.3	33.2	Abr	28.0	27.7	29.6	28.5	27.6	27.1	29.1
Mai	31.2	30.5	31.3	31.6	31.5	29.7	30.5	Mai	25.5	26.5	26.4	26.0	25.2	25.7	25.9
Jun	30.8	30.2	30.3	30.6	31.9	28.9	28.6	Jun	25.9	26.2	26.4	25.4	26.8	24.4	24.4
Jul	30.0	28.7	30.8	30.7	30.4	26.9	28.7	Jul	26.1	25.1	27.1	25.5	25.7	23.9	24.9
Ago	30.1	30.6	30.0	31.3	30.2	30.3	30.2	Ago	26.5	28.7	26.6	28.0	27.5	27.6	27.7
Set	32.0	29.7	30.1	29.1	31.6	32.2	29.9	Set	28.4	26.3	28.3	27.5	28.8	31.1	28.2
Out	30.7	34.7	30.8	33.5	32.6	32.3	34.8	Out	28.5	31.1	28.9	32.2	28.7	28.9	30.7
Nov	29.2	31.2	31.7	32.4	33.7	32.8	29.7	Nov	28.0	27.4	28.8	28.2	27.5	28.1	26.2
Dez	32.8	32.9	31.8	33.4	33.3	32.6	31.6	Dez	27.9	29.2		29.5	28.9	27.7	26.4
Média	32.2	31.8	32.3	32.2	32.7	31.0	31.5	Média	27.6	27.6	28.4	27.8	27.6	27.2	27.4
<b>Araçuaí</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Arinos</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	34.4	32.3	33.1	31.9	32.4	31.2	33.8	Jan	32.7	31.8	33.5	32.7	31.7	30.4	32.3
Fev	35.7	33.9	36.2	32.3	35.1	31.7	32.2	Fev	33.9	32.1	35.2	32.1	33.4	29.9	32.7
Mar	33.2	31.9	32.9	33.0	34.9	30.2	33.0	Mar	31.7	31.3	32.0	33.0	32.3	31.4	32.2
Abr	32.8	31.1	32.6	33.0	32.8	30.2	33.6	Abr	32.5	31.9	33.0	33.5	32.6	30.8	32.8
Mai	31.2	31.0	31.3	31.2	31.2	29.1	31.2	Mai	31.2	31.5	32.7	32.4	30.6	31.4	30.7
Jun	30.9	29.8	29.6	29.6	30.5	27.3	29.4	Jun	31.6	30.7	31.2	31.0	30.8	29.4	29.8
Jul	29.4	29.5	29.6	29.8	29.0	27.1	29.6	Jul	30.6	30.9	31.8	32.3	30.3	28.9	30.2
Ago	29.7	31.1	30.1	31.3	30.0	30.2	31.4	Ago	31.1	32.6	31.6	33.4	32.5	31.9	32.7
Set	32.4	30.5	31.5	30.5	32.2	32.4	33.0	Set	34.0	33.2	34.0	33.8	34.4	34.9	34.8
Out	31.5	35.3	30.9	34.8	34.2	33.6	36.4	Out	33.6	36.0	32.2	37.2	35.0	35.4	37.7
Nov	29.5	32.7	31.2	32.7	33.6	32.3	30.8	Nov	30.9	31.1	31.5	33.8	33.2	34.0	30.8
Dez	31.7	31.0	32.2	33.9	35.0	32.4	30.8	Dez	30.4	31.3	31.3	32.4	33.7	31.8	30.5
Média	31.9	31.7	31.8	32.0	32.6	30.6	32.1	Média	32.0	32.0	32.5	33.1	32.5	31.7	32.3
<b>Bambuí</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Barbacena</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	31.1	30.2	30.6	30.1	29.3	28.8	29.7	Jan	28.7	27.0	28.0	27.7	27.4	25.2	25.9
Fev	30.4	29.7	32.6	28.5	31.3	28.1	31.0	Fev	28.3	27.1	29.5	25.7	29.8	25.1	26.6
Mar	29.9	28.9	30.6	30.5	29.2	28.9	29.4	Mar	27.1	25.8	28.2	27.8	27.1	25.8	26.3
Abr	29.6	29.1	30.9	30.7	29.2	28.1	29.7	Abr	26.1	25.2	27.3	27.2	25.7	24.9	26.6
Mai	27.1	28.1	27.8	28.3	26.4	27.2	26.8	Mai	23.2	23.7	24.2	24.4	22.6	22.9	22.9
Jun	26.8	27.1	26.9	27.3	27.3	25.2	25.4	Jun	23.2	23.6	23.6	24.4	25.4	21.4	22.1
Jul	27.5	26.4	27.4	27.0	26.8	24.5	25.7	Jul	22.1	22.5	24.1	23.3	22.7	19.9	21.4
Ago	28.1	28.8	27.3	29.8	28.1	28.2	28.6	Ago	23.9	24.6	23.8	25.6	22.4	23.8	24.3
Set	29.9	28.0	28.4	29.6	29.7	32.0	28.9	Set	25.4	22.8	23.6	23.9	23.9	27.1	23.3
Out	29.1	32.8	29.2	33.8	30.2	29.8	32.1	Out	23.0	27.9	24.7	28.4	25.0	24.3	27.3
Nov	29.4	28.3	30.1	30.4	29.6	30.5	27.3	Nov	23.9	24.9	26.8	26.7	25.1	24.7	23.6
Dez	29.0	30.5	28.7	31.0	30.0	29.0	27.8	Dez	26.0	27.2	26.0	27.2	26.3	25.0	24.5
Média	29.0	29.0	29.2	29.8	28.9	28.4	28.5	Média	25.1	25.2	25.8	26.0	25.3	24.2	24.6

<b>B.Hte</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Caparaó</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	29.6	28.0	28.7	28.6	28.1	27.0	28.4	Jan	30.1	28.5	29.6	29.0	28.6		28.4
Fev	29.5	28.2	30.7	27.1	30.2	26.8	29.0	Fev	30.5	29.2	31.5	27.5	30.9	26.5	29.0
Mar	28.4	27.4	29.1	28.9	28.5	27.8	28.2	Mar	29.3	27.6	30.4	29.5	29.0	27.4	28.2
Abr	27.9	26.7	28.6	28.7	27.8	26.6	28.2	Abr	28.2	27.4	29.3	28.8	27.7	26.4	28.2
Mai	25.4	25.4	26.2	26.6	25.5	25.9	25.4	Mai	25.6	25.6	26.9	26.0	25.3	24.7	25.4
Jun	25.3	24.8	24.9	25.7	26.6	23.8	24.1	Jun	25.2	25.4	26.0	25.9	26.5	22.9	24.1
Jul	24.8	23.8	25.4	24.5	24.8	22.6	24.2	Jul	25.2	23.5	26.2	24.4	24.5	21.5	24.2
Ago	25.5	26.1	24.7	27.1	26.3	26.2	26.5	Ago	25.8	26.5	26.3	26.9	24.3	24.1	26.5
Set	27.3	24.7	26.0	26.5	27.7	29.1	27.0	Set	27.0	25.3	26.7	25.1	25.6	27.6	27.0
Out	26.3	30.3	26.7	31.0	28.9	28.6	30.1	Out	25.1	30.6	27.0	29.1	27.4	26.5	30.1
Nov	26.1	26.0	27.6	28.8	28.6	28.7	25.3	Nov	25.6	27.2	28.8	27.4	27.2	27.2	25.3
Dez	27.3	28.6	26.6	28.6	29.1	27.8	26.7	Dez	27.9	29.0	28.0	28.2		26.8	26.7
Média	27.0	26.7	27.1	27.7	27.7	26.7	26.9	Média	27.1	27.2	28.1	27.3	27.0	25.6	26.9

<b>Capinópolis</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Caratinga</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	31.5	30.3	30.7	30.4	29.5	29.6	28.4	Jan	30.4	28.7	29.8	29.3	29.0	27.7	29.0
Fev	31.6	29.9	32.5	29.3	31.1	28.9	29.0	Fev	31.1	29.4	32.4	29.0	31.1	27.8	28.9
Mar	30.8	29.8	31.5	31.3	29.5	31.0	28.2	Mar	29.7	28.1	30.3	29.8	30.3	28.0	28.5
Abr	32.3	30.9	31.8	32.8	29.9	30.2	28.2	Abr	28.3	27.7	29.6	29.5	28.9	27.0	28.6
Mai	31.2	29.2	28.2	30.1	27.7	27.6	25.4	Mai	26.5	26.1	27.1	27.3	27.2	25.3	26.2
Jun		29.5	27.0	29.8	29.1	27.5	24.1	Jun	26.0		26.2	26.5	27.9	24.4	24.5
Jul		27.8	29.5	29.2	28.8	27.7	24.2	Jul	25.9		26.3	25.6	26.2	23.4	24.4
Ago	30.7	31.7	30.1	32.0	29.7	31.3	26.5	Ago	26.6	26.2	26.5	27.6	26.1	26.1	26.4
Set	33.3	30.4	32.2	30.9	33.1	34.8	27.0	Set	28.0	25.0	26.4	25.7	27.8	28.3	26.4
Out	33.4	34.8	30.9	36.0	31.9	31.0	30.1	Out	26.7	30.7	27.3	29.4	29.1	28.4	29.9
Nov	31.9	30.2	31.0	31.8	30.9	31.2	25.3	Nov	25.9	27.4	27.9	27.9	28.9	29.2	25.7
Dez	31.3	30.4	30.0	32.1	32.0	30.8	26.7	Dez	28.6	29.0	27.9	29.1	29.7	28.3	27.4
Média	31.8	30.4	30.5	31.3	30.3	30.1	26.9	Média	27.8	27.8	28.1	28.1	28.5	27.0	27.2

<b>Conc.do Mato Dentro</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Diamantina</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	30.7	30.0	30.8	29.9	29.5	28.2	29.9	Jan	26.6	25.1	26.0	25.4	25.8	24.1	25.4
Fev	31.1	30.0	33.4	28.8	31.0	28.1	30.3	Fev	26.8	25.8	28.1	25.2	26.5	24.2	26.0
Mar	30.0	28.5	30.7	30.1	29.9	28.6	29.2	Mar	25.6	24.5	26.0	25.6	25.7	24.6	25.1
Abr	28.8	28.2	30.1	29.5	28.8	27.6	28.9	Abr	24.7	23.8	25.7	25.4	25.0	23.4	25.3
Mai	26.8	27.3	27.6	27.4	26.7	27.0	26.4	Mai	22.9	23.3	23.8	23.5	23.1	23.6	22.4
Jun	25.6	26.2	25.7	26.3	26.8	24.6	24.7	Jun	22.5	22.3	21.6	22.2	23.6	21.1	21.3
Jul	26.8	25.1	25.9	25.5	26.0	23.4	24.6	Jul	22.6	21.3	22.1	22.0		19.4	21.4
Ago	26.5	27.0	26.1	28.0	26.4	26.6	26.8	Ago	22.9	23.2	22.0	23.9	23.3	22.6	23.2
Set	28.9	26.1	27.0	26.7	28.4	29.2	27.5	Set	24.3	22.0	23.1	23.1	24.4	25.8	24.4
Out	27.9	31.6	27.9	31.0	29.8	29.8	31.8	Out	23.9	26.4	23.8	26.6	25.6	26.2	28.0
Nov	27.2	27.5	29.3	29.1	28.9	30.2	26.1	Nov	22.8	23.2	24.6	24.9	25.3	25.8	22.5
Dez	29.0	30.3	28.9	29.9	30.4	29.0	27.7	Dez	24.2	24.9	24.5	25.6	26.2	25.2	23.8
Média	28.3	28.2	28.6	28.5	28.6	27.7	27.8	Média	24.2	23.8	24.3	24.5	25.0	23.8	24.1

<b>Divinópolis</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Espinosa</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	31.2	29.2	30.3	30.0	29.1	29.1	29.8	Jan	32.1	30.1	30.8	29.3	30.8	29.3	31.1
Fev	30.6	29.6	32.5	28.5	31.9	28.1	30.8	Fev	33.2	31.8	33.7	29.0	33.2	29.2	30.6
Mar	29.7	29.0	30.3	30.9	29.3	29.1	29.2	Mar	31.1	30.9	30.9	29.8	32.7	28.9	31.3
Abr	29.5	28.5	30.6	31.0	29.7	28.3	30.0	Abr	31.5	31.6	31.5	29.5	32.5	29.5	32.2
Mai	26.7	27.2	27.2	28.7	26.6	26.7	26.7	Mai	30.7	31.2	31.5	27.3	30.5	29.8	30.5
Jun	26.6	26.9	26.8	27.9	28.6	25.2	25.6	Jun	30.1	29.6	28.9	26.5	30.2	27.8	29.1
Jul	27.2	25.7	27.7	27.4	27.0	24.3	25.5	Jul	28.8	29.6	29.3	25.6	29.1	27.5	28.8
Ago	27.4	28.3	27.2	30.1	28.3	27.9	28.8	Ago	29.4	31.0	29.3	27.6	30.2	29.8	30.3
Set	29.3	27.4	28.0	28.5	30.3	31.9	28.8	Set	31.2	30.9	32.0	25.7	32.2	31.8	32.4
Out	28.7	32.3	29.1	32.8	30.6	29.8	31.8	Out	31.5	34.2	31.2	29.4	33.1	32.8	34.7
Nov	27.4	27.4	29.6	29.8	30.1	30.6	27.3	Nov	28.8	30.2	31.3	27.9	32.3	31.5	30.7
Dez	28.6	30.1	28.4	30.3	30.1	28.6	27.9	Dez	29.3	28.6	31.4	29.1	34.0	31.6	29.8
Média	28.6	28.5	29.0	29.7	29.3	28.3	28.5	Média	30.6	30.8	31.0	28.1	31.7	30.0	31.0

<b>Frutal</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Gov. Valadares</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	31.6	30.6	31.6	31.7	30.4	31.2	31.2	Jan	35.3	31.9		32.1	32.0	30.5	31.2
Fev	31.8	30.2	32.3	30.3	32.6	30.8	33.3	Fev	36.5	32.4		31.1	32.9	31.0	33.3
Mar	30.9	29.6	31.4	33.7	31.1	32.2	32.2	Mar		31.3		32.4	33.6	30.5	32.2
Abr	31.4	31.3	32.1	34.2	31.0	31.1	32.9	Abr	31.3	30.8	32.4	32.4		29.8	32.9
Mai	28.5	29.5	27.9	30.4	28.1	27.1	29.8	Mai	29.1	28.2	30.2	30.5		28.3	29.8
Jun	29.1	30.1	28.1	31.5	30.7	27.4	28.6	Jun	29.2	28.4	28.9	29.4		27.3	28.6
Jul	30.6	28.0	30.7	28.9	30.2	27.4	27.7	Jul	28.1	27.0	29.1	28.6	28.9	26.3	27.7
Ago	31.8	31.8	31.8	33.0	30.0	31.2	31.5	Ago	28.6	28.4	28.8	30.3	29.0	28.9	31.5
Set	32.4	30.3	32.9	30.4	33.0	35.8	31.0	Set	30.7	28.7	29.0	28.4	30.0	31.5	31.0
Out	33.4	35.1	32.4	36.9	32.5	31.1	34.2	Out	30.2	32.4	29.8	32.9	31.8	32.5	34.2
Nov	31.6	31.0	32.0	32.1	31.2	31.8	31.9	Nov	28.6	30.0	30.0	31.3	32.3	32.4	31.9
Dez	30.3	30.2	31.1	32.3	32.6	31.4	30.3	Dez	31.4		30.3	32.5	32.6	31.5	30.3
Média	31.1	30.6	31.2	32.1	31.1	30.7	31.2	Média	30.8	30.0	26.2	31.0	31.5	30.0	31.2
<b>Itamarandiba</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Ituiutaba</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan		27.2	28.3	27.9	28.0	26.3	28.2	Jan	32.2	31.7	31.8	31.7	31.1	31.6	31.8
Fev	28.7	27.7	30.3	27.8	28.4	26.9	27.9	Fev	32.9	31.3	33.2	30.6	32.8	31.0	34.0
Mar	27.4	26.5	28.4	27.5	28.4	26.3	27.7	Mar	31.6	30.7	31.5	32.8	30.9	32.7	32.5
Abr	26.2	25.6	28.0	26.9	27.0	25.5	27.2	Abr	32.2	31.5	32.1	33.8	31.3	31.4	32.5
Mai	25.1	24.9	25.9	25.4	25.0	25.3	24.6	Mai	29.6	29.7	28.9	31.3	28.9	28.7	30.2
Jun	24.5	23.8	23.8	24.4	25.5	22.9	23.0	Jun	25.6	30.4	28.4	31.6	30.4	28.8	29.1
Jul	23.4	22.9	24.1	23.8		21.4	23.1	Jul	30.2	28.9	30.8	31.0	30.0	28.6	28.8
Ago	24.0	24.7	23.9	26.0		24.7	25.4	Ago	31.7		31.6	32.9	31.0	32.5	32.4
Set	26.7	24.1	25.3	25.0		27.1	26.6	Set	33.6	30.9	33.7	31.9	33.9	36.5	33.2
Out	25.9	28.6	25.7	28.9		27.8	30.5	Out	34.4	35.4	32.6	37.7	33.3	32.3	34.8
Nov	24.8	25.9	27.1	27.4		27.3	24.7	Nov	32.2	30.8	32.5	32.9	32.0	32.4	31.4
Dez	26.7	26.9	26.9	27.9	29.4	28.0	26.0	Dez	32.0	31.1	31.0	33.1	32.6	32.1	30.6
Média	25.8	25.7	26.5	26.6	27.4	25.8	26.2	Média	31.5	31.1	31.5	32.6	31.5	31.5	31.8
<b>Januária</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>João Pinheiro</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	31.2	30.1	30.6	30.4	30.4	30.7	31.4	Jan		29.5	30.1	29.0	29.0	26.1	29.5
Fev	34.0	31.0	31.0	32.3	32.3	29.7	31.3	Fev	31.1	29.4	29.1	31.1	31.1	26.0	30.1
Mar	31.6	30.3	32.3	32.8	32.8	29.1	31.2	Mar	29.5	29.2	30.5	29.4	29.4	26.3	29.4
Abr	32.8	31.5	32.4	33.3	33.3	30.2	32.5	Abr	30.1	29.1	31.0	30.1	30.1	25.4	30.6
Mai	31.8	31.5	31.8	31.6	31.6	30.6	30.7	Mai	28.5	28.4	29.4	27.8	27.8	22.5	28.4
Jun	31.8	30.6	30.6	31.4	31.4	28.9	30.0	Jun	28.4	27.8	28.5	28.6	28.6	21.6	27.5
Jul	30.7	30.6	31.1	30.3	30.3	29.0	30.4	Jul	28.5	27.2	28.9	27.6	27.6	19.6	27.7
Ago	31.2	32.3	32.2	31.6	31.6	31.6	32.1	Ago	29.1	29.4	30.6	29.9	29.9	22.2	30.0
Set	33.6	32.5	33.0			33.7	33.7	Set	31.5	28.9		31.0	31.0	25.9	31.9
Out	33.6	35.4	35.8	34.3	34.3	35.1	36.8	Out	30.6	32.9	34.0	31.8	31.8	23.7	34.9
Nov	29.8	30.3	33.1	33.0	33.0	32.8	31.2	Nov	28.6	28.5	30.9	30.0	30.0	24.8	27.5
Dez	29.6	29.5	31.4	34.6	34.6	31.7	29.5	Dez	28.8	29.2	30.5	31.3	31.3	25.4	27.7
Média	31.8	31.3	32.1	32.3	32.3	31.1	31.7	Média	29.5	29.1	30.3	29.8	29.8	24.1	29.6
<b>Juiz de Fora</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Lavras</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	27.6	26.4	27.1	26.9	26.9	26.1	26.4	Jan	29.6	28.4	29.2	26.9	27.6	28.2	28.6
Fev	27.5	26.8	25.9	29.6	29.6	26.0	27.1	Fev	29.4	28.5	27.3	29.6	30.6	27.4	29.1
Mar	24.9	25.1	28.5	27.0	27.0	26.3	27.1	Mar	28.9	27.9	29.8	27.0	27.9	27.9	28.6
Abr	23.8	24.7	27.4	25.4	25.4	25.4	26.4	Abr	27.7	27.4	29.6	25.4	27.7	27.5	28.8
Mai	22.1	22.8	23.8	22.8	22.8	22.5	23.4	Mai	24.7	25.1	26.6	22.8	24.5	24.9	25.3
Jun	20.9	23.2	24.4	24.6	24.6	21.6	22.7	Jun	24.5	25.2	26.5	24.6	26.5	23.5	24.6
Jul	21.3	20.7	22.6	22.9	22.9	19.6	21.1	Jul	25.1	24.0	25.7	22.9	24.6	22.7	24.2
Ago	22.2	22.9	25.6	21.7	21.7	22.2	23.8	Ago	26.4	26.6	28.6	21.7	25.9	26.6	27.5
Set	24.1	22.3	22.4	23.9	23.9	25.9	22.4	Set	28.4	25.6	26.6	23.9	28.4	30.1	26.5
Out	22.4	27.8	29.0	25.2	25.2	23.7	27.6	Out	26.7	30.5	31.8	25.2	28.6	26.9	30.4
Nov	23.2	25.0	27.1	25.5	25.5	24.8	24.2	Nov	26.6	26.9	28.8	25.5	28.2	28.2	26.6
Dez	25.5	27.1	27.4	26.8	26.8	25.4	25.2	Dez	27.4	28.2	29.5	26.8	28.8	27.7	27.5
Média	23.8	24.6	25.9	25.2	25.2	24.1	24.8	Média	27.1	27.0	28.3	25.2	27.4	26.8	27.3

<b>Machado</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Monte Azul</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	29.9	28.7	29.8	29.8	29.4	28.7	29.4	Jan	32.1	29.7	30.2	30.5	30.5	29.6	31.0
Fev	29.3	28.0	28.5	28.5	31.6	28.3	30.8	Fev	32.8	31.2	30.7	32.7	32.7	29.7	30.7
Mar	29.0	27.9	31.0	31.0	29.7	28.4	30.0	Mar	30.7	30.5	31.6	32.2	32.2	29.1	31.2
Abr	28.3	28.1	31.3	31.3	28.9	28.3	29.0	Abr	31.6	31.1	31.6	32.6	32.6	29.8	32.2
Mai	25.1	26.0	27.5	27.5	25.9	24.8	25.7	Mai	30.3	30.8	30.8	30.6	30.6	30.1	30.0
Jun	24.4	25.4	27.2	27.2	27.8	23.9	24.7	Jun	29.7	28.9	28.8	30.0	30.0	27.7	28.8
Jul	25.2	23.2	26.5	26.5	25.8	23.5	23.7	Jul	28.2	29.0	29.8	28.8	28.8	27.6	28.6
Ago	26.7	25.7	29.2	29.2		27.7	27.3	Ago	29.0	30.6	30.6	30.4	30.4	29.8	30.1
Set	27.8	26.1	27.6	27.6	29.9	31.7	26.5	Set	31.3	30.4	31.1	31.9	31.9	31.8	31.9
Out	27.6	31.8	32.7	32.7	29.8	27.5	30.8	Out	31.1	33.9	34.2	32.7	32.7	32.6	34.6
Nov	27.5	28.5	29.5	29.5	28.9	29.3	28.3	Nov	28.2	29.9	32.4	31.9	31.9	31.6	30.6
Dez	28.3	29.7	30.9	30.9	30.1	29.4	27.8	Dez	29.2	28.3	31.7	33.5	33.5	32.1	29.6
Média	27.4	27.4	29.3	29.3	28.9	27.6	27.8	Média	30.4	30.4	31.1	31.5	31.5	30.1	30.8

<b>Montes Claros</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Paracatu</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	30.9	29.2	29.7	30.5	29.9	28.9	30.1	Jan	31.1	30.4	30.9	30.5	29.9	28.9	30.2
Fev	31.9	30.1	29.4	32.7	31.6	28.4	29.3	Fev	31.8	30.3	29.8	32.7	31.6	28.6	30.9
Mar	29.5	29.5	30.6	32.2	29.8	28.2	29.3	Mar	30.2	30.1	30.9	32.2	29.8	29.9	30.2
Abr	30.0	29.2	30.8	32.6	30.6	28.4	30.4	Abr	30.8	30.2	31.7	32.6	30.6	29.2	31.0
Mai	29.2	29.3	29.7	30.6	28.4	28.6	28.4	Mai	29.1	29.8	29.9	30.6	28.4	29.0	28.3
Jun	28.9	28.3	28.4	30.0	29.0	26.1	27.3	Jun	29.6	28.9	28.9	30.0	29.0	27.6	26.8
Jul	27.8	28.1	28.7	28.8	28.3	25.6	27.8	Jul	29.3	28.3	29.9	28.8	28.3	26.7	27.2
Ago	28.7	29.9	30.2	30.4	30.9	28.8	29.7	Ago	29.5	30.9	31.0	30.4	30.9	29.8	29.4
Set	31.3	29.6	30.1	31.9	31.4	31.1	31.4	Set	32.4	30.1	31.7	31.9	31.4	32.9	31.3
Out	31.3	33.2	33.2	32.7	32.0	32.3	34.7	Out	31.3	34.0	35.2	32.7	32.0	32.8	34.4
Nov	28.0	29.2	30.7	31.9	31.0	31.2	28.3	Nov	29.6	29.3	32.0	31.9	31.0	31.6	27.8
Dez	28.7	28.4	30.5	33.5	31.8	30.4	28.1	Dez	29.2	30.5	31.1	33.5	31.8	29.3	28.0
Média	29.7	29.5	30.2	31.5	30.4	29.0	29.6	Média	30.3	30.2	31.1	31.5	30.4	29.7	29.6

<b>Patos de Minas</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Pedra Azul</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	29.5	28.5	29.0	28.3	28.3	27.6	29.0	Jan		30.2	29.0	31.1	31.1	29.0	31.3
Fev	29.9	28.4	28.2	30.3	30.3	27.2	29.4	Fev	31.4	30.9	28.2	31.8	31.8	30.0	30.3
Mar	28.6	28.0	29.6	28.2	28.2	27.7	28.3	Mar	30.0	29.3	29.6	32.2	32.2	28.1	30.9
Abr	29.2	28.1	30.1	28.9	28.9	27.6	29.6	Abr	28.6	28.2	30.1	30.1	30.1	28.6	29.7
Mai	27.4	27.3	27.9	26.9	26.9	27.2	26.9	Mai	27.4	27.6	27.9	28.3	28.3	28.2	27.5
Jun	27.4	26.9	27.4	28.0	28.0	25.5	26.0	Jun	27.3	25.9	27.4	27.7	27.7	24.7	25.5
Jul	27.4	26.3	27.7	26.9	26.9	24.8	26.3	Jul	24.9	25.7	27.7	25.9	25.9	24.3	25.7
Ago	27.7	28.8	29.7	29.0	29.0	28.4	29.0	Ago	25.7	26.4	29.7	26.8	26.8	27.2	26.8
Set	30.1	27.5	29.5	30.1	30.1	31.8	30.2	Set	28.0	26.9	29.5	28.6	28.6	29.0	29.3
Out	29.6	32.1	32.7	30.5	30.5	31.3	33.6	Out	27.6	30.6	32.7	30.4	30.4	30.3	32.6
Nov	28.1	27.1	30.0	28.3	28.3	30.2	26.7	Nov	26.9	29.4	30.0	30.7	30.7	30.2	28.8
Dez	28.0	28.6	29.4	29.8	29.8	27.8	26.3	Dez	29.3	28.5	29.4	32.5	32.5	30.6	29.0
Média	28.6	28.1	29.3	28.8	28.8	28.1	28.4	Média	27.9	28.3	29.3	29.7	29.7	28.3	28.9

<b>Pirapora</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>Pompéu</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>
Jan	32.2	30.2	32.3	31.0	31.0	30.2	31.3	Jan	31.5	30.2	30.8	29.5	29.5	29.2	29.4
Fev	33.2	30.9	30.6	32.9	32.9	29.7	30.3	Fev	31.8	30.4	29.4	32.1	32.1	28.5	30.8
Mar	31.4	29.3	32.2	32.2	32.2	30.1	30.9	Mar	30.2	29.4	31.1	29.9	29.9	29.2	29.6
Abr	31.7	28.2	32.3	32.1	32.1	29.4	29.7	Abr	30.5	29.2	31.3	30.1	30.1	28.6	
Mai	30.1	27.6	31.2	29.8	29.8	29.9	27.5	Mai	28.2	27.9	29.0	27.4	27.4	27.9	
Jun	30.3	25.9	30.2	29.8	29.8	28.2	25.5	Jun	27.9	27.9	28.8	28.8	28.8	26.3	27.2
Jul	30.0	25.7	30.7	29.4	29.4	27.6	25.7	Jul	28.2	26.8	28.3	27.6	27.6	25.3	27.4
Ago	30.7	26.4	32.2	31.5	31.5	30.8	26.8	Ago	28.9	29.2	30.7	29.2	29.2	28.6	30.0
Set	33.4	26.9	32.4	32.7	32.7	33.6	29.3	Set	30.7	27.7	30.0	30.9	30.9	32.3	31.2
Out	33.0	30.6	35.4	33.9	33.9	34.3	32.6	Out	30.9	33.5	33.9	32.1	32.1	31.2	34.9
Nov	30.4	29.4	32.2	32.8	32.8	33.6	28.8	Nov	28.9	28.1	30.7	31.2	31.2	31.1	28.2
Dez	30.7	28.5	31.4	33.5	33.5	31.2	29.0	Dez	28.9	30.5	31.0	31.2	31.2	28.8	28.7
Média	31.4	28.3	31.9	31.8	31.8	30.7	28.9	Média	29.7	29.2	30.4	30.0	30.0	28.9	29.7





## **11.3 ANEXOS**

### **11.3.1 Anexo A**

Mapa Geológico do Estado de Minas Gerais com escala de 1:1.500.000.

### **11.3.2 Anexo B**

Portaria Federal GM/36 de 19 de janeiro de 1990 e Portaria nº. 635/BSB de 26 de dezembro de 1975.

### **11.3.3 Anexo C**

Portaria nº. 518 de 25 de março de 2004.

## PORTARIA Nº 635/BSB. DE 26 DE DEZEMBRO DE 1975

O Ministro de Estado da Saúde, no uso das atribuições que lhe confere o artigo do Decreto nº 76.872 de 22 de dezembro de 1975, e tendo em vista o disposto na Lei nº 6.050 de 24 de maio de 1974, RESOLVE:

I - Aprovaras Normas e Padrões, a seguir, sobre a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, destinada ao consumo humano.

II - Para efeito desta Portaria são adotadas as seguintes definições:

1. Fluoretação - Teor de concentração do íon fluoreto presente na água destinada ao consumo humano, apto a produzir os efeitos desejados à prevenção da cárie dental.
2. Íon - Átomos ou grupo de átomos dotados de carga elétrica.
3. Concentração de íon fluoreto - Relação entre a massa do íon fluoreto dissolvida na água e a massa da solução, geralmente expressa em partes por milhão (ppm) que representa miligramas de íon flúor por quilograma de solução. Para efeito desta norma admite-se que 1 litro de água, pesa 1 quilograma; portanto ppm = 1 mg/litro.
4. Composto Fluoretado - Qualquer composto químico que contenha em sua composição o íon fluoreto (f).
5. Dosador de Produtos Químicos - Equipamento que lança na água quantidades pré-determinadas de produtos químicos.
6. Dosagem por Solução - Aquela na qual o produto químico é medido como volume de solução.
7. Dosagem aSeco - Aquela na qual uma quantidade medida de um composto químico seco é descarregada por um dosador durante um determinado intervalo de tempo.
8. Dosador a Seco Volumétrico - Equipamento que descarrega volume específico ( cm<sup>3</sup> , dm<sup>3</sup> , etc.) de produto químico, durante um determinado intervalo de tempo.
9. Dosador a Seco Gravimétrico - Equipamento que descarrega um certo peso ( g, Kg, etc.) de produto químico durante um determinado intervalo de tempo.
10. Prevalência de Cárie Dental - Quantidade desta afeção existente numa comunidade ou num indivíduo em dado momento.

III - Os sistemas públicos de abastecimento de água fluoretada devarão obedecer aos seguintes mínimos:

1. Abastecimento contínuo da água distribuída à população, em caráter regular e sem interrupção.
2. A água distribuída deve atender os padrões de potabilidade.
3. Sistemas de operação e manutenção adequados.
4. Sistema de controle rotineiro da qualidade da água distribuída.

IV - A concentração recomendada de íon fluoreto nas águas de abastecimento público é obtida pela seguinte fórmula:

$$C = 22,2$$

E

onde

$$E = 10,3 + 0,725 T$$

T = média de Temperatura máxima diárias observadas durante um período mínimo de 1 ano ( recomendado 5 anos) em graus centígrafos.

V - Os limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das Temperaturas máximas diárias são os indicados no Quadro I, que acompanha esta Portaria.

VI - Os compostos químicos de flúor que podem ser empregados nos sistemas públicos de abastecimento de água são os indicados no Quadro II, que acompanha esta Portaria.

VII - Os métodos de análise e procedimentos para determinação da concentração do íon fluoreto na água são os indicados nos subitens seguintes, e a descrição dos mesmos as constantes do Anexo, sua Tabela e Figura.

1. Métodos analíticos

1.1 Eletrométrico

1.2 SPADNS ( fotométrico)

1.3 Visual da Alizarina

Obs. Para os dois últimos deverão ser realizadas a destilação prévia das amostras com o objetivo de eliminar os interferentes, caso seja necessário.

2. Procedimentos

2.1 Para a determinação do teor do íon fluoreto, as águas bruta e fluoretada deverão ser analisadas, por um dos métodos discriminados no Anexo, sua Tabela e Figura.

2.2 A frequência diária das análises a serem efetuadas dependerá da complexidade e porte do sistema de água.

2.3 O controle (diário e mensal) a ser exercido sobre a água, conterá, obrigatoriamente, os seguintes elementos:

2.3.1 - Cidade

2.3.2 - Estado

2.3.3 - Dia, mês e ano

2.3.4 - Responsável pela análise

2.3.5 - Dose ótima de flúor

2.3.6 - Método de análise ( com ou sem destilação)

2.3.7 - Composto de flúor empregado

2.3.8 - Vazão do sistema

2.3.9 - Teor do íon fluoreto natural

2.3.10 - Quantidade de composto de flúor agregado ( diário)

2.3.11 - Teor diário do íon fluoreto na água fluoretada.

VIII - Os tipos e precisão dos equipamentos tolerados para dosagem dos compostos de flúor são os seguintes:

1. Tipos

1.1 De solução

1.2 A Seco ( volumétrico e gravimétrico )

2. Precisão

2.1 O equipamento para dosagem dos compostos fluoretados por via úmida deverão permitir no máximo um erro de 0,1 mg/1 a um nível de 1 mg/1, ou seja 10% para mais ou menos.

2.2 Nos equipamentos para dosagem dos compostos fluoretados por via seca será tolerada uma oscilação para mais ou menos de no máximo 3 a 5% no tipo volumétrico e de 1 a 2% no tipo gravimétrico.

IX - As técnicas de fluoretação de acordo com o composto químico a utilizar, em função da vazão do sistema com a dosagem a seco ou por via úmida, são as descritas no quadro III , que acompanham esta Portaria, indicativos dos compostos químicos, vazão 1/s, equipamentos requeridos, espécies de produtos químicos, manuseio, pontos de aplicação e cuidados especiais.

X - Esta Portaria entrará em vigor na data de sua publicação no Diário Oficial da União.

Paulo de Almeida Machado

## A N E X O

### MÉTODOS DE ANÁLISE E PROCEDIMENTO PARA A DETERMINAÇÃO DE ÍON FLUORETO NA ÁGUA

#### 1 - Considerações Gerais

Entre os diversos métodos para determinação do íon fluoreto na água, os eletrométricos e os colorimétricos são atualmente considerados os mais satisfatórios, Os métodos colorimétricos são bascados na reação entre o fluoreto e a laca de zircônio com um corante orgânico. O fluoreto forma um complexo  $ZrF_6^{2-}$  - que é incolor. A proporção que á quantidade de íon fluoreto cresce, a coloração da laca decresce ou modifica seu matiz.

Como todos os métodos colorimétricos estão sujeitos a erros provocados por ions interferentes na amostra é necessário destila-la antes de se fazer a determinação do fluoreto. Se os interferentes presentes na amostra estão em concentrações baixas, não será necessário destila-la podendo-se passar diretamente aos métodos colorimétricos.

#### 2 - Seleção do Método

A adição de um tampão de citrato livra o método eletrométrico de interferentes tais como ions de alumínio, hexametáfosfato, ferro e ortofosfato, que nos métodos colorimétricos são eliminados por destilação preliminar.

Ambos os métodos colorimétricos são aplicáveis a amostras contendo teores de fluoreto na faixa 0,05 a 1,4 mg/1, enquanto que o método eletrométrico é aplicável para teores de 0,1 5 mg/1.

Com a aplicação dos métodos SPADNS e eletrométrico os resultados são lidos imediatamente, enquanto que, com o de alizarina, é necessário esperar 1 hora após a adição do corante para o desenvolvimento da cor.

Os métodos SPSDNS e eletrométrico necessitam equipamentos, enquanto o visual de alizarina necessita apenas vidraria de laboratório. Padrões permanentes para o método visual poderão ser usados, mas precauções especiais deverão ser tomadas pelo analista.

#### 3 - Interferentes nos Métodos Colorimétricos

Em geral os métodos colorimétricos estão sujeitos aos mesmos interferentes, variando apenas os graus. A tabela indicada as substâncias que comumente interferem nos dois métodos. Estas interferências não são aditivas. A amostra deverá ser préviamente destilada quando qualquer substância presente cause interferência, cujo erro seja de 0,1 mg/1,,ou quando houver dúvida no efeito. A destilação também é recomendada para as amostras coloridas ou turvas. Algumas vezes pode-se diluir a amostra ou neutraliza-la, quando for o caso, para diminuir os efeitos interferentes.

O cloro interfere em todos os métodos colorimétricos e deverá ser removido.

Nos métodos colorimétricos volumes e temperaturas são críticos e devem ser medidos com precisão, pois deles dependem os resultados.

#### 4 - Amostragem

Frascos de polietileno são preferíveis na coleta de amostras de água para análise de fluoretos. Frascos de vidro são satisfatórios desde que se evite usar frascos que contiveram soluções concentradas de fluoretos. Em todos os casos, deverá ser adotada a prática de lavar inicialmente os frascos com água que vai ser analisada.

Caso se aproveitem na determinação de fluoretos amostras colhidas para exames bacteriológicos, deve-se tomar precauções quanto às substâncias usadas para eliminar cloro, pois o tiosulfato, em concentrações de 100 mg/1, interfere produzindo precipitado.

#### 5 - Tabela

##### Substâncias interferentes nos métodos colorimétricos

Substância Interferente	Método Spands		Método Visual de Alizarina	
	Conc. mg/l	Tipo de Erro	Conc. mg/l	Tipo de Erro
Alcalinidade (CaCO <sub>3</sub> )	5.000	-	400	-
Alumínio (Al <sup>+++</sup> )	0,1	-	0,25	-
Cloreto (Cl <sup>-</sup> )	7.000	+	2.000	-
Ferro (Fe <sup>+++</sup> )	10	-	2	+

Hexametáfosfato ( $\text{NaPO}_3$ ) <sub>6</sub>	1,0	+	1,0	+
Fosfato ( $\text{PO}_4$ - )	16	+	5	+
Sulfato ( $\text{SO}_4$ - )	200	+	300	+

#### 6 - Destilação Preliminar

6.1. Discussão - Por meio de destilação, o íon fluoreto pode ser separado dos outros elementos existentes nas águas, na forma de ácido fluossilícico ou fluorídrico ou fluorídrico. A recuperação quantitativa do fluoreto se obtém usando amostras relativamente grandes e sob altas temperaturas.

6.2. Equipamento - O aparelho de destilação (figura) consiste: de um balão de vidro pirex, com capacidade de um litro, fundo redondo e pescoço longo, de um tubo de conexão; de um condensador eficiente, e de um termômetro com escala de 0.º a 200ºC. qualquer outro destilador semelhante ao da figura poderá ser usado. Os pontos críticos a serem observados são aqueles que afetam a completa recuperação dos fluoretos, tais como obstruções do vapor etc., e condições que podem aumentar o arraste do sulfato. Deste modo, pode-se usar anteparos de asbesto para proteger da chama a parte superior do balão de destilação. Pode-se modificar este aparelho de modo a desligar automaticamente quando a destilação acabar.

6.3. Reagentes -

a) ácido sulfúrico concentrado

b) sulfato de prata cristalizado

6.4. Procedimento

a) Coloque 400 ml de água destilada no frasco de destilação e cuidadosamente adicionar 200 ml de ácido sulfúrico concentrado. Agite até homogenizar o conteúdo do frasco. Adicionar 25 a 35 pérolas de vidro e ligue o aparelho como amostra a figura, certificando-se que todas as juntas estão ajustadas.

Comece aquecer lentamente, passando aos poucos a um aquecimento tão rápido quanto rápido permitir o condensador (o destilado deverá sair frio) até que a temperatura do líquido contido no frasco atinja exatamente 180ºC. Neste instante para destilação e elimine o destilado. Este processo serve para remover qualquer contaminação do fluoreto e ajustar a relação ácido-água para destilações subsequentes.

b) Após esfriar a mistura do ácido remanescente do item anterior ou de destilações prévias, até 120ºC ou abaixo, adicione 300ml da amostra, mistura cuidadosamente, e destile como descrito anteriormente até a temperatura atingir 180ºC. Para prevenir o arraste de sulfato, não permita que a temperatura ultrapasse 180ºC.

c) Adicione sulfato de prata ao frasco de destilação na proporção de mg por miligrama de cloreto, quando amostras alto conteúdo em cloretos são analisadas.

d) Use a solução de ácido sulfúrico repetidamente até que os contaminantes das amostras de água, acumuladas no frasco de destilação, comecem a interferir no destilado. Verifique a possibilidade de uso ácido periodicamente, destilando amostras conhecidas de fluoretos. Após a destilação de amostras com altos teores de fluoretos, adicione 300 ml de água e continue a destilação combiando os destilados. Se necessário repita a operação até que o conteúdo de fluoretos no destilado seja mínimo. Adicione ao primeiro destilado, os destilados subsequentes. após períodos de inatividade, destile água e elimine o destilado, antes de destilar a amostra.

6.5 - Interpretação dos Resultados - O fluoreto recuperado na destilação está quantitativamente dentro da precisão dos métodos usados para a determinação.

#### 7. Método Eletrométrico

7.1. - Interferentes - Cátions polivalentes tais como Al (+++), Fe (+++) e Si (++++) formam complexos com o íon fluoreto. a formação dos complexos depende do pH da solução e dos níveis de relação entre o fluoreto e os tipos de complexos. Em presença de concentrações de alumínio acima de 2mg/l, o íon citrato numa solução tampão, preferentemente formará complexos com o alumínio, acima de mg/1, o íon citrato numa solução tampão, preferentemente formará complexos com o alumínio, libertando o íon fluoreto.

Em soluções ácidas, o íon hidrogênio forma complexo com o íon fluoreto, mas o complexo é desprezível se o pH for ajustado acima de 5. Em soluções alcalinas o íon hidroxila interfere com a resposta de eletrodo em função de íon fluoreto, sempre que o nível de hidroxila for maior do que um décimo do nível de íon fluoreto presente. Entretanto, a um pH igual ou menor qyue 8, a concentração de hidroxila é igual ou menor que  $10^{-6}$  molar e neste caso não haverá interferência para qualquer concentração de fluoretos detitáveis.

7.2 - Equipamento -

a) Potenciômetro com escala de pH ampliada ou um medidor específico de íons que possua um milivoltímetro ou outra escala apropriada além da de pH.

b) Eletrodo tipo Beckman nº 40463 ou Cerning nº 47012 ou Orion nº 900100 ou outro semelhante.

c) Eléctrodo especial para fluoretos.

d) Agitador magnético com barra agitadora revestida de teflon.

e) Cronómetro.

7.3. - Reagentes -

a) Solução de Fluoreto de 100 ug/ml - Dissolva 221,0mg de fluoreto de sódio anidro ( $\text{NaF}$ ), em água destilada e leve o volume para 1000 ml. Cada ml da solução contém 100 ug de F.

b) Solução Padrão de Fluoreto - Dilua 100 ml da solução de Fluoreto de 100 ug/ml para 1000 ml com água destilada. Cada ml conterá 10 ug de F.

c) Solução Tampão (TISAB) - Coloque aproximadamente 500 ml de água destilada em um beaker de 1000 ml. Adicione 57 ml de ácido acético glacial, 58 g de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ) e 12 g de citrato de sódio bihidratado. ( $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Agite até dissolva. Coloque o beaker em um banho de água para esfriar, coloque o eléctrodo de pH e o de referência e leve o pH para 5,0 a 5,5 com hidróxido de sódio 6N (125 ml aproximadamente). Esfrie para temperatura ambiente. Coloque num balão volumétrico de 1000 ml e leve o volume até a marca com água destilada.

7.4 - Procedimento -

a) Calibração do instrumento - Não é necessário fazer calibrações nos potenciómetros quando a faixa de fluoretos é de 0,2 a 2,0 mg/l.

b) Preparação de Padrões de Fluorato-Pipete 2,00; 4,00; 6,00; 8,00; 10,00; 12,00; 16,00; 20,00 ml da solução padrão de fluoreto em uma série de balões volumétricos de 100 ml. A cada balão adicione 50 ml de solução tampão e leve os volumes a 100 ml com água destilada. Misture bem. Cada conterá respectivamente 0,20; 0,40; 0,60; 0,80; 1,00; 1,60; e 2,00 mg/litro.

c) Tratamento da amostra - Coloque 50 ml da amostra em balão volumétrico de 100 ml e complete o volume com a solução tampão. Misture bem. Mantenha os padrões e a amostra na mesma temperatura, preferentemente na de calibração dos balões.

d) Medida com o eléctrodo - Transfira os padrões e a amostra para uma série de beakers de 150 ml. Mergulhe os eléctrodos em cada beaker e meça o potencial desenvolvido enquanto a agitação é mantida por meio de um agitador magnético. Evite a solução antes da imersão dos eléctrodos porque se bolhas de ar aderiram aos eléctrodos poderão produzir leituras errôneas ou flutuação dos ponteiros. Espere 3 minutos antes de ler no milivoltímetro. Lave os eléctrodos com água destilada e enxugue-se entre cada leitura.

Quando usar um potenciómetro de escala ampliada ou um medidor específica, recalibre frequentemente o eléctrodo verificando a leitura de 1,00 mg/l (100 ug F) da solução padrão e ajustando o controle de calibração.

Faça um gráfico em papel semilogarítmico de 2 ciclos e leitura em milivolts contra ug F da solução padrão.

7.5 - Cálculos -

$\text{mg/l F} = \text{ug F}$

ml da amostra

8 - Métodos Spadns

8.1 - Equipamento

a) Espectrofotómetro que possa usar o comprimento de onda de 510 m $\mu$  e tenha uma passagem de luz de pelo menos 1 cm.

b) Fotómetro de filtro com passagem de luz de pelo menos 1 cm equipado com filtro amarelo esverdeado tendo transmitância máxima em 550 a 580 m $\mu$ .

8.2 - Reagentes -

a) Solução padrão de fluoreto - deverá ser preparada na forma indicada em 7.4.5 do método eletrométrico.

b) Solução SPADNS - dissolva 958mg SPADNS, 2 - parasulfonilazo - 1,8 dihidróxi 3,6 - naftaleno dissulfonato de sódio, também chamado 4,5 - dihidróxi - 3 parasulfonilazo 2,7 naftaleno disulfonato trissódico, em água destilada e dilua para 500 ml. Esta solução é estável indefinidamente protegida de luz solar direta.

c) Reagente ácido de zirconila - dissolva 133 mg de cloreto de zircônio octahidratado,  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  em cerca de 25 ml de água de água destilada. Adicione 350 ml de HCl conc. e dilua para 500 ml com água destilada.

d) Reagente ácido de zirconila - SPADNS - misture volumes iguais de soluções SPADNS e ácido de zirconila. Esta solução é estável por 2 anos.

e) Solução de Referência - Adicione 10 ml da solução de SPADNS a 100 ml de água destilada. Dilua 7 ml de HCP com água destilada e adicione à solução SPADNS. Esta solução é estável indefinidamente e será usada como ponto de referência para o espectrofotômetro ou o fotômetro. Esta solução poderá ser substituída por um dos padrões de fluoreto.

f) Solução de arsenito de sódio - dissolva 5,0 g de  $\text{NaAsO}_2$  e dilua para 1000 ml com água destilada.

### 8.3 - Procedimento -

a) Preparação da curva padrão - prepare padrões de fluoretos na faixa de 0 a 1,40 mg/l diluído quantidades apropriadas da solução padrão de fluoreto para 50 ml com água destilada. Pipete 5 ml do reagente ácido de zirconila e 5ml do reagente SPADNS ou 10 ml do reagente misto de zirconila ácida - SPADNS em cada padrão e misture bem. Ajuste o fotômetro ou o espectrofotômetro ao zero de absorção com a solução de referência e imediatamente faça a leitura da absorção de cada um dos padrões. Faça um gráfico da curva da concentração de fluoretos versus absorção. Prepare nova curva padrão sempre que novos reagentes tenham que ser preparados. Se não for usada solução de referência, calibre o espectrofotômetro ou fotômetro para algum ponto da curva com um padrão de fluoreto.

b) Pré-tratamento da amostra - se a amostra contém cloro residual, remova-o pela adição de 1 gota (0,05 ml) da solução de arsenito de sódio para cada 0,1 mg de C1 e misture. Concentrações de arsenito de sódio de 1 300 mg/l produzem erros de 0,1 mg/l de F.

Ajuste a temperatura para a mesma da curva padrão. Adicione 5 ml da solução SPADNS e 5 ml da solução ácida de zirconila ou 10 ml da solução mista de zirconila ácida - SPADNS. Misture bem o leite imediatamente a absorção, ajustando primeiro o fotômetro ou espectrofotômetro ao ponto de referência. Se a absorção estiver fora da curva padrão, repita a operação diluindo a amostra.

### 8.4 - Cálculos -

mg/l F = A B

\_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ ml da amostra C

onde

A= mg de fluoreto determinado fotometricamente.

B

— é aplicado somente quando a amostra for diluída para um volume B e C uma alíquota C for tomada para o desenvolvimento da cor.

## 9 - Método Visual da Alizarina

### 9.1 - Equipamento -

a) Série de tubos Nessler de 100 ml, ou

b) Comparador visual de cor

### 9.2 - Reagentes -

a) Solução de Fluoretos - deverá ser preparada como indicada para o método eletrométrico.

b) Reagente Zircônio-Alizarina - dissolva 300 mg de cloreto de zircônio octahidratado,  $\text{ZrOCl}_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , em 50 ml de água destilada e coloque em balão volumétrico de 1000 ml. Dissolva 70 mg de 3 - alizarinasulfonato de sódio, também conhecida por vermelho de alizarina, em 50 ml de água destilada e adicione ao frasco de 1000 ml que já contém a solução de cloreto de zircônio. Deixe em repouso para clarear.

c) Solução ácida - dilua 101 ml de HCL concentrado para, aproximadamente, 400 ml com água destilada. Dilua, cuidadosamente, 33,3 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado para 400 ml com água destilada. Após esfriar, misture as duas soluções.

d) Reagente ácido de Zircônio - Alizarina - adicione à solução ácida do item e a de zircônio-alizarina contida no balão de 1000 ml. Complete o volume com água destilada e misture. O reagente muda de cor do vermelho ao amarelo em aproximadamente uma hora. Guardado e protegido da luz solar direta, é estável por 6 meses.

e) Solução de arsenito de sódio - deverá ser preparado do mesmo modo como indicado para o método SPADNS.

### 9.3 - Procedimento -

a) Pré-tratamento da amostra se a amostra contém cloro residual, remova-o adicionando 1 gota (0,05 ml) da solução de arsenito de sódio para cada 0,1 mg de C1.

b) Preparação dos Padrões - Prepare uma série de padrões diluindo volumes conhecidos da solução padrão de fluoreto de 10 mg para 100 ml nos tubos Nessler. Escolha a faixa de padrões de modo a atingir a concentração da amostra.



Quanto menor o intervalo entre as concentrações dos padrões maior a precisão de análise. Geralmente usa-se intervalos de 50 ug/l.

c) Desenvolvimento da cor - encha um tubo Nessler de 100ml com a amostra ou uma diluição desta quando for necessário e iguale as temperaturas desta com a dos padrões. Adicione, a cada tubo, 5,00 ml do reagente ácido de zircônio - alizarina. Misture e compare as amostras com os padrões após 1 hora de repouso.

9.4 - Cálculos -

A B

mg/1 F = \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ onde

ml da amostra C

A = mg de F determinada visualmente. A razão B/C é aplicada quando houver necessidade de diluir o volume C da amostra para o volume B final.

QUADRO I

Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em função da média das temperaturas máximas diárias.

Média das temperaturas máximas diárias do ar .°C	Limites recomendados para a concentração do íon fluoreto em mg/l.		
	mínimo	máximo	ótimo
10,0 - 12,1	0,9	1,7	1,2
12,2 - 14,6	0,8	1,5	1,1
14,7 - 17,7	0,8	1,3	1,0
17,8 - 21,4	0,7	1,2	0,9
21,5 - 26,3	0,7	1,0	0,8
26,8 - 32,5	0,6	0,8	0,7

QUADRO II - Compostos de Flúor

Podem ser empregados:

Características	Fluoreto de Cálcio (Fluorita) Ca F <sub>2</sub>	Fluossilicato de Sódio Na <sub>2</sub> Si F <sub>6</sub>	Fluoreto do Sódio Na F	Ácido Fluossilícico H <sub>2</sub> Si F <sub>6</sub>
Forma	Pó	Pó ou cristais finos	Pó ou cristal	líquido
Peso Molecular	78,08	188,05	42,0	144,08
Pureza Comercial %	85 a 98	98 a 99	90 a 98	22 30
Solubilidade				
gr/100 gr(25.°C)	0,0016	0,762	4,05	
pH da solução saturada	6,7	3,5	7,6	1,2 (solução 1%)
Íon Fluoreto em %				
(100% puro)	48,8	60,7	42,25	79,2

Os compostos de flúor são os de uso corrente no Brasil, entretanto, outros compostos poderão ser utilizados desde que existentes no mercado.

QUADRO III

Técnicas de Fluoretação

De acordo com o composto químico a utilizar e em função da vazão do sistema, podem ser:

- Com dosagem a seco

Composto	Vazão	Equipamento	Especificação do	Manuseio	Ponto de	Cuidados
Fluossilicato	6 a 90	-dosador	Pó. em	-alimentação	-canal aberto	-boeira

- Com dosagem por via úmida


		-misturador				
	30	-dosador de solução -tanque diário -balança -bomba para transparência	a granel, em vagões ou caminhões	-bombeamento	Água filtrada	-corrosão -vapores -vazamentos

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - SEPN 515, Bl.B, Ed.Ômega - Brasília (DF) CEP 70770-502 - Tel: (61) 3448-1000  
Disque Saúde: 0 800 61 1997



## PORTARIA FEDERAL GM/36 de 19 de janeiro de 1990

O **Ministro da Saúde**, no uso das atribuições que lhe confere o artigo 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977, resolve:

1. Aprovar, na forma do Anexo a esta Portaria, normas e o padrão de Potabilidade da Água destinada ao Consumo Humano, a serem observadas em todo o território nacional.

2. O Ministério da Saúde, em articulação com as autoridades sanitárias competentes dos Estados e do Distrito Federal exercerá a fiscalização e o controle do exato cumprimento das normas e do padrão aprovados por esta Portaria.

3. O Ministério da Saúde promoverá a revisão das normas e do padrão aprovados por esta Portaria, a cada cinco anos ou, a qualquer tempo, mediante solicitação justificada dos órgãos de saúde ou de instituições de pesquisa de reconhecida confiabilidade.

4. Para os efeitos desta Portaria, são adotadas as seguintes definições:

4.1 Água Potável: aquela com qualidade adequada ao consumo humano;

4.2 Grupo Coliforme: todos os bacilos Gram-negativos, aeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativas capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície (surfactantes) com propriedades similares de inibição de crescimento e que fermentam a lactose com produção de aldeído, ácido de gás a 35°C (trinta e cinco graus Celsius), em 24-48 (vinte e quatro-quarenta e oito) horas. Quanto às técnicas de detecção, considera-se do Grupo Coliformes aqueles organismos que na técnica dos tubos múltiplos (ensaios presuntivo e confirmatório) fermentam a lactose, com produção de gás, a 35°C (trinta e cinco graus Celsius); no caso da técnica da membrana filtrante, aqueles que produzem colônias escuras, com brilho metálico, a 35°C (trinta e cinco graus Celsius), em meios de cultura do tipo Endo, no prazo máximo de 24 (vinte e quatro) horas;

4.3 Coliformes Fecais ou Coliformes Termotolerantes: são as bactérias do grupo coliformes que apresentam as características do grupo, porém à temperatura de incubação de 44,5°C (quarenta e quatro e meio graus Celsius, mais ou menos 0,2 (dois décimos) por 24 (vinte e quatro) horas;

4.4 Contagem de bactérias heterotróficas (“Pour Plate Method”): contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), obtida por semeadura, em placa, de 1(hum)ml de amostra e de suas diluições (de modo a permitir a contagem mínima estabelecida no padrão bacteriológico, por incorporação em agar padrão - “Plate Count Agar”- para contagem), com incubação a 35°C (trinta e cinco graus Celsius) mais ou menos 0,5 (cinco décimos) por 48 (quarenta e oito) horas;

4.5 Teste de Presença/Ausência (P/A): teste qualitativo da avaliação de presença ou ausência de bactérias do grupo coliformes em 100ml de água;

4.6 Controle da qualidade de água de abastecimento público: conjunto de atividades executadas pelo Serviço de Abastecimento Público de Água, com o objetivo de obter e manter a potabilidade da água;



**4.7** Vigilância da Qualidade de Água de Abastecimento Público conjunto de atividades de responsabilidade da autoridade sanitária estadual competente, com a finalidade de avaliar a qualidade da água distribuída e de exigir a tomada de medidas necessárias, no caso da água não atender ao padrão de potabilidade;

**4.8** Padrão de Potabilidade: conjunto de valores máximos permissíveis, das características de qualidade da água destinada ao consumo humano;

**4.9** Serviço de Abastecimento Público de Água (SAA): conjunto de atividades, instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade;

**4.10** Sistema de Abastecimento Público de Água: parte física do Serviço de Abastecimento Público de Água, constituído de instalações e equipamentos destinados a fornecer água potável a uma comunidade;

**4.11** Valor Máximo Permissível (VMP): valor de qualquer característica da qualidade da água, acima do qual ela é considerada não potável.

**5.** Sempre que forem verificadas alterações em relação ao padrão da água para consumo humano, o Serviço de Abastecimento Público e os órgãos de vigilância deverão estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e a tomada das medidas cabíveis, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

**6.** O descumprimento das determinações desta Portaria sujeitará os responsáveis pelos sistemas de abastecimento público de água às sanções administrativas cabíveis, de acordo com o regime jurídico a que estiverem submetidos.

**7.** As autoridades sanitárias competentes dos Estados e do Distrito Federal, tendo em vista as condições locais, poderão estabelecer condições mais restritivas, bem como dispensar os Serviços de Abastecimento Público de Água da realização de determinada(s) análise(s) específica(s), uma vez verificada, por registros históricos e avaliações sanitárias, a inexistência do(s) componente(s) químico(s) em questão.

**8.** O padrão aprovado por esta Portaria constitui o limite máximo para cada elemento ou substância química, não estando considerados eventuais efeitos sinérgicos entre eles e outros elementos ou substâncias. Verificados tais efeitos, comprovadamente prejudiciais à saúde, os limites estabelecidos deverão ser reavaliados.

**9.** Diante de condições específicas locais, o Serviço de Abastecimento Público de Água deverá aumentar a frequência e o número de amostras além das mínimas estabelecidas nesta Portaria, a critério próprio ou do órgão sanitário estadual competente, visando a garantir o atendimento ao padrão de potabilidade.

**10.** Para o atendimento das exigências de ordem técnico-instrumental, que a detecção ou quantificação de alguns componentes imponham, caberá aos serviços de abastecimento público de água e aos órgãos de vigilância promoverem sua própria capacitação, a fim de atender aos



objetivos desta Portaria, podendo confiar tais atribuições a laboratórios certificados pelo Ministério da Saúde ou pela autoridade sanitária competente dos Estados e do Distrito Federal.

**11.** Os serviços de abastecimento de água deverão encaminhar às secretarias de Estado da Saúde, ou órgãos equivalentes, relatórios mensais relativos ao efetivo cumprimento das disposições desta Portaria.

**12.** Serão obrigatoriamente observados em todo o território nacional as normas e o padrão de potabilidade estabelecidos nesta Portaria, dentro de dois anos a contar da data de sua publicação.

**13.** Durante o prazo previsto no item anterior, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão promover as medidas que, para o fiel cumprimento desta Portaria, se façam necessárias.

**14.** Até a entrada em vigor das normas e do padrão aprovados por esta Portaria, continuarão vigorando os estabelecidos na Portaria, continuarão vigorando os estabelecidos na Portaria nº 56/Bsb, de 14 de março de 1977.

**15.** Os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, desde que devidamente capacitados, poderão adotar, a partir da publicação desta Portaria, as normas e o padrão de potabilidade da água nela estabelecidos.

**16.** Esta Portaria entrará em vigor na data da sua publicação revogadas as disposições em contrário.

**MINISTRO DA SAÚDE**  
**SEIGO TSUZUKI**



## MINISTÉRIO DA SAÚDE

### PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.

O MINISTRO DE ESTADO DA SAÚDE, no uso de suas atribuições e considerando o disposto no Art. 2º do Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977,

#### RESOLVE:

Art. 1º Aprovar a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, na forma do Anexo desta Portaria, de uso obrigatório em todo território nacional.

Art. 2º Fica estabelecido o prazo máximo de 12 meses, contados a partir da publicação desta Portaria, para que as instituições ou órgãos aos quais esta Norma se aplica, promovam as adequações necessárias a seu cumprimento, no que se refere ao tratamento por filtração de água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização e da obrigação do monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas.

Art. 3º É de responsabilidade da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal a adoção das medidas necessárias para o fiel cumprimento desta Portaria.

Art. 4º O Ministério da Saúde promoverá, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde – SVS, a revisão da Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano estabelecida nesta Portaria, no prazo de 5 anos ou a qualquer tempo, mediante solicitação devidamente justificada de órgãos governamentais ou não governamentais de reconhecida capacidade técnica nos setores objeto desta regulamentação.

Art. 5º Fica delegada competência ao Secretário de Vigilância em Saúde para editar, quando necessário, normas regulamentadoras desta Portaria.

Art. 6º Esta Portaria entra em vigor na data de sua publicação.

HUMBERTO COSTA

ANEXO A PORTARIA N.º 518, DE 25 DE MARÇO DE 2004

NORMA DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO

CAPÍTULO I  
DAS DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Norma dispõe sobre procedimentos e responsabilidades inerentes ao controle e à vigilância da qualidade da água para consumo humano, estabelece seu padrão de potabilidade e dá outras providências.

Art. 2º Toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer ao padrão de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água.

Art. 3º Esta Norma não se aplica às águas envasadas e a outras, cujos usos e padrões de qualidade são estabelecidos em legislação específica.

CAPÍTULO II  
DAS DEFINIÇÕES

Art. 4º Para os fins a que se destina esta Norma, são adotadas as seguintes definições:

I. água potável – água para consumo humano cujos parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e que não ofereça riscos à saúde;

II. sistema de abastecimento de água para consumo humano – instalação composta por conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, destinada à produção e à distribuição canalizada de água potável para populações, sob a responsabilidade do poder público, mesmo que administrada em regime de concessão ou permissão;

III. solução alternativa de abastecimento de água para consumo humano – toda modalidade de abastecimento coletivo de água distinta do sistema de abastecimento de água, incluindo, entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador, instalações condominiais horizontal e vertical;

IV. controle da qualidade da água para consumo humano – conjunto de atividades exercidas de forma contínua pelo(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, destinadas a verificar se a água fornecida à população é potável, assegurando a manutenção desta condição;

V. vigilância da qualidade da água para consumo humano – conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende à esta Norma e para avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana;

VI. coliformes totais (bactérias do grupo coliforme) - bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos que fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a  $35,0 \pm 0,5$  °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. A maioria das bactérias do grupo coliforme pertence aos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, embora vários outros gêneros e espécies pertençam ao grupo;

VII. coliformes termotolerantes - subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a  $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas; tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal;

VIII. *Escherichia Coli* - bactéria do grupo coliforme que fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a  $44,5 \pm 0,2$ °C em 24 horas, produz indol a partir do triptofano, oxidase negativa,



não hidroliza a uréia e apresenta atividade das enzimas  $\beta$  galactosidase e  $\beta$  glucoronidase, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos;

IX. contagem de bactérias heterotróficas - determinação da densidade de bactérias que são capazes de produzir unidades formadoras de colônias (UFC), na presença de compostos orgânicos contidos em meio de cultura apropriada, sob condições pré-estabelecidas de incubação:  $35,0, \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  por 48 horas;

X. cianobactérias - microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e

XI. cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo:

a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores;

b) cilindropermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e

c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio.

### CAPÍTULO III DOS DEVERES E DAS RESPONSABILIDADES

#### Seção I Do Nível Federal

Art. 5º São deveres e obrigações do Ministério da Saúde, por intermédio da Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água, em articulação com as Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal e com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

II. estabelecer as referências laboratoriais nacionais e regionais, para dar suporte às ações de maior complexidade na vigilância da qualidade da água para consumo humano;

III. aprovar e registrar as metodologias não contempladas nas referências citadas no artigo 17 deste Anexo;

III. definir diretrizes específicas para o estabelecimento de um plano de amostragem a ser implementado pelos Estados, Distrito Federal ou Municípios, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, no âmbito do Sistema Único de Saúde – SUS; e

IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação estadual, nos termos da regulamentação do SUS.

#### Seção II Do Nível Estadual e Distrito Federal

Art. 6º São deveres e obrigações das Secretarias de Saúde dos Estados e do Distrito Federal:

I. promover e acompanhar a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com o nível municipal e os responsáveis pelo controle de qualidade da água, nos termos da legislação que regulamenta o SUS;

- II. garantir, nas atividades de vigilância da qualidade da água, a implementação de um plano de amostragem pelos municípios, observadas as diretrizes específicas a serem elaboradas pela SVS/MS;
- III. estabelecer as referências laboratoriais estaduais e do Distrito Federal para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano; e
- IV. executar ações de vigilância da qualidade da água, de forma complementar, em caráter excepcional, quando constatada, tecnicamente, insuficiência da ação municipal, nos termos da regulamentação do SUS.

### Seção III Do Nível Municipal

Art. 7º São deveres e obrigações das Secretarias Municipais de Saúde:

- I. exercer a vigilância da qualidade da água em sua área de competência, em articulação com os responsáveis pelo controle de qualidade da água, de acordo com as diretrizes do SUS;
- II. sistematizar e interpretar os dados gerados pelo responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, assim como, pelos órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, em relação às características da água nos mananciais, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento de água quanto aos riscos à saúde da população;
- III. estabelecer as referências laboratoriais municipais para dar suporte às ações de vigilância da qualidade da água para consumo humano;
- IV. efetuar, sistemática e permanentemente, avaliação de risco à saúde humana de cada sistema de abastecimento ou solução alternativa, por meio de informações sobre:
  - a) a ocupação da bacia contribuinte ao manancial e o histórico das características de suas águas;
  - b) as características físicas dos sistemas, práticas operacionais e de controle da qualidade da água;
  - c) o histórico da qualidade da água produzida e distribuída; e
  - d) a associação entre agravos à saúde e situações de vulnerabilidade do sistema.
- V. auditar o controle da qualidade da água produzida e distribuída e as práticas operacionais adotadas;
- VI. garantir à população informações sobre a qualidade da água e riscos à saúde associados, nos termos do inciso VI do artigo 9 deste Anexo;
- VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível à população e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;
- VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes;
- IX. informar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre anomalias e não conformidades detectadas, exigindo as providências para as correções que se fizerem necessárias;
- X. aprovar o plano de amostragem apresentado pelos responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, que deve respeitar os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9;
- XI. implementar um plano próprio de amostragem de vigilância da qualidade da água, consoante diretrizes específicas elaboradas pela SVS; e
- XII. definir o responsável pelo controle da qualidade da água de solução alternativa.

### Seção IV Do Responsável pela Operação de Sistema e/ou Solução Alternativa

Art. 8º Cabe ao(s) responsável(is) pela operação de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água, exercer o controle da qualidade da água.

Parágrafo único. Em caso de administração, em regime de concessão ou permissão do sistema de abastecimento de água, é a concessionária ou a permissionária a responsável pelo controle da qualidade da água.

Art. 9º Ao(s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe:

I. operar e manter sistema de abastecimento de água potável para a população consumidora, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas e com outras normas e legislações pertinentes;

II. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de:

a) controle operacional das unidades de captação, adução, tratamento, reservação e distribuição;

b) exigência do controle de qualidade, por parte dos fabricantes de produtos químicos utilizados no tratamento da água e de materiais empregados na produção e distribuição que tenham contato com a água;

c) capacitação e atualização técnica dos profissionais encarregados da operação do sistema e do controle da qualidade da água; e

d) análises laboratoriais da água, em amostras provenientes das diversas partes que compõem o sistema de abastecimento.

III. manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída;

IV. encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação do atendimento a esta Norma, relatórios mensais com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo estabelecido pela referida autoridade;

V. promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI. fornecer a todos os consumidores, nos termos do Código de Defesa do Consumidor, informações sobre a qualidade da água distribuída, mediante envio de relatório, dentre outros mecanismos, com periodicidade mínima anual e contendo, no mínimo, as seguintes informações:

a) descrição dos mananciais de abastecimento, incluindo informações sobre sua proteção, disponibilidade e qualidade da água;

b) estatística descritiva dos valores de parâmetros de qualidade detectados na água, seu significado, origem e efeitos sobre a saúde; e

c) ocorrência de não conformidades com o padrão de potabilidade e as medidas corretivas providenciadas.

VII. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VIII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia operacional no sistema ou não conformidade na qualidade da água tratada, identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29 deste Anexo; e

IX. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

Art. 10. Ao responsável por solução alternativa de abastecimento de água, nos termos do inciso XII do artigo 7 deste Anexo, incumbe:

I. requerer, junto à autoridade de saúde pública, autorização para o fornecimento de água apresentando laudo sobre a análise da água a ser fornecida, incluindo os parâmetros de qualidade previstos nesta Portaria, definidos por critério da referida autoridade;

II. operar e manter solução alternativa que forneça água potável em conformidade com as normas técnicas aplicáveis, publicadas pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, e com outras normas e legislações pertinentes;

III. manter e controlar a qualidade da água produzida e distribuída, por meio de análises laboratoriais, nos termos desta Portaria e, a critério da autoridade de saúde pública, de outras medidas conforme inciso II do artigo anterior;

IV. encaminhar à autoridade de saúde pública, para fins de comprovação, relatórios com informações sobre o controle da qualidade da água, segundo modelo e periodicidade estabelecidos pela referida autoridade, sendo no mínimo trimestral;

V. efetuar controle das características da água da fonte de abastecimento, nos termos do artigo 19 deste Anexo, notificando, imediatamente, à autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente;

VI. manter registros atualizados sobre as características da água distribuída, sistematizados de forma compreensível aos consumidores e disponibilizados para pronto acesso e consulta pública;

VII. comunicar, imediatamente, à autoridade de saúde pública competente e informar, adequadamente, à população a detecção de qualquer anomalia identificada como de risco à saúde, adotando-se as medidas previstas no artigo 29; e

VIII. manter mecanismos para recebimento de queixas referentes às características da água e para a adoção das providências pertinentes.

#### CAPÍTULO IV DO PADRÃO DE POTABILIDADE

Art.11. A água potável deve estar em conformidade com o padrão microbiológico conforme Tabela 1, a seguir:

Tabela 1

##### Padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano

PARÂMETRO	VMP <sup>(1)</sup>
Água para consumo humano <sup>(2)</sup>	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100ml
Água na saída do tratamento	
Coliformes totais	Ausência em 100ml
Água tratada no sistema de distribuição (reservatórios e rede)	
<i>Escherichia coli</i> ou coliformes termotolerantes <sup>(3)</sup>	Ausência em 100ml
Coliformes totais	Sistemas que analisam 40 ou mais amostras por mês: Ausência em 100ml em 95% das amostras examinadas no mês; Sistemas que analisam menos de 40 amostras por mês: Apenas uma amostra poderá apresentar mensalmente resultado positivo em 100ml

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) água para consumo humano em toda e qualquer situação, incluindo fontes individuais como poços, minas, nascentes, dentre outras.

(3) a detecção de *Escherichia coli* deve ser preferencialmente adotada.

§1º No controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que as novas amostras revelem resultado satisfatório.

§2º Nos sistemas de distribuição, a coleta deve incluir, no mínimo, três amostras simultâneas, sendo uma no mesmo ponto e duas outras localizadas a montante e a jusante.

§3º Amostras com resultados positivos para coliformes totais devem ser analisadas para *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, devendo, neste caso, ser efetuada a verificação e confirmação dos resultados positivos.

§4º O percentual de amostras com resultado positivo de coliformes totais em relação ao total de amostras coletadas nos sistemas de distribuição deve ser calculado mensalmente, excluindo as amostras extras (recoleta).

§5º O resultado negativo para coliformes totais das amostras extras (recoletas) não anula o resultado originalmente positivo no cálculo dos percentuais de amostras com resultado positivo.

§6º Na proporção de amostras com resultado positivo admitidas mensalmente para coliformes totais no sistema de distribuição, expressa na Tabela 1, não são tolerados resultados positivos que ocorram em recoleta, nos termos do § 1º deste artigo.

§7º Em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais nos sistemas de distribuição, deve ser efetuada a contagem de bactérias heterotróficas e, uma vez excedidas 500 unidades formadoras de colônia (UFC) por ml, devem ser providenciadas imediata recoleta, inspeção local e, se constatada irregularidade, outras providências cabíveis.

§8º Em complementação, recomenda-se a inclusão de pesquisa de organismos patogênicos, com o objetivo de atingir, como meta, um padrão de ausência, dentre outros, de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp*.

§9º Em amostras individuais procedentes de poços, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento sem distribuição canalizada, tolera-se a presença de coliformes totais, na ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes, nesta situação devendo ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo e realizada nova análise de coliformes.

Art. 12. Para a garantia da qualidade microbiológica da água, em complementação às exigências relativas aos indicadores microbiológicos, deve ser observado o padrão de turbidez expresso na Tabela 2, abaixo:

Tabela 2

Padrão de turbidez para água pós-filtração ou pré-desinfecção

TRATAMENTO DA ÁGUA	VMP <sup>(1)</sup>
Desinfecção (água subterrânea)	1,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	1,0 UT <sup>(2)</sup>
Filtração lenta	2,0 UT <sup>(2)</sup> em 95% das amostras

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de turbidez.

§ 1º Entre os 5% dos valores permitidos de turbidez superiores aos VMP estabelecidos na Tabela 2, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 UT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 UT em qualquer ponto da rede no sistema de distribuição.

§ 2º Com vistas a assegurar a adequada eficiência de remoção de enterovírus, cistos de *Giardia spp* e oocistos de *Cryptosporidium sp.*, recomenda-se, enfaticamente, que, para a filtração rápida, se estabeleça como meta a obtenção de efluente filtrado com valores de turbidez inferiores a 0,5 UT em 95% dos dados mensais e nunca superiores a 5,0 UT.

§ 3º O atendimento ao percentual de aceitação do limite de turbidez, expresso na Tabela 2, deve ser verificado, mensalmente, com base em amostras no mínimo diárias para desinfecção ou filtração lenta e a cada quatro horas para filtração rápida, preferivelmente, em qualquer caso, no efluente individual de cada unidade de filtração.

Art. 13. Após a desinfecção, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição, recomendando-se que a cloração seja realizada em pH inferior a 8,0 e tempo de contato mínimo de 30 minutos.

Parágrafo único. Admite-se a utilização de outro agente desinfetante ou outra condição de operação do processo de desinfecção, desde que fique demonstrado pelo responsável pelo sistema de tratamento uma eficiência de inativação microbiológica equivalente à obtida com a condição definida neste artigo.

Art.14. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de substâncias químicas que representam risco para a saúde expresso na Tabela 3, a seguir:

Tabela 3

Padrão de potabilidade para substâncias químicas que representam risco à saúde

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
<b>INORGÂNICAS</b>		
Antimônio	mg/L	0,005
Arsênio	mg/L	0,01
Bário	mg/L	0,7
Cádmio	mg/L	0,005
Cianeto	mg/L	0,07
Chumbo	mg/L	0,01
Cobre	mg/L	2
Cromo	mg/L	0,05
Fluoreto <sup>(2)</sup>	mg/L	1,5
Mercúrio	mg/L	0,001
Nitrato (como N)	mg/L	10
Nitrito (como N)	mg/L	1
Selênio	mg/L	0,01
<b>ORGÂNICAS</b>		
Acrilamida	µg/L	0,5
Benzeno	µg/L	5
Benzo[a]pireno	µg/L	0,7
Cloreto de Vinila	µg/L	5
1,2 Dicloroetano	µg/L	10
1,1 Dicloroetano	µg/L	30
Diclorometano	µg/L	20
Estireno	µg/L	20
Tetracloroeto de Carbono	µg/L	2
Tetracloroetano	µg/L	40
Triclorobenzenos	µg/L	20
Tricloroetano	µg/L	70
<b>AGROTÓXICOS</b>		
Alaclor	µg/L	20,0
Aldrin e Dieldrin	µg/L	0,03
Atrazina	µg/L	2
Bentazona	µg/L	300
Clordano (isômeros)	µg/L	0,2
2,4 D	µg/L	30
DDT (isômeros)	µg/L	2
Endossulfan	µg/L	20
Endrin	µg/L	0,6
Glifosato	µg/L	500
Heptacloro e Heptacloro epóxido	µg/L	0,03
Hexaclorobenzeno	µg/L	1
Lindano (γ-BHC)	µg/L	2
Metolacloro	µg/L	10
Metoxicloro	µg/L	20
Molinato	µg/L	6

Pendimetalina	µg/L	20
Pentaclorofenol	µg/L	9
Permetrina	µg/L	20
Propanil	µg/L	20
Simazina	µg/L	2
Trifluralina	µg/L	20
CIANOTOXINAS		
Microcistinas <sup>(3)</sup>	µg/L	1,0
DESINFETANTES E PRODUTOS SECUNDÁRIOS DA DESINFECÇÃO		
Bromato	mg/L	0,025
Clorito	mg/L	0,2
Cloro livre <sup>(4)</sup>	mg/L	5
Monocloramina	mg/L	3
2,4,6 Triclorofenol	mg/L	0,2
Trihalometanos Total	mg/L	0,1

NOTAS: (1) Valor Máximo Permitido.

(2) Os valores recomendados para a concentração de íon fluoreto devem observar à legislação específica vigente relativa à fluoretação da água, em qualquer caso devendo ser respeitado o VMP desta Tabela.

(3) É aceitável a concentração de até 10 µg/L de microcistinas em até 3 (três) amostras, consecutivas ou não, nas análises realizadas nos últimos 12 (doze) meses.

(4) Análise exigida de acordo com o desinfetante utilizado.

§ 1º Recomenda-se que as análises para cianotoxinas incluam a determinação de cilindrospermopsina e saxitoxinas (STX), observando, respectivamente, os valores limites de 15,0 µg/L e 3,0 µg/L de equivalentes STX/L.

§ 2º Para avaliar a presença dos inseticidas organofosforados e carbamatos na água, recomenda-se a determinação da atividade da enzima acetilcolinesterase, observando os limites máximos de 15% ou 20% de inibição enzimática, quando a enzima utilizada for proveniente de insetos ou mamíferos, respectivamente.

Art. 15. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de radioatividade expresso na Tabela 4, a seguir:

Tabela 4

Padrão de radioatividade para água potável

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Radioatividade alfa global	Bq/L	0,1 <sup>(2)</sup>
Radioatividade beta global	Bq/L	1,0 <sup>(2)</sup>

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Se os valores encontrados forem superiores aos VMP, deverá ser feita a identificação dos radionuclídeos presentes e a medida das concentrações respectivas. Nesses casos, deverão ser aplicados, para os radionuclídeos encontrados, os valores estabelecidos pela legislação pertinente da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN, para se concluir sobre a potabilidade da água.

Art. 16. A água potável deve estar em conformidade com o padrão de aceitação de consumo expresso na Tabela 5, a seguir:

Tabela 5

Padrão de aceitação para consumo humano

PARÂMETRO	UNIDADE	VMP <sup>(1)</sup>
Alumínio	mg/L	0,2
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,5
Cloreto	mg/L	250
Cor Aparente	uH <sup>(2)</sup>	15
Dureza	mg/L	500
Etilbenzeno	mg/L	0,2
Ferro	mg/L	0,3

Manganês	mg/L	0,1
Monoclorobenzeno	mg/L	0,12
Odor	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Gosto	-	Não objetável <sup>(3)</sup>
Sódio	mg/L	200
Sólidos dissolvidos totais	mg/L	1.000
Sulfato	mg/L	250
Sulfeto de Hidrogênio	mg/L	0,05
Surfactantes	mg/L	0,5
Tolueno	mg/L	0,17
Turbidez	UT <sup>(4)</sup>	5
Zinco	mg/L	5
Xileno	mg/L	0,3

NOTAS: (1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).

(3) critério de referência

(4) Unidade de turbidez.

§ 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

§ 2º Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L.

§ 3º Recomenda-se a realização de testes para detecção de odor e gosto em amostras de água coletadas na saída do tratamento e na rede de distribuição de acordo com o plano mínimo de amostragem estabelecido para cor e turbidez nas Tabelas 6 e 7.

Art. 17. As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da *publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, de autoria das instituições *American Public Health Association (APHA)*, *American Water Works Association (AWWA)* e *Water Environment Federation (WEF)*, ou das normas publicadas pela ISO (*International Standardization Organization*).

§ 1º Para análise de cianobactérias e cianotoxinas e comprovação de toxicidade por bioensaios em camundongos, até o estabelecimento de especificações em normas nacionais ou internacionais que disciplinem a matéria, devem ser adotadas as metodologias propostas pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em sua publicação *Toxic cyanobacteria in water: a guide to their public health consequences, monitoring and management*.

§ 2º Metodologias não contempladas nas referências citadas no § 1º e “caput” deste artigo, aplicáveis aos parâmetros estabelecidos nesta Norma, devem, para ter validade, receber aprovação e registro pelo Ministério da Saúde.

§ 3º As análises laboratoriais para o controle e a vigilância da qualidade da água podem ser realizadas em laboratório próprio ou não que, em qualquer caso, deve manter programa de controle de qualidade interna ou externa ou ainda ser acreditado ou certificado por órgãos competentes para esse fim.

## CAPÍTULO V DOS PLANOS DE AMOSTRAGEM

Art. 18. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistema ou solução alternativa de abastecimento de água devem elaborar e aprovar, junto à autoridade de saúde pública, o plano de



amostragem de cada sistema, respeitando os planos mínimos de amostragem expressos nas Tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6

Número mínimo de amostras para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (NÚMERO DE AMOSTRAS POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			< 50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH	Superficial	1	10	1 para cada 5.000 hab.	40 + (1 para cada 25.000 hab.)
	Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	1	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	1			
Fluoreto	Superficial ou Subterrâneo	1	5	1 para cada 10.000 hab.	20 + (1 para cada 50.000 hab.)
Cianotoxinas	Superficial	1 (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	1	1 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>	4 <sup>(2)</sup>
	Subterrâneo	-	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>	1 <sup>(2)</sup>
Demais parâmetros <sup>(3)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>	1 <sup>(4)</sup>

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) As amostras devem ser coletadas, preferencialmente, em pontos de maior tempo de detenção da água no sistema de distribuição.

(3) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(4) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 7

Frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises físicas, químicas e de radioatividade, em função do ponto de amostragem, da população abastecida e do tipo de manancial.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (FREQUÊNCIA POR UNIDADE DE TRATAMENTO)	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)		
			População abastecida		
			<50.000 hab.	50.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Cor Turbidez pH Fluoreto	Superficial	A cada 2 horas	Mensal	Mensal	Mensal
	Subterrâneo	Diária			
CRL <sup>(1)</sup>	Superficial	A cada 2 horas	(Conforme § 3º do artigo 18).		
	Subterrâneo	Diária			
Cianotoxinas	Superficial	Semanal (Conforme § 5º do artigo 18)	-	-	-
Trihalometanos	Superficial	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral
	Subterrâneo	-	Anual	Semestral	Semestral
Demais parâmetros <sup>(2)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	Semestral	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>	Semestral <sup>(3)</sup>

NOTAS: (1) Cloro residual livre.

(2) Apenas será exigida obrigatoriedade de investigação dos parâmetros radioativos quando da evidência de causas de radiação natural ou artificial.

(3) Dispensada análise na rede de distribuição quando o parâmetro não for detectado na saída do tratamento e, ou, no manancial, à exceção de substâncias que potencialmente possam ser introduzidas no sistema ao longo da distribuição.

Tabela 8

Número mínimo de amostras mensais para o controle da qualidade da água de sistema de abastecimento, para fins de análises microbiológicas, em função da população abastecida.

PARÂMETRO	SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO (RESERVATÓRIOS E REDE)			
	População abastecida			
	< 5.000 hab.	5.000 a 20.000 hab.	20.000 a 250.000 hab.	> 250.000 hab.
Coliformes totais	10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000

NOTA: na saída de cada unidade de tratamento devem ser coletadas, no mínimo, 2 (duas) amostras semanais, recomendando-se a coleta de, pelo menos, 4 (quatro) amostras semanais.

Tabela 9

Número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem para o controle da qualidade da água de solução alternativa, para fins de análises físicas, químicas e microbiológicas, em função do tipo de manancial e do ponto de amostragem.

PARÂMETRO	TIPO DE MANANCIAL	SAÍDA DO TRATAMENTO (para água canalizada)	NÚMERO DE AMOSTRAS RETIRADAS NO PONTO DE CONSUMO <sup>(1)</sup> (para cada 500 hab.)	FREQÜÊNCIA DE AMOSTRAGEM
Cor, turbidez, pH e coliformes totais <sup>(2)</sup>	Superficial	1	1	Semanal
	Subterrâneo	1	1	Mensal
<sup>(3)</sup> CRL <sup>(2)</sup>	Superficial ou Subterrâneo	1	1	Diário

NOTAS: (1) Devem ser retiradas amostras em, no mínimo, 3 pontos de consumo de água.

(2) Para veículos transportadores de água para consumo humano, deve ser realizada 1 (uma) análise de CRL em cada carga e 1 (uma) análise, na fonte de fornecimento, de cor, turbidez, PH e coliformes totais com freqüência mensal, ou outra amostragem determinada pela autoridade de saúde pública.

(3) Cloro residual livre.

§ 1º A amostragem deve obedecer aos seguintes requisitos:

I. distribuição uniforme das coletas ao longo do período; e

II. representatividade dos pontos de coleta no sistema de distribuição (reservatórios e rede), combinando critérios de abrangência espacial e pontos estratégicos, entendidos como aqueles próximos a grande circulação de pessoas (terminais rodoviários, terminais ferroviários, etc.) ou edifícios que alberguem grupos populacionais de risco (hospitais, creches, asilos, etc.), aqueles localizados em trechos vulneráveis do sistema de distribuição (pontas de rede, pontos de queda de pressão, locais afetados por manobras, sujeitos à intermitência de abastecimento, reservatórios, etc.) e locais com sistemáticas notificações de agravos à saúde tendo como possíveis causas agentes de veiculação hídrica.

§ 2º No número mínimo de amostras coletadas na rede de distribuição, previsto na Tabela 8, não se incluem as amostras extras (recoletas).

§ 3º Em todas as amostras coletadas para análises microbiológicas deve ser efetuada, no momento da coleta, medição de cloro residual livre ou de outro composto residual ativo, caso o agente desinfetante utilizado não seja o cloro.

§ 4º Para uma melhor avaliação da qualidade da água distribuída, recomenda-se que, em todas as amostras referidas no § 3º deste artigo, seja efetuada a determinação de turbidez.

§ 5º Sempre que o número de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, exceder 20.000 células/ml (2mm<sup>3</sup>/L de biovolume), durante o monitoramento que trata o § 1º do artigo 19, será exigida a análise semanal de cianotoxinas na água na saída do tratamento e nas entradas (hidrômetros) das clínicas de hemodiálise e indústrias de injetáveis, sendo que esta análise pode ser dispensada quando não houver comprovação de toxicidade na água bruta por meio da realização semanal de bioensaios em camundongos.

Art. 19. Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas e de soluções alternativas de abastecimento supridos por manancial superficial devem coletar amostras semestrais da água bruta, junto do ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos na legislação vigente de classificação e enquadramento de águas superficiais, avaliando a compatibilidade entre as características da água bruta e o tipo de tratamento existente.

§ 1º O monitoramento de cianobactérias na água do manancial, no ponto de captação, deve obedecer freqüência mensal, quando o número de cianobactérias não exceder 10.000 células/ml (ou 1mm<sup>3</sup>/L de biovolume), e semanal, quando o número de cianobactérias exceder este valor.

§ 2º É vedado o uso de algicidas para o controle do crescimento de cianobactérias ou qualquer intervenção no manancial que provoque a lise das células desses microrganismos, quando a densidade das cianobactérias exceder 20.000 células/ml (ou 2mm<sup>3</sup>/L de biovolume), sob pena de comprometimento da avaliação de riscos à saúde associados às cianotoxinas.

Art. 20. A autoridade de saúde pública, no exercício das atividades de vigilância da qualidade da água, deve implementar um plano próprio de amostragem, consoante diretrizes específicas elaboradas no âmbito do Sistema Único de Saúde - SUS.

## CAPÍTULO VI DAS EXIGÊNCIAS APLICÁVEIS AOS SISTEMAS E SOLUÇÕES ALTERNATIVAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Art. 21. O sistema de abastecimento de água deve contar com responsável técnico, profissionalmente habilitado.

Art. 22. Toda água fornecida coletivamente deve ser submetida a processo de desinfecção, concebido e operado de forma a garantir o atendimento ao padrão microbiológico desta Norma.

Art. 23. Toda água para consumo humano suprida por manancial superficial e distribuída por meio de canalização deve incluir tratamento por filtração.

Art. 24. Em todos os momentos e em toda sua extensão, a rede de distribuição de água deve ser operada com pressão superior à atmosférica.

§ 1º Caso esta situação não seja observada, fica o responsável pela operação do serviço de abastecimento de água obrigado a notificar a autoridade de saúde pública e informar à população, identificando períodos e locais de ocorrência de pressão inferior à atmosférica.

§ 2º Excepcionalmente, caso o serviço de abastecimento de água necessite realizar programa de obras na rede de distribuição, que possa submeter trechos a pressão inferior à atmosférica, o referido programa deve ser previamente comunicado à autoridade de saúde pública.

Art. 25. O responsável pelo fornecimento de água por meio de veículos deve:

I. garantir o uso exclusivo do veículo para este fim;

II. manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e, ou, sobre a fonte de água; e

III. manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água.

§ 1º A água fornecida para consumo humano por meio de veículos deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L.

§ 2º O veículo utilizado para fornecimento de água deve conter, de forma visível, em sua carroceria, a inscrição: “ÁGUA POTÁVEL”.

## CAPÍTULO VII DAS PENALIDADES

Art. 26. Serão aplicadas as sanções administrativas cabíveis, aos responsáveis pela operação dos sistemas ou soluções alternativas de abastecimento de água, que não observarem as determinações constantes desta Portaria.

Art. 27. As Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos municípios estarão sujeitas a suspensão de repasse de recursos do Ministério da Saúde e órgãos ligados, diante da inobservância do contido nesta Portaria.

Art. 28. Cabe ao Ministério da Saúde, por intermédio da SVS/MS, e às autoridades de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, representadas pelas respectivas Secretarias de Saúde ou órgãos equivalentes, fazer observar o fiel cumprimento desta Norma, nos termos da legislação que regulamenta o Sistema Único de Saúde – SUS.

## CAPÍTULO VIII DAS DISPOSIÇÕES FINAIS

Art. 29. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem estabelecer entendimentos para a elaboração de um plano de ação e tomada das medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade.

Art. 30. O responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água pode solicitar à autoridade de saúde pública a alteração na frequência mínima de amostragem de determinados parâmetros estabelecidos nesta Norma.

Parágrafo único. Após avaliação criteriosa, fundamentada em inspeções sanitárias e, ou, em histórico mínimo de dois anos do controle e da vigilância da qualidade da água, a autoridade de saúde pública decidirá quanto ao deferimento da solicitação, mediante emissão de documento específico.

Art. 31. Em função de características não conformes com o padrão de potabilidade da água ou de outros fatores de risco, a autoridade de saúde pública competente, com fundamento em relatório técnico, determinará ao responsável pela operação do sistema ou solução alternativa de abastecimento de água que amplie o número mínimo de amostras, aumente a frequência de amostragem ou realize análises laboratoriais de parâmetros adicionais ao estabelecido na presente Norma.

Art. 32. Quando não existir na estrutura administrativa do estado a unidade da Secretaria de Saúde, os deveres e responsabilidades previstos no artigo 6º deste Anexo serão cumpridos pelo órgão equivalente.