

# **QUALIDADE DAS ÁGUAS DOS CÓRREGOS CAPIVARA DOS GOMES, TURVO SUJO E GRAMA - E ASPECTOS DOS SOLOS DE SUAS VÁRZEAS, NO PLANALTO DE VIÇOSA, MINAS GERAIS<sup>1</sup>**

Carla Eloiza Bavose Campos<sup>2</sup>

João Luiz Lani<sup>3</sup>

Alexson de Mello Cunha<sup>4</sup>

Marcelo Rodrigo Alves<sup>5</sup>

## **RESUMO**

Este estudo foi realizado nas bacias dos córregos da Capivara dos Gomes, Turvo Sujo e do Grama, respectivamente nos municípios de Cajuri, Viçosa e Coimbra, região da Zona da Mata de Minas Gerais, com o objetivo de avaliar a qualidade das águas, em seus diferentes usos, com base nas características físicas, químicas e microbiológicas associadas a alguns aspectos da geologia e às diferentes formas de uso e manejo dos solos. O planalto de Viçosa apresenta relevo forte ondulado e montanhoso, clima do tipo Cwa (Köppen) e vegetação original do tipo Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subperenifolia). As amostragens de água foram feitas em áreas de várzea. Elas são pouco expressivas em extensão, mas extremamente importantes nos aspectos de uso, devido à proximidade da água, relevo mais plano e solos, na sua maioria, de melhor fertilidade. Os resultados das análises demonstraram que grande parte das águas apresenta altos índices de

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 02.06.2003. Extraído da tese de mestrado do primeiro autor, apresentada a Universidade Federal de Viçosa.

<sup>2</sup> Bolsista da Embrapa, Manaus, AM.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG. e-mail: lani@solos.ufv.br.

<sup>4</sup> Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas no Departamento de Solos da UFV. CEP 36571-000 Viçosa MG. e-mail: alexson@solos.ufv.br.

<sup>5</sup> Estudante do curso de Engenharia Florestal da UFV.

coliformes fecais e grande variabilidade nos teores de fósforo, o que indica fontes aleatórias contaminantes como esgoto doméstico e fezes de animais.

Palavras-chave: bacia hidrográfica, várzeas, contaminação da água.

## ABSTRACT

### WATER QUALITY OF THE CAPIVARA DO GOMES, TURVO SUJO, AND GRAMA STREAMLETS AND THE SOIL OF THEIR LOWLAND IN THE PLATEAU OF VIÇOSA, MINAS GERAIS

This study was carried out in the Grama, Capivara do Gomes and Turvo Sujo streamlets, in Coimbra, Cajuri and Viçosa respectively, in Zona da Mata, MG, Brazil, to evaluate water quality based on physical, chemical and microbiological characteristics. The plateau of Viçosa presents a heavily undulated to mountainous relief, climate of the Cwa (Köppen) type and original Semi-deciduous Seasonal Forest type vegetation. The samplings were collected along watercourses in low and flat areas, not very expressive in extension, but extremely useful, due to the great proximity to water and soils of better fertility. The analysis showed that a great part of the waters presents high indexes of fecal coliforms and a great variability in the phosphorus content suggesting random contaminating sources, such as domestic sewer and animals feces.

Key words: hydrografic basin, lowland, water contamination.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso de múltipla utilização. A dependência do homem por água em quantidade e qualidade torna-se cada vez mais importante, ante à pressão de uso imposta pelo crescimento demográfico, aumento das áreas incorporadas à agricultura, instalações de complexos industriais etc.

Meybeck (19) citou que, além do despejo de contaminantes no meio ambiente pelo homem, diretamente em um corpo de água, outros fatores influenciam na sua qualidade, como a proporção do escoamento superficial, a qualidade da água subterrânea, as reações dentro do próprio sistema aquoso, a mistura de águas de diferentes qualidades dos diversos afluentes, a intensidade do intemperismo das rochas superficiais, a deposição por chuva e vento de elementos contidos no ar e a própria lixiviação dos elementos dos solos ao redor.

Segundo comentários de Cummis (9), os cursos d'água que drenam determinada região têm características físico-químicas próprias. Elas apresentam, em parte, a influência das atividades humanas nas áreas a montante. A quantidade dos nutrientes liberados para os cursos d'água depende, dentre outros fatores, da absorção desses nutrientes pela vegetação e da capacidade de adsorção pelo complexo sortivo do solo (16); outro fator que também influencia é a taxa de decomposição dos resíduos orgânicos (14, 22).

Stumm e Morgan (26) foram mais genéricos, pois consideram que as características químicas das águas naturais são o resultado da dissolução e das reações químicas com sólidos, líquidos e gases no qual elas entram em contato durante as várias partes do seu ciclo hidrológico. No entanto, na atualidade são poucos os lugares onde se pode considerar a água como um corpo estritamente natural, em razão da grande interferência humana na natureza.

O planalto de Viçosa, pela suas características de relevo forte ondulado e montanhoso e solos predominantemente profundos, na sua maioria latossolos, propicia uma densa rede de drenagem com cursos d'água perenes, de elevada importância para a agricultura e imensa contribuição para o abastecimento de água às aglomerações urbanas. A identificação de fontes que trazem alterações nas propriedades da água é importante para que se possam planejar ações de prevenção ou intervenção no processo de degradação. Nesse contexto, o estudo das interações entre a água e a fonte de contaminação, quer natural ou por interferência humana, assume elevada importância.

A qualidade das águas pode ser usada como um indicador das condições dos solos de onde elas provêm (27). Elas sinalizam com relativa eficiência a natureza química dos solos e os processos de relação homem-solo. Os solos de várzeas, em particular, estão mais sujeitos a essa interferência, pois na pedopaisagem estão entre os que mais recebem a influência do que é lançado a montante.

Este trabalho teve por objetivo avaliar as características físicas, químicas e microbiológicas das águas dos diversos pontos das várzeas, associando-as com os aspectos geológicos e o uso e manejo dos solos.

## MATERIAL E MÉTODOS

As áreas envolvidas localizam-se nos municípios de Cajuri (área 1), Viçosa (área 2) e Coimbra (área 3). A região da Zona da Mata de Minas Gerais abrange uma área rebaixada entre o planalto do Alto Rio Grande e a serra do Caparaó, formada por uma sucessão de planaltos rebaixados, com superfícies de erosão regulares e bem expressas pela coincidência dos topos das elevações (5, 7, 24, 28).

O clima é do tipo Cwa (Köppen), inverno seco e verão chuvoso, temperatura anual do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio, inferior a 18°C. A área está embasada, em quase sua totalidade, por rochas cristalinas do Pré-cambriano (gnaisses diversos e migmatitos com intrusões ocasionais de diques máficos de anfibolito e diabásio). Os sedimentos Quaternários aparecem ao longo dos vales e vias fluviais, constituindo depósitos aluviais nas formas de terraço e leitos maiores (7, 8,

24). As elevações são formadas por Latossolos, Cambissolos Latossólicos e Argissolos (antigos Podzólicos). Nas várzeas (planas), há duas divisões: nos terraços há o domínio de Argissolos e Cambissolos (5, 7, 20, 21, 24), e nos leitos maiores, Neossolos Flúvicos (Aluviais) e Gleissolos (11).

A vegetação original das elevações é classificada como Floresta Tropical Subperenifólia (13), e, por Veloso et al. (29) como Floresta Estacional Semidecidual. A vegetação da várzea na parte mais hidromórfica relaciona-se com a comunidade dominada por taboa (*Thypha dominguensis*). Esta vegetação tem aspecto graminóide, ereta com porte aproximado de 2 m de altura (4, 13).

No planalto de Viçosa há predomínio de pequenas propriedades; as áreas de várzea são pouco expressivas em extensão, em razão do relevo acidentado. Entretanto, são extremamente importantes no aspecto de uso, devido à maior disponibilidade de água e solos de melhor fertilidade. As várzeas são usadas para o plantio de arroz e, quando submetidas à drenagem, como pastagem de angolinha (*Brachiaria mutica*).

A região foi percorrida, procurando-se observar as variações nos solos com maiores problemas de drenagem. Nesse estágio, a presença de taboa foi utilizada como indicadora desses locais. Foram feitas seleções preliminares de áreas potenciais, usando aerofotos não-convencionais em cores desenvolvidas por Rezende (25). Essas áreas potenciais foram observadas *in loco*, decidindo-se, finalmente, por amostrar três áreas que incluíssem algum contraste quanto aos teores de ferro, inferido pela coloração do solo. As ilustrações de cada área encontram-se nas Figuras 1, 2 e 3.

Área 1 – várzea da Fazenda Boa Vista, córrego da Capivara dos Gomes, município de Cajuri, a cerca de 11 km da sede do município.

Área 2 – várzea da Fazenda do Mato Dentro, córrego Turvo Sujo, município de Viçosa, à margem esquerda da BR 120, a 12 km de Viçosa, em direção a Porto Firme.

Área 3 – várzea do córrego do Grama, município de Coimbra, à margem direita do trevo da cidade, a 12 km da sede do município.

Em todas as três áreas foram coletadas amostras de água dos córregos, canais de drenagem e minas naturais (água utilizada como potável), de filtro doméstico (talha) e de esgotos (Quadro 1). Nos canais de drenagem ou córregos, as amostras foram coletadas a 30 cm de profundidade. Logo após a coleta, foram acondicionadas em frascos de vidro esterilizados, postas em caixas de isopor com gelo e levadas ao laboratório para o procedimento das análises físicas, químicas e microbiológicas.

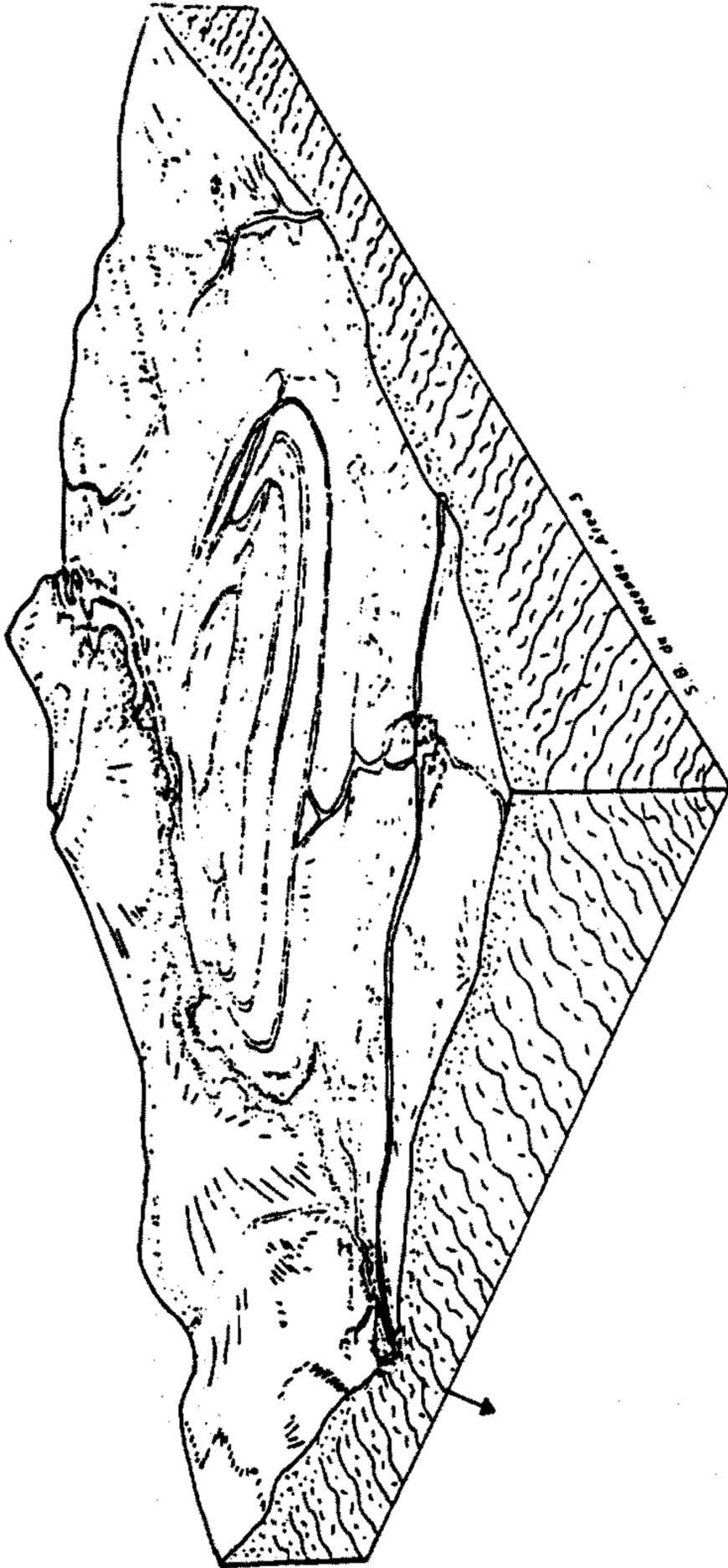


FIGURA 1 – Bloco diagrama da área 1 ilustrando a pedopaisagem. Região da Fazenda Boa Vista, Córrego da Capivara, município de cajuri, MG.

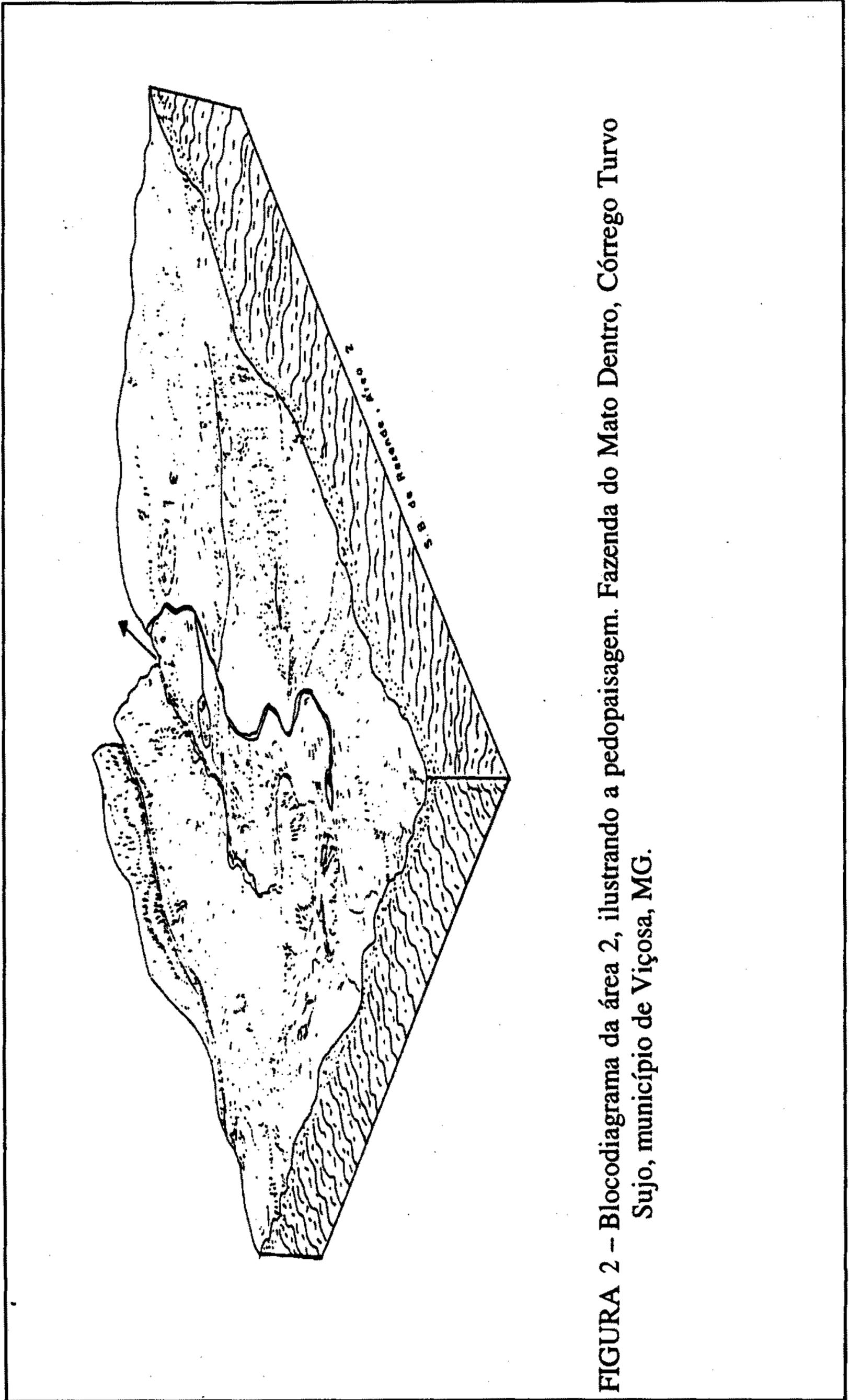


FIGURA 2 – Blocodiagrama da área 2, ilustrando a pedopaisagem. Fazenda do Mato Dentro, Córrego Turvo Sujo, município de Viçosa, MG.

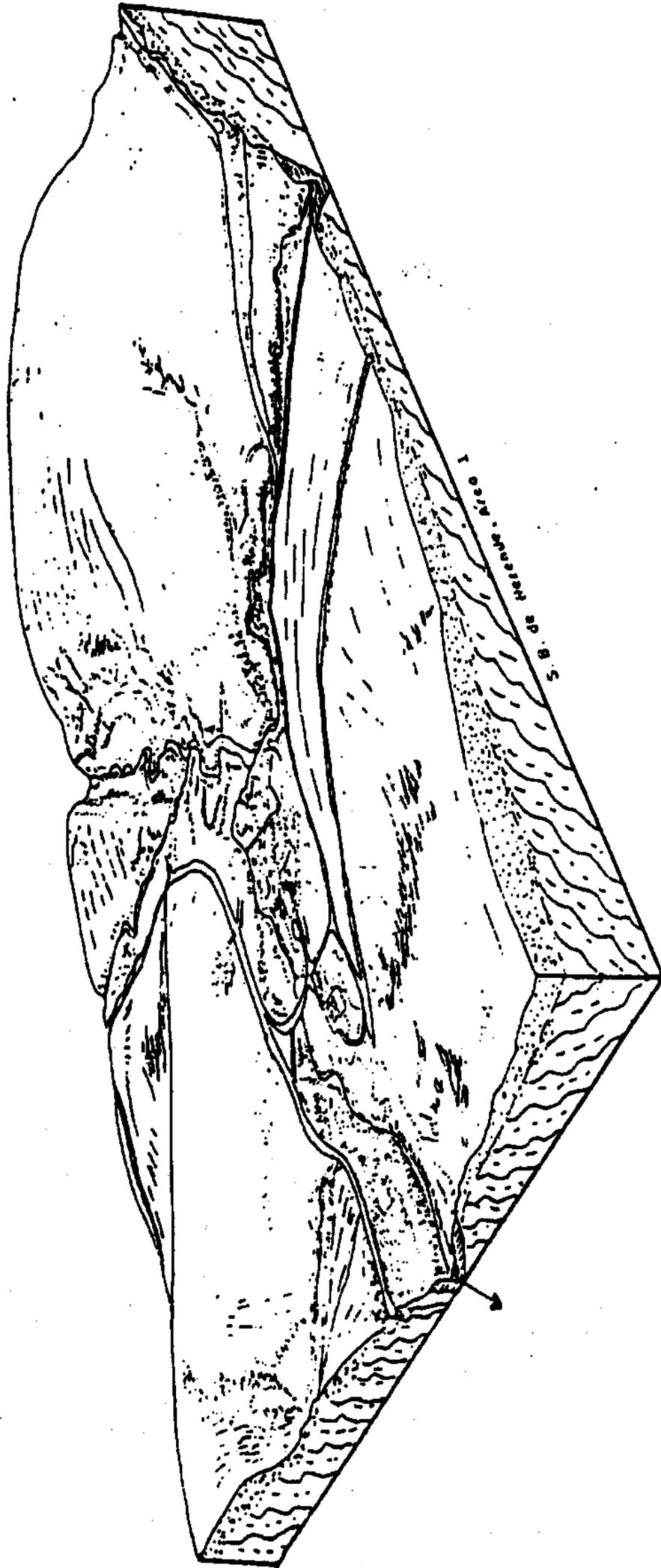


FIGURA 3 - Blocodiagrama da área 3, ilustrando a pedopaisagem. Córrego do Grama, município de Coimbra, MG.

QUADRO 1 - Localização dos pontos de coleta de água e suas características gerais

Amostra	Local	Observações
----- Córrego da Capivara dos Gomes -----		
CP1	Mina 1	Localiza-se na cabeceira do rio que banha a várzea; capim rabo de burro, picão e milho adubado nas proximidades. Uso: animais, irrigação e potável; três famílias moram a montante da mina.
CP2	Mina 2	Localiza-se na lateral de um brejo (várzea) na parte alta da propriedade; capim-gordura; capim rabo de burro; mariazinha-do-brejo. Uso: animais e potável; duas famílias moram a 20 m da mina.
CP3	Mina 3	Situa-se no meio de um brejo (várzea) aflorando à superfície; braquiária, capim-gordura, capim rabo-de-burro, cambará. Uso: animais e potável; rochas máficas aflorando no entorno; curral e plantio de café adubado próximos; material ferruginoso sobrenadante.
CP4	No rio (dentro da várzea)	Interior da várzea; várzea abandonada há 10 anos, taboa; recebe o esgoto das casas a montante; material ferruginoso sobrenadante.
CP5	Mina 4	na parte superior do vale. Uso: animais e potável; capim rabo-de-burro, braquiária e gordura; tem forte gosto de ferro.
CP6	Cisterna	Situa-se a 200 m do principal córrego da propriedade, no meio de lavoura de café e milho adubado; samambaia e avenca; a água é bastante turva e mal cheirosa;
CP7	Esgoto na parte alta	No local de despejo do esgoto, na parte superior da várzea; mariazinha-do-brejo, capim rabo-de-burro e carqueja.
CP8	Esgoto na parte baixa.	No local de despejo do esgoto da sede da propriedade; a jusante da várzea. Uso: animais; área de banhistas etc; mariazinha-do-brejo; taboa; conta de lágrima.
----- Córrego do Turvo Sujo -----		
TS1	Várzea na parte alta	Situa-se na cabeceira da várzea. Uso: animais e potável; carqueja, mariazinha-do-brejo; com gosto forte de ferro e presença de material ferruginoso sobrenadante; esgoto a 150 m acima desse ponto.
TS2	Várzea na parte baixa	A jusante da várzea. Uso: animais; carqueja e taboa.
TS3	Mina natural	A 50 m abaixo das moradias. Uso: potável (não há uso de filtro na propriedade); a água é clara e não tem gosto ruim (amargo ou ferruginoso), porém todos os dejetos são lançados acima desse ponto.
TS4	Córrego	No córrego Turvo Sujo. Uso: irrigação, potável e animais; braquiária e capim-gordura; a água é clara.
----- Córrego do Gramma -----		
GR1	Várzea na parte alta	Na margens da várzea. Uso: animais; braquiária.
GR2	Várzea na parte baixa	No interior da várzea. Uso: animais; taboa e mariazinha-do-brejo; a água é ferruginosa e tem mau gosto.
GR3	Água de filtro	Ao lado da casa-sede. Uso: potável (quando filtrada).
GR4	Mina	Ao lado da casa-sede, sem filtrar. Uso: em irrigação e banho.

As análises de água coletada foram feitas conforme a intensidade requerida pelo tipo de água. A coleta das amostras de água foi feita de acordo com sua diversidade em relação ao teor aparente de ferro e uso pelos moradores (potável) e animais. Foram determinados o pH, pE, temperatura, condutividade elétrica, turbidez, complexo sortivo ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ), cloretos, oxigênio dissolvido, carbono orgânico, elementos-traço como Zn, Fe, Mn, P,  $\text{PO}_4$ , alcalinidade e sólidos totais. Adotaram-se as instruções preconizadas pela American Public Health Association (1), recomendadas ou adaptadas por Eaton et al. (10) e Tedesco et al. (27). As análises microbiológicas basearam-se na tentativa de comprovação da existência de coliformes fecais (1).

Nos terraços e nos leitos maiores das várzeas das três áreas foram abertas trincheiras para a definição dos horizontes diagnósticos e coleta das amostras de solo. Foram realizadas a análise textural pelo método da pipeta e a análise química (pH em água e em KCl;  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis;  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$ ; acidez potencial; carbono orgânico; fósforo disponível e nitrogênio) de acordo com EMBRAPA (12).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises das águas (Quadro 2) mostram em comum altos teores de fósforo e, na maioria delas, quantidade elevada de coliformes fecais.

Pelas análises microbiológicas, a maioria das amostras, inclusive as usadas como potáveis (coletadas após filtragem em filtro de barro), apresentaram alto índice de contaminação com coliformes fecais. Em quatro amostras, identificaram-se menos de 250 NMP.100 mL<sup>-1</sup> de água no córrego da Capivara dos Gomes. As demais apresentaram índices muito superiores a esse limite, sendo consideradas impróprias para banho (2).

A análise-padrão de água para a detecção de microrganismos coliformes foi dividida em três partes: teste presuntivo, teste confirmativo e teste completo. A observação de resultados positivos ou negativos em cada teste foi essencial para evidenciar a presença ou ausência de contaminantes nas amostras de água.

No Quadro 2 estão apresentados os resultados dos testes presuntivo e confirmativo das amostras de água das três áreas de estudo (1). Para o Ministério da Saúde (Portaria nº 36, de 19/01/1998)(2), o pH da água deverá ficar situado entre 6,5 e 8,5, para ser considerada potável. Entretanto, observa-se (Quadro 2) que a maioria das amostras apresentam pH fora dessa faixa (abaixo), embora próximo, especialmente as amostras da área 2, que, no teste presuntivo, têm valores de NMP  $\geq 1600/100$  mL de água e, no teste confirmativo, resultado positivo.

QUADRO 2 - Resultados analíticos das águas das várzeas dos córregos da Capivara dos Gomes (CP), Turvo Sujo (TS) e do Gramma (GR)

Identif. Amostra (°)	pH	pE	Temp. (°C)	Turb.	CE	CaCO <sub>3</sub>	COD	Ca	Mg	Na	K	Σ	Cu	Zn	Fé	Mn	P	PO <sub>4</sub>	Colif. fec. NMP.100 ml. <sup>-1</sup>	Teste confirmativo
Córrego da Capivara dos Gomes - Fazenda Boa Vista																				
CP1	6,6	6,8	15	3,0	0,047	3,0	5,0	3,0	1,0	4,0	3,0	11,0	0,00	0,00	0,0	0,03	0,09	0,28	220	positivo
CP2	7,0	6,8	15	2,0	0,040	3,0	4,0	3,0	1,0	3,0	2,0	9,0	0,00	0,00	0,1	0,01	0,04	0,12	7	positivo
CP3	7,0	6,9	15	5,0	0,043	2,0	4,0	3,0	1,0	3,0	1,0	8,0	0,00	0,02	0,1	0,00	0,04	0,12	13	positivo
CP4	6,3	6,6	15	7,0	0,021	3,0	6,0	0,0	0,0	1,0	1,0	2,0	0,00	0,01	0,0	0,05	0,35	1,07	-	positivo
CP5	5,6	7,3	15	2,0	0,021	2,0	6,0	1,0	0,0	1,0	2,0	4,0	0,00	0,01	0,0	0,00	0,05	0,15	280	positivo
CP6	6,8	6,9	15	27,0	0,046	3,0	8,0	4,0	1,0	3,0	1,0	9,0	0,00	0,00	0,1	0,00	0,33	1,01	94	positivo
CP7	6,4	7,2	15	4,0	0,025	2,0	3,0	2,0	0,0	1,0	2,0	5,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,49	1,50	>1600	positivo
Média	6,5	6,9	15	7,1	0,035	2,6	5,1	2,3	0,6	2,3	1,7	6,9	0,00	0,006	0,04	0,01	0,20	0,61		
CV	7,5	3,3	-15	125,0	0,034	20,6	32,9	60,0	89,1	54,5	44,5	46,9	0,00	131,1	133,6	197,6	93,4	93,8		
Córrego Turvo Sujo - Fazenda do Mato Dentro																				
TS1	6,3	7,0	15	13,0	0,030	1,0	5,0	1,0	0,0	4,0	1,0	6,0	0,00	0,00	0,0	0,00	0,05	0,15	>1600	positivo
TS2	6,2	7,2	15	15,0	0,029	2,0	5,0	1,0	0,0	3,0	1,0	5,0	0,00	0,00	0,3	0,00	0,02	0,06		positivo
TS3	6,3	7,0	15	39,0	0,033	2,0	6,0	2,0	1,0	3,0	1,0	7,0	0,00	0,00	0,5	0,00	0,02	0,06	>1600	positivo
TS4	6,4	7,0	15	1,0	0,030	2,0	5,0	2,0	1,0	4,0	1,0	8,0	0,00	0,00	1,1	0,00	0,02	0,06	>1600	positivo
Média	6,3	7,1	15	17,0	0,031	1,8	5,25	1,5	0,5	3,5	1,0	6,5	0,00	0,00	0,5	0,00	0,03	0,08		
CV	1,3	1,4	0,0	93,6	0,050	27,8	9,52	38,5	11,5	16,5	0,0	19,9	0,00	0,00	92,9	0,00	50,0	56,3		
Córrego do Gramma - Coimbra																				
GR1	5,9	7,4	15	14,0	0,054	4,0	12,0	4,0	2,0	5,0	3,0	14,0	0,00	0,01	0,0	0,00	0,08	0,25	>1600	positivo
GR2	5,4	7,5	15	82,0	0,024	2,0	15,0	1,0	1,0	2,0	1,0	5,0	0,00	0,00	1,8	0,00	0,21	0,64	>1600	positivo
GR3	5,6	7,6	15	296,0	0,043	3,0	15,0	2,0	1,0	3,0	5,0	11,0	0,00	0,00	2,7	0,00	0,18	0,55	>1600	positivo
GR4	6,7	6,8	16	1,0	0,068	3,0	4,0	7,0	2,0	3,0	2,0	14,0	0,01	0,02	3,2	0,00	0,19	0,58	>1600	positivo
Média	5,9	7,3	15	98,25	0,047	3,0	11,5	3,5	1,5	3,25	2,8	11,0	0,003	0,008	1,9	0,00	0,17	0,51		
CV	9,7	4,9	0,0	139,0	0,040	27,2	45,2	75,6	38,5	38,7	60,1	38,6	167,0	119,7	74,1	0,00	34,1	34,1		

(\*) Veja o Quadro 1. COD - carbono orgânico dissolvido; CV - coeficiente de variação.

Há praticamente ausência de manganês nas amostras, embora sejam observadas concentrações no pacote de sedimento do terraço (pontuações escuras) (7), e há maior concentração de ferro nas águas do córrego do Grama.

Em água não-canalizada comunitariamente e sem tratamento (poços, fontes, nascentes etc.), desde que não haja disponibilidade de água de melhor qualidade, 95% das amostras devem apresentar ausência de coliformes totais em 100 mL. Nos 5% das amostras restantes serão tolerados até dez coliformes fecais totais em 100 mL, desde que isso não ocorra em duas amostras consecutivas, coletadas sucessivamente no mesmo ponto. Nesse caso, deve-se providenciar a melhoria dessa condição, para que a utilização da água apresente melhor qualidade bacteriológica, acompanhada por inspeções sanitárias frequentes e coleta de dados epidemiológicos (2). Os resultados nas análises microbiológicas mostram que apenas a amostra CP2 (mina natural) na parte baixa do córrego da Capivara do Gomes apresenta-se em condições de potabilidade, embora a maioria delas estejam sendo utilizadas como potáveis pelos moradores. As demais, das áreas 2 e 3, são totalmente impróprias para o consumo humano. A explicação para esse fato provavelmente esteja relacionada à posição dos pontos de lançamentos de dejetos (esgotos) que se dão nessas áreas, em locais anteriores aos de ocorrência das minas onde se coleta água para uso doméstico e para tratar de animais (esses locais de lançamento ficam nas partes mais altas das duas propriedades). Tal procedimento parece não ser muito adequado. Além disso, a forma das várzeas, em "U", na área 1, e em "V", na área 2, provavelmente contribua, diluindo mais efetivamente na área 1 o material fecal no espaço e no tempo. Com essa diferença no relevo, espera-se que as águas atuem de forma diferenciada nos campos ao redor das várzeas e, por isso, a contaminação das áreas do entorno também será em grau diferenciado.

A textura do solo também pode influenciar na qualidade das águas. Na área 1 os solos são de textura mais argilosa (Quadro 3) e, nesse caso, parece funcionar como um filtro na retenção de microrganismos (18), pois a amostra CP7 é a única que apresenta NMP semelhante aos valores encontrados das áreas 2 e 3. Nesse ponto de coleta (CP7), além de receber maiores vazões de esgoto (contaminação mais concentrada), o solo é mais arenoso.

Quanto ao fósforo, elemento importante na cadeia alimentar aquática, em todas as amostras as concentrações excedem aos critérios adotados (2) para a água ser considerada potável. A amostra que apresentou a maior concentração desse elemento foi a coletada próximo ao local onde é lançado o esgoto doméstico (CP7), o que explica as suas maiores concentrações, por estar esse elemento presente em fezes humanas, detergentes e outros. As altas concentrações de fósforo nas águas podem também advir de processos erosivos que estejam carreando esse elemento de áreas fertilizadas ao redor. Essa hipótese é pouco provável,

pois o uso de fertilizantes pelos agricultores não é tão intenso, e esse elemento é pouco móvel em solos minerais. Mesmo que haja esse grande aporte de fósforo, ele deve estar sendo pouco adsorvido ao solo, permanecendo solúvel, condição característica de ambiente redutor. Gomes (15) encontrou, nas águas relacionadas com Espodosolos (antigos Podzóis) das áreas de restinga, valores também elevados de fósforo. Talvez isso indique a resposta para o melhor desempenho das gramíneas nas várzeas, especialmente as pastagens de braquiária.

**QUADRO 3 - Análise textural dos solos das várzeas dos córregos Capivara dos Gomes, Turvo Sujo e Grama**

Horiz.	Prof. cm	Ag	Af	Silte	Argila
		dag.kg <sup>-1</sup>			
<b>Córrego da Capivara dos Gomes (Área 1)</b>					
<b>P1 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico argiloso</b>					
A <sub>1</sub>	0-15	18	2	30	50
ACg	15-25	1	1	19	79
2Cg	25-105	73	6	2	19
3Cg	105-122	32	11	13	44
<b>P2 - Gleissolo Melânico Distrófico típico muito argiloso</b>					
A1	0-20	1	2	27	70
Cg1	20-40	1	1	9	89
Cg2	65-100	3	4	24	69
<b>P3 - Gleissolo Melânico Distrófico típico muito argiloso</b>					
A1	0-20	1	16	21	62
Cg1	20-45	1	1	11	87
Cg2	75-100	10	7	13	70
<b>Córrego Turvo Sujo (Área 2)</b>					
<b>P 5 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico textura média</b>					
A1	0-14	40	14	18	28
Cg1	14-33	54	13	10	23
Cg2	33-56	35	15	17	33
Cg3	56-64	57	10	7	26
Cg4	64-92	29	17	18	36
<b>Córrego do Grama - Coimbra (Área 3)</b>					
<b>P8 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico textura média</b>					
A1	0-15	31	18	14	37
Cg1	15-35	37	14	18	31
Cg2	35+	50	18	16	16
Ag - areia grossa; Af - areia fina.					

No somatório de Ca + Mg + Na + K, em média, as amostras que apresentaram maiores concentrações de bases foram as águas do córrego do Grama, o que aparentemente contradiz os baixos valores de pH. No somatório, a amostra CP4 apresenta concentração de bases que evidenciam a baixa fertilidade deste sistema, embora não tenha havido correspondência com os valores de pH. Por outro lado, a amostra CP1 (mina natural) apresentou valor bastante expressivo de soma de bases e valores de pH próximos da neutralidade, o que dificulta a correlação do valor de pH e soma de bases, o que era de se esperar.

Lani (17) associou o eutrofismo das águas do delta do rio Doce ao caramujo da esquistossomose. Nas águas com maiores concentrações de cálcio e magnésio, há maior presença do caramujo hospedeiro (*Australorbis* sp.) da esquistossomose. Justificou-se que a presença desses elementos facilita a formação das carapaças calcárias. Segundo esse raciocínio, a várzea do Grama apresenta maior potencial para o desenvolvimento dessa verminose. Essas confirmações podem ser úteis no trabalho de saneamento de verminoses, pois se espera que nas águas mais ricas o potencial de desenvolvimento de determinados organismos seja potencializado.

As maiores concentrações das bases (Quadro 4) talvez estejam relacionadas ao gnaiss mais escuro (melanocrático) que ocorre na região.

A textura do solo pode estar também influenciando na concentração de nutrientes na água. A área 1 apresenta menor concentração de nutrientes que a área 2 (córrego Turvo Sujo), isso pode estar relacionado ao fato de a área 1 ter solos com textura de argilosa a muito argilosa, e a área 2 ter solos de argiloso a textura média. Os solos arenosos de várzeas tendem a apresentar maiores teores de minerais primários facilmente intemperizáveis do que os argilosos, embora isso possa não ser real caso o mineral predominante seja o quartzo, o que os torna extremamente pobres em nutrientes. Resende et al. (23) argumentaram que os minerais secundários (argilas) no ambiente tropical são muito pobres em nutrientes na sua constituição. Os elementos tendem a ser mais abundantes nas frações mais grosseiras.

As concentrações de cálcio, magnésio e dos demais elementos nas águas (Quadro 2) representaram o nível de base, o qual se encontrava em equilíbrio com as composições química e litológica do solo das bacias. A gênese desses solos inundados está relacionada a um sistema empobrecido: o relevo em torno dos cursos d'água é acidentado, de forma geral; os solos que fornecem material para as várzeas são muito intemperizados e desnudos. Enfim, é um sistema inundado na maior parte do ano, com aparente lixiviação de nutrientes, especialmente o ferro, o que é perceptível a olho nu.

QUADRO 4 - Resultados analíticos dos solos dos córregos da Capivara dos Gomes - Cajuri, MG. Turvo Sujo - Porto Firme, MG e Gramma - Coimbra, MG

Amostra	Horiz	Prof.	cm	pH	H <sub>2</sub> O	KCl	Ca	Mg	K	Na	SB	Al	H+Al	T	l	V	m	C	N	C/N	P	mg.kg <sup>-1</sup>		
																						----- % -----	----- dag.kg <sup>-1</sup> -----	
																							Córrego da Capivara dos Gomes - Cajuri (área 1)	
																							P1 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico argiloso	
1.1	Al	0-15		5,1	4,6	1,9	0,7	0,05	0,08	2,7	0,3	11,1	13,8	3,0	20	10	3,90	0,48	8,3	3				
1.2	AC8	15-25		5,2	4,1	0,6	0,2	0,03	0,13	0,9	1,0	9,0	9,9	1,9	9	53	6,30	0,34	18,5	7				
1.3	2C8	25-105		5,1	4,3	0,2	0,1	0,01	0,08	0,3	0,4	3,9	4,2	0,7	7	57	2,05	0,24	8,5	6				
1.4	3C8	105-122		5,2	4,0	0,4	0,2	0,02	0,12	0,6	1,3	11,4	12,0	1,9	5	67	4,06	0,05	81,2	6				
																							P2 - Gleissolo Melânico Distrófico típico muito argiloso	
2.1	Al	0-20		5,6	4,8	2,4	0,9	0,22	0,37	3,5	0,0	6,9	10,4	3,5	34	0	7,12	0,86	8,3	2				
2.2	Cg1	20-40		5,3	4,4	1,0	0,6	0,15	0,32	1,8	0,3	5,4	7,2	2,1	24	15	4,06	0,46	8,8	3				
2.3	Cg2	65-100		5,3	4,4	1,1	0,5	0,10	0,13	1,7	0,3	7,8	9,5	2,0	18	15	4,29	0,49	8,8	5				
																							P3 - Gleissolo Melânico Distrófico típico muito argiloso	
3.1	Al	0-20		5,4	4,5	1,5	0,6	0,14	0,2	2,3	0,1	6,9	9,2	2,4	25	4	4,81	0,67	7,2	5				
3.2	Cg1	20-45		5,3	4,2	1,1	0,4	0,08	0,15	1,6	0,5	6,6	8,2	2,1	19	24	6,45	0,76	8,5	5				
3.3	Cg2	75-100		5,3	4,3	1,0	0,4	0,08	0,14	1,6	0,3	7,5	9,1	1,9	17	16	4,29	0,52	8,3	5				
																							Córrego Turvo Sujo - Porto Firme (área 2)	
																							P5 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico textura média	
5.1	Al	0-14		5,0	4,5	1,0	0,2	0,06	0,14	1,3	0,5	7,8	9,1	1,8	14	29	5,40	0,61	8,1	8				
5.2	Cg1	14-33		4,9	4,3	0,3	0,0	0,06	0,04	0,3	0,7	4,2	4,5	1,0	8	67	1,75	0,16	10,9	8				
5.3	Cg2	33-56		4,8	4,3	0,3	0,0	0,06	0,05	0,3	1,0	6,0	6,3	1,3	5	76	2,20	0,12	18,3	8				
5.4	Cg3	56-64		4,6	4,1	0,3	0,0	0,06	0,07	0,4	1,5	7,5	7,9	1,9	5	80	3,17	0,14	22,6	5				
5.5	Cg4	64-92		4,6	4,0	0,4	0,0	0,06	0,07	0,5	2,4	11,7	12,2	2,9	24	82	7,04	0,34	20,7	4				
																							Córrego do Gramma - Coimbra (área 3)	
																							P8 - Gleissolo Háptico Tb Distrófico típico textura média	
8.1	Al	0-15		5,3	4,6	0,8	0,5	0,18	0,04	1,4	0,6	7,2	8,6	2,0	17	29	3,91	0,60	6,5	5				
8.2	Cg1	15-35		5,1	4,7	0,5	0,4	0,05	0,10	1,0	1,8	3,9	4,9	2,8	20	65	1,01	0,11	9,2	2				
8.3	Cg2	35+		4,9	4,3	0,7	0,5	0,08	0,06	1,2	2,2	3,9	5,1	3,4	24	65	0,48	0,04	12,0	4				

Altas concentrações de carbono orgânico dissolvido (COD) são, usualmente, associadas a ecossistemas sob inundação. Brison et al. (3) relataram que microbacias drenadas por rios com sistemas extensivos em áreas alagadas (terraços) exibiram concentrações de COD de 3 a 72 mg.L<sup>-1</sup>, enquanto aquelas que drenam áreas que possuem poucos solos inundados tinham concentrações de 1,8 a 12,4 mg.L<sup>-1</sup>; as áreas estudadas estão dentro desta última faixa citada (Quadro 2).

As águas apresentaram coloração marrom-amarelada, sendo tal cor mais intensa nas áreas 2 e 3, especialmente na 3. A turbidez e o COD também são maiores nessas áreas (Quadro 2), e há uma correlação positiva entre eles. Esse fato, aliado às relativamente altas concentrações de Fe nas áreas 2 e 3, indica a presença de complexos de óxidos de ferro com a matéria orgânica. Além disso, o relevo mais acidentado (área 2), com vale em "V", pode estar contribuindo para menor diluição desses elementos na água. Quando se trabalha com balanço de nutrientes, deve ser corrigido o efeito da diluição.

Quanto às concentrações de elementos-traço, o cobre e o zinco são pouco expressivos. O ferro apresentou altas concentrações em algumas amostras (TS3 e TS4). O valor crítico é de 0,3 mg.L<sup>-1</sup>, recomendado pelo CONAMA (2) para a potabilidade da água. Altas concentrações de ferro na água foram encontradas também por Castro (6) na região de Viçosa. A intemperização da biotita, um componente dos gnaisses, por exemplo, parece ser a fonte de ferro, havendo alta liberação deste na água. Esse fato pode ser constatado facilmente pelo lodo amarelado (ferridrita ou afim) em algumas linhas de drenagem. A variação substancial dos teores de ferro talvez reflita não tanto a natureza da rocha mas a proximidade da rocha à superfície. No profundo manto de intemperismo da região (24) a biotita só se encontra a grandes profundidades, não havendo, em geral, fonte disponível de ferro, às vezes, nem nas primeiras dezenas de metros. Essas águas mais ricas em ferro necessitariam, se destinadas ao consumo doméstico, de tratamento convencional (Classe 3).

As águas dos cursos d'água na área 3 (córrego do Grama) apresentaram altos valores de condutividade elétrica (Quadro 2), e isso é resultado dos maiores valores dos sólidos totais dissolvidos. Uma grande movimentação do solo nessa área, em razão do intenso uso com lavouras de café, milho e feijão, possivelmente seja a explicação para esse fato. O pastejo de gado também é mais intensivo na área 3, comparativamente às outras duas.

O índice de turbidez é restritivo à potabilidade das águas em apenas uma situação (GR3), com valores acima de 100 unidades NTU (2). Isso sugere que, embora esse problema exista, não é dos mais graves; o da poluição por dejetos e efluentes domésticos parece ser mais importante, e o

uso de fossa sanitária pela comunidade mostra-se uma necessidade urgente.

## CONCLUSÕES

1) As águas, em grande parte, são impróprias até para natação (não-balneáveis), pelo alto índice de coliformes fecais que apresentam.

2) As concentrações de fósforo na água são elevadas; a sua baixa concentração no solo e a grande variabilidade de concentração na água sugerem que fontes aleatórias, como esgotos domésticos, detergentes e outros sejam as responsáveis por isso;

3) Medidas de saneamento, como fossa sanitária, devem ser implantadas com urgência;

4) Elementos-traço como cobre e zinco estão presentes em baixa concentração nas águas. As concentrações de ferro em algumas amostras excedem o valor crítico recomendado pela legislação vigente em relação à potabilidade.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa e aos professores Mauro Resende e Sérvulo Batista de Rezende pela valiosa contribuição na condução deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and waste water. 13<sup>a</sup> ed. Washington, DC, 1971. 874p.
2. BRASIL. Portaria nº 36, de 19 de janeiro de 1988. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil], Brasília, v. CXXXVI, n. 16-E, p.43, 23 jan. 1988. Seção 1, pt.
3. BRISON, M.M.; LUGO, A.E. & BROWN, S. Primary productivity, decomposition, and consumer activity in freshwater wetlands. *Am. Re. Ecol. Syst.*, 12:345-78, 1981.
4. CAMPOS, C.E.B. Indicadores de campo para solos hidromórficos do Planalto de Viçosa., MG. Viçosa, UFV, 1999. 102p. (Tese de mestrado).
5. CARVALHO FILHO, A. Caracterização mineralógica, química e física de duas unidades de paisagem do Planalto de Viçosa. Viçosa, UFV, 1989. 114p. (Tese de mestrado).
6. CASTRO, P.S. Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa. Piracicaba, Escola Sup. de Agric. "Luiz de Queiroz", 1980. 107p. (Tese de mestrado).
7. CÔRREA, G.F. Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa. Viçosa, UFV, 1984. 87p. (Tese de mestrado).
8. COSTA, L.M. Caracterização das propriedades físicas e químicas dos solos de terraços fluviais, na região de Viçosa, e sua interpretação para uso agrícola. Viçosa, UFV, 1973. 55p. (Tese de mestrado).
9. CUMMINS, K.W. Structure and function of stream ecosystem. *Bioscience*, 24:631-41, 1974.

10. EATON, A.D.; CLESCERI, L.S. & GREENBERG, A.E. Standart methods for the examination of water and wastewater. 19ª ed. Washington, D. C., AWWA, WEF., 1995. 1082p.
11. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412p.
12. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
13. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento exploratório dos solos sob a influência da CIA Vale do Rio Doce. Rio de Janeiro, 1970. 154p. (Boletim Técnico nº13).
14. GIBBS, R.J. Water chemistry of the Amazon River. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 36:1061-6,1972.
15. GOMES, J.B.V. Caracterização, gênese e uso de solos de três sítios de restinga sob diferentes coberturas vegetais no Estado do Rio de Janeiro. Viçosa, UFV, 1995. 158p. (Tese de mestrado).
16. HARA, T. Capacidade de troca de cátions de três solos de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1974. 74p. (Tese de mestrado).
17. LANI, J.L. Deltas dos rios Doce e Itapemirim: solos, com ênfase nos tiomórficos, água e impacto ambiental do uso. Viçosa, UFV, 1998. 169p. (Tese de doutorado).
18. McKINNFY, R.E. Microbiology for sanitary engineers. New York, McGraw Hill, 1962. 180p.
19. MEYBECK, M. R. In: Chapman, D. (ed.). Water quality assessments: a guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring. London, Chapman & Hall Ltd., 1992. p. 239-316.
20. MOREIRA, A.A.N. Relevô. In: IBGE. Geografia do Brasil; grande região leste. Rio de Janeiro, 1965. p. 7-54.
21. NAIME, U.J. Caracterização de solos de terraços nas Zonas da Mata e rio Doce, Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1988. 76p. (Tese de mestrado).
22. PESSENDA, L.C.R., FERREIRA, J.R.; TANCREDI, A.C.F.N.S; PIELOU, E.C. & PAVAN, M.A. Caracterização química das águas de alguns rios do Estado de Rondônia. In: Esteves, A.F. (ed.). *Acta Limnologica Brasiliensia*. Ciclagem de nutrientes em ecossistemas aquáticos e terrestres. São Carlos, Sociedade Brasileira de Limnologia, 1986. p.179-99.
23. RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S.B. & CORRÊA, G.F. Pedologia: base para a distinção de ambientes. 4. ed. Viçosa, NEPUT, 2002. 338p.
24. REZENDE, S.B. Estudo de crono-toposequência em Viçosa. Viçosa, UFV, 1971. 71p. (Tese de mestrado).
25. REZENDE, S. B. Levantamento de solo e uso atual, erosão e cobertura vegetal de três microbacias, no vale do rio Turvo Sujo com a utilização de aerofotos não-convencionais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 1986. 13p.
26. STUMM, W. & MORGAN, J.J. The regulation of the chemical composition of natural waters. In. *Aquatic chemistry – An introduction emphasizing chemical equilibria in natural waters*. New York, John Wiley & Sons., 1981. p. 523-98p.
27. TEDESCO, M.J., GIANELLO, C.; BISSANI, C.ª; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2ª ed. Porto Alegre, Dep. Solos da Univ. Fed. Do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Bol. Técn. 5).
28. VALVERDE, ° Estudo regional da Zona da Mata de Minas Gerais. *Ver. Brás. De Geografia*, 20:3-79, 1958.
29. VELLOSO, H.P., RANGEL FILHO, A.L., LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. São Paulo, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1992. 123p.