

MEIO FÍSICO

APA CARSTE DE LAGOA SANTA



VOLUME I



MEIO FÍSICO

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal

Gustavo Krause Gonçalves Sobrinho

Presidente do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Eduardo Martins

Diretor de Ecossistemas

Ricardo José Soavinski

Chefe do Departamento de Vida Silvestre

Maria Iolita Bampi

Ministro de Minas e Energia

Raimundo Mendes de Brito

Secretário de Minas e Metalurgia

Otto Bittencourt Netto

Diretor-Presidente da CPRM – Serviço Geológico do Brasil

Carlos Oití Berbert

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Gil Pereira de Azevedo

Chefe do Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

Edição

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Diretoria de Incentivo à Pesquisa e Divulgação

Departamento de Divulgação Técnico-Científica e Educação Ambiental

Divisão de Divulgação Técnico-Científica

SAIN – Av. L4 Norte, s.n., Edifício Sede. CEP 70800-200, Brasília, DF.

Telefones: (061) 316-1191 e 316-1222

FAX: (061) 226-5588

CPRM – Serviço Geológico do Brasil

DRI – Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Av. Pasteur, 404. CEP 22290-24-, Urca – Rio de Janeiro, RJ.

PABX: (021) 295-0032 – FAX: (021) 295-6647

GERIDE – Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Av. Brasil, 1731. CEP 30140-002, Funcionários – Belo Horizonte, MG.

Telefone: (031) 261-0352 – FAX: (031) 261-5585

Belo Horizonte

1998-04-02

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

IBAMA

Moacir Bueno Arruda
Coordenador de Conservação de Ecossistemas

Eliana Maria Corbucci
Chefe da Divisão de Áreas Protegidas

Ricardo José Calembo Marra
Chefe do Centro Nacional de Estudo, Proteção e Manejo de Cavernas – CECAV

Jader Pinto de Campos Figueiredo
Superintendente do IBAMA em Minas Gerais

Ivson Rodrigues
Chefe da APA Carste de Lagoa Santa

CPRM

Oswaldo Castanheira
Superintendente Regional de Belo Horizonte

Fernando Antônio de Oliveira
Gerente de Hidrologia e Meio Ambiente

Jayme Álvaro de Lima Cabral
Supervisor da Área de GATE

Helio Antonio de Sousa
Coordenador

Edição e Revisão
Valdiva de Oliveira
Ruth Léa Nagem

Capa
Wagner Matias de Andrade

Diagramação
Washington Polignano

Foto da Capa: Lapa Vermelha I, Pedro Leopoldo – MG.
Ézio Rubbioli

CRÉDITOS DE AUTORIA

RELATÓRIOS TEMÁTICOS

Síntese da Geologia, Recursos Minerais e Geomorfologia

Responsáveis Técnicos

Geologia

Geólogo *Haroldo Santos Viana/CPRM*

Geólogo *Volmir Pinho Tavares/CPRM*

Geomorfologia

Professor *Heinz Charles Kohler/Museu de História Natural da UFMG*

Elaboração do Mapa Geomorfológico

Heinz Charles Kohler

Maria Giovana Parizzi

Jorge Batista de Souza

Virgínia Helena Carvalho de Castro

Zoneamento Geotécnico e Aptidão dos Terrenos

Responsável Técnico

Engº Civil e Geólogo *Jaime Álvaro de Lima Cabral*

Levantamento Hidrogeológico

Responsáveis Técnicos

Geólogo *Paulo Fernando Pereira Pessoa*

Hidrogeóloga *Maria Antonieta A. Mourão*

Estudos Hidrológicos e Qualidade das Águas de Superfície

Responsável Técnico

Engenheira Civil *Maria Letícia Rabelo Alves Patrus*

Caracterização Pedológica

Responsáveis Técnicos

Eng. Agrônomo *Edgar Shinzato*

Eng. Agrônomo *José Francisco Lumbreras*

Equipe de Apoio

Elizabeth de Almeida Cadête Costa – Desenho Cartográfico

Maria Alice Rolla Pecho – Edição

Maria Madalena Costa Ferreira – Normalização bibliográfica

Rosângela Gonçalves Bastos Souza – Geógrafa

Rosemary Corrêa – Desenho Cartográfico

Terezinha Inácia de Carvalho Pereira – Digitalização

Valdiva de Oliveira – Edição

Digitalização

DEINF/DIGEOP/CPRM

ANDINA Serviços de Informática

GERIDE - Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento

APRESENTAÇÃO

O Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA, no cumprimento de sua missão institucional de executar a Política Nacional do Meio Ambiente tem, entre seus principais objetivos, o de criar, implantar e realizar a gestão de áreas protegidas, identificadas como amostras representativas dos ecossistemas brasileiros.

Sob a responsabilidade da Diretoria de Ecossistemas desse Instituto, encarregada da gestão do Sistema Nacional de Unidades de Conservação foi criada a APA Carste de Lagoa Santa, com o objetivo de “garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional, proteger e preservar as cavernas e demais formações cársticas, sítios arqueo-paleontológicos, a cobertura vegetal e a fauna silvestre, cuja preservação é de fundamental importância para o ecossistema da região.”

Dentro da estratégia do IBAMA de estabelecer parcerias, em todos os níveis, foi celebrado um convênio entre o IBAMA e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM, objetivando a execução do Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa. Esse trabalho foi conduzido por equipe multidisciplinar composta por técnicos da CPRM, da Fundação BIODIVERSITAS, do Museu de História Natural da UFMG e por consultores nas áreas jurídica, socioeconômica e ambiental.

A definição do quadro ambiental da APA, e a formulação e delimitação de suas unidades ambientais, exigiram a realização de levantamentos detalhados, análises complexas e a integração de diversos temas. Nesse contexto, o meio físico, considerado como elemento estruturador do zoneamento, foi caracterizado pelos temas constantes do *volume I*: geologia/geomorfologia, pedologia, hidrologia, hidrogeologia e geotecnia. Como elementos reguladores do Zoneamento Ambiental, os levantamentos espeleológico, arqueológico e paleontológico da APA, compõem o *volume II*, enquanto os estudos da flora e fauna (biota) são apresentados no *volume III*. O estudo das tendências sócio-econômicas e os aspectos jurídicos e institucionais que atuaram como elemento balizador do zoneamento, compõem o *volume IV*.

O conjunto de informações contidas nos quatro volumes referentes aos relatórios temáticos do Zoneamento da APA Carste de Lagoa Santa, representa um valioso e detalhado acervo de conhecimento sobre a região, constituindo o insumo fundamental para o delineamento do Zoneamento Ambiental, apresentado em volume especial.

**SÍNTESE DA GEOLOGIA, RECURSOS MINERAIS E
GEOMORFOLOGIA**

Haroldo Santos Viana
Heinz Charles Kohler
Volmir Pinho Tavares

Ficha Catalográfica

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS - IBAMA

Síntese da geologia, recursos minerais e geomorfologia; organizado por Haroldo S. Viana, Volmir P. Tavares, Prof. Heinz Charles Kohler. – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998.

21p.: mapas e anexos, (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG).

Conteúdo: V.1. Meio físico – V.2. Meio biótico - V.3. Patrimônio espeleológico, histórico e cultural – V.4. Sócio-economia.

1. APA de Lagoa Santa - MG - 2. Geologia. 3 - Geomorfologia. 4 - Meio ambiente.
I - Título. II - Viana, Haroldo S. III - Tavares, Volmir P. IV - Kohler, H.C., Prof. Mylène L.C.

CDU 577-4

Direitos desta edição: CPRM/IBAMA

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

1 - INTRODUÇÃO

O Projeto Apa Carste de Lagoa Santa resultou de convênio celebrado entre o Serviço Geológico do Brasil - CPRM e o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente - IBAMA, visando ao zoneamento multidisciplinar da Área de Preservação Ambiental - APA, criada pelo Decreto 98 881, abrangendo parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Confins, Matozinhos e Funilândia, no Estado de Minas Gerais, num total de 35 municípios.

A região em estudo abrange parte das áreas urbanas de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos e Confins e as sedes dos distritos

de Mocamboiro, Fidalgo e Lapinha, totalizando 35 600 hectares.

A cartografia geológica foi realizada por Tuller et al (1991), o levantamento dos recursos minerais esteve a cargo de Neto, C. e Tavares, W. (1995), atividades realizadas para o Projeto Vida, da CPRM. A cartografia geomorfológica foi realizada por H. C. Kohler. Como resultado dessas investigações, foi gerado o mapa lito-estrutural e os mapas de compartimentação e geomorfológico, na escala 1:50.000, utilizados nas demais atividades do Projeto.

2 - MAPEAMENTO GEOLÓGICO

2.1 - Metodologia

A metodologia constou das seguintes etapas:

- **Levantamento e aquisição de documentação básica e pesquisa bibliográfica**

Nos trabalhos iniciais de integração, foram utilizados os seguintes levantamentos geológicos: IGA - escala 1:50 000, 1982; CPRM/DNPM - Projeto Três Marias, escala 1:250 000, 1977 e Projeto RADAMBRASIL, folha Belo Horizonte, escala 1:500 000, 1978.

Como base de trabalho, foram utilizadas fotografias aéreas 1:30 000, CEMIG, 1989, ortofotos 1:10 000 preparadas a partir dessas fotos aéreas e bases planimétricas digitalizadas e atualizadas das folhas plano-altimétricas do IBGE, 1976.

O mapeamento geológico englobou um conjunto de operações que se iniciou pela preparação de um mapa preliminar, obtido a partir da interpretação de fotografias aéreas e integração dos mapas e informações disponíveis.

Os trabalhos de campo envolveram descrição detalhada dos afloramentos, coleta de amostras, cadastramento mineral, descrições petrográficas, análise, interpretação e integração de dados para a confecção do mapa geológico.

2.2 - Descrição das principais unidades estratigráficas

De acordo com o mapeamento geológico executado pelo Projeto Vida, Tuller et al (1991), foram identificadas as seguintes unidades lito-estratigráficas.

Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiferenciado - Agn-

Compreende um conjunto ou associação de rochas gnáissicas diversas que se misturam a porções granitóides e a zonas migmatizadas, com característica polimetamórfica. Seus domínios litológicos e posicionamento estratigráfico exigem estudos mais detalhados para que se possa situá-los corretamente.

Ocorre a sudoeste da folha, em uma faixa bem restrita, margeando o ribeirão da Mata.

As rochas gnáissicas, granitóides e migmatíticas do Complexo metamórfico indiferenciado constituem o substrato mais antigo que serviu de base para a deposição das supracrustais e, conseqüentemente, para a formação da bacia do grupo Bambuí. Ocupam a porção mais inferior da coluna estratigráfica, encontrando-se em contato brusco e discordante (discordância angular) com as rochas supracrustais.

As rochas do Complexo gnáissico-migmatítico são litologicamente bem diversificadas, mas são descritas em conjunto, sem a preocupação de individualização, por ocuparem uma área mapeável restrita e muito intemperizada. No entanto, foram identificadas algumas exposições em pedreiras paralisadas ou abandonadas. Os afloramentos exibem litótipos de composição granito-gnáissica e migmatítica, com padrões texturais e estruturais variando de rochas bandadas, fortemente foliadas a incipientes, e isotrópicas. São rochas comumente leucocráticas a cinza claro, com muito quartzo e feldspatos, pouca biotita ou quase nenhuma; granulação variando de fina a grosseira, com faixas do tipo "augen-gnaisse". Os contatos entre os vários litótipos desse Complexo são geralmente transicionais, principalmente entre gnaisses, migmatitos e/ou granitóides. É muito comum apresentarem-se intemperizados ou semi-alterados, mas quase sempre conservam a estruturação original da rocha. São também comuns evidências de minerais estirados, a presença de pequenas "shear-bands", pequenas camadas e/ou veios lenticularizados concordantes e muitas vezes boudinados. A foliação, apesar de marcante, é preferencialmente de baixo ângulo. Há locais onde ocorrem dobras ptigmáticas e porções quartzo-feldspáticas, com desenvolvimento de k-feldspatos, de granulação grosseira, indicando processos de blastese local.

As rochas granitóides geralmente são de cor cinza-clara a esbranquiçada, granulação grossa a média, às vezes com esparsos porfiroblastos de feldspatos tabulares, foliação incipiente a mais acentuada, com xenólitos de outras rochas ou restitos resultantes de processos de anatexia. É comum encontrar-se "schliëren" de biotita nas partes granitóides e/ou migmatíticas.

A migmatização corresponde a um processo metamórfico que atingiu grande parte da área, onde as rochas afetadas exibem estruturas dos tipos estromática, dictonítica (em rede), “schliëren”, surreítica (de dilatação), dobrada, estictolítica (manchas) e nebulítica. Em determinados locais ocorrem cristais de piritita oxidada e magnetita disseminados nas rochas. Nas porções migmatizadas, a rocha ora é bandada, ora é caótica, com muitas dobras desarmônicas, porções anastomosadas, dobras ptigmáticas, muitos veios quartzofeldspáticos e pegmatóides, abundantes fraturas, geralmente preenchidas por calcita e epidoto, além de zonas menores afetadas pelo cisalhamento rúptil-dúctil.

Petrograficamente essas rochas variam quanto à composição em gnaisses à hornblenda, biotita gnaisses, diopsídio-anfibólio gnaisses, cujos protólitos seriam granitos e tonalitos transformados, submetidos a metamorfismo da facies anfibolito, com alteração hidrotermal em que ocorrem substituições do plagioclásio, saussuritização e cloritização.

Geocronologia

A idade atribuída ao complexo gnáissico-migmatítico é muito discutida e foi preocupação, durante muitos anos, de vários pesquisadores que apresentaram trabalhos localizados e em áreas restritas. Apesar das incertezas, muitos autores atribuem idade arqueana às rochas gnáissicas. As determinações de idades para as rochas desse Complexo indicam de 2000 a 500 M.a., segundo Hasui e Almeida (1970), Cordani e Hasui (1975) e Hasui et alii (1980). Outros autores como Danni e Fuck (1979), Teixeira e Danni (1979), Marini et alii (1979), Berbert (1980) e Danni et alii (1982) admitem uma idade arqueana para a maior parte da região recoberta por essas rochas. Besang et alii (1977) registraram uma isócrona de 2.400 M.a. a oeste de Belo Horizonte. Resultados obtidos mais recentemente por Tassinari e Montalvão (1980), Hasui et alii (1980), e J. M. dos Reis Neto (inf. Pessoal) indicam idades mais antigas usando os métodos de datação correspondentes a Rb/Sr, U/Pb e Sm/Nd.

Os dados radiométricos obtidos pelo método K/Ar indicam rejuvenescimento isotópico das rochas arqueanas, durante eventos tectono-termiais mais jovens, do Proterozóico, e

refletem nitidamente o evento Brasileiro (600 a 800 M.a.).

Grupo Bambuí

A primeira referência sobre o termo Bambuí deve-se a Rimann (1917), escrevendo sobre a região da Mata da Corda (MG): “A maior parte do distrito é formada pelos schistos cristalinos da Série Minas e pelos schistos argilosos e argila schistosa da Série Bambuí”. Nesse mesmo artigo, o autor correlacionou a Série Bambuí “aos Calcários que Derby (1881) tinha designado como “Calcários do São Francisco”. Apesar de não ter sido formalmente descrita segundo os ditames do Código de Nomenclatura Estratigráfica, a terminologia Bambuí passou a ter ampla aceitação entre os geólogos que, posteriormente, viriam a estudar essas seqüências.

Branner (1919), no resumo da Geologia da Bahia para acompanhar o Mapa Geológico do Brasil, faz o seguinte comentário a respeito da ampla distribuição regional do Bambuí: “A evidência agora reunida induz à conclusão de que os calcários chamados Salitre sejam simplesmente a extensão para norte dos calcários do permiano inferior do Rio das Velhas, Rio Verde e do Alto São Francisco”.

Freyberg (1932), trabalhando em Minas Gerais, dividiu o Bambuí em Camadas Indaiá, na base, e Camadas Gerais, no topo. As primeiras seriam fortemente dobradas, enquanto as últimas seriam praticamente horizontalizadas.

Andrade Ramos (1956), iniciando o mapeamento do Distrito Federal, dividiu informalmente a “Série Bambuí” em Quartzitos Paranoá, Ardósias Torto e Calcários Palmeiras. Mais tarde, essas unidades foram reunidas na Série Brasília por Parada (apud Bruni et al. 1976 b.).

Costa & Branco (1961) propuseram, a partir de trabalhos desenvolvidos na rodovia Belo Horizonte-Brasília (BR-040), a primeira divisão litoestratigráfica para o Grupo Bambuí.

Barbosa (1965) apresentou uma nova divisão para a “Série Bambuí”, promovendo a formação das unidades que tinham sido consideradas como membros por Branco & Costa, passando o Santa Helena a ser designado por Formação Serra Gineta.

Oliveira (1967) manteve as denominações dadas por Costa & Branco (1961), atribuindo a elas o grau hierárquico de formações, enquanto o Serra da Saudade é considerado como membro duvidoso da Formação Três Marias.

Braun (1968), trabalhando na parte ocidental da bacia do Bambuí e premido pela necessidade de apresentar uma coluna suficientemente abrangente para a extensa área regional, dividiu o Grupo Bambuí em três formações: Paranoá, Paraopeba e Três Marias.

Moutinho da Costa et al. (1970) propugnaram pela aplicação do conceito de tectonogrupo, visando resolver o problema surgido pelas variações faciológicas de diversas unidades, até então individualizadas, nos trabalhos de Costa & Branco (1961). O Grupo Bambuí, diante de tal conceito, é dividido em três tectonogrupos: Sete Lagoas, João Pinheiro e Formosa. Nesses tectonogrupos estariam englobadas todas as divisões estratigráficas do Grupo Bambuí, excetuando-se a Formação Três Marias.

Dardene (1978) apresentou uma síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central, considerando válida para os Estados de Minas Gerais, Bahia e Mato Grosso a subdivisão em seis formações: Jequitaí, Sete Lagoas, Serra de Santa Helena, Lagoa do Jacaré, Serra da Saudade e Três Marias. Esse fato corresponde a um retorno às definições originais de Costa & Branco (1961), em que as unidades que haviam sido consideradas como membros, por esses autores, passaram a receber o grau de formações.

Neste trabalho, adotou-se a nomenclatura de Dardene (1978), com as modificações introduzidas por School (1976) e Grossi e Quade (1985). Pela escala do trabalho e pela área de atuação, foi possível fazer algumas alterações na coluna estratigráfica adotada, já que a Formação Sete Lagoas foi dividida em dois membros: um inferior, denominado Membro Pedro Leopoldo (descrito por School, 1972, como Facies Pedro Leopoldo), aqui dividido na Facies A (Pedreira Canaã), Facies B (Pedreira Ilcon), Facies C (Riacho do Campo) e Facies D (Lagoa das Pedras) e um membro superior, denominado Membro Lagoa Santa (descrito por School, op. cit. como Facies Lagoa Santa), aqui dividido na Facies A (Pedreira Redimix), Facies B (Posto da Polícia Rodoviária Federal) e Facies C (Pedreira Pedregulho). Utilizou-se, para definir espessuras de camadas e lâminas de rochas

sedimentares, a nomenclatura modificada de Ingram (1953. In Pettigohn 1957) e Campbell (1967), (tabela 01). As classificações das rochas foram baseadas em Dunham (1962), textural; em Folk (1959), composicional e em Grabau (1913, tab. 2, p. 269-298 In Pettijohn 1957), granulometria (tabela 02).

De uma maneira geral, tais membros correspondem a um calcissiltito e/ou microespatitos/espatitos, micritas, subordinadamente calcarenitos muito finos e margas (Membro Pedro Leopoldo) e calcarenito, espatitos e calcilutitos subordinados (Membro Lagoa Santa). Quando tais litofacies estão moderadamente a intensamente deformadas, utilizou-se o termo tectofacies, o que levou a dividir a área do projeto em três domínios estruturais. Procurou-se também estabelecer um modelo para a sedimentação da área, compreendendo seqüências transgressivas e regressivas, onde a seqüência estratigráfica é representada por três megaciclos, denominados respectivamente: I, II e III, sendo um inferior (transgressivo) correspondendo ao Membro Pedro Leopoldo (ciclo I), um intermediário (regressivo) que corresponde ao Membro Lagoa Santa (ciclo II) e um superior (transgressivo), correspondendo a Formação Serra de Santa Helena (ciclo III).

Formação Sete Lagoas - Psbs

Membro Pedro Leopoldo - PSbspl

Essa unidade acha-se exposta em quase toda a área do Projeto. Ocorre, principalmente, na margem esquerda do rio das Velhas, nos vales do ribeirão da Mata, Bebedouro e próximo a Tavares, ao norte e ao sul da Quinta do Sumidouro bordejando a Lagoa Santa e a jusante do ribeirão da Gordura.

O membro Pedro Leopoldo situa-se na base da Formação Sete Lagoas, sobrepondo o complexo gnáissico-migmatítico indiferenciado - Agn-gr, geralmente por falha de descolamento, mostrando contato brusco e discordante, definido quando observado em exposições favoráveis, como na folha Lagoa Santa, rodovia MG-424, SW de Vespasiano (próximo a Bela Vista). Em locais onde não há tais evidências, são tidos como aproximados e/ou prováveis, mas sempre tectônicos. É sotoposto por rochas do Membro Lagoa Santa.

Constituem essa unidade os seguintes litótipos: calcissiltitos e/ou microespatitos/espatitos, micritas, subordinadamente calcarenitos muito

finos, margas, e milonitos protoderivados. Foi dividida nas seguintes litofácies: Facies A (Pedreira Canaã), Facies B (Pedreira Ilcon), Facies C (Riacho do Campo) e Facies D (Lagoa das Pedras), todas definidas fora da área do projeto.

Membro Lagoa Santa - PSbsls

Acha-se exposto em aproximadamente, 60% da área do projeto, ocorrendo uma faixa de NW-SE, partindo do vale do ribeirão da Mata, passando por Confins, Mocambeiro, Fidalgo, Matozinhos, Quinta da Fazendinha, lagoa da Banana, adentrando a folha de Sete Lagoas.

Ocorre em corpos isolados ao norte da lagoa dos Porcos e ao sul, próximo a Tavares. Sobrepõe o Membro Pedro Leopoldo, geralmente em contato brusco, através de falha de descolamento (“*decollement*”) e nas suas proximidades observa-se maior intensidade de veios de calcita/quartzo, concordantes/discordantes. Sotopondo esta unidade, ocorrem os siltitos e argilitos da Formação Serra de Santa Helena, geralmente em contato tectônico (falha de descolamento).

O Membro Lagoa Santa é constituído por calcarenito, calcissiltito e/ou espatito/ microespatito, brecha, estromatólitos e milonitos protoderivados.

Ambiente de sedimentação

Pelas características regionais da Formação Sete Lagoas, sugere-se a existência de um mar epicontinental à época de sua deposição, cobrindo extensas áreas continentais, extremamente rasas e com declives pequenos, restringindo a circulação da água e provocando sua hipersalinização. Essa estabilidade de condições permitiu igualmente a ampla distribuição de unidades como a Formação supracitada (Dardene, 1979).

Inicialmente, a deposição da Formação Sete Lagoas se deu pela invasão de áreas continentais pelo mar, inundando as partes mais baixas, representadas pelos carbonatos mais finos e claros do membro Pedro Leopoldo (ciclo I). Posteriormente, uma regressão marinha possibilitou a deposição dos calcários mais grosseiros e escuros, pertencentes ao Membro Lagoa Santa (ciclo II) e, novamente, uma transgressão marinha, representada pelos clásticos finos da Formação Serra de Santa Helena (ciclo III). Essas variações do nível do

mar, obedecendo a tais ciclicidades foram verificadas apenas no âmbito da área do Projeto VIDA.

Tibana & Alkimin (1986/1987, in Magalhães, 1988), argumentaram a favor de um modelo no qual a sedimentação da Formação Sete Lagoas se deve a um sistema progradante, dentro de um ambiente plataformal, com representantes de zonas de infra a supramaré. Os carbonatos mais claros, representados pelo Membro Pedro Leopoldo (ciclo I), transgressivo, representariam a sedimentação, na zona de plataforma externa, de um ciclo progradante que culmina com biolitos de subintermaré. Os laminitos algais (Pedreira Samba) depositavam em condições de águas rasas, possivelmente em zonas de inframaré, com exposições periódicas, características de fácies de borda de plataforma. Os mais puros rítmicos que ocorrem no morro do Cabeludo, representariam a sedimentação de supramaré, com influência evaporítica.

Após a sedimentação dos calcários claros (ciclo I), verificou-se uma regressão do nível do mar que possibilitou a deposição de um calcário mais escuro (ciclo II), e os mais finos (predominantes) foram depositados em ambientes de águas rasas e alta energia, com alguma influência de sedimentação terrígena. Os grosseiros (mais raros), pela sua boa seleção, granulometria grossa e a existência de ooides, indicam deposição em águas rasas e agitadas, de tal maneira a manter o grão sempre em suspensão e em áreas bem protegidas, sugerindo um ambiente de submaré rasa a supramaré.

Posteriormente, com uma transgressão do nível do mar (ciclo III), toda a plataforma seria coberta por siliciclásticos finos (metassiltitos e metargilitos) que são os representantes da Formação Serra de Santa Helena.

Geogronologia

As primeiras estimativas feitas sobre a idade do Grupo Bambuí foram baseadas no seu conteúdo fóssilífero e nas comparações efetuadas com outras ocorrências semelhantes, de outras partes do mundo. Assim, os primeiros autores estimaram uma idade Paleozóica, baseada na semelhança desses sedimentos com os do vale do Mississipi nos Estados Unidos (Dardene, 1979).

Posteriormente, devido à ausência de outros tipos de fósseis, as determinações da idade do Grupo Bambuí basearam-se, fundamen-

talmente, no estudo de estromatólitos e nas datações radiométricas.

Amaral & Kawashita (1967), utilizando folhelhos da Formação Sete Lagoas, obtiveram uma idade através do método Rb/Sr de 590 MA (R.I - 0,83). Essa idade foi reforçada pela determinação de Almeida & Hasui (1969), utilizando o método K/Ar em xistos sericíticos da Formação Paracatu (fora do âmbito deste trabalho), obtendo a idade de 580-650 MA.

Os únicos dados Rb/Sr disponíveis para o Grupo Bambuí na Folha SD.23 Brasília, referem-se a análises isotópicas de ardósias nos arredores de Barreiras, efetuados por K. Sato para a Secretaria de Minas e Energia, do Estado da Bahia. Esses dados, preliminarmente plotados em um diagrama isocrônico, acusaram uma idade de 760 M.A. para uma relação inicial de 0,704. Tal razão é extremamente baixa, considerando-se os metassedimentos dessa época.

Próximo ao Posto da Polícia Rodoviária Federal - Sete Lagoas (BR-040), os biolitos da Formação Sete Lagoas (Membro Lagoa Santa), segundo Marchese, 1974 (op. cit.), correspondem a estromatólitos do gênero *gymnosolidae*, o que indica uma idade aproximada de 950 a 600 M.A para a deposição do Bambuí. Nesse mesmo grupo são descritos vários outros pontos com estromatólitos (Cassedane, 1964, 1968; Cloud & Dardene, 1973). Cloud & Dardene, 1973, concluem, pela ocorrência de "Conophyton metula", uma idade de deposição do Bambuí no intervalo de 950 a 1350 M.A., o que é bastante razoável.

Formação Serra de Santa Helena - Psbsh

A formação Serra de Santa Helena corresponde a um conjunto litológico do grupo Bambuí e foi, primeiramente, estudada por Costa e Branco (1961), que a denominaram de membro Santa Helena, como parte integrante da formação rio Paraopeba. Posteriormente, Barbosa (1965) promoveu o membro Santa Helena à categoria de formação, sob a denominação de serra Gineta, compreendendo ardósias com intercalações siltosas.

Oliveira (1967), em sua divisão da "Série Bambuí", considerou as ardósias como pertencentes à formação Serra de Santa Helena, conservando a mesma denominação dada por Costa e Branco (1961), mas com grau hierárquico mais elevado.

Braun (1968) propôs, para o grupo Bambuí, uma divisão em três formações, designando-as de Paranoá, Paraopeba e Três Marias e incluiu, na formação Paraopeba, as fácies denominadas Sete Lagoas, lagoa do Jacaré, serra de Santa Helena e Samburá, sendo compostas de rochas carbonáticas e pelíticas.

Scholl (1976) dividiu a formação serra de Santa Helena em três subunidades, com a porção basal englobando filitos, ardósias intercaladas com margas e calcários; a porção mediana, com filitos e siltitos subordinados e o topo, com siltitos e quartzitos finos intercalados com filitos.

Dardenne (1978), na abordagem da estratigrafia do grupo Bambuí, distinguiu seis formações: Jequitibá, Sete Lagoas, serra de Santa Helena, lagoa do Jacaré, serra da Saudade e Três Marias. Essa divisão é o resultado de uma síntese da estratigrafia do grupo Bambuí no Brasil Central.

Neste trabalho adotou-se a classificação proposta por Dardenne (1977), amplamente utilizada em outros trabalhos geológicos regionais.

A formação serra de Santa Helena ocorre tipicamente na serra homônima, em Sete Lagoas. Constitui uma grande mancha em planta e recobre continuamente a formação subsequente, apresentando com frequência pequenos corpos de formas diversas, que representam resquícios de uma erosão diferenciada e muito intensa, na região. Sua distribuição se dá entre Lapinha e Lagoa Santa ao sul, e ao norte, entre Fidalgo e São Bento, a oeste, nas proximidades de Quinta da Fazendinha e a leste, próximo a Quinta do Sumidouro.

O posicionamento estratigráfico dessa formação a coloca imediatamente acima da formação Sete Lagoas, normalmente com passagem brusca através de contato tectônico. Às vezes, torna-se difícil precisar o contato das rochas sotopostas da formação Sete Lagoas, no caso dos calcissiltitos com intercalações argilosas com os siltitos e argilitos da formação serra de Santa Helena, quando ocorrem intemperizados ou decompostos.

Essa formação abrange uma litologia monótona, em que predominam litótipos de origem siliciclástica e, mais raramente, sedimentos carbonáticos. Os siliciclásticos predominantemente muito finos, correspondem a siltitos e argilitos.

Os sedimentos carbonáticos são lentes de diferentes dimensões, distribuídas esparsamente e correspondentes às margas e calcarenitos muito finos.

Os metasiltilitos e meta-argilitos metamórficos apresentam-se em grande parte decompostos a semi-alterados, mas são encontrados frescos em pedreiras, ainda ativas ou paralisadas, fora da área do projeto. Quando alterados a semi-alterados, exibem coloração muito variada, do amarelo ao vermelho, do creme ao cinza claro. Quando a rocha está fresca, com clivagem ardosiana (ardósia), apresenta-se de coloração verde escuro.

São encontrados em finos estratos, caracterizando lâminas delgadas ou em camadas espessas, podendo ou não apresentar clivagem ardosiana. Geralmente encontram-se muito fraturados e exibem, com frequência, manchas de redução em formas variadas de circulares a ovais. Apresentam-se em camadas e/ou lâminas com estratificação plano-paralela, com marcas de ondas (ripples marks) assimétricas, de diferentes direções de paleocorrentes e, menos freqüentemente, exibindo estratificações cruzadas de pequeno porte. É difícil precisar-se o predomínio de um tipo sobre outro, pois ambos estão amplamente associados em toda a área trabalhada. Os arenitos metamorfizados são bastante escassos e apresentam-se em finas lâminas e/ou camadas intercaladas na seqüência pelítica e, geralmente, possuem granulometria, variando de muito fina a fina e são friáveis. Há locais onde os pelitos formam camadas homogêneas de aspecto maciço.

Os sedimentos carbonáticos ocorrem em forma de lentes e correspondem a calcarenitos muito finos, de cor cinza-escuro a preta, exalando forte odor de enxofre quando quebradas e, geralmente, apresentam feixes de vênulas e/ou finos veios de calcita branca e preta, cortando as lentes. Constituem corpos pouco espessos intercalados nas encaixantes que geralmente são siltitos, folhelhos e argilitos.

Toda essa seqüência encontra-se cortada por abundância de veios de quartzo ou quartzo-feldspatos, dobrados, quase sempre preenchendo fraturas ou zonas de alívio, provenientes de processos distensionais, exibindo freqüentemente drusas e abundantes cristais hialinos e euédricos de quartzo. Outra forma de ocorrência desses veios quartzosos é de acordo com a laminação ou acamamento das rochas,

numa atitude concordante e de forma tabular delgada. São veios geralmente estriados, em consequência de deslocamentos horizontais a sub-horizontais.

O mergulho das rochas nessa seqüência varia desde sub-horizontal a bastante inclinado. Verificam-se intensos dobramentos com cavalgamentos, situação muito freqüente na área.

A espessura de toda a formação serra de Santa Helena oferece valores bastante variáveis em locais onde as camadas medem centímetros e em outros em que atingem valor de até 200 metros de espessura.

Além dos calcarenitos, é comum ocorrerem lentes de calcissiltitos com intercalações de argilitos e siltitos (margas) que, normalmente, apresentam-se com clivagem forte e ondulações assimétricas. Tratam-se de intercalações milimétricas a centimétricas que podem atingir até a granulometria de areia fina. Essas rochas são laminadas e possuem estratificação plano-paralela, com ondulações e estruturas de carga ("load casts").

Na base da formação serra de Santa Helena, ocorrem intercalações manganíferas constituindo finas camadas concordantes com as rochas dominantes, siltitos e argilitos metamórficos.

Em lâmina delgada, as rochas siltosas e argilosas apresentam textura geralmente laminada, em alguns casos uma foliação ardosiana e granulometria variando de muito fina a silte grosseiro, chegando em certos casos a areia muito fina. Seus grãos, em grande parte, são bem selecionados e têm como constituintes principais quartzo, feldspato, sericita, micas, argilominerais, biotita e, menos comumente, a pirita. São observadas transformações diagenéticas e tectônicas através de fraturas cimentadas por quartzo autigênico, desidratação de argilominerais, concentração de impurezas em níveis orientados, segundo direções preferenciais de oxidação.

Essas rochas correspondem a níveis siliciclásticos, classificados como pelitos e arenitos finos, intercalados ritmicamente e que estão fortemente compactados.

O metamorfismo que atuou sobre as rochas dessa formação apresenta características de baixo grau.

Ambiente de sedimentação

A formação serra de Santa Helena caracteriza-se por sedimentos epicontinentais depositados em ambiente marinho sublitorâneo, relativamente profundo, onde as correntes eram fracas, de modo a possibilitar a sedimentação de estratos predominantemente plano-paralelos e raras estratificações cruzadas de pequeno porte e marcas de ondas. O ambiente possui características redutoras de águas profundas e de baixa energia. Define um ciclo transgressivo sobre as rochas da Formação Sete Lagoas.

Coberturas cenozóicas

Coberturas Detrito-lateríticas - Tdl

Essas coberturas foram melhor observadas em exposições expressivas e descontínuas, fora da área do projeto, enquanto que no local ocorrem crostas lateríticas não mapeáveis, na escala exigida.

Os sedimentos preservados, correspondentes às coberturas detrito-lateríticas e que se dispõem em uma pequena faixa, ao sul da quinta da Fazendinha, são pouco consolidados sotopondo direta e discordantemente (não-conformidade), a contatos aproximados devido ao alto grau de intemperismo na área.

As faixas mapeáveis e mais expressivas da área localizam-se ao longo da rodovia MG-424, no trecho entre COMINCI e USIMINAS EMICAL (município de Matozinhos); na rodovia Capim Branco-Arco Verde e na estrada de ferro RFFSA-Central do Brasil, entre Arco Verde e Prudente de Moraes. São faixas alongadas, de contornos irregulares e espessuras variáveis (> 2 metros) e situam-se em cotas acima de 800 metros.

Os sedimentos desses depósitos superficiais são muito diversificados quanto à sua composição e distribuição, sendo formados por cascalho fino, areia, material siltico-argiloso e porções limonitizadas, sob forma de finas camadas, ou em porções limonitizadas em finas camadas ou em concreções e blocos. Próximo à Capim Branco, esses sedimentos exibem fragmentos de siltitos amarelados, grande quantidade de grãos e fragmentos esparsos arredondados a sub-arredondados e angulosos de quartzo.

Ambiente de sedimentação

Poder-se-ia atribuir a essas coberturas uma origem residual, resultante de provável ação de ciclo erosivo que seria responsável pela alteração, lateritização e desagregação das rochas mais antigas.

Geocronologia

Considerando-se os estudos formulados por Leste C. King (1977), sobre a área do Projeto, verificou-se a existência de testemunhos da ação de três ciclos de desnudação que aí atuaram, com predominância do ciclo Velhas e partes dos ciclos Sul Americano e Post-Gondwana. Os dois primeiros atuaram no período Terciário, enquanto o último, no Cretáceo.

A pouca cobertura encontrada e que pode ser mapeada parece estar relacionada à ação erosiva que atuou durante o período Terciário.

Depósitos Aluvionares

Os depósitos aluvionares, muito comuns na área, foram divididos em dois tipos principais, sendo que o mais atual corresponde a aluviões recentes dos rios ainda em curso que, às vezes, inundam extensas planícies. O outro tipo, encontrado também com frequência, diz respeito aos terraços aluvionares que se dispõem em dois níveis bem distintos e se sobrepõem aos mais recentes, com fácil identificação no campo.

Os depósitos recentes, encontrados nas margens ou dentro dos atuais cursos d'água na região, ocorrem em cordões alongados e contornos irregulares, envolvendo os canais desses cursos. Açam-se distribuídos ao longo do ribeirão da Mata, córrego Jaguará e riacho da Gordura e são pouco expressivas ao longo do rio das Velhas.

Os terraços antigos podem ser mais bem apreciados nas margens e arredores do rio das Velhas, onde estão sendo trabalhados pelo homem.

Os terraços recobrem todos os tipos de rochas que ocorrem na área e são superficiais ou pouco profundos nos casos em que geralmente apresentam um capeamento de solo. Correspondem aos sedimentos mais novos existentes

e são encontrados dentro de canais de rios, nas margens e/ou em planícies fluviais. Os terraços mais antigos se situam abaixo dos depósitos aluviais recentes, assentando-se sobre os vários tipos litológicos, dando contatos bruscos e sem definições. Esses sedimentos pertencem à era Cenozóica e ao período Quaternário, do Pleistoceno ao Holoceno, no caso dos antigos terraços aluviais.

Os depósitos aluvionares recentes são formados por sedimentos continentais terrígenos, inconsolidados e mal selecionados onde predominam materiais como cascalhos, areias, siltes e argilas. Os cascalhos constituem a fração mais pesada e se tornam mais grosseiros para o montante dos cursos d'água e são, predominantemente, constituídos de grãos arredondados, sub-arredondados a sub-angulosos de quartzo e fragmentos de rochas. Blocos de matacões, freqüentemente, são encontrados associados a esses depósitos. Comumente são organizados, estratificados e com imbricamento de seixos que indicam a paleocorrente dos antigos cursos aí instalados. As areias, siltes e argilas ocorrem em abundância e apresentam estruturas sedimentares dos tipos estratificações cruzadas tabulares, acanaladas e plano-paralelas. Nas grandes planícies aluviais, onde geralmente os cursos d'água são meandrantés, de baixa competência e sujeitas a inundações periódicas, o material encontrado possui granulometria mais fina.

Os terraços aluvionares, anteriores aos cordões sedimentares recentes, ocupam geralmente partes mais elevadas que os depósitos recentes e são constituídos por estratos contínuos, de espessuras irregulares, que variam de centímetros a aproximadamente, 3 metros. São constituídos de cascalhos com seixos, até matacões, areias, siltes e argilas. É possível a identificação de duas gerações de terraços, sendo um tipo posicionado na parte mais inferior

(Qpa2), onde ocorre em camadas com predominância de cascalhos formados em grande parte por cristais retrabalhos de quartzo leitoso, atualmente sob a forma de seixos e matacões. São responsáveis pela formação de grandes cascalheiras, onde se constata o bom retrabalhamento do material depositado, com seixos predominantemente elipsoidais e cujos grãos estão soldados por cimento limonítico. Trata-se de um sedimento consolidado a pouco consolidado. Em fotografia aérea, esses terraços refletem uma textura rugosa com manchas esbranquiçadas.

O outro tipo de terraço, sobreposto ao anterior, compõe-se, predominantemente, de sedimentos areno-argilosos com grânulos de quartzo, correspondendo, na coluna estratigráfica, ao tipo Qpa1. Trata-se de um solo argilo-arenoso marrom-claro, com grânulos de quartzo milimétricos a submilimétricos pouco retrabalhados, angulosos a subarredondados, mal selecionados como indicativo de pouco transporte e pequena energia de condução. Suas áreas são muito utilizadas na agricultura e pastagem, possuindo boa topografia e grande fertilidade. Em fotografias aéreas, se manifestam através de zonas relativamente planas e bem lisas texturalmente. Os dois tipos descritos são relativos a depósitos de paleocanais.

Todos os depósitos aluvionares identificados durante a execução do projeto foram classificados como pertencentes à era Fanerozoica, formados no período Cenozóico e atribuídos aos períodos Quaternário e Terciário. Os depósitos mais recentes, principalmente aqueles de cursos d'água ainda ativos, pertencem ao período Quaternário, enquanto os terraços aluviais, antigos cursos abandonados e inativos, enquadram-se no Terciário e, geralmente, estão recobertos por solos diversos e/ou coberturas detríticas.

Unidades Cronoestratigráficas		Unidades litoestratigráficas	Litótipos/Litofácies	Relação de contato	Deformação/Metamorfismo	Ambiente		
Fanerozóico	Ceznozóico	Quart. Qha	Aluviões recentes e terraços aluvionares	Disc.	---	continental		
		Ter. Tdl	Depósitos argilo-silticos de cobertura e cascalho fino	Disc.	---	continental		
PRÉ-CAMBRIANO	Proterozóico Superior	Grupo Bambuí - Super Grupo São Francisco	Formação seira de Santa Helena PSbsh	Seqüência metapelítica, representada por metassiltitos e metargilitos, com estratificação plano paralela.	Passagem brusca. Contato actônico	Deformação progressiva e heterogênea, com deslocamento de baixo ângulo. Regime em condições ductil-ruptil a ductil. Dobras assimétricas. Baixo grau de Metamorfismo	Marinho (transgressivo). Epicontinental sub-litorânea	
			Formação Sete Lagoas PSbs	Membro Lagoa Santa PSbsls	Seqüência carbonática representada predominantemente por calcarenitos e secundariamente por calcissiltitos e calciruditos. Os calcarenitos são calcários cinza escuro a negro, com abundante calcita, preenchendo vazios e fraturas.	Gradacional, às vezes indefinida	Deslocamento progressivo e heterogênea, com deslocamento de baixo ângulo. Regime predominante ductil-ruptil. Milonitização e bandeamento oriundos de ações tetônicas, localmente.	Marinho (regressivo) sub-maré e supra-maré
				Membro Leopoldo PSbsp1	Seqüência carbonática representada predominantemente por calcarenitos e subordinadamente por calcarenitos e margas. Os calcissiltitos são calcários impuros, às vezes, dolomíticos, coloração cinza, com intercalações escuras.	Discordante (angular)	Idem membro Lagoa Santa, com maior efeito de ações tetônicas sobre os calcários impuros. Dobras assimétricas e micro-falhas.	Marinho (transgressivo) Altos estrais e bordos de bacia
Arqueano		Complexo Gnáissico Migmatítico Indiferenciado Agn-gr	As rochas são representadas por gnaisses, granitóides e migmatitos.	---	Deformação polifásica, gnaissificação, migmatização e granitização. Metamorfismo grau médio, com alterações hidrotermais	---		

Quadro 1 - Resumo das principais unidades lito-estratigráficas da APA Carste de Lagoa Santa.

3 - RECURSOS MINERAIS

O cadastramento de bens minerais, realizado pelo Projeto Vida, na faixa Sete Lagoas-Lagoa Santa, destacou os calcários como principal recurso mineral da região. Em escala secundária são extraídos cascalho residual, cascalho de seixos de quartzo, areia e calcissiltitos (calciofilitos), conhecidos como “pedra de Lagoa Santa”.

Os principais pontos de lavra e extração desses bens minerais encontram-se assinalados no mapa geológico, anexo ao presente trabalho.

Calcários

Os calcários de granulometria grosseira ou calcarenitos são as rochas carbonáticas, predominantes do membro Lagoa Santa,

Formação Sete Lagoas. São rochas maciças e compactas, coloração cinza-escura a negra, com teores em carbonato de cálcio que podem atingir a 99%. Suas principais impurezas são o quartzo, micas, cloritas, piritas e matéria orgânica.

A matéria orgânica, que confere a cor negra a esses calcários, pode atingir teores de 0,5% da rocha total, ocorrendo em lâminas micrométricas e milimétricas, nos espaços intergranulares ou no interior dos cristais de calcita.

Os calcários utilizados para fabricação de cimento apresentam teores em óxidos, conforme dados fornecidos pela Cia. de cimento Portland Itaú e pela Cia de cimento Cauê SA:

Teores em óxido(%)	Cia. de cimento Itaú	Cia de cimento Cauê SA
CaO	52,63	41,94
MgO	0,40	0,09
SiO ₂	3,70	1,08
Al ₂ O ₃	0,23	0,40
Fe ₂ O ₃	0,17	0,28
Titulação	94,78	97,62

Os calcários silicosos desse membro apresentam teores em SiO₂ que podem variar de 10% a 20% e titulam em torno de 40% de carbonato de cálcio.

O segmento mais nobre da utilização dos calcários de membro Lagoa Santa é o da produção do cimento tipo Portland, contando a região com as seguintes fábricas: Fábrica de cimento Portland Mauá, Fábrica de cimento Cauê SA e SOEICOM, próximas aos limites da APA, nos municípios de Matozinhos, Pedro Leopoldo e Vespasiano.

Esses calcários são também utilizados na indústria de calcinação, para obtenção da cal virgem e hidratada.

Na construção civil são usados sob a forma de brita, pedriscos, pedra de mão, pó e agregados para asfalto. O consumo de brita de calcário tem

aumentado, em função do seu baixo custo de extração, possibilitando o transporte a maiores distâncias.

O uso siderúrgico do calcário é muito difundido na região, devido a grande produção de ferro gusa, no município de Sete Lagoas. Sua função na siderurgia é a de formação de escória para eliminação de impurezas, na produção de gusa e de aço, além de aumentar o coeficiente calorífico do forno.

Na agricultura, o calcário é utilizado após moagem em mistura com pó dolomítico, com a finalidade de correção do PH do solo agrícola.

De acordo com dados obtidos no Departamento Nacional da Produção Mineral- DNPM, o calcário é o único bem mineral da região, sob controle daquele órgão.

No âmbito do território da APA, estão outorgados 18 decretos de lavra e 13 alvarás de pesquisa. De acordo com os dados coletados no DNPM (1993), a área dispõe de uma reserva total de 2 811 157 415 toneladas de calcário para cimento. O município de Pedro Leopoldo detém 57,18% dessas reservas, Matozinhos, 41,945% e Lagoa Santa, 0,88%.

O **quadro 2** detalha as reservas e a produção das diversas mineradoras que operaram nesses municípios, no período 1990/1993.

Pedra da Lagoa Santa

Os calcissiltitos laminados, conhecidos regionalmente como “Pedra de Lagoa Santa”, são calcários impuros de coloração cinza a média, com intercalações escuras de metapelitos em leitões delgados, às vezes rítmicos, pertencentes ao membro Pedro Leopoldo da formação Sete Lagoas.

Apresentam teores em carbonato de cálcio, geralmente inferiores a 50%, e teores em sílica, alumina, magnésio e ferro, geralmente altos.

Devido à facilidade de se destacarem facilmente em lâminas, essas rochas são utilizadas após beneficiamento rudimentar, como pedras de revestimento de piso.

As principais pedreiras, de onde se extrai pedra de Lagoa Santa, situam-se na bacia do córrego Jenipapo. A extração é feita de modo predatório

e rudimentar, sem nenhum planejamento de lavra.

O seu beneficiamento consiste, unicamente, na separação manual das placas de rocha e no corte, através de serra diamantada, com perdas que atingem valores superiores a 50%.

Esse fato dá origem a grande volume de rejeitos de beneficiamento, gerando problemas ambientais para a região de Fidalgo e a de Sumidouro.

Cascalho e areia

Sob o efeito de intenso intemperismo, os mepaleitos ricos em veios e buchos de quartzo da Formação Santa Helena dão origem a cascalheiras residuais, utilizadas pelas Prefeituras para revestimento de estradas municipais e rurais. Essa retirada de cascalho deixa as áreas afetadas sem proteção aos agentes intempéricos, facilitando os processos de erosão acelerada e modificando a paisagem regional.

Cascalhos oriundos dos terraços aluvionares do rio das Velhas, extraídos no passado para retirada de ouro, constituem, atualmente, fonte de seixos de quartzo, explorados para atender às indústrias siderúrgicas de Sete Lagoas, onde são utilizados como fundente.

A principal fonte de areia para construção da região são as aluviões e terraços do Ribeirão da Mata, onde opera quase uma dezena de dragas, na extração desse bem mineral.

Mineradora	Reservas (t)			Produção Bruta (t)			
	Medida	Indicada	Inferida	1990	1991	1992	1993
LAGOA SANTA							
ICAL-Ind. Calcinação Ltda	805.407	2.234.437	---	---	---	---	---
Cia. Cimento Portland Itaú	21.680.000	---	---	---	---	---	---
	Sub-total	22.485.407	2.234.491	---	---	---	---
PEDRO LEOPOLDO							
Mineração Fazenda dos Borges Ltda.	2.814.217	---	---	9.018	13.472	34.495	80.473
Cimento Cauê SA	2.890.820	---	---	134.283	186.178	111.273	??
CIMINAS	80.506.143	199.94300	249.966.860	1.527.105	1.721.1428.374	1.428.374	1.203.550
Minerações Brasileiras Reunidas SA	356.405.508	---	---	23.069	7.375	988	785
Mineração Lapa Vermelha Ltda.	271.341.410	---	---	1.936.509	2.922.541	2.886.622	2.326.842
Mineração Fazenda dos Borges Ltda.	1.350.155	---	---	9.018	15.347	42.533	65.266
Cimento Cauê SA	9.881.317	100.000.000	---	78.415	24.964	6.230	???
Raul Santana de Abreu	21.474.679	4.295.894	10.739.736	2.531	1.960	1.177	2.885
Miner. Calcinação Sinacal Ltda.	1.759.446	---	---	16.445	9.966	6.777	21.078
Cimento Cauê SA	86.643.647	38.876.786	168.449.380	405.889	158.248	55.800	24.069
	Sub-total	835.067.342	343.116.080	429.155.976	5.142.282	5.061.539	3.724.948
MATOZINHOS							
Mineração Cauaia Ltda.	28.395.107	14.823.000	21.627.000	43.061	24.975	32.362	6.600
Cimento Cauê SA	24.891.722	21.832.000	22.565.000	161.132	374.747	168.655	??
Mineração Cauaia Ltda.	86.343.624	60.115.800	110.638.800	25.632	10.704	15.414	2.890
Mineração Resende :Ltda.	691.604.850	---	---	---	---	---	---
Célio Edson Diniz Nogueira	2.086.187	---	---	---	6.613	2.032	10.400
Cimento Mauá SA	94.451.083	---	---	103.731	117.183	74.180	68.524
	Sub-total	927.770.800	154.554.800	333.556	534.222	292.643	88.414
TOTAL	1.785.325.322	442.121.317	583.710.776	5.475.838	5.595.761	4.866.912	3.813.362

Quadro 2 - Concessões de lavra para calcário - Reservas e produção no período 1990/93.

4 - GEOMORFOLOGIA

Os levantamentos geomorfológicos, preliminarmente baseados em investigações anteriores (Kohler, 1988), foram atualizados e aprimorados para atender os objetivos de Zoneamento Ambiental.

Foram gerados os seguintes mapas, em escala 1:50.000, com legendas autoexplicativas:

- Mapa Geomorfológico
- Mapa de Compartimentação

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F.F.M. DE, HASUI, Y. Geocronologia do centro-oeste brasileiro. *Min, metal.*, Rio de Janeiro, v.50, n. 295, p.43-46, jul. 1969.
- AMARAL, G., KAWAHITA, K. Determinação da idade do Grupo Bambuí pelo método Rb-Sr. In: CONG. BRAS. GEOL., s.n.t., 1967.
- ANDRADE RAMOS, J.R. Reconhecimento Geológico no Centro Oriental de Goiás, Brasil. *Relatório anual da Diretoria - 1958*, DNPM, Rio de Janeiro, p. 66-70, 1959.
- BARBOSA, O. Geologia econômica e aplicada a uma parte do Planalto Central Brasileiro; série Bambuí. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 19, Rio de Janeiro, 1965. *Anais...* Rio de Janeiro SBG, 1965, s.p.
- _____. Série Bambuí op. cit. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 19, Rio de Janeiro, 1965. *Anais...* Rio de Janeiro: SBG, s.n.t.
- BERBERT, C.A. Complexo basal goiano. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 31, Camburiú, 1980. *Anais...* Camburiú, SBG, 1980. p. 2837 - 2849, v.5.
- BESANG, C., et al. *Datação radiométrica em rochas de Minas Gerais e Espírito Santo*. Belo Horizonte: CPRM, 1977. 41p. [Relatório da DGM, 2681 - Arquivo Técnico/CGBA - Conv. Geofísica Brasil-Alemanha].
- BRANNER, J.C. Outlines of the geology of Brasil to accompany the geological map of Brasil. *Geological Society of America Bulletin*, New York v. 30, n. 2, p. 189 - 338, 1919.
- BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM. *Léxico estratigráfico*. Brasília: DNPM/DGM, 1984, 541 p.
- _____. Ministério das Minas e Energia. *Projeto RADAMBRASIL, folha SD. 23 - Brasília*. Rio de Janeiro: MME, 1982. 600p. v.29, il. [Inclui 5 mapas na escala 1:1.000.000].
- BRAUN, O.P.G. Contribuição à estratigrafia do Grupo Bambuí. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 22, Belo Horizonte, 1968. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, p.155-166.
- BRUNI, M.A.L. *Carta geológica do Brasil ao milionésimo; folha Brasília (SD 23)*. Brasília: DNPM, 1976. 162p. [Inclui mapa].
- CAMPBELL, M.A. Reconhecimento regional através do Geosiclíneo Centro Oeste Brasileiro. *Boletim*, n.124, Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1965.
- CASSEDANE, J. Nota sobre o ambiente de sedimentos das rochas encaixantes da mineralização de Vazante - MG. In: CONGRESSO BRAS. GEOL., 22, Belo Horizonte, 1968. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, p. 33-40.
- _____. Biostone à collenias dans la calcaire de Bambuí. *Anais Acad. Bras. Ciências*, Rio de Janeiro, v.36, p.49-58, 1964.
- CHANG, H.K., MIRANDA, F.P., MAGALHÃES, L., et al. Considerações sobre a evolução tectônica da bacia do São Francisco. In: CONGRESSO BRAS. DE GEOL., 35, Belém, 1988. *Anais...* Belém: SBG, 1988, v.5, p.2076-2090.
- CLOUD, P. DARDENNE, M. Proterozoic Age of the Bambuí Group in Brasil. *Bulletin of the geological society of America*, Boulder, v. 84, n.5, p.1673-1676, 1973.
- CORDANI, V.G., HASUI, Y. Comentários sobre dados geocronológicos disponíveis para a folha Goiás. In: *Carta geológica do Brasil ao milionésimo: folha Goiás - SD-22*, p.85-94, 1975.
- CÓRDOBA, V.C. *Relatório de descrição de lâminas delgadas do Grupo Bambuí*. Belo Horizonte: CPRM, 1991. 56p. [Projeto Vida/Relatório interno].
- COSTA, M.T., BRANCO, J.J. R. Roteiro para a excursão Belo Horizonte - Brasília. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 14, 1961. Belo Horizonte. *Contribuição...* Belo Horizonte: Inst. Pesq. Radioativas/CNEM, 1961. p.9-25. [Publicação, 15].
- DANNI, J.C.M., FUCK, R.A. *A compartimentação tectono-estratigráfica do embasamento das faixas dobradas da margem do Cráton São Francisco e suas Faixas Marginais*. Salvador: SBG, 1979.

- _____, _____, LEONARDOS, O.H. Archean and lower proterozoic in Central Brazil. *Geologische Rundschau*, v.71, n.1, p.291-317, 1982.
- DARDENE, M.A., WALDE, H.H.G. A estratigrafia dos Grupos Bambuí e Macaúbas no Brasil Central. In: SIMP. DE GEOL. DE MINAS, 1, 1979. Diamantina. *Atas...* Belo Horizonte: SBG, 1979, p.43-54.
- _____. Síntese sobre a estratigrafia do Grupo Bambuí no Brasil Central. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 30, 1978. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, p.597-610.
- DERBY, O.A. Reconhecimento geológico do vale do rio São Francisco no Brasil. In: COMISSÃO HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. Rio de Janeiro, p.1-24, 1880. [Anexo 1].
- DUNHAM, R.J. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: HAM, W.E., Classification of Carbonate Rocks. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Tulsa, n.1, p.108-121, 1962.
- FOLK, R.L. Spectral subdivision of limestone type. Op. cit. In: HAM, W.E., Classification of carbonate rocks. *Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, Tulsa, n.1, p.62-84, 1962.
- FREYBERG, B. Von. Ergebnisse Geologischer forschungen in Minas Gerais, Brasilien. *Neus Jahrbuch fur Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, Stuttgart, n.2, p.1-401, 1932.
- GROSSI SAD. J.H., QUADE, H. Revisão estratigráfica do Grupo Bambuí (bloco oriental), em Minas Gerais. In: SIMP. GEOL. MINAS GERAIS, 3, Belo Horizonte, 1985. *Anais...* Belo Horizonte: SBG, p.68-83.
- HASUI, Y., TASSINARI, C.C.A., SIGA Júnior, O., et al. Datações Rb/Sr e K/A do Centro-norte do Brasil e seu significado geológico-tectônico. Op. cit. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 31, Camburiú, 1980. *Anais...* Camburiú, SBG, 1980. p.2659-2678, v.5.
- _____, ALMEIDA, F.F.M. de. Geocronologia do Centro-oeste brasileiro. *Boletim Sociedade Bras. Geol.*, São Paulo, v.19, n.1, p.5-26, set. 1970.
- HEARD, H.G. Effect of large Charges in estrains rote in the experimental deformation of morble. *J. Geol.*, s.n.t., p. 111-130, 1963.
- KING, L.C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Rev. Brasileira de Geografia, IBGE*, n.2, ano XVIII, abr. jun., 1956. [Separata].
- KOHLER, H.C., CANSADO, A.M., GOMES, D., et al. *Carte du Karst-Lagoa Santa/MG*. Caen:CNRS, s.n.t., 1978.
- _____. *Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa/MG*. São Paulo: USP/Dep. Geografia, 1989. [Tese de doutorado].
- MADALOSSO, A.F., VERONESE, V.A. Considerações sobre a estratigrafia das rochas carbonatadas do Grupo Bambuí na região de Arcos, Pains e Lagoa da Prata, MG. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 30, Recife. *Anais...* Recife, SBG, 1978, v.2., p.635-648.
- MAGALHÃES, L. *Análise estrutural qualitativa dos sedimentos do Grupo Bambuí*, região Sudeste da Bacia do São Francisco (Faixa Sete Lagoas - Serra do Cipó). Ouro Preto, 1988. 110p. Dissertação (Mestrado) - Univ. Fed. de Ouro Preto - UFOP.
- MARCHESE, H.G. Estromatolitos "Gymnosolenidos" en el dado oriental de Minas Gerais, Brasil. *Rev. Bras. de Geociências*, São Paulo, USP, v.4, n.4, p.257-271, 1974.
- MARINI, O.J., DARDANNE, M.A., FUCK, R.A., et al. *Mapa geológico da Faixa Brasília - escala: 1:1.000.000*. Brasília: Univ. de Brasília/IG, 1979. [Eliminadas as coberturas terciárias e quaternárias superficiais].
- MARSHAK, S., ALKIMIN, F.F. Proterozoic contraction/extension tectonics of the southern São Francisco region, Minas Gerais, Brasil. S.n.t., v.8, n.3, p.555-571, 1989.
- MATTOS, J.T. *Caracterização do comportamento geológico-estrutural na região da represa de Furnas-MG, com dados de sensoriamento remoto*. São Paulo, 1986. 186p. Tese (Doutorado) - Univ. de S.P. - USP.
- MENEZES FILHO, N.R., et al. *Projeto Três Marias: relatório final*. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, v.1.
- MIRANDA, J. *Relatório anual do diretor*. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1952. p.30-34.
- MOUTINHO DA COSTA, A., ANCEIRAS, A.G., VALENÇA, J.G., et al. Novos conceitos sobre Grupo Bambuí e sua divisão em tecno-grupos. *Boletim de geologia*, n.5, Inst. Geociências da UFRJ, p.3-34, s.d.

- MUZZI, M.P. *Análise estrutural qualitativa das rochas do Grupo Bambuí, na porção sudoeste da bacia do São Francisco*. Ouro Preto, 1989. 100p. Dissertação (Mestrado) - Univ. Fed. de Ouro Preto - UFOP.
- OLIVEIRA, J.R.P. *Comportamento estrutural dos sedimentos dos grupos Macaúbas e Bambuí na porção centro-norte no Estado de Minas Gerais*. Ouro Preto - 1989. n.p. Dissertação (Mestrado) - Univ. Fed. Ouro Preto - UFOP.
- OLIVEIRA, M.A.M. de. Contribuição à Geologia da parte sul da Bacia do São Francisco e áreas adjacentes. *Coletânea de relatórios de exploração, n. 13*, PETROBRÁS CENPES, Rio de Janeiro, 1967.
- PETRI, S., COIMBRA, A.M., AMARAL, G., et al. Código brasileiro de nomenclatura estratigráfica e guia de nomenclatura estratigráfica. *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, USP, v.16, n.4, p.370-415, dez. 1986.
- PETRIJOHN, F.J. *Sedimentary rocks*. 2ª ed. New York: Harper & Row Publishers, 1957. 718p.
- PELUG, R., RENGGER. Estratigrafia e evolução geológica da margem sudeste do Cráton Sanfranciscano. In: CONG. BRAS. DE GEOLOGIA, 27, Aracajú, 1973. *Anais...* Salvador: SBG, v.2, p.5-19.
- RIMMAN, E. Zur Kenntnis der Minas - Serie Im Estaaete Minas Geraes (Brasilien). *Zentralblatt fur Mineralogie, Geologie und Palaontologie. Stuttgart*, p. 417-420, 1920.
- RIMANN, F. A. Kimberlita no Brasil. *Rev. da Escola de Minas de Ouro Preto*, n.15, p.27-32, 1917.
- SHOLL, W.U. Der sudwestliche randbereich der Espinhaço zone, Minas Gerais, Brasilien. *Geol. Randschau*, n.61, p.201-216, 1972.
- _____. *Sedimentologia und. geonchimice der Bambuí Gruppe am SERAND des São Francisco Beckeus, MG. Brasilien*. Herldelberg, 1973. 115p. Tese (Doutorado) - Univ. de Heldelberg.
- TASSINARI, C.C.G., MONTALVÃO, R.M.G. de. Estudo Geocronologico do "Greenstone Belt's" Crixás. In: CONG. BRAS. DE GEOL., 31, Camburiú, 1980. Op cit. *Anais...* Camburiú: SBG, 1980, p. 2752-2759, v.5.
- TEIXEIRA, N.A., DANNI, J.C.M. Geologia da raiz de um greenstone belt na região de Fortaleza de Minas, Minas Gerais. *Rev. Bras. de Geociências*, São Paulo, n. 9/1, p.17-26, 1979.
- TULLER, M.P., RIBEIRO, J.H., DANDERFER FILHO, A. Geologia da região de Lagoa Santa e Sete Lagoas. Belo Horizonte: CPRM/CETEC, 1991. [Projeto Vida/Inédito].
- UHLEIN, A., TROMPETTE, R., IGIDIO, S.M. Estruturação do Super-grupo Espinhaço na região de Diamantina, MG. *Rev. Bras. de Geoc.*, São Paulo, n.16/2, p.212-216, 1986.
- WILSON, G. *Introduction to small-scabe geological structures*. Condon: s.e., 1982. 128p.

CARACTERIZAÇÃO PEDOLÓGICA

Edgar Shinzato
José Francisco Lumbreras

Ficha Catalográfica

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS - IBAMA

Caracterização pedológica; organizado por Edgar Shinzato, José Francisco
Lumbreras. – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998.

17 p.: mapas e anexos, (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG).

Conteúdo: V.1. Meio físico – V.2. Meio biótico - V.3. Patrimônio espeleológico,
histórico e cultural – V.4. Sócio-economia.

1. APA de Lagoa Santa - MG - 2. Meio ambiente. 3 - Pedologia. I - Título. II -
Shinzato, Edgar. III - Lumbreras, José Francisco.

CDU 577-4

Direitos desta edição: CPRM/IBAMA

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

1 - INTRODUÇÃO

Um plano de manejo adequado de uma Área de Proteção Ambiental (APA) não pode, nos dias de hoje, ser realizado sem o conhecimento dos solos e de suas propriedades. Os solos são considerados corpos naturais que cobrem a superfície terrestre, constituindo um dos principais substratos para a vida vegetal, possuindo propriedades advindas dos efeitos integrados do clima e dos organismos que agem sobre o material de origem, condicionado ainda pelo relevo.

Tanto o uso urbano quanto o agrícola promovem modificações na paisagem natural, especialmente nas propriedades do solo, tornando o ambiente mais susceptível a perdas e degradações (Marcus, 1985). A região da APA, por se tratar de área cárstica próxima a grande centro urbano como Belo Horizonte, torna-se alvo tanto das indústrias de exploração mineral, como do avanço populacional em busca de outros espaços.

Os trabalhos de prospecção de solos, nos últimos anos, têm-se caracterizado por fornecer informações fundamentais utilizadas no planejamento de ocupação das áreas rurais. Hoje, devido à grande alteração da dinâmica das regiões na interface urbano-rural, os estudos de solos têm dado importantes contribuições para o combate à erosão, e a recuperação de áreas degradadas e contribuindo para o planejamento adequado da ocupação dessas áreas.

Sob esse enfoque, o presente estudo compreende o Levantamento Semidetalhado de Solos das Terras da Área de Proteção Ambiental Carste de Lagoa Santa – MG, com superfície aproximada de 35.600 hectares, realizado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, e com o principal objetivo de fornecer informações sobre o meio físico que, quando integradas a outros temas, possam subsidiar os trabalhos de planejamento de uso e ocupação da APA.

Os trabalhos foram desenvolvidos de acordo com as normas em uso pelo Centro Nacional de Pesquisa de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – CNPS/EMBRAPA. Envolveram tarefas de escritório, de campo e de laboratório, que foram divididas em quatro grupos de atividades básicas: reconhecimento preliminar, serviços de campo, serviços de laboratório e serviços finais de escritório.

Os solos foram classificados em nível mais baixo que subgrupo, próximos de famílias ou séries, utilizando-se como unidade de mapeamento as próprias unidades taxonômicas ou suas associações.

O somatório dos dados de campo, de laboratório e as suas interpretações serviram de base ao mapeamento final dos solos, reproduzido na escala 1:50.000 de publicação.

2 - METODOLOGIA

Os trabalhos foram executados em quatro fases distintas, descritas a seguir.

2.1 - Reconhecimento Preliminar

Essa etapa constitui uma introdução ao conhecimento das propriedades edáficas da área. Em sua maior parte é desenvolvida em escritório. No entanto, as jornadas de campo contribuíram de maneira fundamental para a complementação das informações das interpretações realizadas em escritório.

Primeiramente, foram coletados os principais antecedentes referentes à região, levando em consideração todo material-base para a execução dos serviços, tais como base cartográfica, fotografias aéreas e imagens de satélites.

Procedeu-se, então, a uma análise minuciosa dos estudos, especialmente aqueles relacionados a geologia, clima, geomorfologia, vegetação, uso da terra e, evidentemente, solos. Concomitantemente a esses serviços, iniciaram-se os trabalhos de fotointerpretação preliminar para identificação dos padrões fisiográficos da região. Esse trabalho teve o apoio de visitas de reconhecimento de campo para confirmação dos padrões observados, originando um mapa preliminar de solos.

Como previsto, esse mapa constituiu o elemento básico para a programação dos trabalhos de campo e nele foram estabelecidos os possíveis locais destinados à abertura de trincheiras pedológicas para descrição e coleta de amostras de solos.

2.2 - Serviços de Campo

Os serviços de campo constituem a principal etapa do trabalho, pois somente com a análise de perfis e tradagens é possível classificar os solos e estabelecer as unidades de mapeamento com suas respectivas distribuições geográficas, a serem confirmadas nos serviços finais de escritório.

As tradagens tiveram por finalidade a verificação dos limites de mapeamento traçados a partir de padrões aerofotográficos definidos nos serviços preliminares, tendo como complemento as

informações contidas nas imagens LANDSAT.

As descrições morfológicas, tanto dos perfis quanto das tradagens, foram determinantes na elucidação dos padrões toposseqüenciais predominantes na região, que consistiram na base do mapeamento e na definição das associações de solos.

A abertura e a descrição dos perfis no campo foram feitas segundo as normas do CNPS/ EMBRAPA, preconizadas no *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*, (Lemos & Santos, 1982). Com o intuito de incrementar essas informações, optou-se pela realização de sondagens a trado no interior da trincheira até uma profundidade de 5.0 metros ou, em alguns casos, até a rocha branda.

Foram descritos 18 perfis sendo 12 com coleta completa, totalizando-se 40 amostras. Os perfis descritos e coletados pelo Projeto RADAMBRASIL no Levantamento Exploratório de Solos do Estado de Minas Gerais e pelo Levantamento de Reconhecimento de Alta Intensidade realizado pelo CETEC, também foram verificados e aproveitados na composição dos dados deste estudo, totalizando-se 10 perfis. Em complementação, foram descritas 40 tradagens que auxiliaram substancialmente não só na classificação destes solos como na melhor definição das unidades de mapeamento.

Utilizaram-se os aparelhos de Sistema de Posicionamento Global (GPS) para georreferenciamento tanto dos perfis quanto das tradagens, permitindo com isso, a transferência dos seus dados para o Sistema de Informações Geográficas o SPANS-SGI. No decorrer dessa etapa, também foram feitas reproduções fotográficas, enfocando, principalmente, os perfis descritos, o relevo e a paisagem cárstica, as quais se encontram destacadas no Anexo II.

2.3 - Serviços de Laboratório

Concomitantemente ao trabalho de campo, iniciaram-se os serviços de laboratório, que se estenderam até a fase final de escritório.

As análises completas compreenderam:

- frações calhaus, cascalhos e Terra Fina Seca ao Ar (TFSA);

- composição granulométrica e classificação textural;
- argila natural;
- densidade aparente e real;
- porosidade total;
- grau de flocculação;
- umidade 1/10 e 15 atm;
- pH em água e KCl;
- condutividade elétrica;
- complexo sortivo (cálcio, magnésio, sódio, potássio, hidrogênio e alumínio);
- carbono orgânico e matéria orgânica;
- fósforo assimilável.

A metodologia adotada para as análises está sucintamente descrita *no Manual de Métodos de Análises de Solos* (EMBRAPA, 1979).

Algumas análises adicionais foram realizadas com o objetivo de eliminar dúvidas a respeito da classificação dos solos e verificar as possíveis hipóteses sobre a sua mineralogia. Tais análises foram realizadas no Laboratório de Análise Mineral – LAMIN (CPRM).

2.4 - Serviços Finais de Escritório

A interpretação dos dados de laboratório e de campo, juntamente com as informações contidas em fotografias aéreas nas escalas 1:30.000 e 1:60.000, e restituições da área em escala 1:50.000, constituíram a base para o mapeamento definitivo, gerando um mapa de solos na escala 1:50.000.

Por fim, elaborou-se a legenda definitiva das unidades de mapeamento, formadas pelas próprias unidades taxonômicas definidas ou suas associações, totalizando 13 unidades de mapeamento distintas.

O mapa final foi digitalizado através do sistema MAXICAD, sendo posteriormente convertido para um SIG utilizando-se o SPANS-GIS. Com isso, pode-se calcular a área de cada unidade taxonômica e sua distribuição geográfica.

2.5 - Critérios Utilizados na Definição das Unidades de Mapeamento

Na definição das classes de solos, os níveis categóricos mais elevados foram diferenciados segundo seus horizontes diagnósticos. Foram identificados 4 tipos de horizontes subsuperficiais na área, com base nas normas e critérios para distinção das classes de solos.

Horizonte B textural

Definido pelo CNPS/EMBRAPA, derivado do *argilic horizon* (Soil Taxonomy, 1975).

É um horizonte mineral subsuperficial, onde houve incremento de argila (fração < 0.002 mm), orientado ou não, desde que não exclusivamente por descontinuidade, resultante de acumulação ou concentração absoluta ou relativa de argila decorrente de processos de iluviação e/ou formação *in situ*, podendo, ainda, herdar essa característica a partir do material de origem. Pode, também, ser formado pela contribuição de argila do horizonte A ou perda nesse horizonte por erosão diferencial.

Horizonte B Latossólico

O horizonte B latossólico é similar à definição do *oxic horizon* (Soil Taxonomy, 1975).

Segundo a definição do CNPS/EMBRAPA, é um horizonte subsuperficial, cujos constituintes evidenciam um avançado estágio de intemperização, explícito pela alteração completa ou quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo. Existe uma tendência ao acúmulo residual de sesquióxidos, argilas do tipo 1:1 e minerais primários mais resistentes ao intemperismo.

Apresenta espessura mínima de 50 cm, textura franco arenosa ou mais fina e baixos teores de silte, de maneira a possuir baixos valores para a relação silte/argila. Pode apresentar teores de argila maiores do que o horizonte subjacente, porém, o incremento de argila com aumento da profundidade (gradiente textural) é pequeno, não sendo o suficiente para caracterizá-lo como B textural.

Em geral, esse horizonte apresenta-se com diferenciações entre subhorizontes pouco nítidos e as transições são em geral graduais ou

difusas. A estrutura pode ser fortemente desenvolvida, quando a unidade estrutural for predominantemente granular, de tamanho muito pequeno a pequeno, ou fracamente desenvolvida e mais raramente de moderado desenvolvimento, quando este apresentar estrutura em blocos subangulares.

A consistência do material varia de macio a duro quando seco, e de friável a muito friável quando úmido. Frequentemente, as argilas apresentam-se com alto grau de flocculação, o que evidencia a sua pouca mobilidade e a alta resistência à dispersão.

Horizonte B Câmbico

Corresponde em parte a *cambic horizon* (Soil Taxonomy, 1975).

Trata-se de um horizonte subsuperficial subjacente ao A, Ap ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém, suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura. Nesse horizonte, mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve apresentar estrutura semelhante ao material de origem.

Constitui um horizonte de natureza variável que não apresenta suficiência de requisitos estabelecidos para caracterizar um horizonte B textural ou latossólico.

O horizonte B incipiente pode se assemelhar morfológicamente a um horizonte B latossólico, diferindo deste por apresentar qualquer uma das seguintes características: capacidade de troca de cátions, após correção de carbono maior que 13 meq/100 g de argila; 4% ou mais de minerais primários menos resistentes ao intemperismo; relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki) maior que 2.2; relação silte/argila igual ou maior que 0.7, quando a textura for média, sendo igual ou maior a 0.6, quando for argilosa; ou apresentar espessura menor que 50 cm.

Horizonte Glei

Deriva-se do horizonte G, (Soil Survey Manual, 1962); parcialmente de *hydromorphic properties*, (FAO, 1974); parcialmente de *cambic horizon*, (Soil Taxonomy, 1975).

Refere-se a um horizonte mineral subsuperficial ou eventualmente superficial. Apresenta

espessura de 15cm ou mais, caracterizado pela redução de ferro e prevalência do estado reduzido, no todo ou em parte, devido, principalmente à água estagnada. Podem ocorrer mosqueados, cuja quantidade seja menor que 15cm quando consistir em plintita.

O horizonte glei pode ser um horizonte C, B, E, ou A, geralmente fraco e turfoso. A textura é franco arenosa ou mais fina. Quando existe estrutura, as faces dos elementos estruturais apresentam cor esmaecida acinzentada ou azulada ou esverdeada ou neutra. Quando o material não é agregado, o matiz do horizonte (fundo) tipicamente apresenta cromas 1 ou menor, com ou sem mosqueados, os quais, quando são de plintita, não perfazem 15% da superfície do horizonte.

Para subdivisão das classes de solos ainda foram adotadas algumas características diferenciais relacionadas a seguir:

Tipos de Horizonte A

Na região, foram encontrados somente três tipos de horizonte A:

Horizonte A fraco – Corresponde ao *ochric epipedon* (Soil Taxonomy, 1975), diferenciando-se do A moderado por apresentar teores de carbono orgânico inferiores a 0.58%, cores muito claras, com valores superiores a 4 quando úmido, e sem desenvolvimento de estrutura ou com estrutura fracamente desenvolvida.

Horizonte A moderado – Sua definição é semelhante à do *ochric epipedon*, (Soil Taxonomy, 1975). Apresenta teores de carbono orgânico superiores a 0.58%. Nos solos de textura argilosa e muito argilosa, média e siltosa, admitem-se teores de carbono orgânico inferiores a 0.58%, desde que não satisfaçam a qualquer uma das exigências de cor, espessura, saturação de bases e teor de P_2O_5 que caracterizem um A chernozêmico, proeminente ou antrópico.

Horizonte A chernozêmico – Similar ao *molic epipedon*, (Soil Taxonomy, 1975). É um horizonte mineral superficial, relativamente espesso, sendo superior a 25 cm se o sol tiver mais de 75 cm. Possui coloração escura, de cromas inferior a 3.5, valores mais escuros que 3.5 quando úmido e 5.5 quando seco. A saturação de bases é sempre superior a 50%,

onde predomina o íon cálcio. Apresenta pelo menos 0.6% de carbono orgânico em todo o perfil.

Eutróficos e Distróficos

Expressa o estado de saturação ou dessaturação do material constitutivo do solo, caracterizado pela proporção de cátions básicos trocáveis em relação à capacidade de troca de cátions (valor T). O caráter eutrófico designa $V > 50\%$ e o caráter distrófico indica saturação baixa, com valores inferiores a 50%.

Para distinção de solos mediante esse critério, é considerada a saturação de bases no horizonte B, ou no horizonte C quando não existe o B, devendo-se levar em conta a seção de controle correspondente a 1 m de profundidade, contando a partir dos 25 cm superficiais, ou menos profundo quando o contato lítico ocorrer antes dos 125 cm.

Álico

Denominação empregada para especificar a distinção de “saturação de alumínio” igual ou superior a 50%, concomitantemente ao teor de alumínio extraível igual ou superior a 0.3 meq no horizonte B ou C.

Caráter Latossólico

Para identificar solos sem horizonte B Latossólico com características intermediárias para Latossolos.

Caráter Plíntico

Qualificação referente à unidade de solo, cujas características são intermediárias com plintossolos.

Atividade da Argila

Refere-se à capacidade de troca de cátions (valor T) da fração mineral, deduzida a contribuição da matéria orgânica. Neste trabalho, a atividade da argila foi separada da seguinte forma:

- Argila de atividade alta (Ta) – valor T maior que 24 meq/100 g de argila
- Argila de atividade baixa (Tb) – valor T inferior a 13 meq/100 g de argila

Textura

Para efeito de subdivisão de classes de solos de acordo com a textura, serão considerados os seguintes grupamentos:

- Textura arenosa – compreende as classes texturais areia e areia franca.
- Textura média – compreende composições granulométricas com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia.
- Textura argilosa – compreende composições granulométricas com 35 a 60% de argila.
- Textura muito argilosa – composição granulométrica com mais de 60% de argila.

Quanto à presença de cascalhos (frações grosseiras, com 2 a 20 mm de diâmetro), são utilizadas as classes: com cascalho, quando ocorre menos de 15% de cascalho, e cascalhenta, quando o solo apresenta entre 15 a 50% de cascalhos.

Profundidade

Em algumas classes de solos, as profundidades entre a superfície até o contato lítico são consideradas como critério para separação de unidades:

- Raso – profundidade do solo igual ou inferior a 50cm.
- Pouco profundo – profundidade do solo superior a 50cm e inferior a 100cm.
- Profundo – profundidade do solo superior a 100cm e igual ou inferior a 200cm.
- Muito profundo – profundidade do solo superior a 200 cm.

Drenagem

Refere-se à quantidade e à velocidade com que a água recebida pelo solo se escoar por infiltração ou superficialmente.

As classes de drenagem são:

- Bem drenado – A água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos comumente apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo, normalmente, mosqueado de redução.

- Moderadamente drenado – A água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permaneça molhado durante um curto espaço de tempo. Comumente apresentam uma camada de permeabilidade mais baixa no solo ou imediatamente abaixo dele.
- Imperfeitamente drenado – A água é removida do solo lentamente, de tal modo que este permaneça molhado por um período significativo, mas não durante maior parte do ano. Comumente apresentam uma camada de permeabilidade baixa (lenta) no solo, lençol freático alto, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições.

Normalmente, apresentam algum mosqueado de redução, notando-se, na parte baixa, indícios de gleização.

- Maldrenado – A água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente está em superfície ou próximo a ela, durante uma considerável parte do ano. As condições de má drenagem são devidas ao lençol freático elevado, camada lentamente permeável no perfil, adição de água através de translocação lateral interna ou alguma combinação dessas condições. É freqüente a ocorrência de mosqueado no perfil caracterizando a gleização.

3 - SOLOS

3.1 - Classes de Solos

Latossolo Vermelho-Escuro

Compreende solos minerais não-hidromórficos, com horizonte B latossólico vermelho-escuro, vermelho ou bruno-avermelhado-escuro de matiz 4YR ou mais vermelho, valores de 3 a 5 e croma 4 a 6. Apresenta teores de Fe_2O_3 provenientes do ataque sulfúrico na TFSA inferiores a 18% quando argiloso ou muito argiloso, com atração magnética fraca ou inexistente.

São solos muito profundos de seqüência A-Bw-C, muito argilosos, com teores de argila em torno de 80% e com pouca diferenciação entre os horizontes.

Apresenta horizonte A moderado com cores no matiz 2,5YR e 10R, estrutura fraca, pequena e média, granular e blocos subangulares. É ligeiramente duro quando seco, friável quando úmido, muito plástico e muito pegajoso quando molhado.

O horizonte B possui estrutura moderada, pequena e muito pequena granular. Apresenta-se macio quando seco, muito friável quando úmido e muito plástico e muito pegajoso quando molhado.

A textura predominantemente muito argilosa e a estrutura granular ao longo do perfil conferem boas características de infiltração e retenção de umidade, face à baixa capacidade de troca de cátions da fração argila. Esses solos apresentam elevada deficiência de fertilidade com a saturação de base variando de 35 a 40% e 3 a 10% do complexo sortivo de A e B, respectivamente. Essas características implicam, quando do uso agrícola, custos elevados de produção com corretivos e fertilizantes.

Podzólico Vermelho-Escuro

Essa classe abrange solos não-hidromórficos com horizonte B textural de cores avermelhadas com tendência à tonalidade escura, usualmente de matiz mais vermelho que 5YR e com valor inferior a 5, croma menor que 7, conjugados com teor de ferro menor ou igual a 15% e de TiO_2 menor ou igual a 1.7.

São solos muito profundos, com seqüência de horizontes A-Bt-C, e muito argilosos, com teores de argila variando de 56 a 82% nos horizontes A e Bt, respectivamente.

Apresentam horizonte A moderado, textura argilosa, estrutura forte, pequena e média granular e blocos subangulares. É duro quando seco, friável quando úmido, plástico e pegajoso quando molhado.

O horizonte Bt apresenta, além do incremento de argila, estrutura forte, pequena e média, blocos angulares e subangulares. A consistência do solo é muito dura quando seco, firme quando úmido, muito plástico e muito pegajoso quando molhado.

São solos de fertilidade natural elevada, com boas características de retenção de bases. Os níveis de cálcio superficialmente estão na ordem de 10 a 7 meq/100g de solo e o alumínio é praticamente nulo. O nível de fósforo é, em média, em torno de 10 ppm. Os teores de magnésio são relativamente baixos, variando de 2.3 a 0.60 meq/100 g de solo. A saturação de bases é de 72 a 78%, enquanto a atividade da argila varia de 12 a 7.0 meq/100 g de argila.

Apesar de estes solos terem características químicas elevadas, eles ocorrem nessas áreas com relevo forte ondulado, o que limita bastante a agricultura mais tecnificada.

Cambissolo

Essa classe é constituída por solos com horizonte B incipiente ou câmbico (Bi), não-plúntico, bem drenados, de profundidade variada, possuindo seqüência de horizontes A-Bi-R ou A-Bi-C-R, com modesta diferenciação dos horizontes, situados em áreas de relevo plano a forte ondulado. O horizonte A é moderadamente desenvolvido, de textura muito argilosa e com consistência ligeiramente duro a duro quando seco, firme quando úmido e muito plástico e muito pegajoso quando molhado.

Os Cambissolos dessa região são originários de rochas pelíticas da formação Santa Helena e das rochas calcárias da formação Sete Lagoas. Os caracteres gleico e eutrófico somente ocorrem nos Cambissolos encontrados nas áreas de dolinas, uvalas ou

bordas de lagoas, que se encontram sob a influência direta do fluxo hídrico do carste. Nessas mesmas áreas, o relevo é plano e suave ondulado. As prospecções profundas indicaram a ocorrência de mosqueados com expressiva influência da oscilação do lençol freático alternando os processos de oxidação e redução desse ambiente.

Nas áreas da formação Santa Helena, encontra-se Cambissolos cascalhentos ou até mesmo pedregosos, tanto em superfície quanto em subsuperfície. Contudo, eles se distribuem nas áreas onde o relevo é mais movimentado, chegando a forte ondulado.

A variação da profundidade nesses Cambissolos é uma característica importante a ser considerada quando do planejamento de uso da terra. Alguns Cambissolos, além de serem muito profundos, podem apresentar vestígios do material de origem em todo o perfil do solo. Estruturas mais desenvolvidas também podem ser detectadas, como os blocos subangulares, causando um contra-senso quanto à sua classificação, isto é, são bastante semelhantes aos Latossolos, porém, diferem destes por apresentarem expressiva quantidade de material originário ao longo do perfil.

Assim como os Latossolos, os Cambissolos são de baixa fertilidade natural, álicos, profundos e, muitas vezes, apresentam estruturas moderadas a fortes, muito pequenas e pequenas, granulares.

Glei Pouco Húmico

Essa classe compreende solos minerais hidromórficos, imperfeitamente a maldrenados, formados em terrenos baixos sujeitos a alagamentos periódicos. Possuem características resultantes sobretudo do excesso de umidade permanente ou temporário, decorrente do nível elevado do lençol freático durante longo período do ano.

Caracterizam-se por apresentar horizonte subsuperficial glei, de coloração acinzentada ou cinzenta, com matiz 2,5Y ou cores neutras, sendo comum a presença de mosqueados de cores amareladas e avermelhadas.

São solos argilosos, de seqüência A-Cg, derivados de sedimentos argilo-siltosos do Quaternário. O horizonte A fraco ou moderado

atinge 12 a 15cm de espessura e possui 4,7% de matéria orgânica. São eutróficos e apresentam teor elevado de cálcio, na ordem de 11.10 meq/100 g de solo, fazendo com que a saturação de bases fique em torno de 80%.

3.2 - Unidades de Mapeamento

As porcentagens apresentadas na tabela anterior, foram calculadas automaticamente através das ferramentas do SPANS-SGI, tendo como base, o valor total aproximado da área da APA, englobando, também, as referentes à malha urbana e às lagoas.

LEa1 e LEa2

Compreende a própria unidade taxonômica representada pelo Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado, textura muito argilosa. Essas unidades ocupam porções elevadas do terreno, sendo que a unidade LEa1 ocorre em relevo plano e suave ondulado e a unidade LEa2 tem como relevo dominante o suave ondulado e ondulado.

A unidade LEa1 ocorre em grandes manchas distribuídas em todos os distritos da APA, ocupando principalmente, as áreas próximas ao limite leste, onde corre o rio das Velhas. Abrange a quase totalidade da área do distrito de Mocambeiro e distribui-se esparsamente a oeste do distrito de Matozinhos.

A unidade LEa2 encontra-se assentada principalmente no município de Confins, fazendo limite com a unidade anterior, subindo no sentido do distrito de Lapinha. Verificam-se, também, pequenas manchas distribuídas esparsamente nos distritos de Mocambeiro e Matozinhos.

O somatório das áreas dessas duas unidades representa mais de 30% do total da área da APA, sendo que a unidade LEa1 supera em quase duas vezes a unidade LEa2.

3.2.1 - PEE1 e PEE2

A unidade PEE1 compreende os solos Podzólicos Vermelho-Escuros eutrófico tb A moderado, textura muito argilosa situada nos relevos planos e suave ondulados. A associação entre o Podzólico Vermelho-Escuro e o Cambissolo Latossólico álico A moderado, textura muito argilosa, de relevo ondulado e forte

UNIDADES DE MAPEAMENTO	CLASSES DE SOLOS	DISTRIB. (km ²)	PORCENTAGEM (%)
LEa1	Latossolo Vermelho-Escuro álico A moderado, textura muito argilosa, relevo plano e suave ondulado.	84.90	21.12
LEa2	Fase da unidade LEa1, relevo suave ondulado e ondulado.	45.27	11.26
PEe1	Podzólio Vermelho-Escuro eutrófico Tb A moderado, textura muito argilosa, relevo plano e suave ondulado.	7.63	1.90
PEe2	Podzólio Vermelho-Escuro eutrófico Tb A moderado + Cambissolo Latossólico álico A moderado, ambos de textura muito argilosa, relevo ondulado e forte ondulado com microrrelevo forte (cárstico).	24.48	6.09
CAa1	Cambissolo álico Tb A moderado + Cambissolo Latossólico álico A moderado, textura muito argilosa, relevo suave ondulado com microrrelevo moderado (cárstico).	32.68	8.13
CAa2	Cambissolo álico Tb A moderado, textura muito argilosa cascalhenta e não cascalhenta + Cambissolo Latossólico álico A moderado textura muito argilosa, pedregoso e não-pedregoso, relevo suave ondulado e ondulado.	16.24	4.04
CAa3	Cambissolo Álico Tb A moderado, textura muito argilosa cascalhenta e não-cascalhenta, pedregoso e não-pedregoso, relevo ondulado e forte ondulado.	40.44	10.06
CAe	Cambissolo Gleico eutrófico Tb A moderado, textura muito argilosa, relevo plano e suave ondulado (dolinas).	11.95	2.97
CLa1	Cambissolo Latossólico álico A moderado + Cambissolo álico Tb A moderado, ambos de textura muito argilosa, relevo plano e suave ondulado.	16.12	4.01
CLa2	Fase da unidade CLa1, relevo suave ondulado e ondulado.	11.64	2.90
HGPe	Glei Pouco Húmico eutrófico Tb A moderado, textura muito argilosa, relevo plano.	19.44	4.84
AR	Afloramentos de Rocha.	18.66	4.64
X	Áreas de mineração.	8.19	2.04

ondulado com o microrrelevo forte, cárstico, constitui a unidade PEE2.

A primeira unidade ocorre em pequenas manchas alongadas, distribuídas esparsamente nos distritos de Lagoa Santa, Matozinhos e ao norte de Fidalgo. Verifica-se, também, sua ocorrência na área-limite entre os distritos de Lapinha, Confins e Pedro Leopoldo.

A unidade PEE2 encontra-se concentrada nas áreas limítrofes entre os distritos de Matozinhos e Mocambeiro, subindo no sentido de Funilândia. Algumas manchas também foram detectadas nos distritos de Pedro Leopoldo, Lapinha e Confins.

A unidade PEE2 é mais representativa que a unidade PEE1, com aproximadamente 25 km² o que corresponde a 6% do total da APA, enquanto que a unidade PEE1 possui somente 8 km² ou 1.9%.

3.2.2 - CAa1, CAa2 e CAa3

Constitui a classe dos solos com horizonte diagnóstico B incipiente (Bi), com saturação de

alumínio superior a 50%. O horizonte A possui desenvolvimento moderado e textura muito argilosa. Os solos da unidade CAa1 ocorrem no relevo suave ondulado com microrrelevo moderado cárstico, enquanto os da unidade CAa2 encontram-se no relevo suave ondulado e ondulado.

A unidade CAa3 compreende os Cambissolos cascalhentos e não cascalhentos, assentados no relevo mais movimentado, como o ondulado e forte ondulado. Às vezes, esses solos podem apresentar pedregosidade tanto superficialmente quanto em subsuperfície.

A unidade CAa1 pode ser observada em grandes manchas abrangendo os distritos de Pedro Leopoldo e Fidalgo, estendendo-se em uma pequena mancha alongada na parte central do distrito de Lapinha. Próximo ao limite com Funilândia, verifica-se, também, a ocorrência desses solos no distrito de Matozinhos.

A noroeste das áreas pertencentes ao aeroporto de Confins, verifica-se a ocorrência dos solos da unidade CAa2. Outras pequenas manchas

estão localizadas esparsamente ao longo do limite leste da APA e na porção centro-oeste do distrito de Matozinhos.

A unidade CAa3 possui uma distribuição dispersa em quase todo o limite leste da APA. No distrito de Confins, as manchas estão localizadas nas regiões norte e sudoeste do distrito. Em Lagoa Santa, essas manchas parecem no limite sul da área. Uma mancha expressiva pode ser observada na porção centro-oeste do distrito de Matozinhos.

A unidade CAa1 distribui-se geograficamente numa área aproximada de 33 km² correspondendo a 8% do total da área da APA. A unidade CAa2 ocupa uma área equivalente à metade do CAa1, estando na casa dos 4% do total da área em estudo. Já a unidade CAa3 compreende aproximadamente 10% do total da APA, o que equivale a 40 km².

3.2.3 - Cae

Essa unidade compreende os Cambissolos que ocorrem nas áreas de dolinas, uvalas e áreas de bordas de lagoas. Esses solos, por estarem sob influência direta do fluxo de água dura que é rico em cálcio, são eutróficos. Ocorrem em pequenas manchas muitas vezes em forma de “ilhas” sobre outras unidades, destacando-se os Cambissolos álicos e Podzólicos eutróficos. Alguns indivíduos dessa unidade, por apresentarem dimensão inferiores à área mínima mapeável, não foram mapeadas nessa escala. Essa unidade distribui-se em grande número, principalmente nos distritos de Pedro Leopoldo, Matozinhos, Mocambeiro e Fidalgo.

Apesar de apresentar-se sempre em pequenas dimensões, ela ocupa uma área correspondente a 12km², o que corresponde a aproximadamente 3% da área total da APA.

3.2.4 - CLa1 e CLa2

Compreende os Cambissolos com moderado desenvolvimento do horizonte B com estrutura granular e em blocos subangulares. A textura é muito argilosa em todo o perfil, com transição gradual nos horizontes subsuperficiais. São solos álicos, isto é, com saturação de alumínio superior a 50%. Na unidade CLa1 em relevo plano e suave ondulado. Na unidade CLa2, o relevo é suave ondulado e ondulado.

A unidade CLa1 encontra-se distribuída em grandes manchas na região de Funilândia e ao

norte de Matozinhos. Pequenas manchas esparsas também são detectadas na região nordeste de Fidalgo e Mocambeiro.

A unidade CLa2 ocorre na região ao sul de Pedro Leopoldo em manchas esparsas. Em Fidalgo, observa-se apenas a ocorrência de uma mancha dessa classe na porção nordeste. Nas outras regiões, como Mocambeiro e Matozinhos, também observam-se manchas dessa unidade nas porções nordeste e centro-oeste, respectivamente.

As unidades CLa1 e CLa2 representam aproximadamente 7% do total da área da APA, o que corresponde a 27km². A unidade CLa1 ocorre em maior proporção que a unidade CLa2, ocupando uma área correspondente a 16km², ou 4% do total da APA.

3.2.5 - HGPe

Compreende solos Glei Pouco Húmicos de seqüência A-Cg, derivados de sedimentos argilo-siltosos do Quaternário e de textura muito argilosa. Em virtude de o horizonte A apresentar moderado desenvolvimento, atingindo 18 cm de espessura, esses solos são classificados como Glei Pouco Húmico.

Apesar de esses solos serem eutróficos, possuem restrição ao uso agrícola devido à sua condição reductora e à baixa pressão de oxigênio provocada pela oscilação do lençol freático.

Apresentam, ainda, sérias restrições à ocupação urbana, face às suas condições predominantemente anaeróbicas, que dificultam intensamente o funcionamento das fossas sanitárias. Assim, os efluentes podem permanecer por períodos prolongados, permitindo a ressurgência desse material à superfície, além de facilmente contaminarem o lençol freático que, em geral, é superficial.

O perfil 02 é o representativo dessa unidade. Tais solos encontram-se distribuídos em toda a área da APA, constituindo manchas alongadas mais expressivas no limite sudoeste e a oeste ao longo do rio das Velhas. São observados também no distrito de Mocambeiro e ao norte de Matozinhos.

Essa unidade, representada por baixadas e por várzeas, ocupa uma área aproximada de 20km², abrangendo aproximadamente 5% do total da APA.

3.2.6 - AR

Em se tratando de uma região cárstica, os afloramentos são constituídos principalmente de rochas calcárias. Constituem grandes afloramentos distribuídos pelos distritos de Pedro Leopoldo e Fidalgo. Verifica-se, também, sua ocorrência na porção central do distrito de Lapinha e em Matozinhos, próximo ao limite com Funilândia.

Distribuem-se geograficamente por uma área correspondente a 5% do total da da APA, equivalendo a 19 km².

3.2.7 - X

Compreende as áreas de mineração ou de empréstimo, como é o caso das áreas próximas ao aeroporto de Confins. São áreas onde ocorreu ou ainda ocorre exploração mineral de cimento e de brita para construção civil. Praticamente têm sua distribuição concentrada em todos os limites nordeste, sul e centro-oeste da APA. Representam 2% do total da APA, o que corresponde a aproximadamente 8km².

4 - CONCLUSÕES

Vários aspectos relacionados ao meio ambiente e as principais características dos solos dominantes das unidades de mapeamento merecem destaque.

A área em estudo apresenta duas feições fisiográficas distintas: a superfície rebaixada de Lagoa Santa – Sete Lagoas e os planaltos. Esta última pode ser dividida em cinco compartimentos geomorfológicos com ênfase aos planaltos cársticos e aos dissecados de Santa Helena e do rio das Velhas.

As várzeas são formadas por deposições aluvionares do Quaternário, ocorrendo em relevo plano com vegetação primária predominante de floresta tropical higrófila de várzea, que, por ocasião das chuvas intensas, ficam sujeitas a inundações.

São ocupadas, em sua maior parte, pelos Gleissolos e Solos Aluviais, mal drenados a imperfeitamente drenados. Apesar de serem consideradas como áreas de alta fragilidade natural, possuem baixo risco de erosão por ocorrerem em relevo plano. A influência direta da água dura provinda do carste caracteriza esses solos como de elevada fertilidade natural, sendo, portanto, eutróficos.

Com relação aos planaltos, ocorrem várias classes de solos onde predominam os Latossolos Vermelho-Escuros seguidos dos Cambissolos e, por último, dos Podzólicos Vermelho-Escuros, todos de textura muito argilosa. São bem drenados, geralmente profundos, muito porosos e permeáveis. O relevo dominante é o suave ondulado passando

a ondulado. Ocorrem também os relevos típicos, como o forte ondulado e ondulado característicos de áreas cársticas com dolinas e uvalas.

Apesar de essa área de estudo apresentar um padrão predominantemente cárstico, os estudos de solos revelaram a grande influência dos metapelitos compostos por siltitos, argilitos e arenitos subordinados, referentes à formação Santa Helena, que recobrem grande parte da formação Sete Lagoas, tanto o membro Pedro Leopoldo quanto o membro Lagoa Santa.

As dolinas distribuem-se esparsamente e, principalmente, nos planaltos cársticos que ocorrem na parte central da APA. Possuem pequena extensão onde dominam os Cambissolos Gleícos eutróficos de textura muito argilosa. Encontram-se geralmente ocupadas com culturas, destacando-se as capineiras destinadas à pecuária leiteira. A ocorrência de pontos de surgência e ressurgência caracteriza essas áreas como de alta fragilidade ambiental, por se tratar de áreas de recarga de aquífero.

Apesar do favorecimento do relevo, as áreas dos Latossolos possuem baixa fertilidade natural e são ocupadas pelas pastagens plantadas com pequena produtividade. A elevada acidez do solo também é um dos principais fatores limitantes, uma vez que é necessária a utilização maciça de corretivos e fertilizantes fundamentais ao desenvolvimento das culturas. Uma das vantagens apresentadas é o relevo, que propicia a mecanização, favorecendo uma agricultura de melhor nível tecnológico.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARGO, M. N., KLAMT, E., KAUFFMAN, J. H. Classificação de solos usada em levantamentos pesológicos no Brasil. *Boletim informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.12, n 1, p 11 - 13, 1987.
- _____. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979.
- CURI, N. et al. *Vocabulário de ciência do solo*. Campinas, SBCS, 1993. 90p.
- _____. *Definição e notação de horizontes e camadas de solos*. 2ª ed. Rio de Janeiro: SNLCS, 1988. 54p.
- EMBRAPA. *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento: normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1988. 67p. [Documento, 11].
- MARCUS, A. L. ; Environmental Planning: a geomorphic disaster. *Geo Journal*, s.n.t. v.10, n.4, p.353-61, s.d.
- OLIVEIRA, J. B. de, JACOMINE, P. K. T., CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- GUERRA, A.T. *Dicionário geológico - geomorfológico*. 8ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 466p.
- EMBRAPA. *Súmula: reunião técnica de levantamento de solos nº 10*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979. 82p. [Série miscelânea, 1].
- DEPARTMENT of agriculture - Estados Unidos. *Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys*. Washington: s.e., 1975. 754p. [Agriculture handbook, 436].

ANEXO I

Documentação Fotográfica



Foto 1 - Perfil 12 - LEa1.



Foto 2 - Relevo ondulado referente a unidade LEa2.



Foto 3 - Perfil 18 - Podzólico Vermelho-Escuro.



Foto 4 - Perfil 13 - Cambissolo álico.



Foto 5 - Relevo referente a unidade dos Cambissolos álicos.



Foto 6 - Perfil 14 - Cambissolo Latossólico.



Foto 7 - Relevo referente ao perfil 14.



Foto 8 - Perfil 5 - Cambissolo Gleico eutrófico.



Foto 9 - Dolina - Área referente ao perfil 5.



Foto 10 - Perfil 4 - Cambissolo Cascalhento.

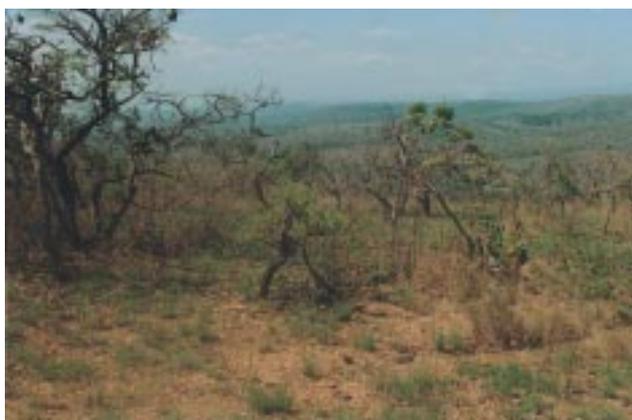


Foto 11 - Área referente ao perfil 4, com vegetação de cerrado.

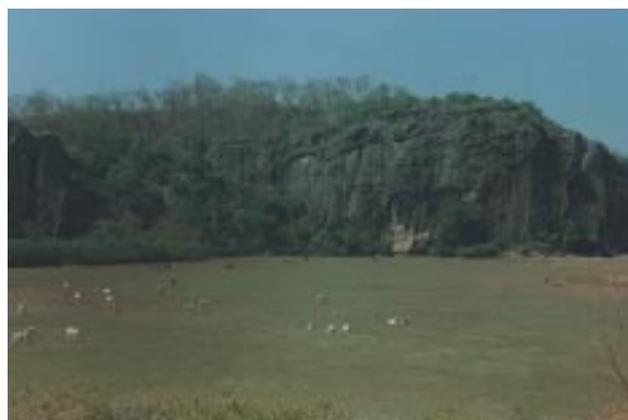


Foto 12 - Afloramento de rochas calcárias.

ANEXO II

Fichas de descrição dos perfis
e dados analíticos

PERFIL: 01

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho-Escuro A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo suave ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 10 - Foto. 0760 Coord 19° 37' 45" S 43° 59' 54" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço superior de encosta com 6-10% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pastagem (Brachiaria)

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 20/09/96

- A 00 - 08cm bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- BA 08 - 26cm bruno-avermelhado (5YR 4/4, seco); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- Bw1 26 - 65cm vermelho (2,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, muito friável, muito plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e difusa.
- Bw2 65 - 110cm vermelho (2,5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; macio, muito friável, muito plástico e pegajoso; muitos poros pequenos; transição plana e difusa.
- Bw3 110 - 150cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada, muito pequena e pequena, granular; macio, muito friável, muito plástico e pegajoso; muitos poros pequenos;

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO LeA A mod mg sond

PERFIL: 1

HORIZONTE		A	BA	Bw1	Bw2	Bw3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 08	08 - 26	26 - 65	65 - 110	110 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	7	5	5	5	4
	Areia fina	4	4	4	4	4
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	4	1	1	6	7
	Argila	85	90	90	85	85
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso				
ARGILA NATURAL (%)		49	4	5	3	3
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		42	96	94	96	96
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.05	0.01	0.01	0.07	0.08
DENSIDADE	do solo	1.23	1.21	1.07	0.96	0.93
	da partícula	2.38	2.44	2.44	2.38	2.44
POROSIDADE (%)		48	50	56	60	62
pH (1:25)	Água	6.3	5.0	5.2	4.8	5.1
	KCl	5.4	4.2	4.2	4.3	4.4
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	4.74	0.71	0.26	0.1	0.16
	Mg ⁺⁺	0.1	0.02	0.02	0.01	0.01
	K ⁺	0.1	0.03	0.02	0.01	0.01
	Na ⁺	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
VALOR S (meq/100g)		4.95	0.77	0.31	0.13	0.19
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	0.00	0.60	0.60	0.45	0.25
	H ⁺	2.71	4.01	8.33	3.55	3.17
VALOR T (meq/100g)		7.66	5.38	9.24	4.13	3.61
VALOR V (%)		65	14	3	3	5
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		0	44	66	78	57
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		3	1	1	1	
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.89	1.16	0.96	0.76	0.6
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.26	2.00	1.66	1.31	1.03
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA				5.5	0.8	1.1
	SiO ₂					29.54
ATAQUE SULFÚRICO (%)	Al ₂ O ₃					30.33
	Fe ₂ O ₃					10.18
	TiO ₂					0.69
P ₂ O ₅						0.23

PERFIL: 02

CLASSIFICAÇÃO: Glei Pouco Húmico A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia de várzea relevo plano

LOCALIZAÇÃO: Faixa 11 - Foto 1211 Coord. 19° 40' 30" S 43° 57' 50" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em área plana baixa com 0-2% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Sedimentos aluvionares de quaternário

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionares

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Plano

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia de várzea/pasto

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 20/09/96

- A 00 - 18cm cinzento-muito-escuro (10YR 3/1, úmido); mosqueado pouco, pequeno, distinto, bruno-escuro (7.5YR 4/4); muito argilosa; forte, média a grande, blocos angulares; muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e clara.
- C1g 18 - 61cm cinzento-claro (10YR 7/1, úmido); mosqueado abundante, médio, distinto, bruno-amarelado (10YR 5/6); muito argilosa; forte, média, blocos e prismática; firme, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- C2g 61 - 101cm cinzento-claro (2.5Y 7/2, úmido); mosqueado abundante, grande, proeminente, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); muito argilosa; moderada, média, blocos e prismática; firme, muito plástico e muito pegajoso; poucos poros pequenos; transição plana e clara.
- C3g 101 - 150cm cinzento-claro (5Y 7/1, úmido); mosqueado comum, grande, distinto, bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); muito argilosa; moderada, média, blocos e prismática; firme, muito plástico e muito pegajoso; poucos poros pequenos;
- tradagem 150 - 200cm cinzento-claro (5Y 7/1, úmido); bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso;
- tradagem 200 - 300cm cinzento-claro (5Y 7/1, úmido); mosqueado abundante, bruno-amarelado (10YR 5/8); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso;

PERFIL: 03

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro A moderado textura muito argiloso floresta subcaducifolia relevo suave ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 9 - Foto 0735 Coord. 19° 37' 1" S 43° 55' 58" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço superior encosta com 5-7% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Pedro Leopoldo

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcisiltito

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pastagem (Brachiaria)

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 21/09/96

- A 00 - 15cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; poucos poros pequenos e médios; transição plana e clara.
- BA 15 - 32cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); muito argilosa; fraca a moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; poucos poros pequenos; transição plana e clara.
- Bw1 32 - 76cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; poucos poros pequenos; transição plana e difusa.
- Bw2 76 - 123cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/4, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros pequenos e médios; transição plana e clara.
- Bw3 123 - 150cm vermelho (2.5YR 4/6, seco); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros pequenos;
- tradagem 150 - 300cm vermelho (2.5YR 4/8, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso;
- tradagem 300 - 400cm vermelho (2.5YR 4/8, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso;

PERFIL: 04

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo cascalhento Álico Tb A fraco textura muito argilosa cascalhenta cerrado relevo plano

LOCALIZAÇÃO: Faixa 9 - Foto 0735 Coord. 19° 36' 55" S 43° 54' 42" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em área plana alta

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Santa Helena

MATERIAL ORIGINÁRIO: Metapelitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Plano

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Muito pedregosa

ROCHOSIDADE: Ligeiramente rochosa

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Cerrado/sem uso

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 21/09/96

- A 00 - 14cm bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); muito argilosa cascalhenta; fraca, pequena e média, granular; solto, friável, plástico e pegajoso; poros comuns e poucos; raízes abundantes e finas; transição plana e clara.
- AB 14 - 36cm bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); muito argilosa cascalhenta; fraca, pequena, granular e blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros poucos e pequenos; raízes poucas e finas; transição plana e clara.
- Bi1 36 - 62cm bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); muito argilosa cascalhenta; fraca, pequena, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros poucos e pequenos; raízes raras e finas; transição plana e gradual.
- Bi2 62 - 82cm bruno-forte (7.5YR 5/8, úmido); muito argilosa cascalhenta; fraca, pequena, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros poucos e pequenos; raízes raras e finas.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO Ca Tb A mod mg casc

PERFIL: 4

HORIZONTE		A	AB	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 14	14 - 36	36 - 62	62 - 82+
COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Areia grossa	17	9	11	6
	Areia fina	8	6	4	4
	Silte	23	24	17	18
	Argila	52	61	68	72
CLASSE TEXTURAL		argila	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		41	42	3	3
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		21	31	96	96
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.44	0.39	0.25	0.25
DENSIDADE	do solo	0.90	0.90	0.89	0.89
	da partícula	2.50	2.38	2.50	2.63
POROSIDADE (%)		64	62	64	66
pH (1:25)	Água	5.1	4.8	5.1	5.4
	KCl	4.1	3.8	4.0	4.1
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	1.86	0.35	0.06	0.09
	Mg ⁺⁺	0.54	0.11	0.02	0.02
	K ⁺	0.47	0.16	0.05	0.06
	Na ⁺	0.24	0.12	0.01	0.06
VALOR S (meq/100g)		3.11	0.74	0.14	0.23
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	0.70	2.65	1.85	1.60
	H ⁺	4.99	6.93	3.97	3.17
VALOR T (meq/100g)		8.8	10.32	5.96	5
VALOR V (%)		35	7	2	5
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		18	78	93	87
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		3	1	1	
CARBONO ORGÂNICO (%)		2.42	1.84	0.84	0.52
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		4.17	3.17	1.45	0.90
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA				3.2	3.7

PERFIL: 05

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Gleico Eutrófico tb A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo plano

LOCALIZAÇÃO: Faixa 7A - Foto 0677 Coord. 19° 32' 37" S 43° 69' 39" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em área plana com microrrelevos suaves

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Plano

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Moderadamente drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/Capineira (anapier)

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 24/09/96

Ap 00 - 14cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.

Bi1 14 - 41cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); mosqueado comum, pequeno, difuso, preto-avermelhado (2.5YR 2.5/1); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; macio, duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes poucas e finas; transição plana e gradual.

Bi2 41 - 91cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); mosqueado comum, pequeno, distinto, preto-avermelhado (2.5YR 2.5/1); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes poucas e finas; transição plana e clara.

Bi3g 91 - 150cm bruno-amarelado (10YR 5/4, úmido); mosqueado comum, médio, distinto, vermelho-muito-escuro-acinzentado (2.5YR 2.5/2); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes raras e finas.

tradagem 150 - 230cm bruno-amarelado (10YR 5/6, úmido); mosqueado comum e proeminente, cinzento 5Y 5/1; muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

tradagem 230 - 400cm bruno-forte (7.5YR 5/8, úmido); mosqueado abundante e proeminente, bruno-escuro (7.5YR 3/2; bruno-escuro (7.5YR 3/4); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO CAge Tb A mod mg pl

PERFIL: 5

HORIZONTE		Ap	Bi1	Bi2	Bi3g
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 14	14 - 41	41 - 91	91 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	8	8	5	9
	Areia fina	7	7	5	6
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	14	12	14	9
	Argila	71	73	76	76
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		44	42	42	53
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		38	42	45	30
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.20	0.16	0.18	0.12
DENSIDADE	do solo	0.88	1.30	0.95	1.09
	da partícula	2.30	2.30	2.33	2.38
POROSIDADE (%)		62	43	59	54
pH (1:25)	Água	6.1	6.1	5.6	5.9
	KCl	5.1	4.8	4.4	4.6
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca++	6.52	5.74	4.37	3.33
	Mg++	0.87	0.6	0.42	0.35
	K+	0.97	0.07	0.05	0.04
	Na+	0.28	0.01	0.01	0.01
VALOR S (meq/100g)		8.64	6.42	4.85	3.73
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al+++	0.00	0.00	0.25	0.00
	H+	2.57	3.42	4.52	3.17
VALOR T (meq/100g)		11.21	9.84	9.62	6.9
VALOR V (%)		77	65	50	54
SATURAÇÃO COM Al+++ (%)		0	0	5	0
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		65	61	66	54
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.7	1.43	1.65	0.89
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		2.93	2.47	2.84	1.53
SATURAÇÃO COM Na+ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			4.7	2.9	3.8

PERFIL: 06

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico Eutrófico tb A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 8 - Foto 0750

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio com 12-20% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Santa Helena

MATERIAL ORIGINÁRIO: Metapelitos

RELEVO REGIONAL: Ondulado

RELEVO LOCAL: Ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/terra arada/pastagem

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 23/09/96

- Ap 00 - 28cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e clara.
- Bi1 28 - 63cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/4, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos sub-angulares; duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes poucas e finas; transição plana e gradual.
- Bi2 63 - 93cm bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes poucas e finas;; transição plana e gradual.
- Bi3 93 - 160cm bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; fraca, pequena, granular; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes poucas e finas.
- tradagem 160 - 285cm bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO CALe A mod mg ond

PERFIL: 6

HORIZONTE		Ap	Bi1	Bi2	Bi3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 28	28 - 63	63 - 93	93 - 160
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	9	9	7	7
	Areia fina	6	5	6	5
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	8	0	0	3
	Argila	77	86	87	85
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		51	11	2	2
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		34	87	98	98
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.10	0.00	0.00	0.04
DENSIDADE	do solo	0.93	1.11	1.02	1.10
	da partícula	2.33	2.38	2.50	2.50
POROSIDADE (%)		60	53	59	56
pH (1:25)	Água	5.6	5.9	6.2	6.9
	KCl	4.6	4.9	5.4	5.7
CÂTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	4.56	3.22	2.67	2.34
	Mg ⁺⁺	0.51	0.04	0.02	0.01
	K ⁺	0.07	0.02	0.01	0.01
	Na ⁺	0.01	0.01		
VALOR S (meq/100g)		5.15	3.29	2.7	2.36
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	0.10	0.00	0.00	0.00
	H ⁺	4.72	3.00	1.78	1.48
VALOR T (meq/100g)		9.97	6.29	4.48	3.84
VALOR V (%)		52	52	60	61
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		2	0	0	0
FOSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		28	31	26	32
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.94	0.73	0.4	0.24
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.34	1.26	0.69	0.41
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			3.5	3.1	3.2
ATAQUE SULFÚRICO (%)	SiO ₂				33.18
	Al ₂ O ₃				26.51
	Fe ₂ O ₃				11.48
	TiO ₂				0.54
P ₂ O ₅				0.47	

PERFIL: 07

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo suave ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 7A - Foto 0677

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 5-10% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pasto

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 23/09/96

- A 00 - 20cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- BA 20 - 59cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- Bw1 59 - 109cm vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros e pequenos; transição plana e difusa.
- Bw2 109 - 155cm bruno-amarelado-escuro (10YR 3/6, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, muito plástico e pegajoso; muitos poros e pequenos;

PERFIL: 08

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 8 - Foto 0707 Coord. 19° 34' 57" S 43° 59' 41" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 10-15% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA:

MATERIAL ORIGINÁRIO:

RELEVO REGIONAL: Ondulado

RELEVO LOCAL: Ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 24/09/96

- A 00 - 20cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- BA 20 - 58cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- Bw1 58 - 97cm bruno-avermelhado (2.5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- Bi2 97 - 150cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; fraca a moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros e pequenos;
- Tradagem 150 - 500cm vermelho-escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argilosa; muito plástico e pegajoso;

PERFIL: 09

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Gleico Plíntico Eutrófico tb A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado floresta subcaducifolia

LOCALIZAÇÃO: Faixa 7A - Foto 0679 Coord. 19° 32' 32" S 43° 56' 55" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço inferior de elevação com 3-6% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Moderadamente drenado

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pasto (jaraguá)

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 24/09/96

- A 00 - 19cm bruno-acinzentado-muito-escuro (10YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; firme, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
 - BA 15 - 60cm bruno-acinzentado-escuro (10YR 4/2, úmido); mosqueado comum, grande, difuso, bruno-escuro (7.5YR 3/4); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; firme, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e clara.
 - Bi1 60 - 103cm bruno-avermelhado (2.5YR 5/4, úmido); mosqueado comum, médio, distinto, vermelho-amarelado (5YR 4/6); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
 - Bi2g 103 - 150cm bruno-avermelhado-claro (2.5YR 6/4, úmido); mosqueado comum, médio, proeminente, vermelho (2.5YR 5/6); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas.
- tradagem 150 - 200cm vermelho-claro (2.5YR 6/6, úmido); mosqueado vermelho (2.5YR 5/6); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.
- tradagem 200 - 300cm amarelo-oliváceo (2.5Y 6/6, úmido); cinzento (5Y 5/1, úmido); mosqueado vermelho (2.5YR 5/6); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO CAg Tb A mod mg pl

PERFIL: 9

HORIZONTE		A	BA	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		1 - 15	16 - 60	61 - 103	104 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	5	4	0	4
	Areia fina	7	6	6	7
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	21	15	16	16
	Argila	67	75	75	73
	CLASSE TEXTURAL	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		44	58	54	2
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		34	23	28	97
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.31	0.20	0.21	0.22
DENSIDADE	do solo	1.40	1.22	1.21	1.42
	da partícula	2.27	2.50	2.38	2.70
POROSIDADE (%)		38	51	49	47
(1:25)	Água	8.0	7.6	7.4	6.0
	KCl	6.9	6.1	6.1	4.6
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca++	13.45	7.96	5.38	2.59
	Mg++	0.03	0.02	0.01	0.01
	K+	0.07	0.03	0.03	0.02
	Na+	0.03	0.01	0.01	
VALOR S (meq/100g)		13.58	8.02	5.43	2.62
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al+++	0.00	0.00	0.00	0.00
	H+	0.89	1.26	1.21	1.84
VALOR T (meq/100g)		14.47	9.28	6.64	4.46
VALOR V (%)		94	86	82	59
SATURAÇÃO COM Al+++ (%)		0	0	0	0
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		20	12	4	2
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.34	0.72	0.64	0.42
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		2.31	1.24	1.10	0.72
SATURAÇÃO COM Na+ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			8.1	5.0	3.5

PERFIL: 10

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico Distrófico tb A moderado textura muito argilosa relevo ondulado cerrado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 7 Coord. 19° 31' 02" S 43° 56' 53" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio com 15-20% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete lagoas, Membro Pedro Leopoldo

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcissiltito

RELEVO REGIONAL: Ondulado

RELEVO LOCAL: Ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Cerrado/sem uso

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 25/09/96

- A 00 - 15cm bruno (7.5YR 4/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes muitas, finas e médias; transição plana e clara.
- BA 15 - 30cm bruno (7.5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias; transição plana e clara.
- Bi1 30 - 64cm bruno-forte (7.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias; transição plana e gradual.
- Bi2 64 - 102cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias; transição plana e gradual.
- Bi3 102 - 150cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias.
tradagem 150 - 300cm vermelho-amarelado (5YR 5/8, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO CALa A mod mg ond

PERFIL: 10

HORIZONTE		A	BA	Bi1	Bi2	Bi3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 30	30 - 64	64 - 102	102 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	3	3	2	2	3
	Areia fina	13	10	8	8	7
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	20	24	21	21	17
	Argila	64	63	69	69	73
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso				
ARGILA NATURAL (%)		45	43	2	2	2
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		30	32	97	97	97
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.31	0.38	0.30	0.30	0.23
DENSIDADE	do solo	1.06	1.20	1.06	0.94	1.17
	da partícula	2.56	2.50	2.44	2.44	2.50
POROSIDADE (%)		59	52	57	61	53
pH	Água	4.8	4.9	5.0	5.2	5.1
	KCl	3.9	4.0	4.1	4.1	4.1
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	0.08	0.03	0.03	0.05	0.04
	Mg ⁺⁺	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
	K ⁺	0.12	0.07	0.04	0.03	0.03
	Na ⁺					
VALOR S (meq/100g)		0.24	0.13	0.09	0.1	0.08
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	2.30	2.10	1.70	1.30	1.30
	H ⁺	9.17	5.07	3.39	3.16	3.06
VALOR T (meq/100g)		11.71	7.3	5.18	4.56	4.44
VALOR V (%)		2	2	2	2	2
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		91	94	95	93	94
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		2	1	1	1	
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.33	1.08	0.82	0.55	0.51
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		2.29	1.86	1.41	0.95	0.88
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			3.9	2.2	3.0	2.9
	SiO ₂					24.88
ATAQUE SULFÚRICO (%)	Al ₂ O ₃					19.12
	Fe ₂ O ₃					9.68
	TiO ₂					0.36
P ₂ O ₅						0.05

PERFIL: 11

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico A moderado textura muito argiloso relevo ondulado floresta subcaducifolia

LOCALIZAÇÃO: Faixa 8 - Foto 0705 Coord.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 8 - 15% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pasto

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 26/09/96

- A 00 - 17cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular e blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e clara.
- Bi1 17 - 56cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns e pequenos; transição plana e gradual.
- Bi2 56 - 98cm bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns e pequenos; transição plana e gradual.
- Bi3 98 - 150cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns e pequenos;
- Tradagem 150 - 400cm bruno-amarelado-escuro (10YR 4/6, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso;

PERFIL: 12

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado floresta subcaducifolia

LOCALIZAÇÃO: Faixa 6 Foto 0639 Coord.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 3 - 8% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/terra arada

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 25/09/96

- A 00 - 15cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/2, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média, granular e blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
- BA 15 - 32cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada, média, blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
- Bw1 32 - 66cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular e blocos sub-angulares; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e difusa.
- Bw2 66 - 107cm vermelho (10R 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e difusa.
- Bw3 107 - 150cm vermelho (10R 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena, granular; macio, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas.
- tradagem 150 - 500cm vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO LEa A mod mg sond

PERFIL: 12

HORIZONTE		A	BA	Bw1	Bw2	Bw3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 32	32 - 66	66 - 107	107 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	5	5	4	4	5
	Areia fina	6	5	3	4	4
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	10	11	10	11	10
	Argila	79	79	83	81	81
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso				
ARGILA NATURAL (%)		30	48	2	2	2
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		62	39	98	98	98
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.13	0.14	0.12	0.14	0.12
DENSIDADE	do solo	1.18	1.04	0.95	0.98	0.88
	da partícula	2.50	2.44	2.56	2.50	2.50
POROSIDADE (%)		53	57	63	61	65
pH (1:25)	Água	5.2	4.8	4.8	4.5	4.7
	KCl	4.3	4.1	4.1	4.1	4.1
CÁTIONS	Ca ⁺⁺	2.62	0.62	0.42	0.38	0.15
TROCÁVEIS (meq/100g)	Mg ⁺⁺	0.66	0.20	0.12	0.05	0.02
	K ⁺	0.10	0.06	0.02	0.02	0.02
	Na ⁺					
VALOR S (meq/100g)		3.38	0.88	0.56	0.45	0.19
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	0.55	1.75	1.55	1.35	1.30
	H ⁺	5.67	6.33	6.45	5.36	4.78
VALOR T (meq/100g)		9.6	8.96	8.56	7.16	6.27
VALOR V (%)		35	10	7	6	3
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		14	67	73	75	87
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		26	11	6	4	4
CARBONO ORGÂNICO (%)		2.61	1.82	1.48	0.87	0.68
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		4.50	3.14	2.55	1.50	1.17
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			1.0	2.3	4.0	4.0

PERFIL: 13

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Distrófico tb A moderado textura muito argilosa capoeira/cerrado argilosa relevo forte ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 6 Foto 0635

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 30-40% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Santa Helena

MATERIAL ORIGINÁRIO: Metapelitos

RELEVO REGIONAL: Ondulado

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Capoeira/sem uso

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 26/09/96

- A 00 - 25cm bruno-escuro (7.5YR 3/2, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes muitas, finas e médias; transição plana e clara.
 - BA 25 - 53cm bruno-escuro (7.5YR 4/4, úmido); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes muitas, finas e médias; transição plana e clara.
 - Bi1 53 - 103cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); mosqueado comum, médio, distinto, amarelo (2.5Y 7/6); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias; transição plana e clara.
 - Bi2 103 - 150cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; mosqueado pouco, pequeno, distinto, amarelo (2.5Y 7/6); muito argilosa; fraca, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns, finas e médias.
- tradagem 150 - 240cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.
 tradagem 240 - 300cm amarelo (2.5Y 7/6, úmido); bruno-forte (7.5YR 5/6, úmido); muito argilosa cascalhenta; muito plástico e muito pegajoso

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO Cd Tb A mod mg fond

PERFIL: 13

HORIZONTE		A	BA	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 - 53	53 - 103	103 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	4	3	3	3
	Areia fina	2	3	3	3
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	28	24	25	19
	Argila	66	70	69	75
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		35	39	26	24
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		47	44	62	68
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.42	0.34	0.36	0.25
DENSIDADE	do solo	0.84	1.17	1.25	1.11
	da partícula	2.33	2.44	2.44	2.44
POROSIDADE (%)		64	52	49	55
pH (1:25)	Água	5.1	4.6	4.8	5.0
	KCl	4.1	3.9	3.9	3.9
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca++	1.7	0.03	0.02	0.01
	Mg++	0.13	0.02	0.01	0.01
	K+	0.16	0.07	0.04	0.07
	Na+				
VALOR S (meq/100g)		1.99	0.12	0.07	0.09
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al+++	1.05	1.90	1.25	1.45
	H+	6.85	6.26	4.44	3.64
VALOR T (meq/100g)		9.89	8.28	5.76	5.18
VALOR V (%)		20	1	1	2
SATURAÇÃO COM Al+++ (%)		35	94	95	94
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		6	2	1	2
CARBONO ORGÂNICO (%)		2.59	1.04	0.46	0.5
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		4.47	1.79	0.79	0.86
SATURAÇÃO COM Na+ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			5.1	5.3	3.9
ATAQUE SULFÚRICO (%)	SiO2				27.50
	Al2O3				21.67
	Fe2O3				8.98
	TiO2				0.48
P2O5				0.07	

PERFIL: 14

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico Distrófico tb A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado floresta subcaducifolia

LOCALIZAÇÃO: Faixa 6 - Foto 0637

LOCALIZAÇÃO: 19° 28' 04" S 44° 03' 27" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço superior de encosta com 5-8% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/sem uso

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 26/09/96

- A 00 - 17cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/2, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes muitas e finas; transição plana e gradual.
- BA 17 - 34cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
- Bi1 34 - 64cm bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
- Bi2 64 - 111cm vermelho-amarelado (5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas; transição plana e gradual.
- Bi3 111 - 150cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, muito plástico e muito pegajoso; muitos poros, pequenos e médios; raízes comuns e finas.
- tradagem 150 - 500cm vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); mosqueado amarelo (2.5Y 7/6); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO C La A mod mg sond

PERFIL: 14

HORIZONTE		A	BA	Bi1	Bi2	Bi3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 17	17 - 34	34 - 64	64 - 111	111 - 150
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	2	2	2	2	2
	Areia fina	2	2	2	2	2
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	23	15	11	7	4
	Argila	73	81	85	89	92
	CLASSE TEXTURAL	muito argiloso				
ARGILA NATURAL (%)		51	65	65	1	1
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		30	20	24	99	99
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.32	0.19	0.13	0.08	0.04
DENSIDADE	do solo	0.93	0.98	0.98	0.99	0.97
	da partícula	2.38	2.44	2.44	2.47	2.44
POROSIDADE (%)		61	60	60	60	60
pH (1:25)	Água	5.0	5.1	5.1	4.7	4.9
	KCl	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	0.76	0.31	0.11	0.06	0.05
	Mg ⁺⁺	0.24	0.07	0.04	0.02	0.01
	K ⁺	0.08	0.03	0.02	0.01	0.01
	Na ⁺	0.01	0.01			0.01
VALOR S (meq/100g)		1.09	0.42	0.17	0.09	0.08
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	2.00	2.10	2.10	1.95	2.10
	H ⁺	6.41	7.10	6.39	4.99	4.54
VALOR T (meq/100g)		9.5	9.62	8.66	7.03	6.72
VALOR V (%)		11	4	2	1	1
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		65	83	93	96	96
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		2	1	1	1	1
CARBONO ORGÂNICO (%)		2.17	1.4	0.9	0.64	0.59
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.74	2.41	1.55	1.10	1.02
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA				5.4	4.7	4.4
ATAQUE SULFÚRICO (%)	SiO ₂					30.44
	Al ₂ O ₃					25.23
	Fe ₂ O ₃					10.58
	TiO ₂					0.54
P ₂ O ₅						0.13

PERFIL: 15

CLASSIFICAÇÃO: Podzólico Vermelho Escuro A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em área plana baixa com 1-3% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Pedro Leopoldo

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcissiltito

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Plano

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pastagem e pomares

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 27/09/96

- A 00 - 13cm bruno-escuro (7.5YR 3/4, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poucos poros, pequenos e médios; transição plana e clara.
- Bt1 13 - 35cm bruno-avermelhado (5YR 5/4, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; firme, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e clara.
- Bt2 35 - 85cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; firme, plástico e pegajoso; muitos poros pequenos; transição plana e clara.
- Bt2 35 - 85cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; firme, plástico e pegajoso; muitos poros pequenos; transição plana e clara.
- Bt3 85 - 150cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada, média, blocos angulares e sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; muitos poros pequenos; transição plana e clara.
- Tradagem 150 - 500cm vermelho (10R 4/8, úmido); muito argilosa; muito plástico e muito pegajoso; plástico e pegajoso;

PERFIL: 16

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro A moderado textura muito argiloso floresta subcaducifolia relevo suave ondulado

LOCALIZAÇÃO: Fx 6 Foto 0639 Coord. 19° 28' 13" S 44° 00' 17" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio de encosta com 5-7% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaducifolia/pasto

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 27/09/96

- A 00 - 13cm bruno-avermelhado-escuro (5YR 2.5/2, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; muito friável, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e gradual.
- BA 13 - 67cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; muito friável, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; transição plana e difusa.
- Bw1 67 - 103cm bruno-avermelhado (2.5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros comuns e pequenos; transição plana e difusa.
- Bw2 103 - 150cm vermelho-acinzentado (10R 4/4, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; muito friável, plástico e pegajoso; muitos poros pequenos;
- Tradagem 150 - 500cm vermelho (10R 4/6, úmido); muito argilosa; plástico e pegajoso;

PERFIL: 17

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo Latossólico A moderado textura muito argiloso cerrado relevo suave ondulado

LOCALIZAÇÃO: Faixa 5 - Foto 0605 Coord. 19 26' 42" S 43 59' 55" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço médio com 5 - 12% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Serra Santa Helena

MATERIAL ORIGINÁRIO: Metapelitos

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada

DRENAGEM: Bem drenado

PEDREGOSIDADE: Comum

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Cerrado/pastagem

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 27/09/96

- A 00 - 17cm bruno-avermelhado (5YR 4/3, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros comuns e pequenos; transição plana e gradual.
- BA 17 - 46cm bruno-avermelhado (5YR 4/4, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; muitos poros pequenos; transição plana e gradual.
- Bi1 46 - 93cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argilosa; moderada a forte, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros comuns e pequenos ; transição plana e gradual.
- Bi2 93 - 150cm vermelho (2.5YR 4/8, úmido); muito argilosa; moderada, pequena e média, blocos sub-angulares; friável, plástico e pegajoso; poros comuns e pequenos;
- Tradagem 150 - 285cm vermelho (2.5YR 5/6, úmido); muito argilosa; com cascalho; plástico e pegajoso;

PERFIL: 18

CLASSIFICAÇÃO: Podzólio Vermelho Escuro Eutrófico tb A moderado textura muito argilosa relevo forte ondulado floresta subcaducifolia

LOCALIZAÇÃO: Faixa 6 - Foto 0637 Coord. 19° 29' 41" S 44° 01' 51" W

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço superior de encosta com 20-30% de declive

FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa

MATERIAL ORIGINÁRIO: Calcarenitos

RELEVO REGIONAL: Ondulado

RELEVO LOCAL: Forte ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira

DRENAGEM: Bem /moderadamente drenado

PEDREGOSIDADE: Ausente

ROCHOSIDADE: Ausente

VEGETAÇÃO E USO ATUAL: Floresta subcaucifolia/pastagem/sem uso

DESCRITO POR: E.S. e J.F.L. DATA: 01/10/96

- A 00 - 17cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/2, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, granular e blocos sub-angulares; duro, friável, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes muitas e finas; transição plana e clara.
- BA 17 - 31cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/3, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes muitas e médias; transição plana e gradual.
- Bt1 31 - 57cm vermelho-escuro-acinzentado (2.5YR 3/4, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes poucas e finas; transição plana e difusa.
- Bt2 57 - 106cm vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes poucas e finas; transição plana e difusa.
- Bt3 106 - 140cm vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argilosa; forte, pequena e média, blocos angulares e sub-angulares; muito duro, firme, plástico e pegajoso; poros comuns, pequenos e médios; raízes poucas e finas.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO PEe Tb A mod mg fond

PERFIL: 18

HORIZONTE		A	BA	Bt1	Bt2	Bt3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 17	17 - 31	31 - 57	57 - 106	106 - 140
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	8	6	4	4	5
	Areia fina	6	4	3	5	4
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	30	19	11	9	14
	Argila	56	71	82	82	77
CLASSE TEXTURAL		argila	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		38	49	52	14	2
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		32	31	37	83	97
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.54	0.27	0.13	0.11	0.18
DENSIDADE	do solo	1.10	1.33	1.37	1.36	1.35
	da partícula	2.33	2.70	2.44	2.50	2.44
POROSIDADE (%)		53	51	44	46	45
pH (1:25)	Água	5.8	6.0	6.4	6.5	6.6
	KCl	4.9	4.9	5.1	5.4	5.7
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca++	9.78	9.58	7.1	5.24	4.04
	Mg++	2.3	1.41	1	0.66	0.59
	K+	0.17	0.06	0.04	0.03	0.02
	Na+	0.02	0.02	0.02	0.01	0
VALOR S (meq/100g)		12.27	11.07	8.16	5.94	4.65
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al+++	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	H+	4.77	3.66	2.35	1.71	1.49
VALOR T (meq/100g)		17.04	14.73	10.51	7.65	6.14
VALOR V (%)		72	75	78	78	76
SATURAÇÃO COM Al+++ (%)		0	0	0	0	0
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		15	3	9	15	14
CARBONO ORGÂNICO (%)		3.00	1.40	0.70	0.42	0.20
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		5.17	2.41	1.21	0.72	0.34
SATURAÇÃO COM Na+ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			11.9	9.0	7.0	6.8
					32.06	
ATAQUE SULFÚRICO (%)	Al2O3				25.36	
	Fe2O3				11.28	
	TiO2				0.41	
P2O5				0.25		

PERFIL Nº 23

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro álico A moderado textura muito argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos detríticos de cobertura

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço superior de encosta com 4% de declive.

RELEVO: Suave ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Cerrado/loresta subperenifolia

USO ATUAL: Pastagem de brachiaria

GEOFORMA: SO2 - Superfície ondulada, altitude superior a 750m

DESCRITO POR: CETEC

- A 00-24cm bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); muito argiloso; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro e duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes muitas. Transição difusa.
- Bw1 24-66m bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4, umido); muito argiloso; maciço poroso e fraca pequena e média blocos angulares e subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes poucas.
- Bw2 66-160cm vermelho escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argiloso; maciço poroso; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes raras.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO LE d A mod mg

PERFIL: 23

HORIZONTE		A	Bw1	Bw2		
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 24	24 - 66	66 - 160		
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	4	3	3		
	Areia fina	4	4	4		
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	23	14	15		
	Argila	69	79	78		
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso		
ARGILA NATURAL (%)		38	44	1		
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		45	44	99		
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.33	0.18	0.19		
DENSIDADE	do solo	0.89	0.83	0.82		
	da partícula	2.33	2.44	2.63		
POROSIDADE (%)		62	66	69		
pH (1:25)	Água	5.1	4.9	4.6		
	KCl	3.8	3.8	3.8		
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	0.41	0.21	0.11		
	Mg ⁺⁺	0.24	0.05	0.02		
	K ⁺	0.16	0.05	0.03		
	Na ⁺					
VALOR S (meq/100g)		0.81	0.31	0.16		
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	3.31	3.37	3.17		
	H ⁺	7.35	6.63	5.61		
VALOR T (meq/100g)		11.47	10.31	8.94		
VALOR V (%)		7	3	2		
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		80	92	95		
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		1	1	1		
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.65	1.14	0.76		
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		2.85	1.96	1.31		
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0		
ATIVIDADE DA ARGILA			6.6	7.1		

PERFIL Nº 24

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro Distrófico A moderado textura muito argiloso cerrado relevo plano e suave ondulado

LITOLOGIA: Sedimentos detríticos de cobertura

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terreno plano com 2% de declive

RELEVO: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Cerrado

USO ATUAL: Vegetação nativa degradada

GEOFORMA: SO2 - Superfície ondulada, altitude superior a 850m

DESCRITO POR: CETEC

- A1 00-10cm bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); muito argiloso; moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes muitas. Transição difusa.
- AB 10-35cm vermelho escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argiloso; fraca pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.
- Bw1 35-63cm vermelho (2.5YR 3.5/6, úmido); muito argiloso; maciço poroso; duro friável, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.
- Bw2 63-150cm vermelho (2.5YR 4/8, úmido); muito argiloso; maciço poroso; muito duro, friável, plástico e pegajoso; raízes poucas. Transição difusa.
- Bw3 150-260cm vermelho (2.5YR 4/6, úmido); muito argiloso; maciço poroso; muito duro, friável, plástico e pegajoso; raízes raras.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO LE d A mod mg

PERFIL: 24

HORIZONTE		A	AB	Bw1	Bw2	Bw3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 10	10 - 35	35 - 63	63 - 150	150 - 260
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	6	5	4	5	5
	Areia fina	3	3	3	3	3
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	15	13	13	16	19
	Argila	76	79	80	74	73
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso				
ARGILA NATURAL (%)		35	44	51	33	0
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		54	44	36	55	100
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.20	0.16	0.16	0.22	0.26
DENSIDADE	do solo	0.87	0.84	0.83	0.86	0.87
	da partícula	2.08	2.33	2.27	2.27	2.27
POROSIDADE (%)		58	64	63	62	62
pH (1:25)	Água	5.2	5.3	5.4	5.7	5.6
	KCl	4.1	4.1	4.2	4.6	4.8
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	1.64	1.00	1.55	1.94	1.40
	Mg ⁺⁺	0.32	0.12	0.19	0.24	0.08
	K ⁺	0.18	0.05	0.04	0.03	0.02
	Na ⁺					
VALOR S (meq/100g)		2.14	1.17	1.78	2.21	1.5
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	0.75	0.71	0.36	0.06	0.00
	H ⁺	7.17	5.56	4.92	3.57	3.30
VALOR T (meq/100g)		10.06	7.44	7.06	5.84	4.8
VALOR V (%)		21	16	25	38	31
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		26	38	17	3	0
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		2	1	1	1	1
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.94	1.33	1.21	0.90	0.60
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.34	2.29	2.08	1.55	1.03
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			1.8	2.0	2.4	2.9

PERFIL Nº 25

CLASSIFICAÇÃO: Cambissolo álico epidistrófico Tb A moderado textura muito argilosa floresta subcaducifolia relevo suave ondulado e ondulado

LITOLOGIA: Sedimentos provenientes da intemperização de rochas do Grupo Bambuí

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terço inferior de encosta com 5% de declive; na parte superior da encosta declives com 8-10%.

RELEVO: Suave ondulado e ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subcaducifolia

USO ATUAL: Roça de fundo de quintal (magueiras, cana-de-açúcar, mandioca e culturas anuais)

GEOFORMA: dks - Depressões cársticas

DESCRITO POR: CETEC

A1 00-16cm bruno (7.5YR 4/4, úmido); muito argiloso; forte pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.

AB 16-43cm bruno forte (7.5YR 4/6, úmido); muito argiloso; forte pequena média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; raízes comuns. Transição gradual.

Bi1 43-76cm vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido) muito argiloso; moderada/forte média e grandes blocos angulares; ligeiramente duro e duro, friável, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.

Bi2 76-160cm vermelho amarelado (5YR 4.5/6, úmido); muito argiloso; moderada média e grande blocos angulares e subangulares; ligeiramente duro e duro. friável, plástico e pegajoso; raízes poucas.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO Ca epd Tb A mod mg

PERFIL: 25

HORIZONTE		A	AB	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 16	16 - 43	43 - 76	76 - 160
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	5	5	5	4
	Areia fina	7	6	6	6
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	26	24	22	25
	Argila	62	65	67	65
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		35	39	42	7
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		44	40	37	89
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.42	0.37	0.33	0.38
DENSIDADE	do solo	0.86	0.88	0.84	0.84
	da partícula	2.50	2.38	2.44	3.03
POROSIDADE (%)		66	63	66	72
pH (1:25)	Água	5.1	5.2	5.3	5.3
	KCl	3.9	3.8	3.9	3.9
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	3.36	2.1	1.78	1.49
	Mg ⁺⁺	0.66	0.24	0.18	0.15
	K ⁺	0.31	0.11	0.11	0.08
	Na ⁺				
VALOR S (meq/100g)		4.33	2.45	2.07	1.72
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	1.69	2.78	2.44	2.56
	H ⁺	7.55	6.18	4.82	4.04
VALOR T (meq/100g)		13.57	11.41	9.33	8.32
VALOR V (%)		32	21	22	21
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		28	53	54	60
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		2	1	1	1
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.75	1.60	0.94	0.72
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.01	2.76	1.61	1.24
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			6.5	7.6	7.8

PERFIL Nº 26

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro álico A moderado textura muito argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos detríticos de

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em terreno plano com 2%.

RELEVO: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Cerrado / floresta subperenifolia

USO ATUAL: Pastagem nativa

GEOFORMA: SO1 - Superfície ondulada, altitude média 750m

DESCRITO POR: CETEC

- A1 00-25cm bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); muito argiloso; fraca a moderado pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.
- B 25-150cm vermelho escuro (2.5YR 3/6, umido); muito argiloso; maciço poroso; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes poucas.

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO LEa A mod mg

PERFIL: 26

HORIZONTE		A	Bw1			
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 - 150			
COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Areia grossa	4	4			
	Areia fina	2	3			
	Silte	24	21			
	Argila	70	72			
CLASSE TEXTURAL		muito argiloso	muito argiloso			
ARGILA NATURAL (%)		36	36			
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		49	50			
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.34	0.29			
DENSIDADE	do solo	0.83	0.87			
	da partícula	2.27	3.03			
POROSIDADE (%)		63	71			
pH (1:25)	Água	5.1	5.2			
	KCl	3.9	3.9			
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca ⁺⁺	0.3	0.8			
	Mg ⁺⁺	0.08	0.21			
	K ⁺	0.07	0.11			
	Na ⁺					
VALOR S (meq/100g)		0.45	1.12			
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al ⁺⁺⁺	3.91	2.93			
	H ⁺	7.64	5.98			
VALOR T (meq/100g)		12	10.03			
VALOR V (%)		4	11			
SATURAÇÃO COM Al ⁺⁺⁺ (%)		90	72			
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		1	1			
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.83	1.31			
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		3.15	2.25			
SATURAÇÃO COM Na ⁺ (%)		0.0	0.0			
ATIVIDADE DA ARGILA			5.8			

PERFIL Nº 27

CLASSIFICAÇÃO: Podzólico Vermelho Amarelo álico epidistrófico latossólico Tb a moderado textura muito argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos detríticos e provenientes da intemperização de rochas do Grupo Bambuí

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço superior da encosta com 8% de declive

RELEVO: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada. Em alguns locais severa por excesso de pastoreio

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subcaducifólia

USO ATUAL: Pastagem

GEOFORMA: Ka - Planalto cárstico

DESCRITO POR: CETEC

- A1 00-17cm bruno avermelhado escuro (5YR 3/4, úmido); muito argiloso; forte pequena média e grande blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; raízes muitas. Transição gradual.
- Bt1 17-56cm bruno avermelhado (5YR 3/4, úmido); muito argiloso; forte média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum moderada; muito duro, firme, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição difusa.
- Bt2 56-105cm vermelho amarelado (5YR 4/5, úmido); muito argiloso; forte média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade comum moderada; duro, friável, plástico e pegajoso; raízes poucas. Transição difusa.
- Bt3 105-180cm vermelho amarelado (5YR 4/6, úmido); muito argiloso; moderada média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade pouca e fraca e moderada; duro, friável, plástico e pegajoso; raízes raras.

Obs.: O horizonte a parcialmente decapitado

ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

CLASSIFICAÇÃO PVaepd lat A mod mg

PERFIL: 27

HORIZONTE		A	Bt1	Bt2	Bt3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 17	17 - 56	56 - 105	105 - 180
COMPOSIÇÃO	Areia grossa	2	2	3	2
	Areia fina	3	3	3	3
GRANULOMÉTRICA DA TERRA FINA (%)	Silte	13	8	10	14
	Argila	82	87	84	81
	CLASSE TEXTURAL	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso	muito argiloso
ARGILA NATURAL (%)		47	54	52	1
GRAU DE FLOCULAÇÃO (%)		43	38	38	99
RELAÇÃO SILTE/ARGILA		0.16	0.09	0.12	0.17
DENSIDADE	do solo	0.85	0.87	0.90	0.90
	da partícula	2.44	2.50	2.50	2.44
POROSIDADE (%)		65	65	64	63
pH (1:25)	Água	5.5	5.0	5.2	5.2
	KCl	4.1	3.7	3.8	3.9
CÁTIONS TROCÁVEIS (meq/100g)	Ca++	4.53	1.67	1	0.7
	Mg++	0.55	0.16	0.07	0.03
	K+	0.07	0.04	0.02	0.02
	Na+				
VALOR S (meq/100g)		5.15	1.87	1.09	0.75
ACIDEZ EXTRAÍVEL (meq/100g)	Al+++	0.47	1.84	2.00	1.67
	H+	6.79	6.08	4.43	2.95
VALOR T (meq/100g)		12.41	9.79	7.52	5.37
VALOR V (%)		41	19	14	14
SATURAÇÃO COM Al+++ (%)		8	50	65	69
FÓSFORO ASSIMILÁVEL (ppm)		3	3	3	4
CARBONO ORGÂNICO (%)		1.42	0.91	0.66	0.43
MATÉRIA ORGÂNICA (%)		2.45	1.57	1.14	0.73
SATURAÇÃO COM Na+ (%)		0.0	0.0	0.0	0.0
ATIVIDADE DA ARGILA			6.5	5.4	4.3

PERFIL Nº 28

CLASSIFICAÇÃO: Gley Pouco Húmico Eutrófico Tb textura argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos aluviais

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terreno plano com 1% de declive

RELEVO: Plano

EROSÃO: Nula

DRENAGEM: Mal drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subperenifolia de várzeas

USO ATUAL: Pastagem de cameron

GEOFORMA: pf - planície fluvial

DESCRITO POR: CETEC

- Ap 00-12cm bruno escuro (10YR 3/3, úmido); argilo argiloso; moderada grande blocos subangulares; duro, firme, muito plástico e pegajoso; raízes muitas. Transição clara.
- AB 12-35cm bruno (210YR 4/3, úmido); mosqueado comum, pequeno e difuso, bruno amarelado claro 10YR 6/4); argilo siltoso; moderada/forte média e grande blocos subangulares; duro, firme, muito plástico e pegajoso; raízes comuns.
- C1g 35-65cm bruno acinzentado (10YR 5/2, úmido); mosqueado abundante, pequeno e médio, difuso, bruno forte (7.5YR 5/6, úmido); argila; maciço coerente; friável, plástico e pegajoso; raízes raras. Transição clara.
- C2g 65-150cm amarelo avermelhado (7.5YR 6/8, úmido); mosqueado comum, pequeno e médio, bruno claro acinzentado (10YR 6/3, úmido); argila, maciço coerente; friável, plástico e pegajoso; raízes raras.

PERFIL Nº 29

CLASSIFICAÇÃO: Latossolo Vermelho Escuro álico epidistrófico A moderado textura muito argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos detríticos de cobertura

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terreno plano com 5% de declive.

RELEVO: Plano e suave ondulado

EROSÃO: Não aparente

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subperenifolia/cerrado

USO ATUAL: Pastagem de brachiaria

GEOFORMA: SO2 - Superfície ondulada, altitude superior a 850m

DESCRITO POR: CETEC

- A 00-35cm bruno avermelhado escuro (5YR 3/3, úmido); muito argiloso; fraca a moderada pequena e média blocos subangulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; raízes muitas. Transição difusa.
- Bw1 35-150cm bruno avermelhado escuro (2.5YR 3/4, úmido); muito argiloso; maciço poroso; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; raízes poucas.

PERFIL Nº 30

CLASSIFICAÇÃO: Podzólico Vermelho Amarelo álico eutrófico Tb A moderado textura muito argilosa

LITOLOGIA: Sedimentos provenientes da intemperização de rochas calcíferas do Grupo Bambuí

SITUAÇÃO E DECLIVE: Terço inferior da encosta com 25% de declive

RELEVO: Forte ondulado e ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Bem drenado

VEGETAÇÃO: Floresta subcaducifolia

USO ATUAL: Pastagem de jaraguá

GEOFORMA: pfr - planície fluvial e rampas de colúvio não diferenciadas

DESCRITO POR: CETEC

- A1 00-14cm bruno avermelhado (5YR 3/4, úmido); argilo siltoso; moderada/forte pequena média e grande blocos subangulares; duro, friável, plástico e pegajoso; raízes muitas. Transição clara.
- Bw1 14-32cm bruno avermelhado (5YR 4/6, úmido); argila; forte pequena média e grande blocos subangulares; cerosidade comum fraca e moderada; duro, friável, plástico e pegajoso; raízes comuns. Transição gradual.
- Bw2 32-90cm vermelho amarelado (3.75YR 3/6, úmido); muito argiloso; forte média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade abundante moderada; muito duro, firme, plástico e pegajoso; raízes poucas. Transição difusa.
- Bw3 90-180cm vermelho escuro (2.5YR 3/6, úmido); muito argiloso; forte média e grande blocos angulares e subangulares; cerosidade abundante moderada; muito duro, firme, plástico e pegajoso; raízes raras.

ANEXO III

Fichas de descrição das tradagens

		TRADAGEM: 1A			
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO LATOSSÓLICO A moderado textura					
muito argilosa relevo suave ondulado					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0762, faixa 10 terço inferior de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 20/09/96		
HORIZONTES		A	AB	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 - 50	50 - 90	90 - 150
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno escuro	bruno escuro	bruno escuro
		7,5YR 3/2	7,5YR 3/2	7,5YR 4/2	7,5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Embora localizado próximo a uma lagoa, o solo apresenta-se bem drenado					

		TRADAGEM: 1B		
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO AMARELO A moderado				
textura muito argilosa relevo forte ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0752, faixa 10, terço médio com 20 a 30% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 20/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 35	35 - 65	65 - 150
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno escuro	bruno forte
		7,5YR 3/2	7,5YR 4/2	7,5YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:				

		TRADAGEM: 2A			
CLASSIFICAÇÃO: Solos Aluviais A moderado textura muito argilosa					
relevo plano					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0762, faixa 10 terço inferior de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 20/09/96		
HORIZONTES		A	C1	C2	C3
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 80	80 - 115	115 - 150
COR	ÚMIDO	bruno acinzentado muito escuro 10YR 3/2	bruno escuro 10YR 6/6	bruno amarelado 10YR 5/6	bruno forte 7,5YR 5/6
	QUANTIDADE	-----	comum	-----	abundante
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	distinto	-----	proeminente
	COR	-----	7,5YR 5/8	-----	10YR 2/1
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:					

		TRADAGEM: 2B		
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa				
cascalhenta relevo montanhoso				
LOCALIZAÇÃO: Foto 1213, faixa 10, terço médio de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 20/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 50	50 - 80
COR	ÚMIDO	bruno escuro 7,5YR 3/2	bruno amarelado escuro 10YR 4/4	bruno amarelado escuro 10YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa cascalhenta	muito argilosa cascalhenta	muito argilosa cascalhenta
CONSISTÊNCIA		muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Camada de cascalho e calhaus a 80cm				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura argilosa cascalhenta relevo forte ondulado				TRADAGEM: 3A
LOCALIZAÇÃO: Foto 1213, faixa 11, terço médio de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 20/09/96
HORIZONTES		A	Bi	C
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 80	80 - 115
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno amarelado	amarelo brunado
		10YR 4/3	10YR 5/6	10YR 6/8
	QUANTIDADE	-----	-----	comum
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	distinto
	COR	-----	-----	7,5YR 5/8
TEXTURA		argilosa cascalhenta	argilosa cascalhenta	argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Tradagem realizada em barranco, apresentando horizonte C mais profundos em alguns locais				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura argilosa relevo forte ondulado				TRADAGEM: 3B	
LOCALIZAÇÃO: Foto 0673, faixa 7-A, terço médio de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 26/09/96	
HORIZONTES		A	Bi	BC	C
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 08	08 - 68	68 - 99	99 - 150
COR	ÚMIDO	bruno amarelado escuro	bruno amarelado	amarelo brunado	amarelo avermelhado
		10YR 4/4	10YR 5/6	10YR 6/6	5YR 6/6
	QUANTIDADE	-----	pouco	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	distinto	-----	-----
	COR	-----	5YR 5/6	-----	-----
TEXTURA		argilosa cascalhenta	argilo siltosa	argilo siltosa	
CONSISTÊNCIA		muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	

OBSERVAÇÕES: Unidade de Cambissolos não cascalhentos, sendo de alta susceptibilidade à erosão

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado				TRADAGEM: 4A	
LOCALIZAÇÃO: Foto 0735, faixa 09, terço inferior com 4 a 6% de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 21/09/96	
HORIZONTES		Ap	BA	BW	
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 50	50 - 150	
COR	ÚMIDO	bruno escuro 7,5YR 3/2	bruno avermelhado 2,5YR 4/4	vermelho 2,5YR 4/8	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	
	COR	-----	-----	-----	
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	
CONSISTÊNCIA		muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	
OBSERVAÇÕES: Ocorrência de áreas erodidas com exposição de horizonte C. Uso atual com capim anapier. Presença de pontuações bruno amareladas (10YR 5/6) à partir de 1.0 m de profundidade					

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO CASCALHENTO A fraco textura muito argilosa relevo forte ondulado/montanhoso				TRADAGEM: 4B	
LOCALIZAÇÃO: Foto 0735, faixa 09, terço inferior de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 21/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi	
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 40	40 - 90	
COR	ÚMIDO	bruno escuro 7,5YR 4/4	bruno forte 7,5YR 5/6	vermelho amarelado 5YR 5/8	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	
	COR	-----	-----	-----	
TEXTURA		muito argilosa cascalhenta	muito argilosa	muito argilosa	

CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Ocorrência de cascalho superficial e subsuperficial. Camada de cascalho e calhaus à 90cm de profundidade			

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO Latossólico A					TRADAGEM: 5A
moderado textura muito argilosa relevo suave					
ondulado					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0735, faixa 09, terço médio com 3 a 7% de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 21/09/96		
HORIZONTES	A	BA	Bt1	Bt2	
PROFUNDIDADE (cm)	00 - 15	15 - 38	38 - 62	62 - 110	
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno avermelhado	bruno avermelhado	bruno avermelhado
		7,5YR 3/2	escuro	escuro	escuro
			5YR 3/3	5YR 3/4	5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Descrição feita em barranco, com tradagem até 360cm com cores 2,5YR 4/6, textura muito argilosa e consistência muito plástico e muito pegajoso. Cerosidade pouco e fraca no BA, comum e moderada no Bt1 e abundante e moderada no Bt2.					

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa					TRADAGEM: 5B
relevo forte ondulado/forte ondulado cárstico					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0733, faixa 09, terço inferior de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 23/09/96		
HORIZONTES	A	BA	Bi		
PROFUNDIDADE (cm)	00 - 13	13 - 39	39 - 110		
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno avermelhado	bruno avermelhado	
		7,5YR 3/2	escuro	5YR 4/4	
			5YR 3/4		
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	
	COR	-----	-----	-----	

TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Relevo cárstico, apresenta estrutura bem desenvolvida, vestígios de material facilmente intemperizável ao longo do perfil. Poucos Afloramentos de Rocha.		

		TRADAGEM: 6A		
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0675, faixa 7-A, terço médio com 4 a 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 23/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 35	35 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	bruno avermelhado escuro	vermelho
		5YR 3/2	5YR 3/4	2,5YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Rampas longas			

		TRADAGEM: 6B		
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0705, faixa 8, terço médio com 4 a 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 23/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 50	50 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho escuro acinzentado	bruno avermelhado
		5YR 3/2	2,5YR 3/4	2,5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa

CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Poço para fossa com 12m de profundidade. Horizonte C a aproximadamente a 9m. Solo desenvolvido em situ.			

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 7A
textura muito argilosa relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0677, faixa 7-A, terço médio com 8 – 13% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 24/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 - 45	45 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	bruno avermelhado escuro	vermelho 2,5YR 4/6
		5YR 3/2	5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:				

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 7B
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0709, faixa 8, terço médio com 3 a 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 24/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 - 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado	vermelho escuro acinzentado	vermelho escuro 10R 3/6
		2,5YR 3/3	2,5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa

CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Poucos nódulos de coloração 2,5Y 7/6 no Bw			

				TRADAGEM: 8A
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0707, faixa 8, terço médio com 4 – 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 24/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	bruno avermelhado escuro	bruno avermelhado 2,5YR 4/4
		5YR 3/3	5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Próximo ao perfil 7				

				TRADAGEM: 8B
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0707, faixa 8, terço inferior com 3 a 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 24/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado	vermelho escuro acinzentado	bruno avermelhado 2,5YR 4/4
		2,5YR 3/3	2,5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----

TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Estrutura ultra fina granular			

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura				TRADAGEM: 9A
muito argilosa relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0635, faixa 6, terço médio com 5 – 10% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 26/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 – 45	45 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado	bruno avermelhado	bruno avermelhado
		escuro	escuro	2,5YR 4/4
		5YR 3/3	5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígio de material originário no Bi após 1m de profundidade				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura				TRADAGEM: 9B
muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0635, faixa 6, terço médio com 3 – 5% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 26/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 25	25 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado	vermelho escuro	vermelho
		5YR 4/3	acinzentado	2,5YR 4/6
			2,5YR 3/4	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----

TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Vestígio de material originário no Bi após 1m de profundidade, relevo suave ondulado de topo.		

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa relevo ondulado				TRADAGEM: 10A
LOCALIZAÇÃO: Foto 0675, faixa 7A, terço médio com 5 – 10% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 26/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 – 50	50 - 150
COR	ÚMIDO	bruno escuro 7,5YR 3/4	vermelho amarelado 5YR 4/6	amarelo avermelhado 7,5YR 6/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Barranco com estrutura bem desenvolvida em blocos			

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado				TRADAGEM: 10B
LOCALIZAÇÃO: Foto 0639, faixa 6, terço superior com 3 – 8% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 27/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 15	15 – 30	30 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/3	vermelho 2,5YR 4/6	vermelho 2,5YR 4/8
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----

COR	-----	-----	-----
TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:			

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura			TRADAGEM: 11A
muito argilosa/muito argilosa cascalhenta relevo suave ondulado			
LOCALIZAÇÃO: Foto 0641, faixa 6, terço médio com 5 – 10% de declive			
DESCRITO POR: JFL e ES		DATA: 25/09/96	
HORIZONTES	A	Bi	cascalho/calhau
PROFUNDIDADE (cm)	00 – 20	20 - 65	65 ⁺
COR	ÚMIDO	bruno escuro	bruno avermelhado
		7,5YR 3/4	5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----
	COR	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Camada de cascalho e calhaus a 65cm de profundidade. Á com presença de murunduns e pontos localizados de cascalhos em superfície. Perfil com 2m de profundidade nas proximidades e sem cascalho.		

CLASSIFICAÇÃO: GLEI POUCO HÚMICO A moderado textura muito			TRADAGEM: 11B	
argilosa relevo plano				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0677, faixa 7-A, área plana baixa				
DESCRITO POR: JFL e ES		DATA: 25/09/96		
HORIZONTES	A	C1g	C2g	C3g
PROFUNDIDADE (cm)	00 – 15	15 – 40	40 - 70	70 - 150
COR	ÚMIDO	bruno acinzentado	bruno oliváceo	cinzento brunado
		2,5Y 5/2	claro	claro
			2,5Y 5/4	2,5Y 6/2
	QUANTIDADE	-----	pouco	comum
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	distinto	proeminente
			proeminente	abundante

COR	-----	10YR 5/6	5YR 5/6	2,5YR 5/6
TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Lagoas nas partes inferiores. Área sujeita a inundação.				

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 12A
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0641, faixa 6, terço médio com 4 – 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 25/09/96	
HORIZONTES	A	BA	BW	
PROFUNDIDADE (cm)	00 - 15	15 – 40	40 - 150	
COR ÚMIDO	vermelho	vermelho	vermelho escuro acinzentado	
	escuro	escuro	10R 3/3	
	acinzentado	acinzentado		
	2,5YR 3/2	2,5YR 3/4		
QUANTIDADE	-----	-----	-----	
MOSQUEADO CONTRASTE	-----	-----	-----	
COR	-----	-----	-----	
TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico	
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso	
OBSERVAÇÕES: Área com murunduns pequenos com altura aproximada de 50-70cm				

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 12B
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0679, faixa 7A, terço inferior com 4 a 6% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 25/09/96	
HORIZONTES	A	BA	BW	
PROFUNDIDADE (cm)	00 - 25	25 – 40	40 - 150	

COR	-----	-----	-----
TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico	muito plástico	muito plástico
	muito pegajoso	muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Descrição realizada em barranco			

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura			TRADAGEM: 13A
muito argilosa relevo ondulado			
LOCALIZAÇÃO: Foto 0641, faixa 6, terço médio com 8 – 12% de declive			
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 25/09/96
HORIZONTES	A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)	00 - 25	25 – 45	45 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	bruno avermelhado escuro
		5YR 3/2	5YR 3/4
	QUANTIDADE	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----
	COR	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso
OBSERVAÇÕES: Poucas pontuações de cores 2,5Y 6/4 ao longo do perfil. Erosão laminar moderada			

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa			TRADAGEM: 13B
cascalhenta relevo ondulado			
LOCALIZAÇÃO: Foto 0641, faixa 6, terço médio com 8 – 16% de declive			
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 26/09/96
HORIZONTES	A	Bicn	cascalho/calhau
PROFUNDIDADE (cm)	00 – 20	20 – 50	50 ⁺
COR	ÚMIDO	cinzento escuro	bruno amarelado
		10YR 4/1	10YR 5/8
	QUANTIDADE	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----

COR	-----	-----
TEXTURA	muito argilosa cascalhenta	muito argilosa cascalhenta
CONSISTÊNCIA	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Muito cascalho e calhaus de quartzo na superfície e na ninitrincheira. Horizonte C próximo em baranco próximo.	

CLASSIFICAÇÃO: GLEI POUCO HÚMICO A moderado textura muito argilosa relevo plano					TRADAGEM: 14A
LOCALIZAÇÃO: Foto 0641, faixa 6, área plana baixa					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 25/09/96		
HORIZONTES	A	C1g	C2g	C3g	
PROFUNDIDADE (cm)	00 – 10	10 – 45	45 - 90	90 - 150	
COR	ÚMIDO	bruno escuro 10YR 3/3	bruno amarelado escuro 10YR 4/3	bruno acinzentado 2,5Y 5/2	bruno amarelado claro 2,5Y 6/4
	QUANTIDADE	-----	comum	comum	comum
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	distinto	distinto	distinto
	COR	-----	5YR 4/4	7,5YR 5/6	7,5YR 5/6
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso	muito plástico muito pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Lençol freático a 85cm de profundidade				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa relevo ondulado				TRADAGEM: 14B
LOCALIZAÇÃO: Foto 0605, faixa 5, terço médio com 6 – 10% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 27/09/96	
HORIZONTES	A	Bi	C	
PROFUNDIDADE (cm)	00 – 20	20 – 100	100 - 150	
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/2	bruno avermelhado 5YR 4/4	bruno oliváceo claro 2,5Y 5/6
	QUANTIDADE	-----	-----	abundante

MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	difuso
	COR	-----	-----	2,5Y 5/8
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		muito pegajoso	muito pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Pontuações de material originário no perfil. Cascalho e calhaus a partir da segunda camada.				

				TRADAGEM: 15A
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0605, faixa 5, terço médio com 3 – 8 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	Bw1	Bw2
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 15	15 – 120	120 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/3	vermelho 2,5YR 4/8	bruno avermelhado 5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Presença de cores brunadas no final da tradagem				

				TRADAGEM: 15B
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa				
relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0607, faixa 5, terço superior com 8 – 12% de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 15	15 – 110	110 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/3	vermelho 2,5YR 4/8	vermelho 10R 5/8
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----

COR	-----	-----	-----
TEXTURA	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Poucos seixos de quartzo a 110-120cm. Vestígios de material de origem na terceira camada		

				TRADAGEM: 16A
CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				
textura muito argilosa relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0735, faixa 9, terço médio com 6 a 10 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 28/09/96	
HORIZONTES		A	BA	BW
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 25	25 - 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno escuro 7,5YR 3/2	vermelho escuro acinzentado 2,5YR 3/3	vermelho escuro acinzentado 2,5YR 3/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES:	Vestígios de material de origem de coloração 2,5YR 4/8 no perfil			

				TRADAGEM: 15B
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa				
relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0735, faixa 9, terço superior com 10 - 18 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 28/09/96	
HORIZONTES		A	Bi1	Bi2 cascalho/calhau
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 70	70 - 120 120 ⁺
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 10YR 4/2	vermelho 5YR 4/6	vermelho 5YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----

MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Erosão laminar moderada com comum pontuações de material originário de coloração 10YR 4/6				

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 17A
textura muito argilosa relevo forte ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0607, faixa 5, terço médio com 20 – 30 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 30/09/96
HORIZONTES		A	Bt1	Bt2
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 20	20 – 95	95 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado	bruno avermelhado	vermelho
		2,5YR 3/2	2,5YR 4/4	10R 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	pouco
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	proeminente
	COR	-----	-----	2,5Y 7/4
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário na terceira camada. Cerosidade abundante e moderada na 2ª camada e comum e moderada na 3ª camada.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura				TRADAGEM: 17B
muito argilosa relevo ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0573, faixa 4A, terço médio de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES				DATA: 30/09/96
HORIZONTES		A	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 15	15 – 60	60 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho muito escuro acinzentado	vermelho	vermelho
		2,5YR 2,5/2	10R 4/6	10R 4/8

	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígio de material originário no perfil				

					TRADAGEM: 18A
CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa					
relevo ondulado					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0605, faixa 5, terço médio com 6 a 10 % de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96		
HORIZONTES		A	Bi1	Bi2	C
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 10	10 – 77	77 - 111	111 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/3	vermelho 2,5YR 4/6	vermelho 2,5YR 4/8	bruno avermelhado 5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Linha de pedra a 65-77cm (calhaus e cascalhos)					

					TRADAGEM: 18A
CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO A moderado					
textura muito argilosa relevo ondulado					
LOCALIZAÇÃO: Foto 0607, faixa 5, terço médio com 8 – 12 % de declive					
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96		
HORIZONTES		A	Bt1	Bt2	
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 20	20 – 70	70 - 150	
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado 2,5YR 3/2	vermelho escuro acinzentado 10R 3/4	vermelho escuro 10R 3/6	

	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Cerosidade comum e moderada à partir de 20cm.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO moderado textura muito argilosa				TRADAGEM: 19A
relevo plano				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0603, faixa 5, terço superior com 1 a 3 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho escuro	vermelho
		5YR 3/3	2,5YR 3/6	2,5YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Afloramentos de Rocha nas proximidades. Poucas pontuações de material originário no perfil, pouco cascalho a 130 - 150cm. Área de topo e ondulado na encosta com 15% de declive.				

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado				TRADAGEM: 19B
textura muito argilosa relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0637, faixa 6, terço superior com 1 - 3 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	BA	Bw
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 40	40 - 150

COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho 2,5YR 4/6	vermelho amarelado 5YR 4/6
		5YR 3/2		
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Na encosta o relevo é suave ondulado com 3 – 8%. de declive. Muito semelhante ao PE.				

				TRADAGEM: 20A
CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO A moderado textura muito argilosa relevo forte ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0617, faixa 6, terço médio com 30 – 40 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	Bt1	Bt2
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 20	20 – 50	50 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho amarelado	vermelho 2,5YR 5/6
		5YR 3/2	5YR 4/6	
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Cerosidade comum e moderada à partir de 20cm. Pouco Afloramentos de Rocha. Descrição realizada em barranco				

				TRADAGEM: 20B
CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO A moderado textura muito argilosa relevo forte ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0617, faixa 6, terço médio com 30 – 45 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 30/09/96	
HORIZONTES		A	Bt1	Bt2

PROFUNDIDADE (cm)		00 – 20	20 – 100	100 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado	vermelho acinzentado	vermelho
		2,5YR 3/2	10R 4/4	10R 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Cerosidade comum/abundante e moderada no Bt1 e comum e moderada no Bt2, descrição realizada em barranco				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura muito argilosa relevo ondulado				TRADAGEM: 21A
LOCALIZAÇÃO: Foto 0617, faixa 6, terço médio com 8 a 12 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 01/10/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho	vermelho
		5YR 3/3	2,5YR 4/6	2,5YR 4/8
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário ao longo do perfil.				

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO ESCURO A moderado textura muito argilosa relevo ondulado				TRADAGEM: 21B
LOCALIZAÇÃO: Foto 0675, faixa 7-A, terço médio com 8 – 12 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 01/10/96	

HORIZONTES		A	BA	Bw
PROFUNDIDADE (cm)		00 – 15	15 – 35	35 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/2	vermelho escuro 2,5YR 3/6	vermelho 10R 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES:				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado				TRADAGEM: 22A
LOCALIZAÇÃO: Foto 0603, faixa 5, terço médio com 5 a 8 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro 5YR 3/2	bruno avermelhado 5YR 4/3	vermelho amarelado 5YR 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário ao longo do perfil.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado				TRADAGEM: 22B
LOCALIZAÇÃO: Foto 0605, faixa 5, terço médio com 3 a 6 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	

HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 20	20 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado	vermelho escuro 2,5YR 3/6	vermelho escuro acinzentado 10R 3/4
		2,5YR 3/2		
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário ao longo do perfil.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa			TRADAGEM: 23A	
relevo suave ondulado				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0575, faixa 4-A, terço superior com 3 a 4 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	Bi1	Bi2
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 12	12 – 130	130 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado	vermelho	vermelho
		5YR 4/3	10R 4/6	10R 4/6
	QUANTIDADE	-----	-----	pouco
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	proeminente
	COR	-----	-----	2,5Y 7/4
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário ao longo da tradagem, aumentando com a profundidade. 10 a 15% de declive na encosta e 3 – 4% de declive no topo.				

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO A moderado			TRADAGEM: 23B	
textura muito argilosa relevo plano				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0575, faixa 4A, terço médio com 1 a 4 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	AB	Bt

PROFUNDIDADE (cm)		00 - 30	30 - 60	60 - 150
COR	ÚMIDO	bruno acinzentado muito escuro 10YR 3/2	cinzento avermelhado escuro 5YR 4/2	bruno avermelhado 2,5YR 4/4
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Planície fluvial. Esta unidade relaciona-se com colúvios relacionados à parte alta, com declives de 1 - 3%. Capeamento aluvial sobre o Podzólico. Cerosidade comum e moderada na segunda camada.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO Latossólico A moderado textura muito argilosa relevo suave ondulado				TRADAGEM: 24A
LOCALIZAÇÃO: Foto 0575, faixa 4-A, terço médio com 6 a 8 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	BA	Bi
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 - 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	vermelho escuro acinzentado 2,5YR 3/3	vermelho escuro acinzentado 2,5YR 3/4	vermelho escuro 2,5YR 3/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso	muito plástico pegajoso
OBSERVAÇÕES: Vestígios de material originário ao longo do perfil.				

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO A moderado textura muito argilosa casalhenta relevo suave forte ondulado				TRADAGEM: 24B
LOCALIZAÇÃO: Foto 0639, faixa 6, terço médio com 20 a 30 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	Bi1	cascalho/calhau

PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 – 30	30 ⁺
COR	ÚMIDO	bruno escuro	cinzento avermelhado	
		7,5YR 3 /2	5YR 5/2	
	QUANTIDADE	-----	-----	
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	
	COR	-----	-----	
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	
		pegajoso	pegajoso	
OBSERVAÇÕES: Camada de cascalho e calhaus de quartzo a 30cm de profundidade.				

CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO ESCURO Latossólico A				TRADAGEM: 25A
moderado textura muito argilosa relevo plano				
LOCALIZAÇÃO: Foto 0639, faixa 6, terço médio com 1 a 5 % de declive				
DESCRITO POR: JFL e ES			DATA: 02/10/96	
HORIZONTES		A	BA	Bt
PROFUNDIDADE (cm)		00 - 15	15 – 40	40 - 150
COR	ÚMIDO	bruno avermelhado escuro	vermelho escuro acinzentado	vermelho escuro
		5YR 3/2	2,5YR 3/4	10R 3/6
	QUANTIDADE	-----	-----	-----
MOSQUEADO	CONTRASTE	-----	-----	-----
	COR	-----	-----	-----
TEXTURA		muito argilosa	muito argilosa	muito argilosa
CONSISTÊNCIA		muito plástico	muito plástico	muito plástico
		pegajoso	pegajoso	pegajoso
OBSERVAÇÕES: Encosta suave margeando a planície fluvial localizado no terço inferior do relevo. Cerosidade comum e moderada no Bt				

**ESTUDOS HIDROLÓGICOS E QUALIDADE
DAS ÁGUAS DE SUPERFÍCIE**

Maria Letícia Rabelo Alves Patrus

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS - IBAMA

Estudos hidrológicos e qualidade das águas de superfície; organizado por Maria Letícia R. A. Patrus. – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998.

58p.: mapas e anexos. (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG).

Conteúdo: v.1. Meio físico – v.2. Meio biótico - v.3. Patrimônio espeleológico, histórico e cultural – v.4. Sócio-economia.

1. APA de Lagoa Santa - MG - 2. Meio ambiente - 3. Hidrologia - I - Título II - Patrus, M. Letícia R.A.

CDU 577-4

Direitos desta edição: CPRM/IBAMA

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A região da APA Carste de Lagoa Santa é, em sua maioria, caracterizada por um carste bem desenvolvido, com a ocorrência de inúmeras feições típicas, como dolinas, ouvalas, poljes, cavernas, sumidouros, surgências e ressurgências. Algumas dessas feições, principalmente os sumidouros, grutas e dolinas, alimentam, juntamente com a infiltração difusa em terrenos em geral permeáveis, um complexo sistema de drenagem subterrâneo cujo nível de base regional é o rio das Velhas. É comum a existência de lagoas e o escoamento superficial ocorre em menor escala, caracterizado por uma rede de drenagem de baixa densidade.

Alguns dos principais cursos d'água na APA têm suas nascentes provenientes de surgências em afloramentos calcários e, por vezes, suas águas drenam para condutos subterrâneos, ressurgindo pouco mais a jusante. Da mesma forma, grande parte das águas pluviais que alcançam as dolinas e sumidouros são captadas e transportadas por esses condutos, percorrendo caminhos de difícil detecção e distribuindo-se de forma não bem conhecida, até novamente aflorarem na superfície.

Assim sendo, os sistemas de água de superfície e subterrânea apresentam, no carste, uma complexa inter-relação, o que torna a região da APA bastante susceptível à contaminação hídrica, à medida que a expansão urbana, o desmatamento e o uso do solo em atividades agropecuárias potencializam os riscos de poluição dos cursos d'água, lagoas e dolinas e, conseqüentemente, dos aquíferos cársticos, através do lançamento de esgotos e efluentes, e do aporte de sedimentos e resíduos de agrotóxicos. Esses poluentes, uma vez captados pelo sistema de condutos sub-superficiais, ao contrário de se concentrarem nas zonas adjacentes, como ocorre em terrenos granulares, podem ser transportados por distâncias significativas, com relativamente pouca dispersão. Esses aspectos assumem maior

importância à medida que a água subterrânea é a principal fonte de abastecimento das populações residentes na região.

Dessa forma, a avaliação quantitativa dos recursos hídricos de superfície da APA, associada ao levantamento de seus usos atuais, juntamente com os estudos de qualidade das águas, é um importante subsídio para a formulação de critérios de controle desses recursos, de forma a minimizar os impactos ambientais decorrentes de sua exploração. Além disso, o conhecimento das características hidrológicas da região e das variáveis hidrometeorológicas intervenientes constitui uma ferramenta fundamental para a elaboração de projetos diversos de engenharia, como saneamento básico, drenagem urbana e rodoviária, abastecimento urbano, rural e irrigação.

Os estudos hidrológicos tiveram por objetivo o levantamento de dados relativos aos recursos hídricos de superfície da região da APA, considerando-se suas características quantitativas, qualitativas e seus usos, de forma a contribuir para o estabelecimento de critérios de planejamento que visem ao desenvolvimento sócio-econômico da área vinculado à preservação ambiental. Considerando-se que a água é o principal elemento fixador do homem à terra e um dos norteadores para a implantação de atividades sócio-econômicas, os estudos foram direcionados visando principalmente subsidiar o zoneamento ambiental da APA, com a delimitação de áreas de proteção e de uso disciplinado dentro de um enfoque hidrológico, de forma a restringir práticas que possam causar a deterioração do sistema hídrico.

O levantamento dos dados foi efetuado no período 1991-1995, por ocasião da execução do Projeto VIDA, elaborado pela CPRM dentro de seu Programa de Informações Básicas para Gestão Territorial - GATE, o qual engloba toda a APA.

2 - LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS FISIOGRÁFICAS

A APA Carste de Lagoa Santa está localizada no Estado de Minas Gerais e apresenta uma superfície aproximada de 363km², cujos limites, definidos pelo Artigo 3º do Decreto Federal 98.881 de 25 de janeiro de 1990, abrangem parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos e Funilândia e englobam o recém-criado município de Confins, antigo distrito de Lagoa Santa. A [Figura 1](#) mostra a localização da APA no Estado de Minas Gerais.

Parte das áreas urbanas de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos e toda a área urbana de Confins estão inseridas na região da APA. Além dessas, devem ser incluídas as sedes dos distritos de Lapinha, Fidalgo e Mocambeiro, e outros pequenos aglomerados urbanos.

Cerca de 53% da APA está compreendida dentro da Região Metropolitana de Belo Horizonte e seu limite sul dista aproximadamente 25km do centro da capital mineira.

Com relação à infra-estrutura viária, a região da APA é servida pelas rodovias estaduais MG-424 e MG-010 e, indiretamente, por ramal ferroviário

da Rede Ferroviária Federal S.A., que se desenvolve ao longo da margem direita do ribeirão da Mata. Diversas rodovias municipais, em grande parte pavimentadas, interligam as sedes dos municípios e distritos. Os municípios de Lagoa Santa e Confins abrigam a área pertencente ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves, popularmente conhecido como Aeroporto de Confins.

Quanto ao aspecto hidrográfico, toda a região da APA integra a sub-bacia do rio das Velhas, por sua vez pertencente à bacia do rio São Francisco. Os principais cursos d'água da área são exatamente os coincidentes com os limites da APA, ou seja, o rio das Velhas a E-NE-N e o ribeirão da Mata, no extremo sul. Os demais cursos d'água são, no geral, pequenos tributários do rio das Velhas, sendo os mais significativos o córrego da Gordura, também conhecido na região como riacho D'Anta; o córrego Jaguará; o córrego Samambaia, que drena para a lagoa do Sumidouro, e o córrego do Jaque. Em função das características cársticas de grande parte da área, há de se registrar a existência de várias lagoas que, no geral, apresentam características intermitentes.

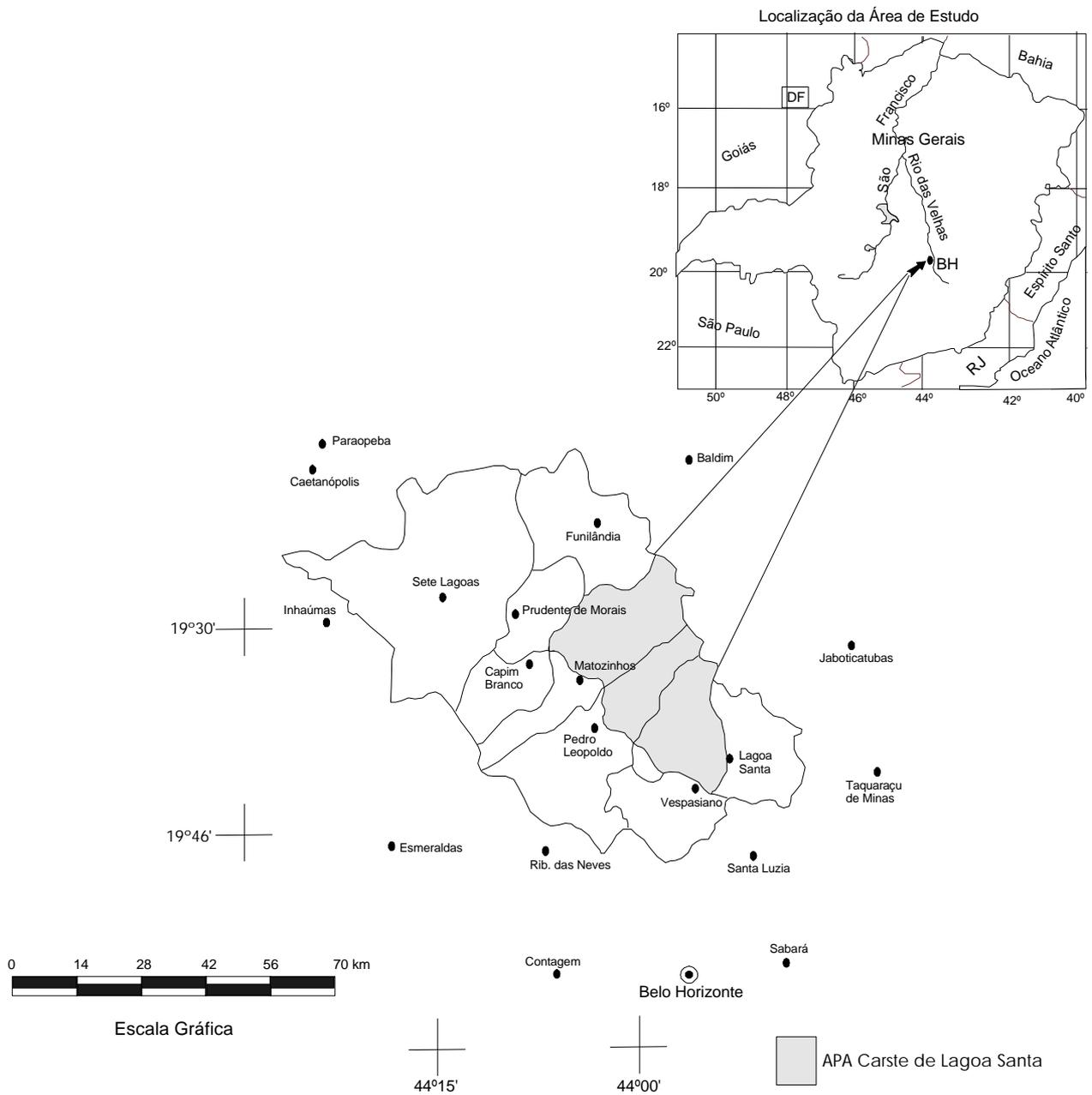


Figura 1 - Localização da APA no Estado de Minas Gerais.

3 - METODOLOGIA

Para a elaboração dos estudos hidrológicos, efetivou-se inicialmente uma pesquisa bibliográfica junto a entidades públicas, incluindo o levantamento dos dados hidrometeorológicos disponíveis para a região de entorno da APA. Dentre os órgãos contactados, estão o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, fornecedor dos dados hidrométricos das estações existentes na área circunvizinha; o Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, responsável pela cessão dos dados da estação climatológica de Lagoa Santa; a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais - CETEC, que dispõe de diversos estudos relativos à bacia do Alto São Francisco e o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) que vem realizando recentes estudos sobre os aquíferos cársticos na região.

Foram realizadas diversas viagens de campo, objetivando o reconhecimento da área e o levantamento de informações locais, inclusive através de contatos com as prefeituras, lideranças locais, técnicos de instituições governamentais, produtores rurais, dentre outros. As informações obtidas referem-se principalmente à situação atual dos cursos d'água e das lagoas, às atividades desenvolvidas na área das sub-bacias que compõem a região, aos usos das águas de superfície e às fontes de poluição hídrica.

Os trabalhos de escritório compreenderam inicialmente a caracterização climática da região, com vistas à quantificação das variáveis hidrometeorológicas intervenientes às várias etapas do ciclo hidrológico. A seguir, procedeu-se ao levantamento quantitativo dos recursos hídricos de superfície e à avaliação das disponibilidades hídricas, bem como à análise qualitativa dos principais corpos d'água, através da interpretação dos resultados das análises de qualidade das águas coletadas especificamente para esses estudos. Os pontos de amostragem pertencem à rede de monitoramento implantada em 1991 pela CPRM para o Projeto VIDA.

Uma vez que as disponibilidades hídricas e a qualidade das águas são alteradas em função dos diversos usos, o levantamento desses usos também fez parte dos estudos.

Finalmente, a partir desses dados, procedeu-se à elaboração de uma proposta de zoneamento hidrológico da área, que resultou no Mapa de Zoneamento Hidrológico, o qual, analisado juntamente com os demais mapas temáticos de zoneamento, subsidiou a elaboração do Mapa de Zoneamento Ambiental da APA Carste de Lagoa Santa, resultado final da integração de todos os estudos temáticos efetuados.

4 - CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

4.1 - Características hidrometeorológicas

O clima de determinada região depende de sua posição geográfica em relação ao sol (ciclos diurnos e anuais), da topografia, da vegetação e de sua distância ao mar com suas diferentes correntes marítimas. É influenciado sobremaneira pela circulação geral do planeta que, a partir dos processos atmosféricos e termodinâmicos de larga e média escala, tais como os centros béricos de ação, as massas de ar de diversas origens e as frentes atmosféricas, produz os ventos, as precipitações e as mudanças bruscas de temperatura.

Sistema de larga escala

Como toda a região tropical brasileira, a região da APA encontra-se durante todo o ano, sob o domínio do sistema estacionário denominado Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), centro bérico de alta pressão. Este sistema apresenta um elevado grau de umidade absoluta e temperatura interior elevada, em função da intensa radiação solar incidente. Entretanto, apesar de ser quente e úmido, ocorre a predominância das condições de estabilidade atmosférica devido aos efeitos de subsidência (correntes verticais descendentes).

No verão, o ASAS atua sobre a parte leste do continente sul-americano, apresentando um limite latitudinal de 14°S a 33°S, incluindo, portanto, grande parte do estado de Minas Gerais. No inverno, a influência do ASAS sobre o Estado é intensificada devido à sua maior penetração continental, impondo condições predominantemente de pouca ou nenhuma nebulosidade e ausência de precipitação, caracterizando o período seco (Maia, 1986).

Ainda no verão, o clima do estado de Minas Gerais é também influenciado, indiretamente, pela Baixa do Chaco, sistema puramente térmico gerado sobre o Chaco Paraguai, formado a partir do grande aquecimento continental no verão. Este sistema é sazonal, uma vez que não ocorre no inverno devido ao

continente estar relativamente mais frio que os oceanos circunjacentes, e gera convergência do ar circunvizinho nos baixos níveis, liberando calor latente na alta troposfera pela convecção profunda no interior do continente. Como resposta da atmosfera, surge uma perturbação anticiclônica (ou crista) nos níveis próximos à tropopausa sobre o Planalto Boliviano, chamada Alta da Bolívia. Esses sistemas geram uma extensa faixa de convergência com a circulação N/NE proveniente do ASAS, a qual, induzindo a penetração de umidade, é responsável pela estação chuvosa nas regiões central e sudeste do Brasil, incluindo o estado de Minas Gerais (adaptado de Maia, 1986).

Sistema de mesoescala

Além dos centros béricos de ação, as condições de tempo são também influenciadas por sistemas de mesoescala denominados transientes, os quais são transportados pela circulação de larga escala, podendo apresentar duração desde algumas horas até vários dias. Fazem parte desses sistemas as correntes e as perturbações meteorológicas provenientes do sul, oeste e leste, responsáveis pelas alterações de temperatura e mudanças nas condições de tempo.

As correntes perturbadas do sul estão associadas à invasão das massas de ar provenientes do anticiclone polar, originário da região antártica, cujas principais propriedades são o ar seco, frio e estável, e a forte inversão de temperatura. À medida que essas massas se deslocam para as latitudes mais baixas, elas perdem suas características originais, absorvendo calor e umidade e tornando-se instáveis.

No inverno, as massas polares são mais intensas e de maior dimensão que nas demais épocas do ano, apresentando também maior frequência. Elas atingem a região sudeste principalmente pelo oeste, segundo uma trajetória compreendida entre a cordilheira dos Andes e o maciço brasileiro. Devido à pouca umidade, as frentes frias, formadas a partir do deslocamento das massas polares, embora causem queda na temperatura, não geram

normalmente precipitações expressivas nessa estação. Entretanto, as poucas ocorrências de precipitação verificadas no inverno em Minas Gerais são causadas exclusivamente pela ação dessas frentes.

Já no verão, as frentes de origem polar atingem a região sudeste pelo litoral atlântico, podendo permanecer estacionárias por alguns dias, uma vez que, na maioria das vezes, não possuem energia suficiente para avançar sobre as massas de ar tropicais. Nessas circunstâncias, elas podem gerar precipitações de vários dias de duração, antes de se dissiparem.

As correntes perturbadas de oeste atingem regularmente o estado de Minas Gerais especialmente no verão, em função da ocorrência das “linhas de instabilidade tropicais” (LIT), que são alongadas depressões barométricas induzidas nas áreas de alta pressão, criadas a partir do movimento ondulatório das frentes polares em contato com o ar quente da zona tropical.

Essas LIT são formadas sobre os estados do Pará e Amazonas, como resultado do ciclo de aquecimento diurno e, quando maduras, deslocam-se para sudeste, atingindo o estado de Minas Gerais. Como causam ascensão do ar, dependendo do grau de umidade e da força ascensional, podem gerar as chamadas chuvas de verão, que ocorrem geralmente nos finais de tarde ou início da noite, podendo vir acompanhadas de trovoadas, granizo e rajadas de vento. São geralmente precipitações de curta duração, podendo ou não apresentar grande intensidade. As LIT são bastante influenciadas pela topografia local.

As correntes de leste ocorrem sobre o oceano Atlântico, sendo geradas no seio dos anticiclones tropicais sob a forma de ondas perturbadas que são transportadas pelos ventos alísios de leste para oeste, entrando pelo continente. Sob a forma de “pseudo-frentes”, ocasionam chuvas relativamente abundantes no período outono-inverno. Entretanto, uma vez que dificilmente essas correntes ultrapassam a serra do Espinhaço, a ocorrência desse fenômeno na APA é bastante rara.

4.2 - Estações hidrometeorológicas

Foram identificadas na área de entorno da APA, duas estações meteorológicas: a estação

pertencente ao Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) e a estação de Lagoa Santa.

A estação meteorológica do aeroporto de Confins foi instalada em 1983, sendo operada pelo DEPV - Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo do Ministério da Aeronáutica. Entretanto, como não se obtiveram os dados da estação, ela não foi considerada nos estudos.

A estação de Lagoa Santa, classificada como climatológica auxiliar, era operada pelo INMET e localizava-se próximo às dependências do antigo Parque Aeronáutico de Lagoa Santa. Em meados de 1970, foi desativada e a partir de 1986 voltou a operar, sendo definitivamente extinta em 1990.

Com relação à medição de chuvas, existem, na área de entorno da APA, cinco estações pluviométricas, todas pertencentes a rede hidrometeorológica do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, sendo que três se encontram em operação e duas foram extintas. As estações em operação são Pedro Leopoldo, instalada em 1941 e localizada na área do LANARA - Fazenda Modelo, pertencente ao Ministério da Agricultura; Ponte Raul Soares, localizada junto a ponte de acesso a Jaboticatubas, instalada em 1973, e Vespasiano, instalada em 1941 e localizada imediatamente a montante da cidade, nas margens do ribeirão da Mata. As estações já extintas são Lagoa Santa e Prudente de Moraes A, que operaram nos períodos 1941 a 1971 e 1942 a 1978, respectivamente.

Além dessas estações, foram também consideradas nos estudos pluviométricos a estação Caixa de Areia, localizada na serra do Curral (Belo Horizonte) e as estações existentes na região próxima à APA, compreendida entre a margem direita do rio das Velhas e a serra do Espinhaço. São elas Sabará, Caeté, Taquaraçu, Jaboticatubas e Fazenda Vargem Bonita. Embora nenhuma dessas estações esteja localizada dentro da APA, elas são representativas do regime pluviométrico da região.

As estações citadas estão apresentadas na [Figura 2](#).

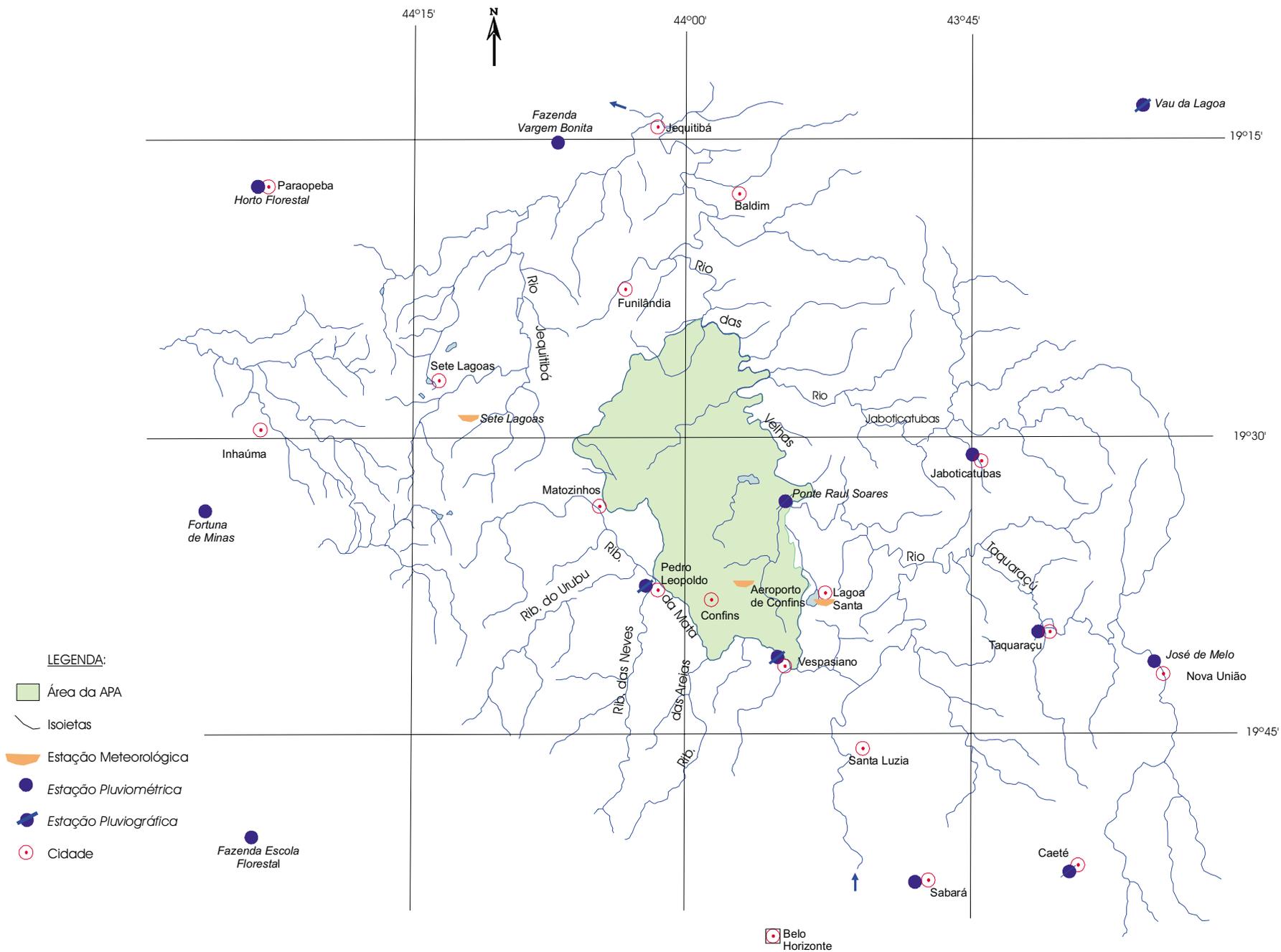


Figura 2 - Estações Metereológicas e Pluviométricas Existentes na Região da APA.

4.3 - Parâmetros climatológicos

Para a avaliação dos parâmetros climatológicos representativos da APA, foram utilizadas as séries de dados da estação climatológica de Lagoa Santa, fornecidas pelo INMET para o período 1961-1990, o qual apresenta interrupção entre 1971 e 1986. Assim sendo, as séries disponíveis perfazem, no geral, um total de 14 anos de dados.

Todos os dados foram fornecidos em nível mensal (médias ou totais mensais), tendo sido submetidos, inicialmente, a uma análise de consistência para detecção e correção de erros grosseiros e preenchimento de falhas eventuais. Essa análise foi realizada a partir da correlação com os dados das estações meteorológicas de Sete Lagoas e Belo Horizonte, as mais próximas da área de projeto. Obtidas as séries consistidas, foram calculados, para cada parâmetro, os valores normais relativos ao período estudado, os quais estão apresentados no [Quadro 1](#).

Temperatura do ar

Lagoa Santa apresentou, no período estudado (1961-1990), temperatura média compensada anual da ordem de 21,4°C. O inverno é ameno, sendo que as temperaturas mais baixas ocorrem normalmente devido à invasão das frentes frias, associadas ao anticiclone polar. As temperaturas média e média das mínimas de julho, o mês mais frio, foram, no período, da ordem de 18,1 e 12,5°C respectivamente. Já a estação quente é longa, normalmente se estendendo de outubro a março. Março é o mês mais quente, tendo apresentado temperatura média e média das máximas da ordem de 23,2 e 29,3°C. A amplitude térmica anual foi em média de 5,2°C. Os histogramas das médias compensadas mensais, média das máximas e média das mínimas são apresentados na [Figura 3](#).

Com relação aos valores absolutos observados, a temperatura máxima registrada no período ocorreu em outubro de 1987, da ordem de 39,0°C. Já a mínima absoluta, ocorrida em junho de 1963, foi de 6,2°C.

Umidade relativa do ar

A umidade relativa média compensada anual no período 1961-1990 foi da ordem de 69,8%. Os meses mais úmidos foram dezembro, janeiro e fevereiro cujas médias mensais foram de 75,1, 75,4 e 75,5%, respectivamente; em anos muito

úmidos, as médias nesses meses chegaram a atingir valores da ordem de 87%. Os meses mais secos foram agosto e setembro, com médias mensais de 61,1 e 59,9%, respectivamente. A [Figura 4](#) mostra os valores médios mensais compensados de umidade observados no período.

Nebulosidade e insolação

A nebulosidade média anual em Lagoa Santa para o período 1961-1990 foi de cerca de 4,9 décimos. Os maiores índices ocorreram no mês de dezembro, da ordem de 6,8 décimos. Agosto, por sua vez, foi o mês de menor ocorrência de nuvens, com média de 3,0 décimos.

Quanto à insolação, o total anual médio no período 1961-1990 foi da ordem de 2465 horas. De forma inversa à nebulosidade, o mês de maior insolação é agosto, com média de 248,8 horas; dezembro apresentou a menor insolação média, com valores da ordem de 165,1 horas. A [Figura 5](#) apresenta os valores mensais relativos à nebulosidade e insolação.

Evaporação

A estação de Lagoa Santa possui dados evaporimétricos medidos no atmômetro tipo Piché, tendo sido considerada, neste estudo, a série de dados relativa ao período 1961-1970, uma vez que os dados correspondentes ao período 1986-1990 foram considerados inconsistentes. O total médio anual foi da ordem de 912mm. Os valores médios mensais variaram de um mínimo de 55mm correspondente ao mês de fevereiro até o máximo de 114mm relativo a setembro. Cabe ressaltar que a evaporação medida em Piché difere consideravelmente da que ocorre em superfícies livres de água, solo descoberto ou vegetado, uma vez que o aparelho é instalado dentro do abrigo meteorológico, onde a exposição à radiação solar e aos ventos é prejudicada. Além disso, as condições de umidade e temperatura no abrigo também são diferentes das que ocorrem no ambiente externo. Os valores médios mensais de evaporação estão apresentados na [Figura 6](#).

Pressão atmosférica

A pressão média anual para o período 1961-1970 foi de 928,8mb. Com relação à variação anual, o mês de julho registrou a maior média mensal no período estudado, da ordem de 933,5mb. A menor média ocorreu em janeiro, da ordem de 925,9mb. A [Figura 7](#) mostra a variação mensal da pressão atmosférica.

PARÂMETRO	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Ano
Temperatura média compensada (°C)	23,0	23,3	23,2	22,2	20,0	18,3	18,1	19,6	21,5	22,3	22,6	22,5	21,4
Temperatura média das máximas (°C)	28,8	29,1	29,3	28,5	26,6	25,6	25,1	27,1	29,0	28,6	28,8	28,5	27,9
Temperatura média das mínimas (°C)	18,7	19,1	18,4	17,0	14,4	12,6	12,5	13,7	15,9	17,8	18,3	18,5	16,4
Temperatura máxima absoluta (°C)	36,2	34,9	37,1	33,6	31,2	31,0	31,2	34,4	36,0	39,0	36,3	36,2	39,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	14,5	14,5	12,3	9,1	8,3	6,2	6,7	8,4	10,1	13,2	12,1	12,8	6,2
Umidade relativa média compensada mensal (%)	75,4	75,5	72,7	71,2	70,4	68,8	67,0	61,1	59,9	68,2	72,1	75,1	69,8
Nebulosidade média mensal (décimos)	6,5	6,5	4,9	4,3	3,9	3,0	3,1	3,0	4,2	6,2	6,5	6,8	4,9
Insolação total mensal (horas)	169,6	170,7	215,4	221,5	227,5	224,7	243,6	248,8	221,4	176,9	179,7	165,1	2464,9
Evaporação total mensal tubo Piché ⁽¹⁾ (mm)	58,7	54,9	69,6	68,1	69,0	69,0	76,1	105,7	113,6	87,5	71,6	68,2	912,0
Pressão atmosférica média mensal ⁽¹⁾ (mb)	925,9	926,5	927,9	928,4	930,4	932,7	933,5	932,2	928,0	927,5	926,0	926,0	928,8
Velocidade média dos ventos (m/s)	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,0	1,4	1,5	1,8	1,7	1,3	1,3	1,4

Fonte: INMET (1991)

(1) - Período analisado: 1961 - 1970

Quadro 1 - Normais Climatológicas da Estação de Lagoa Santa - Período: 1961-1990.

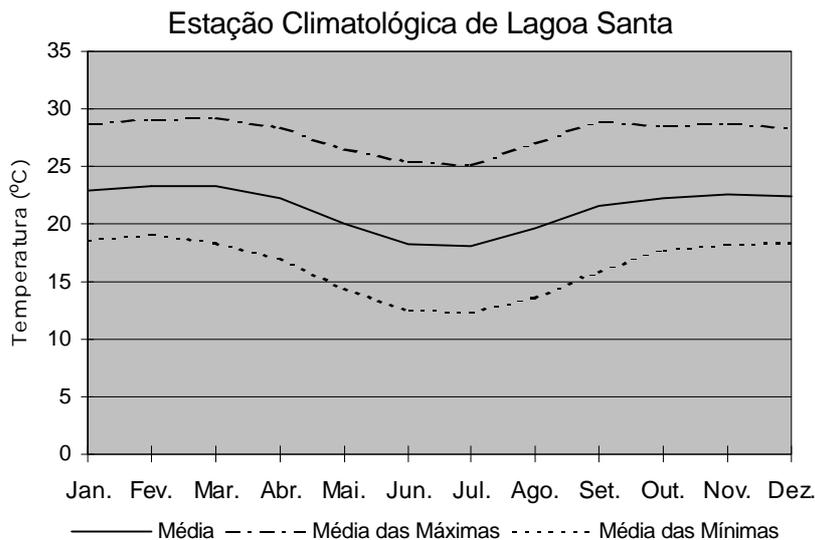


Figura 3 - Temperatura Média Mensal (período 1961-1990).

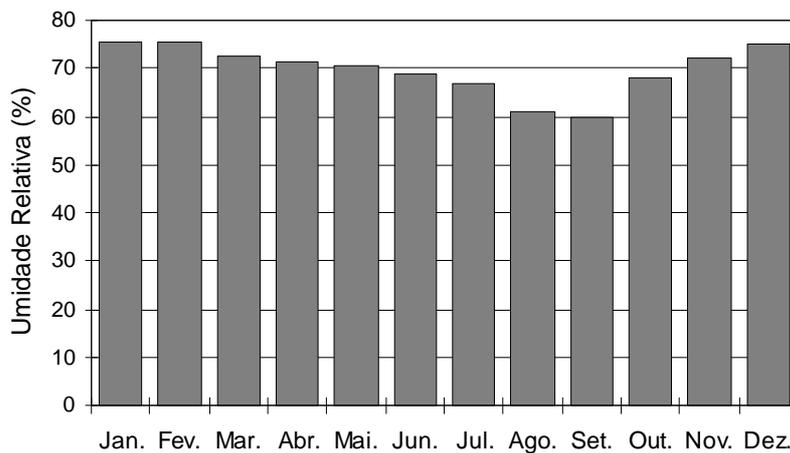


Figura 4 - Umidade Relativa Média Compensada (período 1961-1990).

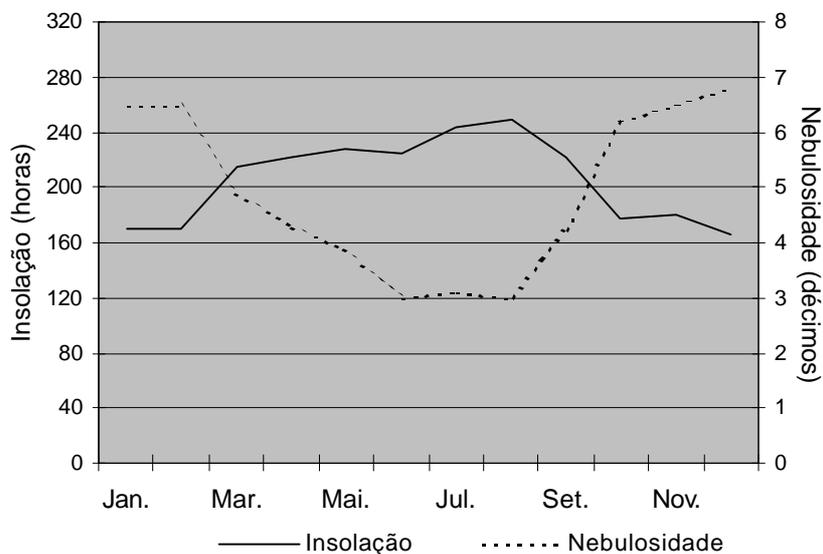


Figura 5 - Insolação Total Mensal x Nebulosidade Média Mensal (período 1961-1990).

Estação Climatológica de Lagoa Santa

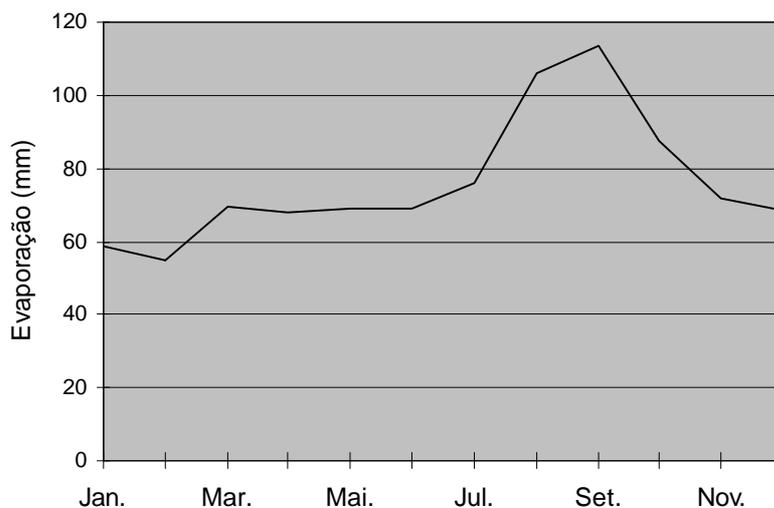


Figura 6 - Evaporação Total Mensal (período 1961-1970).

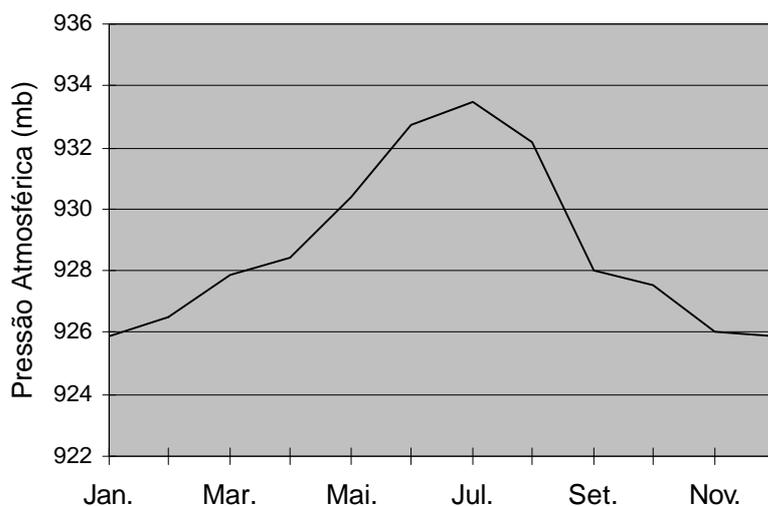


Figura 7 - Pressão Atmosférica Média Mensal (período 1961-1970).

Ventos

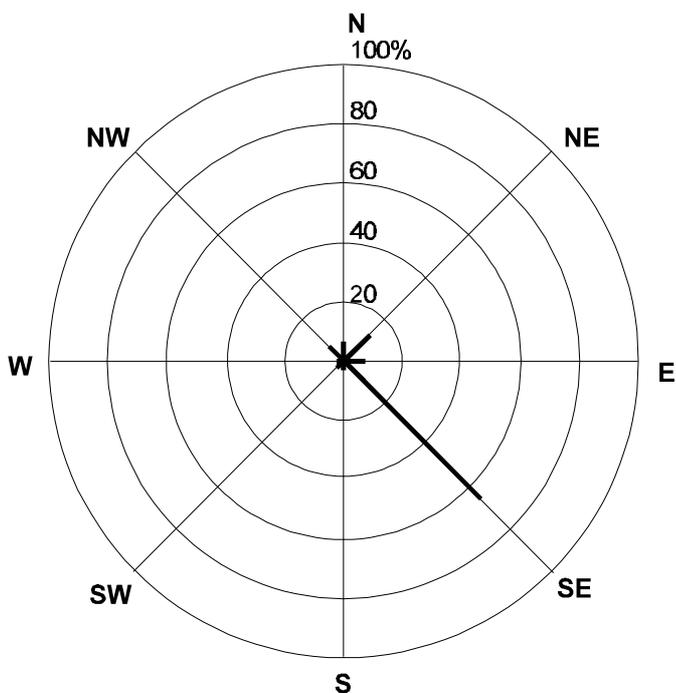
Os dados de ventos são relativos aos períodos 1961-1969 para direções e 1961-1990 para velocidades. A direção predominante dos ventos na região foi a SE (ventos provenientes de sudeste), representando 65% do total das observações diárias efetuadas no período estudado. Seguiu em ocorrência a direção NE, representando 13% do total observado. Os ventos provenientes de oeste

(W, NW e SW) ocorreram com menor frequência.

Com relação à velocidade dos ventos, a média anual foi da ordem de 1,4m/s; os maiores valores mensais foram verificados em setembro, alcançando em média 1,8m/s. Por outro lado, a menor velocidade média mensal, da ordem de 1,0m/s, ocorreu no mês de junho. A [Figura 8](#) apresenta a rosa dos ventos e a variação das velocidades médias mensais ao longo do ano.

Estação Climatológica de Lagoa Santa

Direções Predominantes dos Ventos no Ano
Período: 1961 - 1969



Velocidade Média Mensal dos Ventos
Período: 1961 - 1990

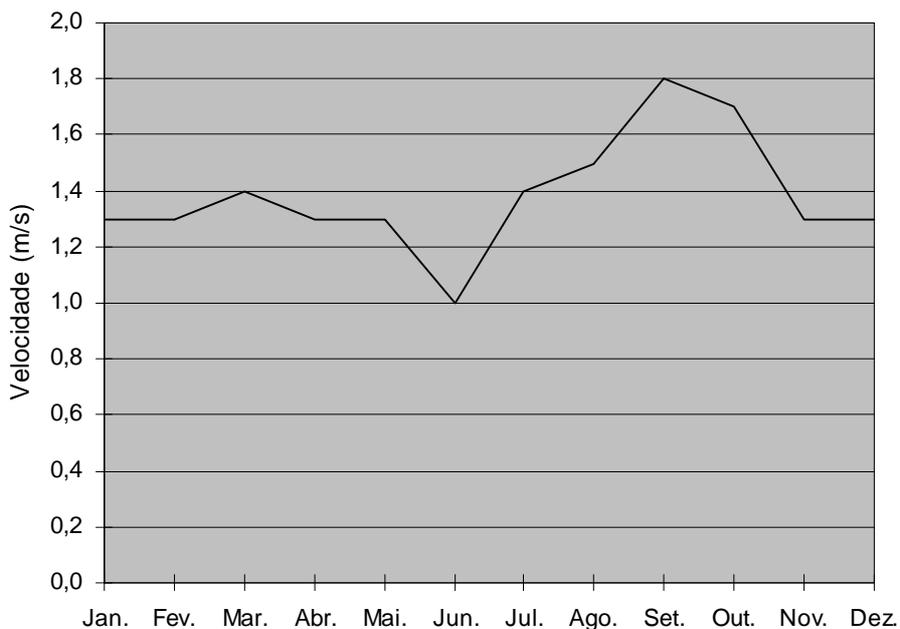


Figura 8 - Direções Predominantes e Velocidade Média dos Ventos.

4.4 - Precipitação

Os dados pluviométricos das estações existentes na região de entorno da APA foram fornecidos pelo DNAEE - Departamento Nacional Águas e Energia Elétrica, e compreendem séries que variam entre 21 e 53 anos de observação. Inicialmente, as séries de dados foram submetidas a um estudo de consistência utilizando-se o “software” PROHD - Programa de Homogeneização de Dados, desenvolvido pelo DNAEE, o qual possibilita a avaliação dos dados de determinada estação através da comparação com os de estações próximas, assim como a detecção e correção de erros e o preenchimento de falhas. O **Quadro 2** apresenta os totais pluviométricos médios mensais das estações submetidas aos estudos de consistência.

A partir dos dados dessas estações e daquelas localizadas na região de entorno (Caixa de Areia, Sabará, Caeté, Taquaraçu, Jaboticatubas e Fazenda Vargem Bonita), foram traçadas as isoietas relativas às normais pluviométricas anuais para o período 1961-1990 comum à maioria das estações consideradas. O mapa das isoietas está apresentado na **Figura 9**. Cabe observar que, em função do período conside-

rado, os totais pluviométricos utilizados para o traçado das isoietas diferem um pouco daqueles apresentados no **Quadro 2**, os quais são relativos ao período total das séries de dados.

Através do mapa de isoietas, foi calculada a precipitação média anual para a região em estudo, da ordem de 1.286,5mm para o período considerado. Os anos mais chuvosos foram 1979 e 1983, cujos totais, em algumas estações, foram da ordem de até 2.000mm. Por outro lado, os menores registros anuais ocorreram em 1963, cujos totais, no geral, não excederam 500mm. Cabe observar que o ano de 1963 foi, reconhecidamente, um ano de seca atípica em grande parte da região sudeste. Em média, o coeficiente de variação anual das chuvas no período estudado foi de 24%.

O número médio anual de dias de chuva na região da APA foi da ordem de 89 no período estudado. O número de dias de chuva máximo anual ocorreu em 1983; naquele ano foram registrados na estação de Pedro Leopoldo 178 dias com precipitações. Já os mínimos ocorreram no ano de 1963, sendo que os registros acusaram valores sempre inferiores a 60 dias de chuva na área; naquele ano, Pedro Leopoldo registrou chuvas em apenas 25 dias.

Estação	Vespasiano (1941-1993)		Lagoa Santa (1941-1971)		Ponte Raul Soares (1973-1993)		Prudente de Moraes A (1941-1978)		Pedro Leopoldo (1941-1993)	
	Mês	P(mm)	NDC	P(mm)	NDC	P(mm)	NDC	P(mm)	NDC	P(mm)
Jan.	252,5	16	275,6	13	260,3	16	255,2	16	240,7	14
Fev.	155,4	10	169,8	10	149,5	10	185,7	13	163,8	10
Mar.	141,6	10	139,9	9	125,2	10	155,4	12	142,6	9
Abr.	50,4	5	56,2	4	65,0	8	54,7	6	49,5	4
Mai.	24,1	3	18,5	2	26,8	6	21,2	3	21,8	2
Jun.	8,4	1	7,9	1	10,0	5	8,2	2	9,2	1
Jul.	10,6	1	6,9	1	14,5	5	11,4	2	9,2	1
Ago.	10,0	1	5,8	1	9,4	4	5,4	1	8,0	1
Set.	36,7	4	29,8	2	44,7	5	31,8	4	35,6	4
Out.	98,7	9	120,6	8	91,8	8	109,1	11	105,4	8
Nov.	205,4	13	200,7	11	197,4	13	213,3	15	209,1	14
Dez.	277,8	17	317,0	15	258,2	17	304,0	19	297,6	18
Total Anual	1271,6	90	1348,7	77	1252,8	106	1355,4	104	1292,5	86

Quadro 2 - Normais Pluviométricas Mensais e Número Médio de Dias de Chuva.

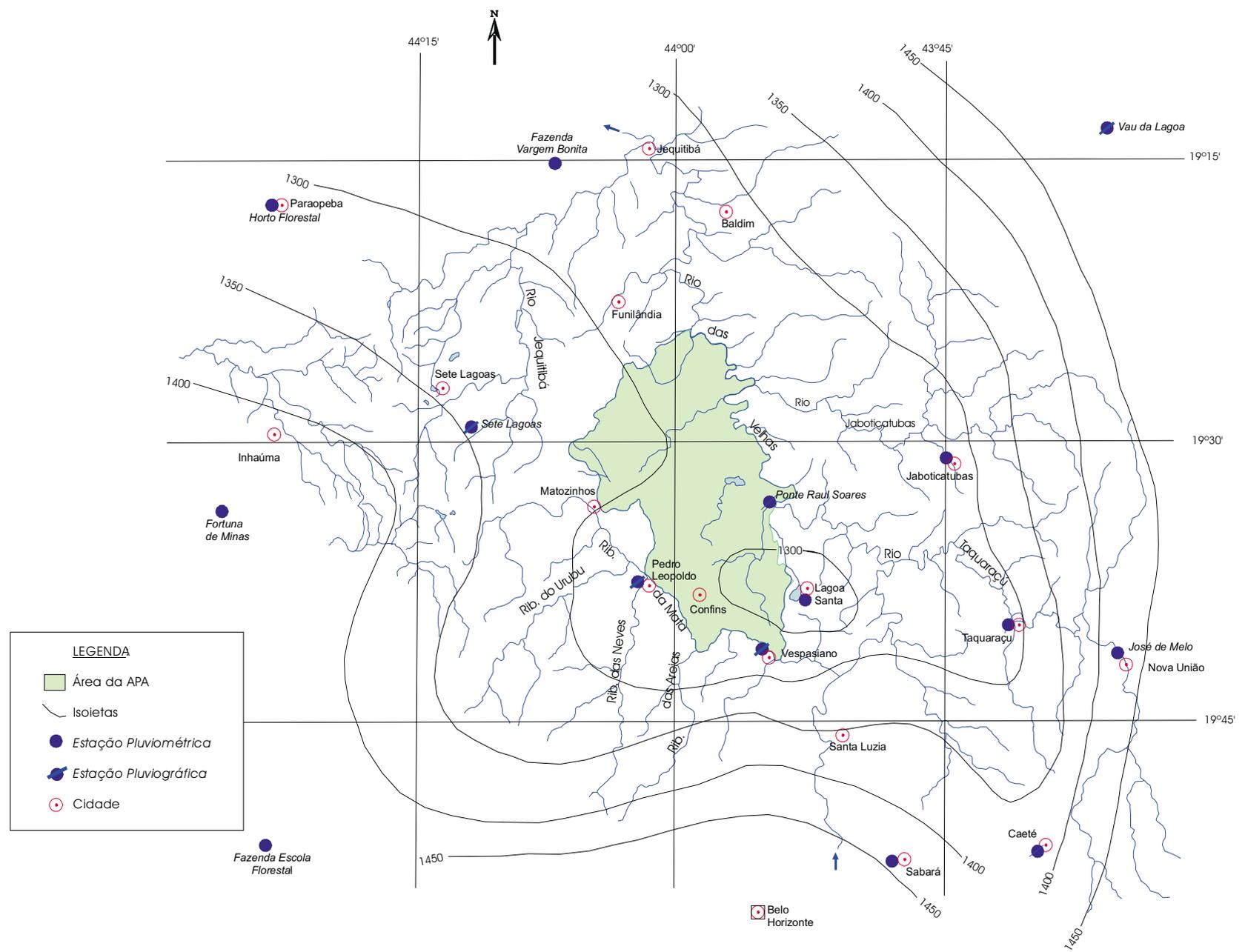


Figura 9 - Totais Pluviométricos Anuais (mm) - Período: 1961-1990.

Quanto à distribuição anual das precipitações, a região possui regime pluviométrico tipicamente tropical, uma vez que ocorre uma grande concentração de chuvas no verão e seca no inverno. O trimestre mais chuvoso, correspondente aos meses de novembro, dezembro e janeiro, apresentou precipitação total da ordem de 753mm, contribuindo, em média, com cerca de 58% do total anual precipitado. Já o período seco se estende normalmente por 5 meses, de maio a setembro, representando menos de 8% das chuvas anuais. A [Figura 10](#) apresenta a variação mensal das precipitações e do número médio de dias de chuva para as cinco estações estudadas.

4.5 - Evapotranspiração potencial

A evapotranspiração é entendida como a perda de água por evaporação do solo acrescida à que é transpirada pelas plantas. Constitui uma importante fase do ciclo hidrológico e sua quantificação é imprescindível em projetos agrícolas que envolvam o plantio em áreas de sequeiro ou irrigadas.

Evapotranspiração potencial ocorre quando o suprimento de água é constante, de forma que o solo e a superfície vegetada se mantenham sempre saturados. Nessas condições, a evapotranspiração dependerá tão somente de fatores climatológicos, principalmente da radiação solar incidente. Sua estimativa pode ser efetuada através de medidas diretas com lisímetros, ou indiretamente, a partir de equações empíricas ou semi-empíricas baseadas em leis físicas relacionadas com um ou mais parâmetros meteorológicos intervinientes.

Evapotranspiração real é a que ocorre nas condições existentes de umidade do solo, dependendo, portanto, não somente dos fatores climatológicos, mas também de fatores relacionados com o tipo de cobertura vegetal e com as propriedades físicas do solo. A evapotranspiração real é sempre igual ou inferior a evapotranspiração potencial.

Uma vez que se dispõe dos dados de temperatura da estação de Lagoa Santa, foi realizada a avaliação da evapotranspiração potencial representativa da APA, através da metodologia desenvolvida por Thornthwaite (1948, in Villa Nova e Reichardt, 1989), que elaborou a seguinte expressão empírica para o cálculo da evapotranspiração mensal:

$$ET_0 = b(T_m)^a$$

onde:

ET_0 = evapotranspiração potencial (mm/mês);

b = fator de ajuste do comprimento do dia: $b = N/12$, onde N é o fotoperíodo, função do mês e da latitude do local;

T_m = temperatura média mensal (°C);

a = uma função do índice de calor I , dada por:

$$a = 67,5 \times 10^{-8} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 0,01792I + 0,492$$

onde:

$$I = \sum_1^{12} \left(\frac{T_m}{5} \right)^{1,91}$$

Para Lagoa Santa obtiveram-se os seguintes valores para o período 1961-1990:

MÊS	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.
T_m (°C)	23,0	23,3	23,2	22,2	20,0	18,3	18,1	19,6	21,5	22,3	22,6	22,5
Et_0 (mm)	123,3	110,1	115,0	92,0	66,0	51,6	52,4	65,9	84,0	105,0	112,5	116,8

Evapotranspiração potencial total anual: 1.094,6 mm.

4.6 - Balanço hídrico

A partir da evapotranspiração potencial calculada para a estação climatológica de Lagoa Santa e das precipitações médias mensais avaliadas para a região da APA a partir dos mapas de isoietas mensais elaborados para o Projeto

VIDA, foi determinado o balanço hídrico mensal relativo ao período 1961-1990, de acordo com a metodologia desenvolvida por Thornthwaite e Mather, 1955 (in Mota, 1983). Para tal, foi necessário definir a capacidade de campo representativa da APA.

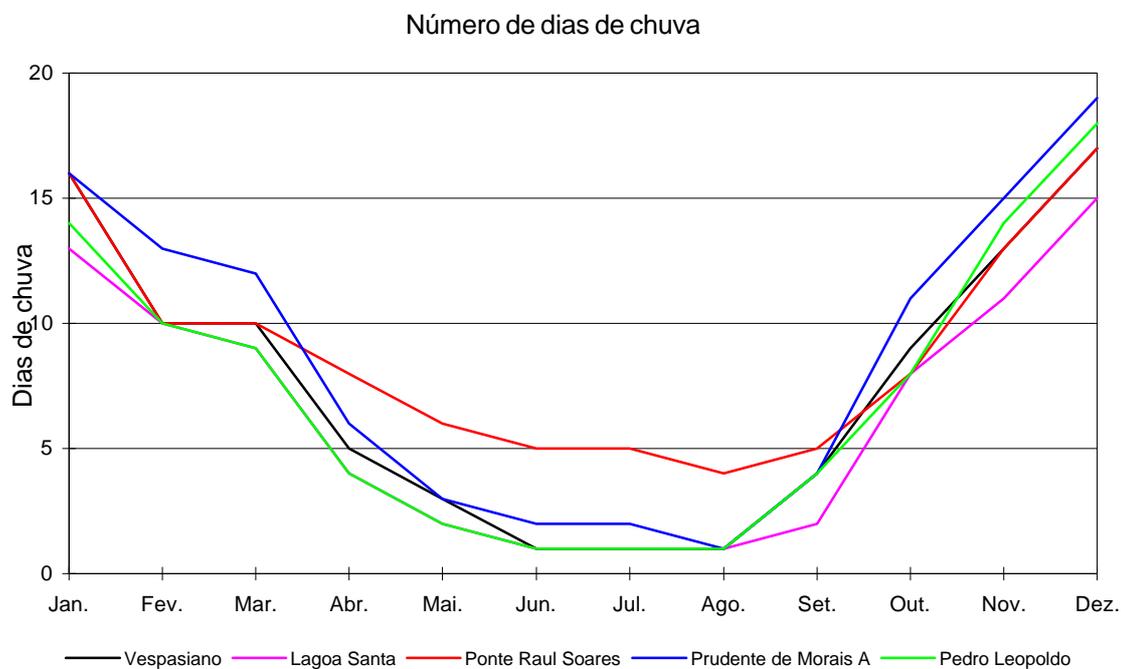
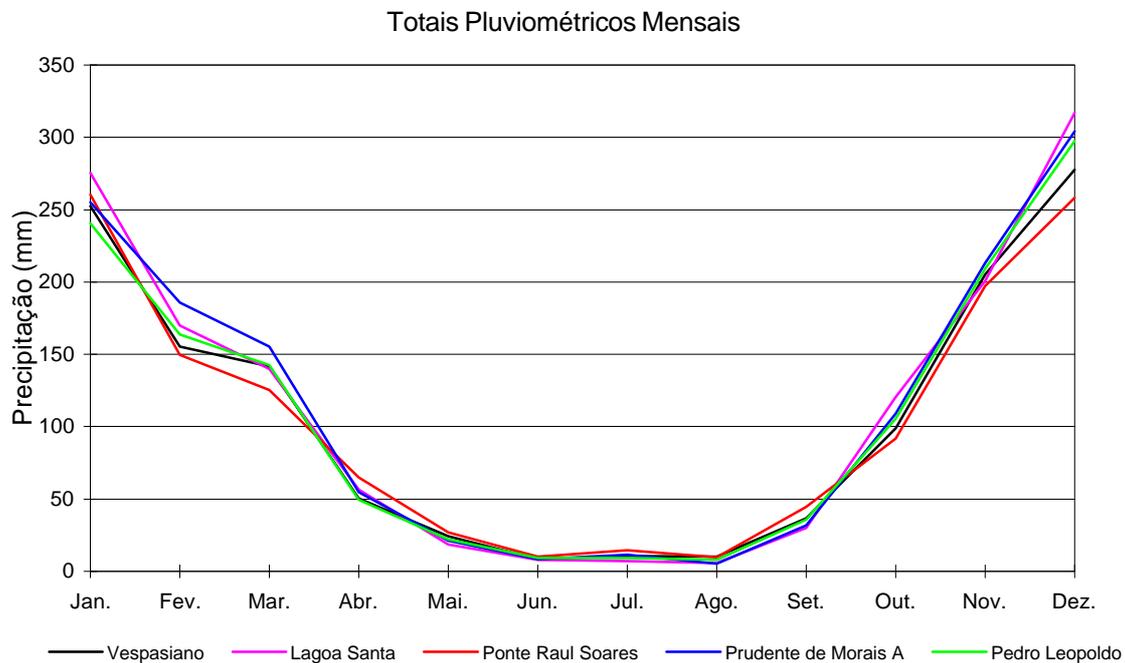


Figura 10 - Totais Pluviométricos Mensais e Número de Dias de Chuva.

A capacidade de campo é definida como o volume máximo de água retido no solo, após drenagem do excedente. Sua determinação foi realizada a partir do levantamento das características de solo e cobertura vegetal da APA. Com o Mapa de Zoneamento Geotécnico da APA Carste de Lagoa Santa (Cabral, 1996), foram definidas, em função da permeabilidade, zonas de solo arenoso fino, franco arenoso fino, franco limoso e franco argiloso. As áreas correspondentes aos diferentes tipos de solo foram determinadas e, para cada uma, foram calculadas as áreas relativas às diferentes coberturas vegetais, obtidas do mapa de Uso da Terra (CETEC, 1992). As áreas correspondentes às zonas urbanizadas foram determinadas à parte.

Para cada tipo de solo associado a um tipo de cobertura vegetal foi adotado um valor de capacidade de campo, adaptado de Mota (1983), conforme mostra o [Quadro 3](#). A capacidade de campo resultante correspondeu à média ponderada dos valores obtidos.

A partir da análise do balanço hídrico observa-se que o período de deficiência (precipitação inferior à evapotranspiração potencial) inicia-se em maio, estendendo-se até o início de outubro. Apesar de sua longa duração, o declínio da temperatura no inverno reduz o processo de evapotranspiração e os estoques de água do solo são utilizados lentamente pela vegetação, de forma que os maiores déficits só vêm a ocorrer a

SOLO	COBERTURA VEGETAL	ÁREA CORRESPONDENTE (%)	CAPACIDADE DE CAMPO (mm)
Arenoso fino	Pastagem	3,0	100
	Cerrado	0,3	200
	Mata	0,2	250
Franco arenoso fino	Pastagem	2,8	150
	Cerrado	0,8	250
	Mata	0,3	300
Franco limoso	Pastagem	38,0	250
	Cerrado	2,0	300
	Mata	10,0	400
	Cultura	0,5	200
	Reflorestamento	0,8	400
Franco argiloso	Pastagem	20,0	250
	Cerrado	11,0	300
	Mata	1,4	400
	Reflorestamento	0,2	400
Área Urbana		8,7	20

Quadro 3 - Determinação da capacidade de campo para a área da APA.

Capacidade de campo resultante:
c.c. = 248 mm.

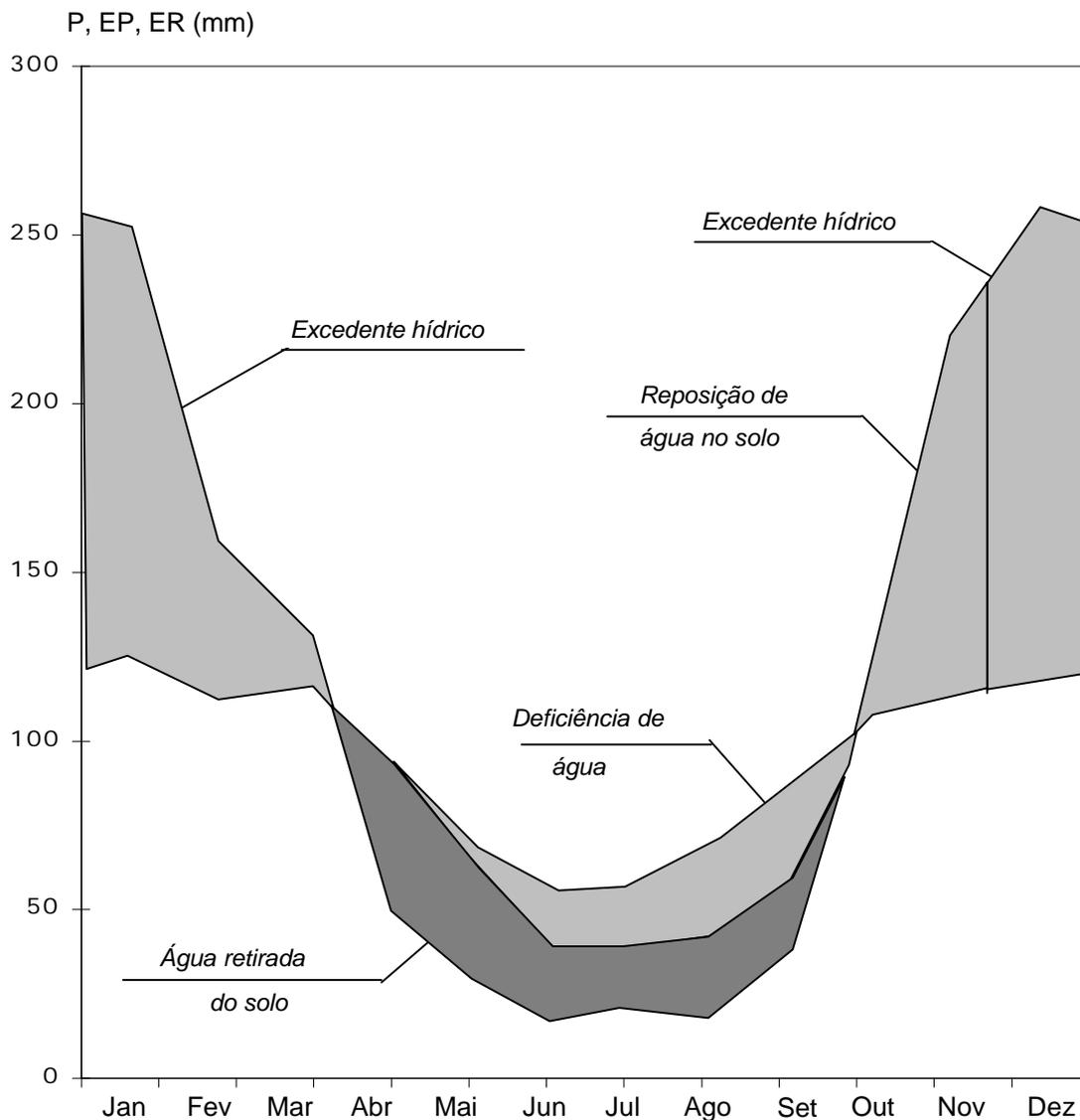
Para simplicidade de cálculo foi adotado o valor de 250mm. O balanço calculado está apresentado na [Figura 11](#).

Os resultados obtidos para os parâmetros intervenientes foram os seguintes:

- Precipitação total anual relativa ao período 1961-1990: 1286,5mm;
- Evapotranspiração potencial total anual: 1094,6mm;
- Evapotranspiração real total anual: 995,6mm;
- Excedente Hídrico: 290,9mm;
- Deficiência Hídrica: 99,0mm.

partir de meados de junho. Com o início das chuvas, nos meses de outubro e novembro, ocorre a reposição de água no solo, até que se alcance a capacidade de campo considerada, ou seja, 200mm.

O excedente hídrico, bastante significativo, inicia-se em dezembro, estendendo-se até março; nesse período, ocorrem as máximas descargas fluviométricas observadas no ano.



Capacidade de campo adotada: 250mm
 Período estudado: 1961 a 1990

Figura 11 - Balanço Hídrico de Thornthwaite para a APA Carste de Lagoa Santa.

4.7 - Classificações climáticas

As classificações climáticas são normalmente fundamentadas na relação entre algumas variáveis climatológicas e fatores ambientais intervenientes, tais como vegetação, solo, dentre outros.

A classificação de Köppen (in Heras, 1972) baseia-se na precipitação e na temperatura média do ar e enquadra a região da APA no tipo climático Aw, ou seja, tropical úmido com inverno seco e verão chuvoso, uma vez que a temperatura média do mês mais frio é superior à 18°C e os totais pluviométricos anuais encontram-se em média entre 1000 e 1500mm.

Outra classificação bastante difundida é a de Thornthwaite (in Nimer, 1989), que emprega o índice hídrico para caracterizar a eficiência pluvial e a evapotranspiração potencial como indicadora da eficiência térmica. O índice hídrico é função do excedente e da deficiência de água, determinados no balanço de águas em relação à evapotranspiração potencial, ou seja:

$$I_m = I_h - (0,6I_a)$$

onde:

I_m = índice hídrico;

I_h = índice de umidade, dado por:

$$I_h = \frac{100 \cdot s}{ET_0}, \text{ onde:}$$

s = excedente hídrico (mm);

ET_0 = evapotranspiração potencial (mm);

I_a = índice de aridez, dado por:

$$I_a = \frac{100d}{ET_0}, \text{ onde:}$$

d = deficiência hídrica (mm);

Para a APA, tem-se:

I_h	I_a	I_m	$ET_0(\text{mm})$
26,6	9,0	21,2	1094,6

Portanto, segundo a classificação de Thornthwaite, a região apresenta clima do tipo $B_1 r B'_4 a'$, onde:

- B_1 corresponde ao tipo climático primeiro úmido ($20 < I_m < 40$);
- r indica pouca deficiência de água ($0 < I_a < 16,7$);
- B'_4 corresponde ao tipo climático quarto mesotérmico, indicador de grande eficiência térmica ($997 < EP < 1140$ mm);

- a' indica que a concentração da eficiência térmica no verão é inferior a 48% da eficiência térmica anual.

Nimer (1977) desenvolveu uma classificação climática para as regiões brasileiras baseada em critérios adaptados de diversos autores. De acordo com sua classificação, a região apresenta clima tropical subquente semi-úmido, com um período seco de quatro meses, iniciando-se em maio e estendendo-se até agosto.

5 - HIDROLOGIA SUPERFICIAL

5.1 - Características hidrográficas e ambientais

Para o levantamento hidrográfico da região de entorno da APA Carste de Lagoa Santa, foram utilizadas as cartas planialtimétricas de Sete Lagoas (escala 1:100.000), Pedro Leopoldo e Lagoa Santa (escala 1:50.000), publicadas pelo IBGE em 1976 e 1977, bem como as cartas de Belo Horizonte e Divinópolis, na escala 1:250.000, editadas pelo IBGE em 1979. A bacia do rio das Velhas foi levantada utilizando-se as cartas de Belo Horizonte e Rio de Janeiro, na escala 1:1.000.000, editadas pelo IBGE em 1972 e 1978, respectivamente. As áreas de drenagem das sub-bacias foram planimetradas e os comprimentos dos talwegues obtidos com a utilização de um curvímetro.

Foram também bastante utilizadas as ortofotos na escala 1:10.000, obtidas a partir do levantamento aerofotogramétrico realizado em 1991 para a CEMIG, que, associadas aos levantamentos de campo, subsidiaram a análise dos aspectos ambientais e de ocupação das sub-bacias.

5.1.1 - Hidrografia da área de entorno

Toda a APA é parte integrante da bacia do rio das Velhas, por sua vez, pertencente à grande bacia do rio São Francisco. O rio das Velhas é, inclusive, o limite natural da APA em toda sua porção norte-nordeste.

O rio das Velhas tem suas nascentes na serra do Veloso, nas proximidades da cidade de Ouro Preto, MG, numa altitude de 1.300m. A partir das nascentes, desenvolve-se predominantemente no sentido SSE-NNW, apresentando uma extensão total de 715km, até desaguar no rio São Francisco, na Barra do Guaicuí, a jusante da cidade de Pirapora, MG. Seus principais afluentes são, pela margem direita, os rios Taquaraçu, Jaboticatubas, Paraúna, Pardo e Curimataí e, pela margem esquerda, os ribeirões da Mata, Jequitibá, do Picão e o rio Bicudo.

De porte expressivo, a bacia do rio das Velhas possui uma área de drenagem de 29.173km². A APA Carste de Lagoa Santa está inserida na porção média superior esquerda da bacia,

conforme mostra a [Figura 12](#). Considerando-se a magnitude da bacia do rio das Velhas, a parcela correspondente à APA, de 363km², é pouco significativa, representando apenas 1,25% da área de drenagem total da bacia.

Assim sendo, à exceção do ribeirão da Mata, afluente expressivo do rio das Velhas cuja sub-bacia engloba uma pequena parcela da área em estudo, todos os demais tributários do rio das Velhas localizados na APA são de pequeno porte, gerando uma contribuição hídrica pouco expressiva quanto ao aspecto quantitativo. Entretanto, sob o aspecto qualitativo, em função da boa qualidade de suas águas, contribuem de forma positiva para a diluição do grande volume de esgotos e de efluentes lançados no rio das Velhas a montante da APA, proveniente principalmente da Região Metropolitana de Belo Horizonte.

A APA é delimitada ao sul pelo ribeirão da Mata, cujas nascentes estão localizadas na extremidade sudoeste do município de Matozinhos, numa altitude de 1020m. Este ribeirão apresenta um desenvolvimento total de 72,3km, sendo que nos primeiros 17km possui orientação predominante SE-NW. A partir daí, seu curso toma o sentido leste e posteriormente sudeste, até desaguar na margem esquerda do rio das Velhas, na cota altimétrica 668m. Seus principais tributários são os ribeirões Braúnas, do Urubu, das Neves, Areias e os córregos Carrancas e Sujo, todos eles afluentes pela margem direita e portanto, localizados fora dos limites da APA.

A bacia do ribeirão da Mata apresenta área de drenagem de 757km². Desse total, apenas 37,5km² estão compreendidos dentro dos limites da APA, o que representa menos de 5% da área total da bacia. Essa parcela, no entanto, engloba grande parte das contribuições pela margem esquerda do ribeirão da Mata, contribuições essas significativamente inferiores àquelas provenientes da margem direita.

Ao longo de seu curso, o ribeirão da Mata margeia as cidades de Capim Branco, Matozinhos, Dr. Lund e Vespasiano, sendo utilizado como corpo receptor de esgotos urbanos e de efluentes industriais diversos, no geral, lançados sem nenhum tratamento prévio

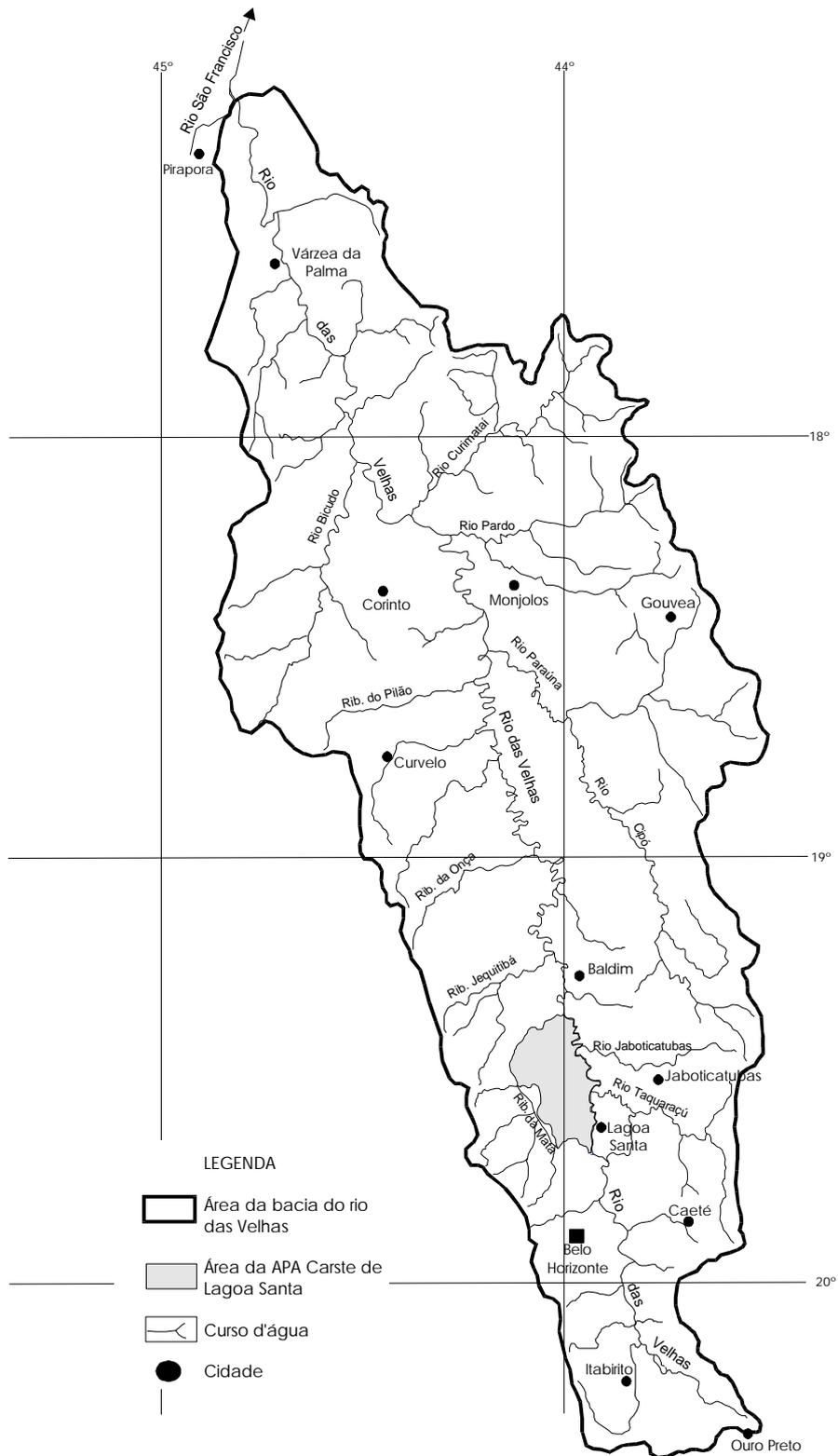


Figura 12 - Localização da APA Carste de Lagoa Santa na bacia do Rio das Velhas.

em sua calha. Nos últimos anos, foram registrados, inclusive, eventos isolados de mortandade de peixes, provavelmente associados a descargas de efluentes tóxicos.

Outro problema detectado no ribeirão da Mata e em alguns de seus tributários, principalmente nos ribeirões das Neves e das Areias, é a extração de areia, muitas vezes realizada através de dragagem clandestina, o que vem causando uma grande degradação em alguns segmentos desses cursos d'água. Essa atividade, assim como o grau de degradação das margens em locais onde ocorreu a extração, pode ser observada ao longo da rodovia MG-424, que margeia o ribeirão da Mata. Toda a areia extraída é utilizada pela construção civil na região metropolitana de Belo Horizonte.

Em seu alto curso, à montante da cidade de Matozinhos, as águas do ribeirão da Mata são utilizadas para irrigação de pequenas culturas agrícolas temporárias, principalmente hortaliças. Algumas indústrias, dentre elas as cimenteiras Ciminas e Cauê, localizadas no município de Pedro Leopoldo, possuem sistemas de captação d'água no ribeirão, para utilização em seus processos industriais e de refrigeração. As águas captadas, geralmente são submetidas a um processo de tratamento, objetivando sua adequação aos padrões de qualidade exigidos. A Cimento Cauê utiliza as águas também para abastecimento dos empregados e das instalações da fábrica, após tratamento convencional.

5.1.2 - Cursos D'água

Dentro da área da APA, os principais cursos d'água são os córregos do Jaque, Samambaia, Palmeira, Jaguará e Gordura, todos eles localizados em áreas rurais, com características cársticas.

Córrego do Jaque

Este córrego está localizado no município de Lagoa Santa e é formado a partir da confluência dos córregos do Fidalgo e Capão de Santana, seus tributários. Possui uma extensão total de 16,8km sob orientação S-N, desaguardo na margem esquerda do rio das Velhas próximo à localidade conhecida como Campinho de Baixo. Sua bacia apresenta área de drenagem de 57,34km², sendo que, na porção noroeste da bacia, podem ser encontradas algumas feições

geomorfológicas com características cársticas, principalmente dolinas e pequenas lagoas, dentre elas as lagoas do Fidalgo e das Velhas, com características intermitentes, e as lagoas Olhos D'água e do Sangrador, perenes.

O córrego do Jaque é um curso d'água rural e encontra-se, no geral, relativamente preservado. Possui vegetação ciliar, que, embora pouco densa, pode ser encontrada em grande parte de seu curso. Não foram verificados sinais de assoreamento nos segmentos vistoriados nos levantamentos de campo. Por outro lado, seus principais afluentes, córregos Fidalgo e Capão de Santana quase não apresentam cobertura vegetal de margens. Cabe ressaltar que as cabeceiras do córrego Fidalgo foram urbanizadas em meados da década de 80 para a implantação de condomínios residenciais de luxo localizados na área adjacente à estrada de acesso ao Aeroporto de Confins. Esses condomínios, embora apresentem boa infraestrutura, não possuem rede de esgotos, sendo utilizado o sistema de fossas. Por esse motivo, não existem lançamentos de esgotos domésticos provenientes dos condomínios, no córrego. Por outro lado, o córrego do Fidalgo é receptor dos efluentes da estação de tratamento de esgotos do aeroporto de Confins, após a redução da DBO através um sistema de lagoas facultativas.

Quanto ao uso, as águas do córrego do Jaque são utilizadas em propriedades rurais, principalmente para dessedentação de animais e irrigação de pequenas culturas temporárias.

Córrego Samambaia

Este córrego está localizado no município de Pedro Leopoldo. É um curso d'água com características tipicamente cársticas, formado a partir das surgências da Samambaia e do Engenho. Desenvolve-se sob orientação SW-NE, numa extensão de cerca de 9,1km, até desaguardo na lagoa do Sumidouro. Embora apresente baixas vazões, inclusive nos períodos de cheias (estimou-se a descarga média anual da ordem de 0,35 m³/s para o ano de 1994), é responsável pelas maiores contribuições àquela lagoa. Sua sub-bacia possui uma área de drenagem de aproximadamente 58,22km². Contudo, em função dos sistemas de fluxo locais do aquífero cárstico, é provável que as águas provenientes da sub-bacia da lagoa de

Confins, localizada na vertente sul do platô onde foi implantado o Aeroporto Internacional Tancredo Neves, drenam sub-superficialmente para a bacia do córrego Samambaia. Neste caso, deve ser considerada uma área de drenagem adicional de cerca de 14,24km², correspondente àquela sub-bacia, perfazendo, portanto, uma área total de 72,46km².

Auler (1994) identificou uma série de surgências e sumidouros na bacia do córrego Samambaia, dentre elas as surgências da Gameleira e Palestina, localizadas próximo à lagoa do Sumidouro e, mais a montante, as do Engenho e da Samambaia. Os sumidouros identificados são os da Chácara, da Gruta do Curral e do Francês, cujas águas drenam sub-superficialmente para a surgência Palestina, os sumidouros Água Fria e Cocho d'Água que drenam para a surgência do Engenho e as Grutas do Paredão e da Lapa Vermelha I, cujas águas possivelmente afloram na surgência da Samambaia.

Com relação aos aspectos ambientais, o córrego Samambaia desenvolve-se em área essencialmente rural, apresentando boas condições de preservação, não tendo sido observado nenhum lançamento de esgotos ou de efluentes. Contudo, foi detectada em segmentos significativos do córrego, principalmente a partir de seu médio curso, a ausência de vegetação de margens, provavelmente retirada para a implantação de pastagens.

As águas do córrego Samambaia são utilizadas em propriedades rurais para a dessedentação de animais e irrigação de pequenas culturas.

Córrego Palmeira

Este córrego está localizado ao norte da cidade de Matozinhos, na região adjacente à rodovia de acesso a Prudente de Moraes. Suas nascentes estão inseridas na área onde foi implantado um condomínio de chácaras conhecido como Quintas da Fazendinha, pertencente ao município de Matozinhos. Desenvolve-se sob orientação NW-SE margeando, a partir de seu médio curso, uma longa formação calcária e apresentando uma série de sumidouros e ressurgências subseqüentes até finalmente ser capturado pelo aquífero cárstico no maciço calcário pertencente à Cimento Mauá Minerações. A extensão total do córrego é de apenas 5,8km.

Auler (1994) realizou uma série de testes com utilização de traçadores na área, tendo identificado a ressurgência de Mucambo, a cerca de 2,5km a noroeste daquele maciço, como o ponto de emergência das águas do córrego Palmeira, que posteriormente, drenam superficialmente para o rio das Velhas, através dos córregos Mucambo e Jaguará.

A sub-bacia do córrego Palmeira possui uma área de drenagem de aproximadamente 16,4km², apresentando características típicas de um sistema fluvio-cárstico. Do ponto de vista ambiental, em função dessas características, é fundamental a adoção de medidas de preservação em toda a área da sub-bacia, objetivando a preservação da qualidade de suas águas para que não ocorra a contaminação do aquífero.

À época dos levantamentos de campo, não foram observados lançamentos de esgotos ou efluentes no córrego. Entretanto, uma parcela da sub-bacia está localizada fora dos limites da APA, drenando uma área com ocorrência de atividade industrial, o que intensifica os riscos de contaminação. Segundo informações de moradores da Fazenda Bom Jardim, localizada na área adjacente ao córrego, essas águas são utilizadas "in natura" para o abastecimento doméstico, dessedentação animal e na irrigação de culturas temporárias.

Córrego Jaguará

Este córrego é formado a partir da confluência do córrego Mucambo com as águas provenientes da grande surgência da Jaguará. Está localizado no município de Matozinhos, ao norte da localidade de Mocambeiro, desenvolvendo-se no sentido SW-NE numa extensão de cerca de 13,8km, até desaguar no rio das Velhas.

A sub-bacia do córrego Jaguará possui uma área de drenagem de aproximadamente 132,2km², incluída a contribuição relativa ao córrego Palmeira. Grande parte da sub-bacia, principalmente as parcelas correspondentes às suas porções sul e noroeste, é intensamente carstificada, caracterizada pela ocorrência sistemática de dolinas, pequenas lagoas, grutas e sumidouros. Nessas áreas, o escoamento superficial é muito pouco expressivo, uma vez que os sistemas hídricos de fluxo são predominantemente subsuperficiais. Por este

motivo, os limites topográficos da sub-bacia hidrográfica não são bem definidos nesses locais e a sub-bacia não representa, neste caso, um sistema hídrico fechado, uma vez que podem ocorrer contribuições provenientes de áreas circunvizinhas ou fugas da sub-bacia para as áreas adjacentes, através do sistema aquífero local.

Auler (1994) identificou cinco sumidouros na porção noroeste da sub-bacia do córrego Jaguará e pelo menos outros seis na porção sul, cujas águas, da mesma forma que as do córrego Palmeiras, afloram na ressurgência do Mucambo, dando início ao córrego de mesmo nome. Cerca de 3km a jusante dessa ressurgência, dentro da Fazenda Experiência da Jaguará, há de se registrar a existência de uma grande surgência, conhecida como surgência da Jaguará, cujas águas, a partir da confluência com o córrego Mucambo, formam o córrego Jaguará. Essas águas apresentam vazões significativas e características físicas diferentes daquelas provenientes da ressurgência do Mucambo. Contudo, sua origem não é conhecida, não tendo sido identificada pelos testes realizados por Auler.

A sub-bacia do córrego Jaguará drena uma região predominantemente rural, de grande beleza. O córrego encontra-se bastante preservado, apresentando vegetação ciliar em grande parte de sua extensão. Não foi verificada a presença de material de assoreamento ao longo do seu curso. Em seu médio curso, o córrego sofreu, há alguns anos, um represamento com vistas à implantação de um pequeno sistema de geração de energia para a Fazenda Jaguará. Atualmente este sistema encontra-se desativado. O lago formado é utilizado pelos habitantes locais para pesca recreativa e em atividades de contato primário.

As águas dos córregos Mucambo e Jaguará são utilizadas na irrigação de culturas, inclusive através de sistemas de pivôs centrais, na dessedentação de animais e no abastecimento de algumas propriedades rurais. Não foi observado, durante os levantamentos de campo, o lançamento de esgotos em ambos os córregos.

Córrego Gordura

Este córrego, também conhecido como riacho da Gordura ou riacho D'Antas, está localizado na extremidade norte da APA, e apresenta características similares às do córrego Jaguará. Seu curso descreve um arco, apresentando inicialmente orientação NW-SE e posteriormente W-E e SW-NE, até desaguar no rio das Velhas na divisa dos municípios de Matozinhos e Funilândia. A extensão total do córrego é de 11,2km.

A sub-bacia do córrego Gordura apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 92,6km², sendo que uma grande parcela, correspondente à toda a porção oeste/noroeste da bacia, encontra-se fora dos limites da APA. Toda esta área é muito carstificada e, praticamente, não apresenta escoamento superficial. Por outro lado, possui uma série de nascentes, surgências, grutas e sumidouros que alimentam um complexo sistema de fluxo subterrâneo. As águas captadas nessas áreas escoam sub-superficialmente, indo aflorar nas ressurgências existentes a partir da porção média da bacia, em especial na grande ressurgência da Gordura, a maior da região. A partir daí, adquirem características superficiais, escoando pelo leito do córrego da Gordura até a confluência com o rio das Velhas. A sub-bacia do riacho Gordura não representa um sistema hídrico fechado, uma vez que pode ocorrer fluxo de água, através do sistema aquífero, entre ela e as áreas circunvizinhas.

Toda a região da sub-bacia é essencialmente rural, encontrando-se no geral bastante preservada. No entanto, o córrego Gordura quase não apresenta cobertura vegetal ciliar, que foi retirada provavelmente para a implantação de pastagens.

As águas do córrego são utilizadas para dessedentação de animais, na irrigação de culturas agrícolas, inclusive através de sistemas de pivôs centrais e em eventuais atividades recreativas de contato primário e pesca recreativa. Várias propriedades rurais utilizam águas de nascentes e de surgências para abastecimento doméstico.

5.1.3 - As lagoas

Em função das características cársticas da área, há de se ressaltar a ocorrência de uma

série de lagoas, distribuídas ao longo de toda APA, com maior concentração nas áreas correspondentes às planícies cársticas de Mocamboiro e Fidalgo. Essas lagoas, em sua maioria, apresentam características temporárias, com ciclos anuais ou plurianuais, condicionados pelo regime pluviométrico associado ao nível freático e aos sistemas de fluxo do aquífero cárstico. Dentre elas, podem ser citadas as lagoas Maria Angélica, Vargem da Pedra, do Brejo e Cerca das Achas, localizadas próximo à localidade de Mocamboiro, todas elas intermitentes; as lagoas Vargem de Fora, dos Porcos, Grande, Pequena e de Dentro, também intermitentes, localizadas ao longo da planície do córrego Jaguará; as lagoas Santo Antônio, de Confins, Vargem Bonita, dos Mares e Olhos D'água, localizadas ao sul da APA, e as lagoas do Fidalgo, Samambaia, das Velhas, da Lapinha e do Sumidouro, inseridas na porção leste/nordeste da APA.

A lagoa do Sumidouro é o principal corpo lacustre na região em estudo. Está localizada na porção nordeste da APA, na área adjacente à localidade de Fidalgo. Suas águas, em grande parte, são provenientes do córrego Samambaia. Não é perene, apresentando ciclo plurianual. Segundo Kohler (1989), este ciclo gira em torno de 12 anos, tendo se verificado que a mesma se manteve vazia por um período de 8 meses nos anos de 1975-76 e por cerca de 2 meses nos anos de 1987-88.

Auler (1994) realizou uma série de testes com traçadores na região de entorno da lagoa, objetivando determinar os pontos de ressurgência de suas águas. Contudo, seus estudos não foram conclusivos, uma vez que as respostas obtidas nas prováveis ressurgências (Poço Azul, Lagoa da Mata e Olho d'água) foram negativas. Em junho de 1997, o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear (CDTN) também realizou algumas medições na região da lagoa do Sumidouro com o uso de traçadores, tendo detectado traços das substâncias utilizadas nos testes na ressurgência de Poço Azul, localizada a aproximadamente 2km da lagoa, próximo ao rio das Velhas. Devido às baixas concentrações observadas, possivelmente decorrentes da grande diluição verificada na lagoa, esses estudos também não foram conclusivos, devendo ainda ser realizados testes

adicionais, para a confirmação dos resultados obtidos.

Quanto ao uso, as águas da lagoa são utilizadas para irrigação de culturas em propriedades rurais adjacentes e para a dessedentação de animais. Embora não tenha sido observado durante os levantamentos de campo o lançamento de esgotos domésticos na lagoa, esta hipótese não deve ser descartada, em função da ocupação urbana ao longo de sua orla.

Outra lagoa expressiva é a lagoa dos Mares, localizada ao sul da APA, na área adjacente ao vale do ribeirão da Mata. É uma das poucas lagoas perenes da região e suas águas drenam subsuperficialmente para uma ressurgência próxima ao ribeirão da Mata. Toda sua área de entorno está urbanizada, tendo sido ocupada por chácaras e casas de campo. A lagoa é utilizada como opção de lazer pela população local, sendo, inclusive, muito visitada por turistas provenientes da Região Metropolitana de Belo Horizonte. Observou-se, entretanto, quando dos levantamentos de campo, que todo o espelho d'água da lagoa estava coberto por aguapés, o que sugere a presença de matéria orgânica proveniente de lançamento de esgotos domésticos.

Com relação às demais lagoas, observa-se que, no geral, as diversas atividades antropogênicas desenvolvidas na região, em especial as minerárias, vêm alterando o regime hídrico de algumas lagoas, tendo sido observadas alterações significativas de nível, o que, em alguns casos, tem causado prejuízos em propriedades rurais e localidades adjacentes. Como exemplo, podem ser citadas a lagoa Santo Antônio, que teve seus sumidouros tamponados por um aterramento realizado por uma mineradora, causando elevações progressivas de nível, e as lagoas localizadas dentro da cidade de Confins, que também sofreram alterações de nível, possivelmente associadas à implantação do sistema de drenagem superficial do Aeroporto Internacional Tancredo Neves.

O mapa representativo das sub-bacias hidrográficas da APA está apresentado na [Figura 13](#). As características físicas das principais sub-bacias estão mostradas no [Quadro 4](#).

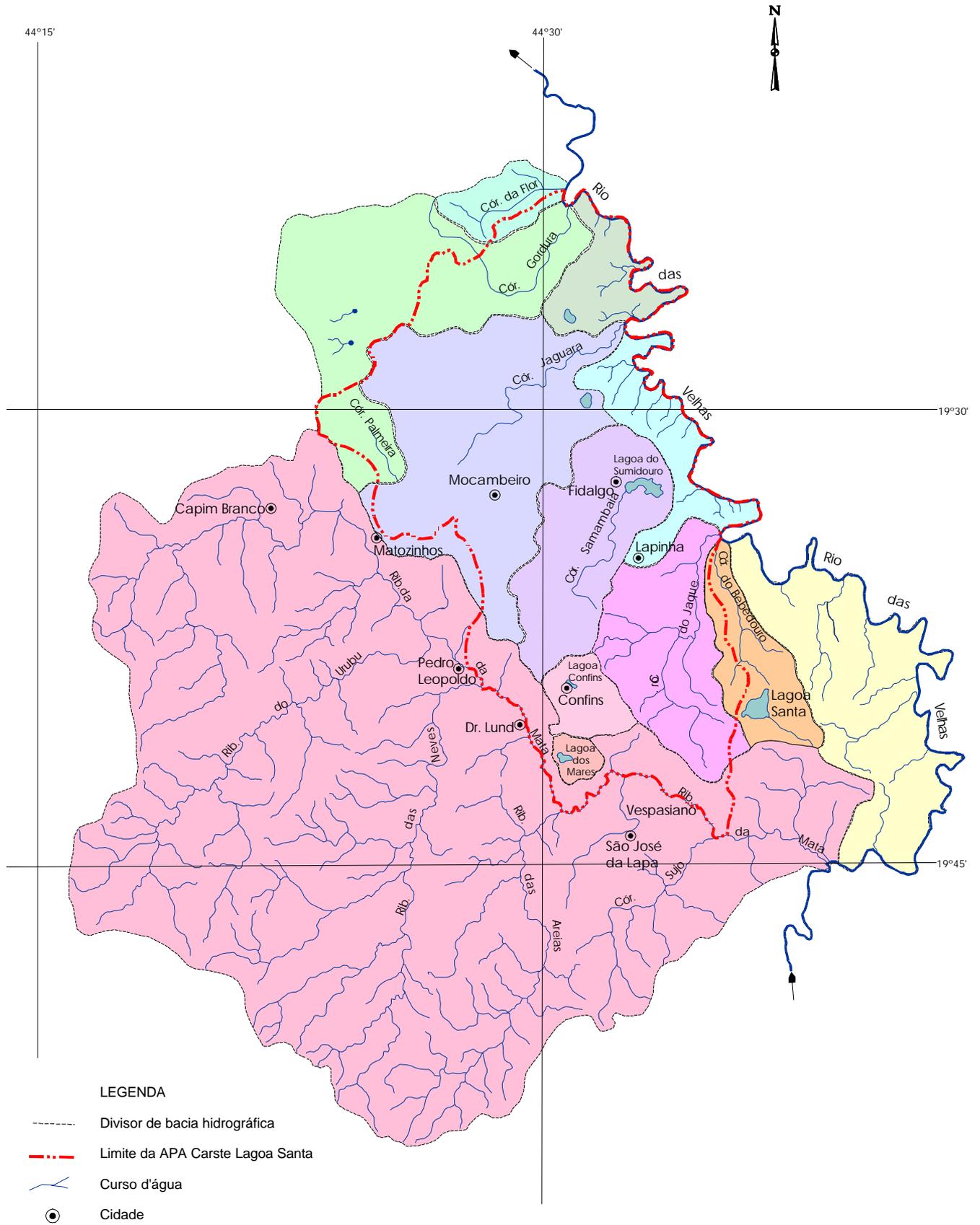


Figura 13 - Mapa das Sub-bacias Hidrográficas na Região da APA.

CORPO D'ÁGUA	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	COMPRIMENTO DE TALVEGUE (km)
ribeirão da Mata	756,8	72,3
córrego do Jaque	57,34	16,8
córrego Samambaia/ lagoa do Sumidouro	58,22	9,1
córrego Palmeira	16,40	5,8
córrego Jaguará	115,81	13,8
córrego Gordura	92,64	11,2
lagoa de Confins	14,24	-
lagoa dos Mares	4,68	-

Quadro 4 - Características físicas da sub-bacias.

5.2 - Avaliação das disponibilidades hídricas de superfície

A avaliação quantitativa dos recursos hídricos de superfície é de fundamental importância para o estabelecimento de programas de utilização e controle desses recursos. Ela é normalmente efetuada utilizando-se os dados hidrométricos básicos (cotas limimétricas e medições de descarga líquida), obtidos através da operação da rede hidrométrica mantida por entidades públicas de âmbito federal e estadual.

No caso da APA Carste de Lagoa Santa, em função da pequena magnitude da maioria de seus cursos d'água, à época em que foram iniciados os estudos para o Projeto VIDA, em abril de 1991, só se dispunha de dados das estações hidrométricas de Vespasiano no ribeirão da Mata e Ponte Raul Soares no rio das Velhas, operadas pelo DNAEE, razão pela qual foram implantadas algumas estações fluviométricas adicionais nos principais cursos d'água da área e na lagoa do Sumidouro.

Essas novas estações foram instaladas em meados de 1991. Foram contratados observadores para a realização de leituras diárias de cotas em horários preestabelecidos e executadas medições de descarga líquida objetivando a determinação de curvas-chave que permitissem a transformação dos dados de cota observados em vazão. A [Figura 14](#) mostra as estações implantadas e as existentes na área do projeto. A localização das estações assim como as características físicas das sub-bacias no local das medições estão apresentadas no [Quadro 5](#).

Devido a problemas orçamentários, associados à dificuldade de se conseguir observadores com suficiente grau de instrução e que residissem próximo aos locais de medição para a realização

correta das leituras de réguas, a operação das estações implantadas foi bastante prejudicada, o que resultou em sua extinção no início de 1994.

5.2.1 - Análise preliminar dos dados coletados

Para a avaliação preliminar dos dados coletados procurou-se inicialmente comparar as cotas observadas nas estações implantadas de forma a se verificar a existência de um padrão comum de comportamento entre as mesmas. Observou-se que, à exceção do córrego Gordura na estação Fazenda Riacho D'Antas, que apresentou um comportamento anômalo, todos os demais cursos d'água seguem um mesmo padrão básico, apresentando, contudo, maiores diferenças no período chuvoso.

Devido às pequenas dimensões das sub-bacias drenadas, o tempo de base das cheias, ou seja, o tempo entre o início e o final das cheias, é muito curto. Assim sendo, as leituras diárias, efetuadas às 7 e 17 horas, não conseguem exprimir com fidelidade as ondas de cheia e a vazão média no período chuvoso. Na época de seca, devido à lenta redução dos níveis d'água, as leituras nesses horários exprimem a evolução natural dos níveis no período. Desta forma, os dados coletados devem ser utilizados com cautela ao se considerar o período chuvoso; por outro lado, na estação seca, os mesmos podem ser utilizados com maior confiança.

Os dados do córrego Gordura na estação Fazenda Riacho D'Antas apresentaram um comportamento bastante divergente do das demais estações, cujas causas podem estar relacionadas à deficiência do observador ou a um regime hidrológico anômalo possivelmente em virtude das características cársticas da sub-bacia.

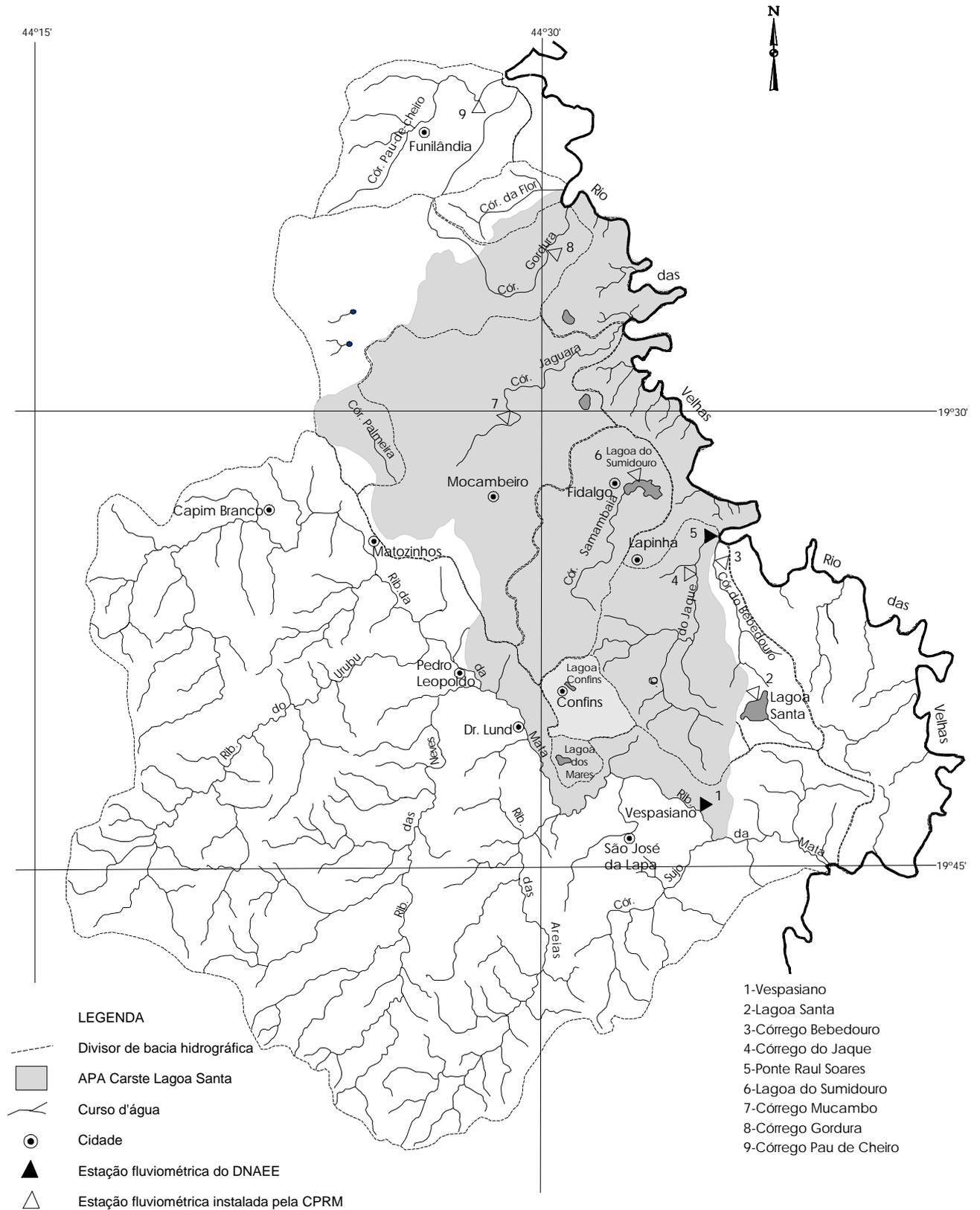


Figura 14 - Localização das Estações Fluviométricas existentes na área.

ESTAÇÃO/ LOCALIZAÇÃO	CÓDIGO	CURSO D'ÁGUA	PERÍODO DE DADOS	ÁREA DE DRENAGEM (km ²)	COMPRIMENTO DE TALVEGUE (km)
Ponte Raul Soares (1)	41340000	rio das Velhas	1938-1992	4780	196,7
Localização: margem esquerda do rio das Velhas, junto à ponte de acesso a Jaboticatubas					
Vespasiano (1)	41250000	ribeirão da Mata	1939-1992	676	63,2
Localização: margem esquerda do rib. da Mata, dentro da cidade de Vespasiano, cerca de 32m a montante do pontilhão de ferro.					
Bebedouro (2)		córrego Bebedouro	1991-1993	29,5	7,6
Localização: margem esquerda do cór. Bebedouro, próximo à Av. São Sebastião, 3000, na localidade de Campinho.					
Campinho (3)	-	córrego do Jaque	1991-1994	47,42	14,1
Localização: margem direita do cór. do Jaque, a 50m a montante da ponte da rodovia Campinho - Gruta da Lapinha					
lagoa do Sumidouro (3)	-	lagoa do Sumidouro	1991-1994	58,22	-
Localização: às margens da lagoa, próximo à Rua Fazenda do Sobrado.					
Fazenda Mucambo (3)		córrego Mucambo	1991-1993	99,80	3,8
Localização: margem esquerda do cór. Mucambo, faz. Mucambo, cerca de 1200m a montante da ponte de acesso à faz. Cauaia					
Faz. Riacho D'Antas (3)		córrego Gordura	1991-1993	84,13	8,7
Localização: margem direita do cór. Gordura, junto à ponte da rodovia Matozinhos - Funilândia., na faz. Riacho D'Antas.					
Fazenda Boa Vista (2)		córrego Pau de Cheiro	1991-1993	43,9	13,0
Localização: margem direita do cór. Pau de Cheiro na Fazenda Boa Vista, nas imediações da cidade de Funilândia.					

(1) Estação pertencente à rede hidrometeorológica do DNAEE, operada pela CPRM;

(2) Estação implantada pela CPRM na região de entorno da APA para o Projeto VIDA;

(3) Estação implantada pela CPRM na área da APA para o Projeto VIDA.

Quadro 5 - Características das estações fluviométricas na área da APA e das sub-bacias correspondentes.

No que se refere à lagoa do Sumidouro, as observações coletadas, embora prejudicadas por diversas falhas, permitiram a avaliação da oscilação do nível d'água ao longo do ano, além de fornecer indicações sobre o comportamento dos cursos d'água abastecedores, em especial o córrego Samambaia. Observou-se que as variações de nível seguiam a mesma tendência dos cursos d'água da área.

5.2.2 - Determinação das vazões no período observado

Para a obtenção das vazões nos locais das estações implantadas, foi necessária a definição, para cada estação, das curvas-chave, ou seja, das relações cota-descarga. A determinação dessas curvas é efetuada a partir das cotas observadas e das medições de vazão, que devem abranger a maior amplitude de cotas possível, de forma a se determinar curvas representativas dos regimes de cheia e estiagem. Entretanto, a maioria das estações implantadas apresentaram diversas falhas nas séries de dados, e como sua operação foi realizada de forma descontínua em função da escassez de recursos financeiros, não se obteve um número suficientemente representa-

tivo de medições de descarga, o que demandou extrapolações na definição das curvas-chave. Contudo, os dados de vazões obtidos, mesmo considerando-se o pequeno período de observações, geraram informações importantes sobre o regime hídrico da área, uma vez que não se dispunha de quaisquer outros dados hidrométricos da região.

No caso das duas estações pertencentes à rede do DNAEE (Vespasiano e Ponte Raul Soares), foram utilizados, para o período anterior a 1976, os dados de vazões constantes do Boletim Fluviométrico F-4.01, publicado pelo DNAEE em 1989. A partir de 1976, foram usados os dados de vazões médias diárias constantes do Estudo de Consistência de Dados Fluviométricos da sub-bacia 41, em elaboração pelo Departamento de Hidrologia do Escritório Central da CPRM no Rio de Janeiro, para o DNAEE, o qual engloba o período de 1976 a 1993.

Os dados de vazões médias mensais e características anuais das estações estudadas estão apresentadas no Anexo I. As vazões médias diárias, embora não apresentadas, encontram-se disponíveis para consulta nos arquivos da CPRM.

As Figuras 15 e 16 mostram os histogramas de vazões médias mensais e médias anuais das estações de Ponte Raul Soares (rio das Velhas) e Vespasiano (ribeirão da Mata), considerando-se para tal o ano hidrológico, que é definido pelo período compreendido entre os meses outubro/setembro. Como exemplo, o ano hidrológico de 1980 inicia-se em 01 de outubro de 1979, finalizando em 30 de setembro de 1980. Cabe observar que os dados de vazões correspondentes ao período 1977-1983 da estação Ponte Raul Soares são relativos à estação Ponte Raul Soares Jusante, tendo sido agregados à série daquela estação em função da grande proximidade entre ambas, gerando portanto uma série única de dados.

O rio das Velhas em Ponte Raul Soares apresentou, para o período 1939-1992, descarga média anual de longo termo de $76,82\text{m}^3/\text{s}$ (ano hidrológico). Considerando-se a variação ao longo do ano médio, as maiores descargas mensais, da ordem de $161,6\text{m}^3/\text{s}$, ocorreram em janeiro, e as menores, de $34,2\text{m}^3/\text{s}$, em setembro. No caso do ribeirão da Mata em Vespasiano, a descarga média anual no período 1940-1992 considerando-se o ano hidrológico, foi de $7,91\text{m}^3/\text{s}$. A variação ao longo do ano médio apresentou máximas mensais em janeiro, da ordem de $16,23\text{m}^3/\text{s}$, e mínimas em setembro, de $3,17\text{m}^3/\text{s}$.

Na Figura 17 estão apresentadas as vazões específicas médias mensais das estações implantadas nos cursos d'água da região da APA, juntamente com as das estações de Ponte Raul Soares e Vespasiano, para o período 1991-1993. A partir da análise dessa figura, verifica-se que ocorre um padrão similar no comportamento hidrológico das estações, à exceção da estação Fazenda Riacho D'Antas, padrão esse típico da região sudeste do país, o que vem indicar que, apesar das restrições para a elaboração das curvas-chave, os dados obtidos para as estações implantadas refletem relativamente bem a realidade. No entanto, seu emprego deve ser considerado com reservas, principalmente nos períodos de cheias, em função dos diversos fatores citados anteriormente.

No caso do córrego Gordura, o Centro de Desenvolvimento de Tecnologia Nuclear - CDTN, realizou, em meados de junho de 1997, uma medição de descarga líquida, com a utiliza-

ção de traçadores, na surgência da Gordura, uma grande surgência do aquífero cárstico localizada na Fazenda da Gordura, a montante do local onde foi instalada a estação Fazenda Riacho D'Antas e que drena para o referido córrego. O resultado da vazão medida foi da ordem de $1,9\text{m}^3/\text{s}$, e, portanto, superior aos dados de vazão obtidos naquela estação nos meses de maio e julho de 1992 e 1993 (Anexo I). Este novo dado sugere que a elevação dos valores de vazões verificadas naqueles meses, em relação aos meses anteriores, podem ser decorrentes do sistema aquífero local, gerando as anomalias observadas quando as vazões são comparadas com as das demais estações da área. Contudo, isto só poderá ser confirmado através da reinstalação da estação e da realização de medições de descarga periódicas no curso d'água e na surgência da Gordura.

Auler realizou, em outubro de 1993 e fevereiro de 1994, uma série de medições de vazões em outras surgências importantes da área. Dentre elas, as surgências de Mucambo e Jaguará, que drenam para os córregos Mucambo e Jaguará, respectivamente, e as surgências de Samambaia, Engenho, Palestina e Gameleira, que drenam para o córrego Samambaia. Os resultados das medições estão apresentados no Quadro 6.

A surgência de Mucambo está localizada imediatamente a montante da estação Fazenda Mucambo e é a principal nascente do córrego Mucambo. Embora as medições tenham sido efetuadas posteriormente à desativação da estação, os resultados obtidos por Auler foram um pouco superiores aos obtidos na estação nos anos anteriores, apresentando, no entanto, a mesma ordem de grandeza considerando-se as vazões médias diárias obtidas nos meses de outubro e fevereiro de 1992 e 1993. A surgência de Jaguará está localizada a jusante da estação de medição.

As surgências Samambaia, Engenho, Palestina e Gameleira são as principais contribuições hídricas do córrego Samambaia, e as medições efetuadas por Auler são as únicas informações disponíveis para a avaliação da disponibilidade hídrica do córrego. Considerando-se a soma das descargas medidas nas surgências, obtêm-se um total de $0,30\text{m}^3/\text{s}$ no início de outubro de 1993 e $0,70\text{m}^3/\text{s}$ no início de fevereiro de 1994,

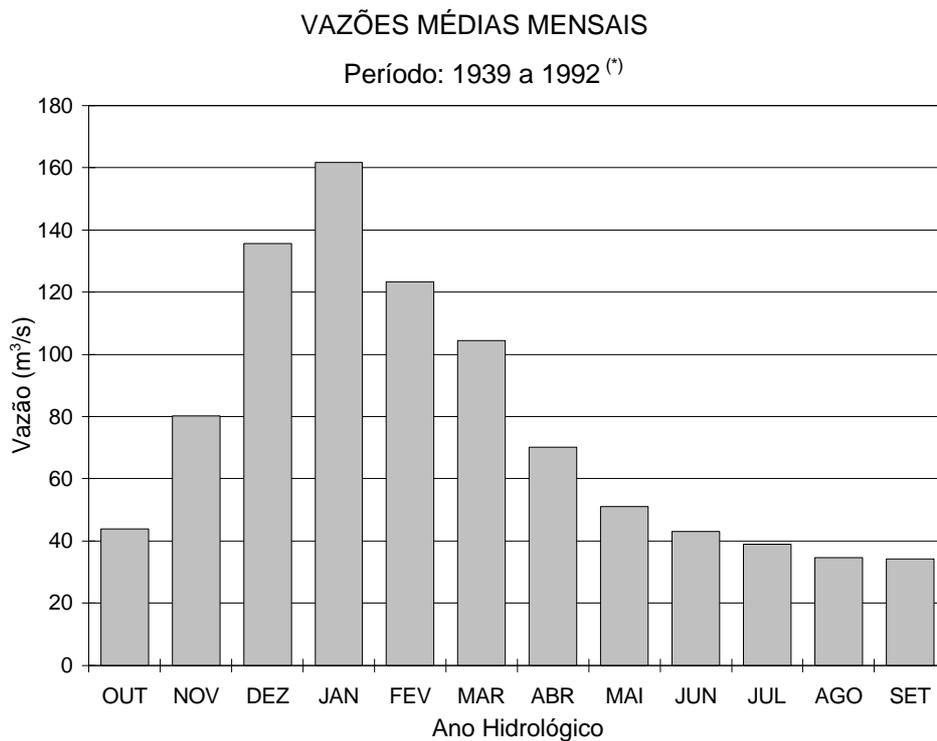
podendo-se, a partir desses valores, realizar uma estimativa muito preliminar da vazão média anual no córrego para o ano hidrológico de 1994, da ordem de 0,35 m³/s.

A [Figura 18](#) mostra a variação do nível d'água na lagoa do Sumidouro no período 1991-1993. Embora a série de cotas apresente uma grande falha de leitura no período de novembro de 1991 a julho de 1992, observa-se que, a partir de

agosto de 1992, os níveis decrescem drasticamente até atingir um valor mínimo no final do mês de outubro, voltando a crescer a partir de novembro até o final de janeiro de 1993, quando atingem o máximo. A partir de fevereiro, as cotas tornam a decrescer até o mês de junho, quando encerram as leituras. Assim sendo, o regime de variação de níveis da lagoa segue a mesma tendência dos cursos d'água da região, com mínimos em outubro e máximos em janeiro.

Surgência	Vazão medida (m ³ /s)	
	4 a 7 de outubro de 1993	2 e 3 de fevereiro de 1994
Mucambo	0,45	1,00
Jaguara	0,60	0,80
Samambaia	0,15	0,15
Engenho	0,05	0,15
Palestina	0,05	0,35
Gameleira	0,05	0,05

Quadro 6 - Vazões Medidas em Surgências da Área (Auler, 1994).



(*) Considerou-se apenas os anos sem falhas no período estudado.

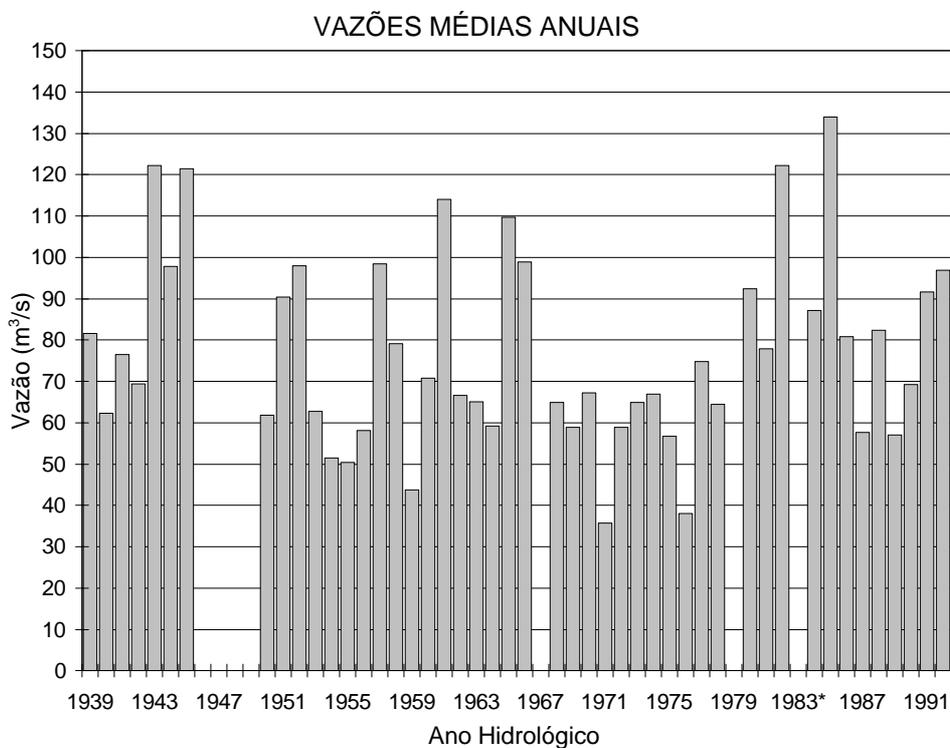
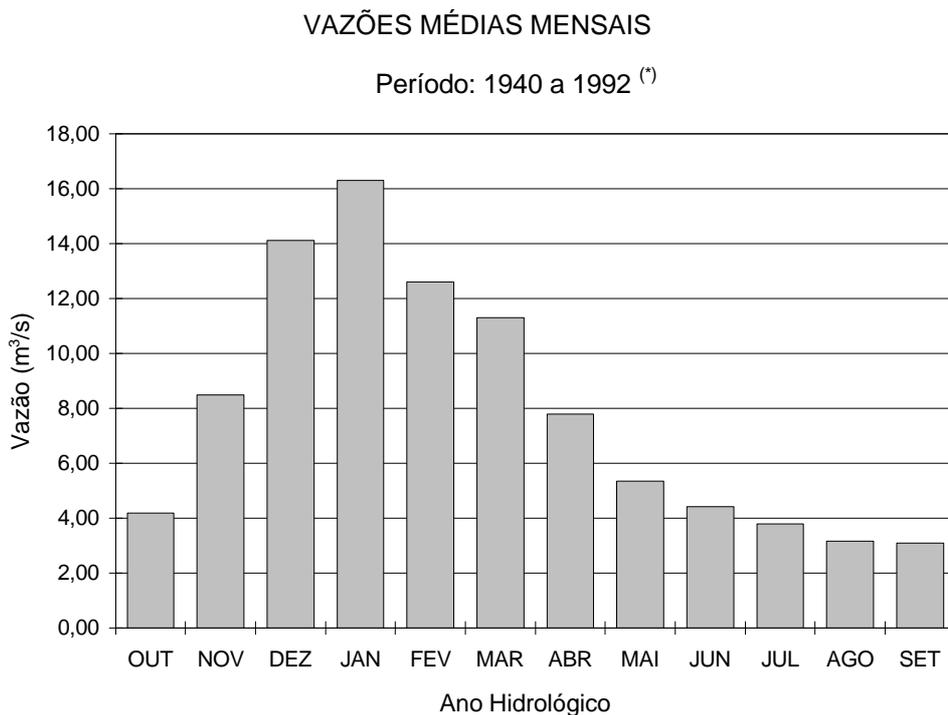


Figura 15 - Vazões médias mensais e anuais da estação Ponte Raul Soares no rio das Velhas.



(*) Considerou-se apenas os anos sem falhas no período estudado

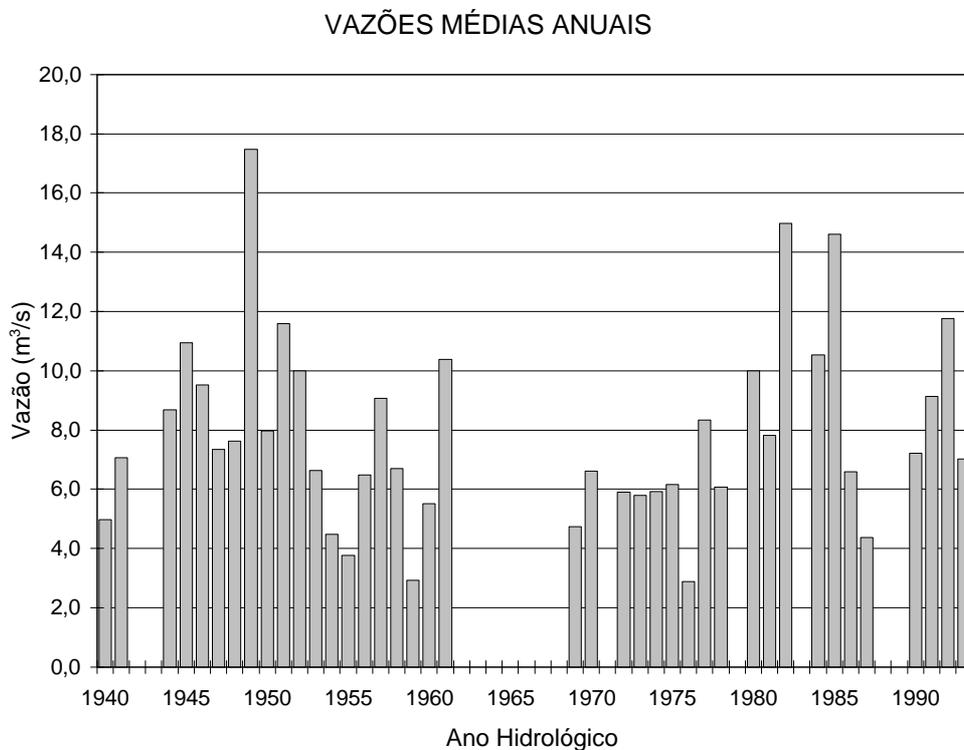


Figura 16 - Vazões médias mensais e anuais da estação Vespasiano no ribeirão da Mata.

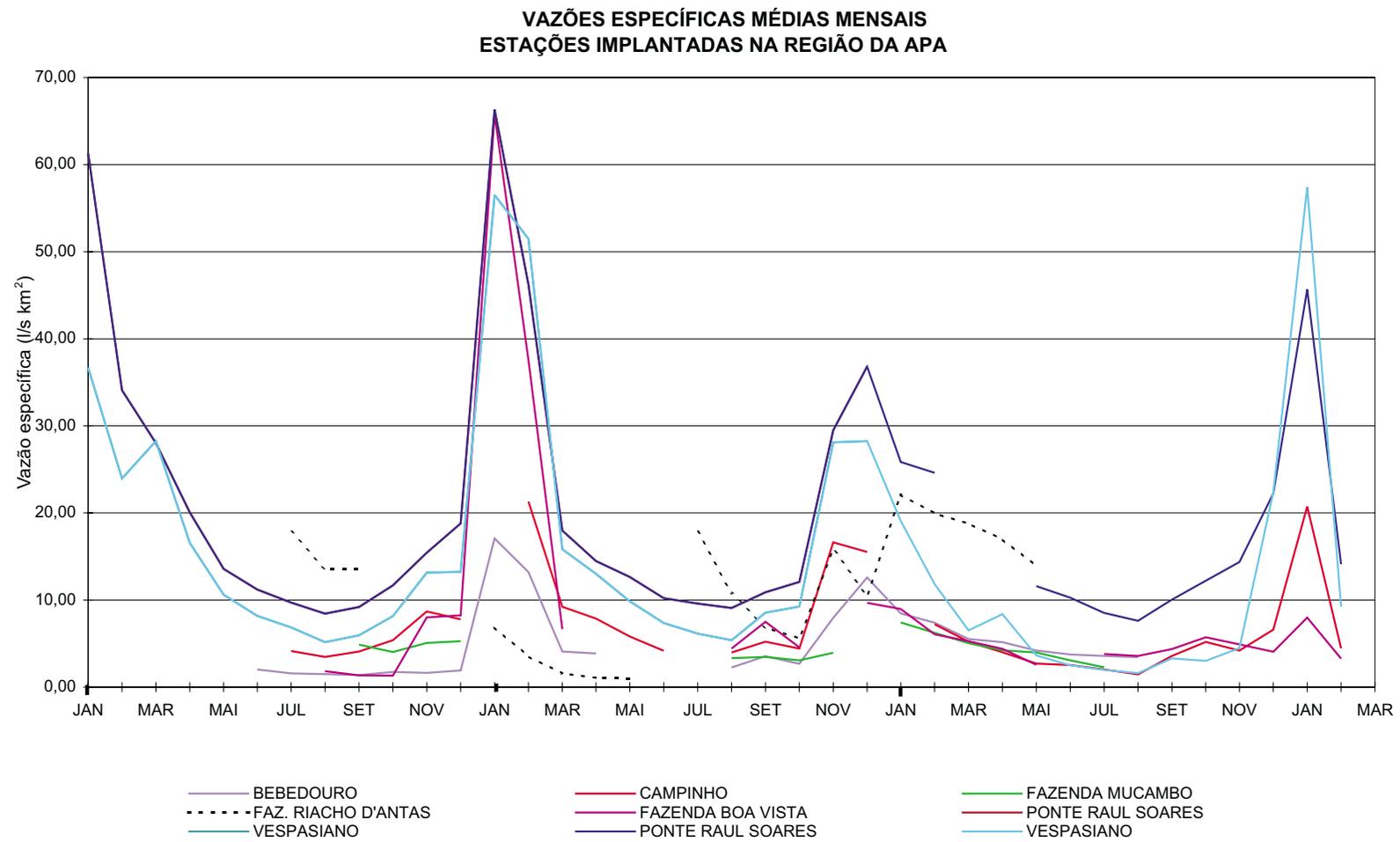


Figura 17 - Vazões específicas médias mensais das estações existentes na região da APA.

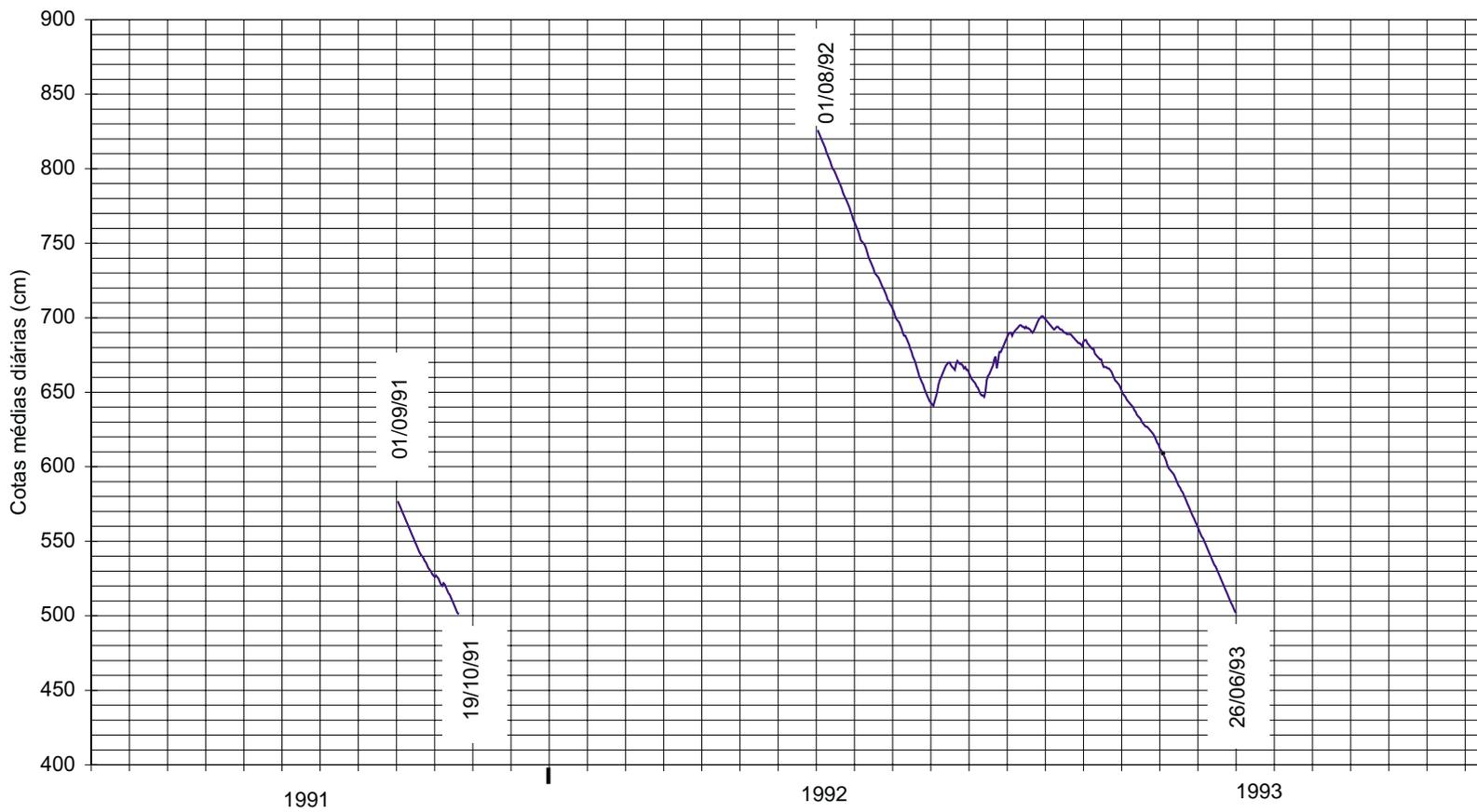


Figura 18 - Cotas médias diárias da lagoa do Sumidouro no período 1991 a 1993.

6 - QUALIDADE DAS ÁGUAS DE SUPERFÍCIE

A qualidade das águas de superfície depende de uma série de fatores, tais como a litologia da região, os tipos de vegetação existentes, o ecossistema do corpo d'água e, principalmente, a influência antropogênica, que tem sido a principal responsável pelas maiores alterações verificadas na composição das águas naturais.

O conhecimento das características qualitativas das águas é obtido através da análise de parâmetros representativos, físicos, químicos e biológicos, sendo considerado o principal instrumento para o planejamento e controle qualitativo dos recursos hídricos, uma vez que a detecção das fontes poluidoras e o acompanhamento dos parâmetros indicadores de contaminação permitem a avaliação das condições de poluição dos corpos d'água e sua variação ao longo do tempo e espaço, subsidiando, assim, a adoção de medidas de proteção, quer preventivas quer mitigadoras.

Os estudos de qualidade das águas de superfície da região da APA Carste de Lagoa Santa foram realizados com os seguintes objetivos:

- avaliar as condições qualitativas e níveis de poluição dos corpos d'água, em função da ocorrência de possíveis fontes contaminantes;
- detectar e analisar as tendências relativas ao comportamento e evolução da qualidade dos mananciais sob os aspectos espacial e temporal;
- comparar os resultados das campanhas de amostragem com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental, de forma a verificar se os mesmos vem sendo atendidos;
- verificar a adequabilidade das águas para suas múltiplas utilizações.

Além disso, os dados obtidos através do programa de monitoramento de qualidade das águas, poderão subsidiar órgãos e entidades municipais e estaduais, governamentais ou civis, na elaboração de estudos específicos em áreas de interesse e na implementação de programas de controle e de proteção dos recursos hídricos de superfície.

6.1 - Classificação das águas de superfície da área

A legislação ambiental em vigor no Estado de Minas Gerais, através da Deliberação Normativa (D.N.) nº 010/86 do Conselho Estadual de Política Ambiental - COPAM, estabeleceu critérios para a classificação das coleções das águas estaduais e para o lançamento de efluentes nessas coleções. Segundo esses critérios, as águas, de acordo com seus usos preponderantes, são classificadas hierarquicamente em cinco classes, quais sejam, Especial, 1, 2, 3 e 4, devendo apresentar e manter padrões de qualidade compatíveis com os limites estabelecidos para as referidas classes.

Segundo a mesma deliberação, as águas Classe Especial são destinadas ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção e à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.

As águas Classe 1 destinam-se ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e de frutas cultivadas rente ao solo que são consumidas cruas sem remoção de película e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

As águas Classe 2 destinam-se ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à proteção das atividades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

As águas Classe 3 são destinadas ao abastecimento doméstico após tratamento convencional, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras e à dessedentação de animais. Finalmente, as águas Classe 4 destinam-se à navegação, à harmonia paisagística e aos usos menos exigentes.

Os padrões de qualidade estabelecidos para as águas Classe Especial são, basicamente, os padrões de potabilidade e a ausência de coliformes totais.

As águas Classe 1 apresentam restrições para materiais flutuantes, óleos e graxas, substâncias que comuniquem gosto ou sabor, corantes artificiais, substâncias que formem depósitos objetáveis, os quais devem estar virtualmente ausentes. São também definidos limites quantitativos para uma série de parâmetros e indicadores, dentre eles os coliformes totais e fecais, DBO, OD, turbidez, cor, pH, bem como várias substâncias potencialmente prejudiciais tais como os fenóis, detergentes, solventes, nutrientes, sólidos dissolvidos, metais pesados, biocidas organoclorados e organofosforados, e outras substâncias orgânicas e inorgânicas tóxicas, cancerígenas ou de outro efeito nocivo.

Nas águas Classe 2, são mantidos os mesmos limites da Classe 1 para os parâmetros citados, à exceção de corantes artificiais, que podem ocorrer, devendo, entretanto, ser removíveis por processos convencionais, bem como coliformes totais e fecais, cor, turbidez DBO, OD, cujos limites são menos rígidos.

No caso das águas Classe 3, os parâmetros considerados são os mesmos da Classe 2, e, no geral, os limites estabelecidos para esses parâmetros são menos restritivos que os estabelecidos para a Classe 2. Para as águas Classe 4 são estabelecidos limites apenas para espumas e materiais flutuantes, odor e aspecto, substâncias sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação, fenóis, OD e pH.

Em 27 de junho de 1997, as coleções de águas da bacia do rio das Velhas, que engloba toda a área em estudo, foram enquadradas pela Deliberação Normativa COPAM nº 20/97, tendo sido estabelecidas as seguintes classes para os cursos d'água inseridos na área da APA:

1. Rio das Velhas (leito principal):

- da confluência com o ribeirão Água Suja até a confluência com o rio Jaboticatubas: Classe 3;
- da confluência com o rio Jaboticatubas até a confluência com o rio São Francisco: Classe 2;

2. Ribeirão da Mata (leito principal):

- das nascentes até a confluência com o córrego Araçás, inclusive: Classe 1;

- da confluência com o córrego Araçás até a confluência com o rio das Velhas: Classe 2;

3. Córrego Fidalgo/Jaque: Classe 1;

4. Córrego Samambaia e lagoa do Sumidouro: Classe 1;

5. Córregos Mucambo e Jaguará: Classe 1;

6. Córrego Gordura: Classe 1.

No caso das demais lagoas da área, a Deliberação Normativa não especifica classes. Contudo, por analogia aos cursos d'água inseridos na APA, considerou-se nestes estudos que todas elas devem apresentar padrões compatíveis com a Classe 1. Dentro do mesmo enfoque, o córrego Palmeira, que drena para um sumidouro e posteriormente aflora na ressurgência do Mocambo escoando superficialmente para o córrego Mocambo, também foi considerado como sendo da Classe 1.

6.2 - Rede de monitoramento

Para a realização da análise da qualidade das águas de superfície foram utilizados os dados de 10 pontos de amostragem distribuídos nos principais cursos d'água e lagoas da área. Estes pontos integram a Rede de Monitoramento de Qualidade das Águas de Superfície da Região do Projeto VIDA, implantada pela CPRM em 1991 e mantida até 1995.

Os pontos de amostragem foram selecionados de forma tanto a representar as condições naturais dos corpos d'água, como a verificar a influência das possíveis fontes de poluentes sobre os mesmos. Assim sendo, nos cursos d'água localizados em áreas com baixa ocupação e pequena atividade antrópica, foi estabelecido um único ponto de amostragem, suficiente para o conhecimento das características qualitativas das águas. Naqueles localizados em áreas urbanizadas ou com ocupação mais acentuada, foi implantado um maior número de pontos, objetivando o conhecimento das alterações qualitativas das águas decorrentes das atividades desenvolvidas nessas áreas. Cabe observar que o rio das Velhas não foi incluído na rede de monitoramento.

Para a identificação dos pontos de amostragem foi adotada uma codificação do tipo XX - Y - ZZ, onde:

- XX indica o município em que se encontra o ponto, ou seja, ST refere-se a Lagoa Santa, VP a Vespasiano, PL a Pedro Leopoldo, MT a Matozinhos e FN a Funilândia;
- Y caracteriza o tipo de amostra, ou seja, M para amostras em mananciais (cursos d'água) e L para lagoas;
- ZZ é o número do ponto.

A localização dos pontos pertencentes à rede de amostragem está apresentada na [Figura 19](#). A descrição dos locais de amostragem consta dos quadros de análises de qualidade das águas apresentados no Anexo II.

6.3 - Campanhas de amostragem

Foi prevista, inicialmente, a implementação de um programa de monitoramento de qualidade das águas de superfície com duração de três anos, a partir de 1991, ano do início das atividades do Projeto VIDA. A frequência de amostragem proposta era de quatro campanhas por ano, nos meses de janeiro, abril, julho e outubro, de forma a se obter séries representativas tanto das variações sazonais, quanto da evolução qualitativa das águas ao longo do período estudado. Entretanto, em decorrência de problemas orçamentários que dificultaram sobremaneira as atividades de coleta e análise das amostras, não foi possível cumprir o programa inicial, tendo sido realizado um total de 5 campanhas de amostragem no período 1991/1995, especificamente nos meses de junho e novembro de 1991, julho de 1992, março de 1993 e setembro de 1995.

Todas as amostras coletadas foram do tipo simples, que representa bem as características qualitativas dos corpos d'água no instante em que é realizada a coleta. As atividades de coleta foram executadas pela equipe técnica da CPRM, e o material amostrado foi analisado no Laboratório de Sedimentometria e Qualidade das Águas da Superintendência Regional de Belo Horizonte, a menos das análises bacteriológicas, que foram efetuadas em laboratórios contratados para esta finalidade.

6.4 - Parâmetros analisados

A escolha dos parâmetros foi realizada com vistas à obtenção de análises representativas

das reais condições qualitativas dos corpos d'água. Para tal, foram selecionados aqueles que melhor expressassem as características físico-químicas das águas, as condições geológicas locais e os lançamentos de esgotos e efluentes.

Os parâmetros escolhidos foram os seguintes: temperatura da água, pH, condutividade, OD, DBO, DQO, oxigênio consumido, sólidos em suspensão, sólidos voláteis, sólidos sedimentáveis, óleos e graxas, turbidez, alcalinidade total, dureza total, nitrogênio total, nitrogênio amoniacal, nitrogênio orgânico, nitrito, nitrato, detergentes, fenóis, cloretos, cálcio, ferro total, ferro solúvel, manganês solúvel, fósforo total, cromo trivalente, cromo hexavalente, zinco, chumbo, cobre, cádmio, mercúrio, arsênio, selênio, coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais e os seguintes defensivos agrícolas: aldrin, clordano, DDT, dieldrin, endrin, endossulfan, heptacloro, heptacloro epóxido, lindano, metoxicloro, toxafeno, malation e paration.

Os parâmetros arsênio e selênio, por não terem sido detectados em nenhuma das amostras quando da primeira campanha de amostragem, não foram analisados nas campanhas subsequentes. Alguns dos parâmetros foram analisados apenas no ribeirão da Mata, no ponto próximo a lançamentos de efluentes industriais. As análises de defensivos agrícolas foram realizadas quando da terceira campanha de amostragem, nos pontos localizados em áreas agrícolas expressivas.

As principais características, fontes de origem e toxicidade relativas aos parâmetros analisados, bem como os respectivos limites estabelecidos pela legislação em vigor para as Classes 1 e 2 estão apresentados no [Quadro 7](#).

6.5 - Análise dos resultados

Ribeirão da Mata

Para este estudo, foram consideradas apenas as análises efetuadas no trecho do ribeirão da Mata compreendido entre as cidades de Pedro Leopoldo e Vespasiano, uma vez que esse trecho margeia a área da APA. São ao todo 4 pontos de amostragem, sendo que o primeiro ponto, PL-M-60, está localizado a montante da fábrica de cimento Cauê, o segundo ponto, PL-M-64, localiza-se imediatamente a jusante da

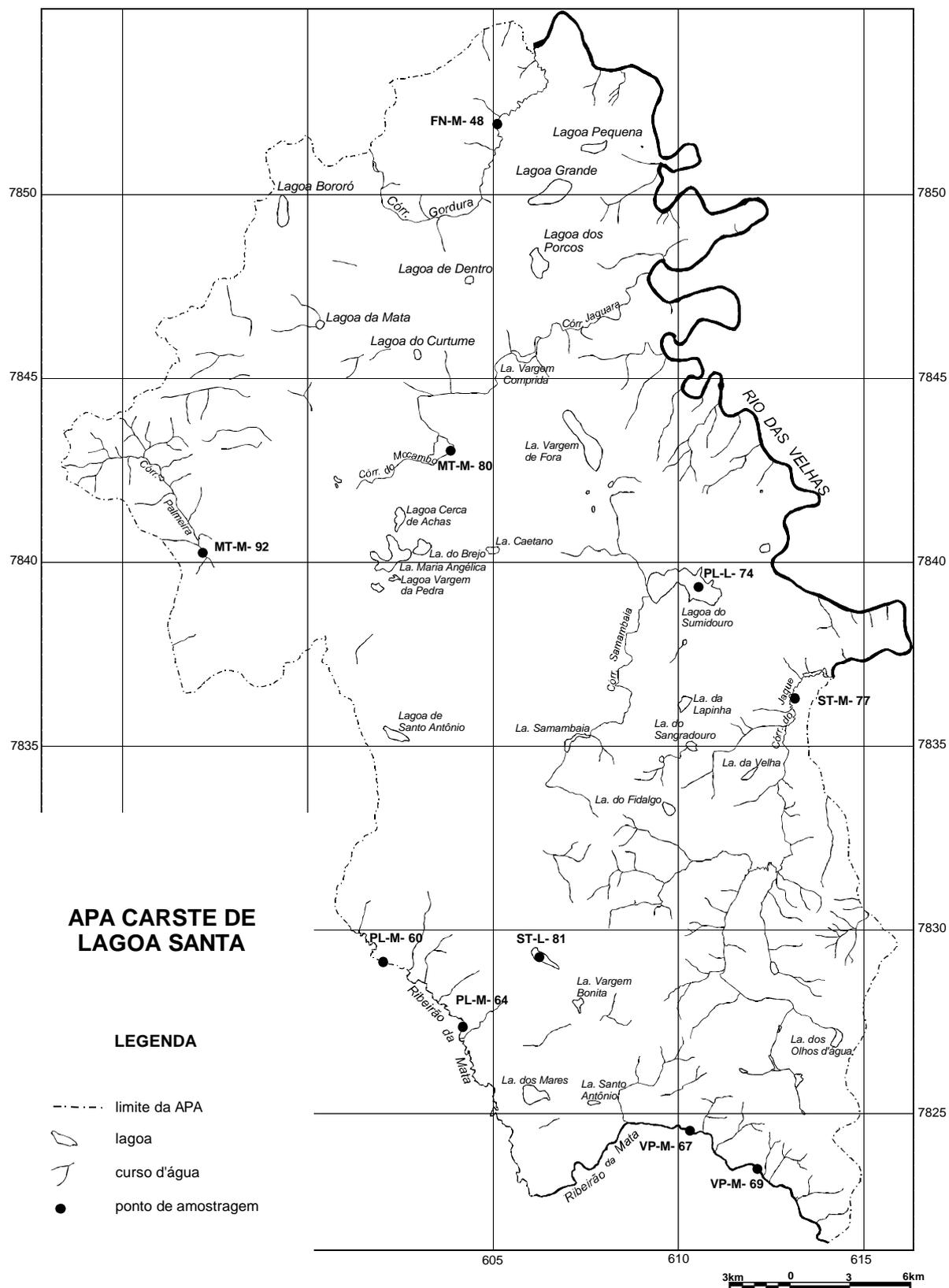


Figura 19 - Pontos de Amostragem de Qualidade das Águas.

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. nº 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Temperatura da água	Influencia processos biológicos, reações químicas e bioquímicas, caracterizando outros parâmetros como a densidade, viscosidade e pressão de vapor do meio líquido. É inversamente proporcional à solubilidade de gases dissolvidos e diretamente proporcional à solubilidade de sais minerais.	Varia naturalmente nas águas de acordo com a temperatura do ar, apresentando no Brasil valores entre 12 e 30°C. Aumentos significativos de temperatura nos corpos d'água são geralmente decorrentes de despejos de origem industrial e descargas de usinas termelétricas.	-	-	< 40°C, não podendo gerar elevação de temperatura no corpo receptor maior que 3°C	Variações súbitas de temperatura nas águas causam efeitos danosos aos ecossistemas aquáticos que se adaptam apenas a pequenas variações. Aumentos de temperatura resultam na redução do oxigênio dissolvido e no consumo de oxigênio devido à estimulação das atividades biológicas.
pH - Potencial hidrogeniônico	É a relação numérica que expressa o equilíbrio entre íons (H ⁺) e (OH ⁻). Apresenta variação entre 0 e 14, sendo 7,0 o valor neutro. Águas com pH < 7,0 são consideradas ácidas, e com pH > 7,0, básicas.	Alterações naturais advêm da presença de ácidos carbônicos e húmicos dissolvidos. As maiores alterações no pH são provocadas por despejos industriais e águas residuárias de minas.	de 6,0 a 9,0	de 6,0 a 9,0	entre 6,5 e 8,5 (±0,5)	Águas com pH baixo ou elevado são agressivas, podendo causar corrosão em tubulações. Alterações bruscas de pH (<5,0 ou >9,0) podem causar o desaparecimento de espécies aquáticas.
Condutividade elétrica	É a capacidade da água transmitir corrente elétrica. Apresenta relação proporcional à concentração de substâncias iônicas dissolvidas. Em águas doces varia de 30 a 2000 µs/cm a 25°C.	É determinada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions. Grandes variações decorrem de lançamentos de despejos industriais e de mineração e esgotos domésticos.	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido (OD)	Fundamental para a manutenção das comunidades aquáticas aeróbicas. Provém naturalmente de processos cinéticos e fotossintéticos. Varia em função da temperatura da água e pressão atmosférica.	Reduções significativas nos teores de oxigênio dissolvido são provocadas por despejos principalmente de origem orgânica.	= 6,0 mg/l	= 5,0 mg/l	-	Apesar de essencial à vida aeróbica, o oxigênio é fator significativo na corrosão de tubulações de ferro e aço.
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	É a quantidade de oxigênio consumida na oxidação biológica da matéria orgânica. É o parâmetro mais usual de indicação de poluição orgânica.	Ocorre naturalmente nas águas em nível reduzido em função de da degradação de matéria orgânica (folhas, animais mortos, fezes de animais). Aumentos de DBO são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica.	= 3,0 mg/l	= 5,0 mg/l	= 60 mg/l	Altos índices podem gerar a diminuição e até a extinção do oxigênio presente nas águas; nessas condições, os processos aeróbicos de degradação orgânica podem ser substituídos por outros anaeróbicos, gerando alterações substanciais no ecossistema, inclusive com a extinção das formas de vida oxigênio-dependentes.
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	É a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico. Parâmetro utilizado no monitoramento de sistemas de tratamento de efluentes e na caracterização de efluentes industriais.	Aumentos de DQO decorrem principalmente de despejos de origem industrial.	-	-	= 90 mg/l	-
Sólidos	Quanto ao tamanho, podem ser classificados em dissolvidos e em suspensão. Os sólidos em suspensão dividem-se em sedimentáveis e não sedimentáveis. Os sólidos dissolvidos incluem os colóides e os efetivamente dissolvidos. Quanto à caracterização química, são classificados em voláteis e não voláteis se apresentam ou não conteúdo orgânico.	Os sólidos dissolvidos são naturalmente encontrados nas águas devido ao desgaste das rochas por intemperismo. Grandes concentrações decorrem do lançamento de esgotos domésticos e despejos industriais. Os sólidos em suspensão provêm do carreamento de solos pelas águas pluviais, devido à processos erosivos e desmatamentos na bacia, do lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais, e da dragagem para remoção de areia e atividades de garimpo.	sólidos dissolvidos totais: 500 mg/l	sólidos dissolvidos totais: 500 mg/l	sólidos sedimentáveis: 1 ml/l sólidos em suspensão = 100 mg/l (diário) = 60 mg/l (média mensal)	Excesso de sólidos dissolvidos na água pode causar alterações de sabor e problemas de corrosão em tubulações de distribuição. Em águas utilizadas para irrigação, pode gerar problemas de salinização do solo. Os sólidos em suspensão aumentam a turbidez das águas, prejudicando seus aspectos estéticos e a produtividade do ecossistema pela diminuição da penetração da luz.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continua)

(folha 02/06)

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. nº 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Óleos e graxas	São substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, tais como ácidos graxos, ceras, óleos, gorduras, sabões e graxas. São geralmente insolúveis em água, podendo aparecer emulsificados por detergentes, álcalis ou outras substâncias químicas.	Sua origem relaciona-se a atividades antropogênicas, uma vez que raramente são encontrados em águas naturais. Normalmente advêm de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, resíduos de embarcações e dragas, estradas, vias públicas urbanas e aeroportos.	virtualmente ausentes	virtualmente ausentes	óleos minerais: = 20 mg/l óleos vegetais e gordura animal: = 50 mg/l	Modificam a tensão superficial das águas dificultando as trocas gasosas, sobretudo do oxigênio, causando, portanto, alterações no ecossistema aquático e nas características físicas, químicas e biológicas das águas. Em seu processo de decomposição provocam a redução do OD e a elevação da DBO e DQO. Podem produzir dermatoses no homem.
Turbidez	Mede a resistência da água à passagem da luz. É uma característica das águas correntes, podendo aumentar nos períodos chuvosos. Em águas dormentes apresenta geralmente valores baixos.	Decorre naturalmente da presença de material em suspensão, plâncton, microorganismos, argilas e siltes nas águas. Sua principal fonte é o aporte de partículas de solos provenientes da superfície da bacia hidrográfica, em função de desmatamentos, processos erosivos e atividades de mineração. Pode também advir do lançamento de efluentes que contenham material fino.	=40 UNT	=100 UNT	-	Afeta esteticamente os corpos d'água. Pode causar distúrbios aos ecossistemas aquáticos devido à redução da penetração da luz. Aumenta os custos de processos de tratamento para fins de abastecimento público e industrial.
Alcalinidade total	É a capacidade apresentada por substâncias presentes na água de se ligarem a ácidos fortes equivalentes em concentração. Os cátions associados a bases fracas, bicarbonatos, carbonatos, ácidos orgânicos e íon hidroxila pertencem a esta classe de compostos.	Decorre da presença de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, quase sempre de alcalinos ou alcalinos terrosos (sódio, potássio, cálcio, magnésio, etc.), geralmente associados a dissolução de rochas. Grandes teores provêm de despejos de indústrias têxteis, químicas, lavanderias e curtumes.	-	-	-	Altas concentrações conferem sabor às águas. Pode inibir a ação de microorganismos presentes nos processos biológicos de sistemas de tratamento. Interferem com a autodepuração dos cursos d'água.
Dureza total	É caracterizada pela dificuldade de formação de espumas pelo uso de sabões.	Decorre da presença de sais alcalino-terrosos e alguns metais em menor grau.	-	-	-	Causa incrustações em tubulações. Gera sabor característicos nas águas. Dificulta o banho e a lavagem de utensílios domésticos e roupas, devido à dificuldade de formação de espuma.
Nitrogênio total	É a soma dos parâmetros nitrogênio orgânico e nitrogênio amoniacal.	-	-	-	-	-
Nitrogênio orgânico	É todo o nitrogênio presente em compostos orgânicos, como proteínas, aminoácidos, aminos, amidos, nitro-derivados e outros.	Presente em matéria orgânica não decomposta. Concentrações elevadas decorrem do lançamento de esgotos domésticos e efluentes de origem orgânica.	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal	Resultante da decomposição do nitrogênio orgânico pela ação de bactérias saprófitas.	Existe nas águas naturais em pequenas concentrações, resultante da decomposição da matéria orgânica de origem predominantemente animal. Aumentos súbitos indicam contaminação recente por esgotos domésticos e efluentes orgânicos.	=0,02 mg/l amônia não ionizável (NH ₃)	=0,02 mg/l amônia não ionizável (NH ₃)	=5,0 mg/l (N) como amônia.	Favorece a proliferação de bactérias. Concentrações de amônia não ionizável acima dos limites estabelecidos para as classes 1 e 2 são tóxicas para algumas espécies aquáticas de água doce.
Nitrito (NO₂)	Composto instável, produzido a partir da oxidação da amônia pela ação de bactérias Nitrosomonas em condições aeróbicas. Em condições anaeróbicas, pode ser reduzido à amônia.	Provêm do lançamento de esgotos domésticos e efluentes orgânicos em processo de decomposição, indicando poluição orgânica recente.	=1,0 mg/l (N)	=1,0 mg/l (N)	-	Em soluções ácidas pode formar nitrosaminas que são agentes carcinogênicos. É o agente etiológico da metemoglobinemia.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continuação)

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. n° 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Nitrato (NO₃)	Composto estável, decorrente da decomposição do nitrito pela ação de nitrobactérias em ambientes aeróbicos. Em condições anaeróbicas pode ser reduzido a nitrito. Constitui-se um nutriente fundamental ao desenvolvimento das plantas.	Ocorre naturalmente nas águas por dissolução de rochas ou, principalmente por oxidação bacteriana de matéria orgânica de origem predominantemente animal. Maiores concentrações decorrem da utilização de fertilizantes e do lançamento anterior de esgotos orgânicos.	=10,0 mg/l (N)	=10,0 mg/l (N)	-	Em grandes concentrações (>20 mg/l) pode provocar cianose em crianças. Como nutriente, em níveis significativos contribui para a proliferação de organismos aquáticos e consequente eutrofização do corpo d'água.
Detergentes	São agentes tensoativos, surfactantes ou espumantes que tem a propriedade de diminuir a tensão superficial dos líquidos, sendo utilizados para emulsionar substâncias hidrófobas como óleo, gorduras, petróleo, etc. Os sulfonados de aquilbenzila (ABS), oferecem grande resistência à degradação biológica. Outros tipos, como o LAS, NASP e laurissulfato de sódio são biodegradáveis.	São compostos sintéticos, não sendo encontrados em águas naturais. Tem sido largamente utilizados em indústrias, principalmente têxteis, de fibras em geral, alimentícias, frigoríficos, curtumes, bem como na lavagem de utensílios domésticos, sendo encontrados em esgotos domésticos e efluentes.	=0,5 mg/l (LAS)	=0,5 mg/l (LAS)	=2,0 mg/l	Causam a formação de espuma nas águas. Por modificarem a tensão superficial dos líquidos, influenciam nas trocas gasosas. Causam gosto e odor nas águas. Alguns tipos apresentam baixa degradação biológica, sendo tóxicos para os peixes de águas interiores.
Fenóis	São compostos orgânicos aromáticos, tendo como característica seu poder bactericida.	Sob condições naturais, podem advir da decomposição de certas folhas como as do carvalho, de algumas raízes, ou ainda durante a decomposição bioquímica de algas mortas. Provêm principalmente de efluentes industriais (químicos, farmacêuticos e siderúrgicos, de fábricas de matéria plástica, corantes, revestimentos e pinturas betuminosas, etc.), despejos de mineração, insumos agrícolas (pesticidas, produtos para o gado), estando também presentes em esgotos domésticos e hospitalares devido ao uso de desinfetantes.	=0,001 mg/l	=0,001 mg/l	=0,2 mg/l	Já em pequenas concentrações causam cheiro e sabor desagradáveis na água potável, sobretudo na presença de cloro. Em maiores concentrações (6 a 10 mg/l), são letais para os peixes. Concentrações tóxicas para o homem são da ordem de 13 mg/kg, bem superiores às normalmente encontradas nas águas. Por ser um bactericida poderoso interfere nos testes de DBO.
Cianetos	São compostos que contêm o radical CN ⁻ . Os cianetos alcalinos simples formam íons quando dissolvidos em solução aquosa. Os cianetos complexos são mais estáveis e pouco tóxicos; entretanto, quando se decompõem em íons simples apresentam toxidez variada.	São encontrados em pequenas quantidades em alguns alimentos (palmito, alface, repolhos e outros), sendo aceitos pelo organismo humano. Suas principais fontes são os efluentes de siderúrgicas, indústrias químicas, de galvanização, de clarificação de metais, fábricas de borracha, de fibras acrílicas, de plásticos, resíduos de atividades minerárias de refinação de ouro e prata.	=0,01 mg/l (CN)	=0,01 mg/l (CN)	=0,2 mg/l	Apresentam vários graus de toxidez em função do metal presente e da proporção dos grupos CN ⁻ convertidos em cianetos simples. Associado ao zinco e cádmio é excessivamente tóxico. Reduções no pH, aumento da temperatura da água e baixas concentrações de oxigênio dissolvido também aumentam sua toxidez. O máximo para ingestão humana é de 18mg/dia. Concentrações acima de 0,025mg/l são tóxicas para peixes.
Cloretos	O cloreto na forma iônica CL ⁻ é um dos principais ânions inorgânicos presentes na água e em efluentes. As concentrações de cloretos são geralmente mais altas em águas residuárias do que em esgotos domésticos.	Ocorrem em águas naturais em teores variados devido ao contato com depósitos minerais ou com a água do mar. Maiores concentrações decorrem da contaminação por esgotos domésticos, efluentes industriais diversos (químicos, de tintas, explosivos, fósforos, papel, de galvanoplastia, bebidas carbonatadas, processamento de alimentos,) e do retorno de águas de irrigação.	=250,0 mg/l (Cl)	=250,0 mg/l (Cl)	-	Embora em quantidades razoáveis não sejam prejudiciais à saúde humana, transmitem à água sabor salgado repulsivo. Cloretos de cálcio e magnésio causam dureza e corrosividade em caldeiras.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continuação)

(folha 04/06)

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. n° 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Sulfetos	Aparecem na água a partir da decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Apresentam alta toxicidade.	Maiores concentrações decorrem do lançamento de esgotos domésticos e efluentes industriais que contenham H ₂ S ou S ⁻ , como os de fábricas de papel, refinarias de óleo, curtumes, indústrias alimentícias e químicas.	=0,002 mg/l (S), como H ₂ S não dissociado	=0,002 mg/l (S) como H ₂ S não dissociado.	=0,5 mg/l (S)	São altamente tóxicos, sendo letais aos peixes em concentrações de 1 a 6 mg/l. Sendo fortemente redutores são responsáveis por uma demanda imediata de oxigênio, reduzindo o oxigênio dissolvido nos corpos d'água. Impedem a floculação nas estações de tratamento e provocam corrosão em tubulações e estruturas de metal e concreto. Causam problemas de odor e sabor nas águas.
Fluoretos	São essenciais em águas para consumo humano em concentrações baixas (de 0,6 a 1,2 mg/l) para a prevenção de cáries infantis. Maiores concentrações são prejudiciais à saúde humana.	Sua presença em águas naturais não poluídas deve-se ao contato com rochas que contenham flúor; neste caso, seu teor raramente excede a 1,0 mg/l. Maiores concentrações ocorrem devido ao lançamento de despejos de indústrias químicas, de vidro, de beneficiamento de minérios, dentre outras.	=1,4 mg/l (F)	=1,4 mg/l (F)	=10,0 mg/l (F)	Concentrações altas, entre 8,0 e 20,0 mg/l são prejudiciais à saúde por causar fluorose dental em crianças e fluorose endêmica cumulativa, com conseqüentes lesões esqueléticas em crianças e adultos. Doses excessivas são letais ao homem.
Ferro	Existe em grande quantidade na natureza, sendo encontrado em solos e minerais principalmente na forma de óxido férrico insolúvel e sulfeto de ferro, solúvel em água na presença de dióxido de carbono. Pode também ocorrer como carbonato de ferro, fracamente solúvel. Nas águas superficiais pode ser encontrado sob as formas di (ferro ferroso) e trivalente (ferro férrico), como solução, colóide, suspensão ou em complexos orgânicos e minerais.	Em águas não poluídas, seu teor varia muito em função da litologia da região e do período chuvoso, quando pode ocorrer o carreamento de solos com teores de ferro mais elevados. Pode ocorrer em maiores concentrações devido à drenagem de áreas de mineração, ou ao lançamento de efluentes industriais de metalurgia ou de processamento de metais.	ferro solúvel: =0,3 mg/l (Fe)	ferro solúvel: =0,3 mg/l (Fe)	ferro solúvel: =10,0 mg/l (Fe)	Confere sabor e coloração avermelhada às águas. Sua presença causa depósitos em tubulações. Pode causar manchas em aparelhos sanitários e em roupas durante a lavagem. Por promover o crescimento de ferrobactérias causam problemas no sistema de distribuição.
Manganês	Está presente em praticamente todos os solos, principalmente na forma de dióxido de manganês, insolúvel em águas que contenham dióxido de carbono. Sob condições anaeróbicas, o dióxido de manganês é reduzido para formas solúveis.	Em águas naturais pode ocorrer em pequenas concentrações devido à lixiviação de minerais e solos. Maiores concentrações decorre do lançamento de efluentes industriais.	=0,1 mg/l (Mn)	=0,1 mg/l (Mn)	manganês solúvel: =1,0 mg/l (Mn)	Confere sabor, coloração marrom e turbidez às águas, além de formar depósitos em tubulações. Pode causar manchas em roupas.
Fósforo	Participa dos processos de respiração, fotossíntese e reprodução celular. Assim como o nitrogênio, o fósforo é um importante nutriente para o crescimento e reprodução dos microorganismos que promovem a estabilização da matéria orgânica presente nas águas, podendo ocorrer sob várias formas, orgânica (proteínas) ou minerais (ortofosfatos e polifosfatos).	Em águas naturais o fosfato é formado principalmente durante os processos biológicos de transformação de substâncias orgânicas em fosfato inorgânico, ou pela lixiviação de solos e minerais. Maiores concentrações decorrem do lançamento de esgotos domésticos, águas residuárias industriais e efluentes diversos que contenham detergentes.	=0,025 mg/l (P)	=0,025 mg/l (P)	-	Maiores concentrações provocam a proliferação excessiva de algas e conseqüente eutrofização dos corpos d'água, a qual promove a desestabilização do ecossistema, causando grandes alterações nas condições físico-químicas das águas e na comunidade aquática.
Zinco	É essencial em baixos teores para o metabolismo humano e animal. Em maiores concentrações torna-se tóxico.	Ocorre em pequenas concentrações em águas naturais, devido a lixiviação de solos e rochas. Maiores concentrações são decorrentes do lançamento de despejos industriais principalmente de galvanoplastia e fábricas de papel e tintas.	=0,18 mg/l (Zn)	=0,18 mg/l (Zn)	=5,0 mg/l (Zn)	Em concentrações mais altas torna-se tóxico para a vida aquática, estando sua toxicidade relacionada com as concentrações de oxigênio e dureza da água. Altas concentrações podem causar problemas pulmonares ao homem.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continuação)

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. n° 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Cromo	Em baixos teores é necessário ao metabolismo humano e animal. Em grandes concentrações torna-se prejudicial à saúde humana.	É um elemento raramente encontrado em águas naturais não poluídas. O cromo trivalente presente nas águas decorre principalmente do lançamento de despejos de curtumes. A presença do cromo hexavalente advém de despejos de indústrias que utilizam processos de piquelagem e cromagem de metais, galvanoplastias, indústrias de corantes, explosivos, cerâmica, vidro, papel, etc.	Cromo trivalente: =0,5 mg/l (Cr) hexavalente =0,05 mg/l (Cr)	Cromo trivalente: =0,5 mg/l (Cr) hexavalente =0,05 mg/l (Cr)	Cromo trivalente: =1,0 mg/l (Cr) hexavalente: =0,5 mg/l (Cr)	Na forma trivalente apresenta menos toxidez que na hexavalente. Apesar de não ser cumulativo, por bloquear enzimas responsáveis por determinados processos metabólicos, pode ser prejudicial à saúde humana em grandes concentrações, maiores que 11,0 mg/l. Quando inspirado pode ser carcinogênico.
Chumbo	É um metal tóxico ao homem e animais. O chumbo ingerido é absorvido parcialmente pelo organismo; entretanto, o contido no ar inspirado é absorvido rápida e completamente pelos pulmões, entrando na corrente sanguínea e distribuindo-se por todo o organismo.	Em condições naturais apenas traços são encontrados nas águas, da ordem de 0,01 mg/l ou menos. Maiores concentrações são decorrentes da contaminação por efluentes de indústrias ou minas, ou como resultado da ação corrosiva em canalizações contendo este metal.	=0,03 mg/l (Pb)	=0,03 mg/l (Pb)	=0,1 mg/l (Pb)	Apresenta poder cumulativo no organismo. Quando assimilado pode desencadear uma série de perturbações: -danos ao sistema nervoso central, podendo ocasionar epilepsia, convulsões e paralisia; -redução da capacidade intelectual em crianças; -diminuição da resistência frente a infecções; -anemia; -intoxicação crônica ou saturnismo, a qual pode levar à morte.
Cobre	Em pequenas concentrações participa dos processos metabólicos e sua ausência pode causar anemia.	Ocorre em águas naturais em pequenas concentrações. Maiores teores são decorrentes de sua utilização como algicida, do lançamento de despejos industriais e do desgaste de canalizações de cobre.	=0,02 mg/l (Cu)	=0,02 mg/l (Cu)	=0,5 mg/l (Cu)	Causa sabor às águas de abastecimento. Concentrações elevadas são danosas para os organismos aquáticos, podendo ocasionar problemas de fígado no homem.
Cádmio	É um elemento de elevado potencial tóxico apresentando efeito cumulativo nos organismos aquáticos e não aquáticos com meia-vida da ordem de 10 anos, podendo, portanto, integrar-se às cadeias alimentares.	Em condições naturais é encontrado nas águas em traços mínimos. A ocorrência de concentrações mais elevadas nas águas está relacionada ao contato com recipientes e canalizações que contenham este elemento, inclusive plásticas, ao uso de fertilizantes e ao lançamento de despejos industriais de galvanoplastia, de mineração e metalurgia do zinco bem como de processos de combustão.	=0,001 mg/l (Cd)	=0,001 mg/l (Cd)	=0,1 mg/l	Em pequenas doses afeta os órgãos reprodutores de alguns animais. No homem, provoca irritação gastrointestinal com a ocorrência de vômitos, ataca a medula óssea com conseqüente redução dos glóbulos vermelhos gerando anemia, causa hipertensão, doenças cardiovasculares, diminuição da massa óssea, retardo de crescimento em crianças, prejudica a capacidade excretora dos rins, Sua ação tóxica é incrementada na presença de zinco, cobre e selênio.
Mercúrio	Embora seja um elemento com alto índice de toxicidade, tem sido utilizado em larga escala para fins industriais, minerários e agrícolas. Apresenta efeito cumulativo nos organismos, integrando-se às cadeias alimentares, principalmente sob a forma de compostos organo-mercúricos, cuja meia vida no organismo humano é de 70 a 100 dias.	Encontra-se distribuído no meio ambiente, podendo ocorrer em águas naturais, principalmente incorporado aos sedimentos de fundo. Maiores concentrações originam-se de efluentes de indústrias que utilizam processos eletrolíticos, madeireiras, resíduos de bactericidas e fungicidas utilizados na agricultura e do seu uso em atividades de garimpo.	=0,0002 mg/l (Hg)	=0,0002 mg/l (Hg)	=0,01 mg/l (Hg)	Sua toxicidade é maior sob a forma de metil-mercúrio, podendo causar danos irreversíveis no cérebro devido à destruição dos tecidos neurais, lesões renais, tremores musculares, irritabilidade, distúrbios da fala, redução da memória, paralisia dos órgãos dos sentidos, náuseas, perturbações do sono, diminuição da capacidade de concentração, vômitos, dores abdominais, diarreia, danos nos ossos e morte.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continuação)

PARÂMETRO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	ORIGEM NAS ÁGUAS E FATORES DE ALTERAÇÃO	LIMITES (D.N. n° 010/86-COPAM)			INCONVENIENTES E TOXICIDADE
			CLASSE 1	CLASSE 2	EFLUENTES	
Níquel	É um elemento utilizado na produção de várias ligas como da prata chinesa, prata alemã, na fabricação de moedas, magnetos, baterias de acumulação, etc.	Maiores concentrações provêm de efluentes de fábricas de tintas e de processos de galvanoplastia.	=0,025 mg/l (Ni)	=0,025 mg/l (Ni)	=1,0 mg/l (Ni)	A ingestão de sais solúveis pode provocar náuseas, vômitos e diarreia.
Estanho	É um elemento utilizado em processos de galvanização, fabricação de ligas para soldas, manufatura de sais de estanho, etc. Em medicina é usado como anti-helmíntico e em furunculoses.	Em função de sua baixa solubilidade em água, menos de 100 µg/l, apenas traços são encontrados em águas naturais. Maiores concentrações provêm de resíduos e efluentes industriais.	=2,0 mg/l (Sn)	=2,0 mg/l (Sn)	=4,0 mg/l (Sn)	
Arsênio	É um elemento tóxico, podendo inclusive exercer efeito carcinogênico. Apresenta efeito cumulativo no organismo.	Em águas naturais é freqüente a ocorrência de traços de arsênio. O aumento de seu teor nas águas é decorrente do lançamento de despejos industriais, de efluentes de minerações (ouro e prata), bem como através da lavagem de solos agrícolas onde são utilizados inseticidas e herbicidas à base deste elemento.	=0,05 mg/l (As)	=0,05 mg/l (As)	=0,2 mg/l (As)	A ingestão de 100 mg/l pode resultar em severa intoxicação no homem. Concentrações da ordem de 130 mg/l podem ser letais. Pode causar câncer de pele e de fígado.
Selênio	Embora em baixas concentrações seja necessário ao metabolismo humano e de animais, em maiores teores torna-se tóxico. Sob o aspecto químico é semelhante ao enxofre.	Em geral está ausente ou é encontrado apenas como traços nas águas naturais. Entretanto, em regiões seleníferas, pode ocorrer nas águas superficiais em concentrações de até 2,5 mg/l devido à lixiviação de rochas e solos.	=0,01 mg/l (Se)	=0,01 mg/l (Se)	=0,02 mg/l (Se)	O consumo de águas com concentrações maiores de selênio pode causar intoxicação branda e o aumento da incidência de cáries dentárias. Experiências em ratos têm mostrado que o selênio possui ação carcinogênica.
Coliformes totais e fecais	Esta classe abrange todos os bacilos gram negativos não esporulados, aeróbicos ou anaeróbicos facultativos que fermentam lactose. Os microorganismos do gênero coliforme constituem-se os melhores indicadores da possível presença nas águas de material fecal de origem humana ou de animais de sangue quente e, conseqüentemente, de organismos patogênicos. Apresentam maior resistência que estes organismos, sendo encontrados em grandes quantidades nas fezes ou nos solos e plantas.	Ocorrem nas águas devido à contaminação com excrementos fecais de homens e animais de sangue quente.	200 coliformes fecais ou 1000 coliformes totais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais	1000 coliformes fecais ou 5000 coliformes totais por 100 ml em 80% ou mais de pelo menos 5 amostras mensais	-	A presença de coliformes nas águas por si só não representa problemas à saúde, indicando apenas a possível presença de fezes e, portanto, de outros organismos presentes nas fezes, transmissores de doenças como a febre tifóide e paratífóide, disenteria bacilar, cólera, hepatite, dentre outras.
Estreptococos fecais	São microorganismos existentes em grande quantidade em fezes de animais e em menores quantidades em fezes humanas. Assim sendo, sua avaliação, associada à de coliformes fecais, pode indicar a origem fecal animal ou humana.	Ocorrem em águas contaminadas com dejetos de origem fecal.	-	-	-	São apenas indicadores da ocorrência de fezes de animais nas águas, não representando problemas por si só.
Defensivos agrícolas	São substâncias químicas inorgânicas ou orgânicas, sendo as orgânicas naturais (rotenona, piretro, nicotina) ou sintéticas (compostos organoclorados, organofosforados e outros). Apresentam grande utilização no controle e destruição de plantas e animais nocivos à sociedade e à produção agrícola. De acordo com sua ação biológica, são chamados inseticidas, herbicidas, fungicidas, carrapaticidas, raticidas, etc.	Originam-se nas águas a partir da lixiviação de solos ou do escoamento superficial em áreas agrícolas, da sua aplicação intencional nas águas para combate à plantas aquáticas ou larvas, da contaminação acidental por vazamentos ou acidentes de transporte, através da ação dos ventos no momento de sua aplicação, quando são propagados podendo atingir os corpos d'água e pela lavagem de utensílios e recipientes utilizados em sua aplicação.	variável, em função do tipo de defensivo	variável, em função do tipo de defensivo	variável, em função do tipo de defensivo	Apresentam toxicidade variada, em função da natureza do produto e da presença de outras substâncias associadas, como solventes e diluentes, que por vezes também apresentam propriedades tóxicas. Além disto, seus produtos de degradação nem sempre são menos tóxicos que as estruturas originais. Alguns produtos, além de tóxicos, são carcinogênicos.

Quadro 7 - Características dos Principais Parâmetros Analisados. (continuação)

localidade de Dr. Lund, o terceiro ponto, VP-M-67, no local onde está implantada a estação de réguas do DNAEE, próximo à cidade de Vespasiano e o último ponto, VP-M-69, está localizado a montante do distrito industrial de Vespasiano.

A Deliberação Normativa 020/97 enquadra o trecho em estudo na Classe 2. Contudo, verifica-se que em todos os pontos de amostragem alguns parâmetros encontram-se acima dos limites estabelecidos para a referida classe. Cabe observar que o ribeirão da Mata, a montante dos pontos amostrados, é utilizado como corpo receptor de efluentes de algumas indústrias e dos esgotos urbanos das cidades de Capim Branco, Matozinhos e Pedro Leopoldo.

No ponto PL-M-60, as águas do ribeirão apresentaram condutividade a 25 °C variando entre 130,0 e 212,2 µmhos/cm, valores esses da mesma ordem de grandeza dos obtidos em outros cursos d'água da região, caracterizando baixas concentrações de sais dissolvidos. Os valores de alcalinidade total (entre 57,0 e 85,0mg/L) associados a um pH variando entre 6,2 e 7,8, indicam águas características de região predominantemente de embasamento cristalino. Os valores de dureza total, entre 46,0 e 76,4mg/L são característicos de águas brandas. Quanto à turbidez, os índices obtidos em todas as amostras, de até 34,0 NTU, foram relativamente baixos, mantendo-se, portanto, dentro dos limites estabelecidos para a Classe 2.

Apenas a última amostra, coletada em época seca (setembro/95), apresentou valores de OD e DBO (4,49 e 13,42mg/L respectivamente) fora dos limites estabelecidos para a Classe 2. Por outro lado, os índices de fósforo total, variando entre 0,050 e 0,160mg/L, mantiveram-se acima dos limites estabelecidos em todas as amostras. O número de coliformes totais e fecais também manteve-se acima dos limites em três das amostras, o que vem caracterizar a presença de esgotos domésticos. A presença de nitrogênio amoniacal em todas as amostras em concentrações variando entre 0,12 e 0,53mg/L indica poluição orgânica recente. Índices significativos de fenóis, entre 0,05 e 0,012mg/L, foram detectados nas três últimas campanhas, assim como concentrações de óleos e graxas variando entre 0,2 e 1,3mg/L,

encontradas em quatro das amostras. Não foram detectadas concentrações relevantes de metais pesados, à exceção do mercúrio, presente nas duas primeiras amostras em concentrações de 0,0003 e 0,0008mg/L, ou seja, 1,5 e 4 vezes acima do permitido, respectivamente.

O ponto subsequente, PL-M-64, apresentou resultados relativamente semelhantes aos do ponto PL-M-60, tendo sido encontrados em todas as campanhas índices significativos de fósforo total e óleos e graxas. Coliformes totais e fecais foram detectados em número acima do permitido em duas das campanhas. Concentrações de compostos fenólicos mantiveram-se acima do estabelecido nas três últimas campanhas e os níveis de OD extrapolaram o permitido na última amostra.

Com relação ao ponto VP-M-67, as maiores alterações verificadas foram relativas aos valores de turbidez e sólidos suspensos encontrados nas amostras coletadas nos anos de 1991 e 1992, as quais apresentaram índices bastante superiores aos dos pontos PL-M-60 e PL-M-64, índices esses atribuídos às intensas atividades de dragagem para retirada de areia efetuadas no ribeirão da Mata e em seus tributários à época das coletas. A amostra coletada em 02/10/95 apresentou valores fora dos limites estabelecidos nos parâmetros OD (3,8mg/L), DBO (11,12mg/L) e amônia não ionizável (0,063mg/L), decorrentes do grande aporte de esgotos urbanos e efluentes diversos. As concentrações de fósforo total, variando entre 0,08 e 0,19mg/L, e o número de coliformes fecais (variação entre 1.100 e 14.000 NMP/100mL) excederam o permitido em todas as campanhas, indicando também contaminação orgânica. Óleos e graxas foram encontrados nas duas últimas amostras em concentrações de 0,50 e 0,70mg/L. Fenóis também foram detectados em índices três vezes acima do estabelecido em duas das campanhas.

A jusante da cidade de Vespasiano (ponto VP-M-69), não foi realizada a última campanha de amostragem. Embora os valores de pH tenham se mantido semelhantes aos encontrados nos pontos anteriores, a alcalinidade total sofreu um pequeno acréscimo em todas as campanhas de amostragem. No mais, não foram verificadas alterações significativas nos parâmetros analisados em relação aos demais pontos de

amostragem, o que em parte pode ser atribuído à existência de uma estação de tratamento de esgotos na cidade de Vespasiano.

Com relação à ocorrência de metais pesados no ribeirão da Mata, cabe observar que, na segunda campanha de amostragem, efetuada em dezembro de 1991, foram detectados índices de cádmio de 0,002mg/L (duas vezes o permitido) nos pontos PL-M-64, PL-M-67 e VP-M-69. Contudo, sua possível fonte contaminante não foi identificada. Uma concentração de cobre de 0,032mg/L, e, portanto, também acima do estabelecido, foi detectada no ponto VP-M-69 na segunda campanha de amostragem, não tendo sido encontrada nas campanhas subseqüentes.

Córrego do Jaque

Esse córrego, enquadrado na Classe 1, foi amostrado no ponto ST-M-77, junto à ponte da rodovia de acesso a localidade da Lapinha. Suas águas apresentaram pH variando entre 7,4 e 7,9, condutividade elétrica de baixa a média (variação entre 159,1 e 222,6 μ mhos/cm) e dureza moderada (entre 74,6 e 152,6mg/L). Os valores de turbidez e de sólidos em suspensão mantiveram-se baixos em todas as amostras. As concentrações de oxigênio dissolvido também mantiveram-se acima do limite mínimo estabelecido em todas as campanhas.

Contudo, parâmetros indicadores de contaminação orgânica foram detectados em várias amostras; dentre eles, a DBO, que manteve-se acima dos limites estabelecidos na terceira (5,0mg/L) e quinta amostra (8,08mg/L), o nitrogênio nas formas amoniacal e orgânica, encontrado em todas as amostras variando entre 0,10 e 0,69mg/L, e o fósforo total, que manteve-se acima do permitido em quatro amostras, com variação entre 0,04 e 0,25mg/L. O número de coliformes totais, variando entre 1.100 e >24.000NMP/100mL, também manteve-se acima dos limites da Classe 1 em todas as amostras; e o número de coliformes fecais excedeu os limites na primeira e nas duas últimas amostras (1.100, >24.000 e 1.100NMP/100mL, respectivamente). A presença de matéria orgânica nas águas deve ter sua origem predominantemente associada a excrementos de animais, uma vez que, considerando-se que os condomínios e propriedades rurais existentes na região utilizam o sistema de fossas, não foram identificados lançamentos de esgotos

domésticos em nível significativo na bacia. O expressivo número de estreptococos fecais encontrado nas amostras também é indicativo de contaminação orgânica de origem animal. Cabe observar que existe uma estação de tratamento dos esgotos do Aeroporto Tancredo Neves nas cabeceiras do córrego Fidalgo, afluente do córrego Jaque. Contudo, os efluentes dessa estação são lançados no córrego após uma significativa remoção da DBO.

Não foram detectados metais pesados e substâncias tóxicas em concentrações relevantes em nenhuma das amostras. Entretanto, óleos e graxas foram encontrados com índices variando entre 0,1 e 1,9mg/L em todas as análises.

Córrego Mocambo

O córrego Mocambo está enquadrado na Classe 1. O ponto de amostragem, MT-M-80, está localizado na Fazenda Mocambo, cerca de a jusante da ressurgência de mesmo nome. Neste local, as águas do córrego apresentaram pH variando entre 6,3 e 8,3. A condutividade elétrica medida em todas as amostras foi bastante alta, com variação entre 308,85 e 420,06 μ mhos/cm, proveniente da grande quantidade de íons nas águas resultantes da dissolução das rochas carbonáticas. Os valores de dureza total, também bastante altos, da ordem de 180mg/L em todas as amostras, são característicos de regiões cársticas. Os índices de turbidez e sólidos suspensos mantiveram-se bastante baixos, mesmo em períodos chuvosos. As águas apresentaram bons níveis de oxigênio dissolvido, sempre superiores ao limite mínimo estabelecido.

Óleos e graxas foram encontrados na primeira campanha de amostragem em concentração da ordem de 2,00mg/L. Contudo, nas amostras subseqüentes, as concentrações foram significativamente inferiores, entre 0,10 e 0,30mg/L. Índice de DBO acima do estabelecido (6,72mg/L) foi detectado apenas na segunda campanha. Contaminação orgânica de provável origem predominantemente animal foi verificada a partir dos indicadores relativos à série nitrogenada, fósforo total e das análises biológicas. Os compostos fenólicos encontrados em duas das amostras em concentrações acima dos limites estabelecidos podem ser provenientes da utilização de produtos para o gado, considerando-se a predominância de atividades agropecuárias na área.

Não foram detectadas concentrações de compostos organoclorados nas amostras coletadas em 27/08/92. Nas demais campanhas essas análises não foram realizadas. Com relação a metais pesados, em todas as amostras suas concentrações mantiveram-se abaixo dos limites estabelecidos para a Classe 1, a menos do cádmio, que foi detectado na segunda campanha numa concentração de 0,002mg/L, pouco acima do permitido.

Córrego Palmeira

Esse córrego foi amostrado próximo à Fazenda Bom Jardim, cerca de 300 metros a montante do sumidouro (ponto MT-M-92), e considerado como sendo da Classe 1. Suas águas apresentaram índices de condutividade e de dureza bastante altos (variação entre 318,23 e 407,22 μ mh/cm e 157,60 e 198,00mg/L, respectivamente), devido à grande ocorrência de rochas carbonáticas na área da sub-bacia. Os valores de turbidez e sólidos suspensos mantiveram-se muito baixos em todas as amostras, o que também é característico de águas naturais em regiões calcárias.

Embora os índices de DBO tenham se mantido muito baixos, de no máximo 1,14mg/L e não tenha sido detectada em nenhuma amostra índices de DQO, o oxigênio dissolvido apresentou valores abaixo do mínimo permitido nas duas últimas amostras, da ordem de 5,8 e 3,8mg/L, respectivamente. Pequena contaminação orgânica foi detectada a partir dos índices de nitrogênio amoniacal e orgânico encontrados, bem como das análises bacteriológicas, que registraram valores acima do permitido no que diz respeito aos coliformes totais (duas primeiras amostras) e coliformes fecais (última amostra). Contudo, o número de coliformes fecais, quando comparado com o número de estreptococos, sugere que a matéria orgânica presente, principalmente nas três primeiras amostras, é originada de excrementos de animais.

Não foram encontradas concentrações significativas de metais pesados e outras substâncias tóxicas em nenhuma das amostras. Entretanto, índices de óleos e graxas variando entre 0,1 e 0,7mg/L foram detectadas nas três últimas amostras.

Córrego Gordura

O córrego Gordura foi amostrado na fazenda Riacho D'Anta, junto a ponte da estrada municipal (ponto FN-M-48). Suas águas foram enquadradas na Classe 1. Esse córrego apresentou, como os demais cursos da área cárstica, índices bastante altos de condutividade elétrica, alcalinidade e dureza total. Os valores de turbidez e sólidos suspensos mantiveram-se baixos em todas as amostras.

Óleos e graxas foram detectados na quatro primeiras campanhas. Não foram detectadas concentrações relevantes de fenóis e metais pesados em nenhuma das amostras, à exceção do cádmio, encontrado na segunda campanha numa concentração de 0,002mg/L. As análises de defensivos agrícolas organoclorados, efetuadas quando da terceira campanha, também apresentaram resultados negativos.

Os índices de OD excederam os limites estabelecidos na segunda e quarta campanhas, com valores de 5,7 e 5,9mg/L, respectivamente. Os índices de DBO, a menos da quarta campanha, a qual apresentou um valor de 3,51mg/L, mantiveram-se bastante baixos. Uma pequena contaminação orgânica foi detectada a partir dos valores encontrados nos parâmetros nitrogênio amoniacal e orgânico, fósforo total, bem como nas análises bacteriológicas. Contudo, esta contaminação é provavelmente proveniente de matéria orgânica vegetal e de excrementos de animais, uma vez que não foram identificados lançamentos de esgotos na área da sub-bacia. Com relação às análises bacteriológicas, os limites estabelecidos foram excedidos na primeira (800 NMP/100mL para coliformes fecais), terceira e quarta campanhas (2.800 e 2.400 NMP/100mL para coliformes totais, respectivamente). Por outro lado, os valores encontrados na última campanha foram bastante baixos (43 NMP/100mL para coliformes fecais e totais).

A partir do resultados das análises dos parâmetros amostrados, verifica-se que o córrego Gordura, na última campanha de amostragem, apresentou as melhores condições qualitativas observadas dentre todos os cursos d'água da APA, mantendo-se, a menos do parâmetro fósforo total, dentro dos limites estabelecidos para a Classe 1.

Lagoa do Sumidouro

As águas da lagoa, juntamente com as do córrego Samambaia, seu contribuinte, foram enquadradas na Classe 1. O ponto PL-L-74 corresponde a uma amostra composta resultante da coleta em três pontos distintos dentro da lagoa.

Embora toda a sub-bacia da lagoa do Sumidouro esteja compreendida em região bastante carstificada, os índices de condutividade elétrica, alcalinidade e dureza total mantiveram-se relativamente inferiores aos encontrados nos córregos Mocambo e Gordura. As amostras apresentaram pH variando entre 7,3 e 8,6, indicando, portanto, águas predominantemente básicas. Os valores de turbidez e sólidos suspensos mantiveram-se baixos, compatíveis com as características de ambiente lântico.

Os teores de oxigênio dissolvido mantiveram-se acima do limite mínimo estabelecido em todas as amostras. A DBO relativa a última amostra (4,9mg/L) excedeu o permitido, mantendo-se, contudo, sempre abaixo de 2,0mg/L nas demais campanhas. Nitrogênio amoniacal foi encontrado na última amostra com valor bastante elevado, da ordem de 2,31mg/L. Nas demais campanhas os índices encontrados foram bem inferiores, variando entre 0,02 e 0,30mg/L. As concentrações de amônia não ionizável excederam muito os limites estabelecidos na segunda e quinta campanhas, com valores de 0,078 e 0,502mg/L, respectivamente, valores esses tóxicos para algumas espécies aquáticas. O fósforo total, à exceção da terceira campanha, apresentou teores dentro dos limites estabelecidos. Quanto às análises bacteriológicas, o número de coliformes totais excedeu o permitido na terceira e quarta campanhas (1.100NMP/100mL), sendo que na quarta campanha o número de coliformes fecais também manteve-se acima do permitido (490NMP/100mL). Contudo, nesta campanha, o número de estreptococos fecais, da ordem de 1.700 NMP/100mL, e, portanto, bem superior ao número de coliformes fecais, sugere que a contaminação fecal tenha origem em excrementos de animais.

Fenóis foram detectados em concentrações superiores ao estabelecido na terceira e última

campanhas, cujos teores foram de 0,003mg/L em ambas as amostras. Foram encontradas concentrações de óleos e graxas na quatro primeiras amostras, variando entre 0,20 e 0,60mg/L. Com relação aos metais pesados, no geral, as concentrações encontradas mantiveram-se abaixo dos limites estabelecidos, à exceção da primeira campanha, em que foi detectado um teor de mercúrio de 0,0005mg/L.

Lagoa São José

A lagoa São José é uma lagoa urbana, localizada dentro da cidade de Confins. Embora não enquadrada pela D.N. 20/97, foi considerada, como as demais lagoas da região, como sendo da Classe 1. As amostras do ponto ST-L-81 são resultantes da coleta em três pontos distintos dentro da lagoa.

Os resultados das análises mostram águas com características bem distintas das encontradas nos demais corpos d'água da região, no que diz respeito a condutividade elétrica, alcalinidade total e dureza total, cujos valores foram significativamente baixos, indicando águas brandas, com pequena quantidade de íons dissolvidos.

A turbidez apresentou índices muito altos na primeira e última amostras, da ordem de 130,0 e 100,0 NTU, respectivamente, valores esses muito acima dos limites estabelecidos e incompatíveis com as características de ambientes lânticos, indicando intensa interferência antropogênica. As águas apresentaram bons índices de oxigênio dissolvido, a menos da segunda campanha, que manteve-se fora do permitido, apresentando um valor de OD de 5,8mg/L. Entretanto, os valores de DBO excederam o estabelecido em todas as amostras, variando entre 3,8 e 19,20mg/L. A DQO também apresentou índices muito altos, variando entre 21,3 e 360,8mg/L, indicando a presença de substâncias químicas naturalmente não encontradas nas águas. Óleos e graxas foram detectados em todas as análises em concentrações variando entre 0,3 e 1,9mg/L.

Não foram detectadas concentrações relevantes de metais pesados e compostos fenólicos em nenhuma das amostras.

7 - PROPOSTA DE ZONEAMENTO HIDROLÓGICO

Tendo em vista que os estudos e trabalhos realizados tiveram como objetivo final a elaboração do zoneamento ambiental da APA Carste de Lagoa Santa, foi efetuada, a partir dos estudos hidrológicos, uma proposta de zoneamento hidrológico, a qual, juntamente com os demais estudos temáticos relativos aos meios físico, biótico e antrópico, subsidiou os trabalhos de integração de temas que resultaram no zoneamento ambiental da área.

A proposta de zoneamento hidrológico foi fundamentada na premissa de que a gestão e o controle dos recursos hídricos constituem-se elementos disciplinadores da implantação e manutenção de atividades sócio-econômicas, uma vez que a água é fundamental para a ocorrência de qualquer atividade antropogênica.

O zoneamento hidrológico foi efetuado a partir da criação de macrozonas hidrológicas ao longo de toda a região da APA, objetivando restringir ou disciplinar atividades existentes ou futuras que venham interferir com os recursos hídricos superficiais da área. Os fatores condicionantes para a definição das macrozonas foram primeiramente os aspectos legais, expressos através de leis, decretos, resoluções e deliberações vigentes, relacionadas direta ou indiretamente com os recursos hídricos. Foram também consideradas as características de relevo, a ocupação do solo, as atividades exercidas nas áreas estudadas, os usos das águas e a qualidade atual dos recursos hídricos de superfície. Tendo em vista as características cársticas da região da APA e a ocorrência de sistemas aquíferos sensivelmente vulneráveis interconectados com as águas superficiais, na definição das macrozonas foram também consideradas a potencialidade à contaminação desses aquíferos através da infiltração em sumidouros, dolinas e lagoas.

As macrozonas foram definidas como Zonas de Proteção Máxima (ZPM), Zonas de Proteção Especial (ZPE) e Zonas de Uso Disciplinado (ZUD).

Considerou-se como Zonas de Proteção Máxima as áreas de preservação permanente correspondentes às faixas marginais ao longo dos cursos d'água e entorno de lagoas, reservatórios, nascentes e surgências, estabe-

lecidas pelo Código Florestal, aqui codificadas como ZPM₁, assim como as áreas máximas ocupadas pelos espelhos d'água das lagoas com características sazonais, codificadas como ZPM₂. Nessas áreas, estão vedadas quaisquer atividades que impliquem em ocupação e desmatamento.

As áreas definidas como ZPM₁ foram especificadas de acordo com o artigo 2º do Código Florestal, em função da largura do curso d'água. Assim sendo, para todos os cursos d'água com largura inferior a 10 metros, a faixa marginal é de 30 metros. Enquadra-se neste segmento todos os córregos situados dentro dos limites da APA. Para os cursos d'água com largura entre 10 e 50 metros, a faixa marginal é de 50 metros. É o caso do ribeirão da Mata, que faz divisa com a APA em sua porção sul. Os cursos d'água com largura entre 50 e 200 metros devem apresentar faixa marginal de 100 metros, caso do rio das Velhas, que delimita a área da APA em sua porção norte-nordeste. As áreas de entorno das lagoas, foram apenas referenciadas no artigo 2º do Código Florestal, não tendo sido fixada uma largura específica; assim sendo, adotou-se para todas as lagoas da APA localizadas em áreas não urbanas, uma faixa de entorno de 30 metros de largura.

As áreas relativas ao máximo espelho d'água, das lagoas intermitentes (ZPM₂) foram definidas como zona de proteção máxima objetivando a vedação de seu uso para fins agrícolas nos períodos em que as mesmas encontram-se secas, evitando assim possíveis contaminações com fertilizantes, agrotóxicos e material orgânico.

Foram consideradas Zonas de Proteção Especial as áreas cársticas ou parcialmente cársticas que possuem rede de drenagem superficial definida, convergindo para sumidouros. Essas áreas, codificadas como ZPE₁, apresentam uma grande potencialidade à contaminação das águas dos sistemas de fluxo subterrâneos subsequentes, bem como à dispersão de poluentes nesses sistemas. Por esse motivo, as atividades que possam vir a causar a poluição das águas de superfície e consequente contaminação dos aquíferos cársticos devem ser restringidas. Estão definidas como ZPE₁ as áreas correspondentes às sub-bacias do córrego Palmeiras e de

córregos vizinhos localizados na porção noroeste da APA, bem como as de alguns córregos de pequeno porte localizados na porção centro-sul da APA.

Foram também definidas como Zonas de Proteção Especial, as áreas caracterizadas por relevo muito carstificado, com a ocorrência de dolinas, sumidouros e surgências, áreas essas com rede de drenagem superficial pouco definida, de densidade nula a baixa. Nessas áreas, codificadas como ZPE₂, os sistemas de fluxo são primordialmente subterrâneos, ocorrendo portanto uma grande vulnerabilidade à poluição dos aquíferos cársticos através dos processos de infiltração. Foram definidas como ZPE₂, uma parcela significativa das regiões noroeste e central da APA, nas quais as atividades potencialmente poluidoras devem ser restringidas.

Dentre as Zonas de Uso Disciplinado estão as áreas de relevo acidentado codificadas como ZUD₁, que apresentam vertentes com declividades significativas e vales encaixados, onde estão inseridas nascentes e cabeceiras de drenagens. Essas áreas são susceptíveis a processos erosivos e transporte de sedimentos para as calhas fluviais subsequentes, podendo acarretar no assoreamento dos cursos d'água. Foram consideradas como ZUD₁, a área central da APA que engloba as nascentes do córrego Fidalgo, e as áreas sul e leste da APA que contêm as nascentes de alguns tributários do ribeirão da Mata e do córrego do Jaque. As ativi-

dades que causem erosão nessas áreas devem ser controladas.

Foram também consideradas como Zonas de Uso Disciplinado as áreas caracterizadas por um relevo plano a suavemente ondulado, apresentando pouca propensão a processos erosivos e menor interferência quanto aos aspectos qualitativos e quantitativos dos corpos d'água. Essas áreas foram codificadas como ZUD₂ e correspondem a uma grande parcela das regiões norte e sudeste da APA. O controle das atividades antropogênicas nessas áreas pode ser menos restritivo.

No **Quadro 8** está apresentada a matriz de correlação das características hidrológico-ambientais relativas a cada sub-zona e das restrições de uso das águas em função das atividades antropogênicas. Neste quadro, tentou-se determinar para as sub-zonas consideradas, a compatibilidade entre as diversas atividades antropogênicas, subdivididas em urbanização, atividades industriais, agropecuárias, piscicultura, mineração e turismo/lazer e as principais características hidrológico-ambientais das sub-zonas, quais sejam, disponibilidade hídrica, propensão à erosão e vulnerabilidade à poluição.

No Mapa de Zoneamento Hidrológico, foram delimitadas as sub-zonas hidrológicas, incluindo as áreas de preservação ambiental e as classes de enquadramento dos cursos d'água, de acordo com a Deliberação Normativa COPAM nº 20/97.

MACRO-ZONA	SUB-ZONA	CARACTERÍSTICAS HIDROLÓGICO-AMBIENTAIS			RESTRIÇÕES DE USO - ATIVIDADES ANTROPOGÊNICAS											
					URBANIZAÇÃO			ATIVIDADES INDUSTRIAIS			ATIVIDADES AGROPECUÁRIAS			PISCICULTURA	MINERAÇÃO	TURISMO/LAZER/RECREÇÃO
		Disponibilidade hídrica de superfície	Propensão à erosão/transporte sólido	Vulnerabilidade à poluição hídrica	Expansão urbana	Captação para abastecimento urbano	Lançamento de esgotos domésticos	Instalação de indústrias	Captação para abastecimento industrial	Lançamento de efluentes industriais	Irrigação de culturas	Dessedimentação de animais	Captação para abastecimento rural			
ZPM	ZPM ₁	moderada a baixa	alta	alta	incompat.	comp. rest. *	incompat./comp.rest.#	incompat.	comp.rest.*,*	incompat./comp.rest.#	comp.rest.*	compat.	compat.	incompat.	incompat.	compat.
	ZPM ₂	baixa a moderada	moderada a baixa	alta	incompat.	incompat.*	incompat.	incompat.	incompat.*	incompat.	incompat.*	compat.	comp.rest.*	incompat.	incompat.	comp.rest.**
ZPE	ZPE ₁	baixa	alta a moderada	alta	incompat.	incompat.*	incompat.	incompat.	comp.rest.*,**	incompat.	comp.rest.*	compat.	compat.	comp.rest.	incompat.	compat.
	ZPE ₂	nula a baixa	alta a moderada	alta	incompat.	incompat.*	incompat.	incompat.	incompat.*	incompat.	incompat.*	compat.	compat.	comp.rest.	incompat.	compat.
ZUD	ZUD ₁	baixa	alta	moderada	compat.rest.	comp.rest.*	incompat.	incompat.	compat.rest.*	incompat.	comp.rest.*	compat.	compat.	compat.	incompat.	compat.
	ZUD ₂	baixa	baixa	baixz	comp.rest.	incompat.*	comp.rest.#	comp.rest.	comp..rest.*	comp.rest.#	comp.rest.*	compat.	compat.	compat.	comp.rest.	compat.

COMPAT. = compatível

INCOMPAT. = incompatível

COMP. REST. = compatível com restrições

.Restrições em função da disponibilidade hídrica local

..Restrições devido às características qualitativas das águas no local

Incompatível para cursos d'água Classe 1 e compatível para cursos d'água Classe 2, desde que após tratamento convencional.

Quadro 8 - Matriz de Correlação das Características Hidrológico-Ambientais e de Restrições de Uso das Águas de Superfície.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, A.S. *Hydrogeological and hydrochemical characterization of the Matozinhos - Pedro Leopoldo Karst, Brazil*. s.l., 1994. 110p. Tese (Mestrado) - Western Kentucky University.
- BARTH, F.T., POMPEU, C.T. Fundamentos para gestão de recursos hídricos. In: BARTH, F.T. et al. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo: Nobel/ABRH, 1987. p.1-91. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 1].
- BEATO, D.A., PESSOA, P.F. *Hidrologia e qualidade das águas subterrâneas do município de Sete Lagoas: informações básicas para gestão territorial - GATE/Projeto VIDA - Viabilidade industrial e defesa ambiental*. Belo Horizonte: CPRM, s.n.t. [No prelo].
- BENNETI, A., BIDONE, F. O meio ambiente e os recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (org.) *Hidrologia; ciência e aplicação*. Porto Alegre: Ed. da Universidade/EDUSP/ABRH, 1993. p. 849-875 [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4].
- BRAILE, P.M., CAVALCANTI, J.E.W.A. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo: CETESB, 1993. 764p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Sistemática para análise de consistência e homogeneização de dados pluviométricos*. Brasília: DNAEE, 1984. 67p.
- _____. *Sistema para análise de consistência de dados pluviométricos*. Brasília: DNAEE, 1989. 127p.
- _____. *Boletim pluviométrico F-4.01; Bacia do rio São Francisco*. Brasília: DNAEE, 1984. v.3.
- _____. *Boletim pluviométrico F-4.01; Bacia do rio São Francisco*. Brasília: DNAEE, 1989. v.4.
- DERÍSIO, J.C. *Introdução ao controle de poluição ambiental*. São Paulo: CETESB, 1992. 201p.
- DOOREMBOS, J., PRUITT, W.D. Crop and water requirements. Roma: FAO, 1975. 179p. (Irrigation and Drainage Paper, 24) apud VILLA NOVA, N.A., REICHARDT, K. Evaporação e evapotranspiração. In: RAMOS, F. et al. *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro: UFRJ, ABRH, 1989. p.178-179. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 2].
- ELETROBRÁS. *Metodologia para regionalização de vazões*. S.n.t., 1985.
- FELLENBERG, G. *Introdução aos problemas da poluição ambiental*. São Paulo: EPU, 1980. 196p.
- FILL, H.D. Informações hidrológicas. In: BARTH, F.T. et al. *Modelos para gerenciamento de recursos hídricos*. São Paulo: Nobel, ABRH, 1987. p.130. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 1].
- FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. *Estudos integrados de recursos naturais - Bacia do Alto São Francisco e parte central da área mineira da SUDENE: hidrologia superficial*. Belo Horizonte: CETEC, 1984. 65p. [Relatório final].
- HERAS, R. (org.). *Manual de hidrologia: princípios básicos em hidrologia - v.1*. Madrid: Escuela de Hidrologia, 1972. 473p.
- KOHLER, H.C. *Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa - MG*. São Paulo, 1989. 113p. Tese (Doutoramento) FFLCH-USP.
- LAFUENTE, J.G.C. *Química del agua*. Madrid: Blume, 1969. 355p.
- LANNA, A.E. Gestão dos recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M. (org.). *Hidrologia; ciência e aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade, EDUSP, ABRH, 1993. p. 728-768. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 4].

- MAIA, L.F.P.G. *Alguns aspectos dinâmicos - climatológicos em Minas Gerais*. Viçosa, 1986. 164p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- MOTA, F.S. da. *Meteorologia agrícola*. 7.ed. São Paulo: Nobel, 1986. 376p. [Biblioteca Rural].
- NIMER, E. Clima. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Geografia do Brasil; região Sudeste*. Rio de Janeiro: IBGE, 1977. p.51-89.
- OCCHIPINTI, A.G. Hidrometeorologia. In: RAMOS, F. et al. *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro: UFRJ, ABRH, 1989. p.55-70. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 2].
- PENMAN, H.L. Natural evaporation from open water, base soil and grass. Proc. Royal Soc. London, v. 193, p. 120-145, 1948. apud VILLA NOVA, N.A., REICHARDT, K. Evaporação e evapotranspiração. In: RAMOS, F. et al. *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro: UFRJ, ABRH, 1989. p. 158-177. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 2].
- PEREIRA, B.E.B. et al. *Técnica de abastecimento e tratamento de água*. 2.ed. São Paulo: CETESB, ASCETESB, 1987. 549p. [Abastecimento de água, 1].
- PFRAFSTETTER, Otto. *Chuvvas intensas no Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1982. 426p.
- PORTO, R.L. (org.). *Hidrologia ambiental*. São Paulo: ABRH, EDUSP, 1991. 414p. [Coleção ABRH de Recursos Hídricos, 3].
- SAWYER, C.N., McCARTY, P.L. *Chemistry for environmental engineering*. 3.ed. Tokio: Mc Graw Hill, 1985. 532p.
- SECRETARIA ESTADUAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS. Deliberação Normativa COPAM n. 010/86 de 16 de dezembro de 1986. Minas Gerais, I.O./MG, 10 jan 1987. parte 1, p. 13-15.
- _____. Deliberação Normativa COPAM n.20/97 de 24 de junho de 1997. Minas Gerais, I.O./MG, 27 jun 1997.
- SPERLING, M.V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 1995. p. 17-49.
- THORNTHWAITE, C.W. An approach toward a rational classification of climate. Geog. Rev., v.38, p.55-94, 1948. apud VILLA NOVA, N.A., REICHARDT, K. Evaporação e evapotranspiração. In: RAMOS, F. et al. *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro: UFRJ/ABRH, 1989. p. 175-193.
- VILLA NOVA, N.A., REICHARDT, K. Evaporação e evapotranspiração. In: RAMOS, F. et al. *Engenharia hidrológica*. Rio de Janeiro: UFRJ, ABRH, 1989. p. 145-197.

ANEXO I

Descargas médias mensais das Estações
Fluviométricas estudadas



DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: PONTE RAUL SOARES										CÓD. DNAEE: 41340000							
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1938			73,3	64,3	54,5	41,4	40,7	41,6	44,2	47,0	54,7	144,0					
1939	221,0	152,0	74,3	70,9	52,6	44,6	41,0	36,9	40,2	56,8	43,3	63,1	74,7	902	25/01	28,3	20/11
1940	111,0	111,0	121,0	58,0	46,4	39,9	33,6	30,6	32,1	40,1	120,0	130,0	72,8	425	23/12	22,1	09/09
1941	147,0	81,9	85,0	89,1	50,8	47,1	44,9	39,0	42,6	50,6	55,2	84,4	68,1	272	35523	28,3	26/08
1942	165,0	75,3	120,0	66,4	52,2	44,7	40,6	36,6	41,0	50,8	81,2	193,0	80,6	711	30/12	24,2	15/09
1943	426,0	154,0	180,0	94,0	71,6	62,9	55,6	51,0	47,1	55,1	86,5	275,0	130,0	754	02/01	39,5	09/09
1944	93,6	210,0	121,0	79,9	61,7	54,6	48,4	47,0	41,4	45,6	67,7	128,0	83,3	562	06/02	30,6	03/10
1945	355,0	206,0	162,0	164,0	92,3	73,4	62,5	51,1	49,2	59,4	139,0	302,0	143,0	799	10/01	42,8	08/10
1946	203,0	88,4	102,0	99,4	64,4	55,4	48,7										
1947			161,0	77,6	57,6	49,1	44,9	49,3	54,1	64,4	59,7	117,0					
1948	110,0	91,2	155,0	69,5	54,1	52,7											
1949					39,5	28,6	20,1	15,9	13,6	17,5	29,6	108,0					
1950	124,0	90,8	94,4	69,5	49,8	43,3	40,2	36,2	37,9	39,3	101,0	184,0	75,8	543	17/12	27,1	12/09
1951	116,0	151,0	136,0	120,0	61,0	52,1	45,8	40,7	37,7	37,6	27,2	94,4	76,7	580	31/03	18,0	16/11
1952	162,0	231,0	274,0	108,0	65,6	53,2	45,3	40,0	38,2	41,9	69,4	149,0	106	650	06/03	29,4	21/10
1953	56,0	92,7	80,3	69,1	48,1	40,3	35,3	34,6	35,8	46,6	63,3	127,0	60,8	312	17/02	25,4	22/09
1954	66,2	62,2	42,5	55,7	37,8	32,5	31,9	26,1	25,4	27,1	76,1	86,5	47,5	274	01/04	17,1	28/09
1955	127,0	73,9	49,0	42,4	33,7	26,9	22,2	20,6	19,8	26,8	80,3	144,0	55,6	490	31/12	14,8	04/10
1956	107,0	62,4	76,8	36,4	39,0	42,2	31,9	26,7	23,3	22,4	45,8	239,0	62,8	748	28/12	17,5	28/10
1957	222,0	179,0	119,0	106,0	68,9	55,3	47,1	40,0	36,6	38,1	85,7	179,0	98,1	535	13/01	31,5	04/11
1958	127,0	128,0	80,8	69,1	56,4	48,0	51,0	40,9	45,1	51,8	54,7	62,4	68,0	336	24/01	31,9	02/09
1959	63,2	38,5	91,2	45,5	31,6	25,3	21,1	20,1	20,6	40,5	101,0	103,0	50,2	245	08/03	17,5	19/08
1960	134,0	111,0	120,0	58,7	48,6	39,9	34,2	28,4	29,7	26,5	77,6	148,0	71,4	632	25/01	21,0	25/10
1961	398,0	262,0	144,0	82,2	64,4	51,9	44,4	37,2	32,2	32,8	46,4	50,4	104,0	1006	28/01	25,4	10/10
1962	187,0	178,0	97,1	49,4	46,3	31,2	30,2	26,6	24,0	48,3	75,9	230,0	85,4	790	25/12	18,0	11/09

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: PONTE RAUL SOARES											CÓD. DNAEE: 41340000						
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1963	126,0	76,1	49,4	37,0	32,6	29,7	27,2	26,6	22,8	21,2	32,5	31,7	42,7	327	01/01	17,1	01/10
1964	182,0	172,0	69,4	46,6	40,9	30,3	35,2	27,1	22,2	53,6	132,0	161,0	81,1	569	24/02	19,4	05/10
1965	197,0	245,0	195,0	86,2	65,0	52,9	47,3	44,6	37,5	71,0	163,0	112,0	110,0	624	21/02	34,9	19/09
1966	252,0	154,0	131,0	72,9	59,7	51,1	45,6	38,4	35,7	47,5	64,7						
1967			91,4	65,0	50,7	39,7	35,1	31,0	26,7	25,0	79,8	143,0					
1968	124,0	108,0	92,9	56,5	36,6	30,7	27,4	26,9	28,7	48,1	79,6	132,0	65,9			22,0	09/10
1969	120,0	85,2	61,9	39,6	35,5	30,0	27,7	23,9	22,8	39,4	92,1	212,0	65,8	497,0	27/12	19,1	01/10
1970	128,0	78,6	50,6	47,8	36,9	31,4	29,8	26,9	32,9	59,1	67,7	56,7	53,9	317,0	24/01	24,6	26/08
1971	43,1	32,1	35,5	27,9	22,4	26,3	20,8	17,8	20,0	36,9	115,0	157,0	46,2	351,0	27/11	16,3	05/08
1972	53,6	54,9	84,3	51,8	36,6	31,3	33,6	25,9	25,1	57,3	80,9	95,4	52,6	296,0	29/11	21,3	24/09
1973	96,8	84,0	136,0	61,0	45,7	36,3	32,6	27,5	25,8	39,8	112,0	127,0	68,8	498,0	12/03	19,9	26/09
1974	106,0	68,8	93,9	73,7	49,2	40,8	34,8	31,0	25,6	36,3	37,3	95,9	57,8	309,0	27/03	21,8	02/10
1975	123,0	117,0	50,7	53,6	42,3	33,0	34,6	30,1	26,1	41,4	86,5	56,7	57,9	375,0	07/02	24,4	16/09
1976	34,3	47,9	38,2	26,9	21,9	21,0	24,9	22,3	34,9	44,6	91,4	123,0	44,3	604,0	23/11	16,9	04/05
1977*	218,0	122,0	66,4	59,7	39,4	38,7	33,7	28,4	32,9	29,1	51,2	62,4	65,1	745,0	31/01	24,0	01/11
1978*	141,0	137,0	94,6	56,3	51,0	44,8	41,8	32,6	31,4	46,2	96,6	115,0	74,0				
1979*				108,0	80,8	64,5	54,4	46,8	51,1	42,5	98,6						
1980*	249,0	133,0	69,1	107,0	60,2	51,0	49,6	43,4	38,0	40,3	74,3	191,0	92,2	614,0	14/12		
1981*	168,0	85,2	82,7	68,5	54,5	51,1	42,9	39,7	36,3	55,2	181,0	189,0	87,8	653,0	28/12	31,2	26/09
1982*	273,0	123,0	225,0	114,0	82,8	69,2	55,8	53,4	46,0	57,0	55,3	97,6	104,3				
1983*					88,6	78,0	66,4	55,6	61,9	91,5	139,0	274,0					
1984	111,0	70,8	73,2	66,3	49,6	42,0	39,4	42,2	47,4	41,8	68,4	175,0	68,9	788,0	17/12	26,9	10/10
1985	364,0	217,0	274,0	134,0	90,9	72,9	61,8	54,6	52,7	54,2	83,9	122,0	131,8				
1986	190,0	131,0	91,1	65,3	64,0	49,9	45,9	40,7	32,1	29,3	39,2	108,0	73,8	621,0	10/01	25,7	06/11

Os dados com asterisco referem-se à estação Ponte Raul Soares jusante

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: PONTE RAUL SOARES											CÓD. DNAEE: 41340000						
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1987	94,9	55,0	101,0	69,1	50,3	44,9	35,7	30,3	33,9	31,4	41,7	197,0	65,4	512,0	14/12	22,3	20/10
1988	102,0	213,0	115,0	81,0	56,1	47,1	38,9	33,8	31,0	40,0	48,2	100,0	75,5	547,0	12/02	25,7	27/09
1989	80,8	101,0	98,7	45,4	35,9	30,4	36,4	35,4	32,8	50,6	90,2	220,0	72,2				
1990	90,3	80,1	63,8	47,1	46,9	35,2	34,5	36,2	36,8	39,7	58,2	67,0	53,0	369,0	02/01	25,7	27/01
1991	293,0	163,0	134,0	95,9	64,9	53,5	46,4	40,4	44,0	55,8	73,8	89,8	96,2	934,0	18/01	33,5	30/10
1992	317,0	221,0	86,0	69,2	60,5	48,8	45,9	43,5	52,1	57,8	141,0	176,0	110,0	953,0	15/01	41,1	22/08
1993	123,6	117,6			55,4	49,2	40,8	36,5	48,0	58,4	68,6	106,3					
MÉDIA	162,45	122,47	106,05	71,29	52,80	44,50	39,79	35,38	35,31	44,61	79,35	137,21	76,78				

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: VESPASIANO										CÓD. DNAEE: 41250000							
ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1939	17,80	15,90	7,37	6,95	5,11	4,22	3,81	3,25	3,30	5,06	2,67	3,85	6,61	48,50	25/01	2,16	13/11
1940	8,22	10,50	12,20	4,09	3,40	2,75	2,45	2,16	2,21	3,07	11,10	11,20	6,12	43,50	16/11	1,68	09/09
1941	19,00	7,40	7,15	8,35	4,06	3,87	3,64	2,81	3,03	2,89	2,97	10,80	6,34	40,20	19/01	2,23	17/11
1942	18,50	7,52	14,70	6,51	4,65	3,99											
1943	36,60	23,00	21,80	12,20	9,25	7,82	6,56	6,42	5,30	6,33	15,60	16,90	14,00	49,60	06/01	4,65	21/10
1944	8,53	12,90	13,50	8,28	5,69	5,02	4,47	3,80	3,21	3,59	6,22	12,50	7,31	44,00	25/03	2,78	13/11
1945	20,10	19,80	17,10	17,40	9,21	7,73	6,74	5,73	5,18	5,42	11,20	21,00	12,20	58,10	29/03	4,56	30/09
1946	20,30	8,90	10,70	10,80	6,69	5,66	5,06	4,37	4,27	4,29	7,36	7,94	8,03	46,20	07/01	3,30	03/11
1947	10,80	8,49	17,70	7,49	5,55	4,90	4,55	4,34	4,83	4,40	6,38	16,50	8,00	47,80	17/03	3,38	08/10
1948	10,90	13,60	12,30	6,68	5,13	4,77	4,07	3,50	3,24	4,38	6,67	19,60	7,90	51,00	21/12	3,06	26/09
1949	40,70	53,90	25,20	17,70	12,60	9,87	8,03	6,27	4,78	4,87	8,38	20,60	17,70	75,30	28/01	4,03	02/10
1950	11,00	7,79	13,50	7,42	6,24	4,91	4,13	3,44	3,45	3,93	11,10	19,30	8,02	73,20	18/12	2,80	15/09
1951	17,60	21,60	19,90	15,10	8,76	7,25	5,87	4,73	3,95	3,86	2,72	6,58	9,82	79,60	26/01	1,99	16/11
1952	14,90	23,50	24,60	12,90	8,64	7,11	5,83	4,93	4,46	4,76	7,41	14,90	11,20	60,20	05/02	3,54	20/10
1953	5,92	7,54	9,33	7,10	5,49	4,81	4,34	4,00	4,11	4,70	6,75	8,80	6,07	35,50	25/03	3,08	02/11
1954	5,60	9,43	4,09	4,08	3,10	2,40	1,86	1,57	1,47	1,45	3,45	7,22	3,81	56,40	19/02	1,35	09/10
1955	10,10	4,88	4,53	3,59	2,72	2,44	1,91	1,63	1,33	2,29	5,03	20,90	5,12	71,20	26/01	1,21	02/10
1956	9,86	7,82	9,18	4,24	4,50	4,46	3,63	3,14	2,75	2,47	3,53	22,00	6,47	138,00	17/12	2,38	22/10
1957	17,80	11,90	12,40	14,10	7,82	5,06	4,27	3,67	3,69	3,19	4,98	20,60	9,13	104,00	13/01	2,57	04/11
1958	11,10	9,28	6,90	5,71	4,55	3,91	4,15	3,02	2,99	2,98	2,71	3,29	5,05	39,20	19/01	1,63	20/11
1959	6,75	3,70	5,18	3,00	1,83	1,61	1,42	1,34	1,21	3,01	7,46	4,22	3,39	45,30	19/11	1,15	19/09
1960	10,80	8,11	13,70	4,98	3,88	3,17	2,68	2,15	1,98	1,88	4,07	10,60	5,66	34,00	05/12	1,40	18/10
1961	40,60	21,90	14,60	8,42	6,77	5,42	4,04	3,37	2,82	2,66	4,02						
1962				5,14	4,26	3,48	2,84	2,32	2,27	2,84							



DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: VESPASIANO										CÓD. DNAEE: 41250000							
ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1963				4,30	3,54	2,93	2,71	2,37	1,99	1,90	2,94	2,04					
1964																	
1965																	
1966																	
1967	19,90	13,50	11,70	7,31	5,29												
1968	12,80	9,22	8,31	7,06	4,36	3,53	3,00	2,86	2,75	3,12	5,57	8,06	5,88	61,80	06/01	1,72	07/11
1969	11,30	6,70	6,22	3,50	3,19	2,70	2,32	2,03	2,09	5,17	12,30	12,40	5,83	108,00	26/12	1,59	09/09
1970	13,60	9,29	6,40	5,00	3,64	3,28	2,94	2,52	2,76	4,61	8,73	4,49	5,64	28,00	20/01	2,28	20/08
1971	3,11	2,29	3,03	3,12	3,06				0,70	3,25	15,10	18,60					
1972	5,27	4,83	7,60	4,37	2,85	2,27	2,40	1,87	2,44	4,73	8,78	10,30	4,81	38,70	24/12	1,64	28/10
1973	7,88	7,53	10,80	5,08	3,96	3,22	2,83	2,30	2,16	4,10	10,30	11,20	5,95	60,40	12/03	1,85	18/09
1974	8,98	7,02	8,73	5,63	3,91	3,32	2,99	2,67	2,10	4,35	3,16	14,20	5,59	42,90	31/12	1,68	03/10
1975	14,30	13,20	4,82	5,85	4,01	2,98	3,19	2,19	1,78	3,25	7,71	5,15	5,70	54,90	07/02	1,68	20/09
1976	2,46	3,34	3,01	2,12	1,56	1,26	1,65	1,18	1,82	2,19	14,40	15,70	4,22	74,90	19/11	0,73	04/10
1977	29,10	11,80	5,47	6,75	4,03	3,32	2,68	2,01	2,54	1,95	5,00	4,45	6,59	159,00	24/01	1,31	28/10
1978	10,70	17,90	9,66	6,67	4,68	3,98	3,33	2,50	2,13	3,53	9,95	11,90	7,24	123,00	15/02	1,36	30/09
1979	25,60	82,70	29,70			9,19	7,13	6,03	7,12	5,18	13,70	20,40					
1980	25,30	12,40	7,45	14,90	5,57	4,95	4,10	3,17	2,76	2,95	7,76	24,70	9,67	95,00	09/12	1,93	31/10
1981	18,60	7,39	8,29	5,67	4,64	4,57	3,54	3,23	2,35	6,36	26,60	25,60	9,74	79,50	29/12	1,93	24/09
1982	34,00	14,20	27,50	12,50	9,75	7,75	6,38	5,09	3,96	4,26	3,93	8,25	11,50	141,00	25/01	2,90	28/11
1983	36,50	29,00	30,50			8,98	8,48	7,01	7,91	11,70	18,70	35,90					
1984	14,10	8,36	8,00	7,25	5,16	4,29	3,83	3,98	5,02	4,41	6,86	18,30	7,46	101,00	17/12	2,36	10/11
1985	42,70	21,40	30,70	13,80	10,60	8,37	6,98	5,72	5,51	5,53	7,95	9,64	14,10	155,00	27/01	4,21	19/11
1986	15,60	10,40	6,61	4,69	5,15	3,88	3,64	3,40	2,66	2,22	2,83	9,79	5,91	42,80	15/01	1,29	01/11

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: VESPASIANO										CÓD. DNAEE: 41250000							
ANO	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1987	7,96	4,74	5,52	6,28	3,83	3,66	2,19	1,68	1,83	2,03	2,96	22,80	5,46				
1988	11,40	28,00			5,81	4,85	3,74	3,14	2,64	4,62	5,23	14,80					
1989	11,50	10,30	14,80	4,87			3,41	5,10	2,74	4,90	5,46	20,00					
1990	13,50	12,50	7,14	5,04	4,72	3,87	3,41	3,44	2,69	4,40	4,75	4,23	5,81	47,50	17/02		
1991	24,80	16,20	19,10	11,20	7,17	5,53	4,63	3,49	4,03	5,52	8,89	8,95	9,40	102,00	18/01		
1992	38,20	34,80	10,70	8,79	6,66	4,98	4,16	3,65	5,79	6,26	19,00	19,10	13,50	158,00	06/02	3,37	18/08
1993	12,90	8,00	4,41	5,67	2,47	1,69	1,33	1,09	2,23	2,04	3,03	15,13					
MÉDIA	16,91	14,53	12,12	7,54	5,30	4,61	3,95	3,38	3,21	3,98	7,82	13,65	7,75				

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: BEBEDOURO													CÓRREGO BEBEDOURO				
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1991						0,060	0,047	0,044	0,041	0,052	0,048	0,057					
1992	0,504	0,390	0,121	0,114				0,067	0,105	0,079	0,235	0,371					
1993	0,250	0,218	0,163	0,152	0,124	0,111	0,106	0,102									
1994																	

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: CAMPINHO													CÓRREGO JAQUE				
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1991							0,197	0,165	0,194	0,255	0,412	0,370					
1992		1,010	0,438	0,373	0,276	0,198		0,189	0,247	0,210	0,789	0,736					
1993		0,342	0,248	0,190	0,129	0,120	0,096	0,070	0,170	0,246	0,200	0,313					
1994	0,984	0,212															

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: FAZENDA MOCAMBO													CÓRREGO MOCAMBO				
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1991									0,487	0,403	0,507	0,528					
1992								0,332	0,346	0,306	0,393						
1993	0,741	0,623	0,504	0,423	0,398	0,307	0,227										
1994																	

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: FAZENDA RIACHO D'ANTAS													CÓRREGO GORDURA				
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1991							1,500	1,140	1,140		0,575						
1992	0,577	0,298	0,132	0,090	0,082		1,500	0,908	0,578	0,471	1,330	0,880					
1993	1,860	1,680	1,580	1,430	1,170												
1994																	

DESCARGAS MÉDIAS MENSAIS (m ³ /s)																	
ESTAÇÃO: FAZENDA BOA VISTA													CÓRREGO PAU DE CHEIRO				
ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA	MÁX.	DATA	MÍN.	DATA
1991								0,081	0,059	0,058	0,352	0,362					
1992	2,890	1,650	0,293					0,194	0,329	0,201		0,425					
1993	0,394	0,267	0,232	0,193	0,113		0,167	0,157	0,192	0,251	0,215	0,178					
1994	0,351	0,144															

Obs: As estações Bebedouro e Fazenda Boa Vista estão localizadas em região circunjacente à APA, e apresentam as mesmas características das demais estações, razão pela qual foram incluídas nos estudos.

COTAS MÉDIAS DIÁRIAS												
ESTAÇÃO: LAGOA DO SUMIDOURO										ANO: 1991		
DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1									577	527		
2									575	526		
3									573	525		
4									571	523		
5									569	521		
6									567	520		
7									565	522		
8									563	521		
9									561	519		
10									559	517		
11									557	515		
12									555	514		
13									553	512		
14									551	510		
15									549	508		
16									547	506		
17									545	504		
18									543	502		
19									541	501		
20									540			
21									539			
22									537			
23									536			
24									534			
25									532			
26									531			
27									530			
28									528			
29									527			
30									526			
31												
MÉDIA									549			
MÁX.									577			
DIA									1			
MÍN.									525			
DIA									30			

COTAS MÉDIAS DIÁRIAS												
ESTAÇÃO: LAGOA DO SUMIDOURO										ANO: 1992		
DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1								826	760	701	644	658
2								824	758	699	647	657
3								822	755	698	650	656
4								820	752	697	655	654
5								818	751	695	658	653
6								816	750	693	660	651
7								814	749	690	662	649
8								811	747	688	664	648
9								809	744	688	666	648
10								807	741	686	668	647
11								805	739	684	669	650
12								802	737	682	670	658
13								800	735	679	670	661
14								799	733	677	668	662
15								797	730	674	667	664
16								795	729	672	666	666
17								793	728	670	665	668
18								791	727	667	669	672
19								789	725	664	671	674
20								787	723	661	670	666
21								784	721	659	669	671
22								782	719	657	669	677
23								780	717	655	668	677
24								778	715	652	666	679
25								776	712	650	667	681
26								774	711	648	665	683
27								771	709	646	665	685
28								769	708	644	663	687
29								766	706	643	661	689
30								764	704	642	659	690
31								762		641		690
MÉDIA								795	731	671	663	666
MÁX.								826	760	702	671	690
DIA								1	1	1	19	30
MÍN.								761	703	641	644	647
DIA								31	30	31	1	9

COTAS MÉDIAS DIÁRIAS												
ESTAÇÃO: LAGOA DO SUMIDOURO										ANO: 1993		
DIA	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1	688	694	683	645	606	550						
2	690	693	682	644	604	548						
3	691	692	681	643	601	546						
4	692	693	680	642	599	544						
5	693	694	679	641	598	542						
6	694	694	679	640	597	540						
7	695	693	676	638	596	538						
8	695	692	675	637	595	536						
9	694	692	674	635	593	534						
10	694	691	673	634	591	533						
11	693	690	672	633	589	531						
12	694	690	672	632	587	529						
13	693	689	669	630	586	527						
14	693	689	667	629	584	525						
15	692	689	667	628	583	523						
16	691	689	667	627	581	521						
17	690	688	666	627	579	519						
18	691	687	666	626	577	517						
19	693	686	665	625	575	515						
20	695	685	664	624	573	513						
21	697	684	662	623	571	511						
22	699	683	660	622	569	509						
23	700	683	658	620	567	507						
24	701	682	657	618	565	505						
25	701	681	656	616	563	503						
26	700	684	655	615	561	502						
27	699	685	653	612	559							
28	698	685	651	611	557							
29	697		649	610	555							
30	696		648	608	553							
31	695		647		552							
MÉDIA	694	688	666	628	579							
MÁX.	701	694	683	645	606							
DIA	24	1	1	1	1							
MÍN.	688	681	646	607	551							
DIA	01	25	31	30	31							

ANEXO II

Análises de Água de Superfície

Todas as análises apresentadas foram executadas pelo Laboratório de Sedimentometria e Qualidade das Águas da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Superintendência Regional de Belo Horizonte, no período 1991-1995.

Químico responsável: Patrícia de Pádua Marques - CRQ: 02100091

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: córrego Gordura ou riacho D'Anta

LOCAL DA COLETA: junto à ponte da estrada municipal, na fazenda Riacho D'Anta.

NÚMERO DA AMOSTRA:	FN-M-48		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe1	16/07/91	12/12/91	27/08/92	24/03/93
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	21,0	23,0	21,5	24	24,0
pH		6,0 - 9,0	6,9	7,8	8,0	7,5	8,1
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	100,00	370,00	360,00	350,00	310,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	108,27	384,7	385,79	356,82	316,04
OD	mg/l	>= 6,00	7,70	5,7 *	7,10	5,90 *	8,67
DBO	mg/l	3,00	1,6	ND	1,37	3,51 *	0,88
DQO	mg/l	-	2,89	ND	3,90	ND	1,02
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	0,33	0,65	0,11	0,22	0,40
TURBIDEZ	NTU	40,00	1,80	1,3	8,7	4,4	2,00
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	1,25	5,61	41,2	13,52	0,20
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	6,00	NA	81,00	34,00	14,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	182,18	174,80	184,30	190,00	180,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	205,20	168,00	190,60	191,00	192,80
NITROGENIO AMONIAICAL (N)	mg/l		0,00	0,3	0,14	<0,05	0,17
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0000	0,0107	0,0070		0,0126
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,25	ND	0,15	0,02
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,55	0,14	0,15	0,19
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	ND	0,001	0,002
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	0,71	0,1	0,07
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,05 *	<0,025	0,11 *	<0,025	0,030 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,10 *	0,5 *	0,4 *	0,6 *	ND
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,03	0,020	0,02	0,02	0,040
FENÓIS	mg/l	0,001	0,000	ND	<0,001	ND	ND
FERRO TOTAL	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	0,2	0,022	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	0,40	0,5	ND
ZINCO	mg/l	0,180	0,015	0,021	0,025	0,017	0,010
CHUMBO	mg/l	0,030	0,00	<0,02	ND	<0,02	ND
COBRE	mg/l	0,020	0,003	0,005	<0,003	<0,003	ND
CADMIO	mg/l	0,001	0,001	0,002 *	<0,001	0,001	0,001
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	ND
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	ND	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	ND	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	ND	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	ND	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	ND	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	ND	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	ND	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	ND	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	ND	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	800	920	2800 *	2400 *	43
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	800 *	<2	70	130	43
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	2700	1600	170	2200	23

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: ribeirão da Mata

LOCAL DA COLETA: imediatamente a montante da fábrica de cimento CAUÊ.

NÚMERO DA AMOSTRA:	PL-M-60		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe2	23/07/91	11/12/91	01/09/92	25/03/93
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	17,0	23,0	20,0	25,0	22,0
pH		6,0 - 9,0	6,20	7,7	7,40	7,8	7,7
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	148,00	180,00	150,00	130,00	200,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	174,69	187,15	165,84	130,00	212,16
OD	mg/l	>= 5,0	7,90	6,3	6,5	6,9	4,49 *
DBO	mg/l	5,00	2,00	2,08	4,41	2,6	13,42 *
DQO	mg/l	-	10,63	26,41	7,36	10,57	13,66
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	0,55	1,89	0,74	2,29	2,97
TURBIDEZ	NTU	100,00	1,30	31,00	17,00	16,00	10,00
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	16,75	51,00	30,16	79,70	9,94
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	37,00	NA	48,00	32,00	21,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	62,42	65,80	65,40	57,00	85,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	76,40	59,00	64,20	46,00	64,60
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		0,45	0,25	0,53	0,12	0,58
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0003	0,0071	0,0062	0,0049	0,0154
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,05	0,02	0,16	0,06
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,3	0,55	0,28	0,64
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	0,012	0,001	0,075
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	1,11	0,16	0,12
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,050 *	0,050 *	0,053 *	0,080 *	0,160 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,00	1,3 *	0,2 *	0,6 *	0,90 *
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,07	0,17	0,14	0,1	0,360
FENÓIS	mg/l	0,001	0	ND	0,012 *	0,009 *	0,005 *
FERRO TOTAL	mg/l	-	1,50	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,26	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	6,88	4,49	7,98
ZINCO	mg/l	0,180	0,014	0,031	0,036	0,009	0,017
CHUMBO	mg/l	0,030	<0,02	ND	ND	<0,02	ND
COBRE	mg/l	0,020	0,003	0,005	0,004	0,003	<0,003
CADMIO	mg/l	0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	ND
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0003 *	0,0008 *	<0,0002	<0,0002	ND
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	5000	160000 *	920	>24000 *	>24000 *	2400
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	1000	54000 *	5	260	2800 *	2400 *
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	92000	1600	>24000	16000	290

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: ribeirão da Mata

LOCAL DA COLETA: a jusante da localidade de Dr. Lund.

NÚMERO DA AMOSTRA: PARÂMETROS	PL-M-64		DATA DA COLETA				
	UNIDADE	VMP classe 2	23/07/91	11/12/91	08/09/92	25/03/93	10/10/95
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	17,0	23,0	19,0	26,0	24,0
pH		6,0 - 9,0	6,3	7,5	7,8	7,5	7,5
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	170,00	180,00	145,00	140,00	160,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	200,66	187,15	163,77	137,38	163,12
OD	mg/l	>= 5,0	7,10	5,50	6,10	5,30	3,50 *
DBO	mg/l	5,0	4,80	8,80 *	2,56	1,70	4,28
DQO	mg/l	-	14,25	12,99	9,48	10,46	17,91
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	1,43	3,36	2,84	1,96	4,30
TURBIDEZ	NTU	100,00	3,20	34,0	23,0	24,0	25,00
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	56,16	80,51	46,93	81,66	42,17
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	43,00	NA	38,00	34,00	26,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	16,00	14,00	17,56
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	62,13	64,00	56,90	56,00	75,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	49,00	53,00	52,40	47,20	79,60
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		0,60	0,40	0,32	0,16	0,12
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0005	0,0073	0,0086	0,0036	0,0023
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,40	0,05	0,37	0,47
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,80	0,37	0,53	0,59
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	NA	NA
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	NA	NA	NA
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,09 *	0,12 *	0,12 *	0,03 *	0,160 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	1,30 *	1,20 *	1,40 *	0,60	0,20 *
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,11	0,09	0,04	0,16	0,320
FENÓIS	mg/l	0,001	0,00	ND	0,005 *	0,006 *	0,007 *
FERRO TOTAL	mg/l	-	1,95	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,26	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	NA	NA	NA
ZINCO	mg/l	0,180	0,019	0,048	0,033	0,011	0,020
CHUMBO	mg/l	0,030	0,00	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
COBRE	mg/l	0,020	0,004	0,006	0,004	0,004	<0,003
CADMIO	mg/l	0,001	<0,001	0,002 *	0,001	0,001	ND
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	ND
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	<0,005	<0,005	<0,005
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	ND	ND	ND
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	5000	160000 *	920	16000 *	2800	2400
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	1000	160000 *	6	490	330	2400 *
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	17000	350	2200	>24000	2400

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: ribeirão da Mata

LOCAL DA COLETA: na estação de réguas do DNAEE, a montante da cidade de Vespasiano

NÚMERO DA AMOSTRA:	VP-M-67		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 2	24/07/91	17/12/91	09/09/92	29/03/93
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	19,0	25,0	19,5	26,0	25,0
pH		6,0 - 9,0	6,70	7,8	7,5	7,7	7,6
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	180,00	170,00	165,00	170,00	250,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	203,30	170,00	184,37	166,81	250,00
OD	mg/l	>= 5,0	7,00	5,50	6,10	6,10	3,80 *
DBO	mg/l	5,0	4,40	9,60 *	2,56	1,30	11,12 *
DQO	mg/l	-	17,20	19,60	10,07	4,06	25,39
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	4,40	3,71	2,84	1,38	3,76
TURBIDEZ	NTU	100,00	170,00 *	74,0	42,0	23,0	20,00
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	375,00	138,55	94,32	62,72	35,15
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	92,00	NA	48,00	37,00	32,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	82,26	74,40	63,40	66,00	26,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	90,40	80,00	59,80	62,60	82,20
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		0,90	0,25	0,64	0,32	2,40
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0020	0,0102	0,0091	0,0112	0,0628 *
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,25	0,10	0,34	0,85
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,50	0,74	0,66	3,25
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	0,028	0,040	0,150
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	0,80	0,40	0,41
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,20 *	0,17 *	0,08 *	0,11 *	0,190 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,00	ND	ND	0,50 *	0,70 *
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,02	0,04	0,05	ND	0,190
FENÓIS	mg/l	0,001	<0,001	ND	0,003 *	ND	0,003 *
FERRO TOTAL	mg/l	-	8,80	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,30	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	6,98	4,99	10,48
ZINCO	mg/l	0,180	0,038	0,044	0,040	0,021	0,016
CHUMBO	mg/l	0,030	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
COBRE	mg/l	0,020	0,010	0,008	0,003	0,003	<0,003
CADMIO	mg/l	0,001	0,001	0,002 *	<0,001	<0,001	ND
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0003 *	0,0002	<0,0002	<0,0002	ND
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	5000	18000 *	16000 *	>24000 *	9200 *	2400
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	1000	14000 *	9200 *	3500 *	3500 *	1100 *
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	240000	12200	1300	260	93

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: ribeirão da Mata

LOCAL DA COLETA: imediatamente a jusante da cidade de Vespasiano.

NÚMERO DA AMOSTRA:	VP-M-69		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 2	19/09/91	17/12/91	09/09/92	29/03/93
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	27,0	25,0	20,0	26,0	
pH		6,0 - 9,0	6,90	7,80	7,5	7,6	
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	230,00	200,00	190,00	180,00	
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	221,54	200,00	210,06	176,63	
OD	mg/l	>= 5,0	5,50	5,20	5,90	5,40	
DBO	mg/l	5,0	3,60	74,00 *	4,80	1,76	
DQO	mg/l	-	8,20	23,53	7,55	4,88	
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	2,09	4,04	2,10	1,53	
TURBIDEZ	NTU	100,00	60,0	78,0	17,0	32,0	
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	105,87	179,55	51,45	18,43	
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	127,00	NA	50,00	58,00	
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	24,00	21,00	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	113,98	80,80	74,50	77,00	
DUREZA TOTAL	mg/l	-	162,80	87,80	74,40	72,60	
NITROGENIO AMONICAL (N)	mg/l		0,90	0,40	0,41	0,27	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0055	0,0164	0,0060	0,0076	
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,10	0,04	0,32	
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,50	0,45	0,59	
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	NA	
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	NA	NA	
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,06 *	0,18 *	0,08 *	0,140 *	
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,40 *	ND	ND	0,80 *	
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,09	0,02	0,10	ND	
FENÓIS	mg/l	0,001	0,002 *	0,075 *	ND	0,008 *	
FERRO TOTAL	mg/l	-	3,05	NA	NA	NA	
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,300	NA	NA	
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	NA	NA	
ZINCO	mg/l	0,180	0,038	0,034	0,034	0,027	
CHUMBO	mg/l	0,030	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
COBRE	mg/l	0,020	0,032 *	0,008	0,003	0,003	
CADMIO	mg/l	0,001	0,001	0,002 *	ND	0,001	
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	<0,005	<0,005	
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	ND	ND	
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	5000	1600	24000 *	5400 *	>24000 *	
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	1000	1600 *	9200 *	350	170	
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	920	5400	2800	2200	

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície; amostra composta

CORPO D'ÁGUA: lagoa do Sumidouro

LOCAL DA COLETA: coleta efetuada em três pontos distintos dentro da lagoa

NÚMERO DA AMOSTRA:	PL-L-74		DATA DA COLETA					
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 1	31/07/91	18/12/91	10/09/92	24/03/93	05/10/95
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-			28,0	22,0	28,0	35,0
pH		6,0 - 9,0			8,6	7,9	7,3	8,3
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-			200,00	270,00	250,00	340,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-			189,16	286,41	236,45	285,47
OD	mg/l	>= 6,0	8,40	8,60	6,60	8,70	8,10	
DBO	mg/l	3,00	1,40	1,28	1,82	1,68	4,90	*
DQO	mg/l	-	7,72	4,93	4,45	2,53	3,12	
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	1,54	0,76	1,26	0,11	2,00	
TURBIDEZ	NTU	40,00	3,2	5,0	4,7	7,4	15,00	
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	14,65	26,84	10,62	3,21	22,75	
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	69,00	NA	53,00	18,00	15,00	
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	156,31	93,40	134,00	38,00	105,00	
DUREZA TOTAL	mg/l	-	164,00	97,20	142,80	40,40	162,00	
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		0,02	0,30	0,20	0,06	2,31	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0000	0,0777 *	0,0083	0,0010	0,5016 *	
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,25	0,08	0,15	0,10	
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,55	0,28	0,21	2,41	
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	ND	NA	
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	NA	0,08	NA	
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,020	0,020	0,030 *	<0,025	0,020	
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,60 *	0,20 *	0,20 *	0,30 *	ND	
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,02	0,04	0,02	0,03	ND	
FENÓIS	mg/l	0,001	<0,001	ND	0,003 *	ND	0,003 *	
FERRO TOTAL	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA	
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	0,160	0,032	NA	NA	NA	
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA	
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	NA	0,50	NA	
ZINCO	mg/l	0,180	0,001	0,010	0,010	0,018	0,014	
CHUMBO	mg/l	0,030	0,00	ND	<0,02	ND	<0,02	
COBRE	mg/l	0,020	0,003	0,005	<0,003	<0,003	<0,003	
CADMIO	mg/l	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	ND	
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0005 *	<0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA	
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA	
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA	
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA	
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA	
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA	
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA	
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA	
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA	
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA	
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA	
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA	
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	200 72	79	1100 *	1100 *	93	
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	200	2	80	490 *	93	
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	900	13	<2	1700	23	

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: córrego do Jaque

LOCAL DE COLETA: junto a ponte da rodovia de acesso a Lapinha

NÚMERO DA AMOSTRA:	ST-M-77		DATA DA COLETA					
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 1	30/07/91	18/12/91	10/09/92	31/03/93	04/10/95
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-		22	18,5	24,0	22,0	
pH		6,0 - 9,0		7,80	7,7	7,4	7,9	
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-		150,00	195,00	180,00	170,00	
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-		159,12	222,64	183,50	180,33	
OD	mg/l	>= 6,0	9,00	6,50	7,30	6,10	6,00	
DBO	mg/l	3,00	1,6	1,28	5,00 *	1,97	8,08 *	
DQO	mg/l	-	3,86	4,93	13,86	6,98	2,00	
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	1,43	2,76	0,74	0,32	0,70	
TURBIDEZ	NTU	40,00	4,9	21,0	5,4	12,00	5,00	
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	1,01	26,84	9,97	7,73	2,29	
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	48,00	NA	40,00	33,00	3,00	
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	87,57	69,60	85,40	89,00	71,00	
DUREZA TOTAL	mg/l	-	111,00	74,60	152,60	93,00	104,40	
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		0,1	0,50	0,14	0,69	0,13	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0000	0,0167	0,0029	0,0107	0,0054	
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,2	0,1	0,15	0,06	
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,7	0,24	0,84	0,19	
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	NA	NA	
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	NA	NA	NA	
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,02	0,05 *	0,04 *	0,250 *	0,080 *	
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	1,9 *	0,8 *	0,1 *	0,40 *	0,80 *	
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,04	0,09	0,04	0,12	0,030	
FENÓIS	mg/l	0,001	<0,001	ND	ND	0,005 *	ND	
FERRO TOTAL	mg/l	-	0,48	NA	NA	NA	NA	
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,059	NA	NA	NA	
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA	
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	NA	NA	NA	
ZINCO	mg/l	0,180	0,007	0,032	0,027	0,019	0,020	
CHUMBO	mg/l	0,030	0,00	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	
COBRE	mg/l	0,020	0,003	0,005	<0,003	0,004	<0,003	
CADMIO	mg/l	0,001	<0,001	0,001	ND	0,001	ND	
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0003 *	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA	
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA	
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA	
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA	
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA	
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA	
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA	
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA	
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA	
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA	
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA	
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA	
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA	
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	1100 *	16000 *	1300 *	>24000 *	1100 *	
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	1100 *	110	80	>24000 *	1100 *	
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	900	16000	1800	>24000	2400	

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: córrego Mocambo

LOCAL DA COLETA: Fazenda Mocambo

NÚMERO DA AMOSTRA:	MT-M-80		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 1	16/07/91	12/12/91	27/08/92	24/03/93
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	21,00	22,50	21,50	23,00	23,50
pH		6,0 - 9,0	7,00	8,00	7,9	6,3	8,3
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	310,00	400,00	330,00	330,00	300,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	335,64	420,06	353,64	343,11	308,85
OD	mg/l	≥ 6,0	7,60	7,00	7,50	6,90	7,14
DBO	mg/l	3,00	0,80	6,72 *	1,21	0,44	0,63
DQO	mg/l	-	2,89	1,06	2,54	ND	3,07
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	0,22	0,84	0,11	0,22	0,59
TURBIDEZ	NTU	40,00	11,00	4,3	8,00	14,00	4,00
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	11,72	18,51	36,75	16,67	3,01
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	60,00	NA	85,00	23,00	7,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	64,00	65,50	63,95
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	161,03	169,80	162,90	170,00	165,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	184,20	176,20	174,00	175,40	186,40
NITROGENIO AMONÍACAL (N)	mg/l		0,00	ND	0,16	0,05	0,08
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	0,0000	ND	0,0064	0,0001	0,0088
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,01	0,2	0,10	ND
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,01	0,36	0,15	0,08
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	ND	ND	0,001
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	1,11	0,28	0,15
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,05 *	0,04 *	0,12 *	0,040 *	0,050 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	2,00 *	ND	0,10 *	0,10 *	0,30 *
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,07	0,04	0,05	ND	0,010
FENÓIS	mg/l	0,001	0	ND	0,002 *	0,008 *	ND
FERRO TOTAL	mg/l	-	0,70	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,020	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	1,79	1,50	ND
ZINCO	mg/l	0,180	0,015	0,04	0,044	0,007	0,006
CHUMBO	mg/l	0,030	0,00	<0,02	<0,002	ND	ND
COBRE	mg/l	0,020	0,003	0,005	<0,003	<0,003	<0,003
CADMIO	mg/l	0,001	0,001	0,002 *	<0,001	<0,001	0,001
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	ND
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	ND	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	ND	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	ND	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	ND	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	ND	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	ND	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	ND	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	ND	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	ND	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	ND	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	800	49	240	2400 *	460
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	800 *	26	5	340 *	460 *
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	2700	920	170	5400	1100

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície; amostra composta
LOCAL DA COLETA: em três pontos distintos dentro da lagoa

CORPO D'ÁGUA: lagoa São José (Confinos)

NÚMERO DA AMOSTRA: ST-L-81			DATA DA COLETA				
PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 1	31/07/91	19/12/91	10/09/92	01/04/93	03/10/95
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	NA	26,00	20,00	26,00	31,50
pH		6,0 - 9,0	NA	7,10	7,10	7,70	8,60
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	NA	39,00	68,00	60,00	68,00
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	NA	38,27	75,18	58,88	60,49
OD	mg/l	>= 6,0	7,60	5,80 *	7,30	6,20	8,20
DBO	mg/l	3,00	3,80 *	4,40 *	19,20 *	5,20 *	7,17 *
DQO	mg/l	-	360,78	35,87	21,29	22,07	90,00
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	3,96	3,27	1,16	1,48	15,84
TURBIDEZ	NTU	40,00	130,00 *	5,50	16,00	12,00	100,00 *
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	21,47	24,53	48,43	10,27	130,28
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	29,00	NA	25,00	21,00	71,00
CÁLCIO	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	NA
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	11,34	10,00	22,00	14,00	3,00
DUREZA TOTAL	mg/l	-	18,20	11,20	27,20	20,40	8,00
NITROGENIO AMONIACAL (N)	mg/l		ND	0,10	0,15	0,12	0,77
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	ND	0,0009	0,0009	0,0042	0,2394 *
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,250	0,180	0,350	2,210
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,35	0,33	0,47	2,98
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	NA	NA
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	NA	NA	NA	NA
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	<0,02	<0,02	0,030 *	<0,025	0,100 *
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	0,60 *	0,30 *	0,50 *	0,60 *	1,90 *
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,050	0,020	0,080	0,060	0,030
FENÓIS	mg/l	0,001	<0,001	ND	ND	ND	ND
FERRO TOTAL	mg/l	-	0,66	NA	NA	NA	NA
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	NA	0,22	NA	NA	NA
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	NA	5,00	NA
ZINCO	mg/l	0,180	0,004	0,011	0,025	0,021	0,012
CHUMBO	mg/l	0,030	ND	ND	<0,02	<0,02	0,020
COBRE	mg/l	0,020	0,004	0,005	<0,003	ND	<0,003
CADMIO	mg/l	0,001	ND	<0,001	<0,001	ND	0,001
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
ARSÊNIO	mg/l	0,05	<0,05	NA	NA	NA	NA
SELÊNIO	mg/l	0,01	<0,01	NA	NA	NA	NA
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	NA
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	NA
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	NA
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	NA
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	NA
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	NA
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	NA
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	NA
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	NA
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	NA
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	200	40	790	170	460
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	200	20	20	20	460 *
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	800	260	20	40	15

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

TIPO DE AMOSTRA: água de superfície

CURSO D'ÁGUA: córrego Palmeira

LOCAL DA COLETA: próximo à fazenda Bom Jardim, cerca de 300 m a montante do sumidouro.

NÚMERO DA AMOSTRA:	MT-M-92		DATA DA COLETA				
	PARÂMETROS	UNIDADE	VMP classe 1	10/12/91	27/08/92	23/03/93	09/10/95
TEMPERATURA DA ÁGUA	°C	-	21,50	21,00	22,00	22,00	
pH		6,0 - 9,0	7,50	7,40	8,5	7,3	
CONDUTIVIDADE MEDIDA	µmhos/cm	-	380,00	325,00	300,00	300,00	
CONDUTIVIDADE A 25°C	µmhos/cm	-	407,22	351,88	318,23	318,23	
OD	mg/l	>= 6,0	6,20	6,30	5,80 *	3,80 *	
DBO	mg/l	3,00	0,52	0,42	0,84	1,14	
DQO	mg/l	-	ND	ND	ND	ND	
OXIGÊNIO CONSUMIDO	mg/l	-	0,42	0,11	0,11	0,20	
TURBIDEZ	NTU	40,00	1,8	1,3	3,6	4,00	
SÓLIDOS EM SUSPENSÃO	mg/l	-	0,4	4,94	18,15	16,22	
SÓLIDOS VOLÁTEIS	mg/l	-	NA	86,00	23,00	6,00	
CÁLCIO	mg/l	-	NA	61,00	56,50	69,76	
ALCALINIDADE TOTAL	mg/l	-	178,60	159,00	248,00	185,00	
DUREZA TOTAL	mg/l	-	183,80	162,80	157,60	198,00	
NITROGENIO AMONÍACAL (N)	mg/l		ND	0,57	0,06	0,11	
AMÔNIA NÃO IONIZÁVEL (NH ₃)	mg/l	0,02	ND	0,0072	0,0090	0,0012	
NITROGÊNIO ORGÂNICO	mg/l	-	NA	0,08	0,11	ND	
NITROGÊNIO TOTAL	mg/l	-	NA	0,65	0,17	0,11	
NITRITO	mg/l	1,0	NA	NA	NA	NA	
NITRATOS	mg/l	10,00	NA	0,53	NA	NA	
FÓSFORO TOTAL (P)	mg/l	0,025	0,01	0,08 *	<0,02	0,020	
ÓLEOS E GRAXAS	mg/l	AUS	ND	0,7 *	0,6 *	0,10 *	
DETERGENTES	mg/l	0,500	0,03	0,01	0,03	0,070	
FENÓIS	mg/l	0,001	ND	<0,001	ND	ND	
FERRO TOTAL	mg/l	-	NA	NA	NA	NA	
FERRO SOLÚVEL	mg/l	0,3	0,026	NA	NA	NA	
MANGANÊS SOLÚVEL	mg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	
CLORETOS	mg/l	250,00	NA	NA	1,5	NA	
ZINCO	mg/l	0,180	0,014	0,013	0,026	0,044	
CHUMBO	mg/l	0,030	ND	<0,02	<0,02	ND	
COBRE	mg/l	0,020	0,005	<0,003	<0,003	<0,003	
CADMIO	mg/l	0,001	0,002 *	<0,001	0,001	ND	
MERCÚRIO	mg/l	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	ND	
ARSÊNIO	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	
SELÊNIO	mg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
CROMO TRIVALENTE	mg/l	0,5	NA	NA	NA	NA	
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0,05	NA	NA	NA	NA	
ALDRIN	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
CLORDANO	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	
DDT	µg/l	0,002	NA	NA	NA	NA	
DIELDRIN	µg/l	0,005	NA	NA	NA	NA	
ENDRIN	µg/l	0,004	NA	NA	NA	NA	
ENDOLSSUFAN	µg/l	0,056	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO EPÓXIDO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
HEPTACLORO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
LINDANO	µg/l	0,02	NA	NA	NA	NA	
METOXICLORO	µg/l	0,03	NA	NA	NA	NA	
TOXAFENO	µg/l	0,01	NA	NA	NA	NA	
MALATION	µg/l	0,1	NA	NA	NA	NA	
PARATION	µg/l	0,04	NA	NA	NA	NA	
COLIFORMES TOTAIS	NMP/100ml	1000	2400 *	>2400 *	140	460	
COLIFORMES FECAIS	NMP/100ml	200	43	4	140	460 *	
ESTREPTOCOCOS FECAIS	NMP/100ml	-	170	280	1600	240	

VMP = valor máximo permitido

* = Valor acima do permitido

NA = Não analisado

ND = Não detectado

LEVANTAMENTO HIDROGEOLÓGICO

Paulo Fernando Pereira Pessoa
Maria Antonieta A. Mourão

Ficha Catalográfica

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS - IBAMA

Levantamento hidrogeológico; organizado por Paulo F.P. Pessoa, Maria Antonieta A. Mourão. – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998.

39p.: mapas e anexos, (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG).

Conteúdo: V.1. Meio físico – V.2. Meio biótico - V.3. Patrimônio espeleológico, histórico e cultural – V.4. Sócio-economia.

1. APA de Lagoa Santa - MG - 2. Meio ambiente - 3. Hidrogeologia. I - Título. II - Pessoa, Paulo F.P. III - Mourão, M. Antonieta A.

CDU 577-4

Direitos desta edição: CPRM/IBAMA

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

1 - INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Os estudos hidrogeológicos da Área de Proteção Ambiental - APA Carste de Lagoa Santa visam ao reconhecimento das principais características dos aquíferos locais, qualitativa e quantitativamente, de forma a permitir uma avaliação conjunta com os demais recursos naturais. A importância dos recursos hídricos subterrâneos é notada não só pelos ambientes aquíferos cársticos, como também pela demanda da água, que é quase 100% subterrânea. Estes estudos visam, ainda, possibilitar o conhecimento das condições de vulnerabilidade natural dos aquíferos e discutir sobre a capacidade de armazenamento dos aquíferos em termos de reservas e demandas do consumo atual e futuro.

A ocorrência das características naturais de conformação aquífera em ambientes cársticos possibilita uma situação diferenciada em relação aos demais tipos de aquíferos, onde as feições morfológicas estão condicionadas, em parte, pelas propriedades de dissolução da rocha carbonática e, também, pela associação às tramas estruturais impressas em tais rochas. Essas características originaram paisagens bastante diversificadas, com surgências e ressurgências de água subterrânea frequentemente junto a abrigos e cavernas, incentivando a ocupação dessas áreas no passado. Iniciado o processo de ocupação, verificou-se uma dependência única da exploração dessas águas; hoje um recurso natural de vital importância para o desenvolvimento da região. Geralmente, quando observadas as destinações de uso das águas subterrâneas, pode-se identificar duas maneiras essenciais de captação: a primeira, extraíndo menor quantidade de água, corresponde ao uso dos mananciais subsuperficiais (lençol freático - aquíferos granulares), através da escavação de poços rasos tipo cisterna; a segunda, dirigida ao abastecimento urbano, industrial e rural (grandes propriedades), atendendo a maiores demandas, através de poços tubulares profundos no aquífero cárstico.

Dessa forma, a criação da APA prevê normas que limitam ou proíbem a implantação e o funcionamento de determinados tipos de indústrias, obras ou o exercício de quaisquer atividades que possam provocar ou ameaçar a qualidade dos mananciais hídricos subterrâneos e superficiais. Para tanto, dentro dos limites da

APA, deverão ser estabelecidas unidades de macrozoneamentos, que correspondam a uma subdivisão dos principais atributos intrínsecos do meio aquífero, a serem computados no balanço entre as diversas formas de uso e ocupação do solo. Em se tratando de um ambiente cuja fragilidade e susceptibilidade à contaminação dos aquíferos dominam no cenário da região, cabe a tomada de providências no sentido de coibir práticas que possam causar a deterioração desses recursos em áreas julgadas de alta, muito alta e de extrema vulnerabilidade. O que torna viável a delimitação desses zoneamentos, é a diferenciação entre os parâmetros hidrogeológicos levantados, o que permite, definir critérios que possam controlar as diversas formas de intervenção no meio, conforme a vocação natural de cada domínio, resguardando-se zonas de proteção máxima, especial e de uso disciplinado.

Diante do reconhecimento dos diversos fatores que podem, direta ou indiretamente, afetar todo o sistema aquífero (subterrâneo e superficial), as atividades antrópicas merecem ser avaliadas de forma pormenorizada, uma vez que são responsáveis por toda alteração na qualidade e quantidade de tais recursos, através de processos característicos do tipo de empreendimento estando suas implicações dependentes de como o meio poderá ser afetado:

- urbanização: ocasionando o processo de impermeabilização do solo através de pavimentação dos terrenos e ocasionando o impedimento ou diminuição da infiltração;
- processo de exploração excessiva oriunda da verticalização concentrada em pequenos núcleos, propiciando a ocorrência de abatimentos e/ou subsidências;
- processo de contaminação dos aquíferos pela grande concentração de fossas rudimentares passíveis de colapso e conexão com águas meteóricas que infiltram em dolinas e fendas da rocha carbonática;
- mineração: ocasionando o rebaixamento e poluição do lençol freático, com a perda ou diminuição das condições de armazenamento e da recarga local ou regional;

- indústrias: através do processo de potencialização da contaminação dos aquíferos pela utilização de produtos tóxicos e do lançamento de efluentes químicos nas calhas dos cursos d'água e veiculação de cargas tóxicas ao longo de diversos trechos vulneráveis de aquíferos;
- agropecuária: processo que pode incrementar a disseminação de contaminantes nos aquíferos pela utilização excessiva de adubos e fertilizantes e/ou de fitossanitários (inseticidas e praguicidas) nas plantações.

O princípio básico que norteia a determinação e o estabelecimento dos limites da APA Carste de Lagoa Santa está vinculado a importantes fatores geoambientais. O quadro natural reúne características distintas, tornando a região um grande centro polarizador de investigações diversas e atraindo interesses em inúmeros campos das ciências (arqueologia, paleon-

tologia, espeleologia, biologia, geologia, história, etc.), sendo tais ciências responsáveis pela criação de leis que protejam esse acervo científico e cultural. No entanto, a dificuldade é conciliar o crescimento sócio-econômico da região, resguardando-se a sua qualidade ambiental, que é dependente do próprio modo de ocupação antrópica e que, via de regra, é pouco ou nada planejada, colocando em risco a qualidade de vida da população.

Em virtude do caráter de multidisciplinaridade dos fatores envolvidos nas atividades de elaboração do documento final de macrozoneamento da APA, o contexto hidrogeológico segue o preceito básico de que a água é o principal elemento fixador do homem na terra e que, a partir da manutenção de sua qualidade e quantidade, estarão sendo respeitadas todas as normas de conduta que definem a maioria dos critérios de uso e de ocupação dos solos.

2 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA GLOBAL

2.1 - Considerações Gerais

A fraca infra-estrutura de saneamento básico e as formas de disposição de lixo revelam-se como os problemas mais sérios diagnosticados em todos os municípios. Não obstante seja elevado o atendimento domiciliar alcançado pela rede geral de água, cerca de 90% do total, a coleta de lixo atinge apenas 8%. Em relação à rede geral de esgoto, apenas 4% dos domicílios da área encontram-se atendidos, sendo o restante (96%), compreendido por fossas rudimentares (Mendonça, inédito).

Esse quadro indica uma situação preocupante no que se refere às condições de distribuição e de captação dos recursos hídricos subterrâneos e, principalmente, suas formas de disposição após o uso, em esgotos domésticos e industriais sem tratamento, lançados diretamente nos cursos d'água. Essas atividades potencializam a disseminação de contaminantes nos aquíferos cársticos localizados logo abaixo desses leitos. Uma vez diagnosticadas tais condições, propôs-se a identificação dos pontos de captação, como forma de caracterizar o comportamento e a qualidade atual do sistema hídrico subterrâneo nos ambientes cársticos.

De acordo com os resultados obtidos com o Inventário de Pontos d'água realizado para o Projeto VIDA (Beato & Pessoa, inédito), que abrange integralmente a área da APA, observou-se a existência de 141 pontos de captação, distribuídos da seguinte forma:

	TIPO DE USO			
	Urbano	Industrial	Rural	Total
Poços Tubulares	39	18	38	95
Poços escavados	3	1	16	20
Surgências/nascentes	1	4	21	26
Total	43	23	75	141

Fonte: Catálogo Geral de Pontos d'água - Projeto VIDA (Beato & Pessoa, inédito)

Nesse quadro, observa-se uma predominância dos poços tubulares profundos, que evidenciam a demanda por captações de maior envergadura para extração de grandes volumes de água, seja para abastecimento no meio rural, urbano (público) ou industrial. Para se ter uma idéia, as vazões retiradas desses poços somam cerca de 2220 m³/h, perfazendo 67,4% do total de pontos explorados. Em compensação, representam apenas 18% do volume total, uma vez que as nascentes geram uma quantidade

apreciável de 10405 m³/h, embora esses caudais passem a corresponder aos cursos d'água locais, ao escoarem em superfície. Cabe ressaltar que esses poços tubulares extraem água dos aquíferos cársticos, como será caracterizado adiante, não tendo nenhuma relação com as águas do lençol freático utilizadas nas captações por cisternas e/ou pequenas nascentes.

As características hidrogeológicas locais estão definidas de acordo com critérios estruturais, estratigráficos e morfológicos, conforme dados coletados a partir de investigações de campo e de estudos fotointerpretativos. As coletas de dados no campo objetivaram o cadastramento de poços tubulares e nascentes (surgências e ressurgências), para o conhecimento da situação atual de abastecimento de água da região e das condições construtivo-estratigráficas dos locais perfurados. A [figura 1](#) apresenta a distribuição dos pontos d'água na APA, a localização geográfica e a natureza do ponto cadastrado. Concomitantemente ao cadastramento dos poços (anexo I), foi realizada amostragem da qualidade das águas subterrâneas, a fim de serem identificados seus principais parâmetros físico-químicos, visando a um diagnóstico global.

De acordo com o levantamento estatístico das principais características dos aquíferos, estão apresentados, no anexo II, os elementos utilizados na análise e seus condicionantes qualitativos e dimensionais. Essas averiguações são de extrema importância no entendimento da dinâmica hídrica subterrânea, principalmente quando se trata de aquíferos cársticos, cuja heterogeneidade é marcante. Com o intuito de simplificar a apresentação dos vários temas pesquisados, faz-se a seguir uma explanação detalhada dos levantamentos executados e uma integração final, a ser apresentada como documento guia para o macrozoneamento ambiental, no que se refere às áreas de maior expressividade hidrogeológica.

2.2 - Aspectos Hidrogeológicos e Estruturais

A região da APA Carste de Lagoa Santa insere-se no domínio das rochas pelítico-carbonáticas do Grupo Bambuí, onde predominam os aquíferos cársticos semi-confinados a livres, constituídos por calcários e de forma menos

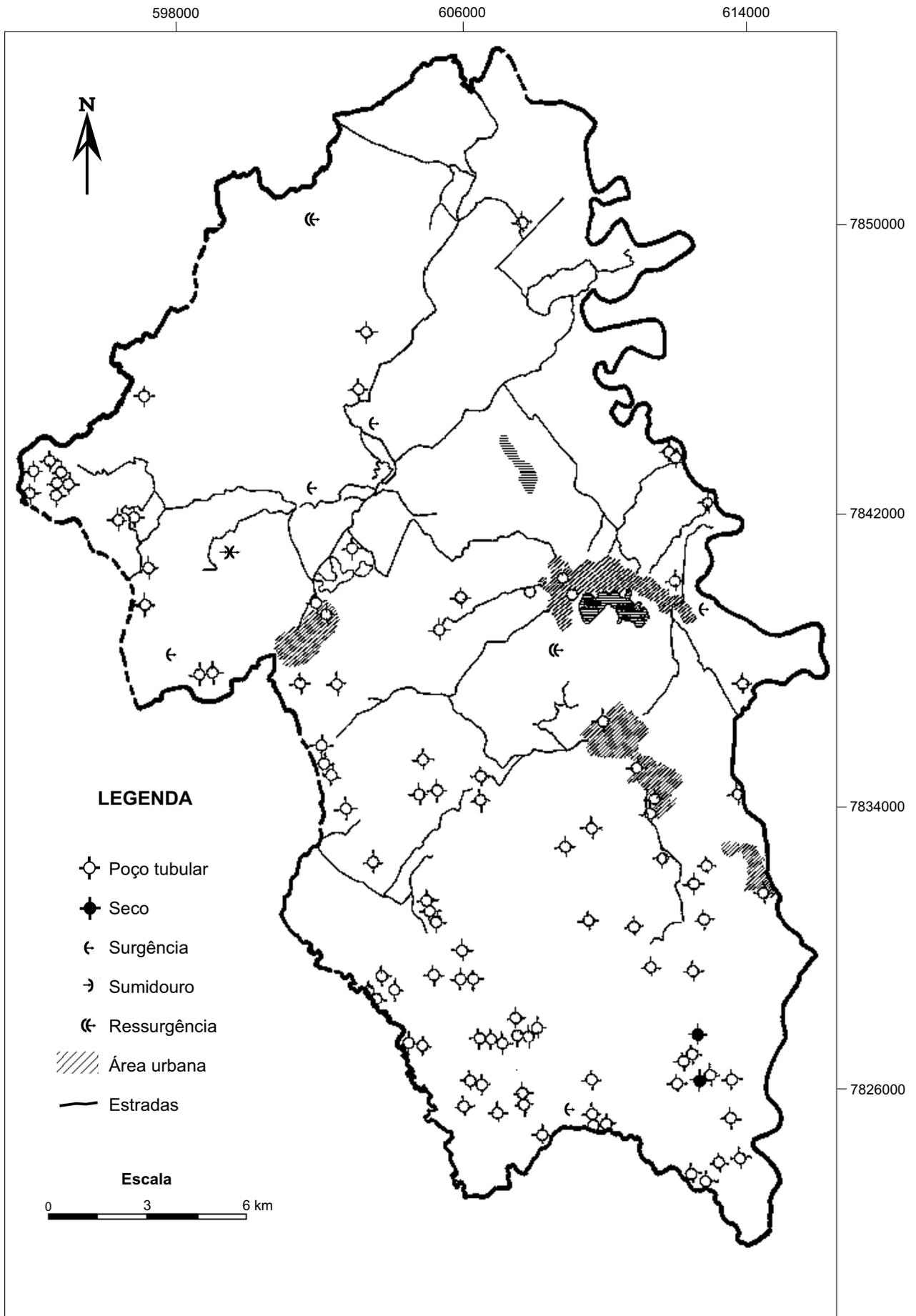


Figura 1.

expressiva por ardósias e siltitos intercalados. Os primeiros são aquíferos bastante produtivos e vulneráveis e, em geral, apresentam alguns de boa qualidade das águas, embora deva-se destacar a presença de sais de cálcio em um teor que provoca desagradável sabor. A conformação geral desses aquíferos está vinculada à presença dos carbonatos, favorecendo o aparecimento de feições de dissolução em superfície (dolinas) e a estruturação de cavernas em profundidade, as quais, de maneira interligada, formam uma rede intrincada de dutos e fendas alargados pela ação da água ao longo do tempo. Pessoa (1996) descreve feições estruturais condicionadas aos planos de acamamento subhorizontalizados, que comandam o sistema de fluxos subterrâneos nos pacotes de rocha calcária e cujas associações com fraturas verticais a subverticais determinam maiores cavidades.

A geologia estrutural da área é apresentada com base em estudos fotointerpretativos na escala 1:60.000 e os tipos litológicos, compilados através do mapa geológico de Tuller *et. al.* (1992). Na abordagem que se segue, serão discutidos apenas os principais fatores pertinentes à caracterização hidrogeológica, com vistas ao entendimento das relações entre água e rocha, no sentido de serem determinados os caminhos de fluxo preferenciais e as condições de armazenamento. Os tipos de rochas podem ser divididos em quatro grupos, conforme mostra a [figura 2](#):

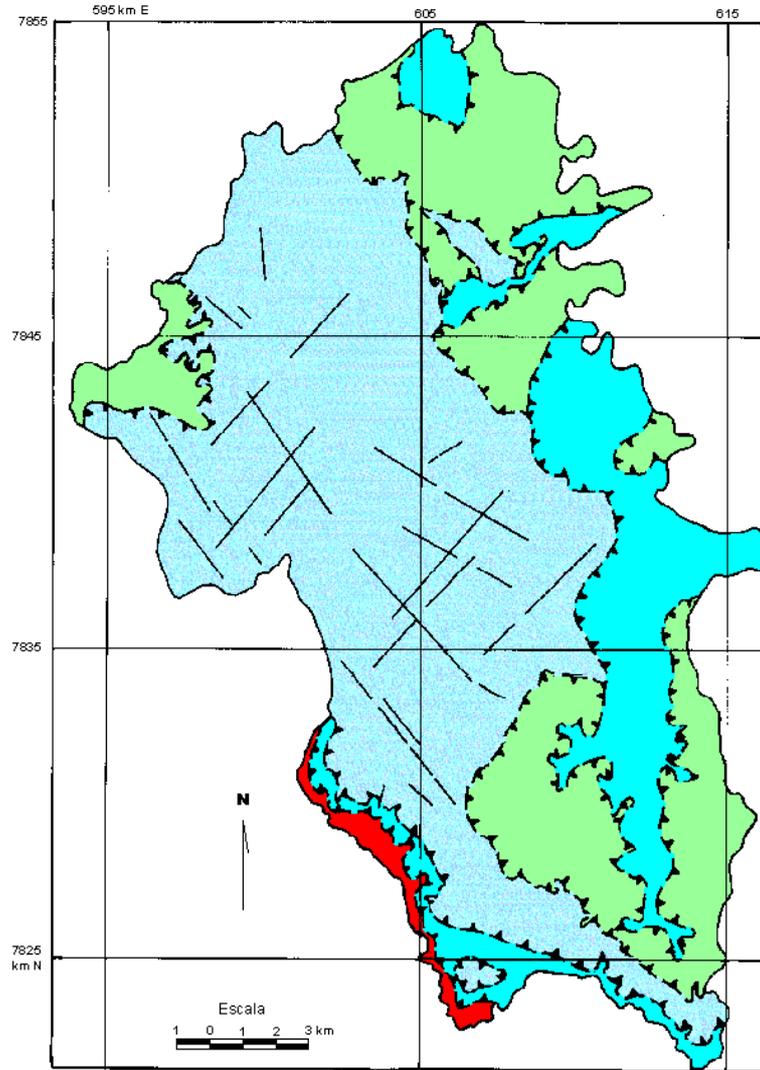
- os gnaisses-migmatíticos que constituem o embasamento cristalino, ocorrendo na porção Sul da área, conformam aquíferos de menor expressão, associados às zonas de fraturamentos pouco abertos;
- os calcários da Formação Sete Lagoas dividem-se em dois membros - Pedro Leopoldo e Lagoa Santa - o primeiro constituído por calcários intercalados com argilas, e o segundo, por calcários puros, conformando excelentes aquíferos;
- os pelitos (siltitos com ardósias intercaladas) da Formação Serra de Santa Helena abrangem, em geral, a porção nordeste da área e algumas faixas estreitas da porção centro-sul e conformam aquíferos de expressividade moderada a baixa;
- sedimentos quaternários constituídos por material colúvio-aluvionar, presentes nas calhas e margens dos cursos d'água locais, podem propiciar aquíferos freáticos regulares,

dependendo da espessura do material e da sua composição granulométrica.

As estruturas mapeadas estão representadas por alinhamentos de fraturas ou falhas litológicas, geralmente correspondendo aos vales das drenagens, ou mesmo inferidas pelo alinhamento de feições de carstificação, onde se encontram inúmeras dolinas e cavernas. Feições estruturais como falhamentos normais e descolamentos de baixo ângulo entre camadas foram observadas por Danderfer (1992), através de perfis geológicos esquemáticos, conforme mostra a [figura 3](#).

A partir do mapa de fraturamentos apresentado na [figura 4](#), podem ser traçadas relações importantes a respeito das zonas mais favoráveis à locação de poços e, ao mesmo tempo, serem revelados aspectos fundamentais quanto à vulnerabilidade natural dos aquíferos. Silva (1989) trata as estruturas em ambientes cársticos congêneres (Grupo Bambuí) e pondera sobre a existência de feições de dissolução (dolinas, p. ex.) coincidentes ou não às fraturas onde circula a água subterrânea. Análises pormenorizadas, caso a caso, são necessárias quando se objetivam locações de poços tubulares para água.

A análise estatística das direções e do comprimento dessas estruturas, conforme mostram os diagramas da [figura 5](#), permite tecer considerações relevantes quanto aos aspectos da dinâmica hídrica subterrânea. De acordo com as medidas obtidas nos diagramas de frequência dos fraturamentos, observa-se uma predominância dos valores medidos nas direções N15-25E e N35-45W para o aquífero Sete Lagoas, e N15-25E e N25-35W para o aquífero Santa Helena. Os valores encontrados para o comprimento acumulado de fraturamentos nesses aquíferos foram, respectivamente, de $329,5 \times 10^3$ m e 60×10^3 m, o que determina, para um total de medidas de 300 e 71, uma densidade de 1098 m/km e 518 m/km, respectivamente. Essas diferenças correspondem exatamente à maior área de abrangência das rochas calcárias do aquífero Sete Lagoas (241 km^2) em relação às do aquífero Santa Helena (115 km^2) e, ao mesmo tempo, uma estreita conformidade nos padrões de fraturas de ambos os aquíferos. Não se estabeleceu uma relação direta entre as feições de dissolução e as fraturas coincidentes às drenagens, devido à grande dispersão das primeiras, especialmente. A área do aquífero cristalino é muito pequena para uma avaliação estatística.



**Super-Grupo São Francisco - Grupo Bambuí
Pré-Cambriano - Proterozóico Superior**

- Formação Santa Helena.
Sequência metapelítica, representada por metassiltitos cinza.
- Formação Sete Lagoas - Membro Lagoa Santa.
Sequência carbonática representada por calcários grosseiros (calcarenitos)
- Formação Sete Lagoas - Membro Pedro Leopoldo.
Sequência carbonática representada por calcários finos (calcissiltitos).

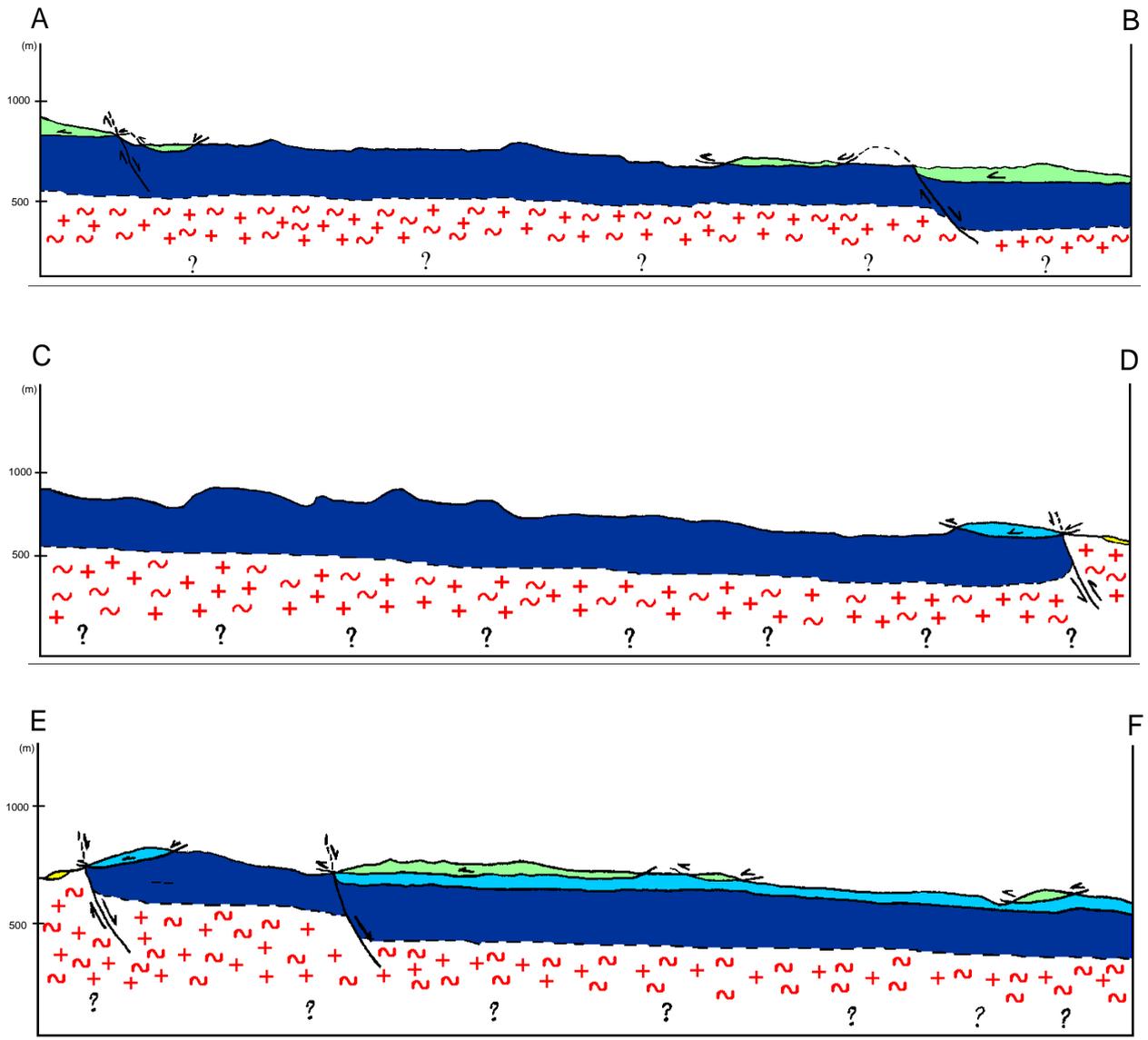
Pré-Cambriano - Arqueano

- (Agngr) - Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiviso.
Complexo de rochas gnáissicas e migmatíticas.

CONVENÇÕES

- Descontinuidades lineares
- Empurrão de baixo ângulo

Figura 2 - Tipos de rochas.



- Aluvião
- Siltitos
- Calcários Finos
- Calcários Grosseiros
- Embasamento Cristalino - Gnaisses - Graníticas

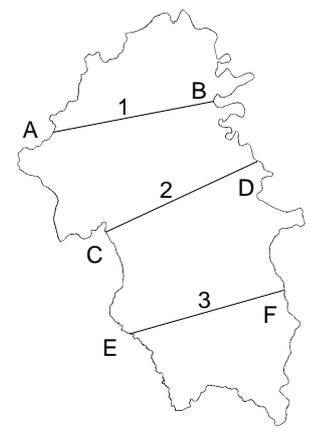


Figura 3 - Perfis geológicos esquemáticos.

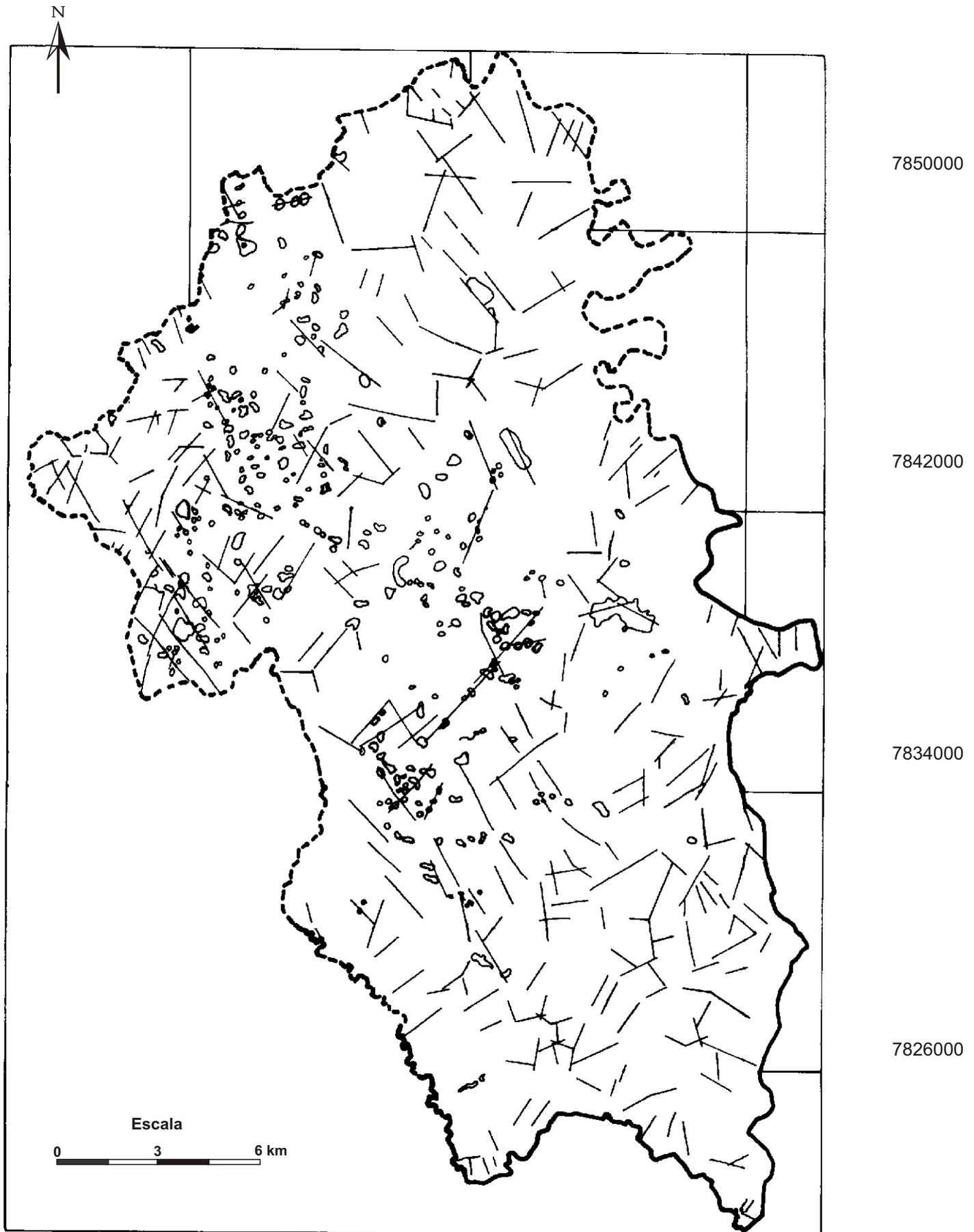


Figura 4 - Mapa de Fraturamentos.

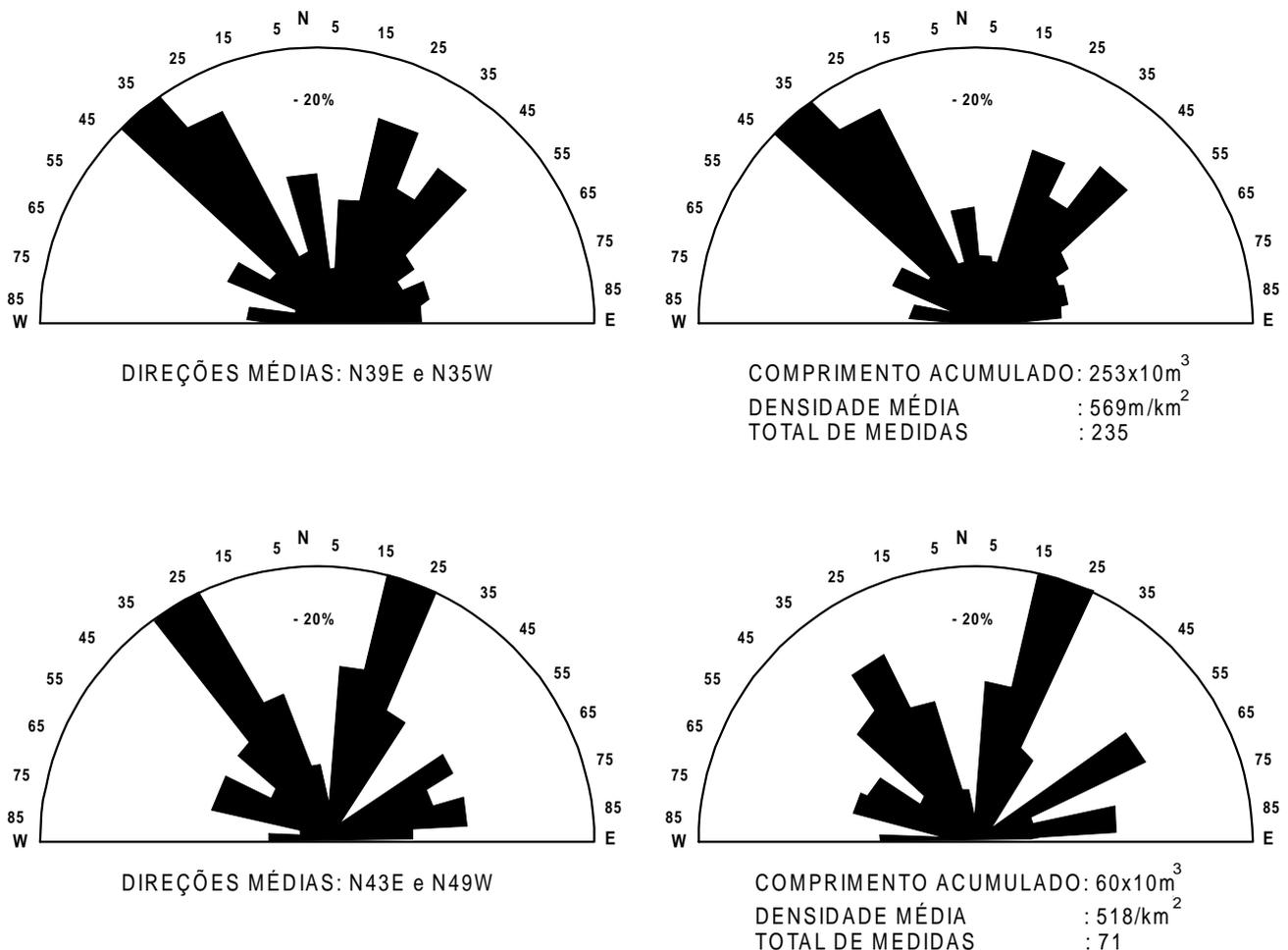


Figura 5 - Diagrama de Freqüência de Fraturamento.

2.3 - Características Hidráulicas dos Aquíferos Cársticos

As relações entre as propriedades intrínsecas dos aquíferos devem ser apresentadas de forma a conduzir o estudo a uma interpretação qualitativa e quantitativa dos atributos relevantes no processo de ocupação dos diversos ambientes, principalmente os cársticos, que predominam na área. Com relação a distribuição dos poços tubulares nos aquíferos, foi verificada uma proporção bastante heterogênea, conforme mostra a figura 6. Dos 96 poços cadastrados, apenas 69 foram identificados, estando o restante indefinido quanto aos aquíferos perfurados, devido à falta de dados dos perfis adquiridos nas firmas perfuradoras. O quadro geral mostra um predomínio de poços perfurados em rochas do membro Lagoa Santa - aquífero Sete Lagoas, com cerca de 40 poços, perfazendo quase 60% do total.

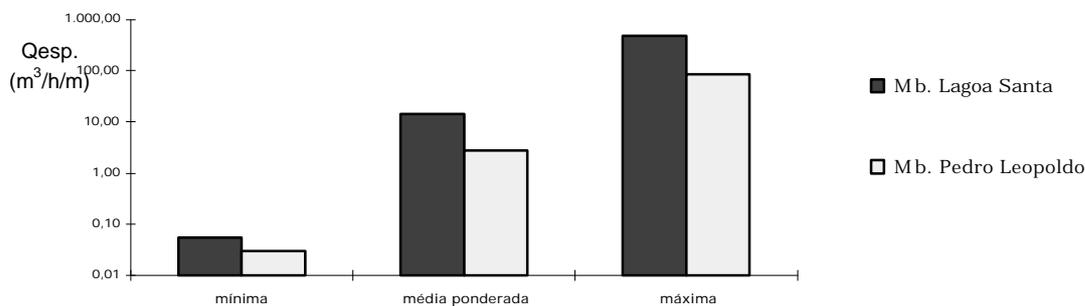
Quanto à profundidade, verifica-se uma média geral de 92 m, sendo a profundidade

mínima de 33 m, e a máxima de 170 metros (figura 7).

Com relação à vazão específica, esses poços alcançam, no aquífero Sete Lagoas, uma média ponderada de $14,42 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ para o membro Lagoa Santa e $2,78 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$ para o membro Pedro Leopoldo (figura 8). Essas vazões estão atribuídas à divisão simples da descarga em m^3/h pelo rebaixamento (NE-ND) em metros, sem contudo, terem sido avaliadas as potências dos equipamentos de bombeamento dos poços.

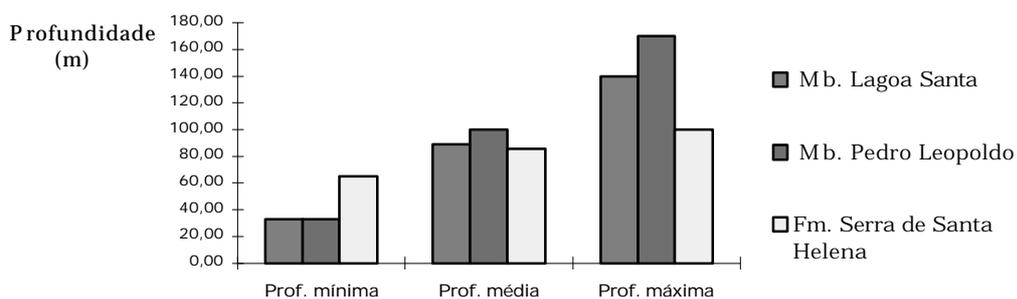
Através da análise dos perfis construtivo-estratigráficos, foram observadas as zonas de entradas d'água nos poços, comparando-se as profundidades e as cotas altimétricas (figuras 9 e 10). Ficou evidenciado que os intervalos das cotas altimétricas entre 670 e 710 m, são os mais expressivos em número de entradas d'água, somando mais de 40 % do total.

Tomando-se os valores de profundidade absoluta dessas entradas d'água, verifica-se uma



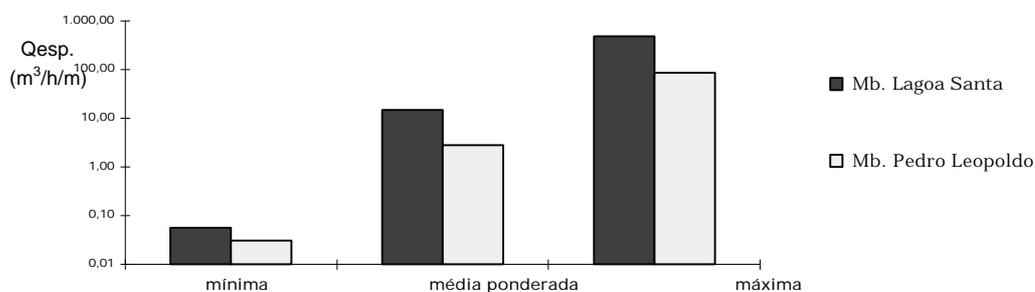
	Aqüífero Sete Lagoas	
	Mb. Lagoa Santa	Mb. Pedro Leopoldo
Mínima	0,06	0,03
Média ponderada	14,42	2,78
Máxima	480,24	85,71

Figura 6 - Distribuição percentual dos poços por aquífero.



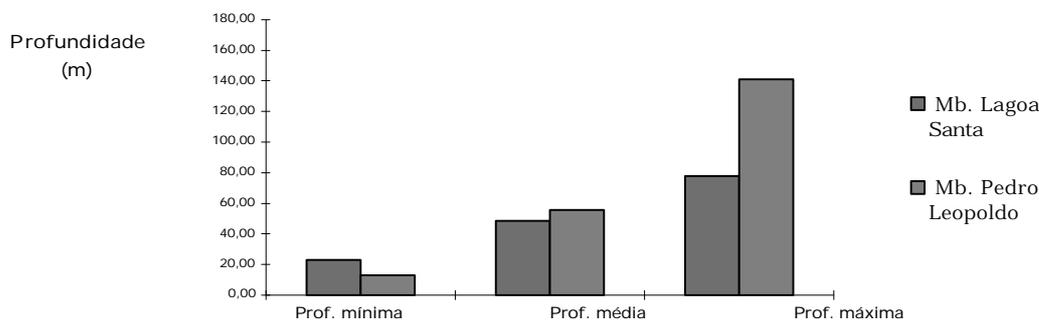
	Mb. Lagoa Santa	Mb. Pedro Leopoldo	Aquífero Ser. de Sta Helena
Prof. mínima	33,10	33,00	65,00
Prof. média	89,00	100,05	85,67
Prof. máxima	140,00	170,00	100,00

Figura 7 - Distribuição das profundidades dos poços tubulares.



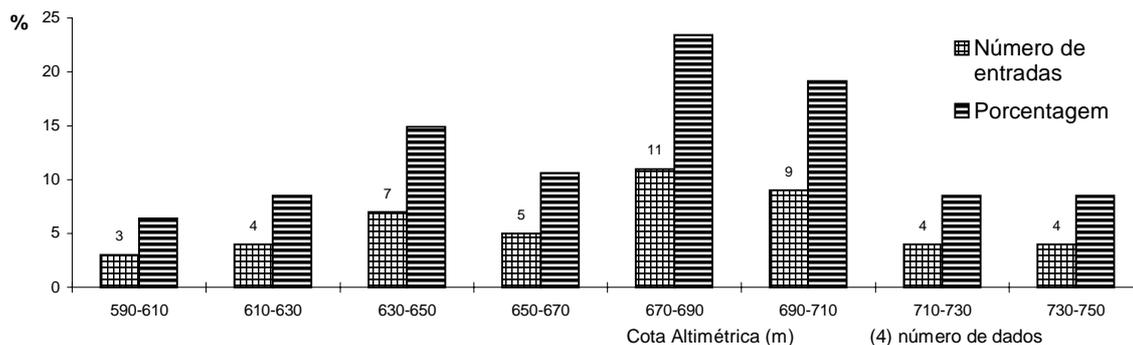
	Aqüífero Sete Lagoas	
	Mb. Lagoa Santa	Mb. Pedro Leopoldo
Mínima	0,06	0,03
Média ponderada	14,42	2,78
Máxima	480,24	85,71

Figura 8 - Distribuição das vazões específicas no aquífero Sete Lagoas.



Aquífero Sete Lagoas		
Prof.de entradas d'água	Mb. Lagoa Santa	Mb. Pedro Leopoldo
Prof. mínima	23,00	13,00
Prof. média	48,63	55,57
Prof. máxima	77,50	141,00

Figura 9 - Profundidade das entradas d'água (aquífero Sete Lagoas).



Intervalo altimétrico	Número de entradas	Percentagem
590-610	3	6,38
610-630	4	8,51
630-650	7	14,89
650-670	5	10,64
670-690	11	23,40
690-710	9	19,15
710-730	4	8,51
730-750	4	8,51

Figura 10 - Variação altimétrica das entradas d'água.

média oscilando em torno de 50m, com máxima de 141m e a mínima de 23 metros. Essa dispersão ocorre de acordo com as variações altimétricas dos terrenos, demonstrando que as áreas onde a topografia é mais elevada, nas porções oeste e sul, os poços devem alcançar entradas d'água mais profundas, e nas porções centro-norte e leste, entradas d'água mais rasas devem predominar. Esse controle estrutural ocorre devido ao acamamento da rocha calcária ser bastante horizontalizado e apenas modificado em decorrência de movimentos de blocos do embasamento cristalino, gerando escalona-

mentos desse substrato e alterando, localmente, as condicionantes topográficas.

A estruturação dos aquíferos, no que diz respeito às suas potencialidades, está associada ao contexto morfoestrutural no qual está inserido. Esses condicionamentos são responsáveis pela quantidade de água extraída dos poços tubulares, sendo assim necessário o reconhecimento dessas relações, a fim de elucidar os principais *trends* favoráveis à circulação e ao armazenamento das águas subterrâneas, nos ambientes cársticos. De acordo com as investigações pertinentes aos lineamentos

estruturais observados, verificou-se uma preponderância de poços associados a algum tipo de estrutura, cerca de 87%. Apenas 13 poços cadastrados (13%) não mostravam nenhum tipo de associação morfoestrutural. A [figura 11](#) mostra que, dos 96 poços cadastrados, 61 estão relacionados a lineamentos de fratura (64%), 17 relacionam-se às feições cársticas (18%) e 5 poços estão associados com as zonas de contato entre as formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena (5%). Cabe ressaltar a vazão elevada observada nos poços situados no contato entre essas formações.

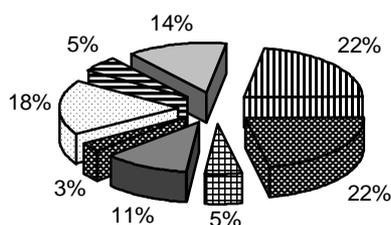
Considerando-se a relação existente entre as vazões dos poços tubulares e o condicionamento morfoestrutural ([figura 12](#)), observa-se, proporcionalmente, uma predominância de maiores vazões associadas às feições cársticas, seguidos dos contatos geológicos entre as formações Sete Lagoas e Serra de Santa Helena e dos lineamentos de fraturas N20-30W.

Esses indicativos permitem definir áreas com potencialidades distintas à perfuração de poços,

para abastecimento e outros fins, conforme a tipologia aquífera local. Sendo reconhecidos tais compartimentos aquíferos, torna-se possível prever, mesmo que de forma generalizada, quais parâmetros intervenientes no resultado final da perfuração, estão presentes em cada domínio.

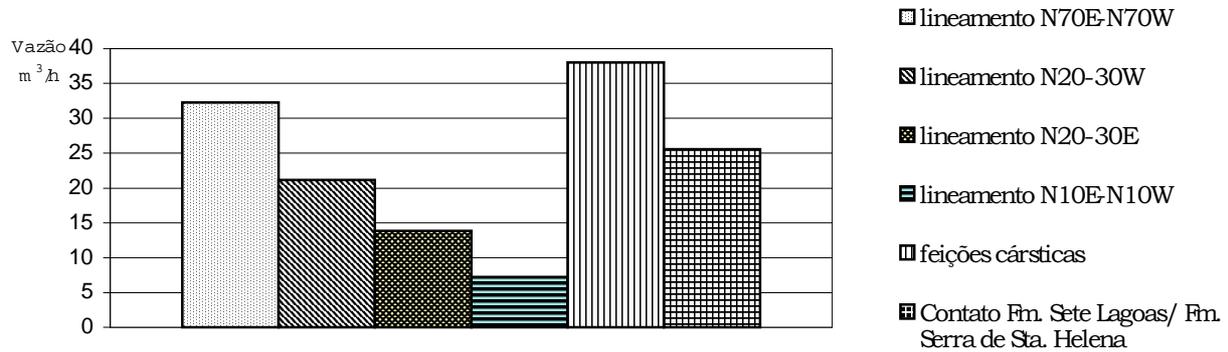
Com relação aos exutórios naturais através de nascentes (surgências e ressurgências), a análise comparativa entre as vazões e as cotas altimétricas mostra que há uma tendência dos fluxos subterrâneos que seguem rotas contíguas às maiores zonas de dissolução do pacote carbonático, coincidirem aos níveis altimétricos entre as cotas de 650 e 670 m de altitude. A [figura 13](#) apresenta essas relações para as nascentes encontradas no aquífero cárstico. Correlacionando-se esses níveis topográficos com as entradas d'água detectadas nos poços tubulares, observa-se que apenas 11% correspondem a essa variação altimétrica, sendo que as nascentes de menor vazão mostram-se dispersas entre as cotas de 670 e 750 metros.

- lineamento N70E-N70W
- lineamento N20-30W
- lineamento N20-30E
- lineamento N10E-N10W
- lineamento N40-45W
- feições cársticas
- Contato Fm. Sete Lagoas/Fm. Ser. de Sta. Helena
- Nenhum condicionamento percebido



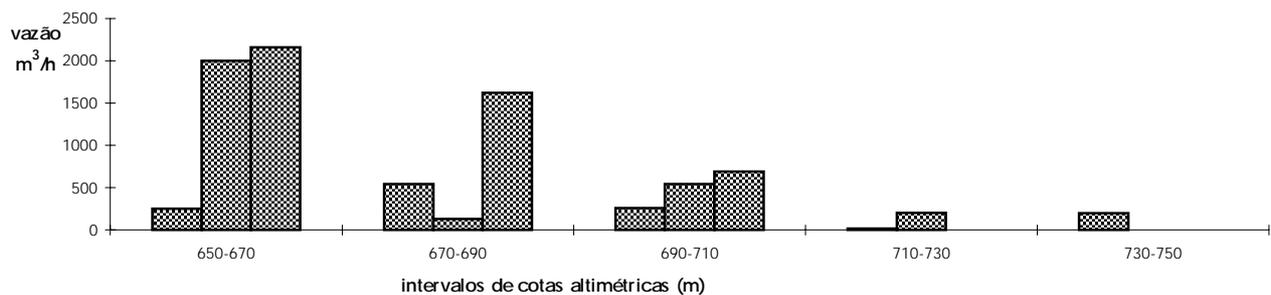
	número de poços	porcentagem
lineamento N70E-N70W	21	21,88
lineamento N20-30W	21	21,88
lineamento N20-30E	5	5,21
lineamento N10E-N10W	11	11,46
lineamento N40-45W	3	3,13
feições cársticas	17	17,71
Contato Fm. Sete Lagoas/Fm. Ser. de Sta. Helena	5	5,21
Nenhum condicionamento	13	13,54
total	96	

Figura 11 - Condicionamento dos poços tubulares às feições morfo-estruturais.



	Número de poços	vazão (m³/h)
Lineamento N70E-N70W	15	32,27
Lineamento N20-30W	17	21,19
Lineamento N20-30E	3	13,82
Lineamento N10E-N10W	8	7,241
Feições cársticas	12	38,01
Contato Fm. Sete Lagoas/ Fm. Serra de Sta. Helena	5	25,52

Figura 12 - Relação entre vazão dos poços tubulares e condicionamento morfoestrutural.



Intervalo altimétrico	Vazões (m³/h)		
650-670	252,00	1998,04	2160,00
670-690	540,00	130,00	1620,00
690-710	259,20	540,00	690,01
710-730	13,00	200,16	
730-750	198,00		

Figura 13 - Relação entre vazões e cotas altimétricas das nascentes no aquífero cárstico.

Considerando-se a distribuição irregular dos dados ao longo da área, a complexa estruturação do carste e o número limitado de informações que possam garantir melhores interpretações a respeito da dinâmica aquífera, deve-se salientar que tais estudos merecem ser encarados como uma tentativa de entender como se comportam na região, os aquíferos em rochas calcárias, visando, sobretudo, à caracterização das potencialidades hidro-geológicas e, simultaneamente, dos atributos geológicos

responsáveis pela maior ou menor susceptibilidade do meio aquífero à degradação.

Ao longo do estudo, foram utilizados muitos termos descritivos, típicos de ambientes cársticos, mas ainda obscuros ou desconhecidos por muitos leitores. Elaborou-se uma ilustração de determinadas feições mais comuns, para enfatizar algumas utilizações da água e até mesmo dos solos, frequentemente observadas na área da APA; ou ainda apresentar

certos detalhes relacionados ao processo de ocupação em terrenos cársticos. Para tanto, são mostradas quatro fotografias e respectivas descrições com relação à localização e à caracterização no contexto paisagístico, conforme visualizado no anexo IV.

As questões levantadas neste documento não pretendem, esgotar a discussão sobre os processos e fenômenos observados ao longo das abordagens hidrogeológicas, e sim fornecer uma base inicial de dados que possa subsidiar estudos futuros, possibilitando assim a confirmação ou não dos resultados aqui apresentados.

2.4 - Características Dimensionais dos Aquíferos Cársticos

Os primeiros estudos a respeito das características hidrogeológicas da região foram realizados com base nos dados fornecidos pelos perfis construtivo-estratigráficos dos poços tubulares, tendo sido coletadas informações nos levantamentos hidrogeológicos do Projeto VIDA (Pessoa 1996, Beato & Pessoa, inédito). Dessa forma, fez-se uma compilação do cadastro de pontos d'água no período de amostragem entre os anos de 1991 e 1993.

Objetivou-se o reconhecimento da dinâmica das águas subterrâneas, através da elaboração do mapa potenciométrico (figura 14), utilizando-se os parâmetros hidráulicos e altimétricos dos poços para determinação dos principais caminhamentos do fluxo subterrâneo, possibilitando ainda a demarcação das áreas de recarga e descarga dos aquíferos. Nesse mapa, observa-se, pela interpolação das cotas potenciométricas obtidas em 51 poços tubulares, e pelas informações adicionais de campo, a delimitação de bacias aquíferas distintas, as quais, podem subsidiar algumas considerações de ordem quantitativa dos volumes armazenados. A confiabilidade dos dados deve ser, até certo ponto, aceita com reservas, devido ao número e à distribuição dos pontos d'água. Esses divisores de bacias aquíferas separam seis grandes domínios, sendo:

1. Domínio norte, córrego do Gordura, determinado por uma pequena faixa que representa apenas uma fração da bacia, exterior à área da APA. Seu gradiente é bem marcado na porção oeste, com uma equivalência de intervalos próximo à zona

de recarga, entre cargas hidráulicas 760 e 740, apresentando gradiente em torno de $1/100$ m/metro, e a sua porção central, variando entre $1/60$ e $1/80$ m/metro. A diferença altimétrica entre o suposto nível de base regional (rio das Velhas) e a última curva potenciométrica (660 m), na porção oeste, reflete um gradiente hidráulico muito baixo, num regime de pouca energia.

2. Domínio noroeste, Palmeiras-Mocambo, determinado por uma faixa que representa a porção mais próxima à zona de recarga regional. Caracteriza-se por gradientes mais baixos nos primeiros 8 quilômetros onde se adentra na área, em torno de $1/150$ m/metro e, em seguida, acompanhando um declive topográfico, aumenta para um valor médio de $1/70$ m/metro.
3. Domínio nordeste, córrego da Jaguará, abrangendo uma área de 78 km², posiciona-se numa zona de carste predominantemente encoberto, apresentando características hidrogeológicas distintas das demais bacias. O fluxo oriundo da ressurgência de Mocambo (ponto 82) junta-se ao fluxo da surgência da Jaguará (ponto 72), formando assim, grande parte do caudal que deságua no rio das Velhas. No entanto, a zona de recarga da surgência da Jaguará extrapola os limites da APA, não podendo ser contabilizados, seus valores de descarga nesta bacia, para efeito de cálculos do balanço hídrico. Auler (1994), a partir de testes com traçadores corantes, em área contígua à da APA, não relaciona a surgência da Jaguará a nenhuma fonte ou dolina em que aplicou tais indicadores de fluxo. Isso se deve ao fato de que essas águas apresentarem características físico-químicas bastante particularizadas, evidenciando outra zona aquífera.
4. Domínio centro-meridional, Samambaia, já definido anteriormente por Auler (1994), e corroborados seus limites através das isolinhas potenciométricas neste estudo. Abrange uma zona de fluxo intermediário, de acordo com a dinâmica aquífera regional, com recargas locais, situando-se entre cargas hidráulicas de 730 a 660 metros. Os maiores gradientes encontram-se valorados por volta de $1/50$ m/metro e, nos baixo e alto cursos, com valor médio de $1/125$ m/metro.
5. Domínio córrego do Jaque, encaixado na porção sudeste, delimita-se no extremo sul

MAPA POTENCIOMÉTRICO

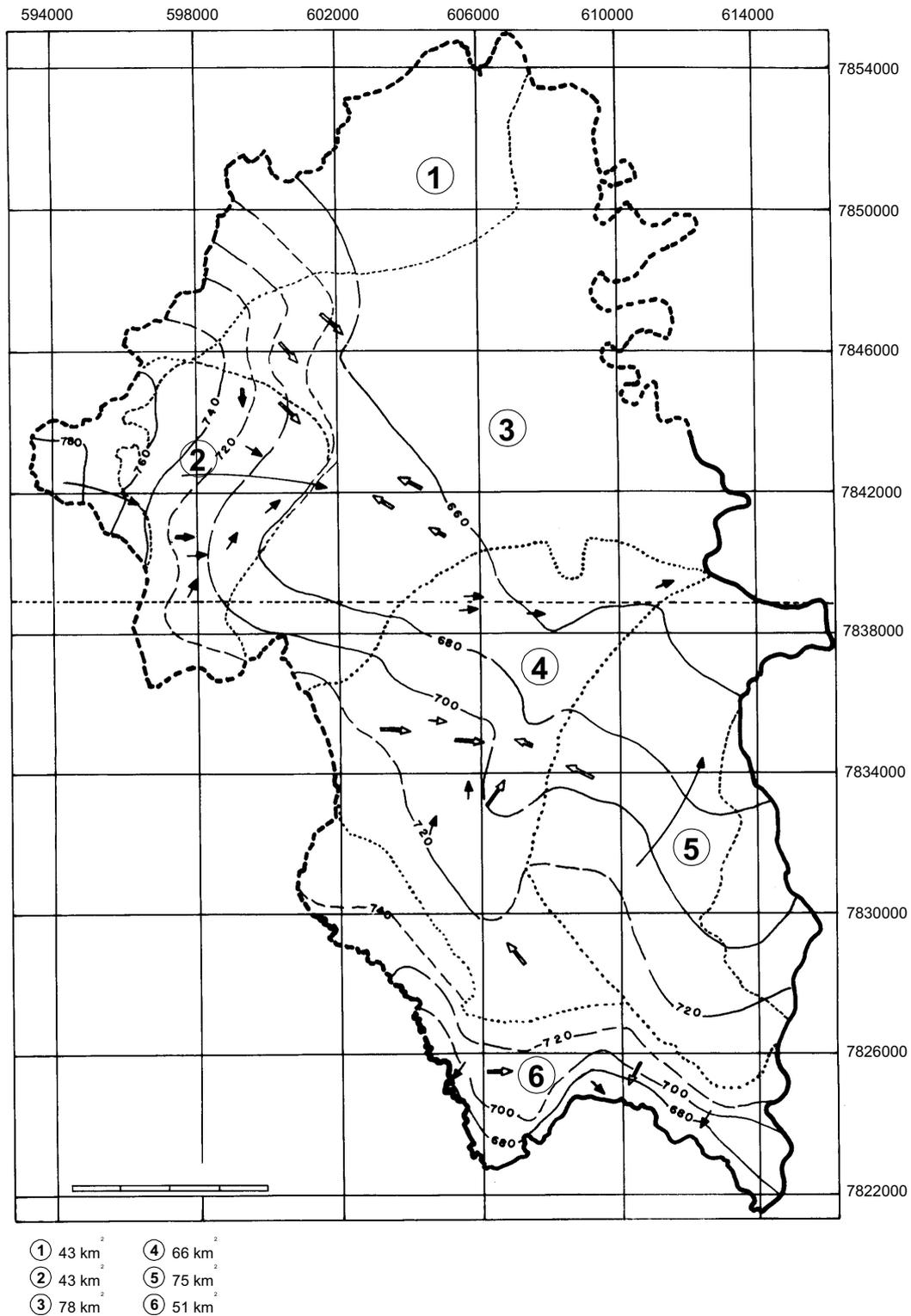


Figura 14 - Mapa Potenciométrico.

com a bacia do ribeirão da Mata, estando ainda, em relação à área da APA, adjacente a uma parte da bacia da Lagoa Santa, a qual não foi contabilizada no processo de cálculo do balanço hídrico. Os gradientes mostram-se homogêneos e podem ser valorados a montante, entre 1/80 e 1/100 m/metro e, em sua porção de médio e baixo curso, 1/150 e 1/200 m/metro.

6. Domínio do ribeirão da Mata, determinado por um grupo de isolinhas potenciométricas, variando entre cargas hidráulicas de 750 e 680 metros, cuja bacia se mostra bem individualizada, inclusive através das características hidroquímicas desses aquíferos. Constitui-se por gradientes elevados, em torno de 1/10 e 1/25 m/metro. A presença de poços com grandes vazões é característica marcante deste domínio.

Tomadas as superfícies de abrangência de cada uma das bacias aquíferas, há condições de, em conjunto com os fatores intrínsecos das formações rochosas e das condições pluviométricas e fluviométricas locais, serem estimados os volumes de armazenamento anual renovável e permanente. Logicamente, serão abordados de forma genérica, sendo desconsiderados atributos específicos que interagem no processo de determinação do balanço hídrico, como temperatura, capacidade de campo do solo, tipo de cobertura vegetal, etc, não obstante, para uma estimativa da ordem de grandeza dos valores de reservas aquíferas, seja uma aproximação aceitável.

Inicialmente, devem ser considerados alguns parâmetros hidrometeorológicos fundamentais à obtenção dos valores procurados, sendo verificados para a área os seguintes parâmetros:

- total pluviométrico médio anual (1976-1990)
= 1270,1 mm
- evapotranspiração real (Patrus, no prelo)
= 995,6 mm

Esses valores induzem a um excedente hídrico global em torno de 274,5 mm.

De acordo com a definição de balanço hídrico simplificado, ou seja, o equacionamento das entradas e saídas de água dentro de uma

unidade hidrográfica (hidrogeológica) durante um determinado intervalo de tempo, pode-se atribuir às bacias delimitadas (figura 14), as relações entre a precipitação, águas superficiais e subterrâneas que chegam a região, e saídas, que incluem a evapotranspiração e os escoamentos superficial e subterrâneo.

Conforme a distribuição das chuvas na estação Ponte Raul Soares, para os períodos entre 1991 e 1992, verifica-se uma nítida separação das estações seca e chuvosa, sendo a estação seca caracterizada de maio a setembro, e a estação úmida, entre outubro e abril. A [tabela 1](#) e o [gráfico 1](#) apresentam, respectivamente, a distribuição e as curvas características da pluviometria local, ao longo do período.

No entanto, conforme observado nos hidrogramas das vazões medidas nos cursos d'água provenientes, respectivamente, das ressurgências dos sistemas córrego Gordura e Palmeiras - Mocambo ([gráficos 2 e 3](#)), percebe-se uma discrepância acentuada no regime de descargas médias mensais. Quando relacionadas às distribuições pluviométricas locais, ocorre uma correlação inversa, cuja implicação pode corresponder a um conjunto de fatores próprios do ambiente cárstico, onde o comportamento hídrico subterrâneo se mostra bastante particularizado. Esse fato deve corresponder a um aporte de fluxos oriundos de bacias vizinhas, somente em determinadas épocas do ano, ou ainda, estar condicionado a um processo de recarga em zonas do tipo "leaky aquifer¹", onde as condições de permeabilidade são caracterizadas por sedimentos finos, com drenança vertical muito lenta, havendo um atraso na resposta do aquífero cárstico. Os [gráficos 2 a 4](#) apresentam os hidrogramas característicos das bacias 1, 2 e 6, analisadas as médias mensais e as respectivas considerações a respeito dos cálculos envolvidos em cada um dos sistemas, conforme apresentado na [tabela 2](#).

Para a avaliação das oscilações dos níveis d'água da lagoa do Sumidouro (bacia do córrego Samambaia - sistema 4) e para elaboração dos hidrogramas referentes aos sistemas 1, 2, 5 e 6, foram utilizados os dados coletados nas estações linimétricas implantadas para o Projeto VIDA, cujos resultados se referem a medições

1 - Refere-se aos aquíferos granulares superiores, onde há presença de camadas semipermeáveis.

Estação Ponte Raul Soares	Índices pluviométricos - mm		
	Meses	1991	1992
Janeiro	490,4	418,8	454,6
Fevereiro	132,3	186,3	159,3
Março	147,3	29,7	88,5
Abril	62,1	28,6	45,35
Mai	16	12,7	14,35
Junho	0	0	0
Julho	0	2,4	1,2
Agosto	0	0	0
Setembro	46,8	15,8	31,3
Outubro	78,6	67,6	73,1
Novembro	109,4	289,1	199,25
Dezembro	138	264,4	201,2

Tabela 1 - Distribuição das chuvas entre 1991 e 1992.

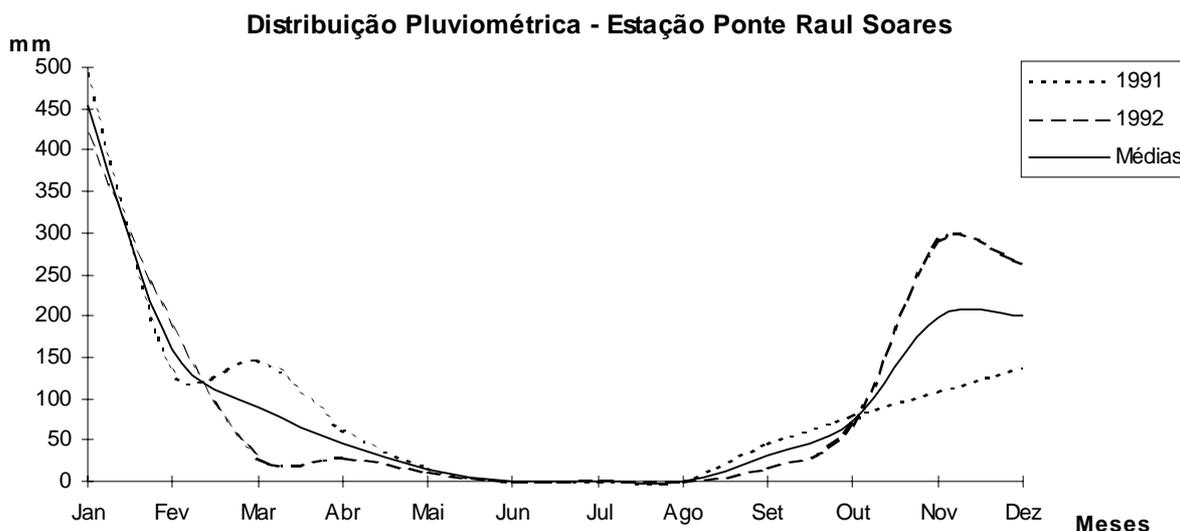


Gráfico 1 - Distribuição Pluviométrica - Estação Ponte Raul Soares.

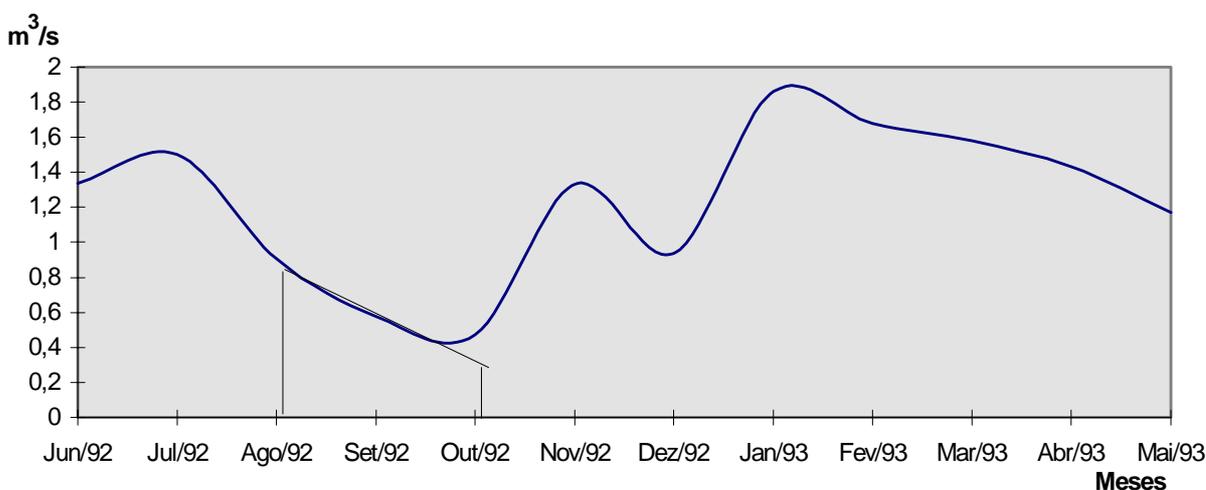


Gráfico 2 - Hidrograma - Bacia 1/córrego Gordura.

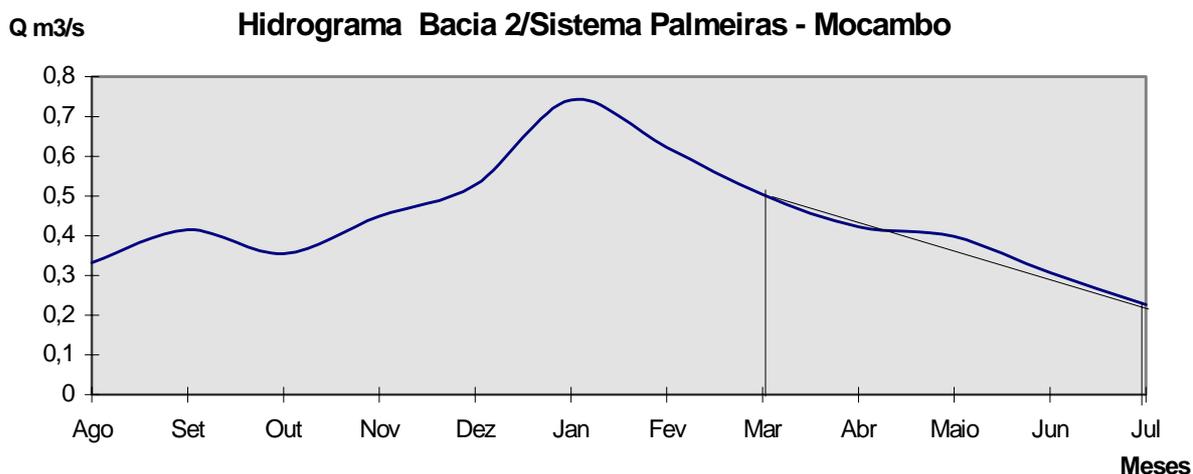


Gráfico 3 - Hidrograma - Bacia 2/Sistema Palmeiras - Mocambo.

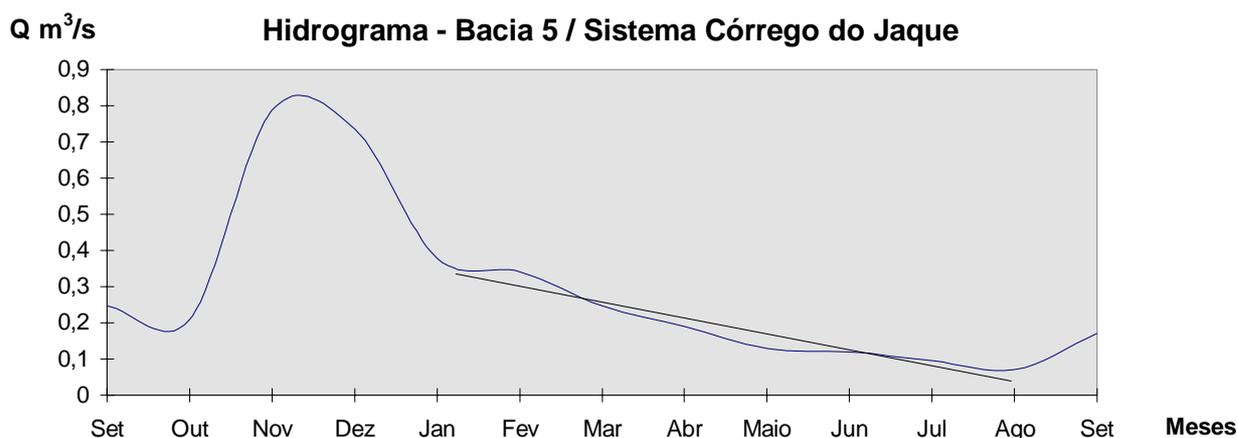


Gráfico 4 - Hidrograma - Bacia 5/Sistema Córrego do Jaque.

	Bacia 1	Bacia 2	Bacia 3	Bacia 4	Bacia 5	Bacia 6
ÁREA (km ²)	43	43	78	66	62 (13)	51
Volume Precipitado (m ³ /s)	1,73	1,73	3,14	2,67	2,49	2,05
Evapotranspiração (m ³ /s)	1,36	1,36	2,47	2,08	1,96	1,61
Excedente Hídrico (m ³ /s)	0,37	0,37	0,67	0,59	0,53	0,44
Escoamento Subter. médio (m ³ /s)	0,80 ²	0,73 ¹	0,70 ¹	0,50 ¹	0,30 ²	0,72 ⁴
Coefficiente de Esgotamento (α)	0,0073	0,0023	NM	NM	0,0015	0,0213
Excedente - Esc. Subter. (m ³ /s)	(-) 0,43 ³	(-) 0,36 ³	(-) 0,03 ³	(+) 0,09	(+) 0,23	(-) 0,28 ³

Tabela 2 - Características Dimensionais das Bacias Aqüíferas.

1-Dados compilados de Auler (1994)

2-Dados obtidos nas medições feitas para o Projeto VIDA (Patrus, inédito)

3-Descargas oriundas de áreas externas à APA;

4-Dados adaptados das medições feitas para o Projeto VIDA; NM-não-medido

(13)-área interior à bacia - exterior à APA

valores oriundos de outra bacia

descontínuas, realizadas entre junho de 1991 e o início de 1994, quando foram desativadas.

As diferenças entre os excedentes hídricos e os escoamentos subterrâneos podem ser atribuídas apenas às infiltrações efetivas nos aquíferos cársticos, desde que os volumes dos escoamentos superficiais sejam desprezíveis. Os valores encontrados, no entanto, mostram uma tendência de os escoamentos subterrâneos superarem os volumes dos excedentes, o que significa haver outras contribuições em subsuperfície. Diante disso, deve-se considerar que:

- os limites físicos das bacias aquíferas necessitam ser determinados com maior precisão, pois os aportes que caracterizam o aumento dos volumes subsuperficiais devem ser provenientes de bacias vizinhas, inclusive exteriores aos limites da APA, como pode ser o caso das áreas 1,2,3 e 6;
- a heterogeneidade desses ambientes e os valores encontrados para tais diferenças são muito pequenos; provavelmente esses sistemas apresentam um certo equilíbrio entre os fluxos de entrada e saída, o que minimiza um pouco a incerteza mencionada anteriormente;
- para as bacias 4 e 5, os valores positivos indicam volumes em que não se observa contribuição subterrânea de outras bacias, podendo as taxas estarem associadas, também, a uma pequena parcela de escoamento superficial.

No sistema 1, pode-se observar, para a bacia do córrego Gordura, diferentemente das outras bacias, que, nos meses de agosto a outubro, as contribuições subterrâneas correspondem a um período de recessão mais tardio, devendo esse volume, equivaler aos volumes que sustentam, em parte, as descargas superficiais. Assim, esses indicadores fornecem um valor de aproximadamente $1,07 \times 10^7$ m³/ano, ou mesmo, 248,8 mm, como volumes anuais renováveis. Deve-se salientar que o valor de coeficiente de esgotamento encontrado ($\alpha = 0,0073$) maior que na bacia 2, pode estar associado à origem da recarga em zonas de metassedimentos pelíticos situados, possivelmente, no município de Sete Lagoas, a noroeste da área e que, em termos de formação geológica, indica presença de material litológico um pouco menos permeável.

A importância desse estudo na área da bacia 1 deve ser notada em virtude da sua localização no contexto do macrozoneamento ambiental, pois as formas de relevo apresentam atributos físicos favoráveis às atividades agropastoris.

Para a situação observada no exemplo da bacia 2, Sistema Palmeiras - Mocambo, verifica-se que os deflúvios anuais acompanham um ritmo, cuja resposta dos caudais em subsuperfície são mais rápidos, possivelmente em virtude das condições geológicas e do gradiente hidráulico nas áreas que extrapolam os limites da APA. Assim, o valor encontrado para o coeficiente de esgotamento ($\alpha = 0,0023$) pode corresponder a formações geológicas mais permeáveis, onde a infiltração ocorre mais facilmente. O gráfico 3 apresenta o hidrograma e mostra que o período de recessão é definido pelo intervalo entre os meses de março a julho, o que ocorre anteriormente ao observado na bacia 1. Os parâmetros indicam valores da ordem de $1,89 \times 10^7$ m³/ano ou ainda, 439,5 mm

O sistema 3 não foi caracterizado quanto aos valores médios mensais de suas vazões, apenas foi abordado com base nos dados compilados de Auler (1994), e suas medidas nas estações seca e chuvosa. O valor encontrado para contribuição subterrânea, de 0,70 m³/s ou 283 mm, aproxima-se do excedente, havendo uma equivalência com as demais bacias.

A análise dimensional realizada para o sistema 4 difere das demais, uma vez que utiliza dados de evaporação da lagoa do Sumidouro (E_v), como meio auxiliar na determinação da quantidade de água que circula na sua bacia, incorporados os volumes que chegam a partir das surgências. Para o cálculo do volume evaporado, não foi considerada a forma do fundo da lagoa. Como a série de medidas levantadas através das réguas linimétricas (Patrus, inédito) apresenta-se pouco contínua, adotou-se um valor representativo do período analisado (400 cm), como correspondente à variação máxima em um ano hidrológico. Dessa forma, o balanço hídrico deve considerar as variáveis pertinentes ao esquema abaixo. A [figura 15](#) apresenta os componentes considerados no balanço hídrico do sistema Samambaia.

Nessas condições, o balanço assume a forma da equação: $Q_e + P = E_{vt} + E_v + Q_s$, onde,

- Q_e = volume de entrada associado às surgências (0,5 m³/s);
- P = volume precipitado na área da bacia (2,67 m³/s);
- E_v = evaporação média medida através do uso de réguas na lagoa do Sumidouro (0,162 m³/s);
- E_{vt} = evapotranspiração real, com base nos dados de Patrus, inédito (2,08 m³/s);
- Q_s = volume de descarga médio medido por Auler (1994) (Poço Azul - 0,15 m³/s).

Convém ressaltar que para o caso da vazão média obtida na ressurgência do Poço Azul, tal descarga está relacionada diretamente com as oscilações do nível d'água da lagoa do Sumidouro, a qual escoar parte de suas águas para essa ressurgência. Isso foi comprovado através de testes de traçadores corantes (rodamina WT), em recente trabalho desenvolvido pelo CDTN (inédito). Assim, o valor de Q_s foi desprezado, já que se encontra embutido em

E_v . Encontrou-se um valor que corresponde a $2,90 \times 10^7$ m³/ano ou 439,6 mm para as reservas reguladoras.

Com relação às vazões encontradas para o córrego do Jaque (bacia 5), foi obtida uma descarga representativa dos volumes infiltrados e escoados para sua calha, no local de instalação da régua para leitura dos níveis d'água (gráfico 5), correspondendo a uma área menor que o total de sua bacia (cerca de 50 km²). A média anual equivalente às reservas reguladoras dos aquíferos, medidas entre setembro de 1992 e agosto de 1993, foi de $2,23 \times 10^7$ m³ ou 445 mm. O valor encontrado para o coeficiente de esgotamento ($a = 0,0015$) foi surpreendentemente baixo, uma vez que essa bacia está inserida, em sua maior parte, em terrenos constituídos por rochas pelítico-carbonáticas.

A bacia do ribeirão da Mata abrange, em sua maioria, o domínio das rochas cristalinas que estão fora dos limites da APA, tendo sido encontrado um valor muito elevado para o coeficiente de esgotamento (0,0213), o que, de certa forma, corresponde a uma menor contri-

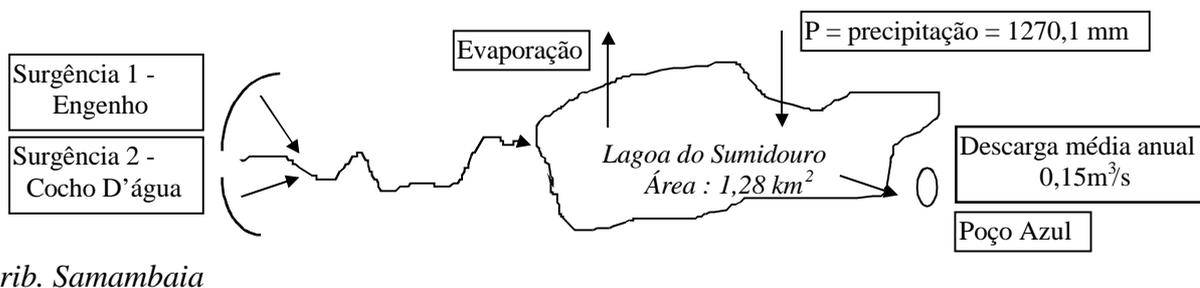


Figura 15 - Sistema Samambaia - componentes usados para o balanço hídrico.

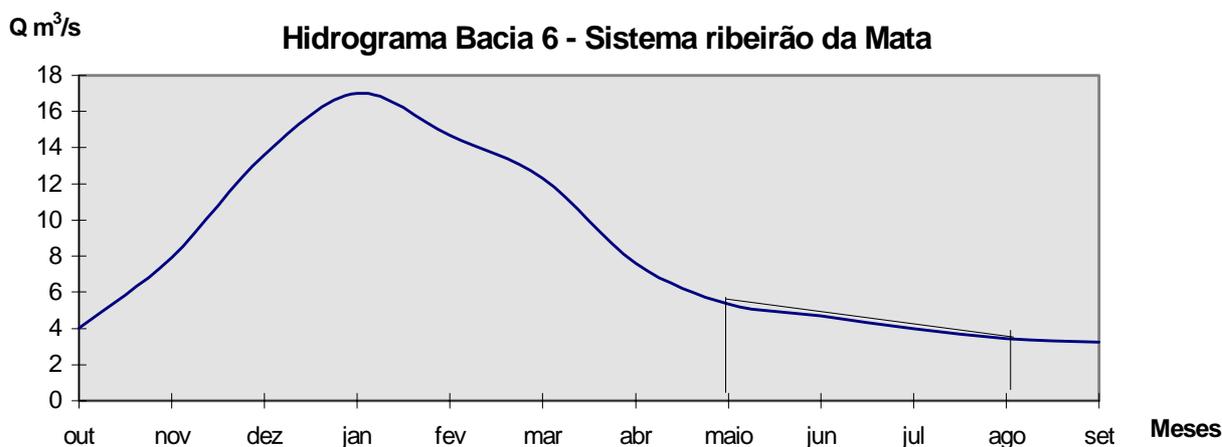


Gráfico 5 - Hidrograma - Bacia 6/Sistema ribeirão da Mata.

buição subterrânea, tanto em comparação ao sistema aquífero cárstico, como pelo próprio material litológico que constitui a maior parte desses aquíferos.

Contudo, ficou evidenciado para tal sistema (bacia 6), um percentual elevado de contribuição subterrânea, quando analisados e separados percentualmente os dados de medição anual de descargas médias, apenas para a parte da bacia envolvida pela APA. Isso deve significar que a parcela dos fluxos subterrâneos contidos na APA é muito elevada, devido à maior presença de aquíferos cársticos os quais mantêm o regime do ribeirão da Mata no período de recessão, baseados nos meses de maio a agosto (1995). Encontrou-se um valor de $2,17 \times 10^7 \text{ m}^3$ para as reservas anuais renováveis, o que se iguala a 425,5 mm de infiltração média anual.

Os resultados obtidos pela caracterização dimensional dos aquíferos visualizada acima, indicam quantitativamente, mesmo que de forma genérica, os valores estimados das reservas subterrâneas referentes ao volume anual renovável (reservas reguladoras), que estão disponíveis para a área da APA. Esses cálculos referem-se às estimativas obtidas através dos volumes de vazões medidas nos

cursos d'água de cada bacia, tendo sido elaborados os respectivos hidrogramas, quando se dispunha de dados para definição das curvas de esgotamento e os valores restituídos em cada bacia. No caso dos valores compilados em Auler (1994), foram lançados diretamente aqueles valores médios encontrados nas estações úmidas e secas.

Em resumo, pode-se dizer que, para um total de 356 km^2 , a APA potencializa uma reserva explotável de $3,95 \text{ m}^3/\text{s}$ ou $124,6 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{ano}$ (350 mm), correspondente às reservas anuais renováveis ou reguladoras. Isso representa uma taxa de infiltração da ordem de 27,6 % em relação ao total pluviométrico médio da região (1270,1 mm).

O volume encontrado para as reservas reguladoras pode ser utilizado como base para projeções futuras, quanto ao crescimento da demanda de abastecimento e consumo da população, uma vez que a disponibilidade hídrica subterrânea considerada útil, em termos de equilíbrio hidráulico dos sistemas aquíferos, deveria situar-se entre 25 e 40% de seu volume total, ou seja, que o volume explotado atualmente, cerca de $0,62 \text{ m}^3/\text{s}$ (15,7%), alcançasse no máximo $1,58 \text{ m}^3/\text{s}$ ou 40% de seu total.

3 - QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As campanhas de amostragem das águas subterrâneas nos poços e nascentes (surgências e ressurgências) foram executadas entre 1991 e 1995 objetivando o conhecimento das condições de potabilidade e/ou de contaminação, em vários pontos da área. As análises, em sua maioria, foram executadas pelo laboratório da CPRM, sendo que determinados pontos com análises existentes também foram aproveitados. No total, entre 37 pontos amostrados, executaram-se 82 campanhas, cujos resultados são apresentados no anexo III. Para todos os pontos amostrados, houve determinação *in loco* dos parâmetros temperatura, condutividade elétrica e pH; os demais foram analisados em laboratório. De acordo com os resultados, fez-se uma análise estatística de alguns valores fundamentais, conforme mostra a [tabela 3](#).

O parâmetro temperatura indica, de acordo com o levantamento de 37 dados, uma oscilação muito pequena, com um coeficiente de variação de 4% da média, mostrando assim, uma homogeneização desses valores ao longo da área. Já o parâmetro pH, conforme os valores fornecidos pelo laboratório, mostra-se com um coeficiente de variação de cerca de 7% da média, para os 54 dados analisados.

Em se tratando dos 41 dados de campo, os valores de pH acusaram uma amplitude menor em torno da média, para um desvio-padrão de 0,45, representando um coeficiente de variação de 6%. Quanto ao parâmetro condutividade elétrica, os 51 dados avaliados em laboratório mostraram um coeficiente de variação de cerca de 30%, o que para os 35 dados de campo representou apenas 22,5%. Esses dados mostram uma menor dispersão para as coletas de campo, sugerindo portanto maior confiabilidade e, ao mesmo tempo, maior uniformidade.

Os demais parâmetros analisados foram estatisticamente tratados para reconhecimento dos íons dominantes nas águas subterrâneas e dos principais elementos contaminantes que porventura estivessem presentes. A composição geral das águas subterrâneas pode ser visualizada na [tabela 4](#), onde são mostrados os resultados globais máximos, médios e mínimos de vários elementos químicos, além de alguns parâmetros indicadores de poluição (colimetria e metálicos). De acordo com esses resultados, verificou-se uma predominância dos íons bicarbonato e cálcio, que representam mais de 90% do conteúdo dos íons maiores analisados, indicando a propensão a águas duras.

Inicialmente, fez-se a classificação dessas águas de acordo com a representação dos íons principais no diagrama de Piper ([figura 16](#)). Esse diagrama mostra que as águas subterrâneas apresentam uma composição química bastante homogênea, sendo essencialmente bicarbonatadas cálcicas, em que as relações iônicas apresentam-se da seguinte maneira:



Para uma comparação entre os teores mais comuns existentes nas águas subterrâneas, executou-se o diagrama de Schoeller, conforme apresentado na [figura 17](#). Esse método permitiu a visualização do comportamento iônico das águas, representado pela concentração de alguns elementos através de pontos de amostragem distintos.

No contexto geral, as águas subterrâneas dos aquíferos cársticos apresentam boa qualidade físico-química, com restrições localizadas, indicadas pela presença de elementos acima dos padrões de potabilidade. O mapa de isolinhas de condutividade ([figura 18](#)) mostra valores elevados na porção central e limites Sul da área. Há de se salientar uma maior con-

Parâmetros	Desvio Padrão		Máximo		Médio		Mínimo	
	campo	Labor.	campo	Labor.	campo	Labor.	campo	Labor.
pH	0,45	0,57	8,10	8,50	7,30	7,45	6,50	5,20
Temperatura (c)	0,95	NA	25,0	NA	22,7	NA	21,0	NA
Cond. Elétrica (MS/cm)	68,30	90,00	411,80	434,90	302,81	285,25	9,00	8,30

Obs.: NA= não analisado

Tabela 3 - Resultados das medidas obtidas em campo e laboratório.

centração de fosfato, que deve ser atribuída a zonas mineralizadas do pacote carbonático. Outros parâmetros em concentração acima do permitido podem estar associados a poços antigos, que já tiveram seus selos de cimentação adulterados e os revestimentos corroídos, possibilitando assim, maior presença de elementos patogênicos notados sazonalmente, em algumas análises. No caso das nascentes

e/ou surgências, ocorrem várias possibilidades de interferência, em que os processos de contaminação podem surgir, principalmente, em decorrência das atividades antrópicas, a partir da disposição de resíduos e efluentes em superfície, aumentando a chance de contaminação do lençol freático e, conseqüentemente, potencializando a alteração da qualidade química dessas águas.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	PADRÃO DE POTABILIDADE	AQUÍFERO SETE LAGOAS					
		MÁX	MÍN	MEDIA	DEV. PAD	No Análises	% Acima do Pad.
Total de Ptos amostrados		39					
Temperatura °C ("in loco")		24,5	21,0	22,6	0,7	32,0	0
Turbidez UT	1	19,0	0,2	2,6	3,5	43,0	35
Cor UH	5	20,0	0	2,0	3,9	35,0	11
pH	6,5-8,5	8,4	6,8	7,5	0,3	36,0	0
Cond. Elétrica (µS/cm a 25 °C)		434,9	151,0	303,6	49,4	37,0	0
Resíduoop Seco (180 °C)		337,5	142	198,4	39,3	37,0	0
Dureza Total (mg/L CaCO3)	500	276,2	78,4	171,4	31,6	37,0	0
Bicarbonato (mg/L HCO3-)		322,08	79,3	195,55	35,86	39,0	0
Carbonato (mg/L CO3=)		4	0	0	1	35,0	0
Cloretos (mg/L Cl-)	250	6	0	1	1	39,0	0
Sulfatos (mg/L SO4=)	400	11,933	0	1,7269	2,3835	39,0	0
Nitritos (mg/L NO2-)	1,0	0,01	0	0,0005	0,0017	56	0
Nitratos (mg/L NO3-)	10,1	7,62	0,04	0,8805	1,3998	59	0
Cálcio (mg/L Ca++)		107	24	59	13	39	0
Magnésio (mg/L Mg++)		9	0	2,3239	2	39	0
Sódio (mg/L Na+)		6,87	0,21	1,153	1,618	39	0
Potássio (mg/L K+)		5,5	0,08667	0,417	0,876	39	0
Ferro total (mg/L Fe2+Fe3)	0,3	3,5	0	0,152	0,469	82	6
Manganês (mg/L Mn++)	0,1	0,6	0	0,026	0,088	82	4
Alumínio (mg/L Al)	0,2	0,12	0,015	0,0714	0,0414	14	0
Arsênio (mg/L As)	0,05	0	0	0	0	10	0
Cádmio (mg/L Cd)	0,005	0,001	0	0,0004	0,0005	19	0
Chumbo (mg/L Pb)	0,05	0,02	0	0,0017	0,0057	35	0
Cianeto (mg/L CN)	0,1	0	0	0	0	5	0
Cobre (mg/L Cu)	1	0,049	0	0,005	0,0099	24	0
Cromo Total (mg/L Cr)	0,05	0,008	0	0,0014	0,0027	30	0
Fluoreto (mg/L F)	1,4	0,8	0	0,1268	0,1495	57	0
Fosfato (mg/L P)	0,025	4,2	0	0,2178	0,54228	58	48
Mercurio (mg/L Hg)	0,001	0,0002	0	2,2 E-05	6,67E-05	9	0
Níquel (mg/L Ni)		0,005	0	0,003	0,0026	10	0
Sílica (mg/L Si)		16,54	2,48	5,4026	2,9196	25	0
Zinco (mg/L Zn)	5	7,9	0,003	0,3956	1,6430	23	1
Selênio (mg/L Se)	0,01	0	0	0	0	2	0
Sólidos Dissolvido (mg/L) s	1000	427	133	197,36	53,7679	25	0
Detergentes (mg/L)	0,2	0,2	0	0,0145	0,0366	31	1
Fenóis (mg/L Fn)	0,001	0,004	0	0,0003	0,0008	50	6
Óleos e Graxas (mg/L)	1	2	0	0,4381	0,5354	26	4
D,B,O, (mg/L)	3	0,22	0,22	0,22	0	1	0
D,Q,O, (mg/L)	10	0,65	0	0,0722	0,2167	9	0
O,D, (mg/L O2)	>6,0	0	0	0	0	0	0
Nitrog, Amoniacal (mg/L NH3)	0,05	0,64	0	0,0924	0,1268	41	21
Nitrog, Orgânico (mg/L NH3)	0,03	0,2	0	0,0479	0,0564	38	20
Coliformes Totais (NMP)	0	43	0	8,0071	13,0685	14	6
Coliformes Fecais (NMP)	0	2	0	0,2857	0,7263	14	2
Estreptoc,Fecais (NMP)	0	34	0	4,3571	10,4779	14	4

Obs: a) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado

Tabela 4 - Resultados estatísticos das análises físico químicas (Padrão CONAMA 020/1996).

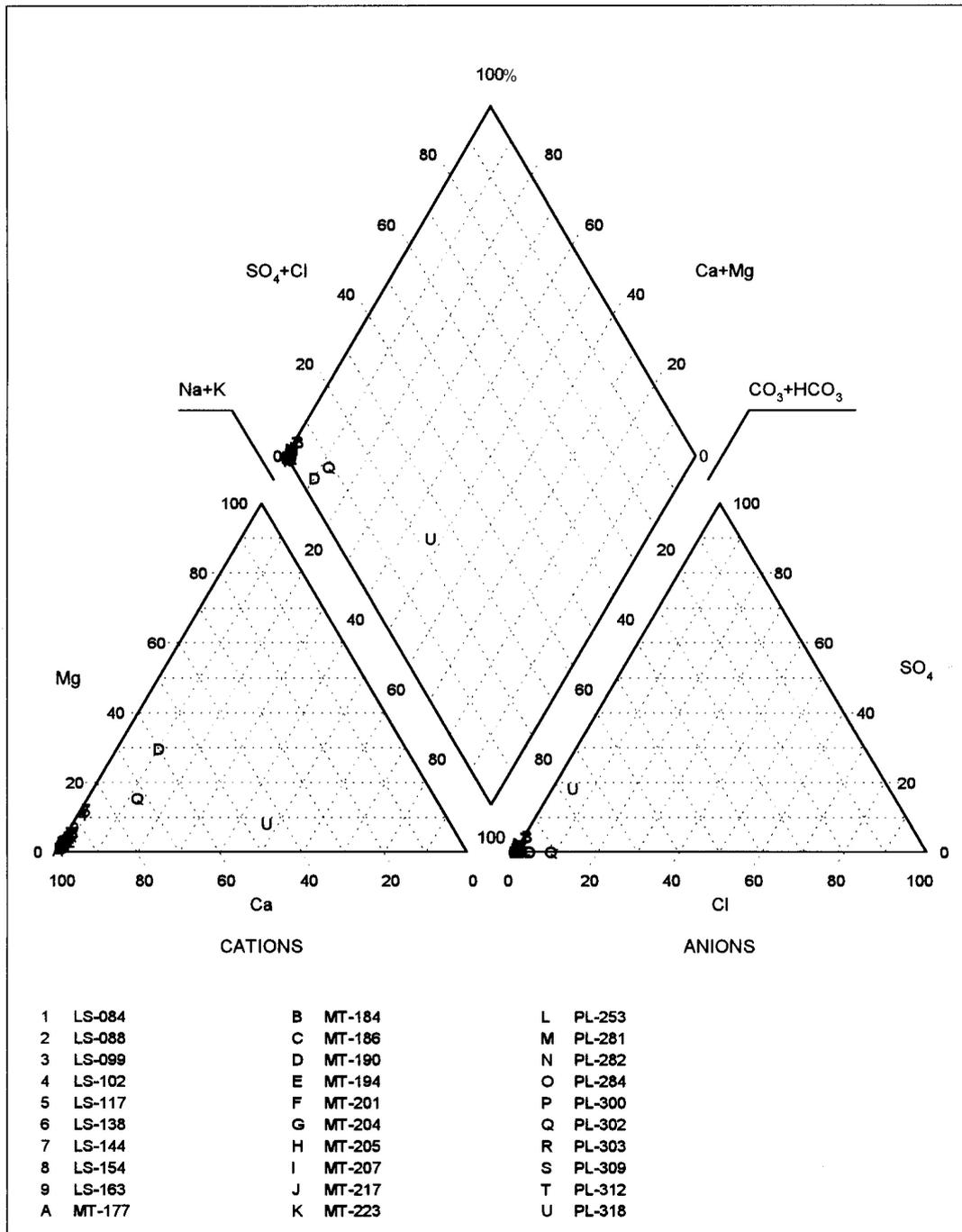


Figura 16 - Diagrama Trilinear de Piper.

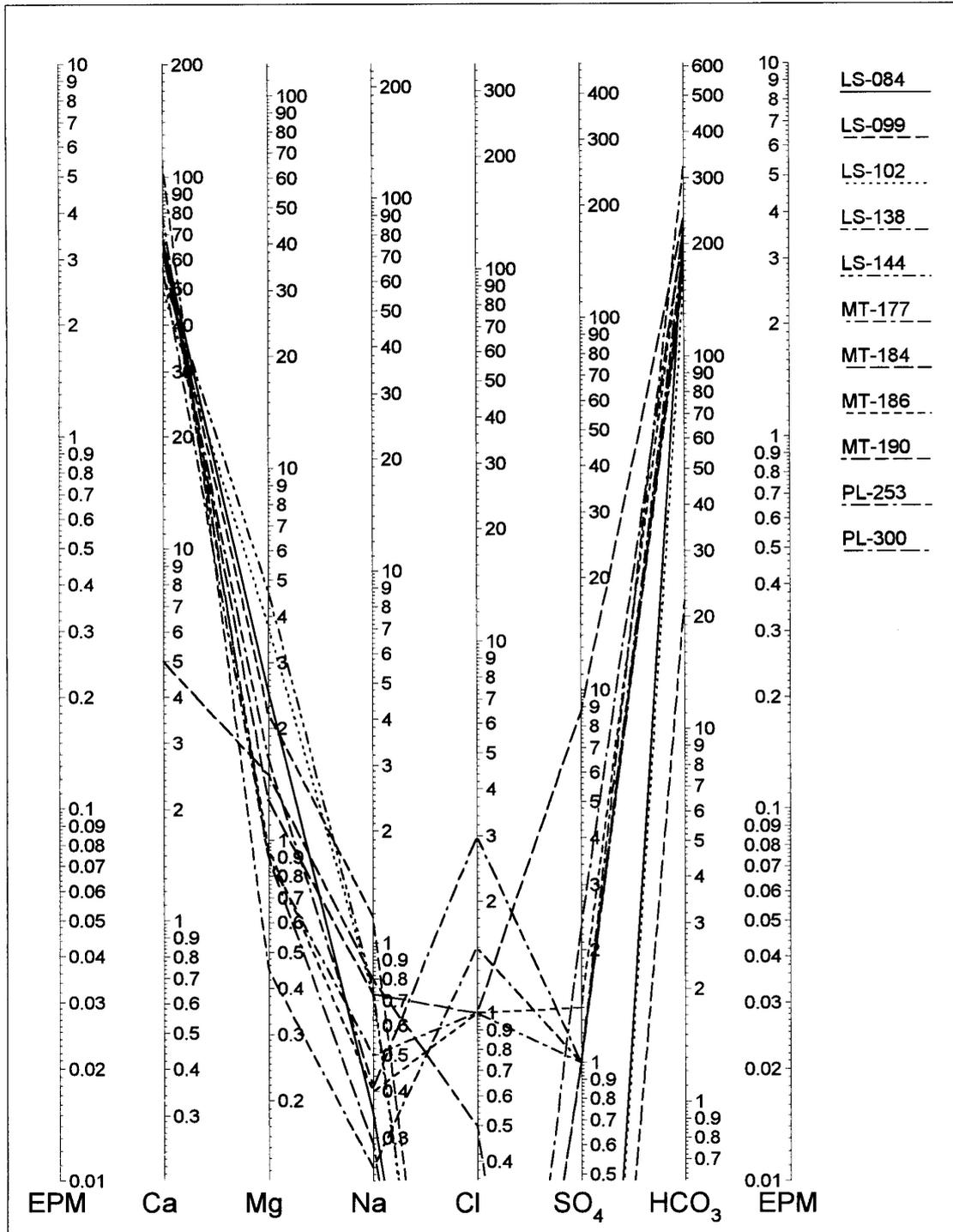


Figura 17 - Diagrama de Schoeller.

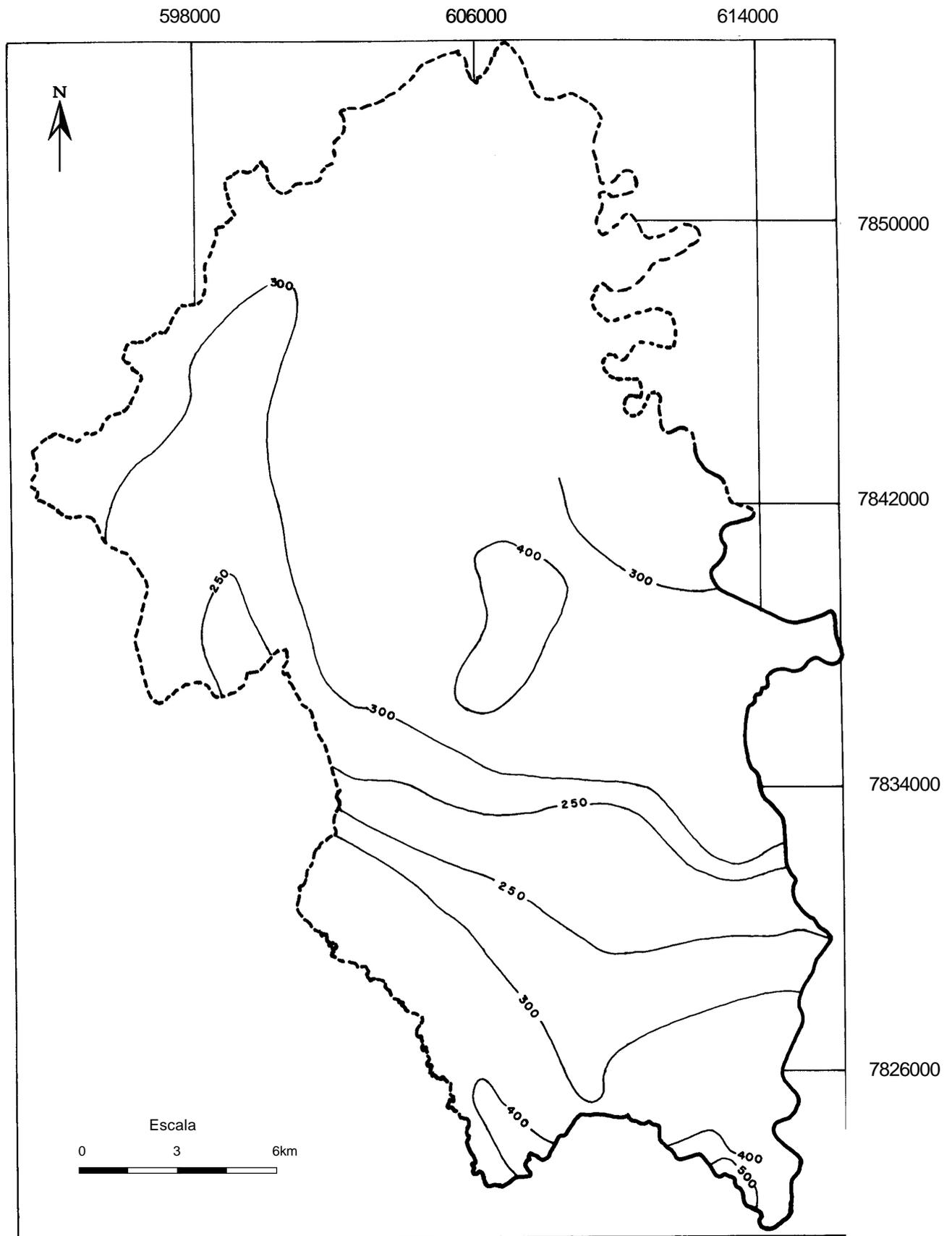


Figura 18 - Mapa simplificado de isolinhas de condutividade elétrica das águas subterrâneas, em $\mu\text{S}/\text{cm}$.

4 - POTENCIALIDADES DOS AQÜÍFEROS

Antes que sejam descritos os processos pelos quais se delinearão os domínios de potencialidades dos aquíferos, cabe uma explanação a respeito dos conceitos aqui introduzidos, quanto à identificação dos termos potencialidade e explotabilidade. O primeiro refere-se a um agrupamento de fatores intrínsecos ao próprio meio físico capaz de condicionar e/ou delimitar determinada zona ou domínio, no sentido de quantificar suas reais capacidades para suprir uma determinada demanda, podendo ser caracterizado como aquífero produtor ou aquífero pobre. O segundo está relacionado às condições de extração das águas subterrâneas, em um sentido mais amplo, correspondendo, além dos citados no primeiro caso, a uma razão custo/benefício, que dependerá essencialmente das características construtivo-estratigráficas dos poços tubulares, podendo variar de um local para outro. Assim, podem ocorrer, mesmo para uma zona considerada potencialmente favorável, situações localizadas, em que os fatores relacionados aos próprios atributos geológicos locais venham a implicar uma relação custo-benefício desfavorável, em função da vazão pretendida.

Os critérios que serviram de orientação para a delimitação dos domínios de potencialidades dos aquíferos foram baseados nas informações de campo, no cadastramento de poços e em fotointerpretações, como descritos abaixo:

- Fraturamentos, interpretados a partir de fotolineamentos coincidentes ou não aos traços de drenagens, representam os principais atributos hidrogeológicos, indicadores das condições de fluxo subterrâneo. Suas respectivas densidades em termos de comprimento e direção foram tratadas através de métodos estatísticos.
- Texturas de drenagens lançadas de forma a representar os diversos ambientes em que se pode correlacionar sua densidade com permeabilidade dos terrenos, e com as taxas de infiltração;
- Interpolação dos valores de vazão específica que, lançados em mapa, indicam os domínios de maior potencial quanto à extração de água subterrânea, através dos poços tubulares no aquífero cárstico;
- Isotores de elementos químicos diversos, que possam interagir no condicionamento da qualidade das águas subterrâneas, juntamente aos demais fatores.

Uma vez obtidos os resultados dessas superposições em mapa, delimitaram-se os domínios de mesma intensidade de atributos, sendo valorados gradativamente em muito alto, alto, médio e baixo graus de potencialidade a exploração dos aquíferos, conforme mapa simplificado da [figura 19](#). Não obstante a caracterização dos domínios reflita, de certa forma, uma tendência geral dos fatores físicos conjugados, cabe ressaltar que essas zonas visam preestabelecer prioridades na escolha ou na indicação de áreas favoráveis à exploração dos aquíferos, o que não invalida a existência de condições diferenciadas de explotação dentro de uma mesma zona ou domínio. O que se pretende, neste estudo, é atingir um nível de investigação que permita o reconhecimento de domínios diversos e sua implicação nos processos de ocupação, e possa orientar os empreendimentos de acordo com as disponibilidades hídricas subterrâneas; embora as relações custo-benefício das obras de captação em cada caso mereçam estudos mais consistentes.

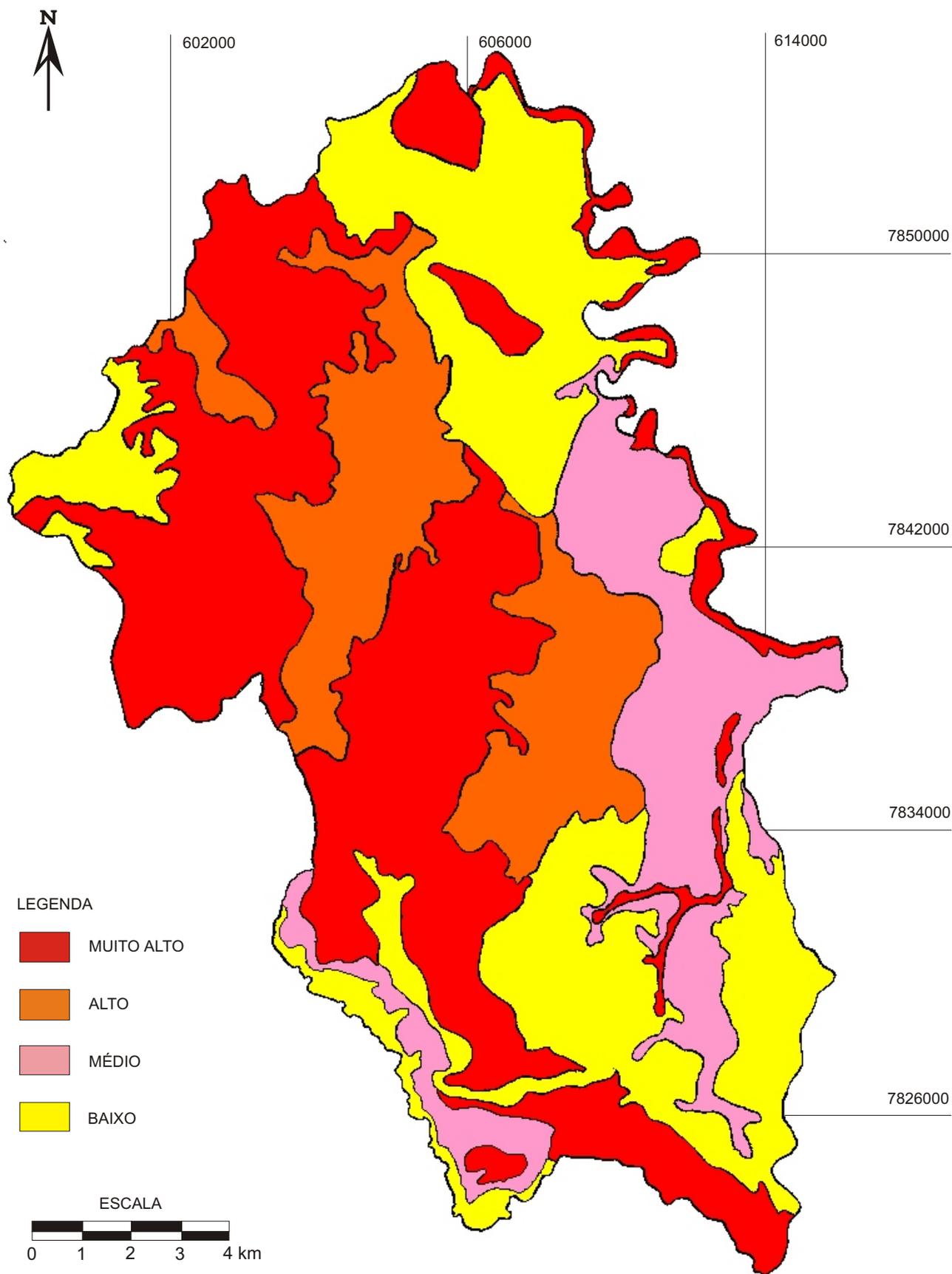


Figura 19 - Mapa de Potencialidades dos Aqüíferos.

5 - GESTÃO DOS AQÜÍFEROS CÁRSTICOS

A gestão dos aquíferos cársticos diz respeito ao conjunto de medidas dirigidas ao aproveitamento racional dos recursos hídricos subterrâneos em terrenos cársticos, considerando-se que os aquíferos, não só os cársticos, devem ser utilizados de forma sustentada, como bem mineral naturalmente puro, e ser repostos ao meio, pelo menos, na mesma qualidade de origem.

Com base nos levantamentos hidrogeológicos e hidroquímicos, no conhecimento do contexto geo-estrutural dos ambientes cársticos em questão, nas características hidráulicas dos fluxos subterrâneos e nas características dimensionais dos aquíferos, pôde-se determinar os principais critérios responsáveis pela composição de um quadro de gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos. Tal enquadramento está baseado nas próprias condições naturais do meio, que impõem restrições diferenciadas quanto ao uso e ocupação do solo, conforme os graus de vulnerabilidade natural dos aquíferos.

Inicialmente, como forma de caracterizar os diversos domínios onde estão representados os graus de vulnerabilidade homogênea, promoveu-se uma conjugação dos elementos inerentes ao ambiente cárstico que pudessem identificá-los. O mapa resultante, apresentado em anexo (1:50.000), contempla todos os elementos utilizados, possibilitando uma visualização global das condições de risco de contaminação e das fontes potencialmente contaminantes, como zonas industriais, áreas urbanas, estradas de rodagem, aeroportos, zonas agrícolas, etc.

O objetivo dessa representação cartográfica é indicar, espacialmente, as áreas de maior susceptibilidade à contaminação dos aquíferos cársticos, acompanhando-se às tendências de fluxo subterrâneo e de qualidade dessas águas, para subsidiar o planejamento da ocupação e do uso dos terrenos.

Nesse sentido, optou-se pela conjugação de fatores representativos da situação morfo-dinâmica atual, agregando-se as informações de isópacas de cobertura superficial alterada e suas características de permeabilidade. Assim, onde a infiltração se processa de maneira mais

rápida e eficiente, por exemplo, encontram-se áreas de extrema vulnerabilidade natural; em detrimento das áreas de camadas espessas e pouco permeáveis dos materiais de capeamento, em que a vulnerabilidade é muito baixa. Simultaneamente, são verificadas as condições estruturais do substrato rochoso, em termos de intensidade de fraturamentos, o que implicará a maior ou menor capacidade do meio em dispersar contaminantes em profundidade.

A associação desses fatores aos tipos de interferência antrópica determinam os possíveis graus de risco, dependentes da carga contaminante lançada, do tipo de composto químico, de seu nível de persistência nos solos, da mobilidade nos terrenos, etc.

Na realidade, pretende-se mostrar que o risco de contaminação encontra-se atrelado mais às condições de ocupação e uso dos terrenos do que à vulnerabilidade do meio, pois o risco é baixo mesmo em áreas com um extremo grau de vulnerabilidade, se não forem observadas fontes potenciais de contaminação.

A diferenciação desses domínios propiciou o estabelecimento das macrozonas de vulnerabilidade natural dos aquíferos, em função da necessidade de proteção, frente a determinados tipos de uso e ocupação. As [tabelas 5 e 6](#) sintetizam as informações pertinentes às principais características hidrogeológicas, relacionando-as aos graus de proteção necessários a cada domínio. Como os usos atuais abrangem um espectro de atividades muito amplo, desenvolveu-se nessas tabelas, uma forma simples e objetiva de demonstrar a interdependência dos fatores envolvidos na definição das zonas de uso e proteção, conforme vocação natural dos terrenos afetados.

Uma vez estabelecidas as distribuições das macrozonas de vulnerabilidade natural dos aquíferos e seus limites, inicia-se o processo de gestão propriamente dito, o qual permitirá aos usuários das águas subterrâneas decidirem e atuarem como os reais interessados na manutenção de sua qualidade, e na fiscalização de quaisquer irregularidades que se perceba quanto às formas de ocupação ou usos

inadequados dos terrenos. Cabe ressaltar então, o objetivo fundamental desse documento, que é de sensibilizar as associações comunitárias, o poder público e privado, e demais instituições não governamentais, no sentido de se fazer uso dos mapas e informes levantados, os quais possam ser aplicados no controle e na implantação das atividades potencialmente geradoras de impactos no meio aquífero.

Diante do exposto, verifica-se que a exploração dos aquíferos necessita ser avaliada, fundamentalmente, quanto a dois fatores essenciais (Hirata 1997): o primeiro, relacionado às formas de exploração dos aquíferos, no que diz respeito à quantidade da água extraída, podendo ser um problema quando em condições de superexploração ou seja, extração acima dos limites suportáveis pelo aquífero. O segundo está associado às características de qualidade natural das águas subterrâneas, cujos processos de contaminação são causados por atividades antrópicas.

No sentido de serem previstos impactos futuros e diagnosticados os impactos presentes, nos ambientes aquíferos, tanto de ordem qualitativa como de ordem quantitativa, torna-se necessária a busca de ações voltadas para a prevenção dos possíveis problemas: no primeiro caso, podem ser estabelecidas estratégias de controle complementares, definindo-se perímetros de proteção dos poços de captação e simultaneamente, restringindo-se as atividades antrópicas determinantes das formas de uso e ocupação dos terrenos, frente à vulnerabilidade do aquífero. No segundo caso, a proteção quantitativa dos recursos hídricos subterrâneos pode ser avaliada através de um levantamento da distribuição de poços de produção e dos tipos de usuários, dirigida ao reconhecimento das áreas de maior extração do recurso, seguindo-se a isto, um programa de gerenciamento, objetivando o uso racional do recurso e a otimização das explorações. Paralelamente, como forma de organizar o gerenciamento, todos os pontos de captação deverão ter autorização de instalação e de operação - outorga do uso da água, conforme estudos prévios executados por hidrogeólogo com experiência. Assim, nas áreas de maior extração do recurso e/ou de maior importância, o monitoramento dos níveis potenciométricos dos aquíferos, além de uma avaliação do com-

portamento da dinâmica entre águas superficiais e subterrâneas, deverão ser estabelecidos.

As características restritivas ao uso dos solos e das águas subterrâneas constituem-se, a grosso modo, como indicativos mais importantes no reconhecimento das formas de gestão e de controle dos recursos hídricos subterrâneos, auxiliando na execução dos planos de ocupação territorial e otimizando o uso dos terrenos a suas reais aptidões. Nesse sentido, cabe ressaltar as relações existentes entre os usos potenciais e suas restrições mais comuns, conforme apresentado no mapa de macrozonas de vulnerabilidade natural dos aquíferos, [figura 20](#) :

- **ZONA DE PROTEÇÃO MÁXIMA (I):** Caracteriza-se pela presença de maciços de rocha calcária, com alto índice de fraturamentos, apresentando vertentes muito íngrimes e solo ausente; vulnerabilidade extrema.
- **ZONA DE PROTEÇÃO MÁXIMA (IA):** Caracteriza-se pela ocorrência de relevos muito carstificados, com presença de material de cobertura elúvio-coluvionar permeável, constantemente conformados por zonas de dissolução da rocha carbonática, evidenciadas por dolinas, sumidouros, surgências, ressurgências e *poljes*; vulnerabilidade alta a muito alta.
- **ZONA DE PROTEÇÃO MÁXIMA (IB):** Conformam-se pela existência de áreas interiores (30%) e exteriores (70%) aos limites da APA, sendo que os domínios inseridos na área representam as zonas de recarga regional, perfazendo as porções de maior carga hidráulica dos aquíferos cársticos; vulnerabilidade muito alta.
- **ZONA DE USO ESPECIAL (II):** Restringe-se aos locais estreitos e deprimidos de algumas calhas de cursos d'água perenes e às faixas marginais do rio das Velhas, onde predominam sedimentos alúvio-coluviais de granulação média a grossa, cuja conformação indica comumente, zonas de recarga local, ou de infiltração rápida para o lençol freático; vulnerabilidade muito alta.
- **ZONA DE USO DISCIPLINADO (III):** Apresenta-se inserida no contexto de dois domínios hidrogeológicos distintos, sejam eles caracterizados tanto por terrenos cársticos III A), como por não cársticos (III B):

III A - constitui-se por áreas conformadas de rochas calcárias impuras, em que o material de cobertura apresenta-se pouco espesso, embora com permeabilidade baixa. A presença de dolinas é pequena, e o material carbonático em sub-superfície é bastante heterogêneo, com presença de argilas; vulnerabilidade alta.

III B - áreas compostas basicamente por metassedimentos pelíticos (Formação Serra de Santa Helena), apresentando espessura elevada e grau de fraturamento médio a baixo. Subordinadamente, aparecem zonas de alteração de granitos, onde os aquíferos são pouco expressivos quanto às suas potencialidades; vulnerabilidade baixa a desprezível.

De acordo com os quadros demonstrativos dos tipos de características restritivas ao uso dos terrenos, pode-se diagnosticar que a adequabilidade de determinado uso ou atividade varia de acordo com os graus de susceptibilidade do

meio à contaminação e da capacidade de exploração do aquífero cárstico.

Nesse sentido, a melhor forma de avaliar a conveniência de certa atividade em uma determinada zona, é ponderando-se os níveis de impacto que poderão advir na qualidade e na quantidade dos recursos hídricos subterrâneos, no espaço e no tempo. Para tanto, torna-se imprescindível a execução de uma análise de custo-benefício, valorando-se os impactos e seus efeitos no meio, e que considere ao mesmo tempo, as medidas necessárias ao licenciamento das atividades, conforme exigências do órgão ambiental competente.

Assim, os critérios de enquadramento fornecidos pela hidrogeologia para composição da APA, representam importante conjunto de atributos, responsáveis pelo equilíbrio entre o sistema hídrico cárstico e os vetores sócio-econômicos de expansão e de ocupação dos terrenos.

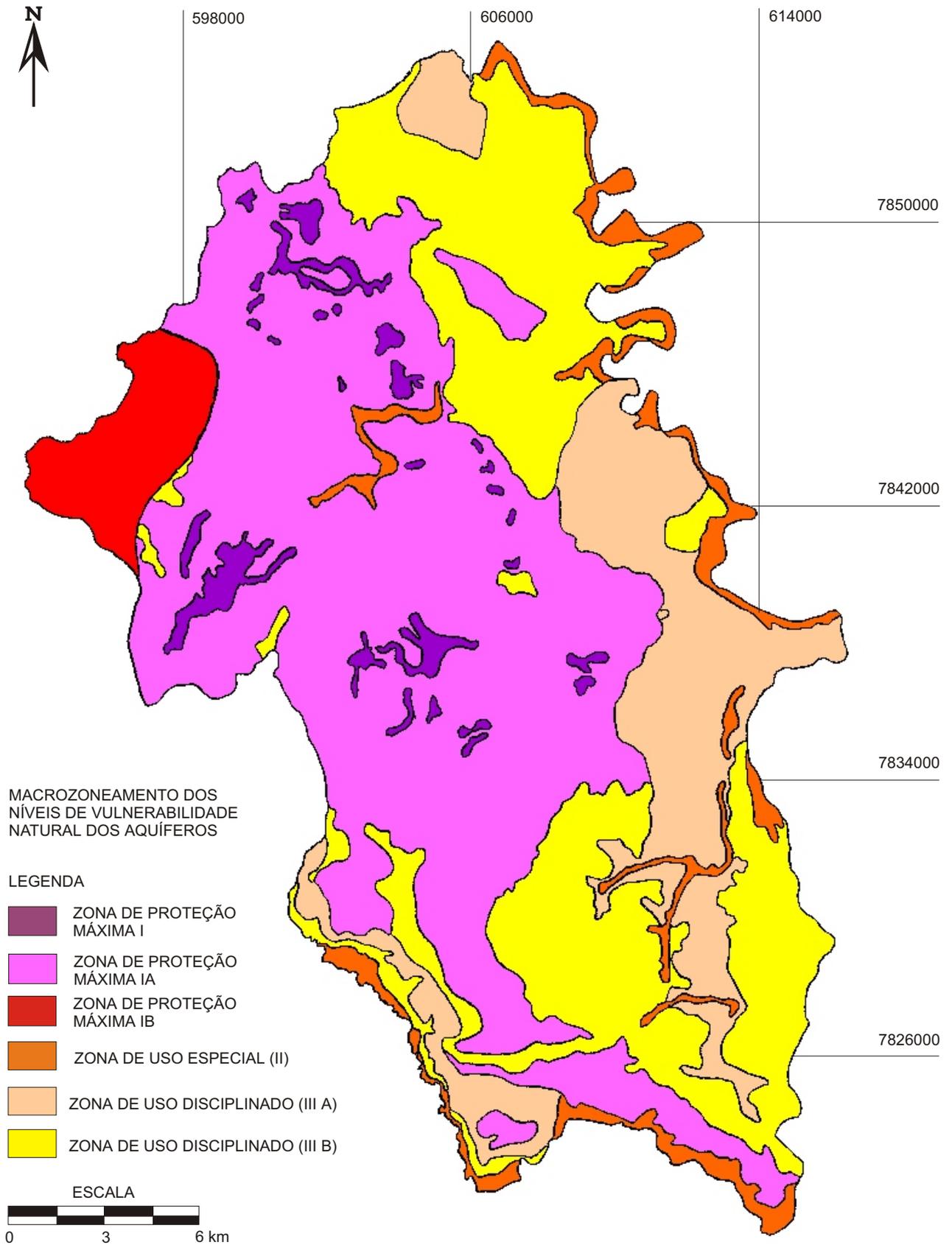


Figura 20 - Mapa de macrozonas de vulnerabilidade natural dos aquíferos - APA.

RESTRIÇÃO HIDROGEOLÓGICA		ATIVIDADES POTENCIALMENTE IMPACTANTES				
MACROZONAS	SUSCEPTIBILIDADE À CONTAMINAÇÃO	MINERAÇÃO	INDÚSTRIA	PESQUISA E ECOTURISMO	AGROPECUÁRIA	EXPANSÃO URBANA
I	EXTREMA	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL
I A	MUITO ALTA	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL
I B	MUITO ALTA	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES
II	MUITO ALTA	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL
III A	MUITO ALTA A ALTA	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES
III B	BAIXA	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL

Tabela 5 - Características restritivas ao uso dos terrenos de acordo com a propensão do meio aquífero a contaminação.

RESTRIÇÃO HIDROGEOLÓGICA		ATIVIDADES POTENCIALMENTE IMPACTANTES				
MACROZONAS	EXPLOTABILIDADE	MINERAÇÃO	INDÚSTRIA	PESQUISA E ECOTURISMO	AGROPECUÁRIA	EXPANSÃO URBANA
I	MÉDIA	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL
I A	MUITO ELEVADA	INCOMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL
I B	BAIXA	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES
II	ELEVADA	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL	INCOMPATÍVEL
III A	MÉDIA	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES	INCOMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL COM RESTRIÇÕES
III B	MÉDIA A BAIXA	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL	COMPATÍVEL

Tabela 6 - Características restritivas ao uso dos terrenos de acordo com a capacidade de exploração dos aquíferos.

6 - CONCLUSÕES

A finalidade dos estudos hidrogeológicos é viabilizar o reconhecimento mais amplo das condições de exploração das águas subterrâneas, como forma de orientar o planejamento urbano, não obstante para execução das obras de captação por poços tubulares, em quaisquer domínios mapeados, é indispensável averiguações locais, a partir de detalhamentos de investigação de campo e fotointerpretações adicionais.

Os propósitos da elaboração do mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos, consistem da necessidade de se alertar quanto à importância dos recursos hídricos subterrâneos, no que tange às suas formas de exploração e principalmente, os processos atuais de ocupação dos terrenos, que geram uma enorme gama de atividades potencialmente contaminantes. Estes aspectos implicam na qualidade das águas subterrâneas oriundas dos aquíferos cársticos, que constituem o único meio de abastecimento da população.

Assim, o padrão de sua qualidade poderá ser mantido, caso sejam conhecidas as condições dos terrenos e seu substrato rochoso, através das zonas de maior ou menor susceptibilidade à propagação de elementos contaminantes.

O referido mapa de zoneamento busca, em conjunto com o mapa de potencialidades aquíferas, uma forma de elucidar os principais fatores que devem ser considerados quanto à implantação de quaisquer empreendimentos, mostrando-se apenas as áreas onde prevalecem determinada vocação ou restrição a sua ocupação; cabendo as decisões finais serem tomadas pelos órgãos de planejamento competentes. Com a utilização destes documentos de forma adequada, acredita-se que se estará contribuindo para a preservação da qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, e para a conscientização do poder público e privado, quanto à importância de se investir em medidas preventivas, de controle e de proteção de todo o sistema aquífero” (Pessoa 1996).

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULER, A.S. *Hydrogeological and Hydrochemical characterization of the Matozinhos - Pedro Leopoldo Karst, Brazil*. s.l., 1994. 110p. Tese (Mestrado) - Western Kentucky University.
- BEATO, D.A.C., PESSOA, P.F.P. *Hidrologia e qualidade das águas subterrâneas do município de Sete Lagoas*. Informações básicas para gestão territorial - GATE/Projeto VIDA - Viabilidade industrial e defesa ambiental. Belo Horizonte: CPRM, s.n.t. [No prelo].
- DANDERFER, A. *Geologia estrutural da área do Projeto VIDA*. Belo Horizonte: CPRM, 1994. 1v. (Relatório interno).
- FOSTER, S.S.D., HIRATA, R.C., ROCHA, G.A. Riscos de Poluição de Águas subterrâneas: uma proposta metodológica de avaliação regional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 6, Porto Alegre, 1990. *Anais...* Porto Alegre: ABAS, p.175-185.
- KOHLER, H.C. *Geomorfologia cárstica na região de Lagoa Santa- M.G*. São Paulo, 1989. 113p. Tese (Doutoramento) FFLCH-USP.
- PATRUS, M. L. A. *Relatório de hidrologia e de qualidade das águas superficiais no município de Sete Lagoas: Projeto VIDA*. Belo Horizonte: CPRM, SUREG/BH, s.d. (Inédito).
- PESSOA, P.F.P. Aspectos Hidrogeológicos na região cástica de Sete Lagoas - Lagoa Santa, com ênfase à qualidade das águas subterrâneas. In: SIMPÓSIO SITUAÇÃO AMBIENTAL E QUALIDADE DE VIDA NA REGIÃO METROPOLITANA DE BELO HORIZONTE E MINAS GERAIS, 2, Belo Horizonte, 1992. *Anais...* Belo Horizonte: ABGE, 1992. p.87-89.
- _____. *Caracterização hidrogeológica do município de Sete Lagoas, MG: potencialidades e riscos*. São Paulo, 1996. 101p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências, USP.
- SILVA, A.B. da. *Análise morfoestrutural e sua aplicação no estudo do Aquífero Cárstico do Jaíba, norte de Minas Gerais*. São Paulo, 1984. 190 p. Tese de Doutorado - Instituto de Geociências, USP.

ANEXO I

Catálogo Geral dos Pontos d'Água

Ponto	LOCALIZAÇÃO						CARACTERÍSTICAS DO PONTO											C. E. uS/cm 25 °C	
	LOCAL	MUN.	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		ALTIT. m N. M.	NAT.	UNID. AQUÍF.	DATA	DIÂM. mm	PROF. m	N.E. (m)		N.D. m	VAZÃO m³/h	TEMP. °C	pH		
				UTM N	UTM E							COTA	PROF.						
1	B.CAIEIRA-F.CIMENTO SOEICOM	LS	SOEICOM	I	7823245	612675	677,8	PT	Sete Lagoas	22/01/82 11/12/91 01/12/93	152	80,0	673,8	4,00	10,00	36,00	21,0	6,5	529,2
2	B.CAIEIRA-F.CIMENTO SOEICOM	LS	SOEICOM	I	7823430	612470		PT	Sete Lagoas	11/12/91	152						23,0	5,5	436,8
3	B.CAIEIRA-F.CIMENTO SOEICOM	LS	SOEICOM	I	7823735	613165		PT	Indefinido	11/12/91	152						22,0	6,0	360,4
4	CONFINS-AEROPORTO T. NEVES	LS	INFRAERO/COPASA-MG	I	7830415	609370	736,7	PT	Sete Lagoas	25/06/80 27/06/91 01/12/93	152	50,0	737,2 737,2 737,2	+ 0,50 + 0,50 + 0,50	10,3	31,28	23,0	6,8	176,8
5	CONFINS-AEROPORTO T. NEVES	LS	INFRAERO/COPASA-MG	I	7830390	609400		PT	Sete Lagoas	26/02/86	152	50,0		0,28	15,25	40,00			
6	CONFINS-AEROPORTO T. NEVES	LS	COPASA MG	P	7825015	609475		PT	Sete Lagoas	14/06/81 28/08/84	254	94,0		6,10 6,74	26,60 27,02	90,00 102,85	22,5	7,0	315,0
7	CONFINS-AEROPORTO T. NEVES	LS	COPASA MG	P	7824635	609805		PT	Sete Lagoas	15/07/81 04/09/91	254	47,0		1,30 2,73	2,70	120,00			
8	CONFINS-AEROPORTO T. NEVES	LS	COPASA MG	P	7824775	609515	683,0	PT	Sete Lagoas	14/12/81 04/09/91	254	70,0	676,4 675,4	6,57 7,55	13,23	180,00	23,0	7,0	327,6
9	CONFINS-FAZ. CORGUINHO	LS	MÁRCIO M. LAJE	P	7827085	606940	750,4	PT	Sete Lagoas	29/10/91 01/12/93	152	130,0					24,0	7,9	377,4
10	CONFINS-GRANJA CRISTAL	LS	NELSON	R	7827360	607825		PT	Indefinido	25/10/91	152						24,0	7,6	275,4
11	CONFINS-HARAS FAVORIT	LS	WANDERLEY R. RIBEIRO	R	7827525	607925		NC	Sete Lagoas	25/10/91							21,5		235,4
12	CONFINS-R. CECY BARBOSA, S/N	LS	PREFEITURA / COPASA MG	P	7829550	605920		PT	Sete Lagoas	31/10/84 30/10/91	152	46,0		10,80 12,75	19,7	9,33			
13	CONFINS-R. CONTORNO,399	LS	COPASA MG	P	7828830	605800		PT	Sete Lagoas	05/06/86 04/09/91	200	86,0		19,97	32,41	40,00	23,0	6,8	312,0
14	CONFINS-R. SÃO JOSÉ, 60	LS	PREFEITURA/COPASA MG	P	7828950	606700		PT	Sete Lagoas	28/07/84 30/10/91	152	70,0		16,05	11,30	9,11			
15	CONFINS-R. SÃO JOSÉ, 465	LS	COPASA MG	P	7828960	606245		PT	Sete Lagoas	22/04/86	200	65,0		5,30	15,27	104,00			
16	CONFINS-R. SÃO JOSÉ, 465	LS	COPASA MG	P	7828990	606265	737,8	PT	Sete Lagoas	30/10/91 24/11/93	200	60,0	731,8 731,5	6,00 6,30	7,70		23,0	6,6	301,6
17	CONFINS-SAMMAR	LS	ORG. SAMMAR LTDA	I	7828930	605085		PE	Granular	29/08/91	1000	40,0		21,30			23,0	6,5	124,8
18	CONFINS - SÍTIO	LS	LÚCIA	R	7827300	606320		PT	Indefinido	/12/91	152	72,0				SECO			
19	CONFINS-SÍTIO SONHO A MAIS	LS	CLODOVINO BENINE	R	7827735	607470	732,5	PT	Sete Lagoas	/04/91						5,00	24,0	7,1	295,8
20	CONFINS-SÍTIO TIRIRICA	LS	MOACIR	R	7827170	606650		PE	Granular	25/10/91	1100	11,0		8,60			23,5	6,4	113,3
21	DR. LUND-FAZENDA BUSCA VIDA	LS	AFONSO M. LARA/OUTROS	R	7827005	604370		PT	Cristalino	26/02/80 28/08/91	152	70,0		7,00 7,60	32,00	9,00	23,0	6,1	270,4
22	DR. LUND-FAZ. BUSCA VIDA	LS	AFONSO M. LARA/OUTROS	R	7827020	604750	712,6	NC	Sete Lagoas	21/08/91			712,6	0,00		100,00	22,0	6,5	318,0
23	FAZENDA BARÃO DE DRUMOND	LS	GENESCO AVILAR	R	7837180	613950		NC	Granular	30/08/91						0,50	16,5	6,5	32,8

OBS.: LS - Lagoa Santa; MT Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente. Propriedade: I - Industrial, P - Público; R - Rural.

Ponto	LOCALIZAÇÃO					CARACTERÍSTICAS DO PONTO											C. E. uS/cm 25 °C			
	LOCAL	MUN.	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		ALTIT. m N. M.	NAT.	UNID. AQUÍF.	DATA	DIÂM. mm	PROF. m	N.E. (m)		N.D. m	VAZÃO m³/h	TEMP. °C		pH		
				UTM N	UTM E							COTA	PROF.							
24	FAZENDA CONTENDAS	LS	JOÃO SABORIDO	R	7829245	611280		PE	Granular	27/08/91	1000	8,0		4,3			23,00	6,6	176,8	
25	FAZENDA FIDALGO	LS	MÁRCIO COTA	R	7832095	613035	684,8	NC	Sete Lagoas	29/08/91			684,8	0,00	130,00		22,5	7,3	315,0	
26	FAZENDA SONHO A MAIS	LS	CLODOVINO BENINE	R	7827370	607580		PT	Indefinido	25/10/91	152			21,60			24,5	6,6	151,5	
27	FIDALGO-FAZ. POÇO AZUL	LS	ARI BAHIA	R	7839325	613000	643,4	NC	Indefinido	20/08/91			643,4	0,00			23,0	6,8	322,4	
28	LAGOA FIDALGO-FAZENDA CONFINS	LS	JOSÉ SALVADOR	R	7832615	608805	763,1	PT	Indefinido	/ /89 20/08/91	152	108,0		745,1	18,00		23,0	6,8	322,4	
29	LAGOA FIDALGO-FAZENDA CONFINS	LS	JOSÉ SALVADOR	R	7832515	608760		PT	Indefinido	/ /89	152	121,0		6,81	SECO					
30	LAGOA FIDALGO-FAZENDA CONFINS	LS	PRECON	I	783150	609585		PT	Sete Lagoas	20/08/91	152	80,0			29,10		23,0	6,5	239,2	
31	LAGOA SECA-F. VZ. DOS LOBOS	LS	CRISTINO T. SANTOS	R	7829220	612460		PT	Sta. Helena Sete Lagoas	06/11/88 01/11/91	152	80,0		17,50 29,10	36,00	12,00		23,0	7,7	291,2
32	LAPINHA-EST. DA LAP. CHAC. 5-6	LS	STARVOS PERDIKARIS	R	7833925	611430		PT	Sta. Helena	02/08/84 17/08/91	152	100,0		21,00 19,00	36,00	5,29		23,0	6,6	208,0
33	LAPINHA - EST.DA LAPINHA-CHAC.8	LS	MARCO ANTÔNIO	R	7833740	611230		PT	Indefinido	17/08/91	152	70,0		17,10				23,0	7,2	312,0
34	LAPINHA-FAZ. BELA VISTA	LS	PEDRO DE ALMEIDA	R	7833660	611230	721,9	PT	Indefinido	/ /84 12/08/91	152	120,0	701,9 696,5	20,00 25,41	40,00	10,00		24,0	6,8	224,4
35	LAPINHA-FAZ. FIDALGO	LS	GERALDO COTTA	R	7832465	611630		PE	Granular	28/08/91	1200	20,0					23,0	5,2	83,2	
36	LAPINHA-FAZ. FIDALGO	LS	GERALDO COTTA	R	7832415	611605		PE	Granular	20/08/91	1300			18,00			23,5	3,1	114,2	
37	LAPINHA-FAZ. FIDALGO	LS	MÁRCIO DE PAULA COTTA	R	7831590	612455		PE	Granular	27/08/91	1200	8,0		3,20			21,0	6,6	129,6	
38	LAPINHA-R.DA LAGOA SANTA, S/N	LS	MÁRIO LÚCIO	P	7834800	610880		PE	Granular	17/08/91	1500	5,4		2,35			22,0	5,2	15,9	
39	LAPINHA-R. DA VARGEM, S/N	LS	PREFEITURA/COPASA MG	P	7835865	610020	696,9	PT	Sete Lagoas	13/12/78 06/04/89	152 200	91,0 90,0	690,9 678,2	6,00 18,70	42,00 63,78	9,00 6,00				
40	LAPINHA-R. DA VARGEM, 308	LS	COPASA MG	O	7836105	609965	698,,1	PT	Sete Lagoas	04/12/84	200	92,0	676,6	21,55	36,63					
41	LAPINHA-SÍTIO LAPINHA	LS	ANDRÉ MIRANDA	R	7836675	611435		PE	Granular	29/08/91	450			25,30			22,5	5,4	23,1	
42	MG 10 - km 31 - CAMPINHO	LS	CAVAN	I	7834070	613865	680,1	PT	Indefinido	13/12/78 17/10/91	200	45,0	669,7 666,6	10,40 13,50	18,00 16,25	4,50 5,00		28,0	6,4	25,4
43	QUEBRA PRATOS-FAZ. IMPELIZIERE	LS	IMPELIZIERE	R	7830405	610875	729,5	PT	Indefinido	20/08/91	152	120,0	704,8	24,70		5,00	23,0	7,1	291,2	
44	SEDE-AV. PAULO F. DA COSTA, 500	LS	NATIVA IND. MÓVEIS	P	7823895	613870	792,0	PT	Indefinido	/ /87 06/12/91 29/10/93	152	145,0				7,00		23,0	6,0	156,0
45	SEDE-BAIRRO SANTOS DUMONT	LS	COPASA MG	P	7825980	613735		PT	Sete Lagoas	21/04/81 04/09/91	200	46,6		12,00	14,30 17,90	27,36		23,0		312,0
46	SEDE-COND. C. DA LAGOA, QD. 10	LS	COND.CONDADOS DA LAGOA	P	7826070	612110		PT	Sete Lagoas	09/01/87 17/10/91	152	150,0		2,00 1,80	60,00	9,00				
47	SEDE-COND. C. DA LAGOA, QD. 23	LS	COND.CONDADOS DA LAGOA	P	7827250	612685		PT	Indefinido	17/10/91	152	170,0								
48	SEDE-COND. C. DA LAGOA, QD. 23	LS	COND.CONDADOS DA LAGOA	P	7826670	612400		PT	Sete Lagoas	26/06/88 04/04/91	152	136,0		9,00	31,50 48,00	15,59		23,5	7,3	309,0

OBS.: LS - Lagoa Santa; MT Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente. Propriedade: I - Industrial, P - Público; R - Rural.

Ponto	LOCALIZAÇÃO							CARACTERÍSTICAS DO PONTO										C. E. uS/cm 25 °C	
	LOCAL	MUN.	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		ALTIT. m N. M.	NAT.	UNID. AQUÍF.	DATA	DIÂM. mm	PROF. m	N.E. (m)		N.D. m	VAZÃO m ³ /h	TEMP. °C	pH		
				UTM N	UTM E							COTA	PROF.						
49	SEDE-COND. C. DA LAGOA, QD. 25	LS	COND.CONDADOS DA LAGOA	P	7826770	612490	722,8	PT	Sete Lagoas	09/09/80 17/10/91	152	103,0	722,8 716,9	0,00 5,90	48,00	20,00	23,5	7,2	309,0
50	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826170	612800		PT	Sete Lagoas	14/10/76	152	150,0		2,50	92,3	6,23			
51	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826130	612815		PT	Sete Lagoas	15/10/91 05/11/76	152	150,0		7,50 4,00	61,80	10,01	24,0		397,8
52	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826070	613360		PT	Sete Lagoas	01/11/81	152			2,83	80,10	2,34			
53	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7825430	613230		PT	Sete Lagoas	29/10/81 16/10/91	152	162,0		6,70 3,45	74,7	2,74			
54	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826140	612700		PT	Sete Lagoas	08/11/76 15/10/91	152	170,0		13,00 21,40	99,04	3,26			
55	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826000	613590		PT	Sete Lagoas	31/01/82 15/10/91	152			6,00	10,05	52,81 24,98	24,0	7,3	316,2
56	SEDE-COND. EST. AMENDOEIRAS	LS	COND. EST. AMENDOEIRAS	P	7826010	613515	740,1	PT	Sete Lagoas	27/01/82 15/10/91	200	33,0	737,9 737,0	2,20 3,05	23,20	36,00			
57	SEDE-FAZ. OLHOS D'ÁGUA	LS	LUCAS A. COSTA	R	7824980	613640	741,8	NC	Sete Lagoas	31/10/91			741,8	0,00		30,00	22,5	7,4	315,0
58	SEDE-R. LUIZ P. RIBEIRO, 185	LS	ABATEDOURO J. P.	I	7831335	614600	743,0	PT	Indefinido	29/08/91 29/10/93	152				31,15 32,00		23,5	6,8	195,7
59	TAVARES	LS	PREFEITURA/COPASA MG	P	7825500	607610		PT	Indefinido	/ /70 01/12/93	152	60,0		4,00 15,25	32,0	5,80			
60	TAVARES	LS	COPASA MG	P	7825350	607505	709,8	PT	Sete Lagoas	27/09/85 04/09/91	200	78,5		2,78	47,48 20,70	16,34	22,5	6,8	357,0
61	TAVARES-FAZ. CAPÃO	LS	AVELAR ALVARENGA	R	7825110	606900		NC	Sete Lagoas	30/10/91						10,00	24,0	7,4	336,6
62	TAVARES-FAZ. MOINHO VELHO	LS	ITAÚ CIMENTO	I	7825245	609055	686,4	NC	Sete Lagoas	30/10/91			686,4	0,00		540,00	23,0	7,3	291,2
63	TAVARES-GRANJA DO MOINHO	LS	ITAÚ CIMENTO	I	7825990	609495		PT	Indefinido	30/10/91	152						23,0	7,3	312,0
64	TAVARES-LAGOA DOS MARES	LS	IVAN JOSÉ	P	7825940	606230		PT	Indefinido	31/10/91	152	78,0		29,00			22,0	7,0	243,8
65	TAVARES-LAGOA DOS MARES	LS	JOSÉ FÉLIX	P	7825920	606275		PT	Indefinido	31/10/91	152	60,0		> 40,00			23,0	5,9	41,2
66	TAVARES-LAGOA DOS MARES	LS	RUBEM VASCONCELOS	P	7825200	605695		PT	Indefinido	28/11/91	152					15,00	23,5	6,8	412,0
67	TAVARES-SÍTIO MATO VERDE	LS	WALTER WILMES	R	7824470	608215		PT	Sete Lagoas	31/10/91	152	75,0		7,65			23,0	7,6	339,2
68	FAZENDA BOM JARDIM	MT	VITORINO F. RADE	R	7845155	596740	817,4	PT	Indefinido	/ /73 23/08/91	152	100,0		60,00 60,20	85,00	0,80 3,00	21,5	7,6	214,0
69	FAZENDA CAUAIA	MT	JOSÉ NICOLAU HEIN	R	7846940	603215	670,1	PT	Sete Lagoas	16/07/91 08/12/93	152		659,1 625,5	11,00 17,60			21,0	7,6	518,4
70	FAZENDA CAUAIA	MT	JOSÉ NICOLAU HEIN	R	7846230	603220		PT	Sete Lagoas	16/07/91	152					SECO			
71	FAZENDA CAUAIA	MT	JOSÉ NICOLAU HEIN	R	7845595	602980		PT	Sete Lagoas	16/07/91	152								
72	FAZENDA DOS POÇÕES	MT	SOEICOM	I	7840900	599420	685,6	NC	Sete Lagoas	21/06/91			684,9	0,70		> 1500	21,0	7,0	291,6
73	FAZENDA GORDURA	MT	MANINHO MOREIRA	R	7850555	601815	651,2	NC	Sete Lagoas	27/11/91			650,7	0,50		> 2000	24,0	6,8	357,0

OBS.: LS - Lagoa Santa; MT Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente. Propriedade: I - Industrial, P - Público; R - Rural.

Ponto	LOCALIZAÇÃO						CARACTERÍSTICAS DO PONTO											C. E. uS/cm 25 °C	
	LOCAL	MUN.	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		ALTIT. m N. M.	NAT.	UNID. AQUÍF.	DATA	DIÂM. mm	PROF. m	N.E. (m)		N.D. m	VAZÃO m ³ /h	TEMP. °C	pH		
				UTM N	UTM E							COTA	PROF.						
74	FAZENDA JAGUARA	MT	DJALMA DE S. VILELA	R	7844330	603450	651,8	NC	Sete Lagoas	17/07/91			650,8	1,00		> 2160	22,0	7,0	339,2
75	FAZENDA PERI-PERI	MT	ANTÔNIO BORGES	R	7842150	601140		PE	Granular	21/06/91	1500	35,0		8,40			23,5	5,1	216,3
76	FAZENDA PERI-PERI	MT	ANTÔNIO BORGES	R	7842370	600780		PE	Granular	21/06/91	1500	16,0		7,60			23,0	3,5	104,0
77	FAZENDA PERI-PERI	MT	ANTÔNIO BORGES	R	7841910	600880		PE	Granular	21/06/91	1000	10,0		1,70			23,0	6,2	166,4
78	FAZENDA PLANALTO DA JAGUARA	MT	CELSE DE ANDRADE	R	7850210	607525	651,2	PT	Sta. Helena	29/06/84 21/06/91	152	92,0	627,0	24,20	45,70	6,84	23,0	5,5	93,6
79	FAZENDA STO. ANT. DA CERCA GRANDE	MT	BOLIVAR I. A. CÂMARA	R	7841300	603235		PT	Sete Lagoas	24/06/91	152	20,0		5,40					
80	FAZENDA STO. ANT. DA CERCA GRANDE	MT	BOLIVAR I. A. CÂMARA	R	7841340	604880	676,0	PT	Sete Lagoas	24/06/91 08/12/93	152	50,0	665,4	10,60			22,0	6,5	371,0
81	FAZENDA STO. ANT. DA CERCA GRANDE	MT	BOLIVAR I. A. CÂMARA	R	7841130	602875		PT	Sete Lagoas	24/06/91 / /79	152	120,0		16,00	17,00 16,05	24,00	23,0	6,5	332,8
82	FAZENDA SÃO JOSÉ DA GIA	MT	CÉLIO E. D. NOGUEIRA	R	7837390	598480		PT	Sete Lagoas	25/06/91	152				5,00		22,5	7,2	252,0
83	FAZENDA SÃO JOSÉ DA GIA	MT	CÉLIO E. D. NOGUEIRA	R	7837415	598725		NC	Sete Lagoas	25/06/91					4,00	20,0	7,9	275,0	
84	FAZENDA TOCA CAIXA	MT	VICENTE GUATIMOSIM	R	7842840	603805		PE	Granular	20/06/91	1400	15,0		7,80			23,0	6,5	239,2
85	FAZENDA VÁRZEA DO MOCAMBO	MT	ANTÔNIO VIDIGAL	R	7842665	601705	680,8	NC	Sete Lagoas	21/06/91			680,6	0,20		> 1600	21,0	6,6	313,2
86	FIDALGO-FAZ. SERRA D'ANTA	MT	ALBERTO JOÃO	R	7839610	605885		PT	Sete Lagoas	29/06/87	152	140,0		67,00	93,00	8,78			
87	MG 424 - km 50	MT	CIMENTOS CAMPEÃO	I	7838140	597665	708,4	NC	Sete Lagoas	16/07/91			708,4			690,01	21,0	7,2	324,0
88	MG 424 - km 50	MT	CIMENTOS CAMPEÃO	I	783938	596890	735,5	PT	Sta. Helena	30/05/91	152	65,0	728,5	7,00	10,90	72,00	22,5	7,6	336,0
89	MATOS DE CIMA-FAZ. OLHOS D'ÁGUA	MT	JOSÉ AURELIANO DA SILVA	R	7841865	596460	746,4	PT	Sete Lagoas	23/07/91	152	86,0	745,3	1,05		9,00	22,0	7,6	275,6
90	MG 424-km 51-FAZ. STO ANTÔNIO	MT	EUSTÁQUIO	R	7841895	596285		PT	Indefinido	23/07/91	152			2,50		10,00	20,5	7,6	233,8
91	MG 424 - km 54	MT	COND. QUINTA DA FAZENDINHA	P	7842580	593800	822,7	PT	Sete Lagoas	03/09/84 19/07/91 09/12/93	152	140,0	802,7 800,7 794,5	20,00 22,00 28,16	42,14	4,00	22,0	7,3	471,7
92	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7842755	594480		PT	Granular/ Sete Lagoas	20/12/82 18/07/91	152	70,0		6,81 18,10	48,00	10,55	21,0	7,7	302,4
93	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7842780	594510		PT	Indefinido	19/07/91	152						21,0	7,6	324,0
94	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7842790	594445		PE	Granular	19/07/91	1000	9,0		0,0			18,5	6,3	192,1
95	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7842865	594475		PT	Indefinido	20/07/91	152			30,9			21,0	9,6	108,0
96	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7842860	594690	778,6	PT	Sete Lagoas	07/03/84 20/07/91	152	135,0	770,6 771,3	8,00 7,30	44,00	2,00	27,0		336,0
97	MG 424-km 54-FAZ. PALMEIRINHA	MT	ULISSES BRASIL	R	7843125	594560		NC	Granular	20/07/91						15,00	20,5	5,0	10,9
98	MG 424-km 54-QUINTAS DA FAZENDINHA	MT	DOLORES A. OLIVEIRA	P	7843640	594355		PT	Sete Lagoas	08/11/89 20/07/91	152	147,0		102,00 96,05	109,00	8,00 8,00	22,5	7,5	315,0
99	MG 424-km 54-QUINTAS DA FAZENDINHA	MT	ALTAMIR H. E. SANTOS	P	7843205	593900		PT	Sete Lagoas	26/10/90	152	180,0		27,50	135,00	0,29	22,5		252,0
100	MOCAMBEIRO-FAZ. HARMONIA	MT	AFONSO CELSO COSTA	R	7839360	601665		PT	Sete Lagoas	01/08/74 24/07/91	152	90,0		29,00 18,70	30,00	19,98	23,0	6,6	312,0

OBS.: LS - Lagoa Santa; MT Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente. Propriedade: I - Industrial, P - Público; R - Rural.

Ponto	LOCALIZAÇÃO					CARACTERÍSTICAS DO PONTO										C. E. uS/cm 25 °C			
	LOCAL	MUN.	PROPRIETÁRIO	COORDENADAS		ALTIT. m N. M.	NAT.	UNID. AQÜÍF.	DATA	DIÂM. mm	PROF. m	N.E. (m)		N.D. m	VAZÃO m³/h		TEMP. °C	pH	
				UTM N	UTM E							COTA	PROF.						
126	FIDALGO-FAZ. TAMBORIL	PL	WILSON VIVEIROS	R	7838115	608635		NC	Sete Lagoas	28/08/91					10,00	21,5	7,1	374,5	
127	FIDALGO-FAZ. TAMBORIL	PL	WILSON VIVEIROS	R	7838170	608605	655,9	NC	Sete Lagoas	28/08/91			655,9	0,00	252,00	21,5	7,4	363,5	
128	FIDALGO-FAZ.VARG. DOS MACACOS	PL	JOSÉ EDUARDO	R	7837640	605960		PE	Granular	15/08/91	1300	25,3				22,0	4,8		
129	FIDALGO-R. FERNÃO DIAS, S/N	PL	PREFEITURA/COPASA MG	P	7840175	608770	658,1	PT	Sete Lagoas	/ /56 26/07/91	152	117,0	646,1	12,00	18,00 16,23	30,00			339,2
130	FIDALGO-R. SANTA LUZIA, S/N	PL	COPASA MG	P	7839810	609010	657,2	PT	Sete Lagoas	31/12/84 27/07/91 03/12/93	200	33,1	649,2 649,1	8,00 8,10	9,50 12,25	240,12 19,80	23,0	7,2	353,6
131	FIDALGO-SÍTIO FIDALGO	PL	ILBEU EDUARDO	R	7841175	608375		PE	Granular	21/08/91	980	15,0		4,20			21,5	3,8	21,4
132	GENIPAPO-SÍTIO COQUEIRAL	PL	JOSÉ RICARDO N. DIAS	R	7842265	612840		PE	Aluvião	28/08/91	1000	7,0		7,20			23,0	6,8	301,6
133	LAGOA SANTO ANTÔNIO	PL	PREFEITURA	P	7834810	602080		PT	Sete Lagoas	/ /80	152	114,0		46,00	50,00	8,00			
134	LAGOA STO. ANTÔNIO-CIMINAS	PL	CIMINAS	I	7834530	602150	762,2	PT	Sete Lagoas	04/06/74 04/07/91	152	103,0	708,2 723,9	54,00 38,27	66,00 50,85	3,00 7,20	23,0	7,2	270,4
135	LAGOA STO. ANTÔNIO-CIMINAS	PL	CIMINAS	I	7835025	602840		PT	Sete Lagoas	04/06/74	S/Rev.	100,0		30,00	SECO				
136	LAGOA STO. ANTÔNIO-FZ.STO. ANTÔNIO	PL	EDUARDO VALADARES	R	7834525	601040		PT	Granular	17/07/91	100	30,0		18,00		0,80	22,5	5,5	73,5
137	LAGOA STO. ANTÔNIO-MIN. CAUÊ	PL	CIMENTO CAUÊ S/A	I	7837085	602365	712,6	PT	Sta. Helena	13/10/82 15/07/91	152	97,0	692,6	20,00	22,00 20,90	12,00	23,0	7,0	332,8
138	L.STO. ANTÔNIO-R. PROGRESSO, S/N	PL	PREFEITURA	P	7835500	601920		PT	Indefinido	/ /71	152	100,0		20,00	40,00	40,00			
139	MG 424-km 45-FAZ. MANUEL CARLOS	PL	ANTÔNIO AUGUSTO	R	7828885	603710	726,1	NC	Sete Lagoas	28/08/91			726,1	0,00		13,00	22,0	7,4	307,4
140	MG 424-km 45-FAZ. MANUEL CARLOS	PL	ANTÔNIO GERALDO VIANA	R	7828470	604040		NC	Granular	29/08/91						4,00	21,5	5,2	9,4
141	MG 424 - km 46	PL	PRECON INDUSTRIAL S/A	I	7828390	603280	702,6	PT	Aluvião	16/10/90 12/07/91	152	47,0	695,4 696,4	7,16 6,20	30,52	6,24			
142	MG 424 - km 46	PL	PRECON INDUSTRIAL S/A	I	7828200	603410		PT	Aluvião	25/08/71 12/07/91	152	41,0		2,00	6,00 10,50	40,00 27,00	22,0	6,4	286,2
143	MG 424-km 46-FAZ. MANUEL CARLOS	PL	CAUÊ MINERAÇÃO S/A	I	7830265	603010	736,8	NC	Sete Lagoas	28/08/91			736,6	0,20	200,00		21,5	7,2	353,1
144	QTAS. DO SUMID.-FAZ. PERIQUITO	PL	CÉLIO ELIAS	R	7840130	612155		PE	Granular	28/08/91	1500	8,0		5,60			24,0	5,0	23,5
145	QTAS. DO SUMID.-R. DO SERRADO,S/N	PL	ALBERTO JOÃO FILHO	P	7840850	610100		PT	Indefinido	29/08/91	152			57,00			23,5	6,8	206,0
146	SEDE-AV. CEMIG, S/N	PL	COND. MARIA CÂNDIDA	P	7831135	600980	757,1	PT	Indefinido	23/07/91	200	90,0	742,9	14,20	17,30		23,0	6,0	104,0

OBS.: LS - Lagoa Santa; MT Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente. Propriedade: I - Industrial, P - Público; R - Rural.

ANEXO II

Principais Características Construtivas e
Estratigráficas dos Poços Tubulares



Ponto	Município	Litologias	Entradas d'água	Filtros	NE	ND	Vazão(m ³ /h)	Vazão espec.(m ³ /h/m)	Profundidade	Teste de bombeamento	Unid. Aquífera	Morfoestrutural
1	LS	Material desagregado 0 a 10m; Calcário 10 a 80m.			4,00	10,00 4,25	36,00	6,00	80,00		Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata
2	LS	Calcário									Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N10E
3	LS										Indefinido	
4	LS	Argila 0 a 22m; calcário 22 a 50m			+ 0,50	10,30	31,28	3,19	50,00	Por etapas: 6h; 6h; e 24h.	Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N80E
5	LS	Calcário			0,28	15,25	40,00	2,67	50,00	Por etapas: 17h; 6h; e 24h	Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N80E
6	LS	Solo 0 a 9,7m; calcário 9,7 a 94m	16,50 87,00		6,10 6,74	26,60 27,02	90,00 102,85	4,39 5,07	94,00	28h e 30h	Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N80W
7	LS	Argila 0 a 4m; cascalho 6 a 8m; argila com fragmentos de calcá- rio 8 a 14m; calcário 10 a 80m.	13,00 16,50 37,50		2,73 1,30	2,70	119,99	85,71	47,00	37h	Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N80W
8	LS	Argila 0 a 36m; calcário impuro decomposto 36 a 60m; calcário 60 a 70m.			6,57 7,55	13,23	180,00	27,03	70,00	42h e 45h	Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata próximo a ouvala alinhada N80W
9	LS	Calcário			18,50				130,00		Membro Lagoa Santa	borda de ouvala alinhada N80E
10	LS										Indefinido	Contato com a Formação Ser- ra de Sta Helena - Lineamento N80E
12	LS	Calcário			10,80 12,75	19,70	9,32	1,05	46,00	24h	Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala alinhada N20W
13	LS	Argila 0 66m; calcário 66 a 86m	74,00	64,0 a 84,0	19,97	32,41	39,96	3,21	86,00	24 h; por etapas 4h; 4h; 24h e 6h.	Membro Lagoa Santa	Próximo a ouvala alinhada N20W
14	LS	Calcário			16,05	11,30	9,11	0,81	70,00	somente recuperação	Membro Lagoa Santa	Parte interna de ouvala alinhada N20W
15	LS	Material desagregado 0 a 35m; calcário 35 a 60m							65,00	Por etapas: 24h; 5,5h; Dois testes: 48h e 17h	Membro Lagoa Santa	Parte interna de ouvala alinhada N20W
16	LS	Granular 0 a 36m; calcário 36 a 60,0m	43,00 46,00 50,00 58,00		6,00 6,30	7,70	58,54	34,43	60,00		Membro Lagoa Santa	Parte interna de ouvala alinhada N20W
18	LS								150,00		Indefinido	
19	LS	Calcário					5,00				Membro Lagoa Santa	Lineamento N20W
21	LS	Argila 0 a 8m; granito alterado 8 a 34m; granito fresco 56 a 70m		5m; sem indicação do intervalo	7,60 7,00	32,00	9,00	0,36	70,00		Complexo gnáissico-mig- matítico	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N30E
26	LS				21,60						Indefinido	Borda de ouvala alinhada N80E
28	LS				18,00				108,00		Indefinido	Lineamento N40W
29	LS						seco		121,00		Indefinido	
30	LS	Calcário				29,10			80,00		Membro Lagoa Santa	Próximo a ouvala (lagoa do Fidalgo)

OBS.: Município: LS - Lagoa Santa; MT - Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente

Ponto	Município	Litologias	Entradas d'água	Filtros	NE	ND	Vazão(m ³ /h)	Vazão espec.(m ³ /h/m)	Profundidade	Teste de bombeamento	Unid. Aquífera	Morfoestrutural
31	LS	Argila14 a 54m; calcário 54 a 80m.	19,00 39,00 48,00 56,00	18,0 a 20,4 38,4 a 40,8 46,8 a 49,2 55,2 a 57,6	17,50 36,00 29,10		11,99	0,65	80,00		Formação Serra de Sta. Helena e Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N10W
32	LS	pelito (?)			21,10 19,00	36,00	5,29	0,36	100,00		Formação Serra de Sta. Helena	
33	LS				17,10				70,00		Indefinido	Borda de ouvala
34	LS				20,00	40,00	10,01	0,50	120,00		Indefinido	Borda de ouvala
39	LS	Calcário			18,70 6,00	63,80 42,00	5,98 9,00	0,13 0,25	90,00	Dois testes de 24h	Membro Pedro Leopoldo	Borda de ouvala alinhada na dir. N20E
40	LS	Argila 4 a 30m; calcário 30 a 92m	55,00 81,20		21,55 25,30	36,63	31,28	2,07	92,00	26h	Membro Pedro Leopoldo	Borda de ouvala alinhada N20E
42	LS				13,50 10,40	16,25 18,00	5,00 4,50	1,82 0,59	45,00		Indefinido	
43	LS				24,70	42,50	5,00	0,28	120,00		Indefinido	Contato com a Formação Serra de Sta Helena
44	LS				90,93				145,00		Indefinido	Contato com a Formação Serra de Sta. Helena
45	LS	Calcário			12,00	14,30 17,90	27,36	11,90	46,60		Membro Pedro Leopoldo	Contato com Formação Serra de Sta. Helena
46	LS	Solo argilo-arenoso 0 a 10m; calcário impuro 10 a 150m.	27,00	27,00	2,00 1,80	60,00	9,00	0,16	150,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento EW
47	LS	Calcário 0 a 160m; granito 160 a 170m.							170,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N10W
48	LS	Solo argilo-arenoso 0 a 10m; calcário impuro 20 a 136m.			9,00	31,50 48,00	15,59	0,69	136,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N80W
49	LS	Argila 0 a 9m; calcário 9 a 103m			0,00 5,90	48,00	20,02	0,42	103,00		Membro Pedro Leopoldo	Junção de Lineamento N70E - N80W
50	LS	Solo silto-arenoso 0 a 8m; calcário decomposto 8 a 10m; calcário 10 a 142m; gnaiss 142 a 150m	88,00 141,00		2,50	92,32	6,23	0,07	150,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N80E
51	LS	Solo argiloso 0 a 6m; calcário 6 a 144m; granito 144 a 150m.	44,00 81,00 132,00		7,50 4,00	61,80	6,98 10,01	0,17	150,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N80E
52	LS	Calcário	100,00		2,83	80,10	2,34	0,03	156,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N10W
53	LS	Calcário	100,00		6,70 3,45	74,65	2,74	0,04 0,00	162,00		Membro Pedro Leopoldo	Lineamento N10W
54	LS	Solo silto-argiloso 0 a 6m; calcário decomposto 6 a 18m; calcário 18 a 130m; granito 130 a 170m.	148,00		13,00 21,40	99,04	3,24	0,04	170,00		Complexo Gnáissico-migmatítico	Lineamento N80E

OBS.: Município: LS - Lagoa Santa; MT - Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente

Ponto	Município	Litologias	Entradas d'água	Filtros	NE	ND	Vazão(m ³ /h)	Vazão espec.(m ³ /h/m)	Profundidade	Teste de bombeamento	Unid. Aquífera	Morfoestrutural
55	LS	Material inconsolidado 0 a 15m; calcário alterado 15 a 31,9m; calcário 31,9 a 63,0m.	19,00 30,00 50,00	18,37 a 21,87 27,90 a 31,40	6,00	10,05	52,81 24,98	13,04	63,00		Membro Pedro Leopoldo	Contato com Formação Serra de Sta. Helena
56	LS	Material inconsolidado 0 a 27m; calcário 27 a 33m.	20,50 30,50	16,7 a 23,7 26,0 a 33,0	2,20 3,05	23,20	36,00	1,71	33,00		Cobertura e Membro Pedro Leopoldo.	Contato com Formação Serra de Sta. Helena
58	LS					31,15 32,00					Indefinido	
59	LS				4,00 15,25	32,00	5,80	0,21	60,00	somente recuperação	Indefinido	Sistema do Ribeirão Mata; próximo a ouvala alinhada EW
60	LS	Material inconsolidado 0 a 52m; calcário 52 a 78,5m.	57,50		2,78	47,48 20,70	16,34	0,37	78,50	Por etapas: 15h, 24h, 24h. Um teste de 24h	Membro Pedro Leopoldo	
63	LS										Indefinido	Lineamento N10E
64	LS				29,00				78,00		Indefinido	Borda de ouvala alinhada aproximadamente EW
65	LS				>40,00				60,00		Indefinido	Borda de ouvala alinhada aproximadamente EW
66	LS						15,01				Indefinido	Sistema do Ribeirão da Mata próximo a ouvala alinhada aproximadamente EW
67	LS				7,65				75,00		Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata; Lineamento N20E
68	MT				60,20 60,00	85,00	2,95 0,79	0,03	100,00		Indefinido	
69	MT	Calcário			11,00 17,55						Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W
70	MT	Calcário					seco				Membro Lagoa Santa	
71	MT	Calcário									Membro Lagoa Santa	Próximo a ouvala alinhada N45W
78	MT	Solo argiloso 0 a 26m, ardósia calcífera 26 a 92m			24,20	45,70	6,84	0,32	92,00		Formação Serra de Sta. Helena	Próximo a ouvala, alinhada N10E
79	MT	Calcário							20,00		Membro Lagoa Santa	próximo a dolina
80	MT	Calcário			10,60	20,01			50,00		Membro Lagoa Santa	
81	MT	Calcário			16,00	17,00 16,05	24,01	480,24	120,00		Membro Lagoa Santa	borda de dolina alinhada aproximadamente NS
82	MT	Calcário					5,00		120,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W

OBS.: Município: LS - Lagoa Santa; MT - Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente

Ponto	Município	Litologias	Entradas d'água	Filtros	NE	ND	Vazão(m ³ /h)	Vazão espec.(m ³ /h/m)	Profundidade	Teste de bombeamento	Unid. Aquífera	Morfoestrutural
86	MT	Argila 0 a 60m; calcário oolítico 60 a 64m; argila 64 a 66m calcário oolítico 66 a 140m.			67,00	93,00	8,78	0,34	140,00		Membro Lagoa Santa	Próximo a dolinas
88	MT	Material desagregado 0 a 33m; filito semidecomposto 33 a 65m	32,50 44,50 51,00		7,00	10,90	72,00	18,46	65,00		Formação Serra de Sta. Helena	Lineamento N30W
89	MT	Calcário			1,05		9,00		86,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W
90	MT				2,50		10,01				Indefinido	Lineamento N30W
91	MT	Argila 0 a 28m; silexito ferruginoso 28 a 50m; silexito com intercalações de calcário 50 a 64m; calcário com intercalações de argila 64 a 140m			20,00 22,00 28,16	42,14	4,00	0,18	140,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N10E
92	MT	Argila 0 a 11m, rx. afanítica (silexito?) 31 a 35m; calcário oolítico 35 a 70m	32,50 37,50 49,00 61,00	30,0 a 35 35,0 a 40,0 46,0 a 52,0 58,0 a 64,0	18,10 6,81	48,00	10,55	0,26	70,00		Formação Serra de Sta. Helena e Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W
93	MT										Indefinido	Lineamento N30W
95	MT				30,90						Indefinido	Lineamento EW
96	MT	Argila 0 a 35m; calcário 35 a 135m			8,00 7,30	44,00	2,02	0,06	135,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W
98	MT	Argila 0 a 98m; calcário 98 a 147m			102,00 96,00	109,00	8,00	1,14	147,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N70E
99	MT	Descrição ausente 0 a 129m; calcário 129 a 180m			27,50	135,00	0,29	0,003	180,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N70E
100	MT	Material desagregado 0 a 42m calcário 42 a 90m.			29,00 18,70	30,00	19,98	19,98	90,00		Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala alinhada N30W
102	MT	Calcário			8,89	3,50	29,99	8,57	85,00		Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala alinhada N30W
107	PL				12,90 14,80				84,00		Indefinido	Margem do Rio das Velhas
109	PL	Material inconsolidado 0 a 50m; calcário 50 a 80m	51,00 75,00		31,50 37,00	40,00	6,52	2,17	80,00		Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala alinhada N30W
110	PL	Calcário			>100,00 79,00	98,00	seco 2,99	0,16	130,00		Membro Lagoa Santa	Área de dolinas
112	PL	Calcário				27,00			75,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N30W
113	PL	Calcário			100,00		seco		100,00		Membro Lagoa Santa	Próximo a dolinas alinhadas N10E
116	PL	Material inconsolidado 0 a 34m; calcário 34,0 a 52,0m	35,00 40,00 44,00 48,00	33,5 a 37,0	14,18	44,20	79,20	2,64	52,00		Membro Lagoa Santa	Área de dolinas

OBS.: Município: LS - Lagoa Santa; MT - Matinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente

Ponto	Município	Litologias	Entradas d'água	Filtros	NE	ND	Vazão(m ³ /h)	Vazão espec.(m ³ /h/m)	Profundidade	Teste de bombeamento	Unid. Aquífera	Morfoestrutural
117	PL	Material inconsolidado 0 a 24,5m calcário 24,5 a 58m.	23,00 28,00 35,00 54,00	22,1 a 25,6	9,60	13,60	132,01	33,00	58,00		Membro Lagoa Santa	Área de dolinas
118	PL	Calcário			2,05 9,00	13,00	6,01	1,50	63,00		Membro Lagoa Santa	Área de dolinas
119	PL	Calcário				38,50			65,00		Membro Lagoa Santa	Borda de dolina
120	PL	Material inconsolidado 0 a 36m; calcário 36 a 100m.	37,00 57,20 65,00	36,0 a 38,4 56,4 a 58,8 64,8 a 66,2	23,83 23,00 60,58	45,00	6,01	0,28	100,00		Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala alinhada N10W
124	PL				4,25				48,30		Indefinido	Região de relevo cárstico; a 600m do Rio das velhas
125	PL	Calcário			24,00 28,00	38,00	11,02	1,10	135,00		Membro Lagoa Santa	Borda de dolina
129	PL	Calcário			12,00	16,23 18,00	29,99	5,00	117,00		Membro Lagoa Santa	Polié do sumidouro
130	PL	Material inconsolidado 0 a 6m; calcário 6 a 33,0m	32,80		8,00 8,10	9,50	240,12 19,80	160,08	33,10		Membro Lagoa Santa	Polié do sumidouro; Lineamento N30W
133	PL	Calcário			46,00	50,00	7,99	2,00	114,00		Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala
134	PL	Aluvião 0 a 83m; calcário 83 a 103m	77,50	77,0 a 78,0	38,27 54,00	50,85 66,00	7,20 2,99	0,57 0,25	103,00		Aluvião e Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala
135	PL	Calcário			30,00				100,00		Membro Lagoa Santa	Lineamento N45W
137	PL	Argila arenosa 0 a 16m; silte arenoso com filito 16 a 22m; Material arenoso 22 a 31m; silte arenoso com filito 31 a 79m; filito com interc. de calcário 31 a 79m; calcário 79 a 97m		30 a 51	20,00	22,00 20,90	11,99	5,99	97,00		Formação Serra de Sta Helena e Membro Lagoa Santa	Borda de ouvala
138	PL				20,00	40,00	40,00	2,00	100,00		Indefinido	Lineamento N45W
141	PL	Solo arenoso 0 a 6m; argila 6 a 12m; areia 12 a 30m; rocha alterada 30 a 35m	19,00	15,3 a 22,3	6,20 7,16	30,52	6,23	0,27	47,00		Aluvião do Ribeirão da Mata	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N30W
142	PL	Material inconsolidado 0 a 27m; rocha sã 27 a 41m.	13,50 22,50 26,00 35,00	12,64 a 16,14 23,19 a 26,69	2,00	10,5 6,00	27,00 39,96	2,57 9,99	41,00		Aluvião do Ribeirão da Mata e Membro Pedro Leopoldo	Sistema do Ribeirão da Mata Lineamento N30W
145	PL				57,00						Indefinido	borda de dolina
146	PL				14,20	17,30 23,53			90,00		Indefinido	Lineamento N20E

OBS.: Município: LS - Lagoa Santa; MT - Matozinhos; PL - Pedro Leopoldo. Natureza: PT - Poço Tubular; PE - Poço Escavado; NC - Nascente

ANEXO III

Catálogo Geral de Análises Físico-Químicas

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	LS-34		LS-40		LS-40		LS-40		LS-42		LS-42		LS-49		LS-55		LS-55		LS-55	
	Fz. Bela Vista		Lapinha-R.Vargem, 308						MG 10 - km 31				Sede-Cond.Lagoa		Sede-Est.Amend.					
Natureza	Poço Tubular		Poço Tubular						Poço Tubular				Poço Tubular		Poço Tubular					
Unidade Aquífera	Indefinido		Sete Lagoas						Indefinido				Sete Lagoas		Sete Lagoas					
Cota N.E. (m.N.M.)			676,6						666,0		666,0		716,9							
Vazão m3/h(m/Nasc.m3/h)	0,500		2,074						0,592		1,818		0,417		13,040					
Laboratório	CPRM		SANEAR		GEOLAB		CPRM		ESCOLA ENG.		CPRM		CPRM		SANEAR		CPRM		CPRM	
Data	27/10/92		30/11/84		19/12/87		10/08/95		26/10/78		21/10/91		02/11/93		01/02/82		27/10/92		02/11/93	
Temperatura °C ("in loco")							24,5				21,0									
Turbidez					0,0		* 1,0		0,4						0,5		0,5		0,5	
Cor					5,0		< 5,0		0,0						* 5				* 5,0	
pH	7,0-						-7,6		- 6,7		6,70 - 6,60		7,4 -		8,4-		7,2-		7,5-	
Conduz. Elétrica (uS/cm a 25°C)	270,33-				330-		-333,18				24,20-27,00		275,00 -				315,04-		276,00-	
Resíduo Seco (180oC)	156,00						202,00				30,00		162,00				179,00		155,00	
Dureza Total (mg/l CaCO3)	136,80				150,00		189,40		3,10		8,07		152,40		168,00		159,80		156,60	
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Bicarbonato (HCO3-)	154,94	2,539			183,00	2,999	213,50	3,499	6,71	0,110	12,81	0,210	164,70	2,699	180,56	2,959	186,42	3,055	176,90	2,899
Carbonato (CO3=)	ND				NA		ND		NA		ND		ND		NA		ND		ND	
Cloretos (Cl-)	0,70	0,020			3,00	0,085	ND		0,80	0,023	0,65	0,018	1,00	0,028	1,00	0,028	0,20	0,006	ND	
Sulfatos (SO4=)	0,50	0,010			3,50	0,073	3,10	0,065	< 2,00		ND		1,00	0,021	0,50	0,010	ND		1,00	0,021
Nitritos (NO2-)	ND				ND		0,001		ND		ND		NA		ND		ND		NA	
Nitratos (NO3-)	0,09	0,001			<0,05		0,09	0,001	<0,17		1,06	0,017	NA		0,22	0,003	0,44	0,007	NA	
Total		2,571				3,157		3,565		0,133		0,245		2,748		3,001		3,068		2,920
Cálcio (Ca++)	41,00	2,046			51,26	2,558	62,21	3,104	NA		3,10	0,155	57,00	2,844	62,40	3,114	56,00	2,794	55,00	2,745
Magnésio (Mg++)	3,90	0,321			12,63	1,039	5,17	0,425	NA		0,08	0,007	0,90	0,074	3,00	0,247	0,90	0,074	4,70	0,387
Sódio (Na+)	0,73	0,032			2,80	0,122	1,22	0,053	NA		0,54	0,023	0,50	0,022	NA		1,19	0,052	0,75	0,033
Potássio (K+)	0,19	0,005			0,20	0,005	0,19	0,005	NA		0,18	0,005	0,12	0,003	NA		0,12	0,003	0,20	0,005
Ferro Total (Fe2 + Fe3)	0,220	0,012			< 0,05		0,029	0,002	< 0,10		ND		0,030	0,002	0,200	0,011	0,070	0,004	0,020	0,001
Manganês (Mn++)	ND				0,070	0,002	< 0,003		< 0,05		ND		0,010		< 0,05		ND		< 0,01	
Total		2,415				3,725		3,589		0,000		0,189		2,945		3,371		2,927		3,170
Alumínio (mg/l Al)																				
Arsênio (mg/l As)																				< 0,05
Cádmio (mg/l Cd)																				ND
Chumbo (mg/l Pb)																				ND
Cianeto (mg/l CN)																				< 0,01
Cobre (mg/l Cu)																				0,007
Cromo Total (mg/l Cr)																				< 0,005
Fluoreto (mg/l F)	0,03						0,07						0,08							0,05
Fosfato (mg/l PO4 / P)	* 1,44 / 0,47						ND		< 0,20 /				* 0,37 / 0,12							* 0,15 / 0,05
Mercurio (mg/l Hg)																				< 0,0002
Níquel (mg/l Ni)	4,800																			0,005
Silica (mg/l Si)							5,10		10,00							12,00				
Zinco (mg/l Zn)																				0,010
Selênio (mg/l Se)																				
Sólidos Dissolvidos (mg/l)							191,00													
Detergentes (mg/l)							ND						ND							0,01
Fenóis (mg/l Fn)							ND						ND							ND
Óleos e Graxas (mg/l)							ND													0,10
D.B.O																				
D.Q.O.																				
O.D.																				
O.C.									1,90							1,40				
Nitrog. Amoniacal (mg/l NH3)					< 0,05		* 0,06		< 0,02						< 0,05		* 0,22			
Nitrog. Orgânico (mg/l NH3)					< 0,05		0,01		< 0,02						< 0,05					
Coliformes Totais (NMP)					* 5		ND						ND				< 2			* 9,1
Coliformes Fecais (NMP)					* 2		ND						ND				< 2			ND
Estreptoc. Fecais (NMP)					* 22		ND						ND				* 34			ND

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida " in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	LS-56		LS-56		LS-57		LS-58		LS-58		LS - 60		LS - 60		LS - 60		LS - 60		LS - 60		LS - 60	
	Local	Sede-Est.Amend.			Fz. Olhos D'Água		Abatedouro J.P.				Lagoa Tavares											
Natureza	Poço Tubular				Nascente		Poço Tubular				Poço Tubular											
Unidade Aquífera	Sete Lagoas				Sete Lagoas		Indefinido				Sete Lagoas											
Cota N.E. (m.N.M.)	737,9				741,8						707,7											
Vazão m³/h/m(Nasc.m³/h)	1,636				30,00						0,366											
Laboratório	SANEAR		SANEAR		CPRM		CPRM		CPRM		COPASA		COPASA		COPASA		COPASA		CPRM		CPRM	
Data	18/01/82		30/07/85		12/12/91		27/10/92		26/07/95		27/09/85		25/10/85		05/02/86		06/02/86		28/10/91		10/11/93	
Temperatura °C ("in loco")					22,5				25,0										22,5			
Turbidez	* 115,0		* 3,0				0,6		* 2,0		* 31,0		* 11,0		0,9		0,5				* 1,0	
Cor	* 5,0		0,0				< 5,0		< 5,0		* 12,0		* 12,0		* 2,0		* 2,0					
pH	8,30 - 7,20		8,30 - 7,05		7,40-		6,4-		-6,5		8,1 -		8,1 -		7,5 -		7,60 -		7,50 - 6,80		7,4-	
Condut. Elétrica (uS/cm a 25°C)					323,21-		241,86 -		-160,00		318,00 -		326,00 -		303,00 -		307,00 -		338,10 - 340,0		299,00 -	
Resíduo Seco (180°C)					178,00		148,00		129,00										182,00		180,00	
Dureza Total (mg/l CaCO3)	28,00		28,00		153,81		25,61		104,00		153,00		144,00		192,00		180,00		171,75		177,40	
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Bicarbonato (HCO3-)	35,38	0,580	34,16	0,560	207,16	3,395	129,08	2,116	115,90	1,900	233,02	3,819	110,04	1,804	350,14	5,739	347,70	5,699	230,58	3,779	213,50	3,499
Carbonato (CO3=)	NA		NA		ND		ND		ND		NA		NA		NA		NA		ND		ND	
Cloretos (Cl-)	1,00	0,028	ND		0,50	0,014	0,70	0,020	1,50	0,042	2,50	0,071	< 0,50		0,50	0,014	0,50	0,014	0,99	0,028	0,50	0,014
Sulfatos (SO4=)	0,50	0,010	0,10	0,002	1,00	0,021	ND		1,00	0,021	0,90	0,019	1,30	0,027	< 2,00		< 2,00		0,75	0,016	ND	
Nitritos (NO2-)	ND		ND		ND		ND		ND		NA		NA		NA		NA		ND		NA	
Nitratos (NO3-)	0,22	0,003	0,05	0,001	0,88	0,014	0,35	0,006	0,09	0,001	NA		NA		NA		NA		0,35	0,006	NA	
Total		0,621		0,563		3,444		2,141		1,964		3,908		1,831		5,753		5,713		3,829		3,513
Cálcio (Ca++)	10,40	0,519	11,20	0,559	60,00	2,994	38,00	1,896	31,38	1,566	60,07	2,997	37,25	1,859	NA		NA		64,00	3,194	62,50	3,119
Magnésio (Mg++)	0,50	0,041	ND		0,97	0,080	1,30	0,107	1,18	0,097	0,73	0,060	12,39	1,019	NA		NA		2,90	0,238	2,90	0,238
Sódio (Na+)	NA		NA		0,21	0,009	1,92	0,084	2,04	0,089	1,20	0,052	NA		1,20	0,052	1,60	0,070	0,90	0,039	0,70	0,030
Potássio (K+)	NA		NA		0,100	0,003	0,40	0,010	0,32	0,008	0,35	0,009	NA		0,200	0,005	0,31	0,008	0,20	0,005	0,18	0,005
Ferro Total (Fe2 + Fe3)	* 0,90	0,048	0,100	0,005	0,060	0,003	0,080	0,004	0,272	0,015	* 1,22	0,066	* 1,20	0,064	< 0,10		< 0,10		ND		0,100	0,005
Manganês (Mn++)	0,050	0,002	< 0,05		ND		ND		0,005		< 0,05		< 0,05		< 0,05		< 0,05		ND		< 0,01	
Total		0,610		0,564		3,088		2,101		1,775		3,185		2,942		0,057		0,078		3,476		3,397
Alumínio (mg/l Al)															< 0,05		< 0,05					
Arsênio (mg/l As)								< 0,05							< 0,04		< 0,04					
Cádmio (mg/l Cd)													< 0,01		< 0,01		< 0,01					
Chumbo (mg/l Pb)								ND					< 0,05		< 0,05		< 0,05					
Cianeto (mg/l CN)																						
Cobre (mg/l Cu)													< 0,05		< 0,05		< 0,05					
Cromo Total (mg/l Cr)								< 0,005					< 0,05		< 0,05		< 0,05					
Fluoreto (mg/l F)				0,27				0,01		0,05			< 0,10		0,17		0,11		< 0,10			0,07
Fosfato (mg/l PO4 / P)								* 0,08 / 0,03		ND												* 0,12 / 0,04
Mercurio (mg/l Hg)															< 0,002		< 0,002					
Níquel (mg/l Ni)																						
Silica (mg/l Si)		4,00		5,00				9,10		11,10			12,10		7,10		14,20		13,80			
Zinco (mg/l Zn)													0,070		0,120		< 0,01		0,120			
Selênio (mg/l Se)																						
Sólidos Dissolvidos (mg/l)										110,00												
Detergentes (mg/l)															0,01							
Fenóis (mg/l Fn)								* 0,005		ND												
Óleos e Graxas (mg/l)								ND														
D.B.O								0,25														
D.Q.O.						0,65		ND														
O.D.																						
O.C.		5,70		1,70																		
Nitrog. Amônia (mg/l NH3)		< 0,05		< 0,05				* 0,05		* 0,16												
Nitrog. Orgânico (mg/l NH3)		< 0,05								ND												
Coliformes Totais(NMP)				* 13				* 240		ND			* 2		< 2		ND					
Coliformes Fecais(NMP)				< 2				* 17		ND					< 2							
Estreptoc. Fecais(NMP)				* 2				* 12		ND												

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida " in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	NÚMERO DO PONTO																					
	MT-177	MT-72	MT-73	MT-73	MT-73	MT-74	MT-74	MT-74	MT-74	MT-74	MT-78	MT-80										
Local	Fz. Cauaia	Fz. dos Poços	Fz. Gordura			Fz. Jaguará					Fz. Plan. Jaguará	Fz. S.A.C. Grande										
Natureza	Poço Tubular	Nascente	Nascente			Nascente					Poço Tubular	Poço Tubular										
Unidade Aquífera	Sete Lagoas	Sete Lagoas	Sete Lagoas			Sete Lagoas					Sta. Helena	Sete Lagoas										
Cota N.E. (m.N.M.)	652,5	684,9	650,7	650,7	650,7	650,8					627,0	665,4										
Vazão m ³ /h/m(Nasc.m ³ /h)		> 1.500,00	> 2.000,00			> 2.160,00					0,318											
Laboratório	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM	CPRM										
Data	15/09/93	27/10/91	05/12/91	10/09/93	27/06/95	21/10/91	04/09/91	15/09/93	29/06/95	15/09/93	21/10/91											
Temperatura °C ("in loco")		21,0	24,0		24,0		22,0			23,0		22,0										
Turbidez				* 4,80	* 5,0					* 2,0												
Cor				ND	* 5,0					< 5,0												
pH	7,8-	8,2-7,0	7,50-6,80		-7,9	7,3-	7,2-7,0	7,3-		-7,7	6,7-	7,3 - * 6,5										
Condu. Elétrica (uS/cm a 25°C)	434,90-	325,93-270,00	363,26-350,00		-331,33	357,80-	345,90-320,00	318,20-		-395,09	42,40-	386,70-350,00										
Resíduo Seco (180oC)	295,00	186,00	212,00	206,00	199,00	212,00	335,00	213,00	204,00	34,00	224,00											
Dureza Total (mg/l CaCO3)	276,20	162,66	163,91		197,80	178,70	177,37	206,20	167,60	37,80	194,33											
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l										
Bicarbonato (HCO3-)	322,08	5,279	218,23	3,577	223,99	3,671	234,18	3,838	223,26	3,659	231,80	3,799	227,16	3,723	222,04	3,639	221,43	3,629	21,96	0,360	253,15	4,149
Carbonato (CO3=)	ND		ND		ND		ND		ND		ND		ND		ND		ND		ND		ND	
Cloretos (Cl-)	1,50	0,042	ND		1,10	0,031	1,00	0,028	ND		0,98	0,028	4,36	0,123	1,00	0,028	ND		0,50	0,014	ND	
Sulfatos (SO4=)	1,00	0,021	3,50	0,073	0,50	0,010	8,75	0,182	2,10	0,044	1,50	0,031	2,50	0,052	1,40	0,029	2,10	0,044	ND		1,00	0,021
Nitritos (NO2-)	NA		ND		ND		0,010		ND		ND		ND		NA		ND		NA		ND	
Nitratos (NO3-)	NA		0,97	0,016	0,62	0,010	0,37	0,008	0,33	0,005	2,75	0,044	1,86	0,030	NA		0,56	0,009	NA		2,57	0,041
Total		5,342		3,666		3,723		4,057		3,708		3,902		3,928		3,697		3,682		0,374		4,211
Cálcio (Ca++)	107,00	5,339	63,00	3,144	63,50	3,169	68,00	3,393	63,85	3,186	70,00	3,493	69,50	3,468	70,50	3,518	65,48	3,267	5,00	0,250	77,00	3,842
Magnésio (Mg++)	0,45	0,037	1,30	0,107	1,30	0,107	1,22	0,100	1,07	0,088	0,95	0,078	0,93	0,076	0,95	0,078	0,90	0,074	1,50	0,123	0,50	0,041
Sódio (Na+)	0,25	0,011	0,82	0,036	0,70	0,030	0,73	0,032	0,76	0,033	0,39	0,017	0,43	0,019	0,40	0,017	0,44	0,019	0,80	0,035	0,22	0,010
Potássio (K+)	0,10	0,003	0,50	0,013	0,28	0,007	0,28	0,007	0,24	0,006	0,22	0,006	0,22	0,006	0,17	0,004	0,19	0,005	0,31	0,008	0,14	0,004
Ferro Total (Fe2 + Fe3)	0,020	0,001	0,050	0,003	0,130	0,007	0,150	0,012	0,072	0,004	ND		0,030	0,002	< 0,01		0,026	0,001	0,080	0,004	ND	
Manganês (Mn++)	0,010		ND		0,020	0,001	0,030	0,001	0,005		ND		0,010		< 0,01		0,003		0,030	0,001	ND	
Total		5,391		3,302		3,321		3,545		3,317		3,594		3,571		3,618		3,366		0,421		3,897
Alumínio (mg/l Al)									0,03								0,09					
Arsênio (mg/l As)																						
Cádmio (mg/l Cd)			0,001								0,001		0,001									
Chumbo (mg/l Pb)			ND								ND		ND				ND					
Cianeto (mg/l CN)																						
Cobre (mg/l Cu)			0,005								ND		0,003				< 0,003					
Cromo Total (mg/l Cr)			ND								0,005						< 0,005					
Fluoreto (mg/l F)	0,03						< 0,09		0,28							0,05		0,11		ND		
Fosfato (mg/l PO4 / P)	* 0,15 / 0,05						* 0,34 / 0,11		* 0,12 / 0,04							* 0,15 / 0,05		* 0,12 / 0,04		0,06 / 0,02		
Merúrio (mg/l Hg)																						
Níquel (mg/l Ni)													0,005									
Silica (mg/l Si)					5,00				5,94													
Zinco (mg/l Zn)			0,008														0,016					
Selênio (mg/l Se)																						
Sólidos Dissolvidos (mg/l)									195,00								218,00					
Detergentes (mg/l)							< 0,02							0,01								
Fenóis (mg/l Fn)	ND						< 0,006		ND					ND		ND						
Óleos e Graxas (mg/l)																0,50						
D.B.O																						
D.Q.O.					ND																	
O.D.																						
O.C.																						
Nitrog. Amoniacal (mg/l NH3)			ND		* 0,15		< 0,025		0,03		ND						ND					
Nitrog. Orgânico (mg/l NH3)			ND		ND		* 0,08		* 0,03		ND		ND				* 0,07					
Coliformes Totais(NMP)																						
Coliformes Fecais(NMP)																						
Estreptoc. Fecais(NMP)																						

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida " in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	NÚMERO DO PONTO																					
	MT-85		MT-87		MT-87		MT-88		MT-88		MT-88		MT-89		MT-96		MT-96		MT-102		MT-102	
Local			MG-424.km 50				MG-424.km 50						Fz. Bom Jardim		Faz. Palmeirinha						Mocamboeiro	
Natureza			Nascente				Poço Tubular						Poço Tubular		Poço Tubular						Poço Tubular	
Unidade Aquífera			Sete Lagoas				Sta. Helena						Sete Lagoas		Sete Lagoas						Sete Lagoas	
Cota N.E. (m.N.M.)			708,4				728,5						745,3		770,6						670,0	
Vazão m3/h(m(Nasc.m3/h)			690,00				18,462								0,056							
Laboratório	CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		SANEAR		CPRM		CPRM		CPRM	
Data	29/06/95		22/07/91		05/07/95		22/07/91		13/09/93		28/06/95		04/09/91		16/02/84		16/09/93		27/08/91		14/09/93	
Temperatura °C ("in loco")	22,0		21,0		23,0		22,5				24,0		22,0						24,0			
Turbidez	* 2,0				* 3,0						* 2,0				* 55,00		* 15,00				* 1,00	
Cor	< 5,0				< 5,0						< 5,0				* 5,0		* 5,0					
pH	-8,1		7,9-7,2		-7,9		8,2-7,6		* 8,5-		-7,9		7,5-7,6		8,10-		7,5-		7,6-7,2		7,6-	
Condut. Elétrica (uS/cm a 25°C)	-339,45		282,36-300,00		-291,12		327,54-320,00		317,00-		-326,23		359,20-260,00				368,10-		305,97-260,00		279,30-	
Resíduo Seco (180oC)	190,00		176,00		179,00		195,00		201,00		186,00		225,00				216,00		174,00		180,00	
Dureza Total (mg/l CaCO3)	185,80		143,92		167,60		165,81		182,20		183,20		189,51		132,00		191,20		139,75		168,40	
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Bicarbonato (HCO3-)	213,50	3,499	183,12	3,001	186,66	3,059	202,83	3,324	200,86	3,292	195,20	3,199	209,35	3,431	153,72	2,519	231,80	3,799	166,92	2,736	176,95	2,900
Carbonato (CO3=)	ND		ND		ND		ND		6,00		ND		ND		NA		ND		ND		ND	
Cloretos (Cl-)	1,00	0,028	0,99	0,028	ND		0,99	0,028	0,50	0,014	1,00	0,028	1,25	0,035	0,50	0,014	1,00	0,028	0,93	0,026	ND	
Sulfatos (SO4=)	1,00	0,021	0,40	0,008	1,60	0,033	0,30	0,006	ND		ND		2,00	0,042	4,00	0,083	ND		1,00	0,021	1,00	0,021
Nitritos (NO2-)	ND		ND		ND		ND		NA		ND		ND		0,050	0,001	NA		ND		NA	
Nitratos (NO3-)	0,38	0,006	0,97	0,016	0,06	0,001	2,04	0,033	NA		0,45	0,007	0,89	0,014	0,75	0,012	NA		1,15	0,018	NA	
Total		3,554		3,054		3,094		3,392		3,306		3,235		3,522		2,630		3,827		2,801		2,921
Cálcio (Ca++)	60,81	3,034	55,00	2,745	52,53	2,621	65,00	3,244	65,00	3,244	56,24	2,806	74,00	3,693	49,60	2,475	72,00	3,593	53,00	2,645	56,00	2,794
Magnésio (Mg++)	1,10	0,090	1,60	0,132	1,60	0,132	0,85	0,070	0,75	0,062	0,69	0,057	1,15	0,095	2,00	0,164	0,70	0,058	1,80	0,148	1,75	0,144
Sódio (Na+)	0,76	0,033	0,50	0,022	0,53	0,023	0,75	0,033	0,77	0,033	0,88	0,038	0,42	0,018	0,62	0,027	0,21	0,009	0,70	0,030	0,80	0,035
Potássio (K+)	0,50	0,013	0,12	0,003	0,08	0,002	0,16	0,004	0,11	0,003	0,11	0,003	0,25	0,006	0,530	0,014	0,18	0,005	0,16	0,004	0,11	0,003
Ferro Total (Fe2 + Fe3)	0,040	0,002	* 0,32	0,017	0,027	0,001	0,160	0,009	< 0,01		0,044	0,002	ND		* 0,50	0,027	0,190	0,010	0,010			< 0,01
Manganês (Mn++)	< 0,003		0,010		< 0,003		0,010		< 0,01		0,003		0,010		* 1,60	0,058	0,050	0,002	ND			< 0,01
Total		3,173		2,918		2,779		3,359		3,341		2,906		3,812		2,765		3,676		2,827		2,976
Alumínio (mg/l Al)	0,12																					
Arsênio (mg/l As)																						
Cádmio (mg/l Cd)													0,001									
Chumbo (mg/l Pb)													0,02						ND			
Cianeto (mg/l CN)																						
Cobre (mg/l Cu)													0,003						0,007			
Cromo Total (mg/l Cr)	0,005								< 0,005										ND			
Fluoreto (mg/l F)	0,06				0,13				0,04		0,06						0,09				0,01	
Fosfato (mg/l PO4 / P)	* 0,12 / 0,04				* 0,12 / 0,04				* 0,18 / 0,06		* 0,12 / 0,04						* 0,37 / 0,12				* 0,18 / 0,06	
Mercurio (mg/l Hg)																						
Níquel (mg/l Ni)													0,005									
Silica (mg/l Si)	2,88				4,53						3,91											
Zinco (mg/l Zn)	0,009								0,040				0,006				0,006					
Selênio (mg/l Se)																						
Sólidos Dissolvidos (mg/l)	203,00				177,00																	
Detergentes (mg/l)	ND								0,04								ND				ND	
Fenóis (mg/l Fn)					ND				ND													
Óleos e Graxas (mg/l)									ND								ND					
D.B.O																						
D.Q.O.																						
O.D.																						
O.C.															1,90							
Nitrog. Amoniacal (mg/l NH3)	ND				* 0,06										< 0,05				ND			
Nitrog. Orgânico (mg/l NH3)	* 0,09				ND										< 0,05				ND			
Coliformes Totais (NMP)							* 2										* 43		* 2		* 23	
Coliformes Fecais (NMP)							* 2										AUSENTE		* 2		AUSENTE	
Estreptoc. Fecais (NMP)							< 2										AUSENTE		< 2		AUSENTE	

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida "in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	PL-109		PL-114		PL-114		PL-115		PL-117		PL-127		PL-127	
	Fz. Lagoa Funda		Fz. Engenho		Fz. Engenho		Fz. Engenho		Fz. Lagoa Vermelha		Fz. Engenho		Fz. Engenho	
Natureza	Poço Tubular		Nascente		Nascente		Nascente		Poço Tubular		Nascente		Nascente	
Unidade Aquífera	Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas	
Cota N.E. (m.N.M.)	725,6		693,2		693,2		702,7		717,2		655,9		655,9	
Vazão m ³ /h/m(Nasc.m ³ /h)	2,167		270,00		270,00		540,00		33,000		252,00		252,00	
Laboratório	CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM	
Data	09/11/93		18/07/95		29/10/91		03/11/93		04/07/95		03/11/93		04/07/95	
Tempertura °C ("in loco")	22,0		21,0		22,0		22,5		23,0		23,0		22,5	
Turbidez	0,4		* 1,0		* 4,0		* 19,00		* 5,0		* 1,0		* 1,90	
Cor	* 5,0		< 5,0		< 5,0		* 20,00		* 5,0		< 5,0		* 5,0	
pH	7,5-		- 7,65		7,7-6,9		7,4-		- 7,7		7,1-		- 7,6	
Condut. Elétrica (uS/cm a 25°C)	290,00-		- 281,11		334,76-260,00		284,00-		- 318,23		245,00-		- 336,05	
Resíduo Seco (180oC)	166,00		183,00		221,00		183,00		193,00		191,00		203,00	
Dureza Total (mg/l CaCO ₃)	166,00		171,60		168,50		208,00		175,80		202,00		197,00	
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Bicarbonato (HCO ₃ -)	195,20	3,199	170,80	2,799	223,87	3,669	195,20	3,199	185,44	3,039	201,30	3,299	195,20	3,199
Carbonato (CO ₃ =)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cloretos (Cl-)	2,99	0,084	ND	ND	0,80	0,023	ND	ND	ND	ND	ND	0,69	0,019	ND
Sulfatos (SO ₄ =)	1,00	0,021	ND	ND	1,00	0,021	4,00	0,083	4,00	0,083	ND	ND	4,80	0,100
Nitritos (NO ₂ -)	NA	ND	ND	ND	NA	NA	0,001	NA	NA	ND	ND	NA	ND	NA
Nitratos (NO ₃ -)	NA	0,15	0,002	0,002	0,97	0,016	NA	NA	0,30	0,005	NA	0,28	0,005	0,31
Total	3,304		2,801		3,729		3,283		3,128		3,299		3,304	
Cálcio (Ca++)	63,00	3,144	48,24	2,407	65,50	3,268	65,00	3,244	54,48	2,719	69,00	3,443	59,69	2,979
Magnésio (Mg++)	1,65	0,136	1,45	0,119	1,20	0,099	1,20	0,099	1,20	0,099	1,40	0,115	1,13	0,093
Sódio (Na+)	0,41	0,018	0,38	0,017	0,25	0,011	0,36	0,016	0,41	0,018	0,31	0,013	0,28	0,012
Potássio (K+)	0,22	0,006	0,18	0,005	0,23	0,006	0,20	0,005	0,18	0,005	0,22	0,006	0,16	0,004
Ferro Total (Fe ₂ + Fe ₃)	0,050	0,003	0,036	0,002	0,050	0,003	0,120	0,006	0,075	0,040	0,040	0,002	0,077	0,004
Manganês (Mn++)	< 0,01	0,005	0,005	0,005	0,010	0,001	0,030	0,001	0,009	0,010	0,010	0,005	0,005	0,010
Total	3,306		2,550		3,387		3,370		2,880		3,579		3,092	
Alumínio (mg/l Al)							0,12		0,07		0,02			
Arsênio (mg/l As)							< 0,10				< 0,05			
Cádmio (mg/l Cd)							ND		ND		< 0,001			
Chumbo (mg/l Pb)					ND		< 0,02		ND		ND			
Cianeto (mg/l CN)											< 0,01			
Cobre (mg/l Cu)					0,003		< 0,003		< 0,003		0,010			
Cromo Total (mg/l Cr)					ND		0,008		0,005		0,008		< 0,005	
Fluoreto (mg/l F)	0,08		0,05		0,80		0,15		0,21		0,21		0,34	
Fosfato (mg/l PO ₄ / P)	* 0,25 / 0,08		* 0,15 / 0,05				* 0,18 / 0,06		* 0,12 / 0,04		* 0,21 / 0,07		0,06 / 0,02	
Mercúrio (mg/l Hg)													< 0,0002	
Níquel (mg/l Ni)													< 0,005	
Silica (mg/l Si)			3,18						4,08		3,45		1,00	
Zinco (mg/l Zn)													0,020	
Selênio (mg/l Se)														
Sólidos Dissolvidos (mg/l)	133,00								196,00		200,00		178,00	
Detergentes (mg/l)							< 0,01		0,01		0,05		ND	
Fenóis (mg/l Fn)	ND		ND		ND		ND		ND		* 0,002		ND	
Óleos e Graxas (mg/l)									* 1,0		0,30		0,20	
D.B.O														
D.Q.O.													ND	
O.D.														
O.C.														
Nitrog. Amoniacal (mg/l NH ₃)					* 0,35		0,03		ND		ND		* 0,23	
Nitrog. Orgânico (mg/l NH ₃)					* 0,20		* 0,05		* 0,11		* 0,11		* 0,09	
Coliformes Totais (NMP)														
Coliformes Fecais (NMP)														
Estreptoc. Fecais (NMP)														

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida " in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	NÚMERO DO PONTO																			
	PL-129		PL-130		PL-130		PL-130		PL-134		PL-137		PL-137		PL-140		PL-146		PL-146	
Local	Fidalgo-R.F. Dias		Fidalgo-R.Sta Luzia		Fidalgo-R.Sta Luzia		Fidalgo-R.Sta Luzia		CIMINAS		Min. CAUÊ		PL-137		Fz. M. Carlos		Sede-Av.Cemig		PL-146	
Natureza	Poço Tubular		Poço Tubular		Poço Tubular		Poço Tubular		Poço Tubular		Poço Tubular		Poço Tubular		Nascente		Poço Tubular		Poço Tubular	
Unidade Aquifera	Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sete Lagoas		Sta. Helena		Sta. Helena		Cobertura		Indefinido		Indefinido	
Cota N.E. (m.N.M.)	649,1		649,1		649,1		649,1		723,9		723,9		692,6		692,6		742,9		742,9	
Vazão m3/h/m(Nasc.m3/h)	5,000		29,644		29,644		29,644		0,400		6,000		6,000		4,00		4,00		4,00	
Laboratório	CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM		SANEAR		CPRM		CPRM		CPRM		CPRM	
Data	25/11/93		21/10/91		28/11/93		04/07/95		10/11/93		14/10/82		22/07/91		03/09/91		22/07/91		09/11/93	
Tempertura °C ("in loco")	23,0		23,0		23,0		23,5		23,5		23,0		23,0		21,5		22,0		23,0	
Turbidez			0,5		0,2		* 4,0		* 1,30		0,5									
Cor					* 5,0		< 5,0		2,5											
pH			7,5-7,2		7,6-		- 7,9		7,3-		8,20-		6,9-7,0		* 5,2 - *5,2		6,8 - 6,0		6,4 -	
Condut. Elétrica (uS/cm a 25°C)	151,00-		380,90-340,00		322,00-		- 411,8		286,00-				338,83-320,00		8,30-9,00		83,58-		103,00-	
Resíduo Seco (180oC)	142,00		222,00		219,00		222,00		156,00				215,00		25,00		96,00		101,00	
Dureza Total (mg/l CaCO3)	78,40		193,01		200,20		204,20		158,20		178,00		174,89		2,66		32,37		45,20	
Unidades	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Bicarbonato (HCO3-)	79,30	1,300	247,05	4,049	201,30	3,299	213,50	3,499	179,95	2,949	211,06	3,459	197,03	3,229	5,33	0,087	50,99	0,836	64,05	1,050
Carbonato (CO3=)	ND		ND		ND		ND		ND		NA		ND		ND		ND		ND	
Cloretos (Cl-)	4,49	0,127	0,98	0,028	ND		ND		ND		1,00	0,028	0,99	0,028	0,21	0,006	0,88	0,025	ND	
Sulfatos (SO4=)	ND		1,00	0,021	2,00	0,042	1,00	0,021	ND		2,00	0,042	6,40	0,133	1,00	0,021	3,80	0,079	ND	
Nitritos (NO2-)	NA		ND		NA		0,003		NA		ND		ND		ND		ND		NA	
Nitratos (NO3-)	NA		4,25	0,068	1,68	0,027	0,46	0,007	NA		3,54	0,057	5,05	0,081	0,71	0,011	0,18	0,003	NA	
Total		1,426		4,166		3,368		3,527		2,949		3,586		3,471		0,125		0,943		1,050
Cálcio (Ca++)	24,00	1,198	74,00	3,693	70,00	3,493	62,08	3,098	57,00	2,844	65,60	3,273	66,00	3,293	0,90	0,045	9,50	0,474	12,50	0,624
Magnésio (Mg++)	3,10	0,255	2,00	0,164	1,90	0,156	1,62	0,133	1,30	0,107	3,50	0,288	2,45	0,201	0,10	0,008	2,10	0,173	3,00	0,247
Sódio (Na+)	1,40	0,061	0,07	0,003	0,75	0,033	0,82	0,036	0,26	0,011	NA		0,50	0,022	1,04	0,045	4,05	0,176	5,60	0,244
Potássio (K+)	5,50	0,141	0,27	0,007	0,24	0,006	0,26	0,007	0,16	0,004	NA		0,36	0,009	0,10	0,003	0,88	0,023	1,38	0,035
Ferro Total (Fe2 + Fe3)	* 1,04	0,056	ND		ND		0,021		* 0,50	0,027	0,100	0,005	0,030	0,002	ND		* 2,00	0,108	0,070	0,004
Manganês (Mn++)	0,090	0,003	ND		< 0,01		ND		0,010		< 0,05		ND		ND		0,020	0,001	ND	
Total		1,713		3,867		3,688		3,273		2,994		3,566		3,528		0,101		0,954		1,153
Alumínio (mg/l Al)																				
Arsênio (mg/l As)				< 0,05																
Cádmio (mg/l Cd)				< 0,001																
Chumbo (mg/l Pb)				ND																
Cianeto (mg/l CN)																				
Cobre (mg/l Cu)				< 0,003																
Cromo Total (mg/l Cr)																				0,005
Fluoreto (mg/l F)		0,10				0,21		0,25		0,09										0,08
Fostato (mg/l PO4 / P)		* 0,18 / 0,06		< 0,06 /		* 0,37 / 0,12		* 0,16 / 0,06		* 0,21 / 0,07										* 0,40 / 0,13
Mercurio (mg/l Hg)		< 0,0002		0,000																
Níquel (mg/l Ni)																				
Silica (mg/l Si)								5,10												
Zinco (mg/l Zn)				0,013																0,008
Selênio (mg/l Se)				< 0,01																
Sólidos Dissolvidos (mg/l)								221,00												
Detergentes (mg/l)		* 0,2		0,02			ND			ND										ND
Fenóis (mg/l Fn)		ND		ND		ND		ND		ND										ND
Óleos e Graxas (mg/l)		ND		* 2,0																
D.B.O																				
D.Q.O.				ND																
O.D.																				
O.C.												0,90								
Nitrog. Amoniacal (mg/l NH3)				ND				0,02				< 0,05								
Nitrog. Orgânico (mg/l NH3)								* 0,03				< 0,05								
Coliformes Totais (NMP)				* 13				ND					< 2							* 21
Coliformes Fecais (NMP)				* 2				ND					< 2							AUSENTES
Estreptoc. Fecais (NMP)				* 2				ND					< 2							AUSENTES

OBS.: a) 1 - 2: 1 - Medida em laboratório; 2 - Medida " in loco"; b) * = Fora dos padrões de potabilidade; c) ND = Não Detectado; NA = Não Analisado.

ANEXO IV

Documentação Fotográfica



Foto 1 - Vista parcial de uma depressão cárstica (Planície de Mocambeiro), próximo ao Haras Saara. Em primeiro plano, uma dolina de dissolução menor, inserida dentro de outra dolina maior. Detalhe para sua utilização como área de plantio de pastagens. Em segundo plano, paredão.



Foto 2 - Mesmo local da fotografia anterior, mostrando um detalhe da dolina menor, a qual funciona como fonte de água para irrigação nas épocas de seca, e também pesca de substância.



Foto 3 - Ressurgência de águas cársticas - Fazenda do Haras Ventura, bacia do córrego da Gordura, vazão estimada em 1m³/s.



Foto 4 - Vista parcial de área de deposição de rejeitos de mineração de calcário. Note-se em primeiro plano, a ocorrência de dolina e mais ao fundo, pilha de rejeito que avança os terros cársticos, além da poluição através de emissão de finos particulares atmosféricos, depositados sobre a vegetação.

**ZONEAMENTO GEOTÉCNICO E APTIDÃO
DOS TERRENOS**

Jayme Álvaro de Lima Cabral

Um hipotético viajante espacial que examinasse nosso planeta, a partir de uma órbita não muito distante, logo descobriria que existe uma civilização tecnológica na Terra.

As luzes das cidades, as emissões inequívocas de ondas de rádio e televisão, o padrão regular das plantações são sinais claros de vida racional. Ao aprofundar suas observações, ele notaria também que alguma coisa fundamentalmente errada está ocorrendo na superfície do planeta. Os organismos inteligentes dominantes na Terra estão destruindo suas principais fontes de vida. A camada de ozônio, as florestas tropicais e o solo fértil estão sob constante ataque. Provavelmente, a essa altura, o visitante espacial faria uma revisão da sua análise inicial e concluiria que não há vida inteligente na Terra.

Carl Sagan

Ficha Catalográfica

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS
RENOVÁVEIS - IBAMA

Zoneamento geotécnico e aptidão dos terrenos; organizado por Jaime Álvaro de L. Cabral. – Belo Horizonte: IBAMA/CPRM, 1998.

41p.: mapas e anexos, (Série APA Carste de Lagoa Santa - MG).

Conteúdo: V.1. Meio físico – V.2. Meio biótico - V.3. Patrimônio espeleológico, histórico e cultural – V.4. Sócio-economia.

1. APA de Lagoa Santa - MG - 2. Meio ambiente. 3 - Geotecnia I - Título. II - Cabral Jaime A. de L.

CDU 577-4

Direitos desta edição: CPRM/IBAMA

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte.

1 - INTRODUÇÃO

O Projeto APA Carste de Lagoa Santa faz parte do Programa de Informações para Gestão Territorial-GATE, implantado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM, com o objetivo de produzir, organizar e processar dados e informações sobre o meio físico, para subsidiar decisões de administradores e planejadores quanto à melhor forma de uso e ocupação dos terrenos.

Dentro dessa ótica, o estudo do solo através da Cartografia Geotécnica constitui um importante e eficiente instrumento na elaboração desse planejamento, definindo as principais características geológico-geotécnicas, áreas de risco e a vocação de uso das diferentes regiões cartografadas.

Esse Projeto resultou de convênio celebrado entre a CPRM e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis-IBAMA, em julho de 1995, visando ao zoneamento multidisciplinar da Área de Preservação Ambiental-APA, criada pelo Decreto 98.881 de 25 de janeiro de 1990, abrangendo parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo,

Matozinhos e Funilândia, no Estado de Minas Gerais.

De acordo com os termos do Decreto, a criação da APA Carste Lagoa Santa visa “garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional, tendo por objetivo proteger e preservar cavernas e demais formações cársticas, sítios arqueo-paleontológicos, a cobertura vegetal e a fauna silvestre...”

Dispõe ainda sobre medidas de restrições e controle das atividades industriais poluidoras, abertura de canais, atividades minerárias, realização de obras de terraplanagem, implantação de sistemas viários, projetos de assentamento urbano, construções civis de porte e disposição de resíduos sólidos urbanos, sempre que essas atividades colocarem em risco o ecossistema da região.

O Projeto foi conduzido pela Superintendência Regional da CPRM de Belo Horizonte, por uma equipe multidisciplinar composta por técnicos da própria CPRM, da Fundação BIODIVERSITAS, do Museu de História Natural da UFMG e do Centro Tecnológico de Minas Gerais-CETEC.

2 - OBJETIVO

O levantamento geotécnico da Área de Preservação Ambiental Carste de Lagoa Santa objetiva obter informações sobre as principais características do meio físico, constituindo um suporte técnico de fundamental importância para elaboração de projetos de gestão territorial e ambiental.

Visa atender aos termos dos Artigos 2º, 5º, 6º, 7º e 8º do Decreto 98 881, de 25 de janeiro de

1990, no que tange a execução de grandes escavações, implantação de obras viárias, assentamento urbano e disposição de rejeitos sólidos urbanos, atividades capazes de provocar a erosão acelerada de terrenos, abatimentos ou deslizamentos dos solos, assoreamento e poluição de drenagens superficiais e subterrâneas.

3 - ÁREA DE TRABALHO

A Área de Preservação Ambiental - APA Carste de Lagoa Santa apresenta uma superfície de aproximadamente 35600 hectares, abrangendo parte dos municípios de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo, Matozinhos, Confins e Funilândia, do Estado de Minas Gerais. (Figura 01), com limites definidos pelo Artigo 3º do Decreto 98 881 de 25 de janeiro de 1990.

A região abrange parte das áreas urbanas de Lagoa Santa, Pedro Leopoldo e Matozinhos e Confins e as sedes dos distritos de Mocamboeiro, Fidalgo e Lapinha.

Seu limite sul dista aproximadamente 18km de Belo Horizonte.

É servida pelas rodovias estaduais MG 424 e MG-010 e por ramal ferroviário da RFFSA. Os municípios de Lagoa Santa e Confins abrigam o Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins).

Sua hidrografia é relativamente pobre, destacando-se o rio das Velhas e o seu tributário ribeirão da Mata. A área apresenta inúmeras lagoas distribuídas principalmente pela região cárstica, destacando-se a Lagoa do Sumidouro, Lapinha e Vargem de Fora.

O regime pluviométrico da área é caracterizado pela ocorrência de seis meses chuvosos e seis meses de estiagem, com uma precipitação média anual em torno de 1300mm. A temperatura média anual oscila em torno de 28,6°C.

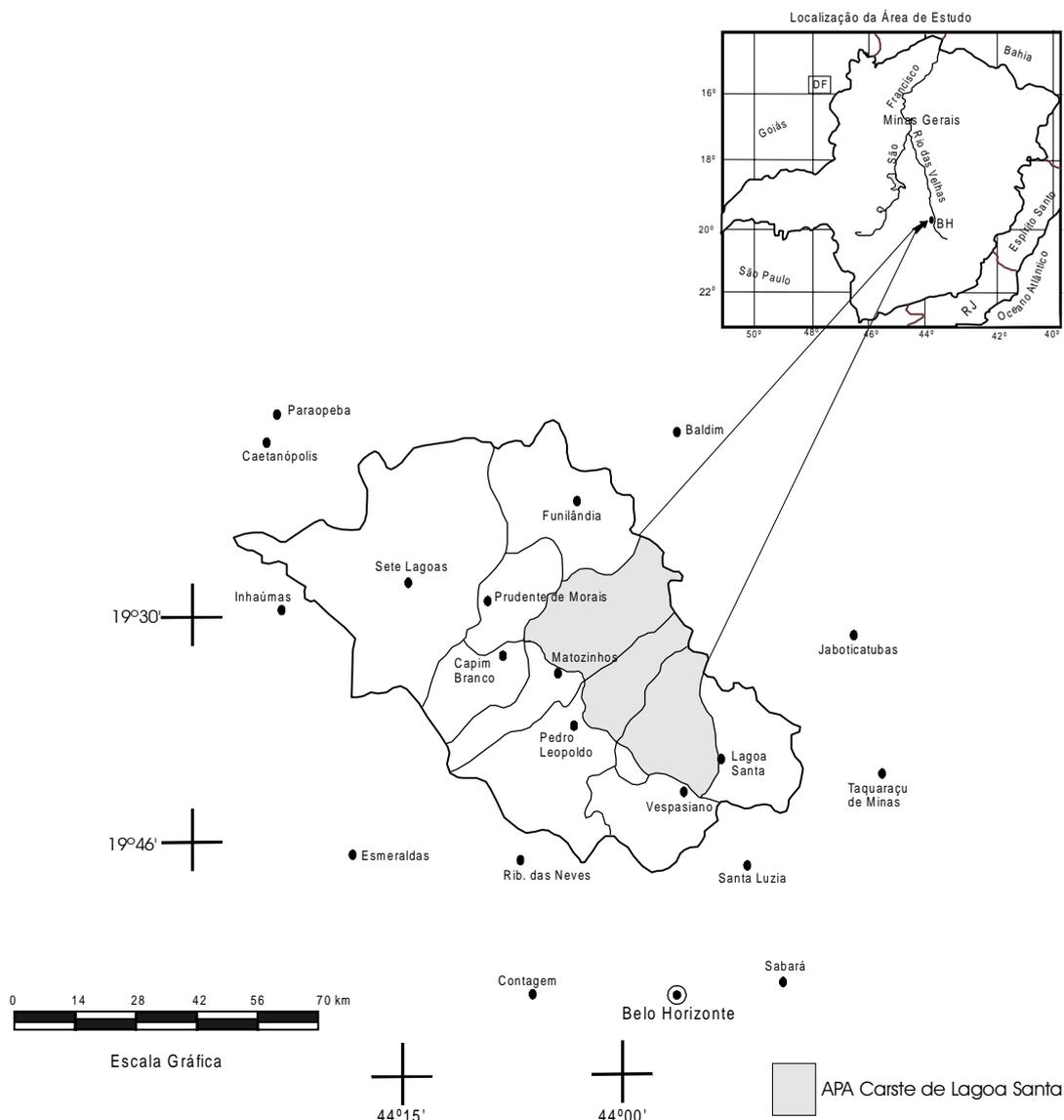


Figura 01- Abrangência da Área de Preservação Ambiental Carste de Lagoa Santa.

4 - SÍNTESE METODOLÓGICA

A sistemática utilizada para a obtenção do zoneamento geotécnico da Área de Preservação Ambiental Carste de Lagoa Santa e, conseqüentemente, a análise da aptidão ao uso de seus terrenos constou, inicialmente, de um rigoroso cadastramento das informações geológicas e geotécnicas disponíveis, incluindo as cartas temáticas de Caracterização Geológica (Tuller et al., 1995), Uso da Terra e Caracterização Pedogeomorfológica (CETEC, 1992), resultantes de levantamentos realizados pela CPRM, no período 1992-1995, na faixa Sete Lagoas - Lagoa Santa (Projeto VIDA).

Os parâmetros geotécnicos dos solos foram obtidos em trabalhos realizados pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de Minas Gerais (DER/MG), Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER), Rede Ferroviária Federal SA (RFSA), Comissão de Coordenação de Projetos do Aeroporto de Belo Horizonte (COPAER) e amostragens e ensaios realizados pela CPRM, durante a execução do Projeto VIDA.

A etapa posterior envolveu a compilação e preparação das cartas temáticas, utilizando a base digitalizada disponível. Essas cartas e alguns produtos finais, conforme abaixo relacionados, encontram-se à disposição dos interessados na Superintendência Regional da CPRM, em Belo Horizonte.

- Carta de Declividade, escala 1:50 000;

- Carta do Substrato Rochoso, escala 1:50 000;
- Carta das Formações Superficiais, escala 1:50 000;
- Carta Hipsométrica, escala 1:50 000;
- Carta de Caracterização Geomorfológica, escala 1:50 000.
- Carta de Caracterização Pedológica, escala 1:50 000;
- Carta do Uso da Terra, escala 1:50 000;
- Carta de Documentação, escala 1:50 000;
- Carta de Aptidão ao Assentamento Urbano, escala 1:50 000;
- Carta de Aptidão para Obras Viárias, escala 1:50 000.

Da integração das informações geotécnicas cadastradas e das cartas temáticas, associada a trabalhos de fotointerpretação seletiva, foi gerada a Carta Geotécnica de Zoneamento, escala 1:50 000, que acompanha o presente documento.

Para cada zona ou subzona geotécnica identificada, o texto dispõe de informações e recomendações direcionadas a mostrar aos planejadores as principais características do meio físico a serem consideradas na elaboração dos planos e projetos de parcelamento dos solos para fins de assentamento urbano, implantação de obras viárias e disposição de rejeitos sólidos urbanos.

5 - DOMÍNIOS GEOLÓGICOS

De acordo com o levantamento geológico realizado por Tuller et al. (1993) para o Projeto VIDA (CPRM) abrangendo a região da APA, as rochas mais antigas são representadas por gnaisses associados a migmatitos.

Do ponto de vista geotécnico, são rochas maciças e compactas de alta resistência, denominadas nos trabalhos de zoneamento geotécnico por Complexo Cristalino.

Sobrepondo-se aos litótipos desse Complexo, ocorrem rochas carbonáticas, maciças ou laminadas, de composições granulométrica e mineralógica diferenciadas. Essa seqüência de calcários atribuída ao Proterozóico superior, pertence ao Grupo Bambuí, Formação Sete Lagoas e, nos levantamentos geotécnicos, foi denominada Complexo Calcário.

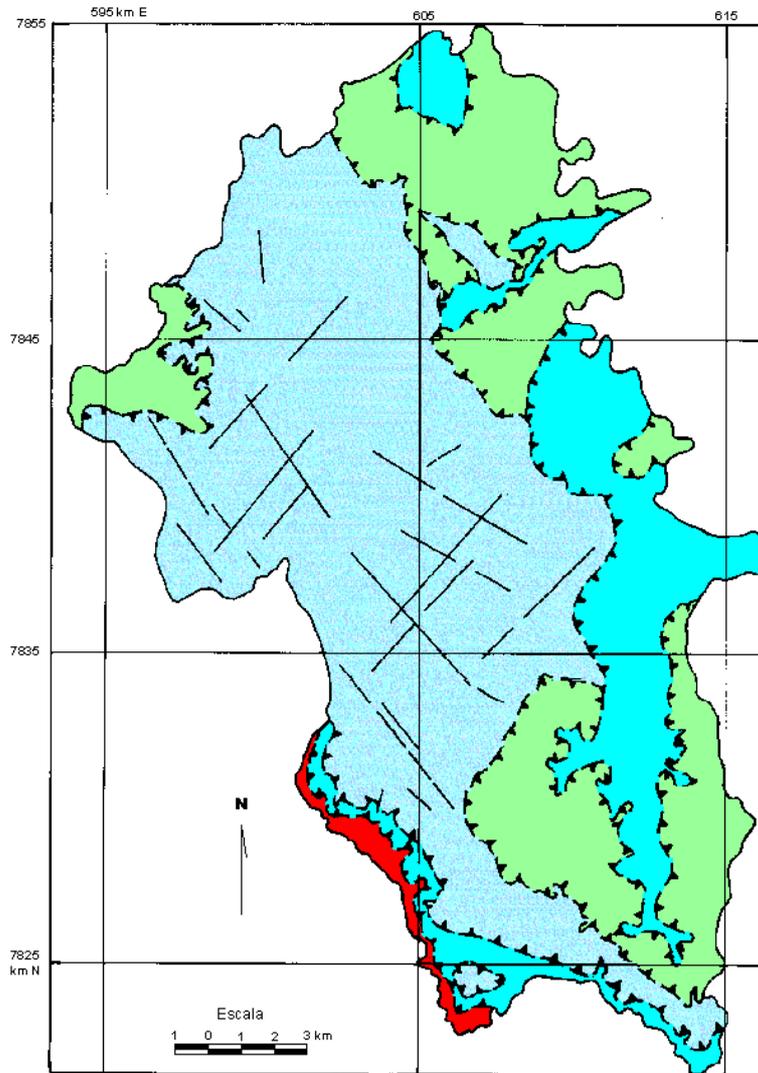
Os calcários são subdivididos em duas seqüências: uma basal, denominada Membro Pedro Leopoldo, composta por calcários finos, de tonalidade branca a cinza-clara, laminados e algumas vezes marmorizados, classificados como calcissiltitos. O pacote superior, designado

como Membro Lagoa Santa, constituído por calcários mais grosseiros, tonalidade escura a negra, classificados como calcarenitos.

O terceiro conjunto de rochas é atribuído ao Proterozóico superior, Grupo Bambuí, Formação Santa Helena, compreendendo uma seqüência de rochas metapelíticas, representada por siltitos de tonalidade cinza, estratificação plano-paralela, com abundantes venulações de quartzo e, mais raramente, argilitos esverdeados. Nos trabalhos de zoneamento geotécnico, essas rochas compõem o Complexo Metapelítico.

A [figura 02](#) mostra a distribuição espacial desses domínios do substrato rochoso, em uma abstração dos solos residuais e das Formações Superficiais.

O Domínio das Formações Superficiais envolve depósitos terciários resultantes de ciclos de aplainamento e dissecação, representado predominantemente por sedimentos coluvionares e sedimentos quaternários de origem fluvial.



**Super-Grupo São Francisco - Grupo Bambuí
Pré-Cambriano - Proterozóico Superior**

- Formação Santa Helena.
Sequência metapelítica, representada por metassiltitos cinza.
- Formação Sete Lagoas - Membro Lagoa Santa.
Sequência carbonática representada por calcários grosseiros (calcarenitos)
- Formação Sete Lagoas - Membro Pedro Leopoldo.
Sequência carbonática representada por calcários finos (calcissiltitos).

Pré-Cambriano - Arqueano

- (Agngr) - Complexo Gnáissico-Migmatítico Indiviso.
Complexo de rochas gnáissicas e migmatíticas.

CONVENÇÕES

- Descontinuidades lineares
- Empurrão de baixo ângulo

Figura 02 - Mapa do Substrato Rochoso da Área de preservação Ambiental Carste de Lagoa Santa.

6 - RESTRIÇÕES DO MEIO FÍSICO AO USO E OCUPAÇÃO DOS TERRENOS

O conceito de risco geológico de uma área envolve todo processo, situação ou ocorrência, natural ou induzida, relacionados ao meio físico e que possam resultar em danos econômicos ou sociais.

Esse conceito está intimamente associado ao tipo de uso dos terrenos e de suas características de relevo, tipo de solo e rocha, cobertura vegetal e recursos hídricos de superfície e subsuperfície.

Na APA Carste de Lagoa Santa, merecem análise os processos de erosão acelerada, movimentação de massas, abatimentos de terrenos, vulnerabilidade a poluição do aquífero cárstico e declividade dos terrenos.

Erosão Acelerada

A erosão acelerada difere da erosão natural por tratar-se de um processo rápido de destruição do solo. A remoção da camada superficial de solo pela ação do escoamento difuso é conhecida como erosão laminar. Esse tipo de erosão abre caminho para a instalação de sulcos no terreno e a remoção de material que irá provocar o assoreamento de vales e a turbidez das águas dos mananciais.

Os solos que sofreram intensa erosão laminar ou os desprotegidos que compõem as encostas de maior declividade, estão sujeitos a um tipo de erosão vertical, resultante do escoamento superficial concentrado, dando origem às regueiras que se apresentam como canais pouco profundos formados a partir de qualquer incisão no terreno.

Quando esses sulcos interceptam o lençol freático, evoluem em direção às cabeceiras, com o desmoronamento das bordas da incisão, passando a constituir as voçorocas ([Fotos 01, 02 e 03](#)), que representam a manifestação mais grave da erosão acelerada.

Na evolução das voçorocas, podem ocorrer grandes deslocamentos de massa gerando conseqüências danosas, tais como assoreamento de mananciais, destruição de leitos de estradas e de construções urbanas e redução de áreas agricultáveis.

Sua instalação pode ser evitada pela conservação da cobertura vegetal nativa e pela ocupação racional das áreas com alta susceptibilidade à erosão pelo uso que impeça a abertura de incisões em terrenos inclinados ou a concentração das drenagens naturais em solos desprotegidos.

A atenuação ou mesmo estabilização dos efeitos dessa erosão ocorre com a preservação ou reposição de uma cobertura vegetal adequada com a instalação de sistemas de drenagem.

A incidência dos efeitos da erosão acelerada na APA pode ser observada, principalmente, nos seguintes locais:

- Região de relevo montanhoso ao norte da cidade de Lagoa Santa, nas proximidades do bairro Santa Helena, em encostas que constituem as cabeceiras dos córregos Poço Verde e Capão da Onça;
- Local denominado Jenipapo, cabeceiras do córrego de mesmo nome;
- Região de relevo montanhoso ao norte da Quinta do Sumidouro;
- Cabeceiras e vertentes do vale do córrego Água Doce;
- Elevações que constituem as cabeceiras do córrego do Rocha, ao norte da área;
- Vertentes de alta declividade das planícies fluviais dos córregos do Bálsamo, terrenos da Quintas da Fazendinha e parte dos terrenos que compõem a fazenda Bom Jardim;
- Elevações de alta declividade que margeiam a MG-424.

Movimentação de massas

São movimentos originados pela infiltração acentuada de águas pluviais, provocando o aumento do grau de saturação dos solos, e geralmente, seu deslocamento encosta abaixo ([Foto 04](#)).

Esses movimentos podem ser lentos (reptação) ou bruscos (escorregamentos), tendo, geralmente, sua origem ligada a ações antrópicas que alteram o sentido das drenagens naturais ou retiram, por escavações, as bases de sustentação de terrenos inclinados.

Suas conseqüências são bastante semelhantes aos da erosão acelerada, podendo, em alguns casos, atingir proporções catastróficas.

Esses deslocamentos de terra, embora atualmente estabilizados, podem ser observados no seguintes locais:

- Nas vertentes acidentadas ao norte do bairro Santa Helena, próximo da cidade de Lagoa Santa;
- Nas encostas íngremes do vale do Córrego Água Doce;
- Nas encostas das elevações do loteamento Quintas da Fazendinha e suas imediações;
- Nas vertentes íngremes que constituem margens do rio das Velhas ao norte da sede da fazenda Barão de Drummond.

Abatimento dos terrenos

Devido à grande solubilidade das rochas calcárias, formam-se vazios de dimensões variadas, nos quais se desenvolve o sistema de drenagem subterrânea das regiões cársticas. Esse labirinto de cavidades e dutos no interior dos maciços calcários tornam o substrato rochoso e os terrenos a ele soto-postos bastantes instáveis, potencialmente favoráveis a ocorrência de abatimentos ou colapsos.

Embora os abatimentos possam ocorrer naturalmente, os induzidos por atividades antrópicas costumam assumir maior importância, por sua proximidade a centros urbanos e regiões industriais.

A maioria dos abatimentos induzidos resultam da migração de solos residuais ou outros materiais inconsolidados pelas cavidades do substrato rochoso. A expressão superficial dessas cavidades apresentam geralmente forma circular, configuração que pode ser modificada pela variação de competência dos materiais inconsolidados de superfície.

Em função das dimensões e localização desses colapsos, esse processo pode trazer danos irreversíveis às comunidades urbanas, às áreas industriais e às obras de engenharia em geral.

A incidência de abatimentos naturais pode ser percebida em praticamente todos os terrenos de origem cárstica, destacando-se por sua concentração e dimensões os que ocorrem nos seguintes locais: Poções, Faustina, Caieiras, Fazenda Cauaia, Borges, Varginha, Estância Girassol, Caetano, Cerca Grande, Arruda, Cocha D'água, Gorgozinho e Fazenda Harmonia.

Abatimentos induzidos geralmente acontecem nas proximidades de áreas urbanas ou zonas rurais onde ocorrem concentração de poços tubulares para água ou escavações profundas.

Vulnerabilidade à poluição dos aquíferos cársticos

Os terrenos cársticos são geralmente frágeis, proporcionando um meio físico muito vulnerável à poluição. Pelo fato de os dutos subterrâneos não possuírem elementos de filtração, como ocorre nos aquíferos granulares, a água infiltrada geralmente apresenta escoamento turbulento capaz de transportar, por grandes distâncias, os elementos poluidores.

No estudo dos terrenos cársticos, as áreas foram classificadas de acordo com seu grau de vulnerabilidade a poluição (Figura 03), em:

- Áreas de muito alta vulnerabilidade, constituídas por terrenos com extensos maciços de rochas calcárias, altamente fraturados, gerando alta permeabilidade secundária ou possuindo solos residuais de muito pouca espessura;
- Áreas de alta vulnerabilidade, compostas por solos residuais de calcário, geralmente de pequena espessura, com abundantes depressões cársticas (dolinas, uvalas) e esparsas exposições rochosas de grande extensão;
- Áreas com vulnerabilidade moderada, compostas por solos residuais de maior espessura ou por depósitos de formações superficiais;
- Áreas de vulnerabilidade desprezível, onde as rochas calcárias encontram-se a grandes profundidades protegidas por camadas impermeáveis.

Declividade dos terrenos

Na análise de uma região visando a sua ocupação, o grau de declividade de seus terrenos é considerado como o atributo fundamental. Esse atributo mede o maior percentual de inclinação de uma superfície de terreno em relação a um plano horizontal.

Em função do uso ou do tipo de ocupação que se deseja analisar, definem-se limites ou

classes de declividade, estabelecendo-se zonas ou parcelas de terreno, dentro dos limites de declividade. O [quadro 01](#) exibe, a título de ilustração, o grau de tolerância das diversas classes de declividade, em função de variados tipos de ocupação.

As classes de declividade utilizadas no zoneamento geotécnico são mostradas no [quadro 02](#), com uma correlação sucinta relativa a algumas características do terreno.

Classes de declividade (%)

Usos ou atividades	0-3	3-10	10-20	20-45	>45
Áreas de lazer					100
Usos urbanos gerais					
Rodovias					
Operações c/maq. pesadas					54
Autopistas					
Aeroportos					
Ferrovias					

Quadro 01- Grau de tolerância da declividade dos terrenos para algumas ocupações.

Classe	Declividade %	Classificação	Características do terreno
a	0-3	muito baixa	Terrenos planos, com escoamento superficial lento. Não há problemas para uso de maquinário agrícola, Erosão hídrica desprezível.
b	3-10	baixa	Terrenos planos com escoamento superficial lento ou médio. Não há limitação para uso de maquinários agrícolas. Erosão hídrica desprezível.
c	10-20	moderada	Áreas com relevo fortemente ondulado a montanhoso. Escoamento superficial rápido. Problemas para utilização de maquinários agrícolas. Erosão hídrica em função da susceptibilidade do solo.
d	20-45	alta	Terrenos montanhosos susceptíveis a erosão. Escoamento superficial muito rápido e torrencial.
e	>45	muito alta	Terrenos escarpados, sujeitos a leis específicas.

Quadro 02- Classes de declividade e sua correlação com as características dos terrenos.

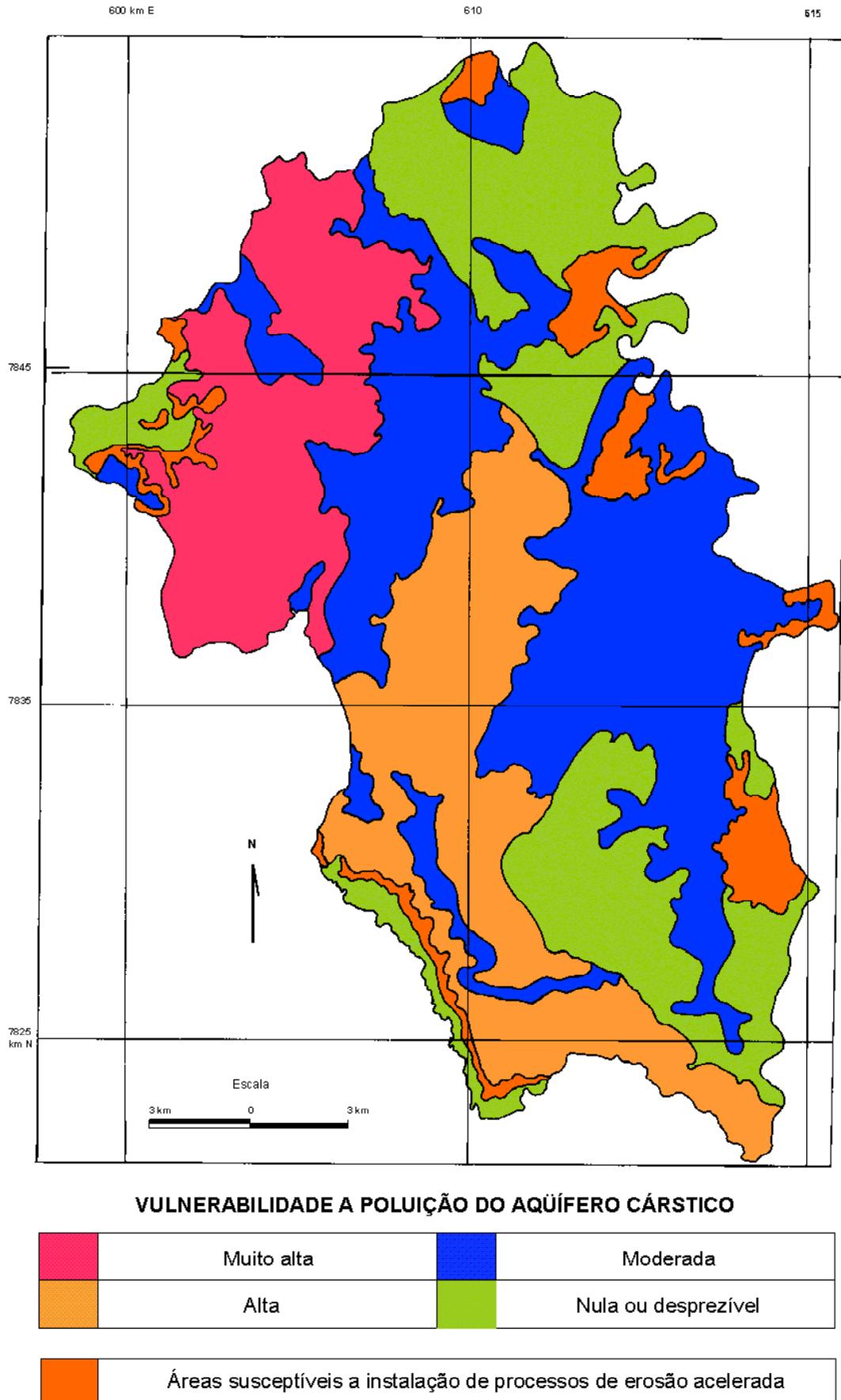


Figura 03 - Restrições ambientais a ocupação (Vulnerabilidade e erosão acelerada).

7 - ZONAS GEOTÉCNICAS - PRINCIPAIS RESTRIÇÕES AO USO E À OCUPAÇÃO

As zonas geotécnicas constituem faixas de terreno com características peculiares, que se traduzem em condicionamentos favoráveis ou desfavoráveis à utilização desse meio físico para finalidades diversas.

Na região compreendida pela APA foram individualizadas, conforme [quadro 03](#), quatro zonas geotécnicas, a maioria encerrando subzonas de acordo com as variações de suas características morfo-lito-geotécnicas e de seu potencial de risco geológico, conforme percentuais e áreas de definição apresentados respectivamente, pelas [figuras 04 e 16](#).

Zona 1

Compreende o conjunto de terrenos sustentados por rochas do Complexo Cristalino, representado por gnaisses e migmatitos.

Possui relevo montanhoso com vertentes côncavas de alta declividade, direcionadas para a planície do Ribeirão da Mata. Seus solos residuais apresentam textura silte-areno-argilosa ([Figura 05](#)), exibindo coloração vermelha, rósea e amarela. Nos poços tubulares para água, a espessura do inconsolidado,

Zona	Subzona	Domínio geológico
1	-	Complexo Cristalino
2	2a.1, 2a.2 2b.1, 2b.2	Complexo Calcário
3	3a, 3b	Complexo Metapelítico
4	4a, 4a.1 4a.2, 4a.3	Complexo das Formações Superficiais

Quadro 03 - Nomenclatura das zonas e subzonas e sua relação com os domínios geológicos.

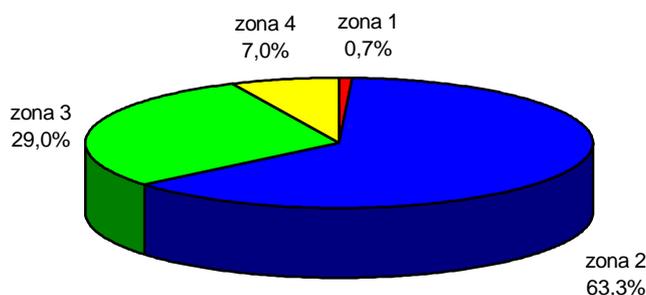


Figura 04 - Percentuais de ocupação das zonas geotécnicas.

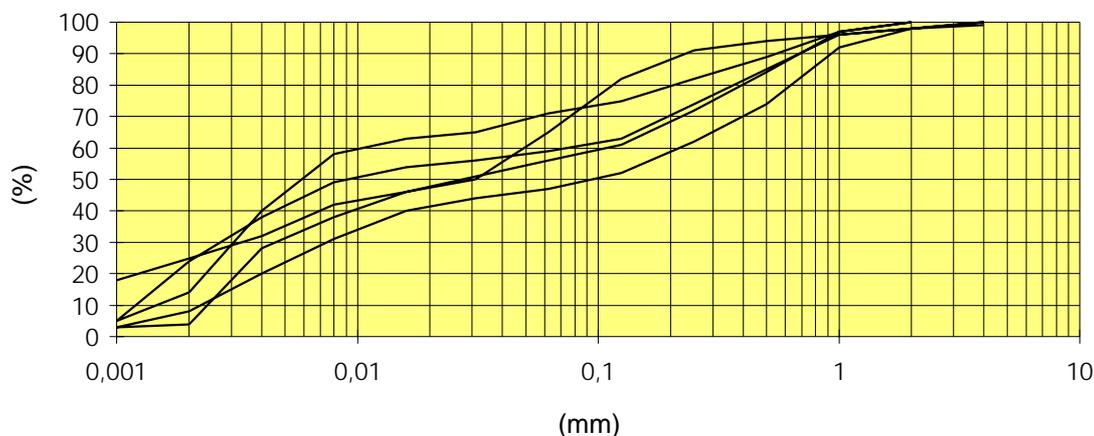


Figura 05 - Curvas granulométricas de solos residuais de gnaisses e migmatitos.

envolvendo o material saprolizado, atinge até 17m (Figura 06).

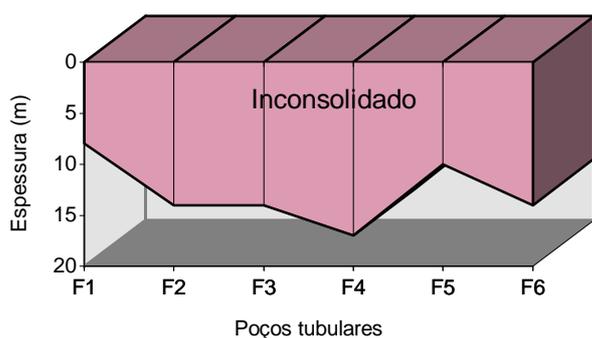
Possuem alta a muito alta susceptibilidade a erosão acelerada e moderada propensão a ocorrência de movimentos de massa. Apresentam horizonte B do tipo Podzólico Vermelho Amarelo, geralmente de baixa coesão.

A ocorrência dessa zona é bastante limitada, constituindo apenas 0,7% da superfície total, se restringindo a uma estreita faixa de terrenos que margeia trechos da rodovia MG-424, no sudoeste da área.

O quadro 04 fornece suas principais características morfo-lito-geotécnicas, restrições ambientais ao uso e seu potencial em recursos minerais.

Restrições ao uso dos terrenos da zona 1

- Ocupa estreita faixa de terrenos situados em vertentes com declividades elevadas;
- Possui solos de moderada espessura e de baixa coesão.
- Apresenta alta susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada, especialmente, voçoracamento;



- F1- Via Expressa Norte-Sul - Lagoa Santa
- F2- Sicon Ltda - Dr. Lund - Pedro Leopoldo
- F3- Fazenda Renosca - Pedro Leopoldo
- F4- Fazenda Jatobá - Pedro Leopoldo
- F5- Brejão Agropecuário - Vespasiano
- F6- C.D. Maravilha - Vespasiano

Figura 06 - Espessura das camadas inconsolidadas - zona 1.

Domínio: Complexo gnáissico-migmatítico indiviso

Zona: 1

ZONA		1
CARACTERÍSTICAS		
RELEVO E COBERTURA VEGETAL		
Tipo de Relevo	Montanhoso.	
Geoforma predominante	Vertentes côncavas.	
Declividade	Moderada a alta (20% à 45%).	
Proteção Vegetal	Pastagens.	
SUBSTRATO ROCHOSO		
Posição Estratigráfica	Pré-cambriano, Arqueano. Complexo gnáissico-migmatítico indiviso.	
Constituição Litológica	Gnaisses à hornblenda, biotita-gnaisses e migmatitos.	
Grau de fraturamento	Médio a alto.	
Intemperismo	Alto (W iv)	
Exposição rochosa	Raras, geralmente artificiais.	
SOLOS RESIDUAIS		
Coloração	Vermelho, rósea e amarelada.	
Textura	Silte-areno-argilosa	
Espessura média	Moderada (<10m).	
Plasticidade	Moderada (Classe 3).	
Compressibilidade	Baixa.	
Porosidade	Alta a média (35% a 50%)	
Permeabilidade	Moderada à baixa (10^{-4} a 10^{-7} cm/seg.)	
Consistência (SPT)	Até 2m, mole. Abaixo rija a muito rija.	
Capac. de troca de cátions (CTC)	Geralmente baixa (<5 meq/100g de solo)	
Tipo de horizonte B	Podzólico Vermelho Amarelo.	
Classe (Unificada)	CL/SC	
RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO USO		
Vulnerabilidade a poluição do carste	Nula a desprezível.	
Susceptibilidade a erosão	Alta a muito alta.	
Propensão a movimento de massas	Moderada.	
Propensão a abatimento	Baixa a nula.	
RECURSOS MINERAIS		
Exploração de bens minerais	Inexistente	

Quadro 04 - Características do meio físico e restrições ao uso e ocupação.

- Sua cobertura vegetal é composta por pastos que fornecem pouca proteção aos efeitos dos processos erosivos;
- Seus terrenos margeiam a rodovia MG-434 que possui alta circulação de veículos.

Zona 2

Como zona 2, foram diferenciados os terrenos sustentados pelo Complexo de rochas calcárias, representados por calcários de granulação fina (calcissiltitos, calciofilitos) à grosseira (calcarenitos), ocupando 63,3% do total.

Os calcissiltitos apresentam coloração cinza-clara a cinza-média, muito impuros, fortemente laminados, contendo intercalações delgadas de metapelitos. Os teores em carbonato de cálcio são geralmente inferiores a 60%, apresentando impurezas como quartzo, mica e minerais de argila.

O pacote superior, constituído por calcários mais grosseiros, tonalidade escura a negra, encerra

abundantes venulações de calcita branca, preta e cor de mel. Os teores em carbonato de cálcio são normalmente altos, atingindo 99%, tendo como impurezas quartzo, micas, cloritas, e matéria orgânica e pirita, que lhes conferem cor negra e odor característico.

Seus solos exibem textura argilo-síltica a síltico-arenosa (Figura 07), coloração vermelho-escuro a amarelada e espessura muito irregular. Em seu horizonte B, predominam Latossolos Vermelho Escuro e Podzólicos Vermelho Escuro, em função do relevo regional.

De acordo com a tipologia do substrato rochoso, relevo de seus terrenos, grau de susceptibilidade a ocorrência de erosão acelerada, propensão a movimentação de massas e da vulnerabilidade a poluição do aquífero cárstico, os solos da zona 2 foram divididos em quatro subunidades: subzonas 2a.1 e 2a.2, em substrato de calcissiltitos e subzonas 2b.1 e 2b.2, em substrato de calcarenitos, conforme distribuição percentual apresentada pela figura 08.

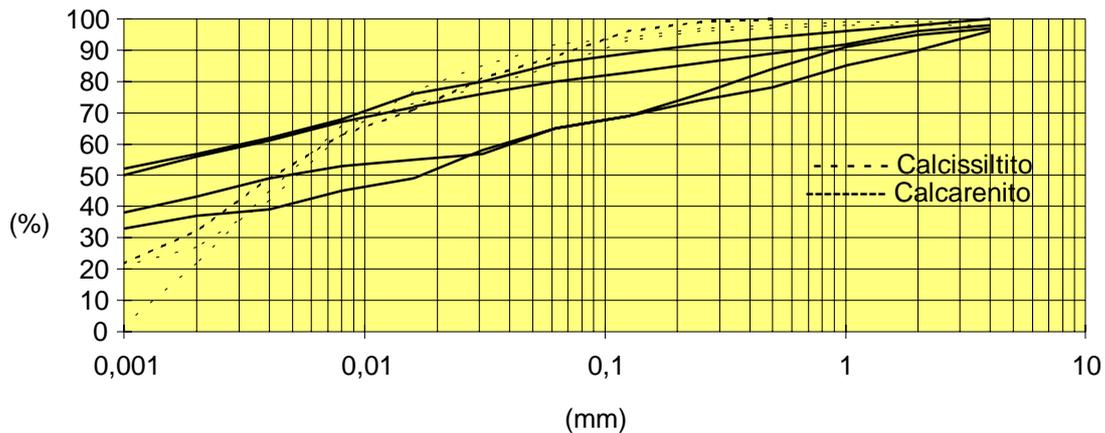


Figura 07- Curvas granulométricas de amostras de solos residuais de calcário.

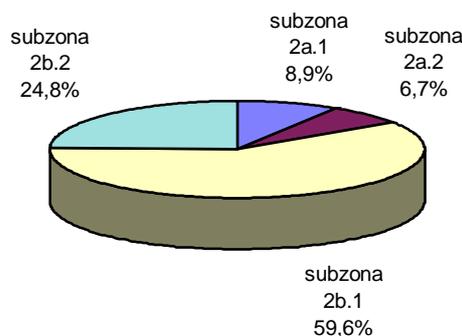


Figura 08 - Percentuais de ocupação das subzonas da zona 2.

Os quadros 05 e 06 fornecem as principais características morfo-lito-geotécnicas, restrições ambientais à ocupação e seu potencial em recursos minerais.

A análise de algumas características de aptidão e daquelas ligadas a áreas de risco exige um conhecimento do provável comportamento dos maciços das rochas carbonáticas frente aos agentes do intemperismo.

Como o intemperismo dos calcários tem como agente principal o ácido carbônico, o ataque das águas agressivas (ricas em CO_2) libera os ions carbonatos das rochas que, combinados com os ions H^+ , formam o bicarbonato de cálcio, que entra em solução. O processo é governado primariamente pela quantidade de dióxido de carbono dissolvido na água. Se a água penetra através de fissuras ou vazios da rocha, o ar em profundidade não estará tão disponível e o processo de dissolução se tornará mais lento à medida que aumenta o grau de saturação das águas infiltradas. Outra fonte de CO_2 de grande importância consiste no ar contido nos poros do solo ou de depósitos de cobertura de rochas calcárias, permeáveis e porosos.

Em função do percentual de impurezas, os solos dos calcários podem atingir grandes espessuras, principalmente quando o maciço rochoso se encontra fraturado ou finamente laminado. Os calcários mais puros apresentam solos residuais de pequena espessura, tendo em vista a grande solubilidade dos minerais constituintes.

Há uma diferença de estilo de desenvolvimento dos perfis de meteorização em calcários maciços e laminados, com a formação de pináculos rochosos no primeiro caso, e blocos flutuantes no pacote decomposto, no segundo caso. Em todas as circunstâncias, o perfil do inconsolidado é bastante irregular, conforme mostra a figura 09, obtida da análise de poços tubulares. Bolsões de dissolução quase sempre se desenvolvem ao longo das zonas fraturadas, sendo preenchidos por materiais argilo-sílticos, oriundos dos solos residuais ou de depósitos de cobertura, constituindo terrenos de alto risco geológico.

Subzona 2a.1

Os terrenos apresentam substrato rochoso constituído por calcissiltitos, de relevo ondulado

a suavemente ondulado, representado por colinas com vertentes suaves, geralmente convexas, com baixa a moderada declividade (Foto 05). Esparsamente ocorrem depressões cársticas. Os trechos mais rebaixados são parcialmente cobertos por depósitos superficiais argilosos, resultantes do atual estágio de aplainamento. Seus solos possuem baixa susceptibilidade à erosão acelerada, baixa propensão à ocorrência de movimentação de massas e moderada vulnerabilidade à poluição do aquífero cárstico subjacente.

Entre seus principais recursos hídricos superficiais, destacam-se trechos dos córregos do Fidalgo, Lapinha, Canoas, Lagoinha, Santana, Jaques e Gordura e as Lagoas da Velha, Lapinha e Sangrador.

O principal bem mineral são os calcários laminados, conhecidos como Pedra de Lagoa Santa (Foto 06), extraídos predominantemente na bacia do Córrego do Jenipapo, para uso em revestimentos na construção civil.

Subzona 2a.2

Os terrenos são também sustentados por calcissiltitos, mas nessas áreas de relevo fortemente montanhoso, representados por altas colinas e morros geralmente com vertentes convexas, de alta a moderada declividade. Seus solos possuem alta susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada e à movimentação de massas e moderada vulnerabilidade à poluição do aquífero cárstico subjacente.

Entre os principais recursos hídricos superficiais, citam-se as nascentes dos córregos Jenipapo, Bebedouro e as lagoas dos Mares e Santo Antônio.

O principal bem mineral extraído são os calcários laminados, conhecidos como Pedra de Lagoa Santa (Foto 06)

Subzona 2b.1

Como subzona 2b.1 foram distinguidos os terrenos sustentados por calcarenitos, relevo ondulado a montanhoso, composto por colinas e morros, com vertentes de declividade moderada a muito alta.

Caracterizam-se pela presença de maciços seccionados por gargantas e abismos adapta-

Domínio: Complexo de rochas calcárias

Zona: 2

SUBZONAS	2a.1		2a.2	
	CARACTERÍSTICAS			
RELEVO E COBERTURA VEGETAL				
Tipo de Relevo	Ondulado a suavemente ondulado.		Fortemente ondulado a montanhoso.	
Geoforma predominante	Colinas com vertentes suaves e convexas.		Colinas e morros com vertentes convexas.	
Declividade	Baixa a moderada (5% a 20%).		Moderada a alta (10% à 45%).	
Proteção Vegetal	Pastagens, cerrados (raros trechos preservados)		Pastagens.	
SUBSTRATO ROCHOSO				
Posição Estratigráfica	Pré-Cambriano, Proterozóico Superior, Super Grupo São Francisco, Grupo Bambui. Formação Sete Lagoas, Membro Pedro Leopoldo.			
Constituição Litológica	Calcários cinza-claro à cinza -médio, fortemente laminados, impuros, contendo delgadas intercalações de metapelitos. Classificação petrográfica: calcissiltitos ou calciofilitos.			
Grau de fraturamento	Alto. Grau de laminação extremo.			
Intemperismo	Moderado (W_{III})			
Exposição rochosa	Médio porte, geralmente esparsas.			
SOLOS RESIDUAIS				
Coloração	Vermelho-escuro a amarelada.			
Textura	Argilo-síltica a siltico-arenosa.			
Espessura	Espessura irregular, geralmente moderada (5m a 15m).			
Plasticidade	Moderada (Classe 3)			
Compressibilidade	Média.			
Porosidade	Alta a muito alta (45% a 60%)			
Permeabilidade	Moderada (10^{-4} a 10^{-5} cm/seg)			
Consistência(SPT)	Mole, nos primeiros 5 metros, abaixo rija.			
Capac. de troca de cátions (CTC)	Moderada (5 a 8 meq/100g de solo)			
Tipo de horizonte B	Predomínio de Latossolos Vermelho Escuro e Podzólicos Vermelho Escuro.			
Classe (Unificada)	MH/ML			
RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO USO				
Vulnerabilidade a poluição do carste	Moderada.		Moderada.	
Susceptibilidade a erosão	Baixa.		Alta.	
Propensão a movimento de massas	Baixa.		Alta.	
Propensão a abatimento	Média.		Média.	
RECURSOS MINERAIS				
Exploração de bens minerais	Extração e beneficiamento de calcissiltitos (Pedra de Lagoa Santa) para revestimento.		Extração de calcissiltitos (Pedra de Lagoa Santa) para uso em piso e revestimentos.	

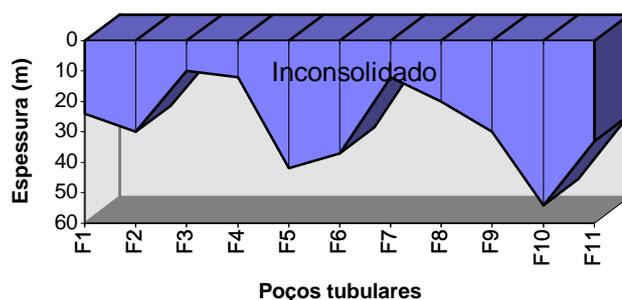
Quadro 05 - Características do Meio Físico e restrição ao uso e a ocupação.

Domínio: Complexo de rochas calcárias

Zona: 2

SUBZONAS	2b.1	2b.2
CARACTERÍSTICAS		
RELEVO E COBERTURA VEGETAL		
Tipo de Relevo	Ondulado a montanhoso	Suavemente ondulado a ondulado.
Geofoma predominante	Colinas e morros escarpados. Dolinas e uvalas.	Colinas baixas e planícies. Dolinas, uvalas.
Declividade	Baixa a muito alta (10% a >45%).	Muito baixa a moderada (3% a 20%)
Proteção Vegetal	Mata seca e pastagens.	Pastagens.
SUBSTRATO ROCHOSO		
Posição Estratigráfica	Pré-Cambriano, Proterozóico Superior, Super-grupo São Francisco, Grupo Bambuí Formação Sete Lagoas, Membro Lagoa Santa.	
Constituição Litológica	Calcário maciço, cinza-escuro a preto, com abundantes venulações de calcita branca e negra, com baixo teor de impurezas. Classificação petrográfica: calcarenitos.	
Grau de fraturamento	Muito alto	
Intemperismo	Alto (W_V).	
Exposição rochosa	Abundante. Maciços de grande porte.	
SOLOS RESIDUAIS		
Coloração	Vermelha a amarela.	
Textura	Argilosa a siltico-argilosa.	
Espessura	Irregular. Geralmente solos rasos.	
Plasticidade	Moderada a alta (Classes 3 e 4)	
Compressibilidade	Média a alta.	
Porosidade	Muito alta (maior que 50%)	
Permeabilidade	Alta a muito alta ($>10^{-4}$).	
Consistência (SPT)	Média em superfície e rija abaixo de 5m. Possibilidade de presença de matacões.	
Capac. de troca de cátions (CTC)	Moderada (4 a 12 meq/100g de solo).	
Tipo de horizonte B	Podzólico Vermelho Amarelo e Cambissolos nos sedimentos depositados em depressão.	
Classe (Unificada)	MH/ML	
RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO USO		
Vulnerabilidade a poluição do carste	Muito alta a alta.	Moderada.
Susceptibilidade a erosão	Baixa.	Baixa.
Propensão a movimento de massas	Média.	Baixa.
Propensão a abatimento	Alta a moderada.	Alta.
RECURSOS MINERAIS		
Exploração de bens minerais	Exploração de calcário puro e silicoso para fabricação de cimento, cal, brita e pó.	

Quadro 06 - Características do Meio Físico e restrição ao uso e a ocupação.



- F1- Copasa- Lagoinha de Fora - Lagoa Santa
 F2- Copasa - Lapinha - Lagoa Santa
 F3- Condomínio Residencial Lagoa - Lagoa Santa
 F4- Copasa - Condomínio Residencial Estância América
 F5- Copasa - Estância Joana D'Arc - Lagoa Santa
 F6- Fazenda Lagoa Funda - Pedro Leopoldo
 F7- Fidalgo - Pedro Leopoldo
 F8- Copasa- Fidalgo - Pedro Leopoldo
 F9- Fábrica de cimento Ciminas - Pedro Leopoldo
 F10- Plástico Muller - Matozinhos
 F11- Fábrica de cimento Mauá - Matozinhos

Figura 09 - Espessura das camadas inconsolidadas da zona 2.

dos aos sistemas de fraturamento regional e pela abundância de ocorrência de depressões cársticas de dimensões variadas. Afloram maciços de rochas calcárias, altamente fraturados e parcialmente solubilizados (Foto 07), gerando alta permeabilidade secundária. Alguns trechos são recobertos por solos residuais de pouca espessura.

Os terrenos abrigam os mais importantes sítios espeleológicos da região entre os quais destacam-se: Lagoa Santo Antônio, Cauê, Carroção, Lapa dos Borges, Varginha, Buraco, Bau, Cerca Grande, Faustina, Ballet, Poções, Caieras, etc.

Essa área apresenta alta a muito alta vulnerabilidade à poluição do aquífero cárstico e moderada a alta propensão à ocorrência de colapsos naturais. Possui baixa susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada e aos deslizamentos de massas.

A subzona 2b.1 é muito pobre em drenagem superficial apresentando apenas trechos de córregos, geralmente próximos às nascentes, que desaparecem pelos inúmeros sumidouros existentes. Entre as lagoas, destacam-se as de Santo Antônio, Lagoa da Mata, Lagoa de Dentro e Bororó, no extremo norte.

Nos terrenos concentra-se o maior potencial de reservas de calcário da região, com inúmeras pedreiras em franca operação, fornecendo

matéria-prima para fabricação de cimento, cal, brita e pó de pedra, para as dezenas de minerações e indústrias que operam na área ou em suas imediações (Foto 20).

Subzona 2b.2

Os terrenos são sustentados por calcarenitos apresentando relevo suavemente ondulado a ondulado (Foto 08), representado por colinas baixas com vertentes suaves e por planícies, com declividade muito baixa a moderada.

As áreas mais rebaixadas, situadas em altitudes de cerca de 700m, são geralmente recobertas por formações superficiais, não cartografadas, representadas por sedimentos argilo-sílticos de coloração avermelhada, cuja origem está relacionada a processos de aplainamento e dissecação.

Os terrenos apresentam afloramentos rochosos de reduzido porte, geralmente emergindo das formações superficiais citadas. Dolinas de pequeno diâmetro são abundantes e resultantes de colapsos ocorridos nessas formações superficiais (Foto 09).

Os solos apresentam moderada vulnerabilidade a poluição do carste, baixa susceptibilidade a ocorrência de erosão acelerada e de movimentação de massas. Apresentam grande propensão a ocorrência de colapsos, devido a sua condição de carste coberto.

Entre seus principais recursos hídricos superficiais, destacam-se os Córregos de Mocambo, Jaguará e Samambaia e as Lagoas Maria Angélica, Vargem da Pedra, Cerca das Anchas, Brejo, de Dentro e Curtume. Por se tratar de área de recarga e descarga do aquífero cárstico, apresenta a maior densidade de mananciais da região.

Praticamente não existe exploração mineral nessa subzona, predominando em seus terrenos o uso agrícola e a criação de eqüinos.

Restrições ao uso dos terrenos da zona 2

De um modo geral, os terrenos cársticos são considerados muito frágeis para a maioria das ocupações. Geralmente apresentam subzonas com restrições severas, que as tornam inadequadas para as ocupações analisadas. Outras subzonas requerem, para sua ocupação, trabalhos e estudos investigatórios, geralmente muito onerosos, a fim de se evitar problemas ou degradação do meio físico.

As principais restrições apontadas para a ocupação dos terrenos cársticos podem ser assim sumarizadas:

- Apresentam substrato rochoso de alta solubilidade, com possibilidade de ocorrência de vazios ou presença de materiais inconsistentes preenchendo esses vazios, localizados em subsuperfície;
- A presença de cavidades subterrâneas causa enormes dificuldades geotécnicas para execução de obras que necessitem de escavações e fundações;
- Nas áreas em que o carste possui cobertura de sedimentos transportados (carste coberto), aumentam as possibilidades da ocorrência de abatimentos bruscos, principalmente se as rochas do substrato forem calcissiltitos;
- Constituem áreas muito susceptíveis à ocorrência de acidentes geológicos quando suas condições naturais são conturbadas por ações antrópicas, tais como:

a) alterações nas condições superficiais do capeamento geradas por escavações, promovem maior infiltração de águas na subsuperfície;

b) execução de obras enterradas, instalações de tubulações de ferro ou aço e vazamentos de esgotos urbanos e industriais;

c) rebaixamento do lençol freático por bombeamento excessivo das águas do aquífero cárstico;

d) concentração das drenagens naturais do terreno pela execução de obras de qualquer natureza, sem a proteção adequada dos locais de escoamento.

- A ocupação de terrenos contendo extensos maciços fraturados, a ocorrência abundante de depressões cársticas (dolinas, uvalas, etc) e a presença de cavidades naturais (cavernas) ou de solos rasos representam alto grau de risco à poluição do aquífero cárstico;
- Como o perfil do substrato rochoso é geralmente muito irregular, setores com solos rasos apresentam alta possibilidade de ocorrência de blocos de rocha imersos no material inconsolidado.

Zona 3

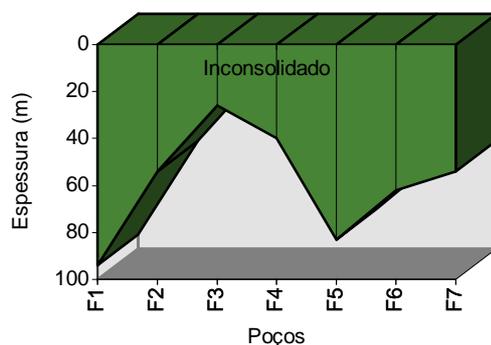
Como zona 3, foram diferenciados os terrenos sustentados por rochas do Complexo metapelítico, que ocupam 29,8% da superfície total da APA.

São representados por metapelitos de coloração cinza a cinza-esverdeada, de estratificação plano-paralela, contendo abundantes venulações de quartzo. Os minerais que os constituem são predominantemente quartzo, sericita, mica e argilo-minerais.

Exposições de rochas frescas são raras e ocorrem, eventualmente, no fundo dos vales mais profundos.

Em geral, encontram-se saprolizados, mantendo vestígios da estrutura original da rocha (**Foto 10**) em pacotes pouco coesivos, recortados por linhas de seixos de quartzo ou segregações de maior dimensão ou ainda, recobertos por sedimentação de origem coluvial, originando grandes espessuras de inconsolidado. (**Figura 10**).

Sob o efeito da meteorização, adquirem tonalidades amarela, rósea ou avermelhada, apresentando textura siltico-argilosa (**Figura 11**). Seu horizonte B é Latossólico nas áreas de



- F1- Sítio Palmital- Lagoa Santa
- F2- Lagoa Seca- Lagoa Santa
- F3- Palmital- Lagoa Santa
- F4- Copasa- Aeronautas
- F5- Mineração Ciminás- Pedro Leopoldo
- F6- Copasa- Matozinhos
- F7- Percal- Matozinhos

Figura 10 - Espessura das camadas inconsolidadas da zona 3.

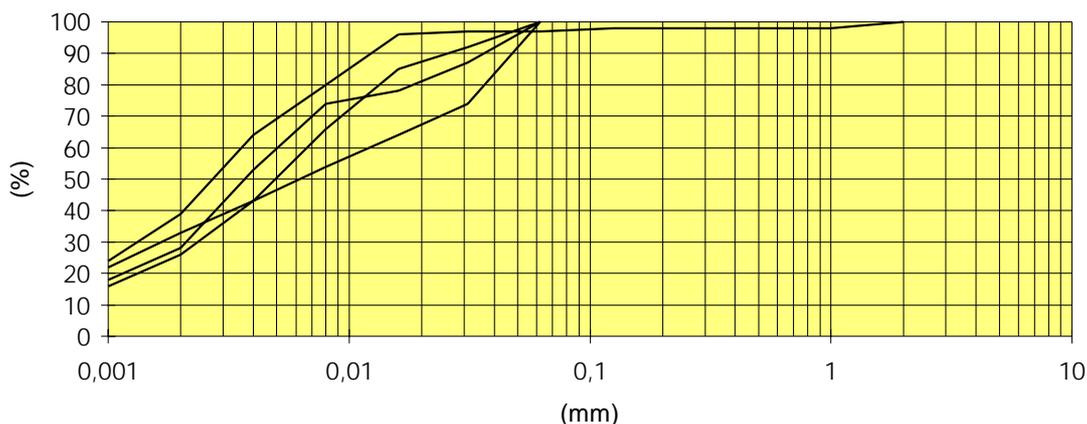


Figura 11- Curvas granulométricas de solos residuais de metapelitos.

relevo ondulado e Podzólico Vermelho Escuro ou Cambissolos, nas de relevo acidentado

De acordo com o tipo de relevo e o grau de susceptibilidade à ocorrência de erosão acelerada e à movimentação de massas, os solos foram divididos em duas subunidades: subzona **3a** e subzona **3b**. A [figura 12](#) exibe os percentuais de ocorrência dessas subzonas em relação à área total da zona 3.

O [quadro 07](#) fornece as principais características morfo-lito-geotécnicas, as restrições ambientais e seu potencial de recursos minerais.

Subzona 3a

Os terrenos apresentam substrato rochoso composto por metapelitos e exibem relevo ondulado a suavemente ondulado, caracterizados por colinas com vertentes convexas, de baixa a

moderada declividade ([Foto 11](#)). Nas áreas de altitude em torno de 700m e de muito baixa declividade, ocorrem sedimentos argilosos, não cartografados, resultantes de estágios de aplainamentos anteriores.

Os solos exibem baixa a moderada susceptibilidade a processos de erosão acelerada, baixa propensão à movimentação de massas e baixa a moderada propensão a ocorrência de abatimentos importantes. Sua vulnerabilidade à poluição do aquífero cárstico é desprezível, devido à alta permeabilidade de seus solos ou à existência de cobertura de formações superficiais.

Os principais recursos hídricos superficiais são representados por trechos de cabeceira dos córregos do Jaques, Santana, Canoas, Lagoinha e pelo trecho médio do Córrego Gordura. Entre as lagoas de origem pseudo-cársticas, destacam-se as lagoas Olhos D’água, Fidalgo,

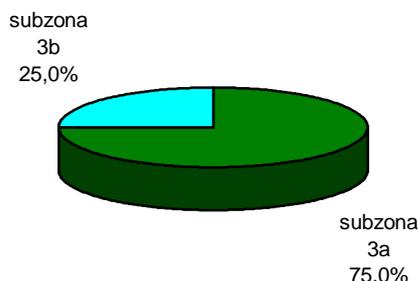


Figura 12 - Percentual de ocorrência das subzonas da zona 3.

Vargem de Fora, Lagoa Grande e Lagoa Pequena.

Os recursos minerais são bastante exíguos, restringindo-se a depósitos de cascalho residual, retirados para encascalhamento de estradas municipais. São, em geral, pouco espessos e de pequeno volume.

Subzona 3b

Como subzona 3b foram distinguidos os terrenos que apresentam substrato metapelítico de relevo montanhoso, representado por colinas e morros com topos arredondados, vertentes ravinadas de moderada a muito alta declividade e vales encaixados e profundos (Foto 12).

Destaca-se por alta susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada e ao deslocamento de massas. Sua vulnerabilidade ao aquífero cárstico subjacente e ao desenvolvimento de abatimentos é baixa a desprezível.

Os recursos hídricos superficiais limitam-se a cabeceiras de nascentes dos córregos Poço Verde, Bebedouro, Água Doce e trecho do Córrego da Palmeira.

Assim como a subzona 3a, seu único recurso mineral consiste em depósitos de cascalhos residuais de pequeno porte.

Restrições ao uso dos terrenos da zona 3

Uma quarta parte da área de ocorrência da zona 3 é representada pela subzona 3b é composta por terrenos montanhosos, com encostas de alta declividade. O restante da área, representada pela subzona 3a, apresenta relevo ondulado a suavemente ondulado, compondo parte de uma superfície rebaixada, com altitudes inferiores a 700m.

Dentre as principais restrições apontadas para a ocupação dos terrenos dessa zona, citam-se:

- Os terrenos montanhosos da subzona 3b possuem vertentes ravinadas de alta declividade, compondo vales estreitos e profundos. Devido à alta declividade das encostas, formam-se torrentes no interior dos vales apertados, com alto poder erosivo;
- Nos locais onde ocorrem variações bruscas de declividade, há grande propensão à instalação de intenso processo de assoreamento;
- É bastante comum a ocorrência de depósitos coluviais ricos em pedregulhos e de grande instabilidade suavizando as vertentes da subzona 3b;
- Em alguns setores da subzona 3a, em altitudes inferiores a 700m, observam-se coberturas argilosas transportadas, sujeitas à ressecção e ao encharcamento.
- Nas áreas montanhosas, os solos são pouco espessos, passando diretamente ao saprólito profundo enquanto que nas suavemente onduladas ou planas são profundos e compressíveis mostrando-se, algumas vezes, instáveis a qualquer tipo de escavação, nos locais mais baixos.

Zona 4

Compreende o conjunto de Formações Superficiais resultantes de diferentes processos que atuaram na região, envolvendo ciclos de desnudação, erosão e agradação ou sedimentação e recobre cerca de 7,0% da área total estudada.

Testemunhos da superfície de aplainamento mais antiga, geralmente situados em altitudes

Domínio: Complexo metapelítico

Zona: 3

SUBZONAS	3a	3b
CARACTERÍSTICAS		
RELEVO E COBERTURA VEGETAL		
Tipo de Relevo	Ondulado a suavemente ondulado	Montanhoso.
Geoforma predominante	Colinas com vertentes convexas e suaves.	Colinas e morros com vertentes ravinadas.
Declividade	Baixa a moderada (5% a 20%)	Moderada a muito alta (10% a >45%)
Proteção Vegetal	Pastagens e cerrados.	Cerrados, pastagens e matas ciliares.
SUBSTRATO ROCHOSO		
Posição Estratigráfica	Pré-Cambriano, Proterozóico Superior, Super-Grupo São Francisco, Grupo Bambui Formação Santa Helena	
Constituição Litológica	Metassiltitos cinza-média a clara, estratificação plano-paralela, laminados, recortado por abundantes leitos de quartzo leitoso.	
Grau de fraturamento	Médio a alto.	
Intemperismo	Parcial, geralmente exibindo vestígios da estrutura original.	
Exposição rochosa	Muito raras.	
SOLOS RESIDUAIS		
Coloração	Amarela, rósea ou avermelhada.	
Textura	Siltico-argilosa.	
Espessura	Saprólitos de grande espessura.	
Plasticidade	Moderada (Classe 3).	
Compressibilidade	Moderada.	
Porosidade	Muito alta (>50%)	
Permeabilidade	Baixa (10^{-5} a 10^{-7}).	
Consistência(SPT)	Média a muito rija.	
Capac. de troca de cátions (CTC)	Moderada (5 a 10 meq/100g de solo)	
Tipo de horizonte B	Latossolo Vermelho Escuro e mais raramente Cambissolos.	
Classe (Unificada)	ML	
RESTRICÇÕES AMBIENTAIS AO USO		
Vulnerabilidade a poluição do carste	Nula ou desprezível	Nula ou desprezível
Susceptibilidade a erosão	Moderada a baixa.	Alta.
Propensão a movimento de massas	Baixa.	Alta.
Propensão a abatimento	Baixa a moderada, quando sobre calcissiltitos.	Baixa.
RECURSOS MINERAIS		
Exploração de bens minerais	Extração de cascalho residual para pavimentação de estradas municipais	

Quadro 07 - Características do Meio Físico e restrição ao uso e a ocupação.

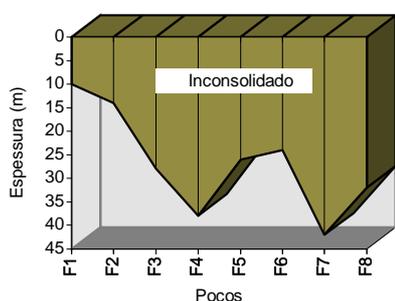
acima de 800m, ocorrem em forma de retalhos de chapadas (**Foto 13**) constituídos por depósitos argilosos, de origem predominantemente coluvial e de espessuras variáveis que atingem valores superiores a 50m (**Figura 13**). Os terrenos formados por esses sedimentos foram identificados como subzona **4a**.

Ciclos de erosão posteriores retrabalharam esses depósitos e os metassedimentos supracrustais do Grupo Bambuí, provocando a agradação e a sedimentação de novos depósitos poligenéticos nas áreas mais rebaixadas da região. Esse conjunto de sedimentos não foi individualizado no presente trabalho, compondo esparsos depósitos de

cobertura presentes nas zonas 2 e 3. (**Foto 13**)

Processos de entalhamento ocasionaram, progressivamente, o aprofundamento dos cursos d'água da região. O trabalho da erosão lateral e da vertical desses cursos, associado, algumas vezes, a contribuições coluviais, deu origem a aluviões e terraços fluviais, pouco espessos e de granulometria variável, pela deposição dos sedimentos carreados.

Esses terrenos foram diferenciados em três subzonas: subzona **4b.1**, subzona **4b.2** e subzona **4b.3**. Os quadros 08 e 09 fornecem as principais características morfo-lito-geotécnicas, as restrições ambientais à



- F1- Aeroporto Tancredo Neves- Lagoa Santa
- F2- Copasa- Aeroporto Tancredo Neves- L. Santa
- F3- Área urbana de Confins - Lagoa Santa
- F4- Aeroporto Tancredo Neves - Lagoa Santa
- F5- Aeroporto Tancredo Neves- Lagoa Santa
- F6- Área urbana de Matozinhos
- F7- Aeroporto Tancredo Neves - Lagoa Santa
- F8- Aeroporto Tancredo Neves - Lagoa Santa

Figura 13 - Espessura dos depósitos terciários da subzona 4a.

Domínio: Complexo das Formações Superficiais

Zona: 4

SUBZONAS		4a
CARACTERÍSTICAS		
RELEVO E COBERTURA VEGETAL		
Tipo de Relevo	Plano a moderado	
Geoforma predominante	Chapadas com bordas em forte declive.	
Declividade	Muito baixa a baixa (3% a 10%)	
Proteção Vegetal	Cerrados e pastagens.	
ESTRATIGRAFIA E COMPOSIÇÃO		
Posição Estratigráfica	Fanerozóico, Cenozóico, Terciário	
Constituição Litológica	Sedimentos argilosos, predominantemente coluviais, relacionados a aplainamento.	
SOLOS RESIDUAIS		
Coloração	Vermelho-escura a vermelho-amarelada.	
Textura	Argilosa a argilo-siltica.	
Espessura	Variável, podendo atingir 20m.	
Plasticidade	Moderada (Classe 3)	
Compressibilidade	Moderada a alta.	
Porosidade	Alta (45% a 50%)	
Permeabilidade	Alta (10^{-2} a 10^{-4})	
Consistência(SPT)	Média a muito rija, em profundidade.	
Capac. de troca de cátions (CTC)	Baixo (2 a 5 meq/100g de solo)	
Tipo de horizonte B	Latossolo Vermelho Escuro.	
Classe (Unificada)	MH	
RESTRICÕES AMBIENTAIS AO USO		
Vulnerabilidade a poluição do carste	Moderada, em substrato de calcário.	
Susceptibilidade a erosão	Baixa nas chapadas, alta nas bordas.	
Propensão a movimento de massas	Alta nas bordas das chapadas.	
Propensão a abatimento	Alto, em substrato cárstico calcissiltítico.	
RECURSOS MINERAIS		
Exploração de bens minerais	Inexistente.	

Quadro 08 - Características do Meio Físico e restrição ao uso e a ocupação.

Domínio: Complexo das Formações Superficiais

Zona: 4

SUBZONAS	4b.1	4b.2	4b.3
CARACTERÍSTICAS			
RELEVO E COBERTURA VEGETAL			
Tipo de relevo	Plano	Plano	Plano
Geoforma predominante	Terraços fluviais	Terraços fluviais	Planícies fluviais/colúviais
Declividade	Muito baixa (<5%)	Muito baixa (<5%)	Muito baixa (<5%)
Proteção vegetal	Pastagens.	Pastagens e matas.	Pastagens, matas e culturas.
ESTRATIGRAFIA E COMPOSIÇÃO			
Posição estratigráfica	Fanaerozóico, Cenozóico, Quaternário.		
Composição granulométrica	Sedimentos fluviais arenosos, com níveis argilosos.	Sedimentos fluviais arenosos, com níveis de cascalho.	Sedimentos siltico-argilosos, ricos em matéria orgânica.
SOLOS RESIDUAIS			
Espessura	10 a 12 metros.	Os vários níveis atingem >20m	Extremamente variável.
Compressibilidade	Baixa	Baixa	Alta
Pedregosidade	Baixa	Muito alta	Baixa
Permeabilidade	Alta	Baixa	Moderada
Resistência	Baixa	Moderada a alta	Baixa
Coesão	Baixa	Alta	Baixa
Tipo de horizonte B	Gley pouco húmico	Não determinado	Gley pouco húmico
Nível freático	Alto (hidromorfismo)	Médio a profundo	Alto (hidromorfismo)
RESTRIÇÕES AMBIENTAIS AO USO			
Vulnerabilidade a poluição do carste	Moderada a alta	Baixa a moderada	Moderada
Susceptibilidade a erosão	Baixa	Baixa	Baixa
Propensão a movimento de massas	Moderada (desbarrancamento)	Baixa	Moderada (desbarrancamento)
Propensão a abatimento	Baixa	Baixa	Baixa
RECURSOS MINERAIS			
Exploração de bens minerais	Areia para construção	Cascalho de quartzo para fundente metalúrgico	Argila para cerâmica rudimentar

Quadro 09 - Características do Meio Físico e restrição ao uso e a ocupação.

ocupação e o seu potencial em recursos minerais, e a [figura 14](#), os percentuais de ocorrência dessas subzonas em relação à zona 4.

Subzona 4a

Engloba o conjunto de depósitos, predominantemente coluviais, relacionados ao ciclo de desnudação Terciário que afetou a região. Esses depósitos, situados em altitudes acima de 800m, apresentam solos com textura argilosa a siltico-argilosa ([Figura 15](#)), moderada coesão, coloração vermelho-escura a vermelho-amarelada, horizonte B composto por Latossolos Vermelho Escuro ([Fotos 14 e 15](#)).

Esses terrenos têm relevo plano ou suavemente ondulado, representado por restos de chapadas que escaparam aos ciclos posteriores de erosão ([Foto 13](#)). Quando recobrem rochas carstificadas mostram moderada vulnerabilidade à poluição do aquífero cárstico e à ocorrência de abatimentos. Os bordos das chapadas são geralmente escarpados, com alta susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada e à movimentação de massas.

Por situar-se em altitudes elevadas e pela sua alta permeabilidade, os terrenos da subzona 4a não dispõem de recursos hídricos superficiais, atuando como área de recarga dos aquíferos sotopostos.

Subzona 4.1

Compreende os terrenos de origem fluvial representados por aluviões e terraços do Córrego da Mata, com relevo plano, declividade muito baixa, textura areno-argilosa e coloração amarelada a cinza.

Constituem terrenos de baixa coesão, hidromórficos, com horizonte B tipo Gley pouco húmico. Capeando rochas carstificadas, apresentam moderada a alta vulnerabilidade à poluição do aquífero e moderada propensão ao desbarrancamento das margens.

A retirada de areia para construção dos terraços do Ribeirão do Carmo, que se realiza há vários anos, provocou a degradação de toda a planície fluvial, com o assoreamento do canal e a estagnação e a poluição de suas águas ([Foto 22](#)).

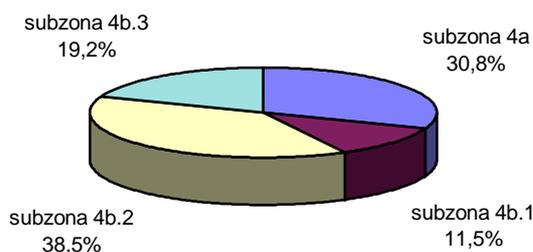


Figura 14 - Percentual de ocupação das subzonas da zona 4.

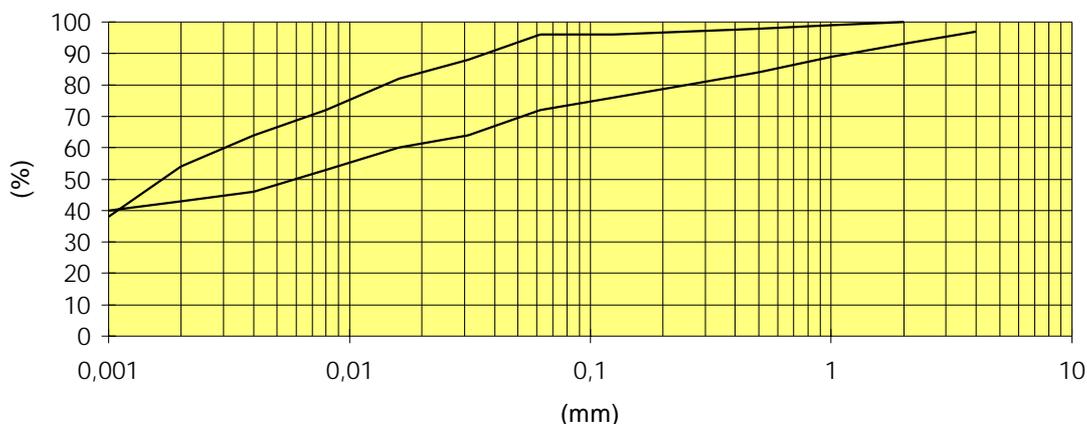


Figura 15 - Curvas granulométricas de amostras de solos da subzona 4a.

Subzona 4b.2

Engloba as aluviões e os terraços do Rio das Velhas. Seu relevo é plano a suavemente ondulado e sua declividade é muito baixa.

As aluviões recentes são geralmente friáveis e apresentam textura areno-síltica. Os terraços, identificados em pelo menos dois níveis, exibem textura arenosa a conglomerática, com seixos de quartzo de grandes dimensões. São rochas de alta coesão e resistência, sendo exploradas desde os tempos coloniais para extração de ouro e diamante e, mais recentemente, para obtenção de quartzo para fundente metalúrgico. A ação da atividade mineral foi arrasadora, restando raros locais intactos.

Subzona 4b.3

Engloba o conjunto de pequenas aluviões e de terraços que ocorrem em planícies fluviais dos Córregos do Jaques, Mocambo, Jaguará e Palmeira.

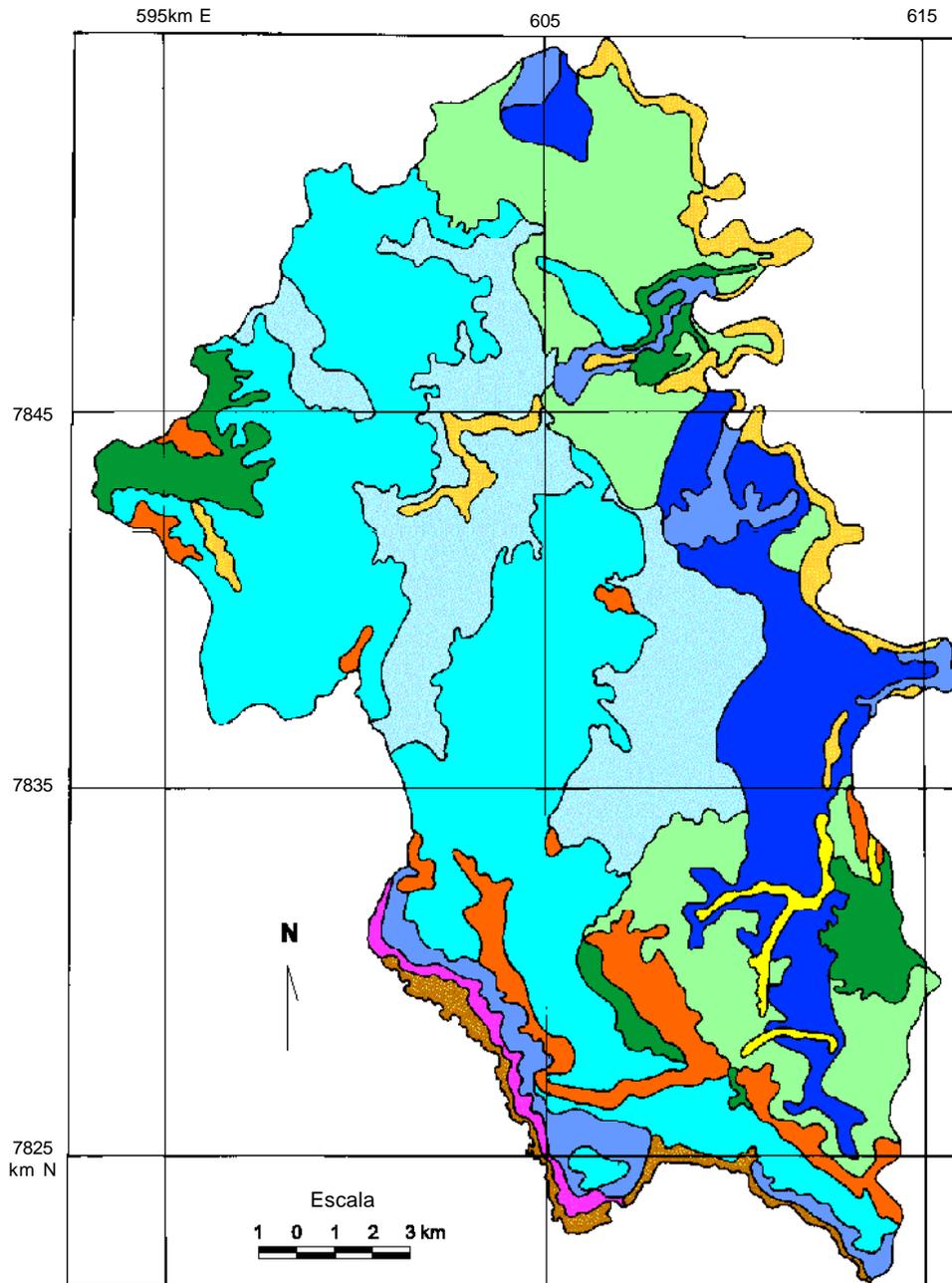
Constituem depósitos de pequeno porte e espessura, com material exibindo textura síltico-argilosa e argilo-síltica, coloração variada, com níveis de matéria orgânica. Seus solos são hidromórficos, com horizonte B tipo Gley pouco húmico.

Em vários trechos, são parcialmente recobertos por rampas de colúvio ou interdigitam-se com elas.

São normalmente aproveitados para uso agrícola, embora, em alguns locais, possam fornecer argila para cerâmica rudimentar.

Restrições ao uso dos terrenos da zona 4

- Os restos de chapadas (subzona 4a) apresentam bordas escarpadas e instáveis, geralmente abrigando depósitos colúviais instáveis;
- A ocupação dos terrenos dessas chapadas, por estarem em substrato cárstico, apresentam muito alta permeabilidade, devendo, portanto, merecer cuidados especiais;
- Os sedimentos fluviais (subzonas 4a.1 e 4a.3), devido à sua baixa declividade e drenabilidade, estão sujeitos a alagamentos e a intenso assoreamento. Apresentam lençol freático próximo à superfície ou aflorante (hidro-morfismo), com grande dificuldade para o escoamento superficial.
- Os terrenos das subzonas 4b.1 e 4b.3 apresentam extrema vulnerabilidade a qualquer tipo de poluente. Apresentam baixa capacidade de suporte, devido à heterogeneidade na composição granulométrica dos vários níveis de sedimentos, estando sujeitos a desbarrancamentos sérios.



Zona	Subzona	Domínio Geológico
1	1	Complexo Cristalino
2	2a.1	Complexo Calcário
	2a.2	
	2b.1	
	2b.2	
3	3a	Complexo Metapelito
	3b	
4	4a	Complexo das Formações Superficiais
	4b.1	
	4b.2	
	4b.3	

Figura 16 - Zonas e subzonas geotécnicas.

8 - APTIDÃO DOS TERRENOS

As diversas modalidades de ocupação apresentam especificações restritivas relacionadas à otimização do uso e às condições de proteção do meio físico.

Grande parte dessas especificações estão relacionadas às características das zonas geotécnicas da área e balizam critérios de aptidão em relação aos diferentes usos. Com base nesses critérios, as zonas e subzonas geotécnicas são agrupadas, proporcionando a seleção de áreas em **adequadas** ou **ina-dequadas**, em função do tipo de ocupação analisada.

Algumas áreas, de acordo com o uso, apresentam restrições de ordem secundária, contornáveis tecnicamente, sendo consideradas **adequadas com restrições**.

Calcados nos termos do Decreto Federal número 98 881, de criação da Área de Preservação Ambiental (APA) Carste de Lagoa Santa e no zoneamento geotécnico da região, foram estabelecidos critérios de planejamento para assentamento urbano, implantação de obras viárias e disposição de rejeitos sólidos urbanos (lixo).

Assentamento urbano

Na elaboração de projetos e planos de parcelamento do solo para fins de ocupação ou expansão urbana, devem ser consideradas as especificações restritivas de cada zona ou subzona visando minimizar a ocorrência de problemas geológico-geotécnicos, em especial os relacionados à erosão acelerada, à movimentação de massas, ao assoreamento, aos abatimentos de terrenos, às enchentes e aqueles ligados à poluição de fontes e mananciais e à proteção de áreas de recarga de aquíferos subterrâneos.

É importante salientar que as informações obtidas de um levantamento cartográfico na escala 1:50000, fornecem subsídios de ordem geral, não eliminando os trabalhos de detalhe que a implantação de um assentamento urbano requer.

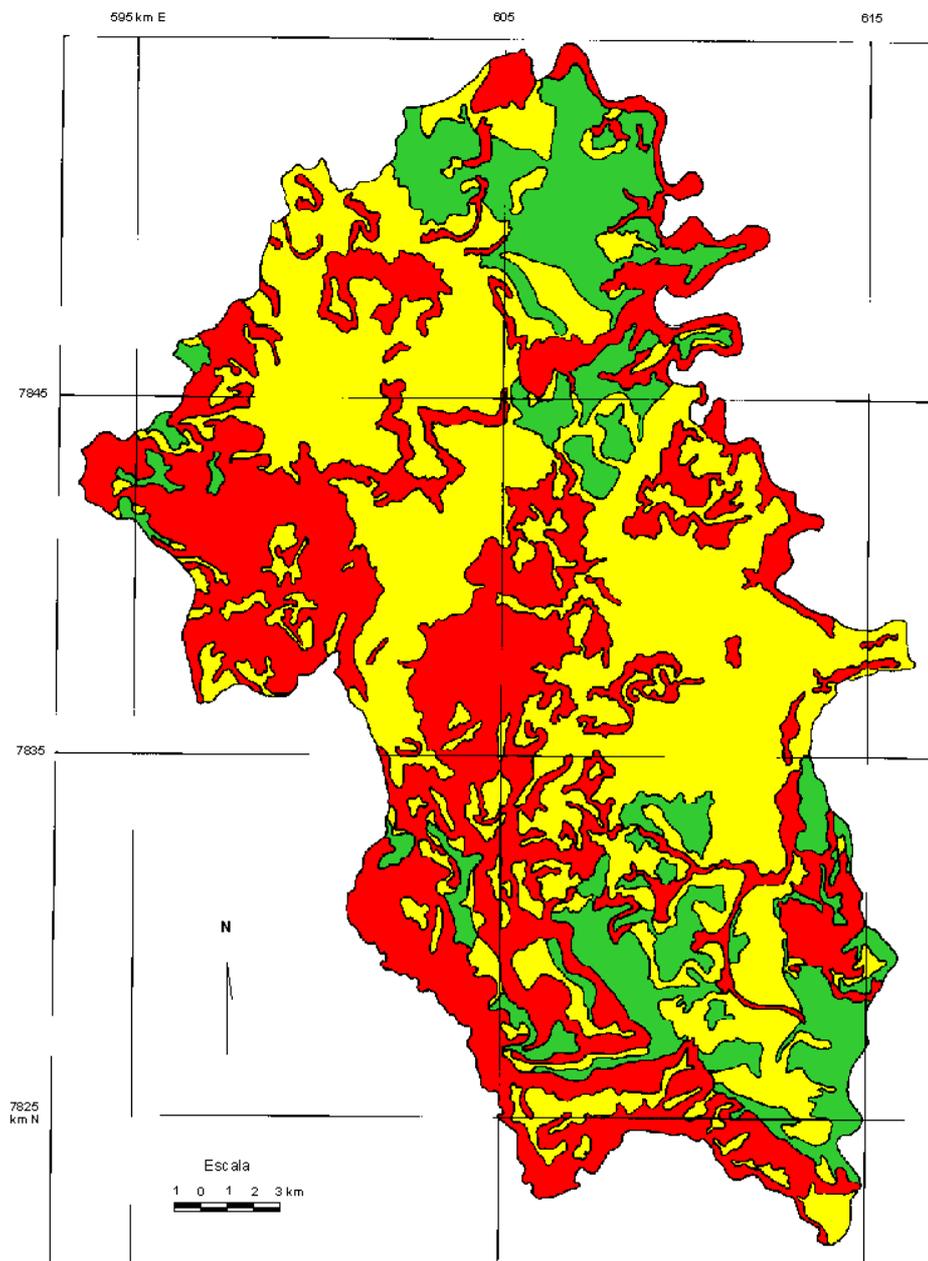
De acordo com esses parâmetros, as zonas e subzonas geotécnicas que compõem os terrenos da APA, foram classificadas conforme

o mapa de aptidão, em escala reduzida, apresentado na [figura 17](#):

- **Áreas adequadas** compreendem os terrenos que não apresentam restrições importantes, e que atendem às especificações exigidas pelo assentamento urbano planejado. Eventualmente, poderão ocorrer porções localizadas, com restrições severas e que não foram detectadas em função da escala do trabalho. Esses trechos deverão merecer cuidados especiais durante sua ocupação.

Recomendações

- Mesmo em áreas consideradas adequadas para o parcelamento do solo, para fins de expansão ou ocupação urbana, a autorização para implantação de qualquer projeto de loteamento deve conter a exigência de que sua abertura deve ser realizada simultaneamente aos trabalhos de drenagem superficial das vias públicas, com instalação de meio-fio, canaletas, bocas de lobo e caixas de dissipação ou transição.
- Deve ser prevista a proteção superficial dos arruamentos, com compactação do terreno, escascalhamento ou mesmo sua pavimentação definitiva.
- Devem ser, tanto quanto possível, preservadas as coberturas vegetais e estabelecida a exigência de cuidados especiais para proteção das nascentes e cabeceiras de drenagens importantes.
- Nas áreas com relevo suavemente ondulado ou plano, em que o lençol freático ocorra muito próximo da superfície, podem ocorrer solos ou sedimentos moles sujeitos a colapsos e trincamentos, com baixa capacidade de suporte, causando, no caso de urbanização, colapsos e trincamentos de paredes, corrosão rápida de dutos metálicos enterrados e entupimentos frequentes em obras de canalização de água e esgoto.
- **Áreas adequadas com restrições** significam que o parcelamento urbano só poderá ser autorizado após estudos detalhados do terreno, pois uma ocupação indiscriminada poderá acarretar danos irreversíveis ao meio ambiente e às comunidades.



- ÁREAS ADEQUADAS (AD)** - Terrenos com relevo suave, vertentes apresentando declividade máxima de 10%. Solos espessos com propriedades geotécnicas favoráveis e substrato rochoso pouco fraturado.
- ÁREAS ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (AR)** - Terrenos com relevo ondulado a fortemente ondulado, vertentes com declividade máxima de 20%. Apresentam restrições contornáveis tecnicamente através de estudos detalhados de subsuperfície.
- ÁREAS INADEQUADAS - (ID)** - Terrenos apresentando severas restrições em relação ao relevo e/ou ao substrato rochoso. Solos com alta propensão a instalação de processos erosivos, movimentos de massas, poluição do aquífero cárstico ou abatimentos.

Figura 17 - Carta de aptidão ao assentamento urbano da APA Carste de lagoa Santa.

Para autorização de loteamentos, haverá necessidade do estabelecimento de normas e procedimentos a serem seguidos, antes de sua implantação.

Recomendações

- Além das recomendações inerentes às áreas adequadas, as zonas e subzonas com restrições ao assentamento urbano deverão ter sua ocupação pautada em modelo de parcelamento descontínuo e pouco intensivo, sempre precedido de estudos geotécnicos e geológicos de detalhe, com avaliação das condições do terreno quanto à superfície e à subsuperfície.
- Os projetos de parcelamento devem merecer cuidados especiais em relação ao estabelecimento de um rigoroso sistema de drenagem e saneamento, a fim de evitar possíveis contaminações das nascentes e do aquífero cárstico.
- As áreas que já estejam em processo de urbanização devem ser submetidas a imediatos estudos geotécnicos de detalhe para que possam ser avaliados os potenciais de risco.
- As autorizações para desmatamento devem ser efetuadas sob rígido controle a fim de evitar a instalação de processos erosivos e, sobretudo, a retirada da proteção natural de fontes, mananciais e depressões cársticas, que constituem ligação entre o fluxo superficial e o subterrâneo.
- A instalação de indústrias cujos resíduos produzam substâncias químicas ou orgânicas, geradoras de poluição deve ser evitada.
- A utilização de adubos e defensivos agrícolas que possam contaminar o aquífero cárstico e os mananciais deve ser controlada e restrita.
- Os limites das áreas sujeitas a enchentes e das consideradas insalubres devem ser definidos.
- As áreas planas ou suavemente onduladas deverão conter, em seus projetos de parcelamento estudos rigorosos sobre drenabilidade e escoamento superficial.
- **Áreas inadequadas** compreendem os terrenos que apresentam uma ou mais

restrições fundamentais de caráter geológico-geotécnico, como alta propensão à instalação de processos de erosão acelerada, movimentação de massas, enchentes, asso-reamento, abatimento de terrenos ou que se constituem áreas de recarga do aquífero cárstico de alta ou muito alta permeabilidade. Essas áreas deverão ser ocupadas para outros usos pouco agressivos ou selecionadas para preservação.

Obras viárias

Alguns atributos dos terrenos são fundamentais à análise da implantação de obras viárias. Entre eles, destacam-se a declividade, as características geológico-geotécnicas de seus solos e rochas, a espessura dos materiais inconsolidados e o grau de dificuldade à escavabilidade.

Na classificação da adequabilidade dos terrenos, a declividade é considerada o condicionante fundamental, admitindo-se o limite máximo de 10% para que uma área possa ser considerada adequada. Valores superiores a esse limite somente deverão ser permitidos para os trechos relativamente curtos e de transposição de relevo, pois exigirão a abertura de profundos cortes, aterros volumosos em canais de drenagem, desenvolvimento da rodovia para atingir o greide desejado e obras onerosas de contenção e drenagem. Essas restrições tornarão os projetos muito onerosos, com altos custos de execução e manutenção.

Outro atributo de fundamental importância diz respeito aos tipos de solos de que os terrenos são constituídos, ou seja, se esses materiais compactados no próprio local podem servir de subleito ou base das pistas de rolamento. Uma obra de pavimentação é constituída, em geral, por três camadas superpostas ao subleito que é o seu terreno de fundação. Essas camadas, a partir do topo, são o revestimento, a base e a sub-base, que são construídas pela compactação do material do próprio local, de material de empréstimo ou mesmo de pedra britada.

O aproveitamento do solo como subleito ou base de pavimentação é indicado pelos resultados da Classificação HRB e dos Ensaio Califórnia.

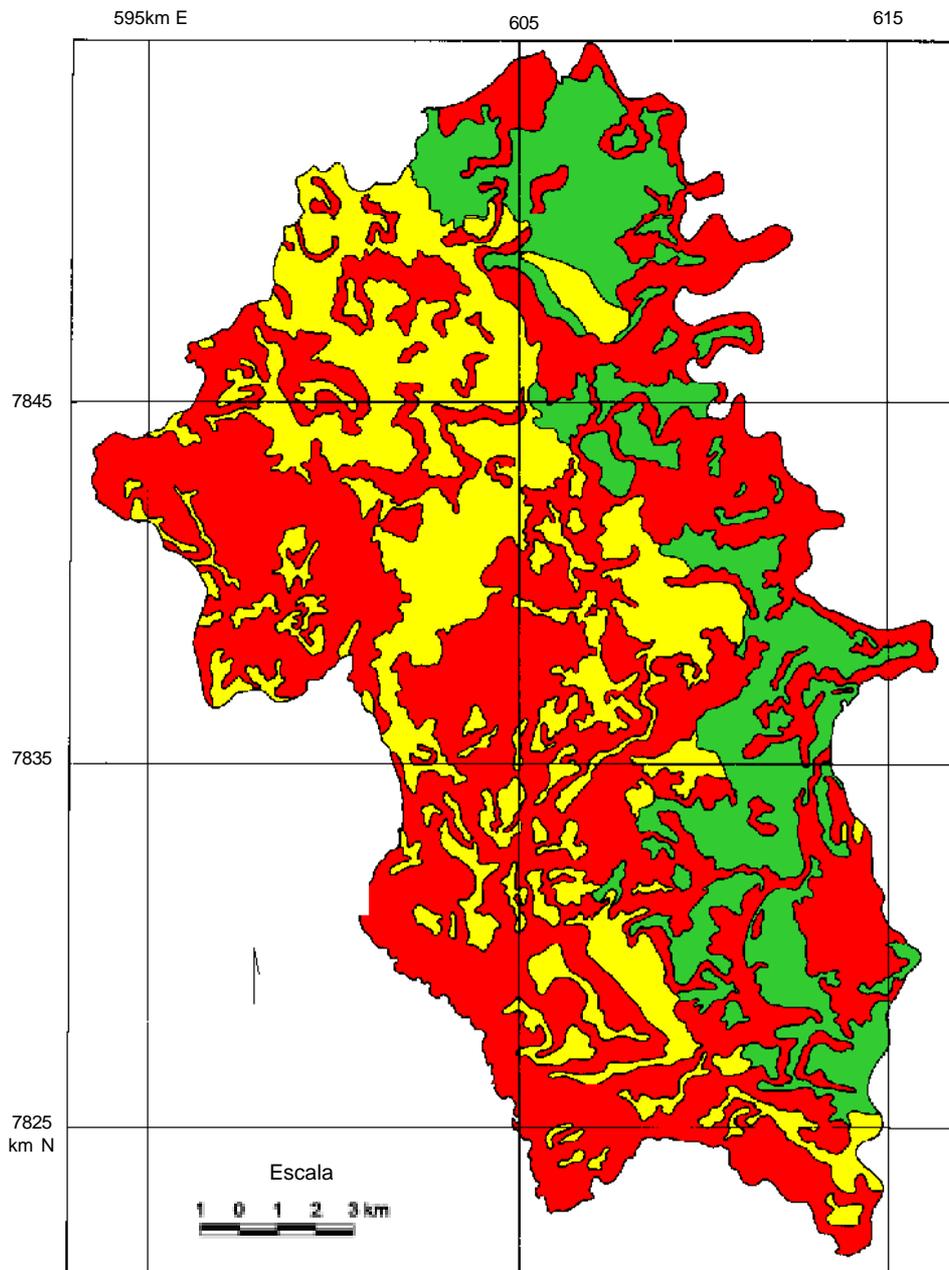
A [figura 18](#) fornece, em escala reduzida, o mapa de aptidão para implantação de obras viárias da área de abrangência do Projeto.

Com base nos atributos citados, são fornecidas recomendações para o desenvolvimento de

projetos e de planos visando à implantação de sistemas viários na região da APA Carste de Lagoa Santa:

Devido ao relevo acidentado, a pequena faixa de terrenos da zona 1 é considerada inadequada à construção de obras viárias de qualquer natureza. Os solos apresentam, em geral, boa estabilidade em aterro e boa impermeabilização após compactação;

- Na zona 2, principalmente, nas subzonas 2b.1 e 2b.2, a implantação de qualquer sistema viário deve ser precedida de estudos geológico-geotécnicos de detalhe, devido ao potencial de ocorrência de abatimentos;
- Durante os trabalhos de planejamento e implantação, deve ser considerado o risco de instabilidade dos terrenos, mesmo em locais com risco de instabilidade dos terrenos;
- Devido às irregularidades do perfil do substrato rochoso da zona 2, durante a execução de cortes podem ocorrer matações de grande porte ou pináculos do maciço rochoso, que obrigam o uso de máquinas pesadas e de explosivos;
- Durante os períodos chuvosos, devido à textura argilosa dos solos residuais dos calcários, deve-se prever o emplastamento das máquinas utilizadas;
- Na fase de planejamento do traçado do sistema viário, deve-se cuidar para que seja mantida distância de segurança das depressões cársticas e dos canais de drenagem. Um maior afastamento deve ocorrer nas áreas baixas de pouca declividade;
- Áreas com concentrações de dolinas e maciços rochosos, como os terrenos da subzona 2b.1, são inadequadas à implantação de rodovias de tráfego pesado devido às vibrações provocadas pela passagem de veículos de carga;
- Parte dos terrenos pertencentes à subzona 2a.2 são inadequados à construção de estradas devido ao seu relevo movimentado e à declividade de suas encostas;
- Encostas suavizadas por rampas de colúvio, mesmo em baixa declividade, são instáveis e sujeitas à movimentação de massas quando submetidas a qualquer tipo de escavação;
- Setores da subzona 2a.1 e 2b.2, com altitudes inferiores a 700m e de muito baixa declividade, estão sujeitas a encharcamento devido à pouca profundidade do lençol freático. Há possibilidade da ocorrência de depósitos argilosos transportados;
- Sempre que o traçado do sistema viário cortar linhas de drenagens, deverá ser dotado de obras que garantam uma vazão suficiente da bacia de captação situada a montante;
- De maneira geral, os solos pertencentes a zona 2 apresentam má drenabilidade, comportamento instável quando utilizados em aterro e tornam-se semipermeáveis quando submetidos a compactação;
- As áreas de relevo montanhoso da subzona 3b são inadequadas à construção de rodovias. A implantação de qualquer sistema viário nas encostas das elevações interceptará um grande número de canais de drenagens, obrigando a execução de aterros e de obras de contenção e drenagem. Eventualmente, poderão ser utilizados trechos das elevações peneplanizadas, o que requer uma faixa de pelo menos 60m de largura, para implantação;
- Algumas encostas das subzonas 3a e 3b poderão ter sua declividade suavizada por depósitos coluviais. Essas vertentes, quando submetidas a processos de escavação de qualquer natureza, estão sujeitas a sofrer deslocamentos importantes de massa. (Foto 17);
- Setores da subzona 3a, situados em altitudes abaixo de 700m e apresentando muito baixa declividade, poderão abrigar formações superficiais argilosas, instáveis, de baixa capacidade de carga e sujeitas a encharcamento;
- Os solos da zona 3 apresentam drenabilidade regular a má e baixa estabilidade quando utilizados como material de empréstimo para construção de aterros;
- As bordas de maior declividade das chapadas, compostas por solos da subzona 4a, apresentam alta propensão à instalação de processos de erosão acelerada, sobretudo voçorocamento, devendo ser evitadas para transposição de relevo de rodovias;



- ÁREAS ADEQUADAS (AD)** - Terrenos com relevo suave, declividade máxima de 10%, apresentando propriedades geotécnicas favoráveis.

- ÁREAS ADEQUADAS COM RESTRIÇÕES (AR)** - Terrenos com relevo ondulado a fortemente ondulado, com declividade máxima 20%. Meio físico com restrições tecnicamente contornáveis. Sua utilização exige estudos detalhados de superfície e subsuperfície.

- ÁREAS INADEQUADAS (ID)** - Terrenos apresentando severas restrições com relação ao relevo e/ou ao substrato rochoso. Solos apresentam alto risco geológico, para a ocupação analisado.

Figura 18 - Carta de aptidão a implantação de obras viárias.

- Os terrenos das subzonas 4b.1 e 4b.3 devem ser evitados para implantação de sistemas viários, por apresentarem setores sujeitos a encharcamento e por possuírem muito baixa drenabilidade. Os aterros construídos sobre esses terrenos reduzem ou bloqueiam os canais de drenagem natural, propiciando a formação de represamentos d'água e a formação de áreas insalubres. Esses terrenos, por sua origem, apresentam sedimentos heterogêneos de baixa capacidade de carga, ocasionando trincamentos em superfície devido a oscilações do lençol freático e a variação de comportamento dos diferentes materiais que o compõem.

Disposição de resíduos sólidos urbanos

A crescente produção de lixo urbano e sua má disposição sobre os terrenos, constitui uma das principais formas de degradação do meio ambiente.

O lixo produzido na maioria dos pequenos e médios municípios é geralmente coletado e acumulado em áreas disponíveis, escolhidas sem o menor critério técnico, vindo a constituir os denominados “lixões” (Fotos 18 e 19).

De acordo com Schalch et al.(1992), nessas acumulações, os componentes orgânicos do lixo sofrem decomposição bacteriana e a umidade que se desprende deles arrasta substância tóxica de odor desagradável, formando o “chorume”. Em períodos chuvosos, a água infiltrada lixivia o chorume em percolação descendente, ocasionando o arraste de substâncias nocivas que irão contaminar os solos e as águas de superfície e subsuperfície.

Por se tratar de uma solução das mais econômicas e geralmente eficiente, a disposição desses rejeitos vem sendo feita, nas grandes cidades, em aterros sanitários, com uma técnica que utiliza os princípios da engenharia e da geotécnica para confinar o lixo, reduzindo-o ao menor volume possível e

cobrindo-o com uma camada de terra após cada jornada de trabalho. (NBR-8419, ABNT, 1984).

Segundo Zuquette (1987), as áreas selecionadas para disposição de resíduos sólidos urbanos deverão merecer estudos geológico-geotécnicos detalhados, além de atender às seguintes condições:

- Situarem-se a mais de 300m de fontes de água e cabeceiras de drenagens importantes;
- Não constituírem áreas de descarga ou recarga de aquíferos;
- Não apresentarem declividade acima de 15%, a fim de evitar grandes movimentação de terra;
- Apresentarem lençol freático com profundidade superior a 6m nos períodos chuvosos;
- Disporem de substrato rochoso maciço e a uma profundidade mínima de 12m a 15m. Em nenhuma hipótese, esse substrato pode ser constituído de rochas altamente fraturadas ou calcárias;
- Apresentarem um perfil de solo homogêneo com valores de porosidade e permeabilidade adequados, facilitando a depuração do chorume;
- Possuírem solos com capacidade de troca de cátions superior a 5 meq/100g de solo e valor de PH em torno de 5 a 6;
- Não proporcionarem impacto ambiental desfavorável à paisagem regional.

Na Área de Preservação Ambiental do Carste de Lagoa Santa, somente a subzona 3a dispõe de trechos em condições de atender aos requisitos citados para a instalação de aterro sanitário. Contudo, face às condições especiais requeridas para implantação e desenvolvimento de aterros sanitários, sugere-se que sejam localizados fora dos limites da APA, em áreas além da faixa de entorno.

9 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A Área de Preservação Ambiental Carste de Lagoa Santa exibe, na maior parte de seu território, sinais evidentes de degradação do seu meio físico.

Suas matas primitivas foram extensamente derrubadas para dar lugar a pastagens. Raros são os cursos d'água que ainda dispõem da proteção das matas ciliares. Seus cerrados foram devastados no passado, para fabricação de carvão vegetal para alimentar as siderúrgicas locais.

A exploração mineral atuante em parte da área é intensa, devastando os maciços de calcário e as cavernas neles existentes, monumentos culturais e turísticos da região (Fotos 20 e 21).

A retirada de areia para construção das aluviões do Ribeirão da Mata assoreou o seu canal e poluiu suas águas (Foto 22), tornando aquela planície pantanosa e insalubre.

Na região de Jenipapo, a extração desordenada da “pedra de Lagoa Santa” permitiu que a terra oriunda das escavações (Foto 23), assoreasse os mananciais que dali se derivam. As aparas, resultantes de seu beneficiamento, entulham córregos, vales e estradas (Foto 24).

Os rejeitos urbanos entopem entupindo dolinas e outras depressões, nos locais próximos às áreas urbanas (Foto 25).

Não são raros os loteamentos abandonados ou parcialmente ocupados, situados em regiões instáveis, exibindo os efeitos danosos da erosão acelerada (Foto 26) e do deslocamento de massas.

Pouco resta da paisagem primitiva cujos raros testemunhos, como o Vale do Mocambo e a Fazenda Cauia, induzem à existência passada de extenso refúgio ecológico. A recuperação dessa paisagem é atualmente inviável. Impõe-se, entretanto, de imediato, a tomada de um conjunto de medidas no sentido de preservar esse frágil meio físico.

Por suas características geológico-geotécnicas, esses terrenos merecem cuidados especiais que deverão ser esclarecidos à comunidade, em contínuas campanhas, visando demonstrar a necessidade do uso racional do meio físico e

dos cuidados necessários para evitar sua degradação.

Dentre os principais resultados e conclusões obtidos com os levantamentos geotécnicos e que deverão fornecer importantes subsídios à preparação dos Programas e Normas de gestão, ocupação e conservação dos terrenos, citam-se:

- Zoneamento Geotécnico da área, com delimitação e caracterização detalhada das diversas zonas e subzonas, de acordo com seus parâmetros morfo-lito-geotécnicos e suas restrições ao uso em geral;
- Análise da aptidão ao uso em relação ao Assentamento Urbano e Parcelamento dos terrenos, delimitando áreas para esse tipo de ocupação e apontando suas principais restrições;
- Análise da aptidão ao uso em relação à Implantação de Obras Viárias, com recomendações a esse tipo de ocupação e delimitação de áreas, em função da declividade e das características geotécnicas dos solos;
- Análise da aptidão em relação à seleção de áreas, visando a implantação de aterros sanitários para disposição de resíduos sólidos urbanos, enumerando suas especificações restritivas.
- Baseado no zoneamento geotécnico e na análise de aptidão de seus terrenos, foi estabelecido o MACROZONEAMENTO GEOTÉCNICO da APA Carste de Lagoa Santa, conforme dados do quadro 10 e figura 19. Foram delimitadas duas macrozonas geotécnicas, subdivididas em seis macro-subzonas:

ZPM - ZONA DE PROTEÇÃO MÁXIMA, compreende as seguintes macrosubzonas discriminadas em ordem decrescente de restrições:

1. **ZPM_A** - Características: Áreas cársticas de alta a muito alta permeabilidade, caracterizadas pela presença de maciços calcários solúveis e altamente fraturados e pela abundância de depressões cársticas (dolinas, uvalas). Ocorrências de importantes sítios

espeleológicos e arqueológicos. Áreas com vertentes, apresentando declividade superior a 45%. Terrenos pertencentes às subzonas geotécnicas 2b.1 e 2b.2, apresentando grande vulnerabilidade à poluição e constituindo áreas de recarga e descarga de aquíferos.

2. **ZPM_B** -Características: Planícies fluviais representadas por aluviões e terraços. Terrenos de muito baixa declividade, sujeitos a encharcamento, apresentando solos de baixa resistência e com alta vulnerabilidade à poluição. Compreendem os terrenos pertencentes às subzonas geotécnicas 4b.1, 4b.2 e 4b.3.

3. **ZPM_C** - Características: Áreas cársticas e não-cársticas com relevo montanhoso, vertentes de muito alta declividade, algumas vezes ravinadas, com vales encaixados e profundos, apresentando alta susceptibilidade à instalação de processos de erosão acelerada e à movimentação de massas. Compreendem os solos das subzonas geotécnicas 1, 2a.2 e 3b.

ZUD - ZONA DE USO DISCIPLINADO, compreende as seguintes macrosubzonas discriminadas em ordem decrescente de restrições:

1. **ZUD_A** - Características: Áreas cársticas apresentando relevo ondulado, vertentes de baixa a moderada declividade, com ocorrências esparsas de depressões cársticas (dolinas, uvalas) e maciços rochosos. Terrenos de moderada vulnerabilidade à poluição e baixa propensão à instalação de processos de erosão acelerada e à movimentação de massas. Compreendem os solos da subzona geotécnica 2a.1.

2. **ZUD_B** - Características: Áreas não-cársticas constituídas por Formações Superficiais, predominantemente coluviais, que se apresentam como restos de chapadas com relevo plano a ondulado e bordas escarpadas. Seus terrenos apresentam moderada vulnerabilidade à poluição e suas bordas estão sujeitas à instalação de processos erosivos e à movimentação de massas. Compreendem os solos da subzona geotécnica 4a.

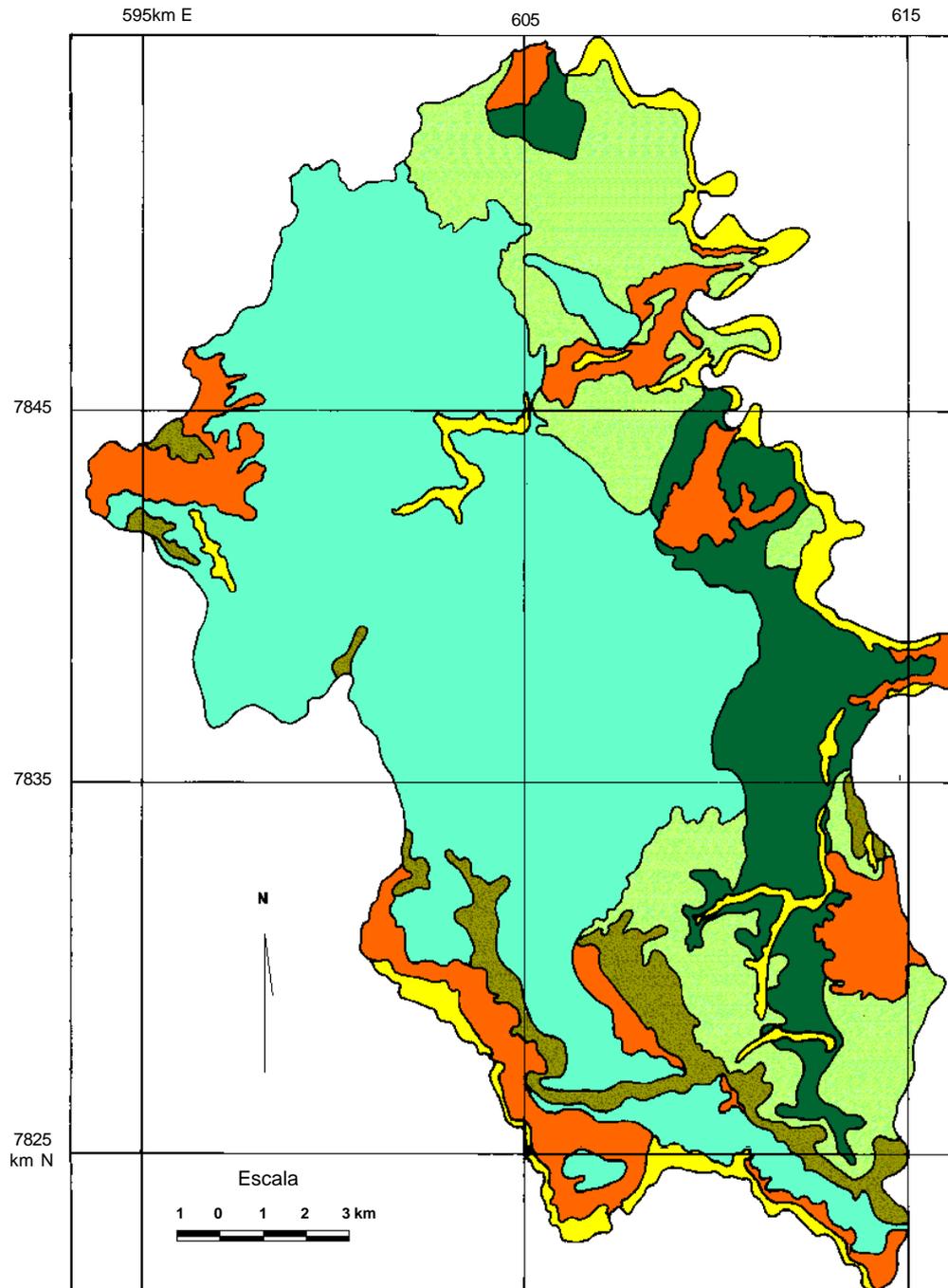
3. **ZUD_C** - Características: Áreas não-cársticas de relevo ondulado a suavemente ondulado, com vertentes de baixa a moderada declividade. Seus terrenos apresentam baixa susceptibilidade à instalação de processos erosivos, à movimentação de massas e vulnerabilidade à poluição.

Zona	Subzona Macrozona	Declividade %	RESTRITÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS					APTIDÃO DO MEIO FÍSICO FRENTE AO USO E OCUPAÇÃO			
			Susceptibilidade a erosão	Susceptibilidade a deslizamento	Propensão a abatimentos	Vulnerabilidade a poluição	Propensão a encharcamento	Assentamento urbano	Obras Viárias	Rejeitos sólidos urbanos	Grandes escavações
1	ZPM _C	>20	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não permitido
2	2a.1 ZUD _A	0/10	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada	Moderada	Permitido com restrições	Permitido com restrições	Não permitido	Não recomendado
		10/20	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada	Baixa				
	>20	Moderada	Moderada	Baixa	Moderada	Moderada	Baixa				
	2a.2 ZPM _C	0/10	Moderada	Baixa	Moderada	Moderada	Moderada	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não recomendado
10/20		Alta	Alta	Baixa	Moderada	Baixa					
>20	Alta	Alta	Baixa	Moderada	Moderada	Baixa					
2b.1 ZPM _A	0/10	Baixa	Baixa	Alta	Muito Alta	Baixa Baixa	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não permitido	
	10/20	Baixa	Baixa	Alta	Muito alta						
>20	Moderada	Moderada	Moderada	Alta	Alta						
2b.2 ZPM _A	0/10	Baixa	Baixa	Muito alta	Alta	Alta Alta Baixa	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não permitido	
	10/20	Baixa	Baixa	Alta	Alta						
>20	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada						
3	3a ZUD _C	0/10	Baixa	Baixa	Moder./alta	Baixa/Moder.	Alta Moderada Baixa	Permitido com restrições	Permitido com restrições	Não recomendado	Permitido
		10/20	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa					
>20	Moderada	Moderada	Baixa	Baixa							
3b ZPM _C	0/10	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada	Alta Baixa Baixa	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não recomendado	
	10/20	Alta	Alta	Baixa	Baixa						
>20	Alta	Alta	Baixa	Baixa							
4	4a ZUD _C	0/10	Moderada	Baixa	Moderada	Moderada	Baixa Baixa Baixa	Permitido com restrições	Permitido com restrições	Não recomendado	Permitido
		10/20	Moderada	Baixa	Moderada	Moderada					
	>20	Alta	Alta	Moderada	Moderada						
	4b.1 ZPM _B	0/5	Moderada	Baixa	Moderada	Moderada	Alta	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não recomendado
0/5		Baixa	Baixa	Baixa	Baixa						
4b.2 ZPM _B	0/5	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Moderada	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não recomendado	
	0/5	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada						
4b.3 ZPM _B	0/5	Baixa	Baixa	Moderada	Moderada	Alta	Não recomendado	Não recomendado	Não permitido	Não recomendado	

MACROZONA ZPM- Zona de Proteção Máxima (A,B,C- restrições em ordem decrescente)

MACROZONA ZUD- Zona de Uso Disciplinado (A,B,C- restrições em ordem decrescente)

Quadro 10 - Restrições geológico-geotécnicas e aptidão do meio físico das subzonas e macrozonas geotécnicas.



ZPM - ZONA DE PROTEÇÃO MÁXIMA		ZUD - ZONA DE USO DISCIPLINADO	
	ZPM _A - Áreas cársticas de muito alta permeabilidade, caracterizada pela presença de maços fraturados e dolinas.		ZUD _A - Áreas cársticas com relevo ondulado com esparsas ocorrências de maços rochosos e dolinas.
	ZPM _B - Planícies fluviais com solos de baixa resistência e sujeitos a inundações e encharcamento.		ZUD _B - Áreas de chapadas, predominantemente coluviais, com bordas escarpadas, com alta propensão a erosão.
	ZPM _C - Áreas cársticas e não cársticas com relevo montanhoso, com alta susceptibilidade a erosão.		ZUD _C - Áreas não cársticas com relevo ondulado e vertentes suaves.

Figura 19 - Carta das Macrozonas Geotécnicas.

10 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEATO, A.C., PESSOA, P.F. *Cadastro dos pontos d'água*. Belo Horizonte: CPRM, 1991. [Relatório interno].
- CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. *Caracterização pedológica e geomorfológica: estudos ambientais da região cárstica de Lagoa Santa e Sete Lagoas, MG*. Belo Horizonte: CPRM/CETEC, 1996. [Projeto Vida].
- _____. *Uso da terra: estudos ambientais da região cárstica de Lagoa Santa e Sete Lagoas, MG*. Belo Horizonte: CPRM/CETEC, 1996. [Projeto Vida].
- CABRAL, J.A.L. *Cartografia de planejamento: faixa Sete Lagoas/Lagoa Santa, MG*. Belo Horizonte: CPRM, 1995. [Projeto Vida].
- _____. *Parâmetros geotécnicos e sua interpretação na cartografia geotécnica e na definição de áreas de risco*. s.n.t., [Inédito].
- _____. *Zoneamento geotécnico e aptidão dos terrenos: município de Sete Lagoas, MG*. Belo Horizonte: CPRM, 1995. [Projeto Vida].
- LIMA, M.J. *Porto de. Prospecção geotécnica do subsolo*. Rio de Janeiro: LTC, 1983. 99p.
- SCHALCH, V., et al. Aterro sanitário: condações sobre escolha do sítio, projeto, implantação, operação e monitoramento: In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 7, s.l., 1992. *Anais...* s.n.t.
- TAN, B. K. Some geotechnical aspects of urban development over limestone terrain in Malaysia. *Bull.* 35: IAEG. 57, 1994. p.63.
- THEODOROVICZ, A. et al. *Informações básicas sobre o meio físico: subsídios para o planejamento territorial*. Curitiba: CPRM/SEDU, 1994.
- TULLER, M. P., Ribeiro, J. H., DANDEFER, A. *Geologia da Faixa Sete Lagoas*. Belo Horizonte: CPRM, 1995. [Projeto Vida].
- ZUQUETTE, L.V. *Análise crítica da cartografia geotécnica: proposta metodológica para as condições brasileiras*. s.n.t., 1987. 3 v. Tese (Doutoramento).

ANEXO I

Documentação Fotográfica



Foto 1 - Efeitos da erosão acelerada (voçoroca) em solos residuais de gnaiss, devido a retirada de material superficial, para uso na construção civil. (município de Pedro Leopoldo)

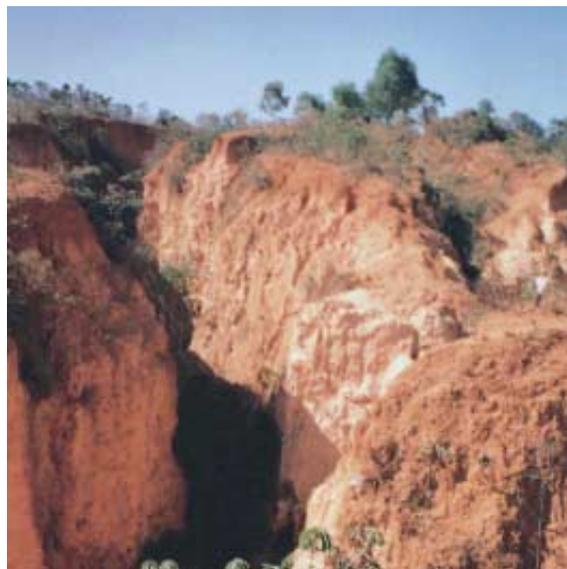


Foto 2 - Sulcos profundos resultantes da erosão acelerada em solos residuais de metapelitos devido a abertura de loteamentos em terrenos instáveis. (Quintas da Fazendinha - P. Leopoldo)



Foto 3 - Extensa e profunda voçoroca linear em solos residuais de metapelitos, devido a urbanização de terrenos de alta declividade em solos inadequados. (morro do Cruzeiro. L. Santa)



Foto 4 - Deslizamentos estabilizados em vertentes de alta declividade, constituídas por solos de metapelitos (ao fundo). Município de Sete Lagoas.



Foto 5 - Terrenos da subzona 2a.1. Relevo suavemente ondulado, abrigando em suas partes baixas depósitos argilosos transportados, utilizados como pastagens. Região de Fidalgo. Município de Lagoa Santa.



Foto 6 - Pedreira de calcissiltito (Pedra de Lagoa Santa) de onde são extraídos rudimentarmente lajes de calcário para uso em construção civil. Região de Jenipapo. Município de Lagoa Santa.

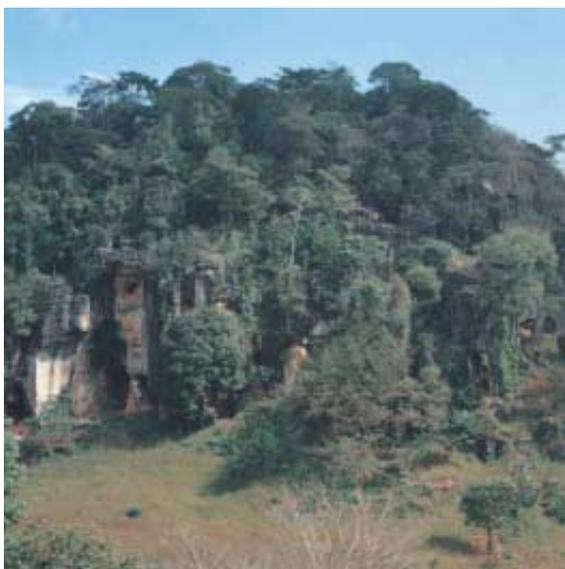


Foto 7 - Maciço de calcário pertencente a subzona 2b.1, com diversas grutas e recoberto por mata seca. Região de Mocambeiro. Município de Matozinhos.



Foto 8 - Vista panorâmica de terrenos da subzona 2b.2, apresentando relevo ondulado, convertentes suaves e vales abertos. Município de Pedro Leopoldo.



Foto 9 - Vista panorâmica de terrenos da subzona 2b.1, onde se observa maciços rochosos de calcário, recobertos por mata seca e circundados por dolinas. Município de Matozinhos.

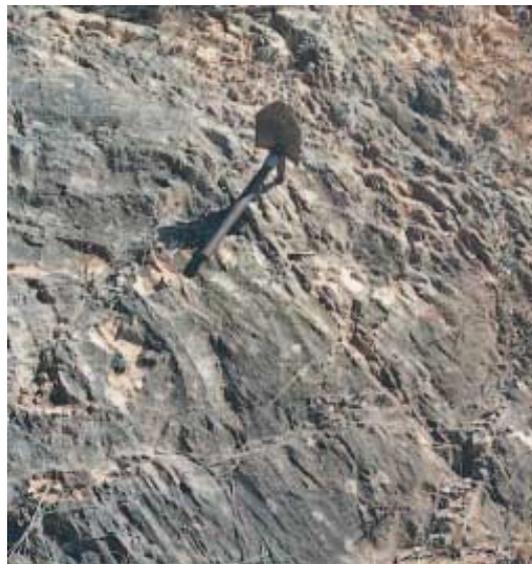


Foto 10 - Saprólitos de metapelitos da zona 3 em taludes de baixa coesão, contendo abundantes venulações e segregações de quartzo, que dão origem a cascalheiras, MG 424, Município de Pedro Leopoldo

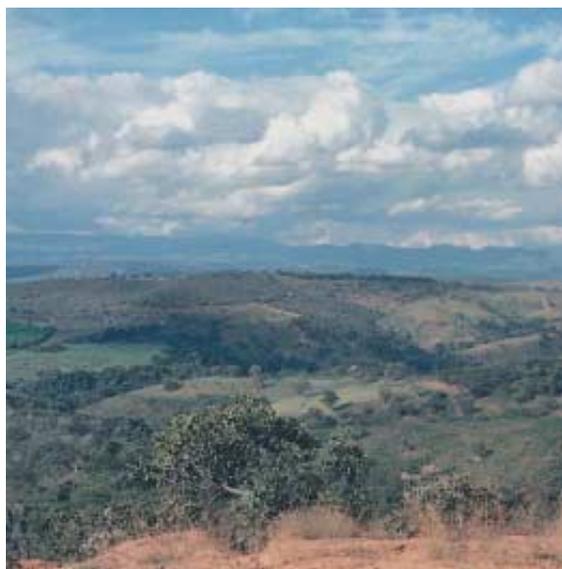


Foto 11 - Vista panorâmica de terrenos da subzona 3a, com relevo fortemente ondulado e vegetação característica. Nos fundos dos vales ocorrem rochas calcárias pertencentes a zona 2. Município de Lagoa Santa.



Foto 12 - Vista panorâmica das elevações alongadas com todos arredondados e vertentes ravinadas de alta declividade, pertencentes a subzona 3b. Município de Sete Lagoas.



Foto 13 - Retalhos de chapada constituídos por depósitos coluviais argilosos da subzona 4a, utilizados como pastagens. Município de Pedro Leopoldo.



Foto 14 - Talude da MG 010 constituídos por latossolos da subzona 4a, recobrimdo em perfil irregular solos residuais da zona 3. Município de Vespasiano.



Foto 15 - Exposição de sedimentos argilosos da subzona 4A, recobrimdo em perfil irregular, solos residuais de migmatitos da zona 1. Talude da rodovia permitral da cidade de Sete Lagoas.

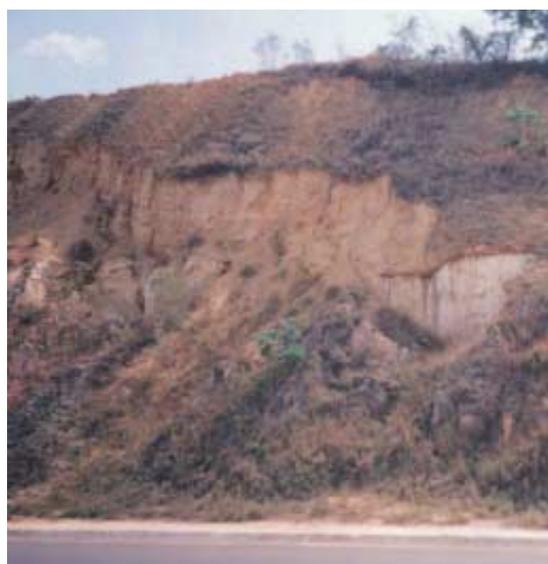


Foto 16 - Talude em solos residuais de migmatitos da zona 1, exibindo deslizamento de seus solos, devido a sua baixa coesão e a ausência de drenagens. MG 010 - Município de Vespasiano.



Foto 17 - Deslizamento em talude construído em solos residuais de metapelitos da subzona 3b. Gabiões de contenção construídos para proteção da rodovia de acesso a Serra de Santa Helena. Município de Sete Lagoas.



Foto 18 - Aspecto do lixão de Matozinhos, depositado em terrenos calcários, próximo a uma depressão cárstica (ao fundo). Município de Matozinhos



Foto 19 - Lixão de Vespasiano situado na planície fluvial do Ribeirão da Mata, representado por sedimentos argilosos da subzona 4b.1 Município de Vespasiano.

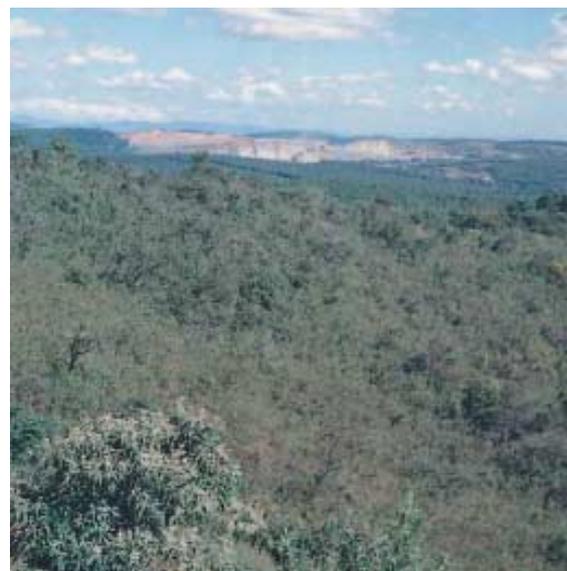


Foto 20 - Vista panorâmica mostrando o avanço dos trabalhos de mineração de calcário sobre a região de cerrados. Mineração Cauê. Município de Pedro Leopoldo.

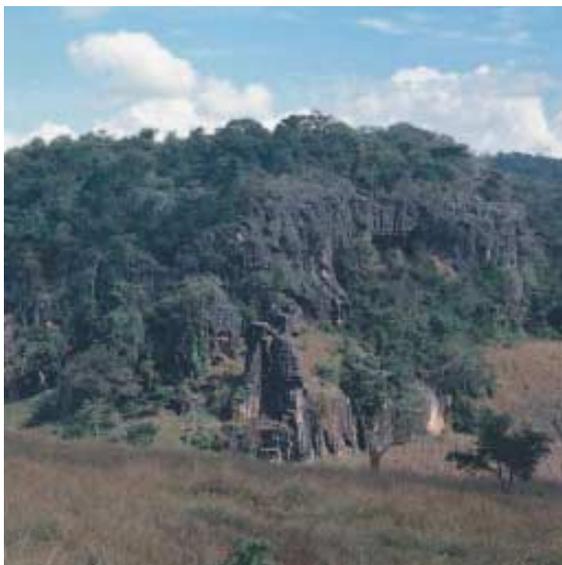


Foto 21 - Maciço de calcário contendo grutas e recoberta por mata seca, pertencentes a subzona 2b.1. Estrada Matozinhos-Mocambeiro.



Foto 22 - Trecho do Ribeirão da Mata, próximo ao lixão de Vespasiano e a concessões de extração de areia com suas águas estagnadas e altamente poluídas. Município de Vespasiano.



Foto 23 - Pedreira de calcário laminado (Pedra de Lagoa Santa), produzindo rejeitos que assoream a poluem os córregos da região de Jenipapo. Município de Sete Lagoas.



Foto 24 - Aparas resultantes do beneficiamento da Pedra de Lagoa Santa são encontradas entupindo vales ou acumuladas em vias públicas. Fidalgo/Sumidouro. Mun. de Lagoa Santa.



Foto 25 - Rejeitos urbanos (lixo) atirados em planícies aluviais de várias córregos da região da APA. Ribeirão da Mata. Município de Pedro Leopoldo.



Foto 26 - Assentamento urbano em terrenos inadequados de alta declividade, exibindo efeitos da erosão em sulco. Morro do Cruzeiro. Município de Lagoa Santa.

ANEXO II

Coletânea de Leis, Decretos e Resoluções sobre Legislação Ambiental relacionadas direta ou indiretamente à Cartografia Geotécnica Aplicada.

Quantificação Geotécnica dos Termos Qualitativos utilizados.

Legendas e Convenções utilizadas no Cadastro dos Furos a Percussão com SPT.

LEIS, DECRETOS E RESOLUÇÕES SOBRE LEGISLAÇÃO AMBIENTAL RELACIONADAS DIRETA OU INDIRETAMENTE À CARTOGRAFIA GEOTÉCNICA APLICADA.

- CONSTITUIÇÃO FEDERAL, de 05 de outubro de 1988.
- DECRETO LEI N° 50 813, de 20 de junho de 1 961
Declara as florestas que
- LEI N° 4771, de 15 de setembro de 1 965.
Institui o novo Código Florestal.
- DECRETO LEI N° 1413, de 14 de agosto de 1 975.
- LEI N° 6766, de 19 de dezembro de 1 979
Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano.
- LEI N° 6803, de 02 de julho de 1 980.
Dispõe sobre as diretrizes básicas para zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição.
- LEI N° 6902, de 27 de abril de 1 981.
Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental
- LEI N° 6938, de 31 de agosto de 1 981.
Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação.
- DECRETO N° 97 632, de 10 de abril de 1 989
Regulamenta o artigo 2º, inciso VIII, da Lei 6938, de 31 de agosto de 1 981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
- DECRETO N° 99 193, de 27 de março de 1 990.
Dispõe sobre as atividades relacionadas ao zoneamento ecológico-econômico.
- PORTARIA MINTER N° 53, de 01 de março de 1 979.
Estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação.
- RESOLUÇÃO N° 01, de 23 de janeiro de 1 986.
Estabelece as definições, as responsabilidades e os critérios básicos e diretrizes gerais para uso e implementação da avaliação do impacto ambiental.
- RESOLUÇÃO N° 20, de 18 de junho de 1 986.
Estabelece a classificação das águas....
- RESOLUÇÃO N° 10, de 14 de dezembro de 1 988.
Estabelece normas gerais relativas às Áreas de Proteção Ambiental- APAs.
- LEI N° 6513, de 18 de dezembro de 1 973.
Dispõe sobre a proteção dos recursos hídricos contra agentes poluidores.
- LEI N° 8014, de 14 de dezembro de 1984.
Dispõe sobre a preservação do solo agrícola.
- DECRETO N° 6160, de 13 de agosto de 1 985.
Aprova o Regulamento da Lei N° 8014, de 14 de dezembro de 1984, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola.

QUANTIFICAÇÃO GEOTÉCNICA DOS TERMOS QUALITATIVOS UTILIZADOS**Permeabilidade (IEAG)**

K(cm/seg)	Terminologia
maior 10^{-2}	muito alta
10^{-2} a 10^{-4}	alta
10^{-4} a 10^{-5}	moderada
10^{-5} a 10^{-7}	baixa
10^{-7} a 10^{-9}	muito baixa
menor que 10^{-9}	impermeável

Porosidade (IEAG)

Índice de porosidade-	Terminologia
maior que 50	muito alta
50-45	alta
45 - 35	média
35 - 30	baixa
menor que 30	muito baixa

Plasticidade

Ind. de Plast. (%)	Terminologia
menor que 1	não plástico
1 a 7	fracamente plástico
7 a 17	moderadamente plástico
17 a 35	altamente plástico
maior que 35	extremamente plástico (argilas gordas)

LEGENDAS E CONVENÇÕES UTILIZADAS NO CADASTRO DE FUROS A PERCUSSÃO COM SPT

TEXTURA DO SOLO

1- Argilosa, 2- Siltica , 3- Arenosa, 4- Pedregulhosa, 0- Ausência

Exemplos : 1230 = Textura argilo-siltica- arenosa 3240 = Textura areno-siltica,c/pedreg.
 2300 = Textura siltica-arenosa 1200 = Textura argilo-siltica
 3000 = Textura arenosa 3200 = Textura areno-siltica

RESISTÊNCIA DO SOLO (ABMS)

Material	Ind. Resist. Penetração (SPT)	Designação
areias e siltes arenosos	≤ 4	fofa
	5 - 10	pouco compacto
	11 - 30	medianamente compacto
	31 - 50	compacto
	> 50	muito compacto
argila e siltes argilosos	≤ 2	muito mole
	3 - 4	mole
	5 - 8	média
	9 - 15	rija
	16 - 30	muito rija
	> 30	duro

Fonte: Lima, 1983.

Abreviaturas usadas: P/Comp= pouco compacto M/Comp= muito compacto

Med/Comp= medianamente compacto

CADASTRO DE FUROS A PERCUSSÃO COM SPT

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 810 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	1	9.30	2	0.00 - 0.40 0.40 - 9.30	(124 0) ----- (2314 .) -----
Est 525 , Est 810 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	2	10.20	2	0.00 - 1.60 1.60 - 10.20	(124 0) ----- (214 0) -----
Est 525 , Est 812 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	3	9.20	2	0.00 - 1.80 1.80 - 9.20	(123 4) ----- (214 0) -----
Est 525 , Est 812 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	4	8.00	2	0.00 - 0.80 0.80 - 3.00 3.00 - 8.00	(1230) ----- (2140) ----- (2100) -----
Est 525 , Est 815 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	5	8.20	2	0.00 - 0.80 0.80 - 8.20	(1240) ----- (2140) -----
Est 525 , Est 815 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	6	7.00	2	0.00 - 2.70 2.70 - 7.00	(1240) ----- (2140) -----
Est 525 , Est 820 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	7	10.20	2	0.00 - 0.40 0.40 - 10.20	(1240) ----- (2140) -----
Est 525 , Est 824 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	8	10.20	2	0.00 - 0.60 0.60 - 10.20	(1240) ----- (2140) -----
Est 525 , Est 830 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	9	7.00	2	0.00 - 1.80 1.80 - 7.00	(1240) ----- (2300) -----
Est 525 , Est 835 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	10	16.00	2	0.00 - 0.50 0.50 - 16.00	(1240) ----- (2140) -----
Est 525 , Est 840 Balizamento de Rocha Rod. Mg 424	11	3.00	2	0.00 - 0.30 0.30 - 3.00	(1200) ----- (1300) -----
Est 525 , Est 847 +7.70 Bueiro na estaca 847 + 7.70 Rod. Mg 424	3	9.29	2/1	0.00 - 3.70 3.70 - 4.61 4.61 - 6.74 6.74 - 9.29	(1230) Mole a Médio (3240) Médio (1230) ----- (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 847 + 7.70 Bueiro na estaca 847 + 7.70 Rod. Mg 424	2	7.38	2/1	0.00 - 6.68 6.68 - 7.38	(1230) Mole a Dura (2300) Muito compacta
Est 850 + 2.00 Pass.Sup. RFFSA Rod. Mg 424	1	12.08	4/1	0.00 - 2.20 2.20 - 3.00 3.00 - 7.15 7.15 - 12.08	Aterro (1200) ----- (2300) ----- (2300) Muito Compacto
Est 850 + 14.00 Pass,Sup. RFFSA Rod. Mg 424	2	10.32	4/1	0.00 - 2.50 2.50 - 4.00 4.00 - 7.15 7.15 - 10.32	Aterro (1200) ----- (2300) ----- (2300) Muito Compacto

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 850 + 14,00 Pass.Sup. RFFSA Rod.MG 10	3	13,35	4/1	0,00 - 3,00 3,00 - 6,15 6,15 - 13,35	(1200) ----- (2300) ----- (2300) Muito compacto
Est 851 + 10,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	4	8,24	4/1	0,00 - 1,15 1,15 - 8,24	Aterro (2300) Comp a M / Comp
Est 851 + 12,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	5	16,90	4/1	0,00 - 7,15 7,15 - 16,90	Aterro (2300) Comp a M / Comp
Est 852 + 4,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	6	19,55	4/1	0,00 - 11,15 11,15 - 19,55	Aterro (2300) Comp a M / Comp
Est 849 + 18,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	7	13,10	4/1	0,00 - 6,15 6,15 - 13,10	Aterro (2300) Comp a M / Comp
Est 850 + 10,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	8	13,30	4/1	0,00 - 2,00 2,00 - 4,15 4,15 - 13,30	(1200) ----- (2300) ----- (2300) Muito compacto
Est 850 + 10,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	9	10,40	4/1	0,00 - 1,15 1,15 - 10,40	(2300) ----- (2300) Comp a m / Comp
Est 851 + 5,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	10	10,48	4/1	0,00 - 1,15 1,15 - 10,48	(2300) ----- (2300) Médio a M / Comp
Est 851 + 5,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	11	12,65	4/1	0,00 - 1,15 1,15 - 2,15 2,15 - 12,65	(1200) ----- (1200) Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est.851 + 18,00 Pass.Sup. RFFSA Rod. MG 10	12	12,73	4/1	0,00 - 1,15 1,15 - 12,73	(1200) ----- (2300) Médio a M /Comp
Est.859 + 10,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	1	17,29	4/1	0,00 - 0,52 0,52 - 3,44 3,44 - 5,15 5,15 - 7,80 7,80 - 10,65 10,65 - 11,61 11,61 - 14,49 14,49 - 17,29	(1230) ----- (1200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (1200) Fofa a Média (1200) Média (1200) Comp a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est.860 +5,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	2	15,22	4/1	0,00 - 1,02 1,02 - 2,95 2,95 - 4,10 4,10 - 7,50 7,50 - 11,71 11,71 - 15,22	(1230) ----- (1200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (1200) Fofa a Média (2300) Muito Compacta
Est.860 + 5,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	3	13,18	4/1	0,00 - 0,66 0,66 - 1,70 1,70 - 3,30 3,30 - 6,50 6,50 - 10,86 10,86 - 13,18	(1230) ----- (1200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (3200) Mole a M / Comp (2300) Muito Compacta

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est.861 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	4	13,25	4/1	0,00 - 0,50 0,50 - 1,30 1,30 - 2,10 2,10 - 5,50 5,50 - 9,55 9,55 - 13,25	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (3200) Fofa a Média (2300) Muito Compacto
Est 861 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	5	12,15	4/1	0,00 - 0,50 0,50 - 3,78 3,78 - 8,60 8,60 - 12,15	(1230) ----- (1200) Mole (3200) Média (2300) Muito Compacto
Est.861 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	6	11,99	4/1	0,00 - 0,50 0,50 - 4,50 4,50 - 9,48 9,48 - 11,99	(1230) ----- (1200) Mole a Média (3200) Média a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est 861 + 18,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	7	12,59	4/1	0,00 - 3,00 3,00 - 4,10 4,10 - 6,00 6,00 - 10,80 10,80 - 12,59	(3200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (3200) Média (2300) Muito Compacto
Est.862 + 13,00 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	8	24,00	4/1	0,00 - 1,00 1,00 - 5,00 5,00 - 6,10 6,10 - 9,00 9,00 - 14,46 14,46 - 24,00	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Médio (3200) Médio a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est 862 + 13,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	9	17,29	4/1	0,00 - 0,86 0,86 - 5,00 5,00 - 6,10 6,10 - 9,49 9,49 - 12,90 12,90 - 17,29	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (3200) Fofa a Média (2300) Comp a M / Comp
Est 863 + 5,00 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	10	17,10	4/1	0,00 - 1,06 1,06 - 4,80 4,80 - 6,00 6,00 - 13,40 13,40 - 17,10	(1230) ----- (3240) ----- (1200) ----- (3200) Médio a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est.858 + 15,00 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	11	20,26	4/1	0,00 - 3,00 3,00 - 6,00 6,00 - 8,00 8,00 - 9,70 9,70 - 12,60 12,60 - 17,80 17,80 - 20,26	Aterro (2100) ----- (3200) ----- (3200) ----- (1200) Mole (3200) Médio a M / Comp (2100) Duro
Est 859 + 10,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	12	17,29	4/1	0,00 - 2,01 2,01 - 4,65 4,65 - 6,20 6,20 - 8,70 8,70 - 17,29	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Médio (3200) Fofa a M / Comp

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est.859 + 10,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	13	16,50	4/1	0,00 - 3,91 3,91 - 4,58 4,58 - 6,00 6,00 - 7,10 7,10 - 9,50 9,50 - 14,76 14,76 - 16,50	Aterro (1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Médio (3200) Fofa a Compacto (2100) Duro
Est 860 + 5,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	14	13,22	4/1	0,00 - 0,42 0,42 - 2,10 2,10 - 10,50 10,50 - 13,22	(1230) ----- (3200) ----- (3200) Fofa a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est 860 + 5,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	15	13,22	4/1	0,00 - 0,44 0,44 - 1,50 1,50 - 3,60 3,60 - 9,70 9,70 - 13,22	(1230) ----- (3200) ----- (3200) Mole (3200) Fofa a Médio (2300) Muito Compacto
Est.861 + 5,00 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	16	13,18	4/1	0,00 - 0,12 0,12 - 1,01 1,01 - 2,10 2,10 - 3,00 3,00 - 9,00 9,00 - 13,18	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Médio (3200) Fofa a Compacta (2300) Comp a M / Comp
Est.861 + 5,00 Pte S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	17	14,29	4/1	0,00 - 3,60 3,60 - 4,79 4,79 - 10,60 10,60 - 14,29	(1230) ----- (1230) Médio (3200) Fofa a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est.862 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	18	15,26	4/1	0,00 - 5,10 5,10 - 6,90 6,90 - 11,90 11,90 - 15,26	(1230) ----- (1200) Mole (1200) Fofa a M / Comp (2300) Muito Compacto
Est.862 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	19	15,29	4/1	0,00 - 0,62 0,62 - 4,30 4,30 - 7,58 7,58 - 11,70 11,70 - 15,29	(1230) ----- (3200) ----- (1230) Mole a Médio (3200) Médio a M / Comp (2300) Muito compacto
Est.862 + 13,00 Pte.S/ Ribeirão da Mata Rod. MG 10	20	17,18	4/1	0,00 - 3,05 3,05 - 5,00 5,00 - 6,10 6,10 - 8,62 8,62 - 14,70 14,70 - 17,18	(1230) ----- (3200) ----- (1200) ----- (1200) Mole a Média (3200) Fofa a Média (2300) Muito Compacto
Est----- Ribeirão da Mata Rod. MG 424	1	13,01	4/1	0,00 - 1,00 1,00 - 5,00 5,00 - 8,00 8,00 - 10,00 10,00 - 10,40 10,40 - 13,01	Material removido (1230) M / Mole a Mole (3210) Médio a Fino (1200) Rija (3200) Médio a Compacto (2300) Compacto

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est----- Ribeirão da Mata Rod. MG 424	2	12,21	4/1	0,00 - 2,00 2,00 - 3,00 3,00 - 5,00 5,00 - 6,00 6,00 - 7,00 7,00 - 10,00 10,00 - 12,21	(1200) Muito Mole (3200) Fofa (1230) Mole (3200) Médio a p / Comp (1230) Médio (3200) Médio Med / Comp (2300) Muito Compacto
Est.525 , Est 912 Bueiro na Est 912 Rod. MG 424	2	27,00	4/1	0,00 - 0,22 0,22 - 5,42 5,42 - 15,00 15,00 - 20,50 20,50 - 27,00	Asfalto Aterro (1230) Mole a Dura (3200) Fofa a Médio (2300) Compacto
Est 525 , Est 912 Bueiro na Est 912 Rod. MG 424	4	18,40	4/1	0,00 - 7,81 7,81 - 9,41 9,41 - 10,80 10,80 - 15,90 15,90 - 18,40	(1230) Mole a Rija (3200) Fofa a Compacto (1230) Médio (3200) Médio (2300) Compacto
Est 525 , Est 934 Bueiro na Est 934 Rod. MG 424	1	16,27	4/1	0,00 - 10,50 10,50 - 16,27	(1230) Mole a Médio (3200) Fofa a M / Comp
Est 525 , Est 934 Bueiro na Est 934 Rod. MG 424	2	18,40	4/1	0,00 - 15,80 15,80 - 18,40	(1230) Mole a Médio (3200) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 934 Bueiro na Est 934 Rod. MG 424	3	17,40	4/1	0,00 - 13,90 13,90 - 17,40	(1230) Mole a Médio (3200) Comp a m / Comp
Est 525 , Est 934 Bueiro na Est 934 Rod. MG 424	4	19,40	4/1	0,00 - 16,57 16,57 - 19,40	(1230) Mole a Rija (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 970 + 10 Bueiro na Est 970 + 10 Rod. MG 424	1	22,89	1	0,00 - 1,00 1,00 - 8,79 8,79 - 10,46 10,46 - 22,89	(1230) Médio (3200) Fofa a Médio (1230) Mole a Médio (3240) Fofa a Compacto
Est 525 , Est 970 + 10 Bueiro na Est 970 + 10 Rod. MG 424	2	19,79	1	0,00 - 2,90 2,90 - 3,76 3,76 - 12,78 12,78 - 19,79	(1230) Rijo (3200) Fofa (1230) Mole a Médio (2130) Mole a Rijo
Est 525 , Est 970 + 10 Bueiro na Est 970 + 10 Rod. MG 424	3	13,02	1	0,00 - 9,89 9,89 - 13,02	(1230) Médio a Duro (2130) Rijo
Est 525 , Est 1001 + 10 Bueiro na Est 1001 + 10 Rod. MG 424	2	17,99	1	0,00 - 0,31 0,31 - 1,96 1,96 - 2,97 2,97 - 3,61 3,61 - 17,99	Asfalto Aterro (1200) Médio (1230) Rijo (3200) Médio a Compacto

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 1001 + 10 Bueiro na Est 1001 + 10 Rod. MG 424	4	10,20	1	0,00 - 3,10 3,10 - 6,00 6,00 - 7,80 7,80 - 10,20	(1300) Mole a Duro (3200) Fofa a Médio (1230) Mole a Médio (2300) Médio a Compacto
Est 525 , Est 1008 Bueiro na Est 1008 Rod. MG 424	2	19,40	1	0,00 - 0,21 0,21 - 1,70 1,70 - 11,70 11,70 - 15,75 15,75 - 17,50 17,50 - 19,40	Asfalto Aterro (3200) Fofa a Médio (1230) Mole a Duro (4100) ----- (2300) Comp a m/ Comp
Est 525 , Est 1008 Bueiro na Est 1008 Rod. MG 424	4	19,01	1	0,00 - 1,50 1,50 - 5,48 5,48 - 10,60 10,60 - 14,50 14,50 - 19,01	(1230) Mole (3200) Fofa (1230) Mole (3200) Fofa a Compacto (2300) Compacto
Est 525 , Est 1014 Bueiro na Est 1014 Rod. MG 424	2	16,89	1	0,00 - 0,11 0,11 - 2,77 2,77 - 4,95 4,95 - 11,90 11,90 - 15,66 15,66 - 16,89	Asfalto Aterro (2130) Rijo (3200) Médio (1230) Mole a Médio (3200) Muito Compacto
Est 525 , Est 1014 Bueiro na Est 1014 Rod. MG 424	4	16,40	1	0,00 - 1,50 1,50 - 9,46 9,46 - 12,70 12,70 - 16,40	(2300) Fofa (3200) Fofop a Médio (1230) Mole a Médio (3200) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 1030 Bueiro na Est 1030 Rod. MG 424	2	3,40	1	0,00 - 0,81 0,81 - 3,40	(2130) Mole (1230) Dura
Est 525 , Est 1030 Bueiro na Est 1030 Rod. MG 424	4	18,40	1	0,00 - 0,52 0,52 - 8,70 8,70 - 9,79 9,79 - 12,85 12,85 - 14,70 14,70 - 15,87 15,87 - 18,40	Aterro (1230) Médio (2130) Médio (1230) Médio a Rijo (2130) Médio a Rijo (3200) Compacto (2130) Duro
Est 525 , Est 1025 Balizamento de Rocha Rod. MG 424	1	11,00	1	0,00 - 1,11 1,11 - 11,00	(1230) ----- (2134) -----
Est 525 , Est 1043 Balizamento de Rocha Rod. MG 424	2	18,89	1	0,00 - 1,81 1,81 - 18,89	(1230) ----- (2134) -----
Est 525 , Est 1051 Balizamento de Rocha Rod. MG 424	3	18,00	1	0,00 - 1,78 1,78 - 18,00	(1230) ----- (2134) -----
Est 525 , Est 1080 Balizamento de Rocha Rod. MG 424	4	15,19	1	0,00 - 15,19	(2134) -----

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 1070 Bueiro na Est 1070 Rod. MG 424	1	9,40	4/1	0,00 - 9,40	(1230) Mole a Dura
Est 525 , Est 1070 Bueiro na Estaca 1070 Rod. MG 424	2	9,40	4/1	0,00 - 9,40	(1230) Mole a Dura
Est 525 , Est 1070 Bueiro na Est 1070 Rod. MG 424	3	11,40	4/1	0,00 - 11,40	(1230) Mole a Dura
Est 525 , Est 1086 + 11,00 Bueiro na Est 1086 + 11,00 Rod. MG 424	2	12,34	2/1	0,00 - 3,82 3,82 - 5,60 5,60 - 6,91 6,91 - 10,10 10,10 - 12,34	Aterro (2130) Médio a Rijo (1230) Rija (3200) Média (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 121 Bueiro na Est 121 Rod. MG 424	2	15,45	1	0,00 - 4,91 4,91 - 9,95 9,95 - 11,78 11,78 - 15,45	Aterro (1230) Médio a Rijo (2130) Médio a Rijo (2300) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 121 Bueiro na Est 121 Rod. MG 424	3	13,40	1	0,00 - 8,70 8,70 - 11,00 11,00 - 13,40	(1230) Mole a Médio (2130) Rijo a duro (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 64 + 10,00 Bueiro na Est 64 + 10,00 Rod. MG 424	1	17,45	1	0,00 - 2,15 2,15 - 15,15 15,15 - 17,45	Aterro (1230) Médio a Rija (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 64 + 10 Bueiro na Est 64 + 10 Rod. MG 424	2	5,40	1	0,00 - 2,42 2,42 - 5,40	Aterro (1230) Duro
Est 525 , EST 64 + 14,00 Bueiro na Est 64 + 14,00 Rod. MG 424	3	16,32	1	0,00 - 13,15 13,15 - 16,32	(1230) Mole a Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 64 + 10 Bueiro na Est 64 + 10 Rod. MG 424	4	16,29	1	0,00 - 0,90 0,90 - 13,90 13,90 - 16,29	(1300) Mole (1230) Médio a Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 48 + 13,00 Bueiro na Est 48 + 13,00 Rod. MG 424	1	24,40	1	0,00 - 6,00 6,00 - 20,70 20,70 - 24,40	Aterro (1230) Médio a Rijo (2130) Rijo a Duro
Est 525 , Est 85 + 17,00 VDT AC a Confins , Precom Rod. MG 424	1	9,79	1	0,00 - 0,31 0,31 - 2,80 2,80 - 4,50 4,50 - 8,49 8,49 - 9,79	Asfalto (1200) Rijo (3200) Comp a M / Comp (2100) Médio a Duro (2300) Muito Compacto

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 86 + 12 VDT AC a Confins , Precom Rod MG 424	2	4,71	1	0,00 - 3,31 0,31 - 4,71	Asfalto (1230) Médio a Rijo
Est 525 , Est 86 + 10,00 VDT AC a Confins , Precom Rod. MG 424	2.A	12,89	1	0,00 - 0,31 0,31 - 11,60 11,60 - 12,89	Asfalto (1230) Mole a Duro (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 86 + 10,00 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	3	10,89	1	0,00 - 7,50 7,50 - 10,89	(1230) Médio a Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 87 + 7,00 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	4	12,40	1	0,00 - 0,35 0,35 - 11,70 11,70 - 12,40	Asfalto (1230) Mole a Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 87 + 7,00 VDT ac Confins , Precom Rod. MG 424	5	9,00	1	0,00 - 7,48 7,48 - 9,00	(1230) Mole a Rijo (3200) Fofa
Est 525 , Est 82 + 2,00 VDT AC Confins , Precom Rod . MG 424	6	3,45	1	0,00 - 0,34 0,34 - 2,70 2,70 - 3,45	Asfalto (1230) Médio (2300) Compacto
Est 525 , Est 82 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	6B	6,00	1	0,00 - 0,34 0,34 - 2,71 2,71 - 6,00	Asfalto (1230) ----- (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 86 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	7	4,59	1	0,00 - 2,75 2,75 - 4,59	(1230) Médio (2130) Duro
Est 525 , Est 86 +15,00 VDT AC Confins , precom Rod. MG 424	8	3,49	1	0,00 - 0,68 0,68 - 1,70 1,70 - 3,49	(1230) Mole (3200) Médio (2300) Médio a Duro
Est 525 , Est 86 +15,00 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	9	4,21	1	0,00 - 0,71 0,71 - 2,50 2,50 - 4,21	(1230) Mole (3200) Comp a M / Comp (2300) Médio a m/ Comp
Est 525 , Est 87 + 10,00 VDT AC Confins , Precom Rod MG 424	10	2,00	1	0,00 - 2,00	(1230) Mole
Est 525 , Est 87 + 10,00 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	11	1,10	1	0,00 - 1,10	(1230) Mole
Est 525 , Est 88 + 5,00 VDT AC Confins , Precom Rod. MG 424	12	3,01	1	0,00 - 0,61 0,61 - 2,41 2,41 - 3,01	Aterro (3200) Compacto (2300) -----

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 21 + 10,00 Bueiro na Est 21 + 10,00 Rod. MG 424	2	17,37	4/1	0,00 - 4,46 4,46 - 7,60 7,60 - 8,81 8,81 - 14,50 14,50 - 17,37	Aterro (1230) Rija (3200) Compacta (1230) Mole a Rija (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 21 + 10,00 Bueiro na Est 21 +10,00 Rod. MG 424	4	15,40	4/1	0,00 - 12,89 12,89 - 15,40	(1230) Mole a Rijo (2300) Compacto
Est 525 , Est 147 + 2,00 Bueiro na Est 147 + 2,00 Rod. MG 424	2	15,45	1	0,00 - 2,46 2,46 - 5,50 5,50 - 7,15 7,15 - 9,50 9,50 - 13,15 13,13 - 15,15 15,15 - 15,45	Aterro (1230) Mole aRijo (3200) Fofa (1230) Mole (1300) Mole (2310) Compacto (2300) Compacto
Est 525 , Est 147 + 2,00 Bueiro na Est 147 + 2,00 Rod. MG 424	3	18,33	1	0,00 - 6,51 6,51 - 11,15 11,15 - 13,15 13,15 - 17,15 17,15 - 18,33	Aterro (1230) Médio (3000) Fofa (1300) Mole (2310) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 189 +15,00. AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	1	33,69	1	0,00 - 5,50 5,50 - 10,40 10,40 - 17,80 17,80 - 33,69	(1230) ----- (2130) ----- (2130) Rijo (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 189 +15,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	2	21,36	1	0,00 - 4,80 4,80 - 9,70 9,70 - 16,00 16,00 - 21,36	(1230) ----- (2130) ----- (2130) Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 190 +10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	3	20,30	1	0,00 - 5,01 5,01 - 7,30 7,30 - 10,45 10,45 - 15,00 15,00 - 20,30	(1234) ----- (1230) ----- (1230) Rijo (2130) Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 190 + 10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod.MG 424	4	21,34	1	0,00 - 8,20 8,20 - 9,50 9,50 - 15,91 15,91 - 21,34	(1230) ----- (1230) Dura (2130) Médio a Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 190 +10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod.MG 424	5	22,30	1	0,00 - 4,40 4,40 - 6,30 6,30 - 13,50 13,50 - 17,50 17,50 - 22,30	(1234) ----- (1230) ----- (1230) ----- (3200) Fofa a Média (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 190 + 10,00 Ac à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	6	23,22	1	0,00 - 5,00 5,00 - 7,96 7,96 - 11,60 11,60 - 17,65 17,65 - 23,22	(1230) ----- (1230) ----- (2130) Médio a Rijo (1230) Médio a Duro (2300) Comp a M / Comp

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 192 + 5,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	7	5,54	1	0,00 - 5,54	(1230) -----
Est 525 , Est 192 +5,50 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	7A	6,32	1	0,00 - 6,10 6,10 - 6,32	(1234) ----- (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 192 + 7,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	7B	22,28	1	0,00 - 6,10 6,10 - 16,61 16,61 - 22,28	(1234) ----- (1230) Mole a Rijo (2300) Fofa a M / Comp
Est 525 , Est 192 + 5,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	8	22,33	1	0,00 - 7,00 7,00 - 16,79 16,79 - 22,33	(1234) ----- (1230) Mole a Rija (2100) Muito Compacto
Est 525 , Est 189 + 15,00 Ac à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	9	22,36	1	0,00 - 6,00 6,00 - 10,00 10,00 - 22,36	(1230) ----- (2130) ----- (2300) Fofa a M / Comp
Est 525 , Est 189 + 15,00 Ac à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	10	20,31	1	0,00 - 7,00 7,00 - 9,90 9,90 - 20,31	(1230) ----- (2130) ----- (2300) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 190+ 10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	11	21,35	1	0,00 - 8,00 8,00 - 14,46 14,46 - 21,35	(1230) ----- (2130) Médio (2300) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 190 + 10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	12	20,30	1	0,00 - 0,61 0,61 - 9,00 9,00 - 20,30	(1240) ----- (2300) ----- (2100) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 191 + 10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	13	19,00	1	0,00 - 7,10 7,10 - 15,76 15,76 - 17,50 17,50 - 19,00	(1230) ----- (1230) Rijo a Duro (2130) Rijo (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 191 + 10,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	14	22,23	1	0,00 - 7,10 7,10 - 13,50 13,50 - 16,70 16,70 - 232,23	(1230) ----- (1230) Médio a Rijo (2130) Mole a Médio (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 192 + 5,00 AC à Fab Cimento Cauê Rod MG 424	15	10,12	1	0,00 - 7,10 7,10 - 8,50 8,50 - 10,12	(1230) ----- (1230) Médio a Rijo (2130) Médio a Duro
Est 525 , Est 238 Bueiro na Est 238 a 245 + 15 Rod MG 424	1	6,53	1	0,00 - 5,15 5,15 - 6,53	Aterro (2300) Comp a M / Comp

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 525 , Est 238 Bueiro na Est 283 a 245 + 15 Rod MG 424	2	12,00	1	0,00 - 0,51 0,51 - 1,60 1,60 - 2,91 2,91 - 12,00	Água (1230) Mole (2130) Médio (2300) Comp a M / Comp
Est 252 , Est 239 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	4	3,39	1	0,00 - 3,39	(2300) Fofo a M / Comp
Est 252 , Est 239 Bueiro na Est 238 a 245 + 15	6	7,15	1	0,00 - 2,50 2,50 - 7,15	(3200) Fofo (2300) Comp a M / Comp
Est 252 , Est 240 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	7	6,08	1	0,00 - 6,08	(2300) Fofo a M / Comp
Est 525 , Est 240 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	8	9,42	1	0,00 - 1,00 1,00 - 1,90 1,90 - 2,80 2,80 - 9,42	Água (1300) Mole (2130) Mole (2300) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 240 Bueiro na Est 240 Rob MG 424	10	10,35	1	0,00 - 2,15 2,15 - 10,35	(1230) Rijo (2300) Comp a M / Comp
Est 525 , Est 241 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	11	9,18	1	0,00 - 1,15 1,15 - 9,18	(1230) Mole (2300) Médio a M / Comp
Est 525 , Est 242 Bueiro na Est 238 a 245 + 15 Rod MG 424	14	14,37	1	0,00 - 0,78 0,78 - 6,50 6,50 - 8,75 8,75 - 12,10 12,10 - 14,37	(1300) Mole (2300) Fofo a Médio (1230) Médio (2130) Mole a médio (2300) Muito Compacto
Est 525 , Est 243 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	15	12,23	1	0,00 - 12,23	(2300) Fofo a M / Comp
Est 525 , Est 245 + 15 Bueiro na Est 240 Rod MG 424	17	15,36	1	0,00 - 6,76 6,76 - 11,69 11,69 - 15,36	(1230) Mole a Médio (2130) Mole a Rijo (2100) Comp a M / Comp
**Est Tubulão A - 1 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	1	27,95	4/2	0,00 - 7,15 7,15 - 19,15 19,15 - 20,15 20,15 - 27,15 27,15 - 27,95	(1230) Mole a Duro (2100) Rijo a Duro (3214) Muito Compacto (2130) Rijo a Duro (3200) Compacto
Est Tubulão B - 4 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 424	2	9,39	4/2	0,00 - 0,15 0,15 - 9,39	(4200) ----- (2134) Rijo a Duro

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est Tubulão L - 5 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	3	15,23	4/2	0,00 - 6,15 6,15 - 15,00 15,00 - 15,23	(1230) Médio (2134) Rijo a Duro (2300) Muito Compacto
Est Tubulão D - 8 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	4	13,81	4/2	0,00 - 4,15 4,15 - 9,15 9,15 - 13,81	(1230) Mole a Médio (1230) Rijo a Duro (2140) Mole a Médio
Est Tubulão E - 9 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	5	9,07	4/2	0,00 - 4,15 4,15 - 7,15 7,15 - 8,15 8,15 - 9,07	(1230) Mole a Médio (2130) Mole a Rijo (1240) Mole (2130) Mole a duro
Est Tubulão F - 12 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	6	8,90	4/2	0,00 - 0,60 0,60 - 3,15 3,15 - 5,15 5,15 - 6,15 6,15 - 8,90	(1300) ----- (2100) Médio (1200) Mole a Rijo (3240) Muito Compacto (2130) Médio
Est G - 13 Viaduto sobre RFFSA Rod MG 10	7	13,76	4/2	0,00 - 0,50 0,50 - 2,15 2,15 - 6,15 6,15 - 7,15 7,15 - 11,15 11,15 - 13,76	(1230) ----- (2130) Médio (1230) Mole a Médio (3240) Compacto (2130) Médio (2300) Médio a M / Comp
Est 441 17,0 (Tubulão P 1) Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	1	7,32	4	0,00 - 0,30 0,30 - 1,10 1,10 - 4,50 4,50 - 7,32	(3200) ----- (1200) ----- (3200) ----- (3200) Médio a M / Comp
Est 441 + 17,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	2	7,82	4	0,00 - 0,27 0,27 - 0,70 0,70 - 3,00 3,00 - 4,65 4,65 - 7,82	(1200) ----- (3100) ----- (1230) ----- (3200) ----- (3200) Fofo a Compacto
Est 443 + 7,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	3	7,89	4	0,00 - 1,00 1,00 - 2,00 2,00 - 7,15 7,15 - 7,89	(1320) ----- (2130) ----- (3200) Fofo a Médio (4200) -----
Est 443 + 17,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	4	7,67	4	0,00 - 2,20 2,20 - 4,50 4,50 - 7,67	(2130) ----- (3200) Fofo a M / Comp (3200) Fofo a M / Comp
Est 445 + 17,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	5	3,03	4	0,00 - 1,63 1,63 - 2,46 2,46 - 3,03	Aterro (3100) Fofo (3200) Muito Compacto
Est 445 + 17,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	6	2,89	4	0,00 - 1,20 1,20 - 2,89	Aterro (3200) Fofo
Est 441 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	1	7,00	4/2	0,00 - 3,70 3,70 - 7,00	(1200) ----- (3200) Fofo a Compacto

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 441 + 13,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG10	2	7,76	4/2	0,00 - 3,60 3,60 - 7,76	(1200) ----- (3200) Médio a M / Comp
Est 441 + 17,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	3	9,00	4/2	0,00 - 3,75 3,75 - 9,00	(1200) ----- (3200) Médio a Compacto
Est 442 + 8,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	4	3,96	4/2	0,00 - 0,80 0,80 - 3,96	(1200) ----- (3200) Fofo a M / Comp
Est 442 + 12,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	5	3,99	4/2	0,00 - 2,48 2,48 - 3,99	(1230) Mole (3400) Compacto
Est 443 + 8,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	6	4,77	4/2	0,00 - 1,51 1,51 - 4,77	(1200) ----- (3240) Fofo a M / Comp
Est 443 + 12,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG	7	4,94	4/2	0,00 - 0,68 0,68 - 4,94	(1200) ----- (3240) Fofo a M / Comp
Est 444 + 3,00 Pte S / Rib S João da Mata Rod MG 10	8	8,00	4/2	0,00 - 0,51 0,51 - 4,00 4,00 - 8,00	(3400) ----- (1200) ----- (3240) Médio a Compacto
Est 444 + 7,00 Pte S / Rub S João da Mata Rod MG 10	9	7,97	4/2	0,00 - 0,61 0,61 - 3,01 3,01 - 7,97	(3400) ----- (1200) ----- (3240) Fofo a M / Comp
Est 445 Eixo Pte S / Rib S João da mata Rod MG 10	10	6,74	4/2	0,00 - 1,41 1,41 - 6,74	(1200) ----- (3240) Fofo a M / Comp
Est 410 + 18,00 Entrocamento MG 10 (L S) Rod MG 10	1	16,50	4/2	0,00 - 6,50 6,50 - 14,50 14,50 - 16,50	(1234) Mole a Duro (2134) Médio a Duro (3240) Copm a M / Comp
Est 411 + 5,00 Entrocamento MG 10 (L S)	2	17,05	4/2	0,00 - 6,75 6,75 - 17,05	(1230) Medio (2134) Mole a Duro
Est 411 + 11,00 Entrocamento MG 10 (L S) Rod MG 10	3	12,01	4/2	0,00 - 5,90 5,90 - 12,01	(1200) Médio a Rijo (2134) Rijo a Duro
Est 411 + 19 Entrocamento MG 10 (L S) Rod MG 10	4	13,00	4/2	0,00 - 5,90 5,90 - 13,00	(1200) Médio a Duro (2130) Mole a Duro

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Est 412 + 5 Entrocamento MG 10 (L S) Rod MG 10	5	16,35	4/2	0,00 - 5,90 5,90 - 16,35	(1230) Mole a Rijo (2130) Mole a Duro
Est 412 + 10 Entrocamento MG 10 (L S)	6	14,61	4/2	0,00 - 4,56 4,56 - 14,61	(1230) Mole a Duro (2134) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	2	18,30	4	0,00 - 7,00 7,00 - 18,30	(1234) ----- (2130) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	3	19,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 19,45	(1230) ----- (1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	4	15,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,45	(1230) ----- (1230) Mole a M / Rijo
Aeroporto de Confins	5	27,45	4/3	0,00 - 6,00 6,00 - 15,98 15,98 - 27,45	(1200) ----- (1234) Mole a Duro (2134) Muito Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	6	15,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,45	(1230) ----- (1234) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	7	13,00	4	0,00 - 7,00 7,00 - 13,00	(1230) ----- (1234) Médio a M / Rijo
Aeroporto de Confins	8	10,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 10,45	(1230) ----- (1230) Dura
Aeroporto de Confins	9	15,00	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,00	(1230) ----- (1234) Rijo a M / Duro
Aeroporto de Confins	10	15,00	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,00	(1230) ----- (1230) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	11	15,00	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,00	(1230) ----- (1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	12	15,45	3	0,00 - 3,70 3,70 - 7,00 7,00 - 8,85 8,85 - 15,45	(1230) ----- (1234) ----- (1234) Rijo (2140) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	13	15,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,45	(1230) ----- (1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	14	15,45	3	0,00 - 5,00 5,00 - 8,40 8,40 - 15,45	(1230) ----- (1234) ----- (1230) Mole a Rijo

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Aeroporto de confins	15	13,50	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 9,80 9,80 - 13,50	(1200) ----- (1200) Mole (2140) Muito Rijo
Aeroporto de Confins	16	15,45	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 12,70 12,70 - 15,45	(1230) ----- (1234) Muito Rijo (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	17	15,30	4	0,00 - 7,00 7,00 - 10,80 10,80 - 15,30	(1230) ----- (1230) Médio a M / Rijo (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de confins	18	18,45	4	0,00 - 18,45	(1230) M / Mole a Duro
Aeroporto de Confins	19	10,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 10,45	(1230) ----- (1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	20	15,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 15,45	(1230) ----- (1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	21	12,45	4	0,00 - 12,45	(1230) M / Mole a M / Rijo
Aeroporto de Confins	22	12,40	4	0,00 - 1,52 1,52 - 7,00 7,00 - 12,40	(1230) ----- (1324) ----- (2130) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	23	27,29	4	0,00 - 7,00 7,00 - 12,45 12,45 - 27,29	(1200) ----- (1200) Médio a Rijo (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de confins	24	19,45	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 10,30 10,30 - 11,80 11,80 - 19,45	(1230) ----- (1230) Mole a M / Rijo (1234) ----- (2100) Rijo a M / Rijo
Aeroporto de Confins	25	29,00	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 13,55 13,55 - 15,60 15,60 - 29,00	(1200) ----- (1240) Mole a Rijo (1240) ----- (2100) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	26	15,00	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 11,60 11,60 - 15,00	(1200) ----- (1230) Mole a Médio (2134) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	27	22,30	4/3	0,00 - 6,00 6,00 - 20,45 20,45 - 22,30	(1230) ----- (1240) Mole a Duro (2100) Duro
Aeroporto de Confins	28	18,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 7,66 7,66 - 18,45	(1200) ----- (1200) Mole a Médio (2100) Mole a Médio
Aeroporto de Confins	29	21,38	3	0,00 - 6,00 6,00 - 9,83 9,83 - 13,70 13,70 - 21,38	(1204) ----- (1200) Médio (1240) ----- (2100) Médio a Duro

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Aeroporto de Confins	30	15,23	3	0,00 - 10,25. 10,25 - 15,23	(1230) Mole a M / Médio (2100) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	31	14,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 14,45	(1200) ----- (1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	32	14,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 13,65 13,65 - 14,45	(1230) ----- (1230) Mole a Rijo (2100) Muito Rijo
Aeroporto de Confins	33	13,26	3	0,00 - 4,00 4,00 - 6,45 6,45 - 13,26	(1200) ----- (1200) ----- -----
Aeroporto de Confins	34	16,56	3	0,00 - 7,00 7,00 - 10,45 10,45 - 16,56	(1200) ----- (1240) Rijo a M / Rijo (2140) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	35	15,00	4	0,00 - 6,00 6,00 - 15,00	(1230) ----- (1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	36	15,00	4	0,00 - 6,00 6,00 - 15,00	(1230) ----- (1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	37	21,25	4	0,00 - 6,00 6,00 - 21,25	(1230) ----- (1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	38	30,45	3	0,00 - 7,00 7,00 - 13,80 13,80 - 30,45	(1230) ----- (1240) Mole a M / Rijo (2100) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	39	30,35	3	0,00 - 6,00 6,00 - 12,55 12,55 - 16,66 16,66 - 18,82 18,82 - 30,35	(1200) ----- (1200) Mole a Médio (1234) M / Rijo a Duro (1234) ----- (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	40	38,14	3/4	0,00 - 6,00 6,00 - 26,95 26,95 - 38,14	(1230) ----- (1234) Mole a Duro (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	41	29,45	3/4	0,00 - 6,00 6,00 - 26,70 26,70 - 29,45	(1230) ----- (1240) Mole a Duro (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	42	15,45	3	0,00 - 4,00 4,00 - 9,60 9,60 - 15,45	(1200) ----- (1200) Mole a M / Rijo (2100) Rijo a M / Rijo
Aeroporto de confins	43	22,30	4	0,00 - 6,00 6,00 - 13,60 13,60 - 22,30	(1230) ----- (1230) Mole a Duro (2100) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	44	29,30	4/3	0,00 - 7,00 7,00 - 21,00 21,00 - 29,30	(1230) ----- (1234) Mole a Duro (2134) Duro

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Aeroporto de Confins	45	15,13	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,13	(1230) ----- (1230) Muito Duro
Aeroporto de Confins	46	17,30	4	0,00 - 6,00 6,00 - 17,30	(1230) ----- (1230) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	47	20,36	4	0,00 - 6,00 6,00 - 20,36	(1230) ----- (1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	48	15,45	4	0,00 - 7,00 7,00 - 15,45	(1230) ----- (1230) Mole a M / Rijo
Aeroporto de Copnfins	49	29,00	3	0,00 - 23,85 23,85 - 29,00	(1230) M / Mole a Médio (2130) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	50	22,00	3	0,00 - 11,96 11,96 - 18,70 18,70 - 22,00	(1230) M / Mole a Rijo (2130) Médio a M / Rijo (2134) Médio a M / Rijo
Aeroporto de Confins	51	15,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 8,65 8,65 - 15,45	(1230) ----- (1230) Mole a Médio (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	52	19,45	4	0,00 - 19,45	(1230) M / Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	53	10,21	4	0,00 - 3,20 3,20 - 10,21	(1240) Médio (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	54	20,45	4/3	0,00 - 9,97 9,97 - 20,45	(1230) M / Mole a Rijo (2134) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	55	18,45	4/3	0,00 - 6,00 6,00 - 10,60 10,60 - 18,45	(1230) ----- (1230) Mole a Duro (1234) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	56	30,23	4/3	0,00 - 9,00 9,00 - 27,60 27,60 - 30,23	(1230) ----- (1230) Rijo a Duro (2130) Duro
Aeroporto de Cofins	57	15,45	4	0,00 - 15,45	(1230) M / Mole a Duro
Aerooprto de Confins	58	20,45	4	0,00 - 20,45	(1230) Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	59	20,45	4	0,00 - 20,45	(1230) M / Mole a Rijo
Aeroporto de Confins	60	20,45	4	,00 - 6,00 6,00 - 12,65 12,65 - 20,45	(1230) ----- (1230) Médio a M / Rijo (2140) M / Rijo a Duro

Trecho/Localização	Furo	Prof. (m)	Zona	Intervalo	Textura do solo e Resistência
Aeroporto de Confins	61	19,45	4/3	0,00 - 18,70 18,70 - 19,45	(1230) Mole a Duro (2130) Duro
Aeroporto de Confins	62	25,85	4/3	0,00 - 17,75 17,75 - 25,85	(1230) M / Mole a Rijo (2130) Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	63	20,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 11,52 11,52 - 20,45	(1230) ----- (1234) Mole a Rijo (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	64	15,45	4	0,00 - 6,00 6,00 - 10,45 10,45 - 15,45	(1230) ----- (1234) Mole a Rijo (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	65	21,30	3	0,00 - 21,30	(1230) M / Mole a Duro
Aeroporto de Confins	66	15,45	3	0,00 - 2,80 2,80 - 15,45	(1234) Médio (2130) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	67	15,45	3	0,00 - 15,45	(1230) Mole a M / Rijo
Aeroporto de Confins	68	18,30	4	0,00 - 18,30	(1230) M / Mole a Duro
Aeroporto de Confins	69	12,15	3	0,00 - 7,60 7,60 - 12,15	(1230) Mole a Rijo (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	70	15,40	3	0,00 - 5,70 5,70 - 15,40	(1230) M / Mole a Médio (2134) Médio a Duro
Aeroporto de Confins	71	17,45	3	0,00 - 17,45	(1230) Mole a Duro
Aeroporto de Confins	72	37,30	4/3	0,00 - 30,80 30,80 - 37,30	(1230) Mole a Duro (2130) M / Rijo a Duro
Aeroporto de Confins	73	29,45	4/3	0,00 - 15,85 15,85 - 18,60 18,60 - 29,45	(1230) M / Mole a Rijo (1324) Rijo a M / Rijo (2130) Médio a Duro



Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos
e da Amazônia Legal