

EQUIPE TÉCNICA

Concepção e supervisão:	Antonio Theodorovicz
Equipe executora:	Antonio Theodorovicz Angela Maria de Godoy Theodorovicz Elizete Domingues Salvador Antonio Luiz Pinhatti
Ilustrações:	Antonio Theodorovicz
Editoração:	Marina das Graças Perin (texto e figuras) Angela Maria de Godoy Theodorovicz (supervisão)
Copidescagem/revisão:	Sueli Cardoso de Araújo
Modelo digital do terreno com fusão, através de IHS, da carta geoambiental do Médio Pardo, elaborada analógicamente	Mônica Mazzini Perrotta

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Serviço Geológico do Brasil - CPRM, desde 1991, através do Programa Informações para Gestão Territorial - GATE, vem executando projetos de estudos dos meios físico, antrópico e biótico para subsidiar ações de planejamento territorial e de gestão ambiental do território brasileiro. Esse programa desenvolve-se nas diversas unidades regionais da CPRM, através dos subprogramas: Apoio ao Desenvolvimento Regional; Apoio ao Desenvolvimento de Regiões Metropolitanas; Integra-

ção Mineral em Municípios da Amazônia - PRIMAZ; Apoio ao Desenvolvimento de Áreas Especiais.

Uma das premissas básicas desse programa é executar projetos por meio de convênios com órgãos estaduais, municipais e federais interessados. Assim sendo, este trabalho, que se insere no subprograma Apoio ao Desenvolvimento de Áreas Especiais, é resultado de convênio firmado entre a CPRM, através da Superintendência Regional de São Paulo, e a SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente de São Paulo.

CAPÍTULO 2 - HISTÓRIA GEOLÓGICA

Neste capítulo, de forma bastante resumida e simplificada, procura-se dar uma idéia sobre a idade e os ambientes geológicos em que se formaram os diferentes tipos de terrenos que ocorrem na área.

No contexto da evolução tectonogeológica pela qual passou o território brasileiro até chegar a sua atual configuração litomorfológica, pode-se dizer que os terrenos da área são relativamente jovens. Isso se forem comparados com os

da porção leste do estado, onde a maioria é sustentada por rochas pré-cambrianas metamorfizadas do embasamento cristalino, cujas idades variam de 500 milhões a mais de 2 bilhões de anos. Esses tipos de rochas não afloram na área. Nela afloram somente rochas sedimentares não-metamorfizadas correlacionadas às eras cenozóica, paleozóica e mesozóica, ou seja, terrenos bem mais novos.

CAPÍTULO 2 - HISTÓRIA GEOLÓGICA

2.1 - TERRENOS CORRELACIONADOS À ERA CENOZÓICA

Correspondem aos terrenos que, neste trabalho, foram diferenciados como domínio 1. São as planícies aluviais, ou seja, as áreas planas e/ou quase planas que margeiam os rios, popularmente conhecidas como várzeas (foto 1). São terrenos geologicamente muito jovens, ainda em processo de formação, pois estão recebendo e depositando os sedimentos e outros detritos que estão sendo erodidos no atual ciclo de erosão.



Foto1

CAPÍTULO 2 - HISTÓRIA GEOLÓGICA

2.2 - TERRENOS CORRELACIONADOS ÀS ERAS PALEOZOICA E MESOZOICA

Correspondem aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como associados à bacia do Paraná.

E o que é a bacia do Paraná?

Entende-se como sendo a área onde se expõe uma grande variedade de rochas vulcanossedimentares, que teria se depositado numa imensa área baixa (depressão tectônica) que existiu há muitos milhões de anos. Para se ter uma idéia do tamanho dessa depressão, só em território brasileiro, hoje, os terrenos a ela associados cobrem uma superfície de mais de 1.000.000km².

E qual foi a origem e quando se formou a bacia do Paraná?

Admite-se que a imensa depressão da bacia do Paraná começou a se formar a mais ou menos 400 milhões de anos, quando, de acordo com a Teoria da Deriva dos Continentes (figuras 2, 3 e 4), os continentes sul-americano e africano estavam ligados e acoplados no megacontinente Gondwana (figura 3). Nessa situação geográfica e durante o éon Paleozóico, que teve duração aproximada de 370 milhões de anos, o Gondwana passou por relativa calma tectônica. Isso possibilitou que grandes superfícies rebaixadas, como as da bacia do Paraná, fossem se formando e se preenchendo por sedimentos associados a vários tipos de ambientes climático-deposicionais como continental, marinho e até desértico. Na área em questão, dessa época e das seqüências mais velhas para as mais novas, afloram sedimentos relacionados às seguintes idades e ambientes deposicionais:

No Permocarbonífero, entre 350 e 230 milhões de anos - a depressão da bacia do Paraná já tinha se formado e passado por uma transgressão e regressão marinha, que depositaram os sedimentos basais das Formações Furnas e Ponta Grossa. Esses sedimentos não afloram na área. No Permocarbonífero, em ambiente continental, entre outros, se depositou um espesso pacote de areia correlacionado à Formação Aquidauana. Na área em questão, sedimentos dessa formação ocorrem em uma restrita área, diferenciada como domínio 7. Após a deposição desses sedimentos, a bacia sofreu várias outras transgressões e regressões marinhas. Em um ambiente marinho se deposi-

tu, entre outros, um espesso pacote de sedimentos siltico-argiloso da Formação Corumbataí; terrenos que neste trabalho foram distinguidos como domínio 6.

No Triássico, entre 230 e 190 milhões de anos - o mar regrediu novamente e grande parte da bacia do Paraná passou para um ambiente fluvial meandrante, ou seja, um ambiente parecido com o que é hoje o Pantanal Matogrossense. Nesse tipo de ambiente se depositou, entre outros sedimentos, um espesso pacote de areia, reportado à Formação Pirambóia (foto 2), que neste trabalho foi separada como domínio 5.



Figura 2



Figura 3



Figura 4

Teoria da deriva continental, de Alfred Wegener: de acordo com essa teoria, até mais ou menos 570 milhões de anos, existia um único megacontinente denominado Pangéia (figura 2).

Há mais ou menos 500 milhões de anos, em função de uma tectônica distensiva, o Pangéia se fragmentou e começou a se subdividir em dois grandes blocos: a norte, a Laurásia, formada pelas atuais América do Norte, Europa e Ásia e, ao sul, o Gondwana, formado pela América do Sul, África, Índia, Antártida e Austrália (figura 3). Há mais ou menos 130 milhões de anos, o Gondwana também se subdividiu, dando origem ao oceano Atlântico e ao processo de afastamento entre os continentes sul-americano e africano, afastamento que está ocorrendo até os dias de hoje e que é responsável pela configuração geográfica dos atuais continentes (figura 4).



Foto 2

No Jurássico, entre 190 e 140 milhões de anos - a bacia do Paraná sofreu uma drástica mudança climática. O ambiente fluvial meandrante passou para um ambiente tipicamente desértico. Nesse tipo de ambiente é que se depositaram as areias eólicas que sustentam os terrenos do domínio 4 (foto 3) pertencentes à Formação Botucatu, muito conhecida porque se constitui num dos melhores e mais importantes aquíferos subterrâneos do mundo.

No Cretáceo, entre 140 e 65 milhões de anos - após a deposição das seqüências retro-mencionadas, em função do processo de fragmentação do megacontinente Gondwana (figura 3) ocorreu um dos maiores eventos vulcânicos que se conhece na história geológica da Terra. Um imenso volume de lavas vulcânicas subiu pelas fendas da crosta terrestre e se intrudiu nas seqüências sedimentares anteriormente citadas e por sobre elas se derramou cobrindo extensas áreas da bacia do Paraná. Os terrenos onde ocorrem rochas associadas a esse evento vulcânico foram distinguidos como domínios 2 e 3; o domínio 2 corresponde às porções onde afloram rochas vulcânicas extrusivas, denominadas basaltos, e o domínio 3



Foto 3

corresponde aos terrenos onde afloram rochas subvulcânicas, ou seja, rochas intrusivas, denominadas diabásios (foto 4). A esses domínios é que estão associadas as famosas terras roxas, muito conhecidas nas regiões Sul-Sudeste do Brasil pelas suas excelentes características agrícolas.

Como verificado, nos diferentes momentos e ambientes tectonoclimáticos, um determinado tipo de material preencheu a bacia do Paraná. Isso hoje se reflete nos variados tipos de terrenos encontrados na área estudada, cada qual com uma determinada característica geológica, geotécnica, geomorfológica, hidrogeológica e pedológica que, conseqüentemente, implica respostas bastante diferenciadas ao uso e ocupação. São essas diferenciações que serviram de parâmetros para compartimentar a área em vários domínios e subdomínios geoambientais, como pode ser visto a seguir.



Foto 4 - Cachoeira do Itambé, localizada numa escarpa sustentada por intrusões de rochas básicas nos arenitos das formações Botucatu e Pirambóia.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1 - DOMÍNIOS E SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS E CARACTERÍSTICAS ASSOCIADAS

Com o objetivo de fornecer informações para subsidiar a criação da APA, a regulamentação do uso do solo e a sua gestão ambiental, neste capítulo os diferentes domínios geoambientais (figura 5) são caracterizados com informações direcionadas a atender múltiplos usuários e a subsidiar ao mesmo tempo as várias formas de uso e ocupação. Para isso, cada domínio geoambiental é tratado individualmente da seguinte forma: numa primeira parte são apresentadas informações gerais sobre as principais características que serviram de parâmetros para a sua individualização e mostradas, em mapa reduzi-

do, as suas áreas de definição; em seguida, na forma de quadros e textos, são mostradas as subdivisões em subdomínios, destacadas as características importantes do substrato rochoso, do relevo, do sistema hidrográfico e do solo de serem consideradas no uso e ocupação e na gestão ambiental e feitas indicações sobre o que cada subdomínio apresenta de positivo e de negativo para urbanização, parques industriais, agricultura e para fontes potencialmente poluidoras dos lençóis freático e subterrâneo. Finalizando a descrição dos domínios, faz-se uma abordagem sobre alguns dos principais problemas relacionados ao uso e ocupação atuais e algumas recomendações para minimizar impactos negativos deles decorrentes.

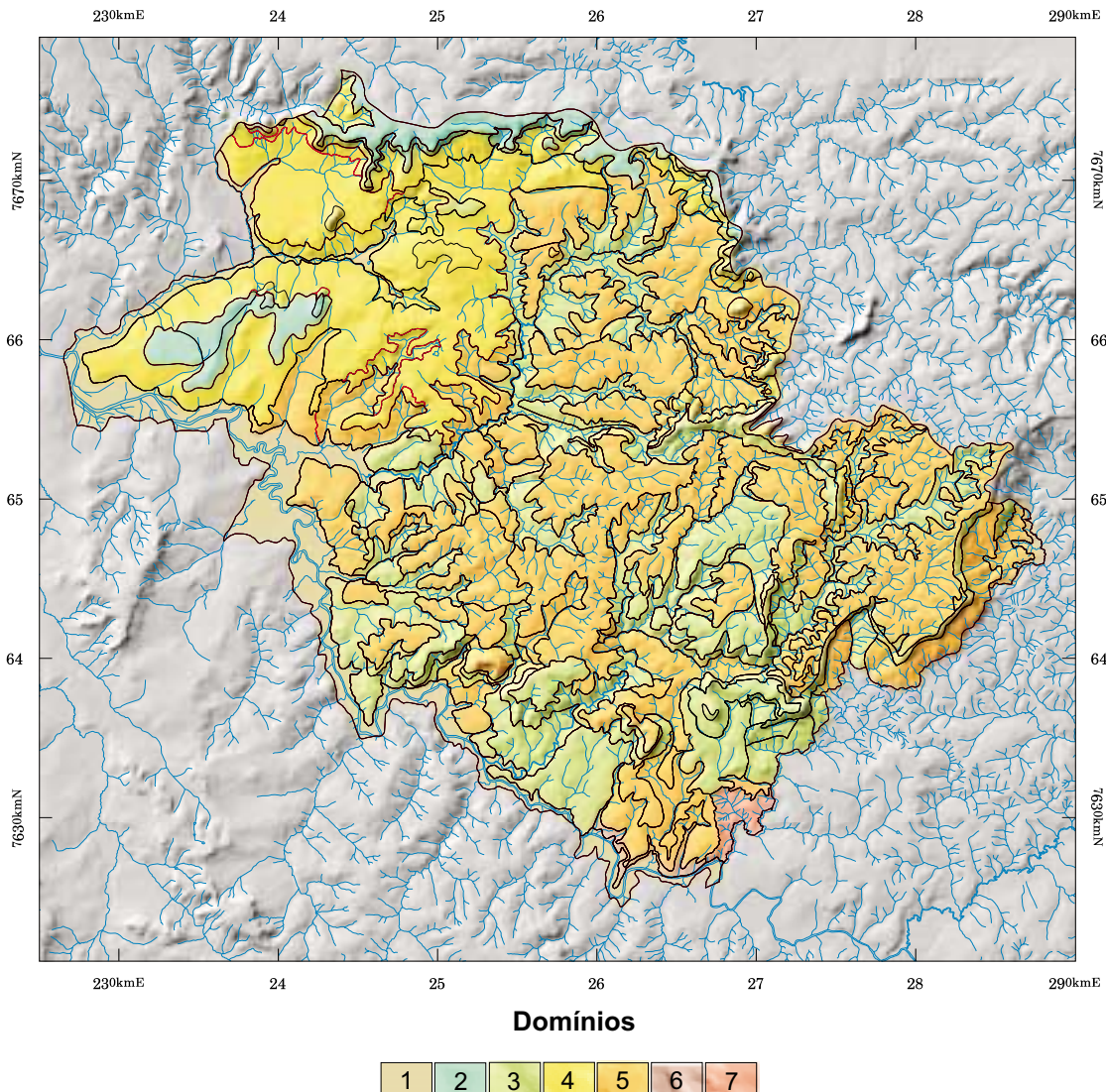


Figura 5 - Áreas de definição dos domínios geoambientais.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.1 - Domínio 1

Como domínio 1 foram distinguidas as áreas que correspondem às planícies aluviais, ou seja, as áreas planas que margeiam os rios e córregos, popularmente conhecidas como

várzeas. Sua área de definição pode ser observada na figura 6. Salienta-se que, pelo fato desses terrenos na área estudada apresentarem características mais ou menos homogêneas ao longo de toda sua extensão, não foram subdivididos em subdomínios.

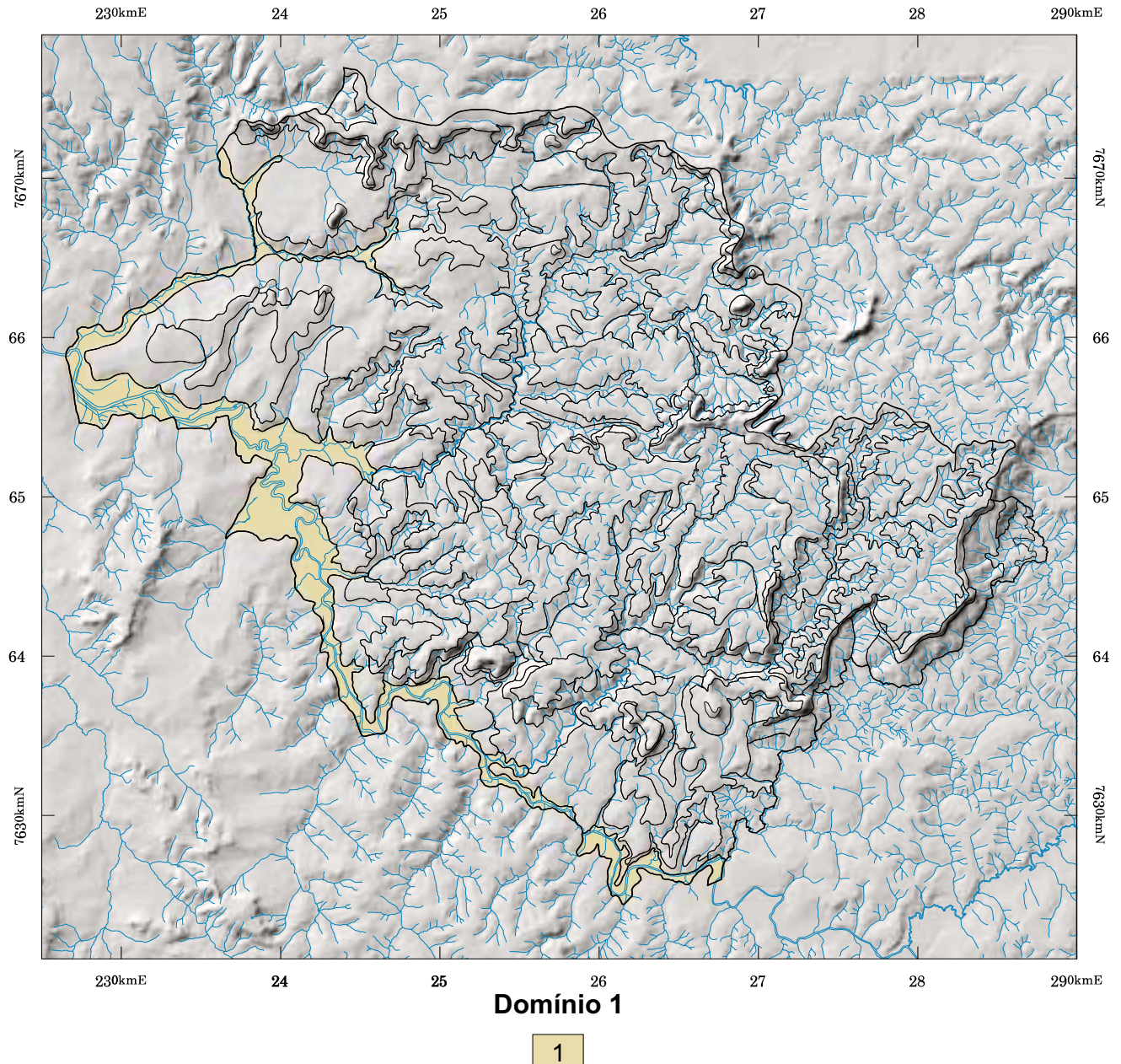


Figura 6 - Área de definição do domínio 1.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.1.1- Características Importantes de Serem Consideradas no Uso e Ocupação e na Gestão Ambiental

Relacionadas ao substrato

O substrato das planícies aluviais, do topo para a base, é constituído por um empilhamento de camadas horizontalizadas, de espessuras variadas, pouco compactadas, saturadas em água e compostas de argilas, geralmente muito ricas em matéria orgânica e muito plásticas e pegajosas, de areias de diversas granulometrias e com grãos em variados graus de arredondamento e de cascalhos compostos de seixos de diversos tamanhos e derivados de vários tipos de rochas. Isso significa que:

do ponto de vista geotécnico: são terrenos de má qualidade para suportar qualquer tipo de obra da construção civil, pois as camadas apresentam comportamentos mecânico e hídrico muito variados e que mudam bruscamente de uma para outra. Apresentam baixa capacidade de suporte, ou seja, se compactam e se deformam muito se forem submetidas a cargas elevadas contínuas (figura 7). A matéria orgânica pode formar e liberar gás metano, gás de altíssima mobilidade, muito prejudicial à saúde, altamente inflamável, que pode entrar em combustão natural (por isso, de vez em quando ocorrem incêndios nas várzeas sem que ninguém os tenha provocado) e que pode se infiltrar com facilidade pelas tubulações das construções (figura 8). São terrenos difíceis de serem escavados e perfurados devido ao empastamento excessivo de ferramentas e equipamentos. As camadas de argilas podem se movimentar com facilidade se forem descompressionadas fenômeno conhecido como corrida de lama e sofrem os fenômenos da expansividade e da contração, por isso se fendilham muito quando expostas a umedecimento e ressecamento periódicos. A matéria orgânica é muito ácida e corrosiva, característica que, aliada à alta umidade, faz com que materiais enterrados nas várzeas se danifiquem muito rápido (figura 9).

do ponto de vista hídrico: são sedimentos que apresentam alta capacidade de armazenamento e alta capacidade de transmissividade d'água, por isso se constituem em excelentes aquíferos de grande produção d'água; por situarem-se próximos da superfície, são denominados aquíferos livres, são de fácil exploração e muito vulneráveis à contaminação.

do ponto de vista mineral: são áreas potenciais para exploração de turfa, material que, dependendo da sua qualidade, pode ser utilizado como

fonte energética e como adubo; são áreas-fonte de vários bens minerais de grande importância para a construção civil e para a indústria cerâmica.

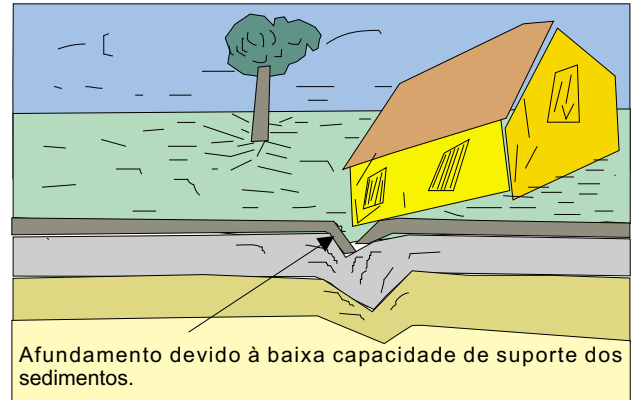


Figura 7 - Ilustração mostrando porque não se deve construir e apoiar as fundações sobre o substrato das várzeas. Em função da baixa capacidade de suporte, as construções podem sofrer abatimentos, desestabilizações e trincamentos frequentes.

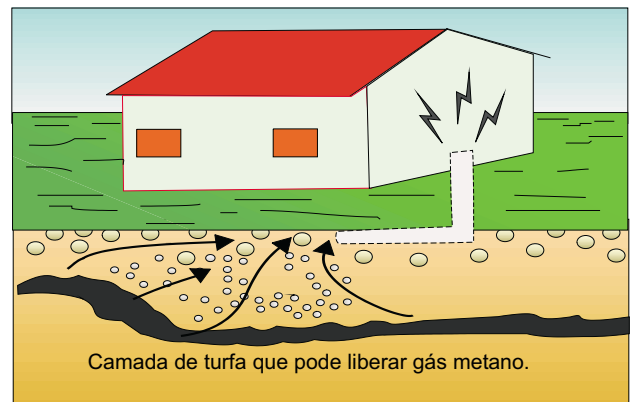


Figura 8 - Ilustração mostrando uma das características do substrato das várzeas que as tornam problemáticas para a urbanização. O gás metano, devido a sua mobilidade, pode se infiltrar pelas tubulações das construções, colocando-as em risco de explosões.

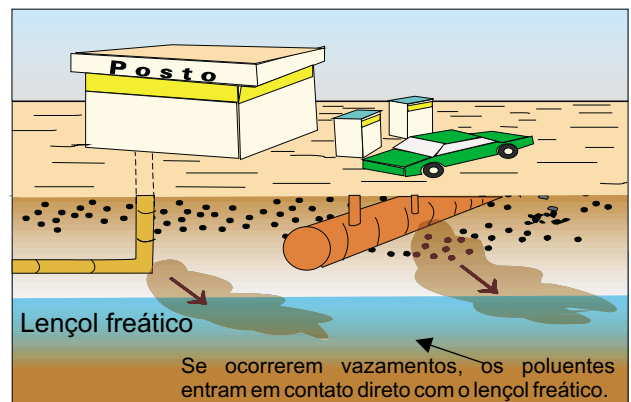


Figura 9 - Em função da alta capacidade corrosiva do substrato, não se deve local tanques de combustíveis nas várzeas e cuidados especiais devem ser tomados com os materiais utilizados em todo tipo de obra destinada ao armazenamento e/ou à circulação de substâncias poluidoras.

Relacionadas ao relevo

São terrenos rebaixados em relação aos terrenos vizinhos, com topografia muito plana e com declividades que variam de 0 a no máximo 5%. Isso significa que:

do ponto de vista hídrico: essas características topográficas indicam que são áreas com configuração morfológica que faz com que ao mesmo tempo funcionem como áreas de descarga e de recarga de aquíferos, ou seja, a água da chuva que se infiltra nas partes altas vizinhas recarrega o lençol freático que acaba nelas aflorando na forma de nascentes, que tanto alimentam os rios como realimentam o lençol subterrâneo (figura 10); conseqüentemente, são terrenos importantíssimos para manter a regularidade do regime hídrico superficial e subterrâneo e que apresentam lençol freático aflorante e/ou situado muito próximo da superfície. Além disso, trata-se de uma topografia de domínio dos rios: existe para receber o excesso de água que deles transborda durante as cheias; por isso, um dia ou outro serão inundadas (figura 11).

do ponto de vista ambiental: trata-se de uma topografia com características concentradoras, conseqüentemente são ambientes: de baixa circulação de ventos e baixa capacidade dispersora, por isso poluentes, tanto atmosféricos como terrestres, neles demoram muito tempo para se dispersarem e se depurarem; sujeitos a formar densos nevoeiros no inverno; muito quentes no verão e muito frios no inverno; que mantêm umidade alta na maior parte do ano e, durante as épocas chuvosas, neles formam-se empoçamentos d'água que permanecem por períodos longos, logo são favoráveis à proliferação de vários tipos de insetos, fungos e bactérias; que estão recebendo e depositando todos os tipos de detritos e poluentes transportados por rios e ventos das partes mais altas. Essas características indicam que são terrenos naturalmente insalubres. Além disso, por apresentarem vários locais permanentemente encharcados e conterem uma vegetação bastante típica, inclusive a vegetação conhecida como tabôa (fotos 5 e 6), constituem-se em importantíssimos ecossistemas para proliferação de peixes e vários tipos de animais, alguns deles predadores de insetos e de ratos, a exemplo dos sapos, rãs e cobras; a vegetação a eles associada tem um papel importantíssimo para reter detritos e poluentes, impedindo-os de chegar até o leito dos rios e causar seu assoreamento e contaminação.

do ponto de vista geotécnico: trata-se de uma topografia de drenabilidade precária, ou seja, as

águas têm dificuldade para se escoarem, portanto, são terrenos bastante problemáticos para implantar qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea (canalizações, redes de esgotos etc.) e viária, pois, devido à deficiência de escoamento, certamente ocorrerão alagamentos das escavações, entupimentos freqüentes das tubulações, liberação de maus odores, além de os materiais enterrados se danificarem muito rapidamente. No caso das malhas viárias, estas terão que ser executadas sobre aterros muito altos, fato que prejudica ainda mais o escoamento superficial; esses aterros podem causar enchentes de longa duração, não pelo extravasamento do rio, mas pelo represamento das águas das chuvas, além de serem obras caras, pois ter-se-á que buscar grande volume de material de empréstimo a longas distâncias.

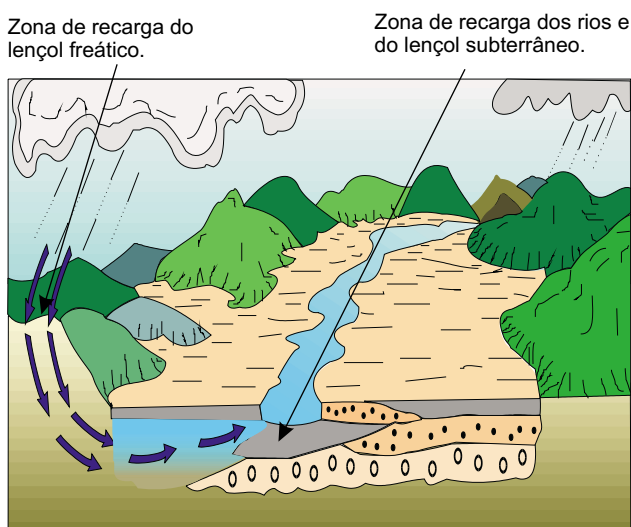


Figura 10 - Ilustra a situação morfológica característica das várzeas, que faz com que sejam ao mesmo tempo áreas de descarga e de recarga de aquíferos superficiais e subterrâneos.

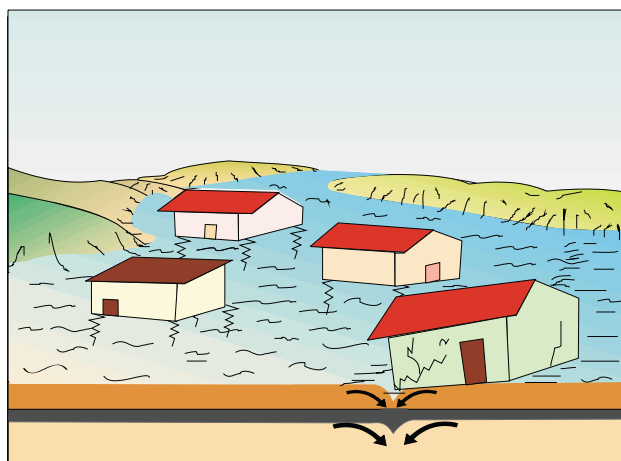


Figura 11 - Por serem as várzeas áreas de domínio dos rios, um dia ou outro serão inundadas. Por isso, são áreas extremamente inadequadas para urbanização.



Foto 5 - Várzea do rio Pardo, onde existem pequenos lagos afastados do leito do rio. São ambientes importantíssimos para reprodução de animais predadores de insetos, por isso devem ser preservados.



Foto 6 - Vegetação do tipo tabôa, comum nos fundos de vales encharcados. Além de servir para reter e eliminar poluentes, essa vegetação é importante matéria-prima para confecção de artesanato.

Relacionadas aos solos

Por serem áreas que estão recebendo e depositando detritos transportados das partes mais altas, as várzeas se caracterizam por serem recobertas por solos jovens, periodicamente renovados pelas inundações dos rios. Geralmente são solos mal drenados; em alguns locais, excessivamente encharcados (solos hidromórficos) e, quase sempre, ricos em matéria orgânica. Isso significa que:

do ponto de vista geotécnico: são solos moles, por isso apresentam baixa capacidade de suporte e, pelo fato de serem ricos em matéria orgânica, são muito corrosivos. Em função disso se deformam quando submetidos a cargas, e materiais neles enterrados se danificam rapidamente, características que os tornam bastante problemáticos para suportar qualquer tipo de obra da construção civil.

do ponto de vista agrícola: apresentam boa fertilidade natural, excelentes características físicas para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas e alta capacidade de troca catiônica. Pela sua alta capacidade de retenção de elementos, respondem bem à adubação e apresentam boa capacidade eliminadora de poluentes. São de acidez elevada, portanto, para serem corrigidos necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico. Em muitos locais são difíceis de serem mecanizados, precisam de caras obras para melhorar a drenabilidade e são inadequados para o plantio de espécies de raízes profundas.

3.1.1.2 - Particularidades Positivas e Negativas Frente ao Uso e Ocupação e Recomendações

Para urbanização e parques industriais

As várzeas não apresentam nenhuma característica positiva para essas finalidades.

Como particularidades negativas, destacam-se: solos e sedimentos de má qualidade geotécnica para suportar qualquer tipo de obra da construção civil, pois as construções certamente sofrerão trincamentos e abatimentos; possibilidade de formação de gás metano, gás altamente prejudicial à saúde, de alta mobilidade, altamente inflamável e que pode entrar em combustão natural, por isso pode se infiltrar pelas tubulações das obras e causar incêndios e até explosões muito violentas; escoamento superficial deficiente; lençol freático aflorante e/ou situado muito próximo da superfície; muitos locais permanentemente encharcados e/ou sujeitos a formar empoçamentos d'água, que permanecem por períodos muito longos; conseqüentemente, são áreas sujeitas a sofrer alagamentos e extremamente problemáticas para implantar qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea, como redes de esgoto, canalizações etc., pois as escavações sofrem alagamento rápido, as canalizações certamente apresentarão problemas de deficiência de escoamento e sofrerão entupimentos freqüentes que liberam mau cheiro, as obras enterradas se danificarão rapidamente e poderá ocorrer vazamento de esgoto, que contaminará diretamente o lençol freático; extremamente problemáticas para implantar obras viárias, pois os arruamentos terão que ser executados sobre aterros muito altos, o que, conseqüentemente, reduzirá ainda mais o escoamento superficial e poderá provocar inundações de longa duração, não pelo extravasamento do rio, mas pelo represamento das águas das chuvas. Além disso, esses aterros são obras bastante onerosas, pois ter-se-á que buscar material de empréstimo alongas distâncias; de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes, tanto terrestres como atmosféricos; muito frias no inverno e muito quentes no verão; mantêm umidade alta na maior parte do ano, por isso, são ambientes favoráveis à proliferação de insetos, fungos e bactérias, sendo insalubres para o ser humano. Por tudo isso, as várzeas são áreas extremamente inadequadas para todo tipo de urbanização.

Para agricultura

Apresentam mais características negativas do que positivas.

Como particularidades positivas, destacam-se: principalmente no caso da várzea do rio Pardo, em sua maior parte a camada agrícola está posicionada num nível bem mais elevado que o nível normal do rio, por isso em muitos setores essa camada é bem drenada e o risco de inundação é baixo. Além disso, pelo fato de ser rica em matéria orgânica, apresenta textura favorável para o desenvolvimento de quase todos os tipos de plantas, é bastante permeável, de boa fertilidade natural e possui alta capacidade de troca catiônica, o que significa que a capacidade de retenção de elementos é alta, por isso responde bem à adubação.

Como características negativas, salienta-se que, pelo fato de serem ricos em matéria orgânica, os solos das várzeas são de acidez elevada, necessitando da aplicação de muito calcário dolomítico. Em vários setores, em função do lençol freático ser aflorante ou por estar situado muito próximo da superfície, apresentam problemas de drenabilidade e, por vezes, são excessivamente encharcados ou mantêm umidade muito alta na maior parte do ano. São solos que favorecem a proliferação de vários tipos de pragas, especialmente fungos e bactérias; portanto, necessitam de aplicação de muitos defensivos e, em muitos locais, necessitam de caras obras para melhorar a drenabilidade. Além disso, nas épocas chuvosas são difíceis de serem mecanizados e, na maior parte da área, não se prestam para o plantio de espécies de raízes profundas.

Em função dessas características, conclui-se que nas várzeas do rio Pardo existem muitos setores que, desde que tomados os devidos cuidados, podem ser aproveitados para agricultura orgânica e para o plantio de espécies mais resistentes às pragas e de raízes pouco profundas, como as hortaliças, por exemplo.

Para fontes poluidoras

As várzeas não apresentam nenhuma característica positiva para essa finalidade.

Dentre os aspectos negativos, é importante levar em consideração que se uma fonte poluidora for instalada sobre elas os poluentes entram em contato direto com o lençol freático;

Por serem ambientes de baixa capacidade dispersora e depuradora, dependendo do tipo de poluente, as várzeas podem ficar contaminadas para sempre. Assim, nelas e nas suas proximidades não se deve de maneira alguma depositar qualquer tipo de lixo, locar postos de combustíveis e cemitérios, usar adubos e defensivos

poluentes, construir fossas e, em função do alto risco de contaminação do lençol freático, as malhas viárias que as seccionam devem ser dotadas de placas informando sobre a fragilidade à contaminação e de dispositivos para evitar acidentes com derramamento de substâncias poluentes.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.1.3 - Problemas Decorrentes do Uso e Ocupação

Dentre os principais problemas relacionados ao uso e ocupação inadequados das planícies aluviais e/ou das áreas a elas marginais, que são importantes de serem contemplados na regulamentação do uso do solo e no caso de se implantar um programa para recuperação ambiental da área, destaca-se que:

- ✓ a maior parte da mata ciliar de quase todo o sistema de drenagem secundário e dos principais rios (foto 7) já foi retirada e substituída pela cana-de-açúcar e/ou por pastagens;
- ✓ a utilização das várzeas do rio Pardo para o plantio da cana-de-açúcar e também para pastagens, plantio que se faz até às suas barrancas, está acelerando a erosão das suas margens e, conseqüentemente, contribuindo para o assoreamento rápido de seu leito (foto 8);



Foto 7 - Trecho da margem esquerda do rio Pardo, próximo à ponte da rodovia que liga Ribeirão Preto a Altinópolis. Nota-se que a mata ciliar foi totalmente retirada e substituída por pastagem. A circulação do gado junto às barrancas e a ausência de vegetação estão acelerando a erosão por solapamento do talude do rio. No lado direito da foto, observa-se uma mancha de bambu. Em função do enraizamento profundo e muito denso dessa planta, ela é bastante eficiente para minimizar os processos erosivos.

- ✓ a adubação da cana-de-açúcar com vinhaça e as queimadas feitas durante a colheita, além de comprometerem a qualidade do ar, certamente estão causando a contaminação dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, extinguindo a matéria orgânica e os microorganismos dos solos e, gradualmente, eliminando o pouco que resta das matas ciliares;
- ✓ ao longo das margens do rio Pardo existem muitas moradias construídas bem próximo às suas barrancas; não dispõem de obras de saneamento básico e em várias delas as águas servidas são lançadas *in natura* em fossas negras construídas sobre as aluviões, onde o lençol freático está situado muito próximo da superfície, o que certamente causa sua contaminação;
- ✓ existem algumas lavras de areia no rio Pardo onde se manuseiam óleos, graxas e se armazenam combustíveis sem nenhum cuidado para evitar derramamentos.



Foto 8 - Segmento do rio Cubatão, onde a mata ciliar foi totalmente substituída pela cana-de-açúcar, plantada na planície aluvial até junto à sua barranca. Observa-se também, que os arruamentos são feitos no sentido do declive do terreno. Essa prática contribui bastante para aumentar os processos erosivos, pois concentram as águas pluviais, que formam enxurradas altamente erosivas e carregadas de poluentes, que vão parar diretamente no leito do rio.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.2 - Domínios 2 e 3

Assim foram diferenciados os terrenos sustentados por rochas magmáticas de composição básica (figuras 12 e 13). O domínio 2 corresponde às áreas onde ocorrem rochas extrusivas, ou seja, derivadas do magma que se derramou na superfície e/ou se cristalizou muito próximo dela, por isso resfriou-se rapidamente. Em consequência, as rochas apresentam mineralogia muito fina, sendo denominadas

basaltos. O domínio 3 corresponde às porções onde ocorrem rochas derivadas do magma que se cristalizou em profundidades relativamente altas, por isso demoraram mais tempo para esfriar e se cristalizar. Em função disso, as rochas apresentam mineralogia mais grossa, única característica que as diferencia dos basaltos, o que faz com que sejam denominadas de diabásios.

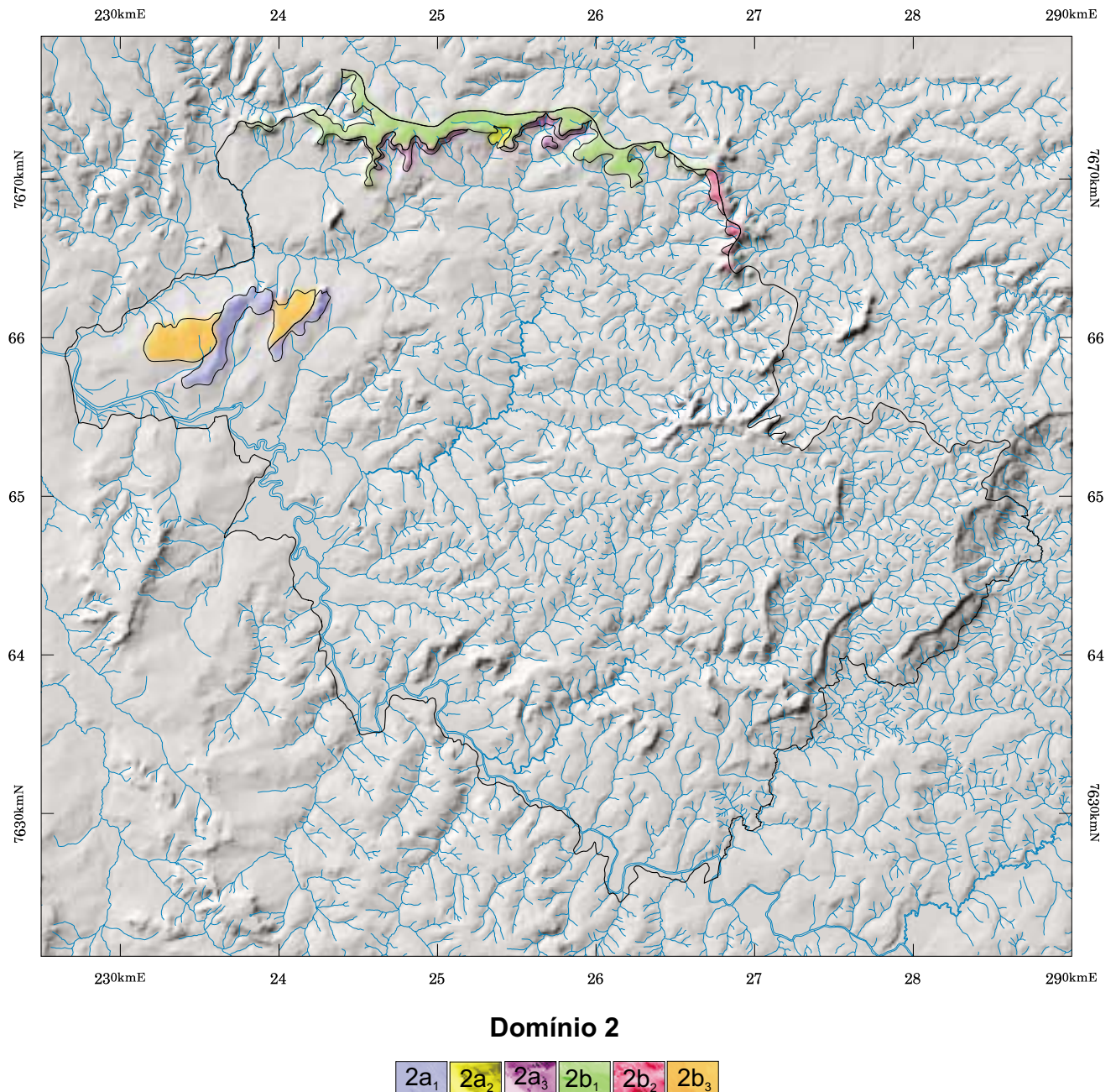


Figura 12 - Área de definição do domínio 2.

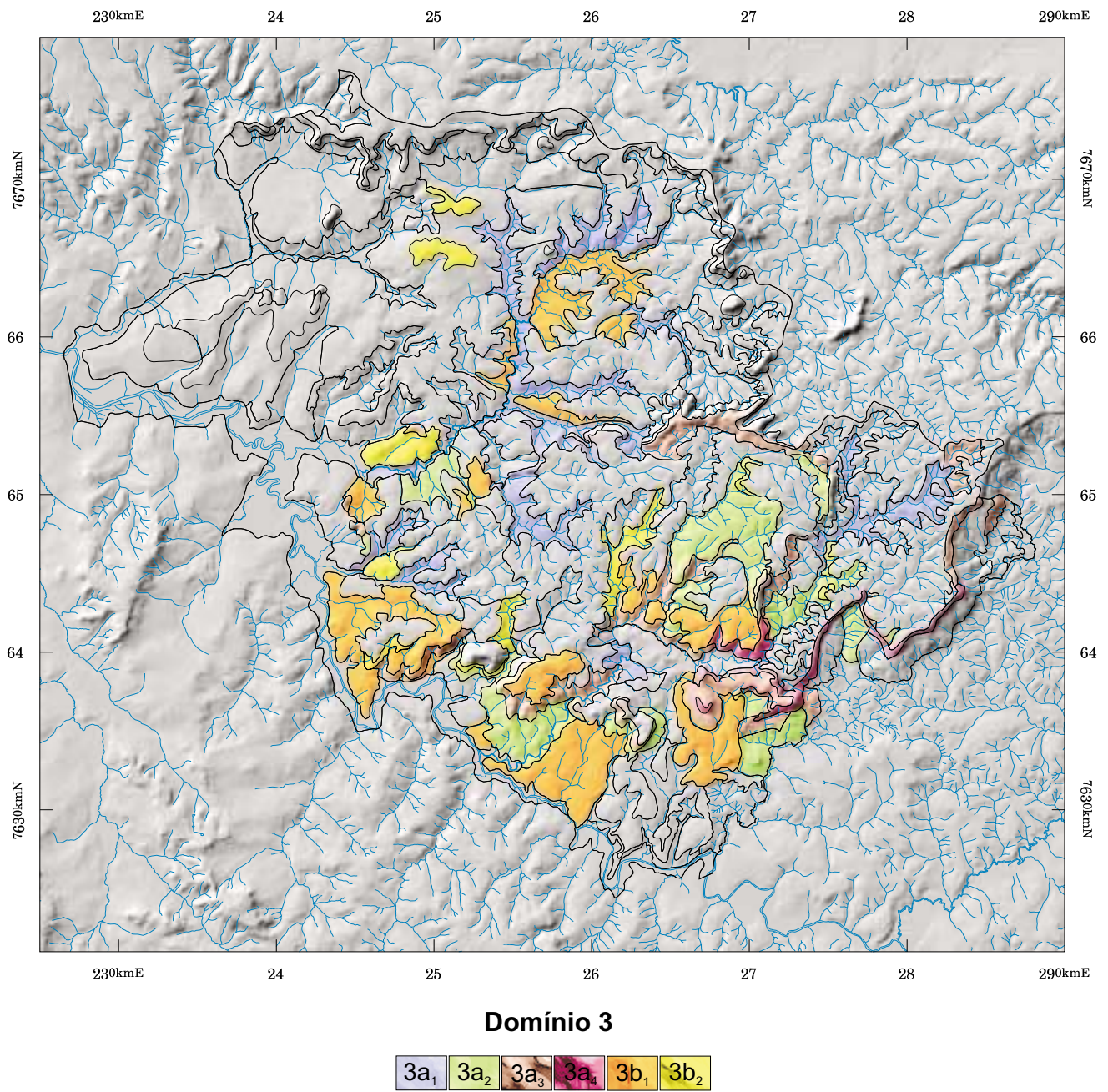


Figura 13 - Área de definição do domínio 3.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.2.1 - Subdivisões e Particularidades Distintivas

Em função das variações no comportamento do substrato rochoso e nas variações de arranjos dos sistemas de relevo e de drenagem, os domínios 2 e 3 foram subdivididos em vários subdomínios.

		Subdomínios			
Domínio 2	Com a letra “a” foram distinguidos os subdomínios onde as rochas basálticas exibem grau de intemperismo bastante heterogêneo e que varia de nulo a muito acentuado. Em função dessa variação e das variações topográficas, foram diferenciados da seguinte forma:	2a₁	Correspondem às áreas de relevo suave ondulado, onde o grau de intemperismo é predominantemente muito avançado, por isso afloramentos de rochas frescas são raríssimos e irregularmente distribuídos.		
		2a₂	Correspondem aos setores de relevo forte ondulado, onde o grau de intemperismo é menos acentuado e extremamente variado de local para local, por isso ocorrem com maior frequência e regularidade afloramentos de rochas frescas.		
		2a₃	Setores com relevo escarpado, onde na maior parte da superfície afloram rochas frescas.		
	Com a letra “b” foram diferenciados os subdomínios onde as rochas basálticas encontram-se profundamente intemperizadas. Em função das variações do sistema de relevo, foram subdivididos da seguinte forma:	2b₁	Corresponde ao topo de um relevo dissimétrico com topografia suave ondulada a ondulada.		
		2b₂	Corresponde a uma estreita faixa de terra situada no topo de um relevo dissimétrico delimitado por duas escarpas de alto desnível altimétrico.		
		2b₃	Corresponde a um relevo dissimétrico já bastante dissecado e com topografia suave ondulada.		
Domínio 3	Com a letra “a” foram diferenciados os subdomínios onde os diabásios exibem grau de intemperismo bastante heterogêneo, de nulo a muito acentuado. Em função das variações topográficas, foram subdivididos da seguinte forma:	3a₁	Setores com relevo ondulado a localmente forte ondulado, onde os diabásios afloram de maneira muito isolada e irregular somente nas vertentes de fundos de vales.	Setores onde em quase toda a superfície ocorrem exposições de rochas frescas.	
		3a₂	Setores com relevo suave ondulado a ondulado e onde os afloramentos de rochas frescas são muito esparsos e irregularmente distribuídos por toda a superfície.		
		3a₃	Setores com relevo ondulado a forte ondulado.		
		3a₄	Setores com relevo escarpado e/ou com declividades superiores a 45%.		
	Com a letra “b” foram distinguidos os subdomínios onde os diabásios se encontram profundamente intemperizados. Em função de variações pedológicas, foram subdivididos em:	3b₁	Setores onde os solos são essencialmente argilosos.		Relevo suave ondulado a ondulado.
		3b₂	Setores onde os solos são argilo-arenosos.		

3.1.2.2 - Características Importantes de Serem Consideradas no Uso e Ocupação e na Gestão Ambiental

3.1.2.2.1 - Relacionadas ao substrato rochoso

Substrato rochoso constituído de rochas magmáticas vulcânicas (basaltos) e subvulcânicas (diabásios) de composição básica, ou seja, rochas ricas em minerais ferromagnesianos e pobres em quartzo. Por apresentarem cor preta e serem muito densas, popularmente são conhecidas como "pedra ferro". São compostas principalmente de minerais de baixa resistência ao intemperismo e, quando se alteram, transformam-se em minerais de argila, liberando vários tipos de nutrientes, como também muito ferro e alumínio, por isso produzem manto de alteração sempre argiloso, de boa fertilidade natural, porém laterizado. Em geral, especialmente os basaltos, são densamente fendilhadas e se intemperizam de forma bastante heterogênea (foto 9) e particular, pois se decompõem a partir de frentes de alteração concêntricas, denominadas decomposição esferoidal; tal característica possibilita que blocos arredondados de rochas duras vão progressivamente se isolando em meio ao solo (fotos 10 e 11), blocos estes que, devido à sua forma arredondada, popularmente são denominados de "pedra capote". Em função dessa forma de alteração, nos terrenos sustentados por essas rochas é bastante comum, às vezes em meio a solos bastante profundos, ocorrerem de forma isolada e irregularmente distribuídos blocos e matacões de rochas duras. Essas características indicam que:

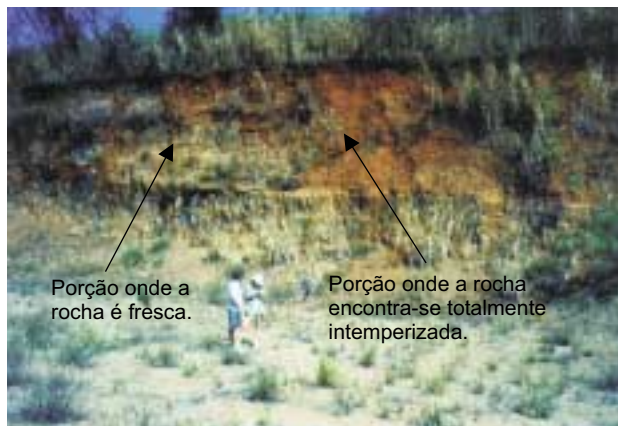


Foto 9 - Afloramento de diabásio em talude de corte de estrada onde pode-se observar que a profundidade do manto de intemperismo é muito irregular.

do ponto de vista geotécnico: são rochas que exibem comportamento geotécnico bastante heterogêneo, característica que recomenda que, no caso de executar qualquer tipo de obra

subterrânea nessas áreas, é muito importante que antes sejam realizadas sondagens geotécnicas de subsuperfície pouco espaçadas; apresentam alta densidade de superfícies planares de fendilhamento (foto 11) dispostas em várias direções, por isso se desestabilizam com facilidade quando expostas em taludes de corte desprovidos de obras de contenção; em sua maioria, encontram-se bastante alteradas, por isso na maior parte dos subdomínios o manto de alteração geralmente é bastante profundo; na maior parte são terrenos que apresentam baixa resistência ao corte e à penetração, conseqüentemente, quase sempre são terrenos favoráveis para executar escavações, perfurações e implantação de infra-estrutura viária e subterrânea; produzem manto de intemperismo de baixa erodibilidade natural, que se torna bastante pegajoso e escorregadio quando molhado e, quando seco, muito poeirento, pois, por ser muito leve, entra facilmente em suspensão e assim



Foto 10 - Afloramento de diabásio em processo de intemperização. Observar a forma arredondada dos blocos, que vão se alterando como se tivessem se "descascado".



Foto 11 - Afloramento de basalto com denso sistema de fraturas dispostas em várias direções. Em função dessa geometria de fraturas é que se dá a decomposição esferoidal, pois as águas das chuvas infiltram-se e se armazenam nas fendas e progressivamente vão alterando a rocha de forma concêntrica.

permanece por longo tempo (forma muito poeira). São terrenos onde não se deve iniciar grandes obras de escavações nos períodos chuvosos, pois as ferramentas e os maquinários se emplastam excessivamente; pelo fato de apresentarem baixa resistência ao intemperismo físico e químico, essas rochas não são muito adequadas para serem utilizadas como brita em determinados tipos de obra.

do ponto de vista hidrológico: são bons aquíferos do tipo fissurado, pois, por serem rochas bastante fendilhadas, são muito percolativas (alta permeabilidade secundária), apresentando alta transmissividade e alta capacidade de armazenamento d'água, ou seja, as fendas facilitam a percolação rápida de fluidos que nelas se armazenam em grande quantidade. Em

função disso, são muito vulneráveis à contaminação. Por isso, onde essas rochas afloram ou estão situadas próximas da superfície não se deve local fontes potencialmente poluidoras.

Particularidades importantes do substrato rochoso por subdomínio e comportamentos correlacionados

Além das características gerais retromencionadas, em função de variações relacionadas ao grau de intemperismo e à forma com que aflora, como pode ser observado no quadro abaixo, o substrato rochoso em cada subdomínio apresenta uma determinada particularidade que implica respostas diferenciadas em termos de adequabilidades e limitações ao uso e ocupação.

<p>Subdomínios 2a e 3a</p> <p>Nos subdomínios diferenciados com a letra "a" o grau de intemperismo do substrato rochoso é bastante heterogêneo, variando de região para região e, às vezes, de local para local, de muito acentuado a nulo. Isso indica que a profundidade do substrato rochoso endurecido é bastante irregular; em consequência, são terrenos de comportamento geotécnico muito heterogêneo, por isso, como pode ser observado na coluna ao lado, as facilidades e as dificuldades geotécnicas para executar escavações e perfurações variam muito de subdomínio para subdomínio.</p>	2a ₁	Na maior parte desse subdomínio, os basaltos encontram-se profundamente alterados, porém, muito isoladamente no topo de algumas pequenas elevações e no extremo noroeste da área, onde existem pequenos e descontínuos segmentos semi-escarpados, há algumas exposições de rochas frescas e/ou parcialmente alteradas que exibem denso fendilhamento. Isso indica que, exceto nesses locais, no restante desses terrenos o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades, por isso a maior parte da área apresenta baixa resistência ao corte e à penetração, certamente até profundidades superiores a 10m. Além disso, nesse subdomínio é importante levar em consideração que a espessura dos basaltos não deve ser muito grande, portanto, no caso de executar escavações profundas deve, ser levado em conta que, a partir de uma certa profundidade, pode-se encontrar arenitos da Formação Pirambóia.
	2a ₂ e 3a ₃	Nesses subdomínios existem mais afloramentos de rochas frescas distribuídos irregularmente por toda a superfície, tanto na forma de pequenos lajeados como de pequenos blocos e matacões. Isso indica que a profundidade do substrato rochoso endurecido é mais rasa e muito irregular, por isso o comportamento geotécnico do substrato rochoso é mais irregular, sendo mais problemáticos para se fazer escavações e perfurações adensadas; nesses terrenos, os lençóis freático e subterrâneo são mais vulneráveis à contaminação.
	2a ₃ e 3a ₄	Nesses subdomínios, em quase toda a superfície, afloram rochas frescas e/ou parcialmente intemperizadas e densamente fendilhadas, tanto sustentando paredões escarpados como sob forma de blocos e matacões depositados nos sopés das escarpas. São terrenos de alta fragilidade a fontes poluidoras, de alta instabilidade geotécnica, pois podem ocorrer desprendimentos de blocos condicionados por fraturas, e extremamente problemáticos para executar escavações e perfurações desde muito próximo da superfície.
	3a ₁ e 3a ₂	Na maior parte desses terrenos os diabásios encontram-se bastante intemperizados e recobertos por solos profundos, porém, de forma muito isolada e irregularmente distribuídos existem alguns afloramentos de rochas frescas, tanto sob a forma de pequenos lajeados como de pequenos blocos e matacões mergulhados em meio a solos bem evoluídos e espessos. Isso indica que são terrenos de comportamento geotécnico mais homogêneo e que na maior parte deles o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades relativamente altas, portanto, exceto nos locais e nas proximidades onde existem afloramentos rochosos, apresentam características bastante positivas para executar escavações e perfurações e o risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo é baixo.
<p>Subdomínios 2b e 3b</p>		
<p>Nos subdomínios diferenciados com a letra "b" o substrato rochoso encontra-se profundamente intemperizado e recoberto por espesso manto de solo argiloso (mais de 10m de espessura), por isso não existem e/ou são muito raras as ocorrências de rochas frescas aflorantes e/ou situadas próximas da superfície. Isso indica que o substrato rochoso endurecido deve manter-se a altas profundidades por toda a área de definição desses subdomínios. Conseqüentemente, são terrenos de comportamento geotécnico bastante homogêneo, tanto lateral como verticalmente, facilmente escaváveis e perfuráveis até pelo menos 10m de profundidade e de baixo risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo.</p>		

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.2.2.2 - Relacionadas ao relevo

Embora sustentados por rochas de mesma origem e composição, em termos de características topográficas os terrenos dos domínios 2 e 3 são bastante diferenciados. Tais diferenciações estão relacionadas ao fato de que o magma que deu origem às rochas que os sustentam tanto se esparramou na superfície como grandes derrames, caso do domínio 2, como ficou intrudido como diques e sills nas rochas arenosas dos domínios 4 e 5, como é o caso do domínio 3. No primeiro caso, em razão das lavas terem chegado até a superfície e se esparramado sobre as rochas arenosas de maneira mais ou menos uniforme e horizontalizada, o relevo se caracteriza como do tipo dissimétrico, ou seja, é composto por topo mais ou menos suavizado, denominado reverso, e uma porção escarpada de perfil íngreme, denominada frente, que corresponde à porção por onde o relevo está sendo erodido (figura 15). No caso do domínio 3, pelo fato do magma ter se recristalizado em subsuperfície como diques e sills (figura 14), o relevo se caracteriza por apresentar dois tipos de arquitetura (foto 12). Onde o magma se cristalizou concordantemente às camadas arenosas como sills, o relevo também é dissimétrico (foto 13); já onde estão discordantes, a topografia geralmente é montanhosa e se caracteriza por formar elevações com formas muito irregulares. Em função do grau de dissecação a que foi submetida essa paisagem, como pode ser verificado no item seguinte sobre particularidades dos subdomínios, as características topográficas dos domínios 2 e 3 e, conseqüentemente, as respostas em termos de adequabilidades e limitações ao uso e ocupação variam muito de subdomínio para subdomínio.

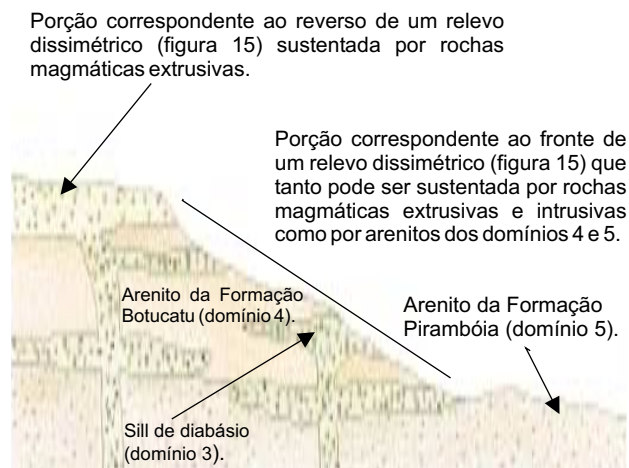


Figura 14 - Perfil esquemático mostrando como são as relações de contato entre as rochas magmáticas e suas encaixantes arenosas.

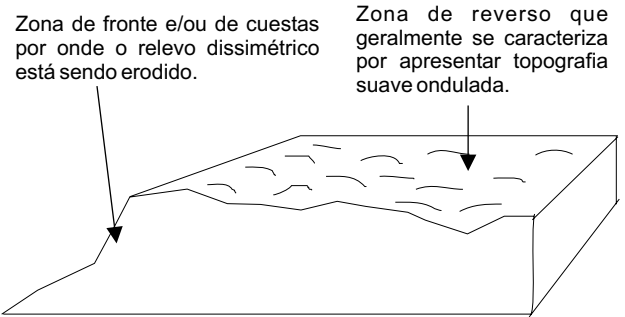


Figura 15 - Bloco-diagrama mostrando a morfologia de um relevo dissimétrico.



Foto 12 - Nessa foto, pode-se verificar o quanto variam as características topográficas dos terrenos sustentados por diabásios. Ao fundo, destaca-se o relevo montanhoso pouco dissecado do subdomínio 3a₄ e, em primeiro plano, o relevo dissecado relacionado ao subdomínio 3a₂.



Foto 13 - Cachoeira do Itambé. Porção de frente de um relevo dissimétrico. A parte superior da escarpa é sustentada por diabásio e, a parte inferior, por arenitos da Formação Pirambóia.

Particularidades importantes dos sistemas de relevo e de drenagem por subdomínio e comportamentos correlacionados

Subdomínio 2a₁: relevo dissimétrico quase que totalmente dissecado, quase não havendo contraste entre o frente e o reverso. O reverso apresenta topografia suave ondulada e declividades predominantes entre 3 e 8%. Na porção de frente, apenas alguns pequenos e descontínuos segmentos são semi-escarpados e o desnível altimétrico entre o sopé e o topo da escarpa é bastante baixo. Isso significa que, exceto nos segmentos semi-escarpados, trata-se de um relevo já bastante estabilizado, de baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas (escorregamentos). São áreas com baixa densidade de drenagem; os fundos de vales são bastante amplos, abertos, pouco profundos, desprovidos de água e com planícies aluviais relativamente amplas. Isso significa que a maior parte das águas das chuvas se infiltra no subsolo, por isso pouca água escorre para os canais de drenagens. Conseqüentemente, são terrenos favoráveis à recarga de aquíferos, de baixo deflúvio, ou seja, de baixa erosão fluvial, com baixa disponibilidade de água no sistema de drenagem que se encontra em franco processo de assoreamento.

Subdomínio 2a₂: abrange uma porção de reverso de um relevo dissimétrico muito próxima ao frente. Trata-se de uma área de relevo forte ondulado, onde predominam declividades entre 20 e 45% e os desníveis altimétricos são acentuados (em torno de 80m). A densidade de drenagem é relativamente alta e os fundos de vales são um tanto profundos; em muitos deles, as águas são correntes e de alta capacidade de transporte de sedimentos. Isso significa que são terrenos que se encontram em franco processo de dissecação; a maior parte das águas das chuvas escorre rapidamente para os canais de drenagens, conseqüentemente, são áreas de deflúvio rápido, de baixa recarga de aquíferos, de alta erosão fluvial e com sistema de drenagem, quando chove forte, sujeito a sofrer grandes e bruscas variações de vazões e a formar enxurradas altamente erosivas.

Subdomínio 2a₃: corresponde ao frente de um relevo dissimétrico, ou seja, a uma zona escarpada (figura 15) de alto desnível altimétrico, que está em franco e acelerado processo de dissecação, portanto são terrenos com alto potencial para ocorrências de grandes e rápidos movimentos naturais de massas (escorregamentos e desprendimentos de blocos). Em função do alto

desnível altimétrico, são terrenos de beleza cênica e portadores de muitas nascentes d'água formadoras de numerosos córregos que nascem nos sopés das escarpas, conseqüentemente, apresentam potencial turístico e são de grande importância hídrica.

Subdomínio 2b₁: corresponde ao reverso de um relevo dissimétrico, ou seja, à porção de topo onde a topografia é do tipo suave ondulada a ondulada. Os desníveis altimétricos são baixos (entre 20 e 80m), as declividades variam entre 3 e 8% e, localmente, até 20%. A densidade de drenagem é baixa e a maior parte é desprovida de água e/ou apresenta vazão muito baixa. Os fundos de vales são pouco profundos, abertos e apresentam planícies aluviais relativamente amplas. Essas características indicam que se trata de um relevo já bastante dissecado, estabilizado e com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; o sistema de drenagem apresenta forte tendência ao secamento em curto prazo de tempo; as águas são pouco oxigenadas e de baixa capacidade dispersora e depuradora; o sistema de drenagem encontra-se em franco processo de assoreamento; quando chove a maior parte das águas das chuvas infiltra-se no subsolo, por isso são terrenos de boa recarga de aquíferos, de baixo deflúvio, de baixa erosão fluvial e com pouca disponibilidade hídrica superficial.

Subdomínio 2b₂: também corresponde a uma zona de reverso de relevo dissimétrico, porém com topografia forte ondulada e declividades predominantes entre 20 e 45%. Além disso, é uma área situada entre duas escarpas que estão em franco e acelerado processo de dissecação, por isso se constitui num divisor d'água cujas cabeceiras de drenagens estão quase se interligando. Os córregos apresentam águas correntes e com alta capacidade de transporte de sedimentos, conseqüentemente são terrenos com alto potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; deflúvio muito rápido, por isso com alta erosão fluvial; sistema de drenagem sujeito a variações muito grandes e bruscas de vazões e sujeito a formar enxurradas muito rápidas e altamente erosivas, com águas bem oxigenadas, de alta capacidade dispersora e depuradora.

Subdomínio 2b₃: também corresponde ao reverso de relevo dissimétrico que apresenta topografia suave ondulada formada de elevações de topos e encostas muito amplas, com desníveis altimétricos entre 40 a 60m e declividades predominantes entre 3 e 8%. A densidade de drenagem é baixa, os vales são rasos, amplos, a maior

parte deles desprovidos de água e/ou com vazão muito baixa e com forte tendência a diminuir ainda mais, com águas pouco correntes e de baixa capacidade de transporte de sedimentos. Isso significa que se trata de um relevo bastante dissecado e estabilizado, conseqüentemente com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas, com topografia que favorece a erosão laminar e os movimentos lentos de massas, do tipo *creep*. São terrenos onde a maior parte das águas das chuvas se infiltra no subsolo, por isso apresentam alta recarga de aquíferos, baixo deflúvio, ou seja, baixa erosão fluvial, pouca disponibilidade hídrica superficial, córregos com águas pouco oxigenadas e de baixa capacidade depuradora, o que significa que se um poluente for nelas lançado demorará muito para se depurar e se dispersar.

Subdomínio 3a₁: relevo ondulado a forte ondulado, com declividades predominantes entre 8 e 20% e, em alguns locais, de até 45%; moderada a alta densidade de drenagens; sistema de drenagem secundário com vales um tanto profundos, com pouca planície aluvial, com águas correntes com moderada a alta capacidade de transporte de sedimentos; sistema de drenagem principal com vales amplos, abertos e com amplas planícies aluviais. Isso significa que o sistema de drenagem secundário está em franco processo de dissecção e que o sistema principal encontra-se em acentuado processo de assoreamento.

Subdomínio 3a₂: relevo ondulado a localmente forte ondulado, formado de morros baixos com topos e encostas relativamente curtas e declividades variando de 20% a, localmente, até 45%. Moderada a alta densidade de drenagens com vales um tanto profundos, com pouca planície aluvial, a maior parte com águas correntes com moderada a alta capacidade de transporte de sedimentos. Isso significa que se trata de um relevo ainda em processo de dissecção relativamente acentuado e que são terrenos de alto deflúvio, ou seja, quando chove, a maior parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagens, conseqüentemente a recarga dos aquíferos é baixa e a erosão fluvial é alta.

Subdomínio 3a₃: terrenos com relevo ondulado a forte ondulado, formado de elevações com topos e encostas curtos e de perfis bastante irregulares, declividades predominantes entre 20 e 45% e desníveis altimétricos entre 60 e 120m;

moderada a alta densidade de drenagem; sistema de drenagem com vales relativamente profundos, com pouca planície aluvial; muitos deles com águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos. Essas características indicam que se trata de um relevo em processo de dissecção relativamente acentuado, com muitos setores sujeitos a sofrer movimentos naturais de massas; a maior parte das águas das chuvas escorre muito rápido para os canais de drenagens; a recarga dos aquíferos é baixa; o deflúvio muito rápido; a erosão fluvial é alta; o sistema de drenagem é sujeito a sofrer grandes e rápidas variações de vazões e a formar enxurradas muito erosivas.

Subdomínio 3a₄: terrenos de relevo escarpado e/ou montanhoso, com desníveis altimétricos acentuados e com numerosas nascentes d'água localizadas nos sopés das escarpas. Isso significa que são áreas de descarga de aquíferos; formadoras de córregos; de grande importância para manter a regularidade do regime hídrico superficial; de beleza cênica; com potencial para o turismo ecológico; que se encontram em franco e acelerado processo de dissecção e com alto potencial para ocorrências de grandes e rápidos movimentos naturais de massas (escorregamentos e desprendimentos de blocos).

Subdomínios 3b, e 3b₂: terrenos com relevo suave ondulado a ondulado, formado de elevações baixas com topos amplos e encostas longas, com desníveis altimétricos entre 40 e 80m e declividades predominantes entre 3 e 20%. A densidade de drenagem é baixa e os fundos de vales são rastos, relativamente amplos, abertos e providos de planícies aluviais relativamente amplas. A maior parte das drenagens é seca e/ou com vazão muito baixa e, devido ao intenso assoreamento que estão sofrendo, apresentam forte tendência ao secamento em curto prazo de tempo. Nas poucas drenagens que contêm água, esta é pouco corrente, pouco oxigenada e de baixa capacidade de transporte de sedimentos. Essas características são indicativas de que são terrenos já bastante dissecados e estabilizados; com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; favoráveis para o desencadeamento de erosão laminar e para os movimentos lentos de massas do tipo *creep*; de baixa erosão fluvial; de baixo deflúvio; de alta recarga de aquíferos e com pouca disponibilidade hídrica superficial.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.2.2.3 - Relacionadas aos solos

Pelo fato dos solos dos domínios 2 e 3 terem sido derivados de rochas de composição básica, ou seja, rochas pobres em quartzo e ricas em minerais que, quando se alteram se transformam em argilas, apresentam como característica comum a todos os subdomínios a textura argilosa. Isso significa que:

Do ponto de vista geotécnico: são solos naturalmente pouco erosivos; de alta capacidade retentora de elementos; de alta capacidade eliminadora de poluentes; importantes para proteger os aquíferos subterrâneos da contaminação; muito plásticos; deformam-se bastante quando submetidos a esforços; excessivamente aderentes, pegajosos e escorregadios quando molhados, por isso difíceis de serem trafegados por estradas não-pavimentadas e de serem trabalhados nas épocas chuvosas, pois causam emplastamento excessivo de ferramentas e equipamentos; fendilham-se muito quando submetidos a umedecimento e ressecamento periódicos; muito leves, por isso quando secos entram facilmente em suspensão e assim permanecem por períodos muito longos, ou seja, formam muita poeira (foto 14) e, quando venta forte, sofrem alta erosão eólica.

do ponto de vista agrícola: são solos que se compactam e impermeabilizam-se muito e sofrem alta erosão hídrica se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados e/ou pisoteados constantemente por gado (forma-se uma camada endurecida e impermeável entre 15 e 20cm de profundidade que funciona como uma camada de deslize da camada superficial mais fofa, fenômeno conhecido como “pé de grade”); pelo fato de serem derivados de rochas ricas em minerais ferromagnesianos, minerais que quando se alteram liberam vários tipos de nutrientes mas também muito ferro e alumínio, em geral apresentam boa fertilidade natural (a esses terrenos é que estão associados, entre outros solos, a famosa terra roxa, muito conhecida nas regiões Sul-Sudeste do Brasil, por se constituir num dos melhores solos do país), porém, são laterizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio, por isso quase sempre exibem cor avermelhada (foto 15) e podem apresentar problemas de excesso de alumínio tóxico, característica que pode dificultar a sua correção; em geral têm boas características físicas e a textura é altamente favorável à retenção de elementos, por isso respondem muito bem à adubação e mantêm boa disponibili-

dade hídrica para as plantas durante os períodos secos.

do ponto de vista hidrológico: são solos que armazenam muita água, porém quase não a disponibilizam para circulação, ou seja, apresentam alta porosidade mas baixa transmissividade, portanto não são bons aquíferos superficiais.

Como mencionado, essas características são extensivas a toda a área de definição dos domínios 2 e 3, porém, como constatado a seguir, existem variações relacionadas ao grau de evolução pedogenética que são particularidades dos subdomínios e que tanto melhoram como pioram as suas qualidades agrícolas, geotécnicas e hídricas.



Foto 14 - Nessa foto, pode-se observar o quanto são poeirentos os solos associados aos domínios 2 e 3.



Foto 15 - Mostra a cor avermelhada, típica dos solos derivados das rochas magmáticas básicas.

Particularidades importantes dos solos por subdomínio e comportamentos correlacionados

Subdomínios 2a₁ e 2a₂: nesses subdomínios predominam solos com pedogênese muito avançada

da e bastante homogênea em toda sua extensão. Só muito localmente existem variações para solos um pouco menos evoluídos do tipo cambissolo e litossolos. Isso significa que predominam solos bastante profundos (mais de 3m) e com horizontes pouco diferenciados, bastante lixiviados, de baixa fertilidade natural, enriquecidos em ferro e alumínio, desprovidos de pedregosidade, de baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades, de boa permeabilidade, bem drenados e airados, pouco erosivos, bastante estáveis quando expostos em taludes de corte e com espessuras e textura bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes.

Subdomínio 2a₃: nas porções escarpadas aflora o substrato rochoso e, nos sopés das escarpas, ocorrem solos transportados do tipo coluviônico, ou seja, solos com textura muito heterogênea, que se caracteriza por ser uma mistura da fração argila com blocos e até grandes matacões de rocha. Isso significa que, do ponto de vista agrícola, são solos com características físicas extremamente inadequadas para todos os tipos de plantio; do ponto de vista geotécnico, são difíceis de serem escavados e perfurados, se desestabilizam muito quando escavados e expostos em taludes de corte e são sujeitos a se movimentarem naturalmente.

Subdomínios 2b₁, 2b₂ e 2b₃: em todos esses subdomínios os solos apresentam pedogênese muito avançada e bastante homogênea. Predominam latossolos e podzólicos latossólicos, via de regra muito profundos (geralmente mais de 5m), de textura friável, bastante porosa, desprovidos de pedregosidade e com horizonte muito pouco diferenciado, tanto do ponto de vista textural como em termos de coloração. Essas características indicam que são solos extremamente lixiviados, empobrecidos em nutrientes naturais, de alta permeabilidade, bem airados, de excelentes características físicas para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas, de baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades, muito estáveis quando expostos em corte e com espessuras, textura e permeabilidade bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes e para recarregar os aquíferos subterrâneos.

Subdomínios 3a₁ e 3a₂: nesses setores a pedogênese varia bastante de região para região e, às vezes, de local para local, de incipiente a acentuada. Predominam solos bem evoluídos, homogêneos e profundos (com mais de 3m), porém, em diversos locais ocorrerem variações bruscas para solos rasos poucos evoluídos e, às vezes, misturados com pequenas concentrações de blocos e matacões e/ou entremeados com pequenos lajeados de rochas duras, o que indica que as características químicas geotécnicas e hídricas desses solos também variam de região para região e, às vezes, de local para local, tanto late-

ral como verticalmente. Em alguns setores o horizonte B encontra-se situado bem próximo da superfície, mostra evidências que contém argilominerais expansivos e apresenta permeabilidade muito baixa e bastante diferenciada em relação à camada superior, características que fazem com que esse horizonte seja bastante instável quando exposto em taludes de corte.

Subdomínios 3a₃ e 3a₄: por serem terrenos montanhosos e escarpados, os solos desses subdomínios inexistem e/ou são pouco evoluídos, do tipo cambissolos e litossolos. Nos sopés das elevações e das escarpas ocorrem solos transportados, que se caracterizam por uma textura bastante heterogênea, formada por uma mistura da fração argila com grande quantidade de blocos e matacões de rochas em variados graus de intemperismo. Isso significa que são solos periodicamente renovados por movimentos recentes de massas, de alta instabilidade e podem se movimentar naturalmente; conseqüentemente, se desestabilizam com facilidade quando expostos em taludes de corte; apresentam espessuras e características físicas e, certamente químicas, extremamente heterogêneas, portanto, os comportamentos agrícola, geotécnico e hídrico também são muito heterogêneos.

Subdomínio 3b₁: nesses setores, os solos exibem pedogênese bastante avançada. Predominam latossolos e podzólicos latossólicos, via de regra bastante profundos (geralmente mais de 5m), com horizontes pouco diferenciados tanto em termos texturais como em termos de coloração e de baixa resistência ao corte e à penetração desde a superfície até profundidades superiores a 5m. Ao longo de todo o perfil a textura é bastante porosa e friável. Tais características indicam que apresentam espessuras e textura bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes e para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas; são pouco erosivos e bastante estáveis quando expostos em taludes de corte; devem ser muito lixiviados; de alta permeabilidade (embora argilosos, a textura faz com que tenham um comportamento hídrico de areia); bem airados; bem drenados; empobrecidos em nutrientes naturais e enriquecidos em ferro e alumínio.

Subdomínio 3b₂: os solos desses setores se diferenciam apenas por serem um pouco mais arenosos, característica que sugere que são solos transportados derivados de uma mistura de material proveniente de rochas básicas e areníticas. Em função dessa particularidade devem ser mais permeáveis, menos plásticos e menos aderentes e não se compactam tanto quando são submetidos a cargas. Também apresentam pedogênese avançada e são muito profundos (mais de 5m de espessura), por isso apresentam praticamente os mesmos comportamentos agrícola, geotécnico e hídrico dos solos do subdomínio 3b₁.

3.1.2.3 - Particularidades Positivas e Negativas Frente ao Uso e Ocupação e Recomendações

Em função das características do substrato rochoso, do relevo, da drenagem e dos solos retromencionadas, os terrenos diferenciados como domínios 2 e 3 apresentam uma série de características positivas e negativas importantes de serem consideradas para que o processo de uso e ocupação e a gestão ambiental se procedam em conformidade com suas potencialidades naturais. Nesse sentido, com o objetivo de subsidiar tanto o planejamento regional como o setorizado e com o intuito de fornecer informações para auxiliar nas várias formas de uso e ocupação, primeiro são destacadas as características positivas e negativas que são extensivas a todos os subdomínios e por formas diferenciadas de uso e ocupação e, depois, essa abordagem é feita de forma individualizada para cada subdomínio.

Em termos de macrodiretrizes, em toda iniciativa de uso e ocupação e de gestão ambiental, o primeiro aspecto importante de ser considerado é o fato de que, junto com os terrenos arenosos dos domínios 4 e 5, os domínios 2 e 3 fazem parte de uma configuração morfolitológica (figura 14) de grande importância hidrogeológica. Por isso são terrenos onde se deve tomar cuidados especiais para não causar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: na maioria dos subdomínios, o manto de intemperismo é bastante profundo, estável quando exposto em taludes de corte, apresenta textura, permeabilidade e espessuras bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes e baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades. Isso significa que na maior parte deles as características geotécnicas são bastante favoráveis para implantar qualquer tipo de infra-estrutura viária e subterrânea (canalizações, redes de esgotos, fundações) e que o risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo pelos poluentes urbanos e industriais, desde que tomados os devidos cuidados, é reduzido.

negativas: as rochas básicas, principalmente quando se encontram semi-intemperizadas, por serem muito fendilhadas (especialmente os basaltos), desestabilizam-se com facilidade quando expostas em taludes de corte; quando frescas são extremamente duras, sendo necessário usar explosivos para desmontá-las, fato

que dificulta e encarece a execução de obras de infra-estrutura subterrânea (canalizações, redes de esgotos, fundações) e viária nos locais onde essas rochas afloram ou estão situadas próximas da superfície. São rochas de baixa resistência ao intemperismo e se alteram de forma muito heterogênea, portanto é importante que se leve em consideração que, mesmo nos subdomínios onde o manto de intemperismo é avançado e profundo, podem ocorrer, às vezes de forma imprevisível, locais onde o substrato rochoso endurecido pode aflorar de forma isolada ou estar situado próximo da superfície. Em função disso, antes de executar qualquer tipo de obra que envolva escavações e fundações um pouco mais profundas, é importante que, sejam realizados estudos bastante localizados e apoiados em sondagens geotécnicas pouco espaçadas. Os solos, por serem muito argilosos, deformam-se muito quando submetido a cargas, fendilham-se bastante quando expostos ao umedecimento e ressecamento periódicos, tornam-se difíceis de serem trabalhados nas épocas chuvosas, pois causam emplastamento excessivo das ferramentas e dos equipamentos e, quando secos, entram facilmente em suspensão, ou seja, formam muita poeira. Em função disso, é importante que não sejam iniciadas grandes e demoradas obras que exijam muitos cortes e muita movimentação de terra durante os períodos chuvosos e que toda iniciativa de urbanização seja acompanhada de pavimentação imediata da malha viária.

agricultura

positivas: os solos, por serem argilosos, apresentam baixa erodibilidade natural e boa capacidade retentora de elementos, por isso respondem bem à adubação e mantêm boa disponibilidade hídrica nos períodos de estiagem. Por serem derivados de rochas básicas, rochas cuja maior parte dos minerais liberam muitos e vários tipos de nutrientes, quando não excessivamente lixiviados apresentam boa fertilidade natural.

negativas: deve ser levado em consideração que esses solos, por serem muito argilosos, compactam-se, impermeabilizam-se e se tornam muito suscetíveis à erosão hídrica se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados e/ou pisoteados constantemente por gado; por serem derivados de minerais que liberam muito ferro e alumínio, são laterizados e, geralmente, apresentam problemas de excesso de alumínio tóxico.

fontes poluidoras

positivas: na maior parte dos subdomínios, os solos, por serem argilosos e geralmente profun-

dos, apresentam textura, espessuras e permeabilidade favoráveis para reter e eliminar poluentes.

negativas: esses terrenos se constituem em aquíferos fraturados; de uma forma ou outra estão associados aos aquíferos Botucatu e Pirambóia; todo o sistema de drenagem que nelas nasce flui para as áreas de exposição desses aquíferos.

Além dessas características regionais, em função das variações de arranjos dos sistemas de relevo e de drenagem, e de variações do substrato rochoso, como pode ser observado a seguir, cada subdomínio apresenta determinadas particularidades que implicam respostas diferenciadas em termos de adequabilidades e de limitações às formas de uso e ocupação retromencionadas.

Subdomínio 2a,

Como particularidades positivas desse subdomínio, importantes de serem consideradas em todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: o manto de intemperismo é bastante profundo, por isso o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades. Os solos são muito espessos, com pedogênese bastante avançada e homogênea e de baixa resistência ao corte e à penetração. O lençol freático está situado a mais de 8m de profundidade. A densidade de drenagem é baixa; o relevo já se encontra bastante dissecado, suavizado e os desníveis altimétricos são baixos. Essas características indicam que são terrenos de fácil escavabilidade até profundidades relativamente altas; os solos são de baixa erodibilidade natural e apresentam espessuras e textura bastante favoráveis para reter e para eliminar poluentes; são terrenos bastante estabilizados e com baixo potencial para ocorrências de grandes e rápidos movimentos naturais de massas

Como particularidades negativas destacam-se: trata-se de um relevo dissimétrico e divisor de drenagens que fluem diretamente para o rio Pardo, o que significa que se um poluente for lançado no sistema de drenagem pode chegar rapidamente até o rio; são áreas totalmente desprovidas de águas no sistema de drenagem; em alguns locais, existem pequenos segmentos semi-escarpados e pequenos morrotes recobertos por vegetação do tipo cerrado e com afloramentos isolados de rochas basálticas em variados graus de intemperismo e evidenciando denso fendilhamento; no topo dessas elevações, os solos são pouco evoluídos, apresentam certa pedregosidade superficial e o horizonte B está situ-

ado muito próximo da superfície e mostra evidências que contém argilominerais expansivos. Em função desses aspectos negativos, em todas as formas de uso e ocupação é muito importante que se leve em consideração que nesses locais se acentuam o risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo e as dificuldades para executar escavações.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: o baixo potencial do relevo para ocorrências de movimentos naturais de massas; na maior parte da área, os solos são bastante estáveis quando expostos em taludes de corte e a topografia suavizada e com baixa densidade de drenagem favorece bastante a implantação de qualquer tipo de infra-estrutura viária e subterrânea, pois não há necessidade de executar cortes muito profundos, de fazer aterros muito altos e nem de executar muitas obras de transposição de drenagens e contenção de encostas.

negativas: a partir de uma determinada profundidade pode-se encontrar rochas arenosas soto-postas às rochas magmáticas; nos locais onde existem afloramentos rochosos e nas suas proximidades haverá dificuldades para executar escavações e para implantar infra-estrutura subterrânea como rede de esgotos, canalizações, fundações etc. Portanto, no caso de urbanizar e implantar parques industriais nesses terrenos, esses locais devem ser preservados como áreas verdes, parques, bosques, áreas de lazer etc.

agricultura

positivas: na maior parte da área, a pedogênese é bastante avançada e homogênea, por isso os solos apresentam horizontes pouco diferenciados, são desprovidos de pedregosidade e apresentam excelentes características físicas para o desenvolvimento de qualquer tipo de planta ao longo de todo o perfil; além disso, são terrenos de baixa erosão fluvial e o relevo é bastante adequado para o uso de qualquer tipo de implementação agrícola.

negativas: não existe disponibilidade d'água no sistema de drenagem, conseqüentemente, são inadequados para o plantio de espécies que necessitam de irrigação, como os hortifrutigranjeiros, por exemplo; em alguns setores, os declives são acentuados para motomecanização, os solos são um tanto pedregosos e apresentam pedogênese heterogênea e baixa profundidade efetiva e as rochas basálticas bastante fendilhadas podem estar próximas da superfície. Em função de tais características, aí deve-se evitar o uso de

adubos e defensivos poluidores, pois, poderão se infiltrar rapidamente pelas fendas das rochas basálticas e contaminar o lençol freático. Também não se deve arar o solo com equipamentos de corte profundo, pois pode ocorrer inversão no perfil do solo, ou seja, exposição na superfície do horizonte B, que é muito erosivo e apresenta características físicas inadequadas para alguns tipos de plantas. Outra característica que deve ser bastante considerada é o fato de que o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo. Em função disso, é muito importante promover a recomposição da vegetação ao longo das margens dos fundos de vales, a qual já foi quase que totalmente devastada pela agricultura.

fontes poluidoras

positivas: na maior parte da área a densidade de drenagem é baixa e sem água, não existem nascentes e, nas partes mais elevadas, o lençol freático deve estar situado a profundidades superiores a 10m.

negativas: o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo; em alguns setores, as rochas basálticas, densamente fendilhadas e por isso muito percolativas, afloram na superfície e/ou estão situadas a baixas profundidades. Em função dessas características, tais terrenos não são muito adequados para local lixões e aterros sanitários. Já para outras fontes poluidoras, desde que evitados os setores onde afloram rochas e as proximidades dos canais de drenagem, não oferecem maiores restrições.

Subdomínio 2a₂

Como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: na maior parte desse subdomínio, o substrato rochoso deve estar situado a profundidades relativamente altas; os solos são profundos, com pedogênese avançada e relativamente homogênea e apresentam baixa resistência ao corte e à penetração até profundidades relativamente altas. Em função de tais características, são terrenos de fácil escavabilidade e de boa capacidade retentora e eliminadora de poluentes, conseqüentemente, o risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo é baixo.

Como aspectos negativos, destacam-se: em alguns setores, os declives são um tanto acentuados; são terrenos sob influência de uma frente erosiva que está em franco e acelerado processo de dissecação; o sistema de drenagem apresenta vales relativamente profundos e águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos; o deflúvio é muito rápido e,

quando chove, pouca água se infiltra no subsolo, portanto, são terrenos de alto escoamento superficial e de alta erosão fluvial, apresentando um sistema de drenagem sujeito a sofrer grandes e rápidas variações de vazão e a formar enxurradas muito erosivas. Em conseqüência dessas características, em toda forma de uso e ocupação é muito importante que sejam tomados cuidados especiais no sentido de não acelerar os processos erosivos e de não aumentar o escoamento superficial. É muito importante preservar o pouco que resta da vegetação e que se tenha uma preocupação especial no sentido de não promover a impermeabilização excessiva desses terrenos. Em alguns locais, o substrato rochoso aflora ou está situado muito próximo da superfície e noutros está situado a altas profundidades, o que significa que nesses locais e nas suas proximidades a profundidade do substrato rochoso deve ser muito irregular.

Como aspectos positivos e negativos, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: na maior parte da área, o manto de intemperismo pode ser facilmente escavado apenas com ferramentas e maquinários de corte até profundidades relativamente altas e apresenta boa estabilidade quando exposto em taludes de corte, características que facilitam bastante a execução de escavações, perfurações e a implantação de loteamentos e de infra-estrutura viária e subterrânea em quase toda sua extensão.

negativas: em alguns setores, a topografia é desfavorável para implantar loteamentos e arruamentos, pois terão que ser executados cortes muito profundos para minimizar declives e terão que ser feitos muitos aterros e obras de transposição de drenagens. Além disso, nos locais onde a profundidade do substrato rochoso deve ser irregular, deve-se prever que poderão ocorrer rochas duras próximas da superfície, característica que pode dificultar bastante a implantação de fundações e infra-estrutura subterrânea adensadas. Em função das particularidades negativas e considerando o fato de que são áreas que estão sob influência de uma frente erosiva, não se recomenda o adensamento urbano nesses terrenos. Portanto, não se deve direcionar o crescimento da cidade de Altinópolis em direção a eles, ou então, se isso não for possível, a urbanização deve ser pouco adensada, com baixa taxa de impermeabilização, dotada de obras para coletar e armazenar as águas das chuvas, com arruamentos e loteamentos adaptados às curvas de nível e com parcelamento do solo em lotes grandes, de tamanhos diferenciados e com grande parte re-

servada para áreas verdes. Em função dos altos custos dessa forma de urbanização, não se deve destinar esses terrenos para população de baixa renda.

agricultura

positivas: os solos, em geral, são desprovidos de pedregosidade superficial, apresentam alta profundidade efetiva, horizontes pouco diferenciados e com excelentes características físicas para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas ao longo de todo o perfil; além disso, existem setores onde a pedogênese não é excessivamente avançada, por isso os solos ainda não são excessivamente lixiviados, devendo possuir boa fertilidade natural.

negativas: terrenos de alta erosão fluvial e com topografia favorável tanto à erosão concentrada como à erosão laminar, por isso se perde muito solo quando chove forte; em muitos setores, os declives são inadequados para utilização de implementos agrícolas mecanizados e para o plantio de espécie de ciclo curto. Devido a essas características, o uso agrícola deve ser acompanhado de práticas conservacionistas do solo e de ações de preservação e recomposição das matas ciliares, cuja maior parte já foi retirada.

fontes poluidoras

positivas: em quase toda a extensão desses terrenos, os solos apresentam espessuras, textura e permeabilidade favoráveis para reter e eliminar poluentes e o lençol freático, nas partes mais altas, situa-se entre 10 e 15m de profundidade.

negativas: terrenos vizinhos à cidade de Altinópolis e muito próximos de áreas arenosas que contêm muitas nascentes.

Analisando os aspectos negativos, conclui-se que nesses terrenos não há maiores problemas para local pequenas fontes poluidoras pontuais como cemitérios, fossas etc. Já para lixões e aterros sanitários, não são recomendados.

Subdomínios 2a₃, 3a₃ e 3a₄

Só apresentam características negativas para todas as formas de uso e ocupação, tais como: relevo montanhoso e/ou escarpado, que se constitui em frentes erosivas em franco processo de dissecação, e sujeitos a movimentações naturais de massas; o substrato rochoso endurecido e densamente fendilhado aflora em quase toda a superfície; os solos são rasos e pedregosos; são terrenos portadores de muitas nascentes d'água e de muitas manchas de mata natural, que se constitui num importante refúgio para várias espécies de animais e pássaros e, por fim, são áreas de beleza cênica. Em função disso e pela im-

portância ambiental que têm para os recursos hídricos e para a fauna e flora, devem ser transformados em áreas de parques.

Subdomínio 2b₁

Como particularidades positivas desse subdomínio, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades relativamente altas, certamente a mais de 10m; o manto de intemperismo é bastante profundo, de baixa resistência ao corte e à penetração, de baixa erodibilidade natural, boa estabilidade geotécnica quando exposto em taludes de corte e apresenta textura e espessuras favoráveis para reter e eliminar poluentes; o relevo é suavizado, estabilizado e com baixa densidade de drenagem, portanto, com baixo potencial erosivo e baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas.

Como particularidade negativa, destaca-se que são terrenos que se delimitam com o subdomínio 2a₃, que se constitui numa zona escarpada em franco e acelerado processo de dissecação. Em função disso, uma larga faixa a ela marginal deveria ser considerada como zona de proteção da escarpa.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: em quase toda sua extensão, são terrenos facilmente escaváveis e perfuráveis até profundidades certamente superiores a 5m, característica que os torna bastante adequados para implantar infra-estrutura subterrânea como canalizações, redes de esgoto e fundações; exceto nas porções vizinhas às escarpas, no restante da área os declives e a densidade de drenagens são bastante favoráveis à implantação de loteamentos e arruamentos, pois não haverá necessidade de se executar cortes profundos para minimizar declives e nem de fazer aterros altos e muitas obras de transposição de drenagens e de contenção de encostas.

negativas: é muito importante levar em consideração que esse subdomínio delimita-se com uma frente erosiva escarpada que está avançando muito rapidamente em sua direção. Em função disso, uma larga faixa da porção limítrofe com a escarpa deve ser preservada de toda forma de urbanização. Destaca-se que a cidade de Altinópolis, localizada sobre esse subdomínio, está situada muito próxima da frente erosiva, por isso seu crescimento deve ser direcionado para norte, ou seja, em direção contrária à frente erosiva.

agricultura

positivas: na maior parte desse subdomínio, os solos apresentam pedogênese avançada e relativamente homogênea, por isso, são bastante profundos, exibem horizontes pouco diferenciados e com excelentes características físicas ao longo de quase todo o perfil; são de alta profundidade efetiva, de boa permeabilidade, bem drenados, bem aerados, desprovidos de pedregosidade e de baixíssima erodibilidade natural; são terrenos de baixa erosão fluvial e com topografia bastante adequada para a utilização de todos os tipos de equipamentos motomecanizados e que não exige a confecção de muitas curvas de nível.

negativas: destaca-se que a porção limítrofe com a escarpa do subdomínio 2a₃ é muito frágil para agricultura poluidora, pelo fato de que no sopé da escarpa existem muitas nascentes d'água. Salienta-se, porém, que aí se planta café até junto à quebra da escarpa, o que não deveria ser feito, pois essa cultura exige muita adubação e aplicação de defensivos poluentes.

fontes poluidoras

positivas: são terrenos com baixa densidade de canais de drenagens, a maior parte delas é seca e o lençol freático, nas partes mais altas, está situado a mais de 10m de profundidade.

Negativas: salienta-se que a porção sul do subdomínio se delimita com uma zona escarpada que funciona como área de descarga de aquíferos e que nesses terrenos está situada a cidade de Altinópolis. Assim, deve-se evitar local fontes poluidoras nas proximidades das escarpas e dessa cidade. No restante do subdomínio, onde o sistema de drenagem flui em direção contrária à área da APA, não há maiores problemas para locação de fontes poluidoras, inclusive lixões e aterros sanitários.

Subdomínio 2b₂

Destacam-se como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação: na maior parte desse subdomínio, o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades relativamente altas (mais de 10m); o manto de intemperismo é bastante profundo e os solos apresentam pedogênese avançada e relativamente homogênea em quase toda sua extensão, por isso são desprovidos de pedregosidade, oferecem baixa resistência ao corte e à penetração, são de baixíssima erodibilidade natural e com espessuras, textura e permeabilidade bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes.

Como particularidades negativas, destacam-se: corresponde a uma estreita faixa de ter-

ra situada no topo de um relevo dissimétrico delimitado por duas escarpas que estão em franco e acelerado processo de dissecação; constitui-se num divisor d'águas onde os vales das drenagens são bastante profundos e as suas cabeceiras estão quase se encontrando; as porções próximas das escarpas apresentam potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; são terrenos de deflúvio rápido, de alta erosão fluvial e com sistema de drenagem sujeito a formar enxurradas de alto poder erosivo. Em consequência dessas características, é muito importante que em todas as formas de uso e ocupação sejam evitados o desmatamento e a impermeabilização excessiva desses terrenos. Além disso, é importante considerar que são áreas de beleza cênica, com potencial para o turismo ecológico, por isso, devem ser preservadas de toda forma de uso que possa descaracterizá-la fisiograficamente.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais: não apresenta nenhuma particularidade positiva. O único tipo de urbanização viável para esse subdomínio seria para condomínios ecológicos e sítios de lazer, assim mesmo muito espaçados e dotados de obras de disciplinamento das águas fluviais.

agricultura

positivas: na maior parte desse subdomínio os solos são profundos, desprovidos de pedregosidade, apresentam alta profundidade efetiva, horizontes pouco diferenciados e com características texturais favoráveis ao desenvolvimento de todos os tipos de plantas.

negativas: alta erosão fluvial; em quase toda sua extensão, a topografia é desfavorável ao uso de quase todos os tipos de implementos agrícolas motomecanizados. Por isso, não se recomenda utilizá-las para plantio que exija o manuseio freqüente do solo, a exemplo das culturas de ciclo curto.

fontes poluidoras: as características positivas como a profundidade, a boa capacidade depuradora e a boa estabilidade geotécnica dos solos são totalmente anuladas pelo fato de ser uma estreita faixa de terra situada entre escarpas de alto desnível altimétrico, cuja configuração geomorfológica é favorável à recarga e à descarga de aquíferos. Além disso, esses terrenos estão sobrepostos ao aquífero Botucatu, que deve estar situado a profundidades não muito altas, e o sistema de drenagem apresenta alta capacidade dispersora e flui diretamente para as áreas arenosas. Em função disso, não se deve local ne-

nhum tipo de fonte poluidora sobre esse subdomínio, mesmo as pontuais, como cemitérios, por exemplo.

Subdomínio 2b₃

Destacam-se como particularidades positivas extensivas a todas as formas de uso e ocupação: o espesso manto de intemperismo, que deve manter espessuras superiores a 10m; solos com pedogênese bastante avançada e homogênea em quase toda superfície, desprovidos de pedregosidade e de baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades; lençol freático que, nas partes mais altas, deve estar situado quase sempre a mais de 10m de profundidade, portanto o risco de se contaminar é baixo; topografia bastante dissecada e estabilizada e com declives bastante suavizados; baixíssima taxa de cobertura vegetal natural.

Como características negativas, destacam-se: constitui-se num divisor d'águas; o sistema de drenagem é seco e flui diretamente para o rio Pardo e para as áreas do subdomínio 4b₂, cujos solos arenosos apresentam altíssima permeabilidade e baixa capacidade retentora e eliminadora de poluentes. Em função disso, são terrenos onde se deve tomar muito cuidado para que poluentes não cheguem até os canais de drenagem.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: terrenos com baixa densidade de drenagem e com topografia bastante suavizada, estabilizada, com baixo potencial para ocorrências de movimentações naturais de massas e bastante favorável à implantação de infra-estrutura subterrânea, loteamentos e arruamentos, pois não há necessidade de movimentar muita terra, de executar cortes muito profundos e nem de fazer aterros altos e muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas. O manto de intemperismo, em toda sua extensão, é bastante espesso, apresenta alta estabilidade quando exposto em taludes de corte e pode ser escavado e penetrado com bastante facilidade até profundidades superiores a 10m.

negativa: salienta-se apenas que o sistema de drenagem encontra-se em franco e acelerado processo de assoreamento. Por isso, no caso de urbanização desses terrenos, é muito importante preservar os fundos de vales como áreas verdes e promover a recomposição das matas ciliares, que já foram quase que totalmente retiradas.

agricultura

positivas: em toda a extensão do subdomínio, os solos são bastante profundos e apresentam pedogênese avançada e bastante homogênea. Em função disso, apresentam alta profundidade efetiva, horizontes com características físicas pouco diferenciadas e textura bastante favorável ao desenvolvimento de todos os tipos de plantas, são bastante permeáveis, bem drenados, oxigenados e facilmente mecanizados. O relevo apresenta topografia bastante favorável ao uso de qualquer tipo de implemento agrícola, não exige construção de muitas curvas de nível e a baixa densidade de drenagem indica que são áreas de baixa erosão fluvial.

negativas: pouca disponibilidade d'água no sistema de drenagem; conseqüentemente, não são adequados para o plantio de espécies que necessitam de muita irrigação. Além disso, pelo fato dos solos serem bastante evoluídos, devem ser empobrecidos em nutrientes naturais e apresentar excesso de alumínio tóxico. As características topográficas são favoráveis à perda de muito solo por erosão laminar, por isso não se deve deixá-los desprotegidos de cobertura vegetal por longo tempo, principalmente nos períodos mais chuvosos.

fontes poluidoras

positivas: solos com espessura e permeabilidade bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes; baixa densidade de drenagem, sendo a maior parte delas seca; quase não existem nascentes d'água e a profundidade do lençol freático, nas partes mais elevadas, deve estar situada a mais de 10m de profundidade.

negativa: sistema de drenagem flui para áreas com solos arenosos de altíssima permeabilidade.

Considerando os aspectos positivos e negativos, conclui-se que esse subdomínio não apresenta maiores restrições para locação de pequenas fontes poluidoras pontuais e rasas como cemitérios, fossas etc. Já para locação de lixões e aterros sanitários, não são muito recomendados.

Subdomínio 3a,

Como particularidades positivas desse subdomínio, para todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: o relevo é bastante dissecado e estabilizado, por isso, os potenciais erosivo e para ocorrências de movimentos naturais de massa são baixos; em quase toda sua extensão, o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades relativamente altas; os solos são bastante profundos (mais de 5m), em geral com pedogênese avançada e bastante homogênea, são de baixa resistência ao corte e à

penetração até profundidades superiores a 5m, apresentam textura e permeabilidade bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes.

Como particularidades negativas, que podem trazer algum problema para todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: de forma isolada e irregularmente distribuídos ocorrem afloramentos de diabásio, por vezes bem preservados do intemperismo, tanto na forma de pequenos lajeados como na forma de blocos e matacões dispersos na superfície e/ou mergulhados em solos bem evoluídos. Significa que a profundidade do substrato rochoso endurecido é muito irregular e pode variar de muito rasa a muito profunda. Em função disso, as facilidades e as dificuldades para executar escavações e perfurações também variam muito de região para região e, às vezes, de local para local. Portanto, no caso de executar qualquer tipo de obra que envolva escavações um pouco mais profundas, é importante que antes sejam executadas sondagens geotécnicas pouco espaçadas. São áreas com alta densidade de drenagens e de deflúvio rápido, por isso quando chove infiltra-se pouca água no subsolo e formam-se enxurradas muito erosivas. Outro aspecto negativo é o fato de que nesse subdomínio os sills de diabásio afloram somente nos fundos de vales e nos topos das elevações e estão recobertos por solos e/ou por sedimentos arenosos. Em função dessa situação morfolitológica e da diferença de permeabilidade e de comportamento mecânico que existe entre os solos argilosos derivados das rochas básicas e os solos arenosos, na região de contato entre os dois materiais é comum aparecerem surgências d'água que mantêm boa vazão o ano todo. Em função disso, são áreas importantes para manter a regularidade do regime hídrico superficial da região. Considerando esse fato e levando em conta que nesses terrenos existem muitos cursos d'água, conclui-se que no uso do solo e na gestão ambiental é importante que se faça cumprir a lei do código florestal brasileiro, que exige que se preserve a vegetação natural no entorno das nascentes e ao longo dos cursos d'água. Também é importante considerar que esses terrenos são bastante vulneráveis frente a toda fonte potencialmente poluidora e que o sistema de drenagem está recebendo grande carga de sedimentos proveniente dos solos arenosos a eles sobrepostos e que estão sendo intensamente erodidos.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salienta-se:

urbanização e parques industriais

positivas: na maior parte desse subdomínio, o manto de intemperismo é relativamente profun-

do, de baixa erodibilidade natural, de alta estabilidade quando exposto em taludes de corte e pode ser facilmente escavado apenas com ferramentas, características que facilitam bastante a implantação de qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea e viária.

negativas: em alguns locais existem rochas duras aflorantes e/ou situadas a baixas profundidades. Esse fato indica que o comportamento geotécnico do substrato é irregular e que nesses locais pode-se encontrar dificuldades para a implantação de infra-estrutura subterrânea, pois há necessidade do uso de explosivos para fazer escavações. Também deve ser levado em conta que nesses locais e nas suas imediações podem ocorrer blocos e matacões mergulhados no solo, por isso, no caso de implantação de fundações é preciso tomar muito cuidado para que elas não fiquem parcialmente apoiadas sobre eles, pois podem se movimentar e desestabilizar as construções. Além disso, em muitos setores os declives são um tanto acentuados e, por isso, inadequados à implantação de loteamentos e arruamentos quadriculados e com lotes de mesmas dimensões, pois esse modelo de urbanização exige que se faça cortes muito profundos para minimizar os declives. Em função dessas características, no caso de urbanização desses terrenos, é importante que os locais onde existem afloramentos rochosos, onde os declives são acentuados e uma larga faixa ao longo dos cursos d'água sejam preservados como área verde, ou então destinados para áreas de lazer, parques, bosques etc.

agricultura

positivas: na maior parte da área os solos apresentam pedogênese avançada e relativamente homogênea. Em função disso, predominam solos com boa permeabilidade, boa drenabilidade, com pouca diferenciação entre os horizontes, de alta profundidade efetiva e com boas características físicas para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas ao longo de todos os horizontes.

negativas: existência de alguns locais isolados onde o substrato rochoso aflora e os solos apresentam pedogênese incipiente, muito heterogênea e certa pedregosidade, características que dificultam um pouco a mecanização e que indicam que nesses locais não se deve utilizar adubos e defensivos poluidores, pois podem se infiltrar rapidamente pelas fendas das rochas e contaminar as águas subterrâneas. Em função disso, e considerando que nesse subdomínio existem muitas nascentes e cursos d'água, no aproveitamento agrícola deve-se dar prioridade para agricultura orgânica e o plantio de culturas que não necessitam da aplicação de adubo e que sejam mais resistentes às pragas.

fontes poluidoras

positivas: destaca-se apenas que na maior parte da área os solos apresentam espessuras, permeabilidade e textura bastante favoráveis para reter e eliminar poluentes.

negativas: salienta-se que em muitos locais ocorrem manchas de coberturas arenosas relacionadas aos aquíferos Botucatu e Pirambóia; são terrenos portadores de grande número de cursos d'água e de muitas nascentes, muitas delas permanentes e outras temporárias; em vários locais, o substrato rochoso, relativamente fendilhado e bastante endurecido, está exposto na superfície e/ou situado a baixas profundidades. Em função dessas características, não se recomenda localizar fontes poluidoras nessas áreas, principalmente lixões e aterros sanitários e, no caso de implantação de outro tipo de fonte, como cemitérios e/ou fossas, por exemplo, devem ser evitados os locais e as proximidades dos locais onde as rochas afloram e/ou estão próximas da superfície, bem como as áreas próximas aos cursos e nascentes d'água.

Subdomínio 3a₂

Como particularidades positivas desse subdomínio, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: na maior parte da área, o manto de intemperismo é profundo e constituído por solos relativamente bem evoluídos, de baixa resistência ao corte e à penetração e com espessuras e permeabilidade altamente favoráveis para eliminar poluentes.

Como particularidades negativas, destacam-se: em vários locais e irregularmente distribuídos, existem pequenos e isolados afloramentos rochosos, tanto na forma de blocos e matacões mergulhados no solo como na forma de pequenos lajeados; são terrenos de topografia um tanto movimentada, com muitos setores com declives acentuados; alta densidade de canais de drenagem, a maior parte desprovidos de planície aluvial, com águas correntes e de alta capacidade de transporte de sedimentos, ou seja, o sistema de drenagem encontra-se em franco processo de dissecação, por isso, são áreas de deflúvio rápido, de alta erosão fluvial, de baixa infiltração de água da chuva no subsolo e com sistema de drenagem sujeito a sofrer bruscas e acentuadas variações de vazão e formar enxurradas muito erosivas. Em função dessas características, em toda forma de uso e ocupação é muito importante evitar o desmatamento e a impermeabilização excessiva dos setores com declives mais acentuados, e que uma larga faixa ao longo dos cursos d'água e dos fundos de vales, mesmo quando secos, seja reservada como área verde. Tam-

bém deve-se levar em conta que todo sedimento erodido nesses terrenos vai parar diretamente no leito do rio Pardo, que nessa porção da área apresenta baixa capacidade de transporte de sedimentos, por isso encontra-se em franco e acelerado processo de assoreamento.

Como particularidades positivas e negativas, frente às diferentes formas de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: em quase toda a extensão desse subdomínio, o manto de intemperismo é bastante profundo (mais de 5m) e apresenta baixa resistência ao corte e à penetração, características que facilitam bastante a implantação de loteamentos, arruamentos e infra-estrutura subterrânea; o relevo, embora bastante movimentado, encontra-se bastante estabilizado, por isso o potencial para ocorrência de grandes movimentos naturais de massas é baixo.

negativas: embora bastante restritas, existem porções onde a profundidade do substrato rochoso endurecido varia de rasa a profunda. Isso indica que o comportamento geotécnico do substrato rochoso é bastante irregular. Em função disso, no caso de se executar qualquer tipo de obra que envolva escavações, perfurações e implantação de infra-estrutura subterrânea, é muito importante que antes sejam executados estudos geotécnicos localizados e apoiados em sondagens pouco espaçadas. Além disso, devido à alta densidade de drenagem e aos declives um tanto acentuados de alguns setores, no caso de implantação de arruamentos e loteamentos terão que ser executados cortes muito profundos para minimizar declives e terão que ser feitos muitos aterros e muitas obras de transposição de drenagens. Em função dessas características e considerando que nesses terrenos o escoamento superficial é intenso, no caso de urbanizá-los deve-se adotar o modelo pouco adensado, com baixa taxa de impermeabilização e com parcelamento do solo com lotes de tamanhos diferenciados e de grandes dimensões, cuja maior parte da superfície deve ser destinada para área verde. Os loteamentos e arruamentos devem ser adaptados às curvas de nível, ou seja, deve-se evitar os modelos quadriculados que exigem cortes muito profundos e contribuem para concentrar as águas pluviais e para acentuar o escoamento superficial que já é muito intenso.

agricultura

positivas: predominam solos não muito evoluídos, por isso são poucos lixiviados e devem apresentar boa fertilidade natural.

negativas: são terrenos de alta erosão fluvial; em muitos setores, os declives são acentuados para uso de implementos agrícolas motorizados e a topografia é favorável tanto à erosão concentrada como à erosão laminar por isso, quando chove forte, ocorre grande perda de solo por erosão hídrica; em vários setores, o horizonte B está situado muito próximo da superfície, apresenta textura bastante endurecida e mostra evidências de que contém argilominerais expansivos. Por isso, pode ser atingido e colocado na superfície se for arado com equipamentos de lâminas de corte profundo e; por conter argilominerais expansivos, torna-se muito erosivo se for exposto na superfície, além de se compactar e se impermeabilizar excessivamente se for continuamente mecanizado com equipamentos pesados. Considerando essas particularidades, nesse subdomínio deve-se dar prioridade ao plantio de espécies de ciclo longo e que não necessitam de mecanização freqüente. Também é importantíssimo que sejam adotadas medidas de proteção do solo contra erosão.

fontes poluidoras

positivas: na maior parte da área os solos apresentam profundidade, textura e permeabilidade favoráveis para eliminar poluentes antes que atinjam o lençol freático que, nas partes mais altas, está situado a mais de 8m de profundidade.

negativas: alta densidade de canais de drenagem, a maior parte deles contendo água. Por isso, não são terrenos adequados para local lixões e aterros sanitários. Já para pequenas fontes como cemitérios, postos de combustíveis etc., desde que tomados os devidos cuidados, não apresentam maiores restrições.

Subdomínios 3b₁ e 3b₂

Como particularidades positivas desses subdomínios, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: o relevo é bastante dissecado e estabilizado, com predomínio de declives suavizados e baixos desníveis altimétricos, por isso com baixo risco para ocorrências de movimentos naturais de massas; a densidade drenagens é baixa, a maior parte apresenta vales amplos e águas de baixa capacidade de transporte de sedimentos, portanto, são terrenos de baixa erosão fluvial; em quase toda sua extensão o substrato rochoso endurecido deve estar situado a mais de 10m de profundidade; os solos são bastante espessos, com pedogênese avançada e bastante homogênea, de baixa erodibilidade natural, apresentam horizontes com características físicas pouco diferenciadas e com boa capacidade retentora de elementos,

são desprovidos de pedregosidade e oferecem baixa resistência ao corte e à penetração. Essas características, aliada à profundidade relativamente alta do lençol freático (nas partes mais altas superior a 8m), indicam que o risco de contaminação do aquífero subterrâneo é baixo.

Como particularidades negativas, destacam-se: na maior parte desses terrenos, o sistema de drenagem flui diretamente para as planícies aluviais do rio Pardo, a qual se encontra em franco e acelerado processo de assoreamento; a maior parte das drenagens é seca ou apresenta vazão muito baixa e, em função do intenso assoreamento que vem sofrendo, em curto prazo de tempo devem secar por completo, pois estão recebendo e depositando alta carga de sedimentos proveniente dos terrenos arenosos vizinhos, topograficamente mais altos e que se encontram em franco e acelerado processo de dissecação; nos poucos canais que contêm água, estas são pouco correntes, de baixa oxigenação e de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes, portanto, deve-se tomar cuidados especiais para que nenhum tipo de poluente chegue até os córregos, pois levará muito tempo para se dispersar e se depurar.

Considerando que as particularidades negativas são pouco restritivas, são os terrenos mais adequados para todas as formas de uso e ocupação, porém, para que isso aconteça de forma adequada, é muito importante que as áreas próximas aos fundos de vales e das cabeceiras de todo o sistema de drenagem sejam reservadas como áreas verdes e que uma larga faixa no limite com as várzeas do rio Pardo seja reservada como área de proteção do rio.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: terrenos com topografia suavizada e baixa densidade de drenagem, portanto, não há necessidade de se executar cortes profundos para minimizar declives e nem de fazer muitos aterros e muitas obras de transposição de drenagens e de contenção de encostas na implantação de loteamentos e arruamentos; os solos são bastante profundos, de boa estabilidade quando expostos em taludes de corte e podem ser facilmente escavados, apenas com ferramentas, até profundidades superiores a 10m, características que favorecem bastante a implantação de infraestrutura subterrânea.

negativas: a maior parte das drenagens encontra-se em processo de assoreamento. Em função disso, no caso de urbanizá-los, é muito importante que as margens dos fundos de vales e

uma larga faixa ao longo dos cursos d'água sejam preservadas como áreas verdes e que se tenha uma preocupação especial com o disciplinamento das águas pluviais.

agricultura

positivas: em quase toda extensão desses subdomínios a topografia permite o emprego da maioria das máquinas agrícolas; baixa erosão fluvial; os solos são totalmente desprovidos de pedregosidade, bastante espessos e com pedogênese avançada, em conseqüência, apresentam horizontes pouco diferenciadas e com excelentes características físicas para o desenvolvimento de todos os tipos de plantas ao longo de todo o perfil, são bastante permeáveis, bem drenados e airados. Destaca-se que na maior parte desses terrenos ocorrem solos do tipo latossolo roxo e/ou terra roxa estruturada.

negativas: pelo fato de serem solos muito evoluídos e intensamente explorados pela agricultura, antes pela monocultura do café e agora da cana-de-açúcar, devem ser bastante empobrecidos

em nutrientes naturais e certamente enriquecidos em alumínio tóxico. Por isso, necessitam da aplicação de muito adubo. Além disso, existe pouca disponibilidade hídrica superficial, logo não são muito adequados para o plantio de espécies que exijam muita irrigação.

fontes poluidoras

positivas: solos com espessuras, textura e permeabilidade altamente favoráveis para reter e eliminar poluentes e facilmente escaváveis até profundidades superiores a 10m; lençol freático, nas partes mais altas, está situado a mais de 10m de profundidade; a densidade de drenagem é baixa e existem poucas nascentes e cursos d'água.

negativas: salienta-se apenas o fato de que grande parte do sistema de drenagem apresenta águas lentas e pouco oxigenadas, de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes.

Analisando as particularidades positivas e negativas conclui-se que são terrenos sem maiores problemas para locar qualquer tipo de fonte poluidora.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.2.4 - Problemas Decorrentes do Uso e Ocupação

Em função das excelentes características agrícolas dos solos dos domínios 2 e 3, neles pratica-se intensa atividade agrícola desde há muito tempo. De maneira geral, são áreas que se encontram muito degradadas, especialmente os subdomínios mais a sul da área (subdomínios 3a₁, 3a₂ e 3b₁), onde, além dos solos, o relevo também é bastante favorável. São áreas onde antes cultivava-se café e agora cultiva-se quase que com exclusividade a cana-de-açúcar. Dentre os principais problemas ambientais decorrentes dessa monocultura e do manuseio inadequado do meio físico desses terrenos, destacam-se:

- ✓ quase toda a mata ciliar de todo o sistema de drenagem foi retirada e substituída por cana-de-açúcar, cujo plantio, na maior parte, se faz até os cursos d'água;
- ✓ para não executar curvas de nível, muitos dos fundos de vales foram e estão sendo soterrados com solos retirados das partes mais altas; isso está causando secamento das águas superficiais e mudando a dinâmica do escoamento superficial, o que, conseqüentemente, está contribuindo para o desencadeamento de processos erosivos, para o assoreamento dos rios e córregos e contaminação das águas superficiais;
- ✓ o uso indiscriminado e contínuo de maquinaria pesada na mecanização está compactando e impermeabilizando excessivamente os solos; isso está causando a diminuição da infiltração das águas das chuvas no subsolo, aumentando o escoamento superficial e causando intensa erosão de um solo que naturalmente é pouco erosivo (fotos 16 e 17);
- ✓ as queimadas feitas na época da colheita da cana-de-açúcar estão prejudicando em muito a qualidade do ar e causando intensa sujeira; a fertirrigação com vinhoto certamente está comprometendo a qualidade das águas superficiais e subterrâneas;
- ✓ o pouco que resta da mata natural nas áreas de relevo montanhoso e escarpado e que se constitui em refúgio para a fauna vem sendo gradualmente desmatado para o plantio de pastagens, além de sofrer incêndios muito freqüente; deveria ser estipulada uma faixa de proteção ao longo dessas áreas e implantado um programa de educação ambiental, para convencer os sítiantes sobre a importância de se preservar o pouco que resta da mata natural, e promover a recomposição das matas ciliares e as dos setores próximos às áreas escarpadas;
- ✓ na estrada que liga Mococa a Cássia dos Coqueiros, constataram-se, em vários locais, pequenos depósitos de lixo localizados no sopé da escarpa da serra da Borda da Mata, inclusive em cabeceiras de drenagem com nascentes d'água. Também existem vários deslizamentos e rolamentos de blocos naturais e induzidos pela confecção de taludes de corte muito altos, verticalizados e desprovidos de obras de contenção de encostas. Saliencia-se que o material movimentado vem sendo retirado e utilizado pelas prefeituras como saibro; esse procedimento está contribuindo para que o processo de movimentação de massa seja quase que contínuo, fato que está causando a destruição da vegetação e acelerando em muito a dissecação natural da escarpa.



Foto 16

A foto 16 mostra paisagem dos terrenos diferenciados como subdomínio 3b₁, onde ocorrem solos do tipo terra roxa em relevo suave ondulado. Em função dessas características, pratica-se intensa atividade agrícola nessas áreas, principalmente a monocultura da cana-de-açúcar. Salienta-se que o manuseio inadequado desses solos, através do uso excessivo de equipamentos pesados, vem causando intensa compactação da camada subsuperficial que, em função disso, se torna extremamente endurecida e impermeável. Por isso, quando chove forte infiltra-se pouca água no subsolo, formam-se enxurradas altamente erosivas e essa camada endurecida funciona como uma superfície de deslize



Foto 17

do material superficial inconsolidado, como pode ser observado na foto 17 que, no caso, é de uma região próxima à margem direita do rio Cubatão. Esse é um dos problemas que merece atenção especial e que precisa ser resolvido e/ou pelo menos minimizado, pois essa prática inadequada está fazendo com que um solo argiloso, como no caso da terra roxa, que naturalmente é pouco erosiva, esteja sendo mais erodida do que os solos arenosos. Além disso, essa prática está reduzindo a recarga dos aquíferos, contribuindo para o aumento do escoamento superficial e, conseqüentemente, para o assoreamento e contaminação dos rios por adubos e defensivos.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.3 - Domínios 4 e 5

Como domínios 4 e 5 foram distinguidos os terrenos correlacionados, respectivamente, às formações Botucatu e Pirambóia, cujas áreas de definições aparecem em destaque nas figuras 16 e 17. São terrenos onde predominam ampla-

mente sedimentos e solos arenosos que, embora sejam de origens diferentes, apresentam características composicionais e granulométricas bastante semelhantes, o que faz com que, praticamente, apresentem os mesmos comportamentos em termos de respostas ao uso e ocupação.

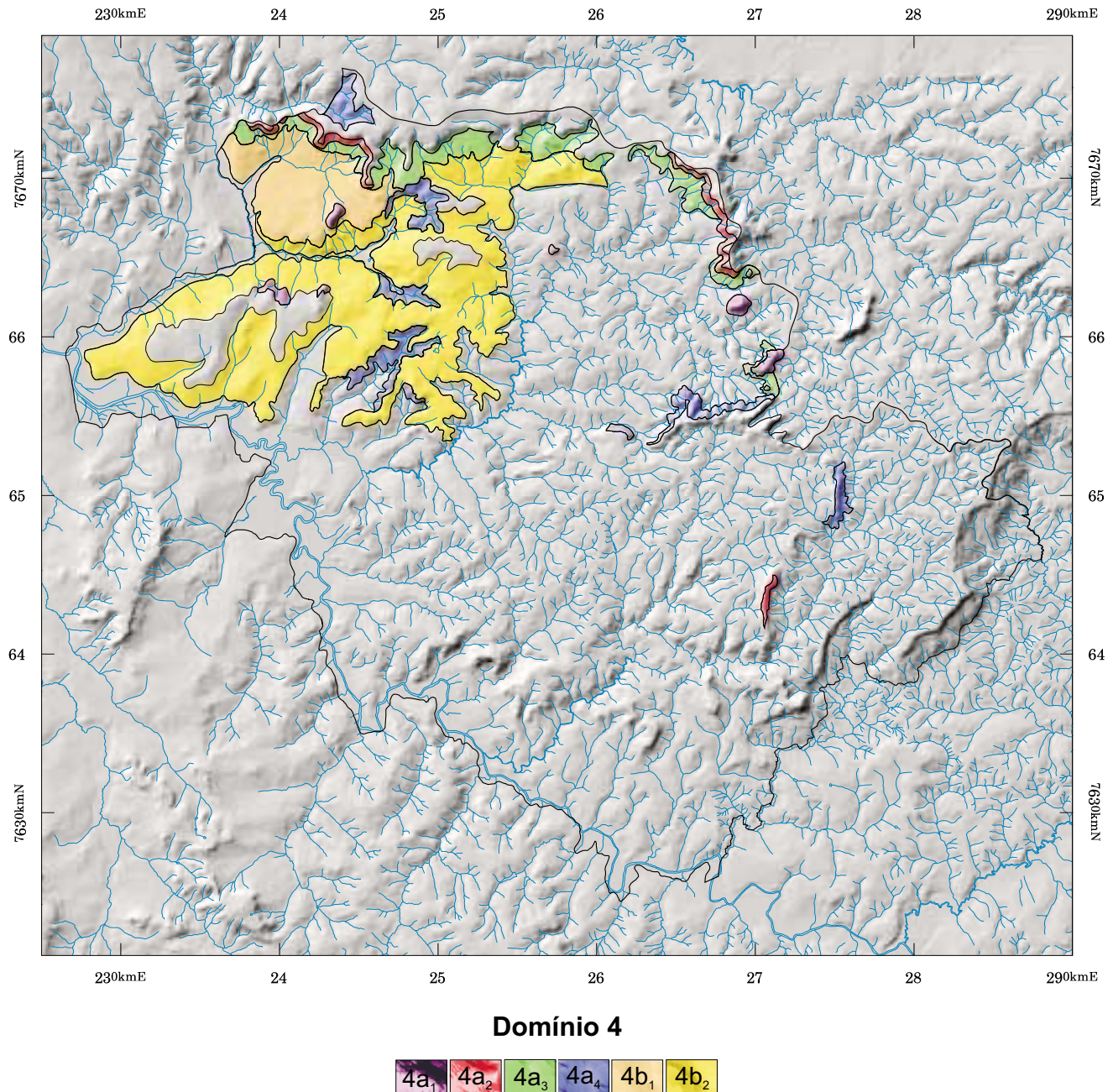
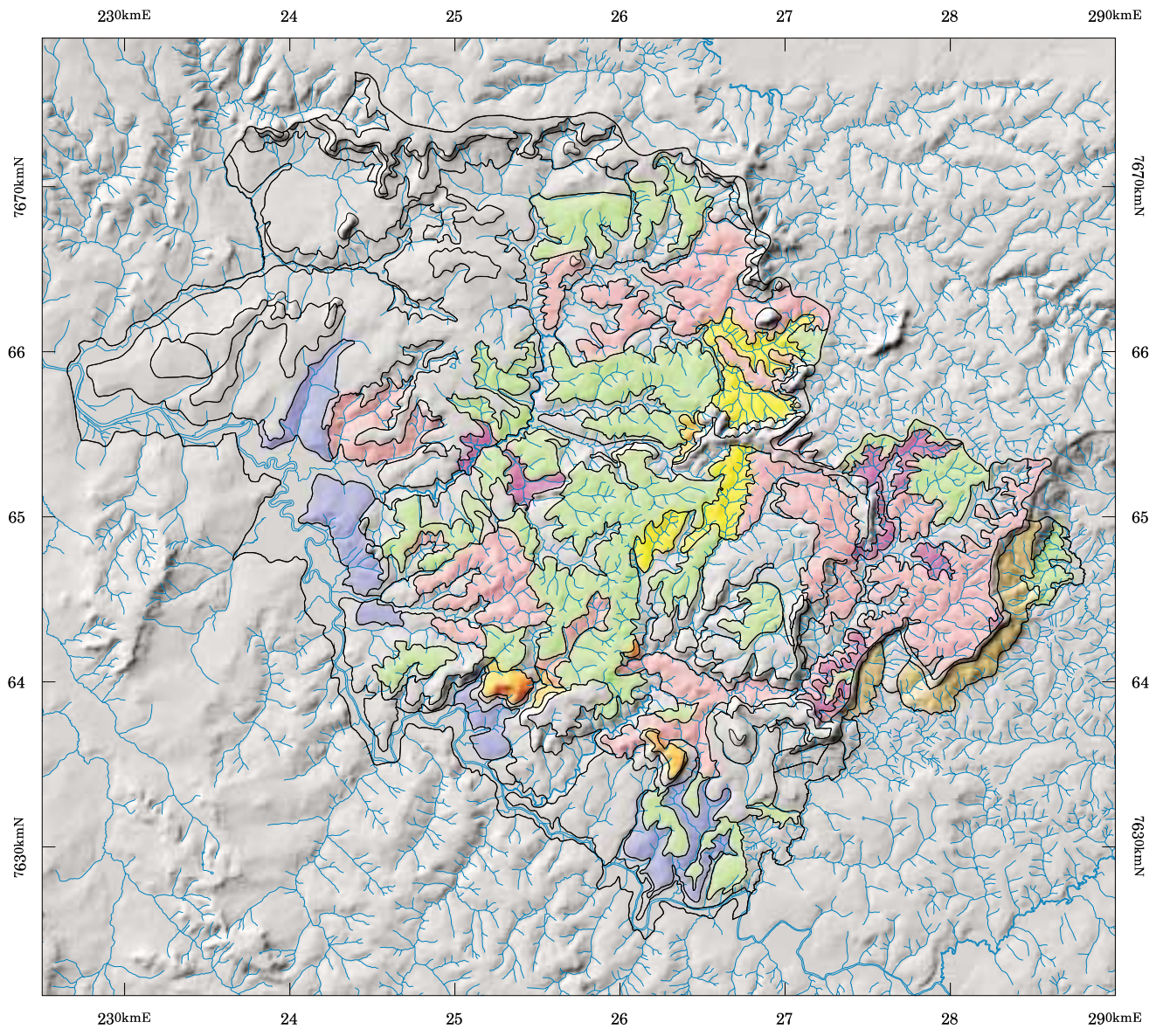


Figura 16 - Área de definição do domínio 4.



Domínio 5

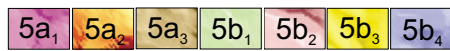


Figura 17 - Área de definição do domínio 5.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.3.1 - Subdivisões e Particularidades Distintivas

Levando-se em conta as variações de comportamento do substrato rochoso e dos sistemas de relevo e de drenagem e em função de outras particularidades importantes de serem consideradas no processo de uso e ocupação e na gestão ambiental, os domínios 4 e 5 foram subdivididos da seguinte forma:

		Subdomínios		
Domínio 4	Os terrenos diferenciados com a letra "a" correspondem às áreas onde os arenitos da Formação Botucatu geralmente encontram-se mais preservados do intemperismo, por isso são áreas onde há maior possibilidade de serem encontradas rochas frescas aflorantes e/ou situadas a baixas profundidades. Em função de pequenas variações observadas no grau de intemperismo e considerando as variações topográficas, foram subdivididos nos seguintes subdomínios:	4a ₁	Setores onde os arenitos estão bem preservados do intemperismo e afloram sustentando morros residuais isolados de bordas escarpadas.	
		4a ₂	Setores onde os arenitos estão sobrepostos pelas rochas magmáticas extrusivas, encontram-se bem preservados do intemperismo, bastante fraturados e sustentam relevo escarpado.	
		4a ₃	Setores onde os arenitos afloram de forma muito irregular, isolada e em variados graus de intemperismo ao longo do sopé de um relevo escarpado.	
		4a ₄	Setores onde os arenitos encontram-se na maior parte bastante intemperizados e afloram como rochas frescas somente em pequenos e descontínuos segmentos semi-escarpados.	
	Os terrenos diferenciados com a letra "b" correspondem às áreas onde os arenitos da Formação Botucatu encontram-se bastante intemperizados, portanto, quase não existem rochas frescas aflorantes e/ou situadas a baixas profundidades. Em função de variações topográficas, foram subdivididos nos seguintes subdomínios:	4b ₁	Setores com relevo plano a suave ondulado e com grau de intemperismo muito acentuado, com pedogênese bastante avançada e homogênea.	
		4b ₂	Setores com relevo suave ondulado a ondulado e com grau de intemperismo não tão acentuado, com pedogênese mais heterogênea e menos avançada.	
Domínio 5	Com a letra "a" foram distinguidos os terrenos onde os arenitos da Formação Pirambóia encontram-se mais preservados do intemperismo. Por isso são áreas onde há maior possibilidade de serem encontradas rochas frescas aflorantes e/ou parcialmente alteradas na superfície e/ou situadas a baixas profundidades. Levando-se em consideração as variações topográficas e pequenas variações observadas no grau de intemperismo, foram subdivididos nos seguintes subdomínios:	5a ₁	Setores com relevo ondulado e com grau de intemperismo na maior parte bastante avançado, por isso são raros os afloramentos de rochas frescas.	
		5a ₂	Setores com relevo de morros residuais isolados e com exposições de arenitos bem preservados do intemperismo em quase toda sua extensão.	
		5a ₃	Setores onde os arenitos afloram em variados graus de intemperismo ao longo de uma área limítrofe ao sopé de uma zona escarpada.	
	Corresponde aos terrenos onde os arenitos da Formação Pirambóia, em geral, encontram-se bastante alterados, por isso quase não existem afloramentos de rochas frescas na superfície e/ou situadas a baixas profundidades. Em função de pequenas variações observadas no grau de intemperismo e considerando variações topográficas, pedológicas e outras particularidades, esses terrenos foram subdivididos nos seguintes subdomínios:	5b ₁	Setores onde os arenitos encontram-se totalmente intemperizados até profundidades superiores a 10m e o relevo é suave ondulado a ondulado.	
		5b ₂	Com relevo ondulado a, localmente, forte ondulado.	Setores onde o grau de intemperismo varia muito de local para local, de acentuado a parcial.
		5b ₃	Com relevo ondulado a forte ondulado e com muitas voçorocas.	
5b ₄		Setores com manto de intemperismo um pouco mais argiloso, bastante espesso, com pedogênese avançada e homogênea e com relevo suave ondulado a ondulado.		

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.3.2 - Características Importantes de Serem Consideradas no Uso e Ocupação e na Gestão Ambiental

3.1.3.2.1 - Relacionadas ao substrato rochoso

O substrato rochoso tanto do domínio 4 como do domínio 5 é constituído quase que exclusivamente de arenitos de composição quase que essencialmente quartzosa e com granulometria fina a média bem selecionada (grãos de tamanho mais ou menos uniforme) e com alto grau de arredondamento, especialmente a dos arenitos do domínio 4. Na área estudada, esses arenitos, de uma ou outra forma sofreram os efeitos do esquentamento gerado pelo magma que deu origem às rochas básicas dos domínios 2 e 3 (figura 18). Em função dessas características:

do ponto de vista geotécnico: são sedimentos que quando se alteram se transformam em material excessivamente arenoso e friável e por isso muito erosivo e instável quando exposto em taludes de corte; apresentam baixa resistência ao cisalhamento, portanto se rompem com facilidade quando submetidos a esforços; naturalmente são muito fraturados, conseqüentemente apresentam alta densidade de planos de fraqueza estrutural, desestabilizando-se com certa facilidade quando escavados e expostos em taludes de corte (soltam blocos condicionados pelas fraturas); sofreram endurecimento relacionado ao esquentamento causado pelo magma que deu origem às rochas básicas, o que fez com que os grãos de quartzo se recristalizassem e se soldassem uns aos outros como se tivessem sido fundidos. Em conseqüência, nos locais onde estão em contato com as rochas magmáticas ou nas proximidades delas, encontram-se bastante endurecidos e há maior possibilidade de serem encontradas rochas duras aflorantes e/ou situadas próximas da superfície, nesses locais podem ocorrer de maneira imprevisível rochas magmáticas intrudidas e/ou intercaladas nos arenitos. Já onde os arenitos estão mais distantes das rochas magmáticas, geralmente se encontram mais intemperizados e transformados em material de baixa resistência ao corte até alta profundidades.

Em função dessas características, como pode ser verificado mais adiante, o comportamento geotécnico do substrato rochoso e, conseqüentemente, as facilidades e as dificuldades para se executar escavações e perfurações e para implantação de infra-estrutura viária e subterrânea variam muito de subdomínio para subdomínio.

do ponto de vista hidrogeológico: são sedimentos extremamente permeáveis, pois apresentam alta permeabilidade primária, relacionada à textura e à composição e alta permeabilidade secundária, relacionada ao fraturamento; muito porosos, conseqüentemente apresentam alta capacidade armazenadora e alta transmissividade, ou seja, armazenam muita água e a disponibilizam com abundância para circulação (foto 18). Por isso se constituem em excelentes aquíferos subterrâneos. Por outro lado, em função dessas características, são aquíferos extremamente vulneráveis à contaminação, pois os poluentes por eles circulam muito rapidamente e podem alcançar as águas subterrâneas sem terem tempo suficiente para serem depurados; pelo fato de terem sido intrudidos e/ou recobertos por rochas magmáticas, podem estar confinados ou semiconfinados entre as rochas magmáticas a profundidades não muito altas. Esse fato, aliado às suas excelentes características hidrodinâmicas, torna essas áreas de altíssimo potencial para exploração de água subterrânea através de poços pouco profundos, inclusive com alto potencial para ocorrência do fenômeno do artesianismo, ou seja, a água pode jorrar sem necessidade de bombeamento.



Foto 18 - Em função das excelentes características hidrodinâmicas do substrato rochoso, os terrenos dos domínios 4 e 5, além do potencial subterrâneo, caracterizam-se por apresentar muitas nascentes d'água que mantêm boa vazão o ano todo, por isso, são áreas importantíssimas para manter a regularidade do regime hídrico superficial da região.

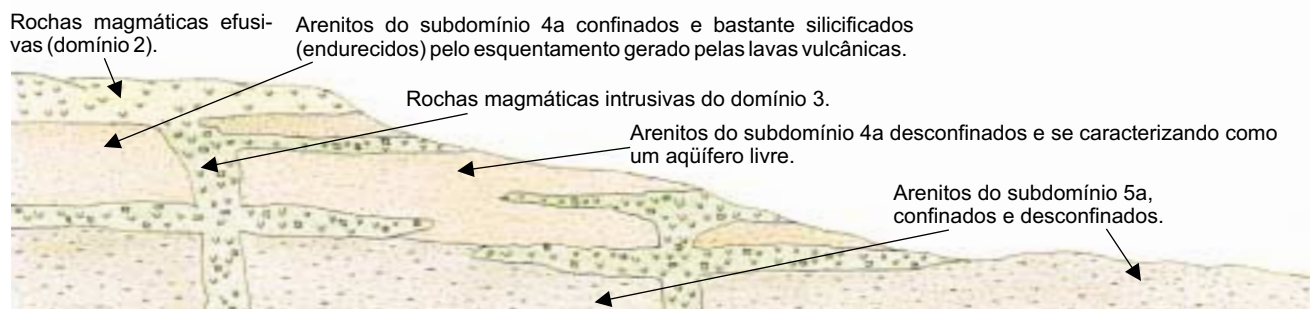


Figura 18 - Perfil esquemático mostrando como são as relações de contato entre os arenitos dos domínios 4 e 5 e as rochas magmáticas dos domínios 2 e 3.

Particularidades importantes do substrato rochoso por subdomínio e comportamentos correlacionados

<p>Os subdomínios diferenciados com a letra “a” são terrenos onde existe maior possibilidade de serem encontrados arenitos das formações Botucatu e Pirambóia, em variados graus de intemperismo, aflorantes e subaflorantes. Isso significa que a profundidade do substrato rochoso é irregular e, geralmente, rasa. Por isso, em termos regionais, são terrenos mais problemáticos para se executar escavações e perfurações. Salienta-se, porém, que, em função de pequenas variações no grau do intemperismo e da profundidade do substrato rochoso, como pode ser observado na coluna ao lado, as dificuldades para se executar escavações e perfurações se acentuam ou diminuem de subdomínio para subdomínio.</p>	<p>4a₁ e 5a₂</p>	<p>Em toda a extensão desse subdomínio afloram arenitos bastante endurecidos e densamente fraturados, sustentando as escarpas e os topos de pequenos e isolados morros residuais.</p>	<p>Isso significa que, por toda a extensão desses terrenos, os arenitos são altamente resistentes ao corte e à penetração, apresentam alta permeabilidade secundária e altíssimo potencial para soltarem blocos condicionados por fraturas.</p>
	<p>4a₂</p>	<p>Nesse subdomínio, os arenitos encontram-se também bastante endurecidos e fraturados e afloram numa porção escarpada, cujo topo é sustentado por rochas magmáticas extrusivas (basaltos).</p>	
	<p>4a₃, 4a₄ e 5a₁</p>	<p>Nesses subdomínios, os arenitos apresentam grau de intemperismo muito variado de local para local. Predominam termos bastante alterados e moles mas, em alguns setores, de maneira muito isolada e irregularmente distribuídas, existem pequenas exposições de rochas bastante endurecidas. Essas características indicam que a profundidade e a dureza do substrato rochoso são muito irregulares, porém, na maior parte dessas áreas o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades relativamente altas, portanto, as dificuldades para se executar escavações e perfurações são bastante localizadas. Pelo fato do manto de intemperismo apresentar grau de alteração muito variado, é extremamente erosivo e altamente instável quando exposto em obras terraplenadas e em taludes de corte.</p>	
	<p>5a₃</p>	<p>Setores onde os arenitos afloram de maneira muito irregular e, quase sempre, misturados com material coluvionar formado de blocos de diabásio rolados das porções escarpadas vizinhas. Isso significa que o comportamento geotécnico do substrato rochoso é muito irregular e que existem muitos locais bastante problemáticos para executar escavações e perfurações.</p>	
<p>Nos terrenos diferenciados com a letra “b”, em geral, os arenitos encontram-se bastante intemperizados e recobertos por espesso manto de solos arenosos. Por isso não existem rochas frescas aflorantes e/ou situadas próximas da superfície. Isso significa que o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades. Conseqüentemente, são terrenos de baixa resistência ao corte e à penetração, característica que os tornam bastante adequados para se executar escavações e perfurações. Por outro lado, são áreas muito suscetíveis à erosão induzida, principalmente para execução de taludes de corte e obras terraplenadas, pois os arenitos parcialmente intemperizados são extremamente erosivos quando expostos na superfície. Por isso, é muito importante que nesses terrenos sejam evitados o decapeamento das camadas superficiais dos solos, a execução de cortes muito profundos e a exposição do manto de intemperismo subsuperficial em obras terraplenadas e em taludes de corte desprovidos de dispositivos contra erosão. Salienta-se que, embora essas facilidades e inadequabilidades sejam extensivas a toda a área de definição dos subdomínios 4b e 5b, como pode ser observado ao lado, existem pequenas variações no grau de intemperismo, que podem acentuá-las ou diminuí-las.</p>	<p>4b₁, 5b₁ e 5b₄</p>	<p>Setores onde não se encontra nenhum vestígio de rochas frescas e nem parcialmente alteradas, mesmo em cortes de estradas profundos. Isso indica que nesses terrenos o substrato rochoso endurecido deve estar situado em profundidades bastante altas, certamente a mais de 10m. Conseqüentemente, são terrenos de baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades.</p>	
	<p>4b₂, 5b₂ e 5b₃</p>	<p>Setores onde em alguns taludes de estradas se encontram isoladas exposições de arenitos ainda não totalmente alterados. Isso significa que nesses subdomínios os arenitos frescos das formações Botucatu e Pirambóia devem estar situados um pouco mais próximos da superfície. Por isso, em alguns locais, a partir da profundidade de mais ou menos 10m, pode-se encontrar certa dificuldade para executar escavações e perfurações. Salienta-se também que, pelo fato do manto de intemperismo apresentar grau de alteração mais diferenciado, é extremamente erosivo quando exposto em obras terraplenadas e se desestabiliza com muita facilidade se for exposto em taludes de corte.</p>	

3.1.3.2.2 - Relacionadas ao relevo

Pelo fato das rochas arenosas, junto com as rochas magmáticas, formarem uma morfolitostrutura onde os corpos rochosos encontram-se horizontalizados (figura 14), tanto em termos regionais como locais, os relevos dos domínios 4 e 5 se caracterizam por apresentar uma topografia em patamares em variados graus de dissecação. Isso resulta numa paisagem composta de elevações dissimétricas (figura 15) e tabulares (foto 19). São elevações de topos geralmente suavizados e amplos e que se diferenciam porque, no primeiro caso, apenas um dos seus limites apresenta vertentes geralmente curtas e com declives muito fortes, por vezes escarpados (foto 20); no segundo caso, todas as vertentes são curtas e com declives que, dependendo do grau de dissecação, variam de suaves a acentuados. Destaca-se, porém, que, devido ao endurecimento que os arenitos sofreram por consequência do esquentamento gerado pelas lavas que deram origem às rochas magmáticas e em função das variações do grau de intemperismo a que foram submetidos, essa paisagem regional apresenta variados graus de dissecação. Em função disso, as características topográficas variam muito de subdomínio para subdomínio, o que, conseqüentemente, como pode ser visto no item sobre particularidades do relevo por subdomínio, resulta em respostas também bastante diferenciadas em termos de adequabilidades e de limitações ao uso e ocupação.

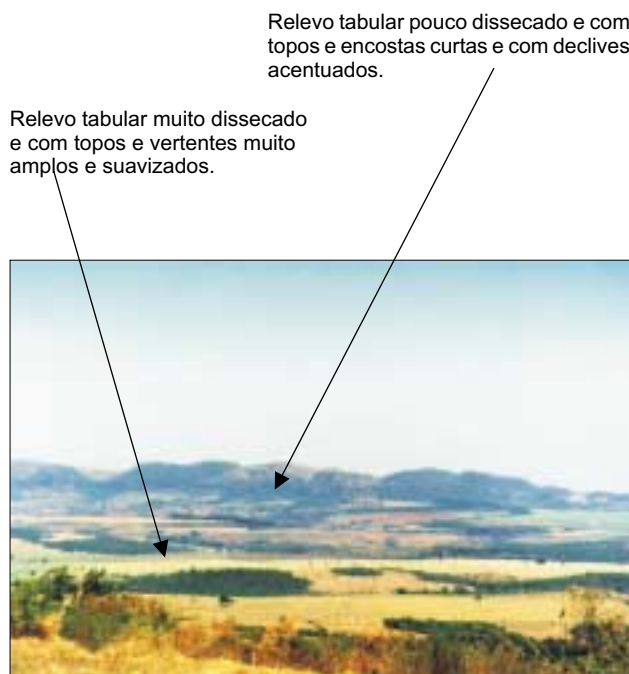


Foto 19 - Relevo em patamares, com elevações tabulares em variados graus de dissecação.



Foto 20 - Exemplo de relevo pouco dissecado e que se constitui em frentes erosivas que se encontram em franco processo de dissecação. Essa configuração morfolitológica, além de ser muito bonita, tem grande importância ambiental, pois, em função do alto desnível altimétrico entre o topo e a base da escarpa, o lençol freático aflora no sopé das escarpas, por isso aí existem muitas nascentes d'água que mantêm boa vazão o ano todo. São áreas que despertam grande interesse para o turismo ecológico e importantíssimas para manter a regularidade do regime hídrico superficial. Portanto, é muito importante que sejam preservadas de toda forma de uso e ocupação e que o pouco que resta da vegetação natural não seja retirado.

Particularidades importantes do relevo por subdomínio e comportamentos correlacionados

Subdomínio 4a₁: o relevo desse subdomínio se caracteriza por ser formado de morros residuais isolados de topo mais ou menos suavizado delimitado por encostas muito íngremes e/ou escarpadas de alto desnível altimétrico.

Subdomínio 4a₂: relevo de frentes de "cuestas" de alto desnível altimétrico com encostas escarpadas verticalizadas e/ou com declives muito acentuados.

Essas características indicam que os subdomínios 4a₁ e 4a₂ são terrenos de relevo juvenil e que se encontram em franco e acelerado processo de dissecação. Por isso, apresentam alto potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas (escorregamentos e quedas de blocos). Apresentam beleza cênica e configuração morfológica favorável à descarga de aquíferos, por isso nos sopés das escarpas existem muitas nascentes d'água. São áreas que apresentam alto potencial para o turismo ecológico e importantes para manter a regularidade do regime hídrico superficial de grande número de córregos que nasce nos sopés das escarpas.

Subdomínio 4a₃: relevo do tipo ondulado a forte ondulado e com declividades que variam, de local para local, de 20 até 45%; trata-se de uma área que se delimita com a frente erosiva escar-

pada do subdomínio 4a₂, que se encontra em franco e acelerado processo de dissecação. Apresenta moderada densidade de drenagem, sendo que, na maior parte delas, os vales são relativamente profundos, praticamente desprovidos de planície aluvial e com águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos. São áreas de deflúvio rápido, por isso a maior parte das águas das chuvas escorre rapidamente para os canais de drenagens, conseqüentemente, ocorrem grandes e bruscas variações de vazão e formam-se enxurradas muito erosivas, contendo alta carga de sedimentos que são erodidos das escarpas (alta erosão fluvial).

Subdomínio 4a₄: o relevo é do tipo dissimétrico bastante dissecado, por isso quase não existe diferença entre o topo (reverso) e o fronte (“cuestas”), que se caracteriza por apresentar apenas pequenos e descontínuos segmentos semi-escarpados e de baixo desnível altimétrico. No topo predominam declives entre 8 e 20%, a densidade de drenagem é baixa e os vales são rasos, abertos e relativamente amplos, a maior parte deles seco e/ou com vazão muito baixa e com águas lentas e de baixa capacidade de transporte de sedimentos.

Subdomínios 4b₁ e 4b₂: o relevo é do tipo plano a suave ondulado, composto de elevações baixas, com desníveis altimétricos entre 60 e 80m, de topos amplos e aplainados e com encostas bastante longas e declividades que variam entre 3 e 8%. A densidade de drenagem é muito baixa, os vales são rasos, abertos e amplos; os córregos apresentam vazão baixa e águas muito lentas e de baixa capacidade de transporte de sedimentos.

As características topográficas indicam que nos subdomínios 4a₄, 4b₁ e 4b₂ o relevo já se encontra bastante estabilizado, conseqüentemente, o potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas é baixo. São áreas de baixo deflúvio, ou seja, de baixo escoamento superficial, por isso a maior parte das águas das chuvas se infiltra muito rapidamente no subsolo, portanto, são terrenos de alta recarga de aquíferos e de baixa erosão fluvial. O sistema de drenagem encontra-se em franco e acelerado processo de assoreamento, com forte tendência a diminuir ainda mais de vazão e/ou mesmo a secar em curto prazo de tempo. Os córregos apresentam águas pouco oxigenadas, conseqüentemente de baixa capacidade dispersora e depuradora, portanto, se um poluente for neles lançado demorará muito para se depurar e dispersar.

Subdomínio 5a₁: relevo ondulado a localmente forte ondulado, composto de elevações de to-

pos um tanto suavizados e relativamente curtos e com encostas curtas com declividades predominantes que variam de 8 e 20% e, localmente, entre 20 e 45%. Moderada a alta densidade de drenagem, a maior parte com vales relativamente profundos, semi-abertos, relativamente estreitos, com segmentos encachoeirados e apresentando águas correntes com boa capacidade de transporte de sedimentos, na maior parte correndo sobre o substrato rochoso. Essas características indicam que o relevo se encontra em processo de dissecação relativamente acentuado, mas o potencial para ocorrências de grandes movimentos de massas é baixo. São áreas onde grande parte das águas das chuvas escorre rapidamente para os canais de drenagem, por isso são terrenos de moderada a alta erosão fluvial e de pouca recarga de aquíferos e com sistema de drenagem com águas bem oxigenadas e de boa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes.

Subdomínio 5a₂: relevo formado de morros residuais isolados de topos curtos um tanto suavizados e com encostas escarpadas e/ou semi-escarpadas de desnível altimétrico relativamente acentuado. Trata-se de uma topografia muito bonita, favorável à descarga de aquíferos, por isso existem muitas nascentes d'água no sopés das escarpas. Está em franco e acelerado processo de dissecação, conseqüentemente apresenta alto potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas (escorregamentos). O sistema de drenagem que nasce no sopé das escarpas apresenta alta capacidade de transporte de sedimentos, é sujeito a sofrer rápidas e grandes variações de vazão e a formar enxurradas extremamente erosivas, contendo alta carga de sedimentos que são erodidos das escarpas.

Subdomínio 5a₃: o relevo é forte ondulado e está sob influência de uma zona escarpada correspondente às serras da Borda da Mata e do Cubatão (foto 21), que são frentes erosivas que se encontram em franco e acelerado processo de dissecação. Apresenta declividades quase sempre superiores a 45%; é drenado por denso sistema de drenagem, que nasce nos sopés das escarpas, e que apresenta vales estreitos, um tanto profundos e águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos. Em função dessas características, esses terrenos sofrem as conseqüências negativas da frente erosiva, por isso o sistema de drenagem está sujeito a sofrer variações muito grandes e bruscas de vazão e a formar enxurradas altamente erosivas, contendo alta carga de sedimentos e até blocos e matacões,

que são erodidos nas porções escarpadas. O deflúvio é muito rápido, por isso a maior parte das águas das chuvas escorre muito rapidamente para os canais de drenagem, portanto são terrenos de baixa recarga de aquífero, de alto escoamento superficial e de alta erosão fluvial.

Subdomínio 5b₁: relevo bastante dissecado, do tipo suave ondulado (foto 22) a, localmente, ondulado, composto de morros com baixos desniveis altimétricos (entre 60 e 80m), de topos amplos e bastante suavizados e com encostas longas com declividades predominantes que variam de 3 e 8% e, localmente, até 20%; baixa densidade de drenagens, com vales pouco profundos, abertos e relativamente largos; a maior parte das drenagens é seca e/ou com vazão muito baixa, águas lentas, pouco oxigenadas e de baixa capacidade dispersora, depuradora e de transporte de sedimentos. Essas características indicam que se trata de um relevo bastante estabilizado, com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; com baixo deflúvio, por isso a maior parte das águas das chuvas se infiltra rapidamente no subsolo, logo, são terrenos de alta recarga de aquíferos, de baixa erosão fluvial e de pouca disponibilidade hídrica superficial; o sistema de drenagem encontra-se em processo de intenso assoreamento, apresenta forte tendência ao secamento em curto espaço de tempo e se um poluente for nele lançado demorará muito para se depurar.

Subdomínio 5b₂: relevo ondulado a localmente forte ondulado; composto de morros com desní-

veis entre 60 e 80m, de topos amplos e suavizados e com encostas relativamente curtas com declividades predominantes que variam entre 8 e



Foto 21 - Paisagem do extremo sudeste da área, correspondente a um segmento da escarpa da serra da Borda da Mata ou Quebra-Cuia. O topo da escarpa é sustentado por rochas magmáticas intrusivas do subdomínio 3a₄ (diabásio). A parte mais suavizada é sustentada por arenitos da Formação Pirambóia (subdomínio 5a₃) e/ou por arenitos silítico-argilosos da Formação Aquidauana (domínio 7) e também por depósitos de tálus, formados principalmente de blocos de diabásios oriundos do topo da escarpa. Essa configuração morfológica se caracteriza como uma frente erosiva que está em franco e acelerado processo de dissecação, por isso são terrenos com alto potencial para ocorrências de grandes e rápidos movimentos naturais de massas (escorregamentos). Além disso, são áreas de grande beleza cênica, onde existem muitas nascentes d'água e muitas manchas de mata natural, que se constitui em importante refúgio para vários tipos de pássaros e animais. Por tudo isso, esses terrenos devem ser preservados de toda forma de uso e ocupação e ser transformados em parques.



Foto 22 - Paisagem de relevo bastante dissecado e suavizado, como é o caso dos terrenos diferenciados como subdomínio 5b, e de uma parte do 5b₂. São áreas de relevo bastante estabilizado e com características topográficas muito adequadas para todas as formas de uso e ocupação.

20% e, em alguns locais, entre 20 e 45%. A densidade de drenagem é moderada; a maior parte apresenta vales relativamente profundos e estreitos, desprovidos de planície aluvial, com vazão baixa mas com águas correntes com boa capacidade de transporte de sedimentos. Isso significa que são terrenos com baixo potencial para grandes movimentos naturais de massas; com deflúvio relativamente rápido; de alta erosão fluvial, portanto, quando chove, grande parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagens, conseqüentemente, embora sejam áreas arenosas, não se infiltra muita água no subsolo.

Subdomínio 5b₃: relevo ondulado a forte ondulado composto de morros de topos e encostas relativamente curtos, com declividades que variam de local para local entre 20 e 45% e com desnível altimétrico de até 100m. A densidade de drenagem é moderada a alta, os vales são relativamente profundos, estreitos, mais ou menos retilíneos, quase sempre desprovidos de planície aluvial; as águas são correntes e de alta capacidade de transporte de sedimentos. Essas características indicam que: esses terrenos se encontram em processo de dissecação relativamente intenso; alguns setores apresentam potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; são áreas de deflúvio rápido, por isso, quando chove, grande parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagens, conseqüentemente, infiltra-se pouca água no subsolo, a erosão fluvial é alta, o sistema de drenagem sofre grandes e bruscas variações de vazão, formando-se enxurradas altamente erosivas.

Subdomínio 5b₄: relevo suave ondulado, composto de morros com desnível altimétrico entre 60 e 80m, de topos amplos e bastante suavizados e com encostas longas com declividades predominantes entre 3 e 8% e, muito localmente, até 20%. A densidade de drenagens é baixa e a maior parte é seca e/ou apresenta vazão muito baixa e com forte tendência ao secamento em curto tempo. Os vales são pouco profundos, abertos e largos; nos poucos córregos que contêm águas, estas são pouco correntes e de baixa capacidade de transporte de sedimentos. Essas características indicam que: são terrenos bastante estabilizados, portanto com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas; a topografia favorece tanto a erosão concentrada como a laminar, por isso, quando chove forte, erode muito o solo; são terrenos de baixo deflúvio, ou seja, de baixo a moderado escoamento superficial, por isso uma boa parte das águas da chuva se infiltra no subsolo, conseqüentemente, são áreas de baixa erosão fluvial e de boa recarga de aquíferos; a disponibilidade hídrica superficial é baixa; o sistema de drenagem encontra-se em processo de assoreamento, ou seja, está depositando mais do que erodindo sedimentos e apresenta águas pouco oxigenadas e de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes.

3.1.3.2.3 - Relacionadas aos solos

Pelo fato de serem derivados de arenitos quase que exclusivamente quartzosos, os solos dos domínios 4 e 5, via de regra, em todos os subdomínios, são excessivamente arenoquartzosos. Em função disso, são altamente permeáveis e, friáveis (foto 23). Isso significa que, em termos regionais:

do ponto de vista geotécnico: são naturalmente muito erosivos e muito instáveis (foto 24) quando escavados e expostos em obras terraplenadas, aterros e em taludes de corte. Não se prestam para serem utilizados como material de empréstimo para confecção de aterros desprovidos de obras de revestimento. São de baixa densidade e excessivamente friáveis, características que podem, ao longo do tempo, causar problemas de recalques diferenciais em fundações e outras obras enterradas e os tornam difíceis de serem trafegados por estradas não-pavimentadas (foto 25). Apresentam baixa capacidade retentora e eliminadora de poluentes, baixa plasticidade e boa capacidade de suporte, ou seja, deformam-se pouco quando submetidos a esforços e a cargas e, geralmente, são de baixa resistência ao corte e à penetração.

do ponto de vista hídrico: são extremamente permeáveis e de baixa capacidade de retenção de água. Por isso são importantíssimos para a recarga dos aquíferos, extremamente vulneráveis à contaminação e se constituem em bons aquíferos superficiais.



Foto 23 - Paisagem dos terrenos recobertos por espesso manto de solo composto de areias quartzosas muito friáveis e fofas. Esse tipo de material é bastante comum em toda a área e ocorre principalmente nas porções de topo de relevo tabulares suavizados. Pode-se notar a cor esbranquiçada, mesmo do nível superficial, característica que indica que são muito pobres em matéria orgânica, o que, provavelmente, se deve à altíssima permeabilidade e à textura exclusivamente arenosa desse material, que não permite a retenção e a fixação de elementos, inclusive da matéria orgânica.

do ponto de vista agrícola: são excessivamente lixiviados e empobrecidos em nutrientes naturais; de baixa capacidade de troca catiônica, por isso quase não retêm elementos, conseqüentemente respondem muito mal à adubação, são difíceis de serem corrigidos para o aproveitamento agrícola e apresentam problemas de deficiência hídrica logo que cessam as chuvas. São excessivamente ácidos, portanto, necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico. Em função dessas características, os terrenos dos domínios 4 e 5, como um todo, são inadequados para todo tipo de agricultura de ciclo curto e para o plantio de espécies de raízes curtas, que necessitam de muita água e da aplicação de muito adubo e de defensivos potencialmente poluidores dos lençóis freático e subterrâneo.



Foto 24 - Em função da alta erodibilidade dos solos arenosos, uma característica muito comum desses terrenos é a existência de grande número de voçorocas, geralmente induzidas pelo decapeamento do horizonte superior dos solos, que é menos erosivo do que os horizontes inferiores que, ao contrário, são extremamente erosivos e de alta instabilidade quando expostos na superfície e em taludes de corte.



Foto 25 - Pelo fato de serem constituídos por grãos de areias bem selecionados e de alta esfericidade, os solos, especialmente os associados ao domínio 4, são muito fofos e friáveis, por isso as estradas não-pavimentadas são difíceis de serem trafegadas.

Particularidades importantes dos solos por subdomínio e comportamentos correlacionados

Em consequência das variações topográficas, os solos dos domínios 4 e 5 apresentam evolução pedogenética muito diferenciada, o que implica que as adequabilidades e as limitações pedológicas ao uso e ocupação também variam muito de subdomínio para subdomínio.

Nos subdomínios diferenciados com a letra “a”, como características comuns a todos os subdomínios, destaca-se que os solos apresentam pedogênese que varia muito de região para região e, às vezes, de local para local, de nula a muito acentuada. Embora predominem solos profundos e bem evoluídos, em muitos locais ocorrem solos pouco evoluídos, como cambissolos, litossolos e/ou mesmo afloramentos de arenitos totalmente preservados do intemperismo. Em função disso, as espessuras e as características físicas, bem como os comportamentos geotécnico, hídrico e agrícola dos solos também variam muito de região para região e de local para local. Portanto, além do aspecto negativo relacionado à composição arenosa, a heterogeneidade evolutiva os torna ainda mais difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola e geotecnicamente muito problemáticos para serem escavados e expostos em taludes de corte e em obras terraplenadas, pois as diferenciações na evolução pedogenética aumentam muito a erodibilidade induzida. Como pequenas variações importantes de serem consideradas no uso e ocupação de cada subdomínio, destacam-se:

Subdomínios 4a₁, 4a₂ e 5a₂: por serem terrenos muito acidentados, são quase desprovidos de solos. Na maior parte deles aflora o substrato rochoso e/ou então ocorrem solos com pedogênese incipiente. Em função disso, são terrenos totalmente inadequados para qualquer tipo de aproveitamento agrícola e muito difíceis de serem escavados já a partir da superfície.

Subdomínio 4a₃: devido à topografia relativamente acidentada e pelo fato do relevo apresentar encostas com perfis bastante irregulares e porque se delimitam com uma porção escarpada sustentada por rochas magmáticas básicas, os solos desse subdomínio apresentam pedogênese e características texturais muito variadas de local para local. Junto às escarpas são periodicamente renovados por movimentações recentes de massas que acontecem nas escarpas, apresentam textura areno-argilosa e podem conter blocos e matações isolados dessas rochas. Em função disso, apresentam grande heterogeneidade tanto em termos de espessuras como em

termos de características físicas. Isso significa que são solos com comportamentos agrícola, geotécnico e hídrico muito diferenciados de local para local. Mais distante das escarpas são exclusivamente arenosos, bastante espessos e apresentam pedogênese mais homogênea.

Subdomínio 4a₄: nesse subdomínio, nas porções de topografia mais suavizada predominam solos bastante profundos, do tipo areia quartzosa inconsolidada, extremamente friável, lixiviada, muito permeável e sem nenhuma distinção de horizontes. Nos segmentos de relevo semi-escarpado, os solos são pouco profundos e, em alguns locais, ocorrem litossolos e expõem-se o substrato rochoso.

Subdomínio 5a₁: nos topos das elevações ocorrem solos bastante espessos e bem evoluídos, tipo areia quartzosa, muito friável e sem nenhuma distinção de horizontes. Nas encostas os solos são um pouco menos evoluídos, exibem certa diferenciação de horizontes e apresentam textura um pouco mais consolidada. Ambos os materiais são excessivamente lixiviados, permeáveis e erosivos, de baixa resistência ao corte e à penetração e de baixíssima fertilidade natural.

Subdomínio 5a₃: por ser uma área de relevo forte ondulado, que se delimita com uma zona escarpada onde afloram arenitos e rochas magmáticas, nesse subdomínio ocorrem dois conjuntos de solos com características agrícola, geotécnica e hídrica bastantes contrastantes. Junto às escarpas predominam solos transportados do tipo coluvionar, de textura argilo-arenosa, por vezes misturada com blocos e matações de rochas magmáticas. Mais distantes das escarpas predominam solos residuais arenosos, com pedogênese geralmente incipiente e bastante heterogênea, se caracterizando por uma associação do tipo cambissolos e litossolos.

Nos subdomínios diferenciados com a letra “b”, os solos apresentam como características comuns a evolução pedogenética muito avançada e bastante homogênea e pouca participação de matéria orgânica. No geral, são bastante espessos, caracterizam-se por apresentar perfil praticamente sem nenhuma diferenciação de horizontes, são totalmente desprovidos de pedregosidade, pouco consolidados e bastante friáveis. Essas características indicam que são solos muito lixiviados, extremamente empobrecidos em nutrientes naturais, altamente permeáveis, de baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades e de baixa capacidade de troca catiônica, conseqüentemente de baixa capacidade retentora de elementos. Como pequenas variações que podem melhorar ou piorar as suas características geotécnicas, agrícolas e hídricas, destacam-se:

Subdomínios 4b₁ e 4b₂: solos com pedogênese extremamente avançada e homogênea em toda sua extensão. Predominam solos muito espessos (mais de 5m), do tipo areia quartzosa de granulometria fina a média (foto 25), extremamente permeável, friável, erosiva, de cor esbranquiçada, totalmente desprovida de matéria orgânica e sem nenhuma distinção de horizontes, por isso é um material de péssima qualidade agrícola, porém muito importante para a recarga dos aquíferos.

Subdomínios 5b₁ e 5b₂: nesses terrenos, em quase toda sua extensão, os solos são exclusivamente arenosos, muito espessos, com pedogênese avançada e bastante homogênea e com horizontes muito pouco diferenciados. Diferenciam-se dos subdomínios anteriores apenas porque a granulometria da areia é bem mais fina e não tão friável.

Subdomínio 5b₃: nos topos das elevações ocorrem solos muito parecidos com os dos subdomínios 5b₁ e 5b₂, mas nas vertentes mais íngremes

ocorrem solos um pouco menos evoluídos, textura mais siltosa e com certa participação de argila, por vezes, entremeados com pequenos restos de arenitos semi-intemperizados. Salienta-se que, pelo fato de apresentarem horizontes mais diferenciados, os horizontes inferiores são extremamente erosivos e instáveis quando escavados e expostos na superfície, fato confirmado pela existência de grande número de voçorocas induzidas pela ação antrópica.

Subdomínio 5b₄: os solos desse subdomínio se distinguem por serem um pouco mais argilosos e por apresentarem cor mais avermelhada, características que indicam que podem ser derivados de sedimentos mais argilosos da Formação Pirambóia, ou então, de uma mistura de materiais provenientes das rochas magmáticas e dos arenitos. Em função disso, são um pouco menos erosivos, menos permeáveis e apresentam melhor capacidade de troca catiônica, conseqüentemente, respondem melhor a adubação e retêm água por mais tempo.

3.1.3.3 - Particularidades Positivas e Negativas Frente ao Uso e Ocupação e Recomendações

Neste item são destacadas as principais características do meio físico que devem ser levadas em consideração para que o processo de regulamentação da APA e o disciplinamento do uso do solo nos domínios 4 e 5 se procedam em conformidade com suas características, potencialidades e fragilidades naturais. Com o objetivo de subsidiar tanto o planejamento regional como o setorizado, primeiro são apresentadas as particularidades positivas e negativas que são extensivas a toda a área de definição desses terrenos e por forma diferenciada de uso e ocupação e, em seguida, tal abordagem é feita de forma individual para cada subdomínio.

Em termos de macrodiretrizes, como de características regionais comuns a todos os subdomínios e a todas as formas de uso e ocupação, destaca-se que é muito importante considerar que são terrenos de exposição de dois importantíssimos aquíferos subterrâneos (Botucatu e Pirambóia) e, junto com os terrenos das rochas magmáticas, compõem uma morfoestrutura (figura 18) que os tornam bastante favoráveis à existência de camadas de arenitos confinadas e/ou semiconfinadas entre as rochas magmáticas. Em função disso, apresentam alto potencial para a existência de artesianismo a profundidades não muito altas, ou seja, a água pode jorrar sem bombeamento. Também é importante que se leve em consideração que são terrenos recobertos por solos excessivamente arenosos e muito friáveis, por isso de altíssima permeabilidade, extremamente erosivos, de má qualidade agrícola e geotécnica para serem escavados e expostos em taludes de corte e obras terraplenadas. Em função dessas características, são áreas de grande importância hidrogeológica e altamente vulneráveis a todas as formas de uso e ocupação potencialmente poluidoras dos lençóis freático e subterrâneo e que possam desencadear processos erosivos e interferir de maneira negativa na dinâmica das águas superficiais e subterrâneas. Como particularidades positivas e negativas, por formas diferenciadas de uso e ocupação, destacam-se :

urbanização e parques industriais

positivas: na maior parte desses domínios o relevo e o manto de intemperismo são bastante adequados à implantação de qualquer tipo de infra-estrutura urbana superficial e subterrânea.

negativas: em toda extensão o manto de intemperismo é excessivamente erosivo e instável quando escavado e exposto em obras terraple-

nadas e em taludes de corte. Em função disso, no caso de urbanizar esses terrenos, recomenda-se: evitar modelos que exigem a execução de cortes profundos no terreno e que causam modificações muito grandes na dinâmica das águas superficiais, como por exemplo os modelos com arruamentos e loteamentos quadriculados não adaptados às curvas de nível; preservar a camada superficial dos solos que, por ser menos erosiva, protege as camadas subsuperficiais que, ao contrário, são extremamente erosivas; executar obras que envolvam escavações, terraplenagem e confecção de taludes de corte com técnicas para evitar o desencadeamento de processos erosivo e nunca executá-las nos períodos chuvosos; que se leve em consideração o alto risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo, por isso, é importantíssimo que todo lixo urbano seja recolhido e reciclado e que às águas servidas sejam devidamente coletadas e tratadas antes de serem lançadas na rede de drenagem.

agricultura

positivas: na maior parte dos subdomínios a topografia é bastante favorável à utilização de todos os tipos de implementos agrícolas e não exige a confecção de muitas curvas de nível.

negativas: em todos os subdomínios os solos são excessivamente arenosos, permeáveis, erosivos e ácidos; de baixa fertilidade natural e de baixa capacidade retentora; respondem muito mal à adubação e apresentam problemas de deficiências hídricas logo que passam as chuvas. Em função disso, são terrenos inadequados para o plantio de espécies de ciclo curto, de raízes rasas e que necessitam de solos férteis, da aplicação de muito agrotóxico e que precisam ser frequentemente irrigadas.

fontes poluidoras

destaca-se que todos os subdomínios são extremamente negativos para esse tipo de uso; são áreas de exposição de dois importantíssimos aquíferos, cujos solos e rochas apresentam elevada permeabilidade e baixa capacidade retentora e eliminadora de poluentes, portanto, qualquer poluente sobre eles depositado pode alcançar rapidamente as águas subterrâneas sem ter tempo de ser depurado.

Estas são recomendações em nível regional, porém, existem variações que são particularidades dos subdomínios que tanto podem acentuar como diminuir as adequabilidades e as limitações desses terrenos frente aos usos retro-mencionados. A seguir, são destacadas quais são as particularidades positivas e negativas de cada um e feitas recomendações para que o pro-

cesso de uso e ocupação se proceda de forma adequada às suas características e potencialidades naturais.

Subdomínio 4a₁

Pelo fato de serem morros isolados e escarpados (foto 26), onde os arenitos da Formação Botucatu bastante endurecidos e fraturados afloram ao longo de quase toda a superfície, porque existem muitas nascentes de água nos sopés das escarpas e por serem terrenos com beleza cênica e onde ainda existe alguma mata natural que se constitui em importante refúgio para a fauna, esse subdomínio só apresenta características negativas para todas as formas de uso e ocupação. Por isso deve ser preservado como área de interesse ambiental e ecológico. No processo de uso e ocupação é muito importante que uma larga faixa dos subdomínios que com ele se delimitam também seja preservada de toda forma de uso e ocupação que cause grandes modificações no meio físico.

Subdomínio 4a₂

Em função de ser uma área de relevo escarpado, onde ao longo do qual afloram arenitos da Formação Botucatu bastante fraturados e endurecidos; por se constituir numa frente erosiva que está em franco e acelerado processo de dissecação; por serem terrenos quase que totalmente desprovidos de solos; porque nos sopés das escarpas existem muitas nascentes d'água e porque são terrenos com beleza cênica e onde ainda existe muita cobertura vegetal natural que se constitui num importante refúgio para a fauna da região, esse subdomínio só apresenta particularidades negativas para todas as formas de uso e ocupação. Por outro lado, pelas suas características paisagísticas e hídricas, deve ser preservado como área de interesse ambiental e turístico. Para proteger a fauna e a flora também deve ser estipulada uma faixa de proteção ambiental ao longo do topo e do sopé das escarpas, que já foram ou estão sendo gradualmente desmatados (foto 27).

Subdomínio 4a₃

Em toda iniciativa de uso e ocupação e de gestão ambiental é importante considerar que esse subdomínio abrange terrenos que se delimitam com uma região escarpada que está em franco processo de dissecação e que ainda preserva muita vegetação natural, que se constitui num importante refúgio para a fauna da região. Em razão dis-

so, uma larga faixa junto à porção escarpada deve ser preservada de todas as formas de ações antrópicas que possam prejudicar a fauna e causar danos à vegetação. Nas porções mais distantes das escarpas, é importante levar em consideração que são terrenos cortados por drenagens que nascem no sopé das escarpas e que apresentam vales relativamente profundos, com muitos segmentos encachoeirados e com águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos, além de serem drenagens sujeitas a formar enxurradas muito rápidas, muito erosivas e contendo alta carga de sedimentos que são erodidos nas escarpas. Também é importante considerar que são áreas de alto escoamento superficial, o que significa que quando chove a maior parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagens, por isso se infiltra pouca água no subsolo e ocorre alta erosão pluvial e que, em muitos locais, o arenito Botucatu endurecido e/ou parcialmente alterado aflora e/ou então está situado muito próximo da superfície. Além disso, os solos apresentam pedogênese e espessuras muito va-



Foto 26



Foto 27 - Paisagem dos terrenos escarpados diferenciados como subdomínio 4a₂. Observar que o desmatamento avança até quase a meia-encosta da escarpa, prática que deve ser coibida, pois além de prejudicar a fauna está contribuindo para a aceleração dos processos erosivos naturais.

riadas, são terrenos onde ainda existem pequenas e isoladas manchas de cerrado, são portadores de muitas nascentes d'água, apresentam topografia bastante movimentada e muitos setores apresentam beleza cênica que desperta interesse para o turismo ecológico. Como particularidades positivas e negativas, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: na maior parte da área o manto de intemperismo apresenta baixa resistência ao corte e à penetração, característica que facilita bastante a implantação de infra-estrutura subterrânea em quase toda sua extensão.

negativas: em alguns diversos locais existem arenitos um tanto endurecidos aflorantes e/ou situados muito próximos da superfície, por isso aí é necessário usar explosivos para se executar escavações; a maior parte da topografia é inadequada à implantação de arruamentos e loteamentos quadriculados, pois terão que ser executados cortes muito profundos para minimizar os declives em material excessivamente erosivo e instável quando exposto em taludes de corte. Além do mais, terão que ser feitos muitos aterros altos e muitas obras de transposição de drenagens

agricultura

positivas: destaca-se que junto às escarpas, existem solos transportados, de textura argilo-arenosa, derivados da mistura de material de alteração de arenitos e das rochas magmáticas básicas. Portanto, aí os solos são menos erosivos, apresentam excelentes características físicas e provavelmente boa fertilidade natural

negativas: exceto na área próxima à escarpa, no restante da área, além de excessivamente arenosos, os solos apresentam evolução pedogenética muito heterogênea, por isso as características agrícolas variam bastante de local para local. Além disso, são terrenos de alta erosão fluvial e a maior parte da topografia é desfavorável para utilização de motomaquinários, razão pela qual também não se deve plantar espécies de ciclo curto.

fontes poluidoras: esses terrenos são extremamente inadequados para esse uso, pois, além de serem áreas de exposição do aquífero Botucatu, são portadores de muitas nascentes d'água e neles podem existir outros sumidouros d'água e até mesmo outras cavernas, como a do Itambé, que neles se localiza.

Subdomínio 4a₄

Como particularidades positivas desse subdomínio, extensivas a todas as formas de uso e

ocupação, destacam-se: na maior parte dele, o manto de intemperismo é de baixa resistência ao corte e à penetração; o relevo encontra-se bastante dissecado e estabilizado e apresenta baixas declividades, baixos desníveis altimétricos e baixa densidade de drenagem. Significa que são terrenos de baixo deflúvio, de baixa erosão fluvial, de baixo escoamento superficial e de alta recarga de aquíferos, ou seja, quando chove, a maior parte das águas se infiltra no subsolo.

Como particularidades negativas, salienta-se que junto aos fundos de vales existem algumas porções com quebra abrupta de relevo, onde expõem-se arenitos endurecidos em pequenos e descontínuos segmentos escarpados. Significa que nesses setores e nas suas proximidades a profundidade do substrato rochoso endurecido é bastante irregular, por isso aí pode-se enfrentar algumas dificuldades para executar escavações e perfurações. O sistema de drenagem apresenta águas lentas, pouco oxigenadas e com baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes; encontra-se em processo de assoreamento, apresenta vazão baixa e com forte tendência ao secamento em curto prazo de tempo, devido ao intenso assoreamento que vem sofrendo e à altíssima permeabilidade dos solos que faz com que a águas que surgem nas nascentes se infiltrem rapidamente no subsolo.

Além desses aspectos, por forma diferenciada de uso e ocupação, existem outras particularidades positivas e negativas que devem ser consideradas, por exemplo:

urbanização e parques industriais

positivas: na maior parte da área a topografia é bastante favorável à implantação de loteamentos e arruamentos, pois não terão que ser feitos cortes muito profundos e nem muitos aterros e obras de transposição de drenagens e de contenção de encostas. Além disso, o manto de intemperismo pode ser facilmente escavado até altas profundidades, conseqüentemente, é bastante adequado para implantar todo tipo de infra-estrutura subterrânea.

negativas: salienta-se que a irregularidade da profundidade do substrato rochoso e a existência de afloramentos isolados de rochas duras podem dificultar bastante a execução de obras de infra-estrutura subterrânea em alguns locais. Também é importante levar em consideração que o sistema de drenagem apresenta baixo escoamento e baixa capacidade de transporte, está em processo de assoreamento muito acentuado e pode sofrer enchentes de longa duração. Por isso, é importantíssimo não urbanizar as áreas próximas aos fundos de vales.

agricultura

positivas: baixa erosão fluvial; na maior parte da área a topografia é favorável à utilização de todo tipo de implemento agrícola.

negativas: além das péssimas qualidades agrícolas dos solos, são terrenos com baixa disponibilidade hídrica superficial, por isso inadequados para o plantio de espécies que necessitam de irrigação.

fontes poluidoras: só apresenta características negativas, pois além de serem terrenos de exposição do aquífero Botucatu, o sistema de drenagem apresenta águas pouco oxigenadas e de baixa capacidade dispersora; conseqüentemente, se um poluente for nele lançado, ficará armazenado por períodos muito longos e demorará muito tempo para se depurar.

Subdomínio 4b₁

Como particularidades positivas desse subdomínio, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: em toda sua extensão, o manto de intemperismo é bastante profundo e apresenta baixa resistência ao corte e à penetração até altas profundidades; o relevo apresenta baixas declividades, baixos desníveis altimétricos e baixa densidade de drenagem. Essas características indicam que o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades, que são terrenos bastante estabilizados e de baixo deflúvio, ou seja, de baixo escoamento superficial, por isso, apresentam baixa erosão fluvial e quando chove, a maior parte das águas se infiltra no subsolo, conseqüentemente ocorre alta recarga de aquíferos.

Como particularidades negativas, destacam-se: o manto de intemperismo é extremamente friável e erosivo; o sistema de drenagem apresenta córregos com vazão muito baixa, com forte tendência ao secamento em curto prazo; as águas são lentas, pouco oxigenadas e de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes, portanto é um sistema que está em franco e acelerado processo de assoreamento, apresentando baixa capacidade depuradora de poluentes. Além disso, o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo e são áreas onde existem muitas manchas de cerrado, cuja preservação é de fundamental importância como fonte disseminadora de sementes.

Em termos de particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: em toda sua extensão, o manto de in-

temperismo e a topografia apresentam características bastante favoráveis à implantação de infra-estrutura subterrânea, arruamentos e loteamentos, pois não terão que ser executados cortes profundos e nem muitas obras de transposição de drenagem.

negativas: manto de intemperismo bastante instável quando exposto em taludes de corte.

agricultura

positivas: em quase toda sua extensão, a topografia é bastante adequada para motomecanização do solo; baixa erosão fluvial.

negativas: além das péssimas qualidades agrícolas dos solos, quase não existe disponibilidade de água no sistema de drenagem. Em função disso, são inadequados para o plantio de espécies que necessitam de irrigação.

fontes poluidoras: além de serem terrenos de exposição do aquífero Botucatu, todo o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo. Por isso, são extremamente inadequados para esse tipo de uso.

Subdomínio 4b₂

Como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destaca-se que em toda a extensão desse subdomínio os solos são bastante profundos, exibem pedogênese avançada e bastante homogênea e são um pouco mais argilosos que os dos outros subdomínios. Por isso, são terrenos de baixa resistência ao corte e à penetração até profundidades bastante altas e são um pouco menos erosivos. O relevo é bastante dissecado, estabilizado e com baixa densidade de drenagem, portanto, são terrenos de baixo a nulo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas e de baixa erosão fluvial.

Como particularidades negativas, destacam-se: o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo, encontra-se em franco e acelerado processo de dissecação e a maior parte das drenagens secundárias é seca e/ou apresenta vazão muito baixa e com forte tendência ao secamento em curto prazo. Por isso, são áreas onde se deve ter uma preocupação especial no sentido de preservar o pouco que resta das matas ciliares, de recuperar aquelas já degradadas e de não acelerar os processos erosivos.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: o manto de intemperismo, bastante profundo e de fácil escavabilidade até altas profundidades, favorece a implantação de infra-

estrutura subterrânea; o relevo suavizado e com baixa densidade de drenagem é bastante adequado à implantação de todos os modelos de loteamentos e arruamentos, pois não é preciso executar cortes profundos e nem fazer muitos aterros e obras de transposição de drenagens.

negativas: o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo, por isso, é importante preservar uma larga faixa ao longo dos fundos de vales como áreas verdes e não se deve lançar na rede de drenagem nenhum tipo de poluente.

agricultura

positivas: os solos, por serem mais argilosos, são menos erosivos, menos permeáveis e apresentam melhor capacidade retentora, por isso respondem melhor à adubação e mantêm melhor disponibilidade hídrica durante os períodos secos do que os solos dos outros subdomínios. Além disso, existem muitas manchas isoladas de solos provavelmente derivados das rochas básicas.

negativas: quase não existe água no sistema de drenagem, por isso são inadequados para o plantio de espécies que necessitam de muita irrigação.

fontes poluidoras: pelo fato dos solos serem mais argilosos e bastante profundos, apresentam melhor capacidade retentora e eliminadora de poluentes. Além disso, quase não existem nascentes e o lençol freático, nas partes mais elevadas, encontra-se a mais de 8m de profundidade. Em função dessas características, o risco de contaminação dos lençóis freático e subterrâneo é menor do que nos outros subdomínios.

Subdomínio 5a,

Como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: na maior parte desse subdomínio, os arenitos encontram-se bastante intemperizados até profundidades relativamente altas, conseqüentemente oferecem baixa resistência ao corte e à penetração; o relevo, embora ainda se encontre em processo de dissecação relativamente avançado, é bastante estabilizado, apresentando baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas.

Como particularidades negativas, salienta-se que em diversos setores o substrato rochoso exibe grau de intemperismo bastante heterogêneo, variando de muito acentuado a nulo, por isso em alguns locais afloram de forma isolada arenitos bem preservados do intemperismo. Essas características indicam que, em muitos locais, a profundidade do substrato rochoso endurecido é

irregular e varia de rasa a profunda, portanto, a resistência ao corte e à penetração varia muito de local para local. Em muitos setores, o relevo apresenta declives acentuados, com moderada a alta densidade de drenagem e vales um tanto profundos, com segmentos encachoeirados e com águas correntes de alta capacidade de transporte de sedimentos. Isso indica que o sistema de drenagem está erodindo mais do que depositando sedimentos, portanto, são terrenos onde a erosão fluvial é muito alta, o que significa que a área como um todo encontra-se em processo de dissecação relativamente acentuada. Além disso, são terrenos onde existem várias pequenas manchas de cerrado, que são importantes de serem preservadas.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: em boa parte da área o manto de intemperismo e o relevo são adequados à implantação de loteamentos, arruamentos e infraestrutura subterrânea.

negativas: a topografia é um tanto inadequada à implantação de loteamentos e arruamentos quadriculados; em alguns setores o comportamento geotécnico do substrato rochoso é bastante heterogêneo; em muitos locais afloram arenitos endurecidos que necessitam de explosivos para serem escavados

agricultura

positivas: nas porções onde esse subdomínio se delimita com os das rochas magmáticas básicas, os solos são areno-argilosos e apresentam boas qualidades físicas para agricultura

negativas: no restante da área os solos exibem pedogênese muito heterogênea e, conseqüentemente, apresentam muitas diferenciações em termos de espessura e de características físicas; são terrenos de alta erosão fluvial e com topografia favorável tanto à erosão concentrada como laminar, por isso, quando chove, ocorre grande perda de solo nas áreas agrícolas onde este fica desprotegido de cobertura vegetal por muito tempo. Em função dessas características, são áreas inadequadas para agricultura que necessita de manuseio freqüente do solo.

fontes poluidoras: esse subdomínio não apresenta nenhuma particularidade positiva para essa finalidade. Como particularidades negativas, salienta-se que, além de serem áreas de exposição do aquífero Pirambóia, nelas existe grande número de nascentes e de canais de drenagens.

Subdomínio 5a₂

Esse subdomínio não apresenta nenhuma particularidade positiva ao uso e ocupação.

Como particularidades extremamente negativas, para todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: constituem-se em morros residuais de topos estreitos e de bordas escarpadas; ao longo de quase toda a superfície afloram arenitos bastante endurecidos e fraturados; nos sopés das escarpas existem muitas nascentes d'água e muitas manchas de mata natural que se constitui num importante refúgio para a fauna; são terrenos de beleza cênica. Essas particularidades justificam que sejam preservados como áreas de interesse ambiental e paisagístico.

Subdomínio 5a₃

Esse subdomínio não apresenta nenhuma particularidade positiva ao uso e ocupação.

Como particularidades extremamente negativas, para todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: trata-se de uma área situada em posição frontal a uma zona escarpada, que se encontra em franco e acelerado processo de dissecação; relevo forte ondulado sustentado por arenitos em variados graus de intemperismo e aflorantes em vários locais; sistema de drenagem com vales relativamente profundos e em franco e acelerado processo de dissecação; grande parte da área é recoberta por solos coluvionares contendo blocos, matações e/ou é recoberta por solos com pedogênese muito heterogênea; terrenos portadores de grande número de nascentes d'água; próximo ao sopé das escarpas ainda existe muita vegetação natural que se constitui em importante refúgio para a fauna; junto com a porção escarpada - correspondente às serras do Cubatão, Quebra-Cuia e Borda da Mata - configura uma paisagem muito bonita. Pela importância ambiental que tem para a região e pela beleza paisagística, pelo menos uma larga faixa desse subdomínio que se delimita com a porção escarpada deveria ser considerada como zona de proteção da escarpa.

Subdomínio 5b₁

Como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: nesse subdomínio, os arenitos da Formação Pirambóia encontram-se bastante intemperizados; o manto de intemperismo é muito profundo e apresenta pedogênese muito avançada, por isso praticamente não existem rochas duras aflorantes e/ou situadas próximas da superfície.

Isso significa que o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades, portanto, são terrenos de baixa resistência ao corte e à penetração, podendo ser facilmente escavados e perfurados até profundidades relativamente altas. Além disso, o relevo já se encontra bastante dissecado e estabilizado, apresenta baixas declividades, baixos desníveis altimétricos e baixa densidade de drenagem com vales pouco profundos e com águas de baixa capacidade de transporte de sedimentos, o que significa que são terrenos com baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas (escorregamentos) e de baixa erosão fluvial.

Como particularidades negativas, destacam-se: o manto de intemperismo é excessivamente arenoso e friável; o sistema de drenagem apresenta vazão muito baixa, águas lentas, pouco oxigenadas e de baixa capacidade de transporte de sedimentos. Conseqüentemente, são terrenos excessivamente erosivos, com sistema de drenagem em franco processo de assoreamento, com pouca disponibilidade hídrica, com vazão com forte tendência ao secamento e apresentando águas de baixa capacidade dispersora e eliminadora de poluentes.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: em quase toda sua extensão a topografia é bastante favorável à implantação de loteamentos e arruamentos, pois não terão que ser executados cortes muito profundos para minimizar declives e nem terão que ser executados muitos aterros e nem muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas. Além disso, o potencial para ocorrências de movimentos de massas é praticamente nulo e o manto de intemperismo é favorável à implantação de infra-estrutura subterrânea

negativas: o manto de intemperismo desestabiliza-se muito quando exposto em taludes de corte; o sistema de drenagem apresenta escoamento precário, por isso sujeito a sofrer enchentes. Considerando esses aspectos, no caso de urbanizar esses terrenos é muito importante que na implantação de infra-estrutura não sejam executados cortes muito profundos, que não se executem obras de escavações e de terraplenagem nas épocas chuvosas e que se preservem os fundos de vales e as cabeceiras de drenagens como áreas verdes.

agricultura

positivas: baixa erosão fluvial; em quase toda a extensão o relevo é bastante adequado para o uso de todo tipo de implemento agrícola.

negativas: sistema de drenagem com pouca disponibilidade de água, em consequência, não são adequados para agricultura que necessite de muita irrigação.

fontes poluidoras: as particularidades positivas são totalmente anuladas pelo fato de serem terrenos de exposição do aquífero Pirambóia; além disso, em muitos locais o lençol freático está situado a profundidades inferiores a 5m.

Subdomínios 5b₂ e 5b₃

Como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação, destacam-se: nesses subdomínios, o manto de intemperismo é muito profundo; o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades; o relevo, embora um tanto movimentado, é bastante estabilizado. Em função dessas características, são áreas de baixa resistência ao corte e à penetração e apresentam baixo potencial para ocorrências de movimentos naturais de massas.

Dentre as particularidades negativas, destacam-se: embora o manto de intemperismo seja profundo a pedogênese é bastante heterogênea, por isso os solos se desestabilizam muito quando escavados e expostos em taludes de corte; o relevo apresenta topos suavizados e amplos mas as vertentes são curtas e apresentam declives bastante acentuados; , são terrenos arenosos com alta a moderada densidade de drenagem, cuja maior parte apresenta vales relativamente estreitos e profundos e águas correntes de moderada a alta capacidade de transporte de sedimentos, especialmente no subdomínio 5b₃, onde os vales são bastante retilíneos e parecem estar controlados tectonicamente. Isso significa que se trata de um relevo em processo de dissecação relativamente acentuado, por isso o sistema de drenagem está escavando muito mais do que depositando sedimentos. Em consequência, deve-se ter uma preocupação especial no sentido de não desencadear e de não acelerar os processos erosivos; portanto, em toda forma de uso e ocupação, é muito importante que se preserve o máximo possível do pouco que resta da cobertura vegetal, que se preservem os fundos de vales e as cabeceiras de drenagem como áreas verdes e que toda a malha viária seja dotada de obras de disciplinamento das águas pluviais e de obras de contenção de taludes de corte.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, destacam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: o manto de intemperismo é de fácil escavabilidade até profundidades relativamente altas, característica que favorece a execução de obras de infra-estrutura subterrânea; terrenos com baixo potencial para ocorrência de movimentos naturais de massas e, principalmente nos topos das elevações, a topografia é bastante suavizada e por isso favorável à implantação de qualquer modelo de loteamentos e arruamentos

negativas: terrenos arenosos com alta densidade de canais de drenagem e declives acentuados nas vertentes. Em função disso, o adensamento urbano deve ser restrito aos topos das elevações e as vertentes devem ser reservadas para urbanização pouco adensada, implantada de maneira a não interferir em grande número de canais de drenagens e de modo que não se tenha que executar cortes profundos no manto de intemperismo, que apresenta alta instabilidade quando exposto em taludes de corte.

agricultura

positiva: os topos das elevações apresentam características topográficas bastante favoráveis para o uso de todo tipo de implemento agrícola.

negativas: além de serem terrenos arenosos, apresentam alta erosão fluvial e grande número de voçorocas induzidas pelo decapeamento da camada superior do solo e pela exposição dos horizontes subsuperficiais, que são altamente erosivos. Em função disso, são terrenos extremamente inadequados para o plantio de espécies de ciclo curto e que necessitam de manuseio frequente do solo. Também é muito importante que não se plante nada nas cabeceiras de drenagens e ao longo de uma larga faixa às margens dos fundos de vales.

fontes poluidoras: são extremamente inadequados para esse fim, pois além de serem terrenos de exposição do aquífero Pirambóia, apresentam alta densidade de canais de drenagens.

Subdomínio 5b₄

Destacam-se como particularidades positivas, extensivas a todas as formas de uso e ocupação: o manto de intemperismo é bastante profundo e com pedogênese avançada e bastante homogênea em toda sua extensão, características indicativas de que são terrenos onde o substrato rochoso endurecido deve estar situado a altas profundidades, portanto apresentam baixa resistência ao corte e à penetração até profundidades relativamente altas; os solos exibem textura areno-argilosa, por isso, em relação aos outros subdomínios, são menos erosivos, menos per-

meáveis e com textura mais favorável para reter elementos, conseqüentemente apresentam melhor capacidade eliminadora de poluentes; o relevo é bastante dissecado e estabilizado, do tipo suave ondulado a ondulado, com baixas declividades, baixos desníveis altimétricos e baixa a moderada densidade de drenagem, cuja maioria, apresenta vales pouco profundos e águas com baixa capacidade de transporte de sedimentos, portanto, são áreas de baixa erosão fluvial e de baixo potencial para ocorrências de movimentos de massas.

Como particularidades negativas, salientam-se: os solos, por serem mais argilosos, compactam-se e se impermeabilizam muito quando são submetidos continuamente a cargas elevadas; a maior parte das drenagens nasce nos sopés de frentes erosivas e flui diretamente para o rio Pardo, por isso quando chove forte formam-se enxurradas muito erosivas e contendo alta carga de sedimentos, que são carregados diretamente para o leito desse rio, portanto é importantíssimo que a vegetação das cabeceiras das drenagens seja preservada.

Como particularidades positivas e negativas, por forma diferenciada de uso e ocupação, salientam-se:

urbanização e parques industriais

positivas: substrato rochoso situado a altas profundidades e manto de intemperismo bastante profundo e de baixa resistência ao corte e à penetração, conseqüentemente, são terrenos bastante favoráveis à implantação de infra-estrutura subterrânea em quase toda sua extensão; na ma-

ior parte da área, a topografia é bastante adequada à implantação todos os modelos de loteamentos e arruamentos, pois não há necessidade de se executar cortes muito profundos para minimizar declives e nem de fazer muitos aterros e muitas obras de transposição de drenagens.

negativas: sistema de drenagem sujeito a sofrer variações bruscas e acentuadas de vazão e a formar enxurradas altamente erosivas; terrenos muito próximos das várzeas do rio Pardo.

agricultura

positivas: solos com textura mais argilosa, por isso são mais favorável para reter elementos, conseqüentemente, respondem melhor à adubação e mantêm boa disponibilidade hídrica por mais tempo nas épocas secas. Além disso, exceto nas cabeceiras de drenagens, o relevo é bastante adequado para utilização de motomaquinários; nas porções onde esse subdomínio se delimita com os terrenos do domínio 3, os solos apresentam excelentes características físicas para todos os tipos de plantio.

negativas: por serem solos mais argilosos, compactam-se, impermeabilizam-se e sofrem alta erosão hídrica se forem continuamente mecanizados com equipamentos pesados.

fontes poluidoras

positivas: solos com espessuras e textura favoráveis para reter e eliminar poluentes; nas porções de topografia mais elevada, o lençol freático, via de regra, está situado a mais de 10m de profundidade.

negativa: o sistema de drenagem flui diretamente para o rio Pardo.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3.1.3.4 - Problemas Decorrentes do Uso e Ocupação

Dentre os principais tipos de problemas relacionados ao uso e ocupação dos terrenos diferenciados como domínios 4 e 5, que vêm causando intensa erosão e que estão assoreando o sistema de drenagem e certamente estão contaminando as águas superficiais e subterrâneas, destacam-se:

- ✓ na maior parte da malha viária, tanto urbana como rural (foto 28), faltam obras de disciplinamento das águas pluviais;
- ✓ nas cidades localizadas sobre esses terrenos, como nos casos de Cajuru e Cássia dos Coqueiros, os arruamentos urbanos são executados em posição inadequada em relação às curvas de nível e de forma a concentrar as águas pluviais;
- ✓ na maior parte da zona agrícola não são tomadas medidas para proteger o solo contra erosão e grande parte da mata ciliar e da mata das cabeceiras de drenagens foram retiradas;
- ✓ existem vários locais abandonados onde foi removida a camada superficial do solo (foto 29) para retirar material de empréstimo (foto 30) e/ou para executar obras da construção civil:



Foto 28 - Erosão induzida pela concentração de águas pluviais ao longo de uma estrada locada sobre os terrenos do subdomínio 5b₂. Esse é um tipo de problema verificado ao longo de quase toda a malha viária rural.

essa é uma das principais causas de desencadeamento de processos erosivos que geralmente evoluem para grandes voçorocas;

- ✓ nas áreas de pastagens existem muitas voçorocas induzidas pela circulação de gado ao longo das margens e dos fundos de vales;
- ✓ lixões localizados diretamente sobre os arenitos e sobre as areias quartzosas altamente permeáveis (fotos 31, 32 e 33), sendo que um deles, caso do lixão de Cajuru, está localizado sobre voçoroca e nas cabeceiras de um córrego que passa pela cidade.

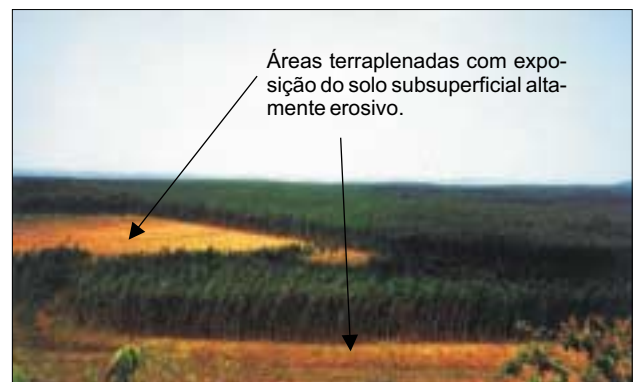


Foto 29 - Grandes superfícies dos terrenos do domínio 5, onde a camada superior do solo, que é menos erosiva, foi removida, expondo as camadas inferiores que, ao contrário, são altamente erosivas. Essa ação é uma das principais causas desencadeadoras de processos erosivos que, geralmente, evoluem para grandes voçorocas.



Foto 30 - Um dos ramos de uma grande voçoroca situada junto à cidade de Cajuru. Certamente foi induzida pela retirada de material de empréstimo. Esse procedimento deve ser proibido nas áreas arenosas, pois além da areia não ser um bom material de empréstimo, as frentes de lavra são desencadeadoras de imensos processos erosivos que evoluem para grandes voçorocas, que posteriormente se transformam em locais de disposição de lixo.



Foto 31



Foto 32

Fotos 31 e 32 - Respectivamente, os lixões de Cajuru e de Altinópolis, ambos localizados sobre os arenitos e areias quartzosas das formações Pirambóia (lixão de Cajuru) e Botucatu (lixão de Altinópolis). Certamente esses lixões estão contaminando as águas superficiais e subterrâneas, por isso devem ser imediatamente desativados e removidos. Além disso, o lixão de Cajuru está situado numa cabeceira de drenagem que passa pela cidade.



Árvore tombando porque o solo está se movimentando e migrando para uma cavidade subterrânea.

Foto 33 - Mostra um buraco onde se pode notar que as árvores estão tombando. Esse buraco, que está localizado a montante e muito próximo da gruta de Itambé, deve ser uma pseudodolina, ou seja, um buraco que se formou porque o solo migrou e ainda está migrando para a cavidade da gruta, onde se expõe o lençol freático. O problema é que nesse buraco e noutros que aí existem está sendo depositado lixo, o que certamente está contaminando diretamente o lençol freático.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS

3 1.4 - Domínios 6 e 7

Como domínio 6 foi distinguida uma estreita faixa de terrenos marginais ao rio Pardo, onde somente nos fundos de vales de drenagem existem algumas isoladas e precárias exposições de sedimentos argilosos correlacionados à Formação Corumbataí. Como domínio 7, foi individualizada uma pequena área onde ocorrem solos are-

nosos e/ou areno-argilosos, cujas características indicam que são derivados de arenitos da Formação Aquidauana. Devido à pouca expressão areal dessas unidades na área, praticamente não apresentam expressão geomorfológica própria e nem variações litológicas, topográficas e pedológicas que justifiquem que sejam divididas em subdomínios. Suas áreas de definições podem ser observadas na figura 19.

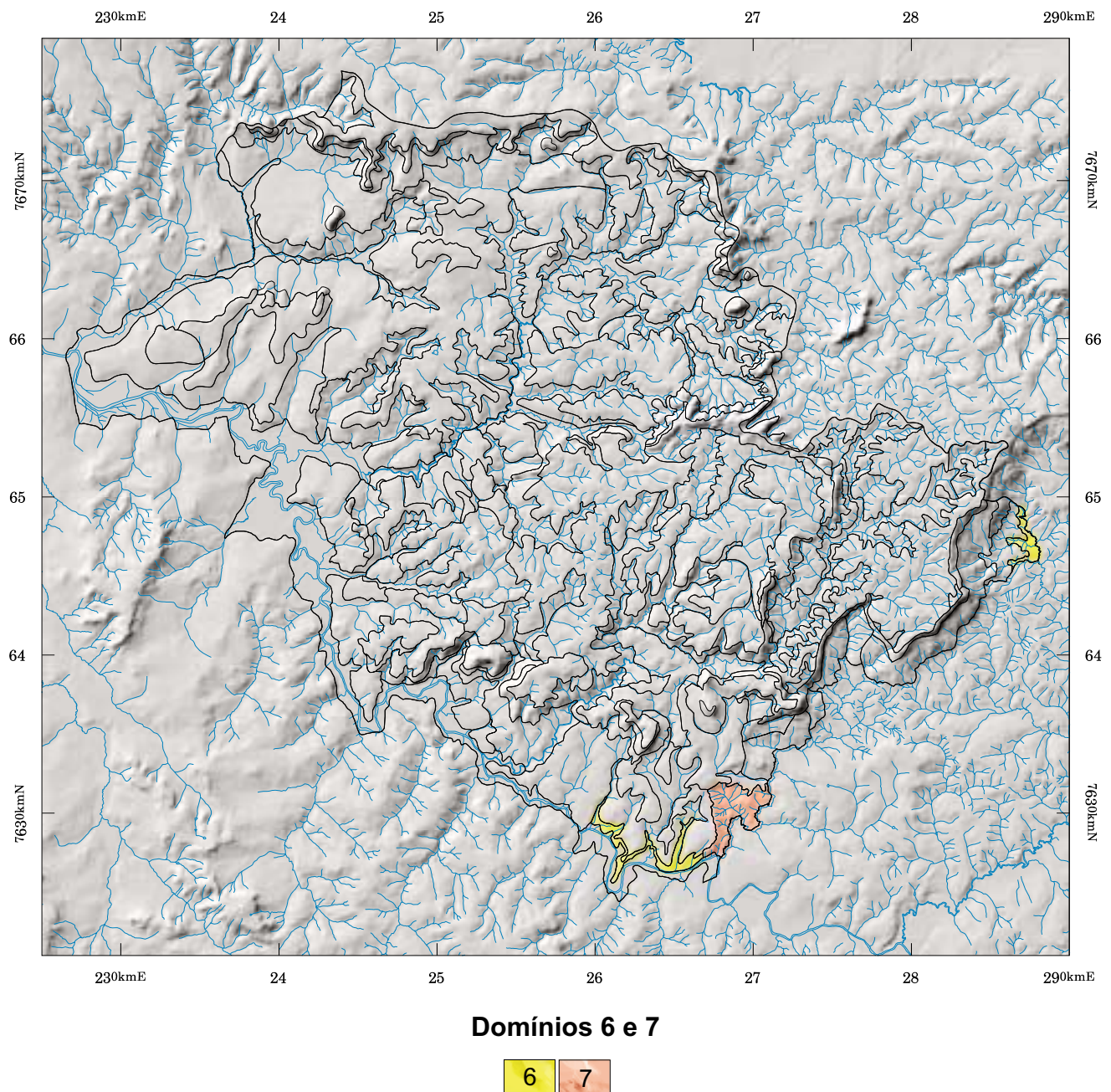


Figura 19 - Áreas de definição dos domínios 6 e 7.

3.1.4.1.2 - Domínio 7

Relacionadas ao substrato rochoso

Devido ao intemperismo muito avançado, da espessa cobertura de solos e da ausência de afloramentos, a análise do comportamento do substrato rochoso que sustenta esses terrenos ficou bastante prejudicada; portanto, as informações aqui contidas foram tiradas por analogia com áreas vizinhas.

do ponto de vista geotécnico: a ausência de afloramentos e o espesso manto de intemperismo indicam que o substrato rochoso endurecido deve estar situado a profundidades bastante altas, portanto, são terrenos facilmente perfuráveis e escaváveis até altas profundidades, características que facilitam bastante a implantação de infra-estrutura subterrânea e viária. Por serem sedimentos areno-siltico-argilosos, principalmente quando parcialmente alterados, são bastante erosivos e se desestabilizam com muita facilidade quando expostos em taludes de corte e em obras terraplenadas.

do ponto de vista hídrico: informações levantadas fora da área indicam que as características granulométricas e composicionais desses sedimentos sugerem que devem apresentar permeabilidade e porosidade relativamente baixas, pois a transmissividade d'água é prejudicada pela alta participação da fração siltico-argilosa, portanto, deve ser um aquífero subterrâneo não muito promissor.

Relacionadas ao relevo

O relevo é um tanto dissecado, do tipo suave ondulado a ondulado, formado por morros baixos de topos suavizados e encostas com declivi-

dades variando de 3 a 20%. A densidade de drenagem é moderada, os vales são pouco encaixados, relativamente rasos e as águas estão carregando mais do que depositando sedimentos. Significa que se trata de um relevo bastante estabilizado, de baixo potencial para ocorrência de movimentos naturais de massas mas com moderada a alta erosão fluvial; as características topográficas são favoráveis tanto à erosão difusa como à concentrada, por isso perde-se muito solo por erosão hídrica, e favoráveis também para implantação de malhas viárias e para motomecanizar os solos.

Relacionadas ao solo

Área recoberta por espesso manto de solos arenosos e/ou areno-siltosos. No topo das elevações são bastante lixiviados e se caracterizam por ser uma areia bastante friável, de alta permeabilidade, bastante erosiva, sem nenhuma diferenciação de horizontes e totalmente desprovida de pedregosidade. Nas encostas, os solos são um pouco mais argilosos e/ou mais siltosos. Isso significa que:

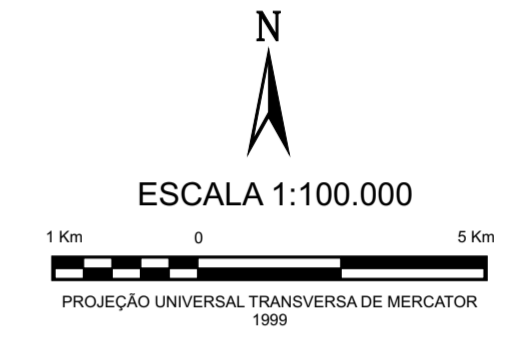
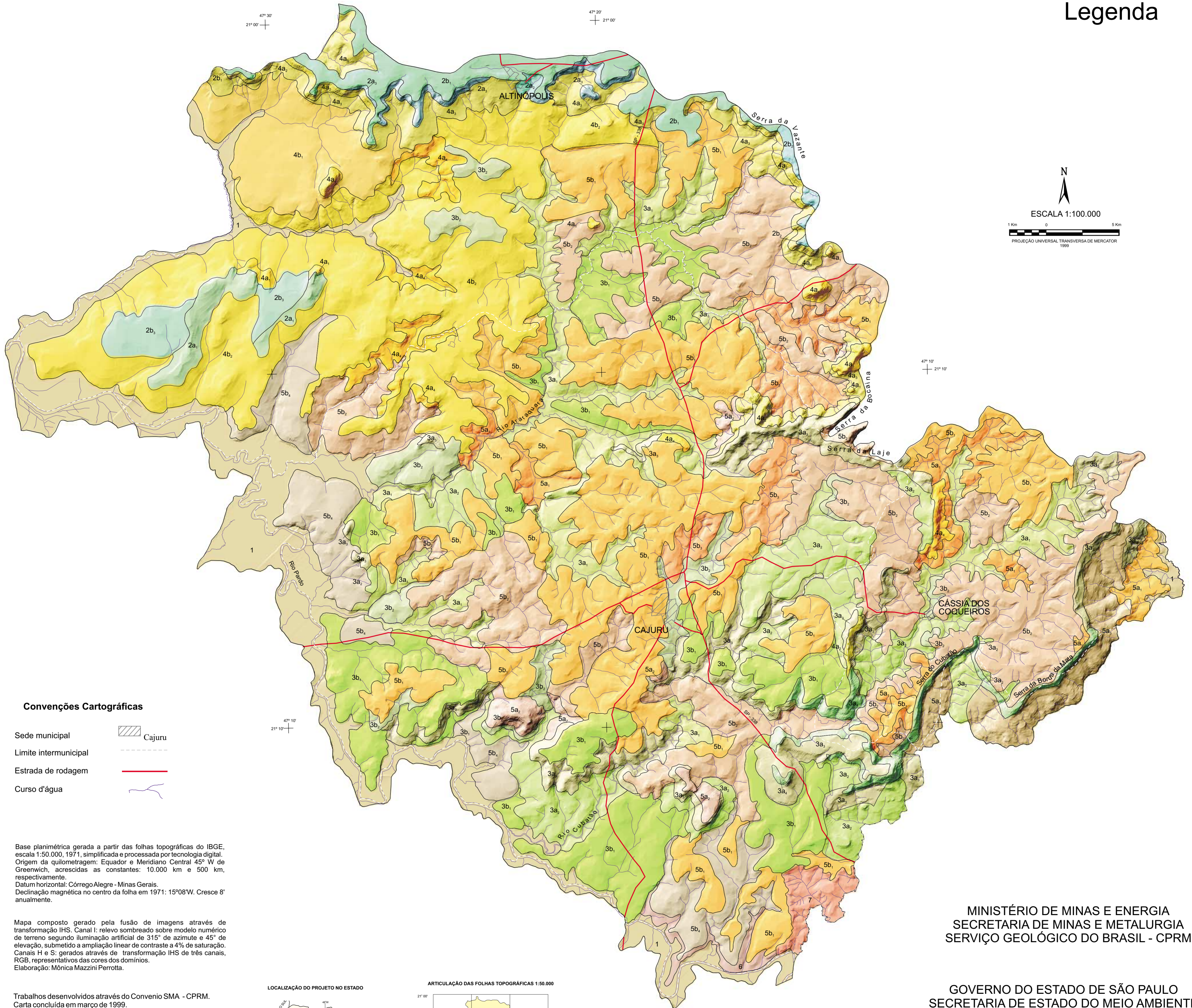
do ponto de vista geotécnico: são naturalmente muito erosivos, devem apresentar baixa capacidade eliminadora de poluentes, bem como baixa resistência ao corte e à penetração.

do ponto de vista agrícola: são muito permeáveis, facilmente mecanizáveis, bem drenados, certamente muito ácidos e empobrecidos em nutrientes naturais, de baixa a moderada capacidade de retenção de elementos, por isso devem apresentar problemas de disponibilidade hídrica logo que passam as chuvas e devem responder mal à adubação.

Carta Geoambiental do Médio Pardo:

subsídios para o planejamento territorial e a gestão ambiental

Legenda



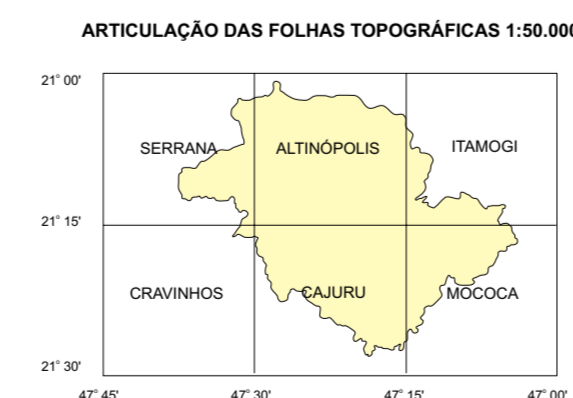
Convenções Cartográficas

- Sede municipal Cajuru
- Limite intermunicipal
- Estrada de rodagem
- Curso d'água

Base planimétrica gerada a partir das folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, 1971, simplificada e processada por tecnologia digital. Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 45° W de Greenwich, acrescidas as constantes: 10.000 km e 500 km, respectivamente.
Datum horizontal: Córrego Alegre - Minas Gerais.
Declinação magnética no centro da folha em 1971: 15°08'W. Cresce 8' anualmente.

Mapa composto gerado pela fusão de imagens através de transformação IHS. Canal I: relevo sombreado sobre modelo numérico de terreno segundo iluminação artificial de 315° de azimute e 45° de elevação, submetido a ampliação linear de contraste a 4% de saturação. Canais H e S: gerados através de transformação IHS de três canais, RGB, representativos das cores dos domínios.
Elaboração: Mônica Mazzini Perrotta.

Trabalhos desenvolvidos através do Convênio SMA - CPRM.
Carta concluída em março de 1999.
Supervisor Técnico: Antônio Theodorovicz.
Colaboração: Angela Maria de Godoy Theodorovicz.
Equipe Executora: Antônio Theodorovicz,
Elizete Domingues Salvador,
Antônio Luiz Pinhatti.
Edição final: Lauro Gracindo Pizzatto,
Angela Maria de Godoy Theodorovicz,
Marina das Graças Perin



MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
COORDENADORIA DE PLANEJAMENTO AMBIENTAL

A legenda desta carta encontra-se representada na folha 2/2

