MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO

PROGRAMA INFORMAÇÕES PARA GESTÃO TERRITORIAL - GATE

PROJETO CURITIBA

ATLAS GEOAMBIENTAL DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO TERRITORIAL

Antonio Theodorovicz
Angela Maria de Godoy Theodorovicz
Sonia da Cruz Cantarino

phl 012104

EQUIPE TÉCNICA

Supervisor do projeto:	Antonio Theodorovicz
Chefe do projeto:	Angela Maria de Godoy Theodorovicz
Equipe executora:	Antonio Theodorovicz Angela Maria de Godoy Theodorovicz Sonia da Cruz Cantarino
Editoração eletrônica:	Sonia da Cruz Cantarino Antonio Theodorovicz Angela Maria de Godoy Theodorovicz Marcelo Roberto de Araújo Marina das Graças Perin Lauro Gracindo Pizzatto
Copidescagem/Revisão:	Sueli Cardoso de Araújo
Diagramação:	Angela Maria de Godoy Theodorovicz
Capa:	Sonia da Cruz Cantarino
Ilustrações:	Antonio Theodorovicz
Digitação:	Antonio Theodorovicz Marina das Graças Perin

Theodorovicz, A., Theodorovicz, A.M.G.; Cantarino, S.C.
Projeto Curitiba: atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba - subsídios ao planejamento territorial. São Paulo : CPRM, 1998.
48 p.; mapa; il. (Programa Informações para Gestão Territorial - GATE)

1. Planejamento Territorial Regional - Paraná. 2. Gestão Territorial - Paraná. I. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. II. Título.

CDD 918.16

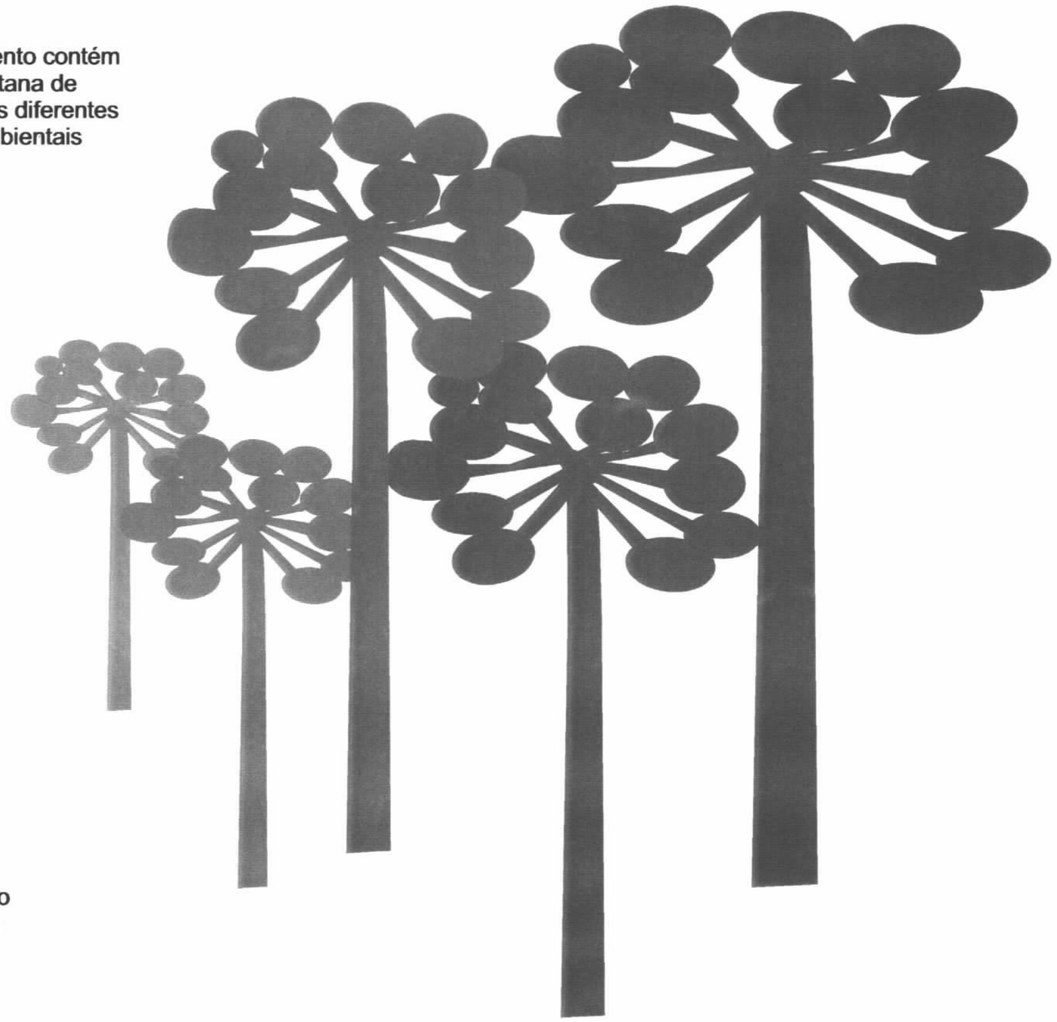
1998

APRESENTAÇÃO

Através da integração de dados sobre relevo, substrato rochoso, solo, drenagem e uso e ocupação atuais do solo este documento contém uma série de informações, cujo objetivo é mostrar à sociedade os diferentes tipos de terrenos que ocorrem na região metropolitana de Curitiba e quais são suas potencialidades naturais, adequabilidades e limitações frente às várias formas de uso e ocupação. Os diferentes tipos de terrenos estão caracterizados e espacializados numa carta na escala 1:150.000 como domínios e subdomínios geoambientais e as informações a eles correlacionadas são apresentadas em tabelas individuais com o seguinte conteúdo informativo:

- mapa reduzido destacando as áreas de definição dos domínios e subdomínios enfocados;
- perfil esquemático mostrando o mais provável empilhamento cronológico dos diferentes domínios;
- informações sobre curiosidades geológicas e de interesse ecoturístico-científico;
- principais características do substrato rochoso, relevo, drenagem, solo e comportamentos esperados nos casos de urbanização, agricultura, implantação de malhas viárias, infra-estrutura subterrânea e disposição de rejeitos;
- potencial mineral metálico e não-metálico e potencial hídrico superficial e subterrâneo;
- indicação do grau de fragilidade dos domínios e subdomínios geoambientais frente aos usos acima mencionados;
- características mais importantes para a região e recomendações para minimizar impactos negativos e para adequar da melhor maneira possível o processo de uso e ocupação às características e potencialidades naturais do meio físico;
- fotos e ilustrações sobre características importantes, problemas relacionados ao uso e ocupação, riscos geológicos associados etc.

Salienta-se que as informações contidas neste documento fundamentam-se exclusivamente em análises qualitativas e em deduções lógicas, não testadas com ensaios tecnológicos laboratoriais. Por isso, em parte, devem ser entendidas apenas como de caráter previsional. Têm por objetivo subsidiar macrodiretriz de planejamento territorial, portanto, em toda iniciativa de uso e ocupação setorizada recomendam-se estudos detalhados e apoiados em ensaios tecnológicos.



ÍNDICE

Introdução 1

Projeto Curitiba 1
Considerações gerais 1
Área de estudo 1
Objetivo 1
Desenvolvimento do projeto 1
Atividades e produtos 1
Diretrizes metodológicas - questões consideradas e procedimentos adotados 2

Estudo geoambiental 2
Objetivo 2
Procedimentos metodológicos 2
Fotointerpretação 2
Levantamento de campo 3
Integração de dados 3
Curiosidades geológicas: prováveis idade e ambiências tectônicas responsáveis pela formação e deformação das rochas que sustentam os domínios geoambientais da região metropolitana de Curitiba 4

Domínios e subdomínios geoambientais 6
Domínio 1 6
Domínio 2 8
Subdomínio 3a 10
Subdomínio 3b 12
Domínio 4 14
Domínio 5 16
Domínio 6 18
Domínio 7 20
Domínio 8 22
Subdomínio 9a 24
Subdomínio 9b 26
Subdomínio 9c 28
Subdomínio 9d 30
Subdomínio 9e 32
Subdomínio 9f 34
Domínio 10 36
Domínio 11 38
Domínio 12 40
Subdomínio 13a 42
Subdomínio 13b 44
Subdomínio 13c 46

Bibliografia 48

Anexo: Carta geoambiental da região metropolitana de Curitiba: subsídios ao planejamento territorial, 1:150.000

INTRODUÇÃO

PROJETO CURITIBA

CONSIDERAÇÕES GERAIS

O Serviço Geológico do Brasil - CPRM atua, desde 1991, através do Programa Informações para Gestão Territorial - GATE, em projetos de estudo dos meios físico, antrópico e biótico para subsidiar ações governamentais e privadas na conciliação do desenvolvimento socioeconômico com o uso racional dos recursos naturais, em benefício do desenvolvimento sustentável, da preservação da natureza e da melhoria da qualidade de vida.

Esse programa desenvolve-se nas diversas unidades regionais da CPRM, através de projetos institucionais, projetos em parcerias e projetos empresariais. Face à abrangência de estudos que a temática comporta e às necessidades específicas regionais, é subdividido em cinco subprogramas: apoio ao desenvolvimento regional; apoio ao desenvolvimento de regiões metropolitanas; integração mineral em municípios da Amazônia; áreas especiais; projetos especiais.

É no subprograma de apoio ao desenvolvimento de regiões metropolitanas que se insere o PROJETO CURITIBA, executado pela Superintendência Regional de São Paulo.

ÁREA DE ESTUDO

Compreende parte da atual área da região metropolitana de Curitiba - RMC, situada na porção leste do estado do Paraná. Abrange uma superfície de 8.577km^2, constituída por 18 municípios: Curitiba, Araucária, São José dos Pinhais, Contenda, Balsa Nova, Mandirituba, Fazenda Rio Grande, Pinhais, Quatro Barras, Piraquara, Colombo, Campina Grande do Sul, Itaperuçu, Almirante Tamandaré, Campo Largo, Rio Branco do Sul, Bocaiúva do Sul e Tunas do Paraná.

Esta era a área da região metropolitana de Curitiba até 1996. A partir dessa data, foram incorporados à região os municípios de: Adrianópolis, Cerro Azul, Dr. Ulisses, Quitandinha e Tijucas do Sul e instituído o município de Campo Magro, desmembrado de Almirante Tamandaré, municípios estes não contemplados pelo presente projeto.

OBJETIVO

É o de gerar informações integradas sobre os meios físico e antrópico de forma a fornecer subsídios para auxiliar no planejamento territorial e na gestão ambiental da região.

DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Transcorreu no período de março/92 a março/98, em duas fases distintas de trabalho. A primeira fase, que compreendeu o período de 1992-94, realizou-se em parceria com o governo do estado do Paraná. Constou de levantamento de informações preexistentes e de desenvolvimento metodológico, com a escolha da Folha Curitiba (escala 1:100.000) para aplicação do método de análise lógica dos sistemas de drenagem e de relevo de M. GUY e J. P. RIVERAU adaptado e direcionado à caracterização do meio físico para fins de planejamento por A. THEODOROVICZ.

A segunda fase corresponde à extensão da metodologia para toda a área do projeto. Ocorreu no período de 1995-98, como projeto institucional da CPRM.

A execução do projeto como um todo envolveu várias atividades, que geraram diversos produtos, entregues à comunidade em épocas distintas, sob a forma de relatórios, cartas temáticas e fôlderes, conforme detalhado no quadro abaixo. Entre esses produtos encontra-se o presente documento: **Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba: subsídios ao planejamento teritorial.** Como atividade constante durante toda a execução do projeto, procedeu-se à sua ampla divulgação junto às prefeituras municipais, órgãos de planejamento e ambientais, universidades, ONGs e outras instituições que atuam na RMC, bem como em congressos, simpósios e encontros técnicos.

O projeto foi realizado com uma equipe técnica efetiva de três geólogos, assessorados por técnicos especializados em pedologia, geomorfologia e geotecnia.

ATIVIDADES E PRODUTOS

1ª FASE: 1992-1994

- Levantamento e cadastramento de informações preexistentes.

1992

- Traçado da rede de drenagem (8.577km^2) a partir de aerofotos 1:40.000 (CRUZEIRO DO SUL, 1976).
- Montagem de 25 cartas de drenagem na escala 1:40.000.
- Montagem da carta de drenagem da Folha Curitiba, escala 1:100.000.

1993

- Análise do sistema de relevo e de drenagem da Folha Curitiba (1:100.000), a partir de imagens de satélite e carta de drenagem.
- Execução de 7 cartas temáticas de fotoleitura, para a Folha Curitiba 1:100.000:
  - Carta de densidade de drenagem.
  - Carta de densidade de lineações em série.
  - Carta de densidade de lineações em feixe (tropia).
  - Carta de formas cársticas.
  - Carta de padrões de relevo.
  - Carta morfostrutural.
  - Carta de uso do solo.
- Trabalhos de campo.

1994

- Execução e editoração dos relatórios:
  - Áreas naturais sob proteção na região metropolitana de Curitiba.
  - Índice das informações cartográficas da região metropolitana de Curitiba.
  - Cartas de fotoleitura: subsídios à caracterização do meio físico para fins de planejamento territorial. Folha Curitiba - 1:100.000.
  - Informações básicas sobre o meio físico: subsídios para o planejamento territorial. Folha Curitiba - 1:100.000.

2ª FASE: 1995-1998

- Montagem de 8 cartas de drenagens na escala 1:100.000, a partir das cartas 1:40.000.

1995

- Execução do relatório: Procedimentos metodológicos para elaboração do índice das informações cartográficas da região metropolitana de Curitiba.
- Análise do sistema de relevo e de drenagem de toda a área do projeto.
- Execução de cartas de fotoleitura (zonas homólogas) na escala 1:100.000 de toda a área do projeto.
- Trabalhos de campo.

1996-1997

- Trabalhos de campo.
- Treinamento no trabalho e repasse metodológico, interno (unidades regionais) e externo (Cuba, Chile, Guatemala).
- Elaboração, editoração e divulgação dos fôlderes da série *Educação Ambiental* para os temas:
  - Rochas calcárias.
  - Rochas que sofreram terremotos.
  - Solos pretos.
  - Várzeas dos rios.
  - Alcalina de Tunas do Paraná.
  - Rochas que ocorrem nas pedreiras da Ópera de Arame e da Universidade Livre do Meio Ambiente.

1998

- Elaboração e editoração dos relatórios:
  - Atlas geoambiental da região metropolitana de Curitiba: subsídios ao planejamento territorial (com mapa, 1:150.000).
  - Atlas de uso e ocupação do solo da região metropolitana de Curitiba e problemas ambientais relacionados (com mapa, 1:150.000).

DIRETRIZES METODOLÓGICAS - QUESTÕES CONSIDERADAS E PROCEDIMENTOS ADOTADOS

A concepção do PROJETO CURITIBA, definição de suas metas, produtos, formas de apresentação e de divulgação de resultados, foi norteada por questões pragmáticas, tanto de âmbito interno como externo à Empresa, onde as principais necessidades e carências dos usuários foram levantadas através de consultas aos planejadores, administradores municipais e estaduais, gestores do meio ambiente e outros profissionais que, de uma forma ou de outra estão envolvidos com a temática do meio físico.

QUESTÕES CONSIDERADAS	PROCEDIMENTOS ADOTADOS
Sobre o papel da CPRM como Serviço Geológico do Brasil e como empresa pública: institucionalizar nas regiões metropolitanas do Brasil projetos de estudos básicos do meio físico para subsidiar macrodiretrizes de planejamento territorial.	concepção do projeto de abrangência regional, envolvendo toda a região metropolitana; execução de estudos que não são da competência da iniciativa privada; geração de informações básicas para atender usuários múltiplos e subsidiar macrodiretrizes das várias formas de uso e ocupação.
Sobre a limitação de recursos financeiros: projeto executado através de atividades de baixo custo operacional.	desenvolvimento e aplicação de uma sistemática de trabalho fundamentada na busca de informações por vias indiretas; na valorização da atividade de fotoleitura; na adoção de sistemática de trabalho onde os diversos atributos do meio físico são analisados simultaneamente por uma mesma equipe e os dados integrados em uma única carta temática.
Sobre a necessidade manifestada pelos usuários, principalmente administradores e planejadores: informações orientativas, preventivas e integradas que auxiliem nas ações de planejamento das várias formas de uso e ocupação.	produtos com conteúdo informativo voltado para auxiliar nas decisões sobre qual a melhor forma de uso e ocupação de um determinado tipo de terreno; informações direcionadas a subsidiar as várias formas de uso e ocupação, como urbanização, industrialização, agricultura, malhas viárias, infra-estrutura subterrânea, disposição de rejeitos, busca de recursos naturais, áreas de lazer e com vocação ecoturística; subsidiar ações de planejamento preventivo, recuperativo, preservacionista e restritivo de curto, médio e longo prazos.
Sobre o comportamento dos planejadores, administradores e da sociedade como um todo frente à questão meio físico e uso e ocupação: a sociedade ainda não está sensibilizada e/ou acostumada a considerar as características do meio físico no processo de uso e ocupação; nas equipes de planejamento territorial geralmente são poucos os profissionais ligados às ciências da Terra, por isso têm dificuldades de entender as informações em linguagem técnica, além de projetos onde os resultados são apresentados em várias cartas temáticas.	produtos com conteúdo informativo de fácil entendimento para usuários não-especializados e direcionados à sociedade como um todo; palestras, seminários e encontros técnicos para difusão de informações e educação ambiental; apresentação das informações em produto único, com linguagem de fácil entendimento para profissionais que não sejam da área de geociências, que integra as diversas variáveis dos meios físico e antrópico, importantes para projetos de gestão territorial.

ESTUDO GEOAMBIENTAL

OBJETIVO

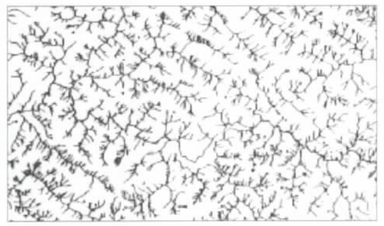
É o de fornecer aos administradores, planejadores e outros profissionais que atuam nas questões da organização territorial informações integradas sobre as principais características do meio físico e suas respostas frente às várias formas de uso e ocupação, suas potencialidades naturais (recursos minerais e hídricos) e vocação ecoturística.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Está baseado em três atividades: fotointerpretação, levantamento de campo e integração de dados esquematizadas a seguir.

FOTOINTERPRETAÇÃO

Baseou-se no método lógico de análise do sistema de relevo e drenagem (Guy; Rivereau; Soares); adaptado por A. Theodorovicz para fins de caracterização do meio físico para subsidiar o planejamento territorial.



Traçado dos alinhamentos de drenagem e relevo, diferenciando-os em lineações em série (falhas, fraturas) e em feixe (foliação metamórfica, bandamento composicional).

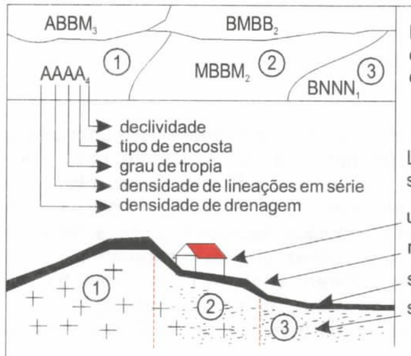
Compartimentação da área em zonas homólogas, fundamentada nos alinhamentos estruturais e nas variações de arranjos dos sistemas de relevo e drenagem.

Classificação das variações de arranjos dos sistemas de relevo e drenagem contidos em cada zona homólogas em: densidade de drenagem, densidade de lineações em série, tropia das lineações, tipos de encostas, declividade e outros atributos de interesse.

Equivalência das zonas homólogas; definição de unidades de fotoanálise; interpretação e previsão do significado e respostas frente ao uso e ocupação das variações de arranjos dos atributos analisados e utilizados na classificação e distinção das unidades; caracterização dessas informações em tabelas confeccionadas com o propósito de possibilitar a visualização do maior número de significados frente ao uso e ocupação.

Definição preliminar de unidades geoambientais; eleição destas como unidade básica de análise multitemática e simultânea dos atributos relevo, substrato rochoso, drenagem, solo e uso e ocupação atuais.

LEVANTAMENTO DE CAMPO



Fotoleitura: unidades geoambientais, ou zonas homólogas, diferenciadas e analisadas em função das variações de arranjos dos sistemas de relevo e drenagem.

Levantamento de campo: as unidades geoambientais são analisadas simultaneamente em termos do:

- uso atual e problemas ambientais relacionados;
- relevo e drenagem;
- solo e;
- substrato rochoso.

Figura mostrando como são individualizados e estudados em campo os diferentes tipos de terreno.

Equipe multidisciplinar estuda a mesma unidade de terreno (unidade geoambiental) definida previamente por fotoanálise; analisa de forma integrada e simultânea os atributos solo, relevo, drenagem, substrato rochoso, uso e ocupação atual e conclui sobre o potencial de risco geológico, adequabilidades, limitações, facilidades e dificuldades geotécnicas esperadas nos casos de urbanização, agricultura, impantação de malhas viárias, infra-estrutura subterrânea, disposição de rejeitos, potencial mineral metálico e não-metálico, vulnerabilidade dos aqüíferos e problemas ambientais relacionados ao uso e ocupação atuais.

Compartimentação da região em unidades de terrenos denominadas de domínios e subdomínios geoambientais, definidos através de três divisões hierárquicas, representados na carta através de um número, uma letra e um índice numérico (ex.: $9e_2$, $9e_3$, $9e_4$) da seguinte forma:

- compartimentação da área em domínios geoambientais que geralmente coincidem com as diferentes unidades geotectônicas, responsáveis pelas grandes diferenciações litostruturais e fisiográficas dos terrenos, numerados em ordem seqüencial para distinguir por ordem de idade do mais novo para o mais velho;
- divisão dos domínios geoambientais em subdomínios em função de seus principais grupamentos litológicos, ou comportamento estrutural, ou feição morfológica ou outra característica importante de ser considerada. Essa divisão é diferenciada através de acréscimo de uma letra minúscula ao número do domínio;
- quando da existência de outras particularidades importantes nos subdomínios, que permitam uma subdivisão destes, tais como modo de ocorrência das rochas, profundidade do lençol freático, características morfológicas, litológicas, estruturais etc., acrescenta-se um índice numérico à letra correspondente ao subdomínio.

INTEGRAÇÃO DE DADOS

Integração de dados e condensação de informações em documento único que se constitui no presente relatório, composto pela carta geoambiental na escala 1:150.000, apresentando a compartimentação da área estudada em domínios e subdomínios geoambientais e um texto-síntese, onde para cada compartimento são fornecidas informações sobre:

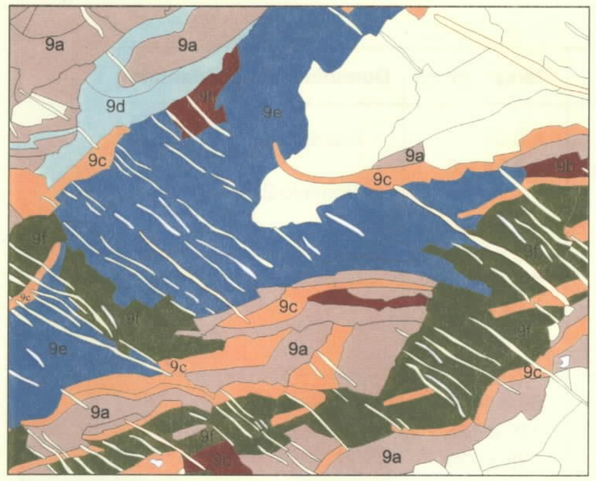
- elementos de definição e curiosidades sobre a evolução geológica dos diferentes tipos de terreno;
- síntese das principais características do relevo, solo, substrato rochoso e sistema hidrográfico;
- indicação do grau de fragilidade dos terrenos em função das suas adequabilidades, limitações, facilidades e dificuldades geotécnicas esperadas nos diferentes tipos de uso e ocupação;
- potencialidades naturais (recursos minerais e hídricos) e cuidados necessários para explotação e/ou para evitar impactos negativos;
- potencial de riscos geológicos naturais e induzidos;
- importância ambiental local e regional e potencial ecoturístico-científico;
- problemas ambientais relacionados ao uso e ocupação e recomendações para minimizar impactos negativos.

Domínios geoambientais

3 - Rochas magmáticas relacionadas ao vulcanismo mesozóico.

9 - Seqüência metavulcanossedimentar correlacionada ao Grupo Açungui.

13 - Rochas granito-gnáissicas-migmatíticas correlacionadas ao embasamento cristalino.



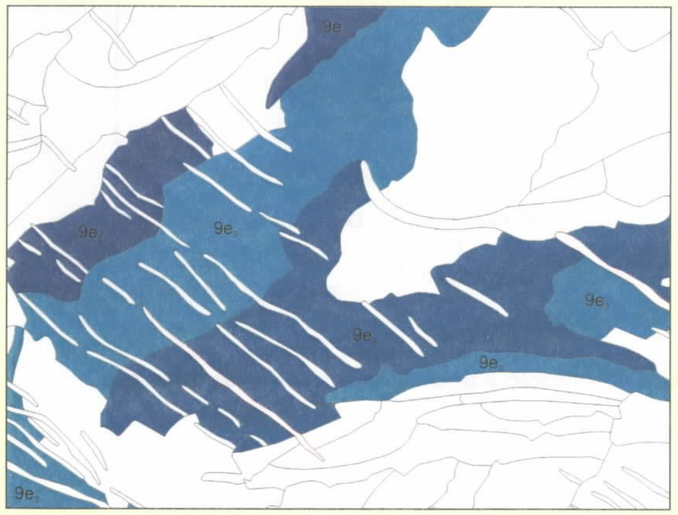
Subdomínios geoambientais

9a - Predomínio de rochas de composição sílitico-argilosa com textura filítica ou xistosa.

9b - Seqüência sílitico-argilosa com muita participação de metabásicas, xistificadas ou não.

9c - Predomínio de rochas de composição arenosa, por vezes associadas com termos pelíticos.

9e - Predominância de rochas calcárias dolomíticas, por vezes associadas com termos arenosos e pelíticos.



Particularidades do subdomínio 9e

$9e_2$ - Terrenos onde as rochas estão afetadas por zonas de cisalhamento, portanto com muitas descontinuidades estruturais (falhas, fraturas).

$9e_3$ - Setores onde as rochas estão mais preservadas do intemperismo, com muitos afloramentos de rochas frescas.

$9e_4$ - Setores onde os metadolomitos são silicosos e/ou estão associados com quartzitos e metarenitos.

CURIOSIDADES GEOLÓGICAS: PROVÁVEIS IDADE E AMBIÊNCIAS TECTÔNICAS RESPONSÁVEIS PELA FORMAÇÃO E DEFORMAÇÃO DAS ROCHAS QUE SUSTENTAM OS DOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA

Sem dúvida nenhuma pode-se afirmar que em termos geológicos, pedológicos e fisiográficos a região metropolitana de Curitiba é uma das mais diversificadas e belas do Brasil.

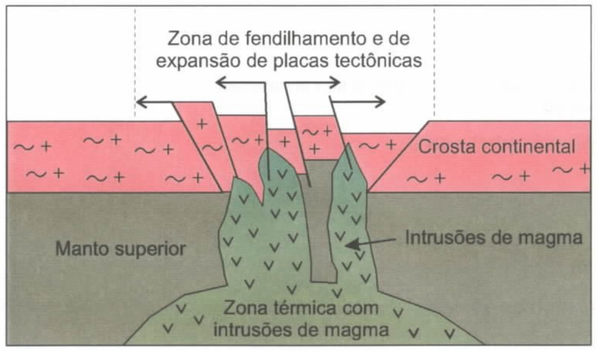
Isso deve-se à superposição de vários eventos geotectônicos que aconteceram e estão acontecendo muito provavelmente desde a era arqueozóica até os tempos atuais. A cada evento e em momentos distintos, diferentes ambientes de formação, geração e deformação de rochas aconteceram. Isso se reflete na imensa variedade de tipos de terrenos hoje verificada na região e que neste trabalho foram distinguidos como domínios e subdomínios geoambientais, cada qual com respostas próprias e diferenciadas frente ao uso e ocupação.

Na tabela e nas ilustrações que se seguem, pode-se ter uma idéia sobre a idade e os tipos de ambientes geotectônicos mais prováveis onde teriam se formado e se deformado as rochas que sustentam os diferentes domínios geoambientais individualizados na carta anexa a este texto. A interpretação sobre a ambiência geotectônica fundamenta-se exclusivamente em evidências de campo. Outros modelos existem, porém, julgamos que os aqui apresentados são mais compatíveis com o que se observa em campo.

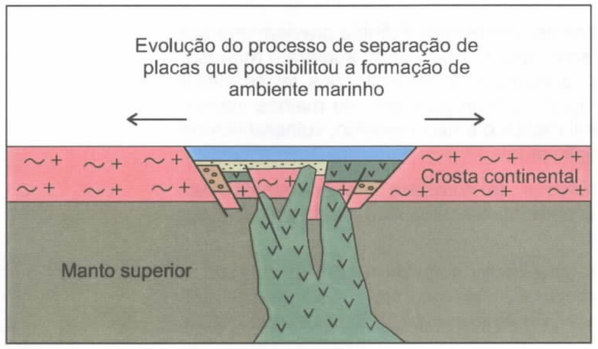
Eras	Períodos	Épocas	Tempo (m.a.)	Domínios Geoambientais
Cenozóica	Quaternário	Holoceno	< 0.01	Domínio 1
		Pleistoceno	0.01 a 1.6	Domínio 2
	Terciário	Plioceno	1.6 a 5.3	
		Mioceno	5.3 a 25	
		Oligoceno	25 a 35	
		Eoceno	35 a 55	
		Paleoceno	55 a 65	
Mesozóica	Cretáceo		65 a 140	Domínio 3
	Jurássico		140 a 195	
	Triássico		195 a 230	
Paleozóica	Permiano		230 a 280	
	Carbonífero		280 a 350	
	Devoniano		350 a 400	
	Siluriano		400 a 440	Domínio 4
	Ordoviciano		440 a 500	
	Cambriano		500 a 570	Domínios 5, 6 e 7
Proterozóica	Superior		570 a 1000	Domínios 8, 9 e 10
	Médio		1000 a 2000	
	Inferior		2000 a 2600	Domínios 11, 12 e 13
Arqueozóica			> 2600	

Tabela mostrando a mais provável idade de formação e deformação dos diferentes domínios geoambientais.

ENTRE O ARQUEOZÓICO E O PROTEROZÓICO INFERIOR

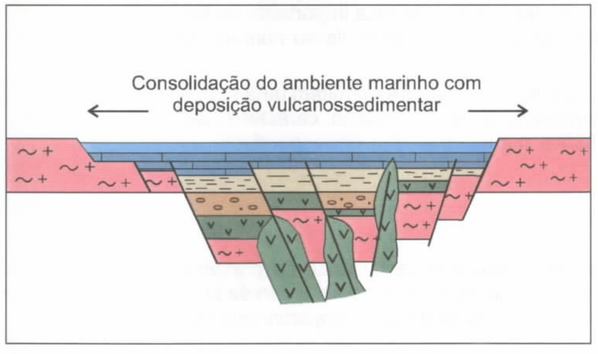


Situação 1 - No Arqueozóico provavelmente existia uma crosta continental única e de natureza possivelmente granitóide. Processos tectônicos teriam causado sua fragmentação e desencadearam um processo de afastamento de placas e de subida de magmas de composição básico-ultrabásica, material de origem de parte das rochas gnáissico-migmatíticas que sustentam os terrenos diferenciados na carta geoambiental como Domínio 13. São as rochas mais antigas da região e, por isso, são consideradas como pertencentes ao Embasamento Cristalino.

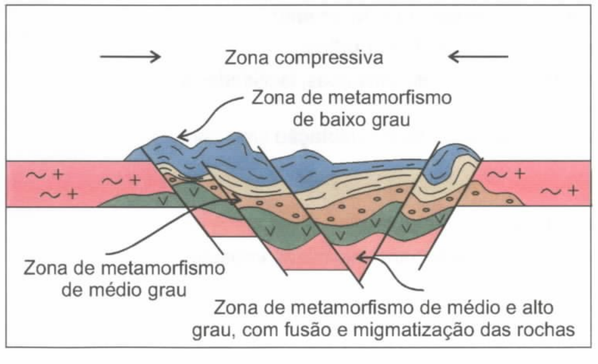


Situação 2 - Com a continuidade do processo de afastamento de placas, entre elas, formaram-se fossas tectônicas que, com a evolução do processo distensivo, se consolidaram como ambientes tipicamente marinho-vulcanogênicos. Nesse momento tectônico, possivelmente se depositaram as seqüências vulcanossedimentares que sustentam os terrenos diferenciados como Domínio 12 e também teriam ocorrido as intrusões granitóides que sustentam os terrenos individualizados como Domínio 11.

ENTRE O PROTEROZÓICO MÉDIO E O SUPERIOR

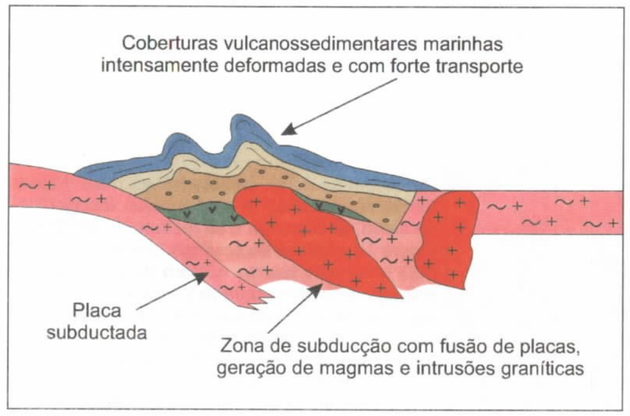


Situação 3 - Com a evolução do processo distensivo, começaram a se individualizar blocos continentais e entre eles ambientes tipicamente marinho se consolidaram e foram preenchidos por seqüências vulcanossedimentares, como as que sustentam os terrenos diferenciados como Domínio 9. Provavelmente, nesta época, também teriam ocorrido as intrusões graníticas dos terrenos distinguidos como Domínio 10.

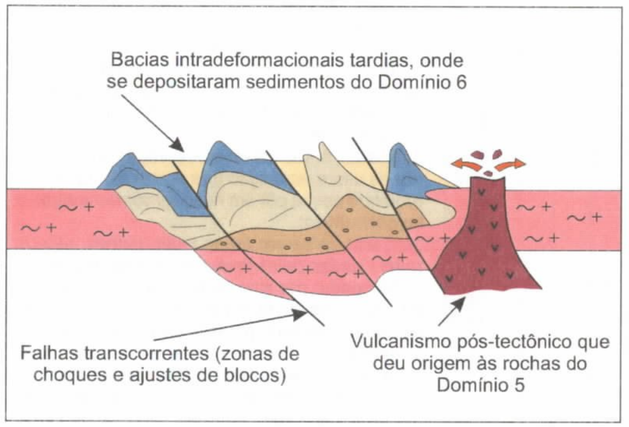


Situação 4 - Interrupção do processo distensivo e inversão para uma tectônica compressiva. Início do fechamento do ambiente marinho, causando deformação e metamorfismo de baixo a médio grau das supracrustais vulcanossedimentares do Domínio 9, fusão e migmatização das rochas da infra-estrutura (embasamento cristalino) e intrusões de material granitóide tarditectônicos que sustentam os terrenos do Domínio 8.

ENTRE O PROTEROZÓICO SUPERIOR E O CAMBRIANO

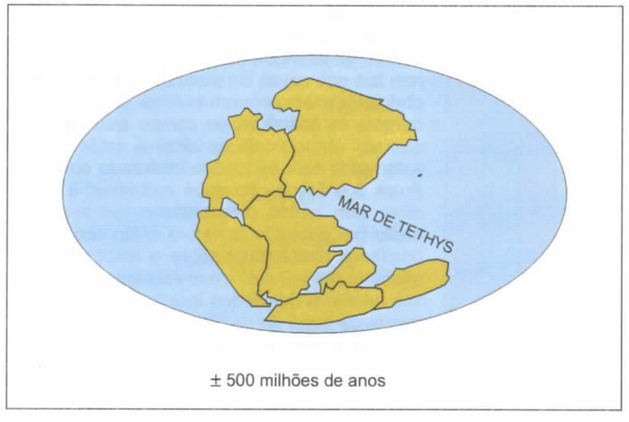


Situação 5 - Evolução do processo compressivo e início de subducção e fusão de placas, intensa deformação das rochas nas zonas de concentração de esforços, formação de cadeias montanhosas, cerramento e extinção do ambiente marinho e intrusões de magmas tardios que teriam dado origem às rochas granitóides do Domínio 7.



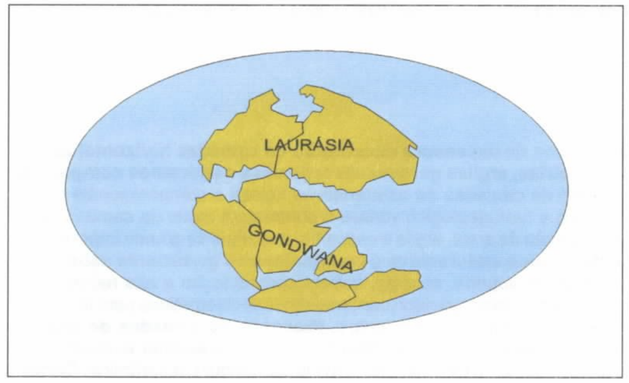
Situação 6 - Consolidação do processo compressivo, com intenso transporte e imbricamento tectônico das seqüências rochosas, culminando com choques e ajustes de blocos que hoje se configuram como zonas de cisalhamento transcorrentes. Nesse momento tectônico também teriam se formado, entre blocos altos e baixos, fossas tectônicas onde se depositaram seqüências sedimentares tarditectônicas, como as do Domínio 6. Manifestações vulcânicas, tardias e/ou simultâneas a esse momento tectônico teriam dado origem às rochas vulcanossedimentares do Domínio 5.

FINAL DO CAMBRIANO



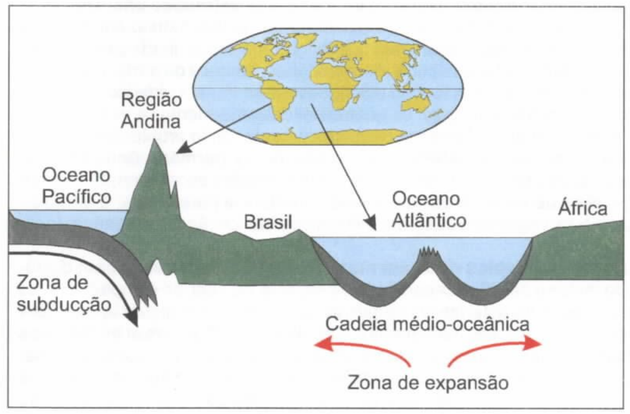
Situação 7 - Com o término desse evento tectônico, várias placas se agregaram formando um megapaleocontinente, que teria assim permanecido até o Paleozóico Médio, quando se iniciou um novo processo de fragmentação e separação de continentes. Nessa época, provavelmente devido a abatimentos e soerguimentos de blocos, teria se dado início à formação de uma imensa área baixa, que hoje é reportada como terrenos pertencentes à Bacia do Paraná. Foi nessa época e tipo de ambiente que se depositaram os sedimentos que sustentam os terrenos diferenciados neste trabalho como Dominio 4.

ENTRE O PALEOZÓICO E O CENOZÓICO



Situação 8 - Com a fragmentação do paleocontinente, há mais ou menos 180 milhões de anos, duas grandes massas continentais começaram a se individualizar: a Laurásia, no hemisfério Norte e o Gondwana, no hemisfério Sul.

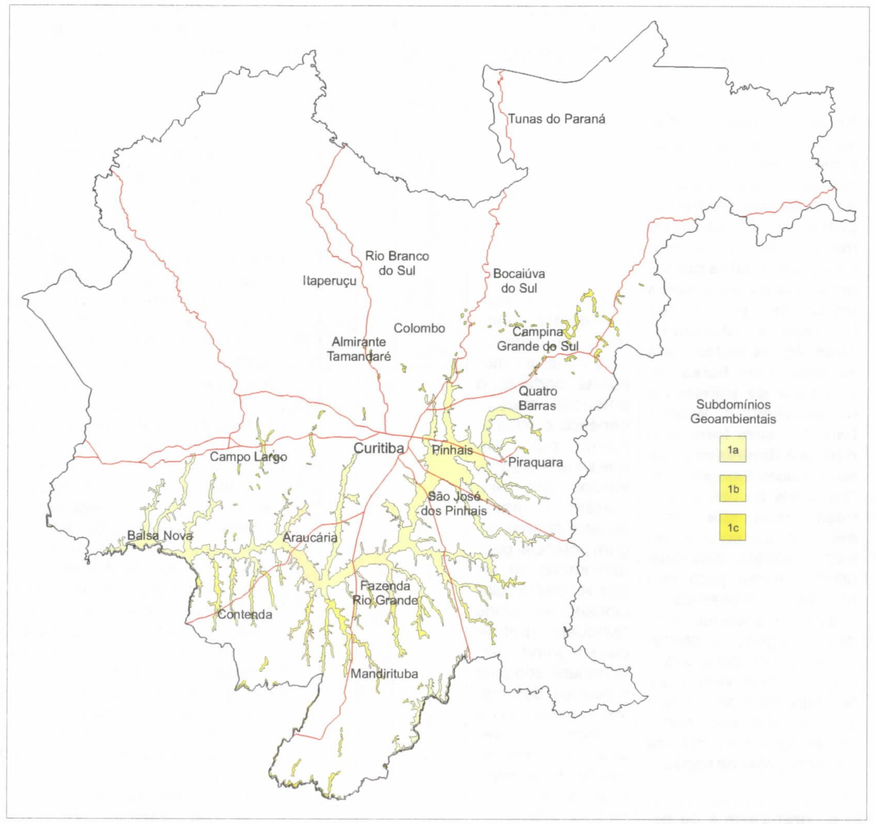
Situação 9 - No final do Jurássico, ou seja, há 135 milhões de anos, o Gondwana foi fragmentado e um processo distensivo o subdividiu em vários blocos continentais que hoje são representados pela América do Sul, África, Antártida, Madagascar, Austrália e Índia.



Situação 10 - Como resultado dessa separação de continentes surgiu o oceano Atlântico, que se originou em função de um mecanismo, que, a partir da cadeia médio-oceânica, empurra em sentidos opostos os continentes sul-americano e africano. Em função desse processo, o continente sul-americano passou e está passando por vários ambientes geológicos de geração e deformação de rochas e formação de cadeias montanhosas. Uma das conseqüências atuais do mecanismo de separação dos continentes são os terremotos e os vulcões que hoje acontecem na região andina. O território brasileiro, que hoje apresenta relativa estabilidade tectônica, até chegar a sua atual configuração, também já passou por grandes perturbações tectônicas e intensa atividade vulcânica relacionadas a esse processo. O reflexo disso se faz presente na região metropolitana de Curitiba através dos terrenos diferenciados como Domínios 1 ,2 e 3. Os terrenos do Domínio 3 são resultantes de um imenso magmatismo básico de caráter fissural que aconteceu entre 230 a 140 milhões de anos e que também foi responsável pelos derrames basálticos, como os do norte do Paraná. Os terrenos do Domínio 2, relacionados à bacia de Curitiba, originaram-se a partir de soerguimentos e abatimentos de blocos acontecidos na zona continental em tempos mais recentes. Por fim, têm-se as várzeas dos rios diferenciadas como Domínio 1, as quais, muitas delas, também estão associadas a rios encaixados em zonas de falhas surgidas em tempos mais recentes ainda.

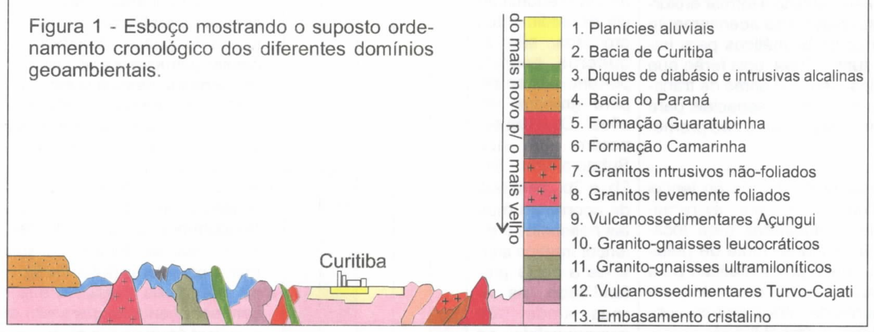
DOMÍNIOS E SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL		SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS		POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
					ALTA	MÉDIA		BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 1 Como Domínio 1 foram diferenciados os terrenos que correspondem às planícies aluviais, ou seja, as várzeas dos rios. São terrenos que ainda encontram-se em processo de formação, pois estão recebendo e depositando detritos que são erodidos e transportados pelos rios e pelas enxurradas das partes altas (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO** - **Pacote com 2 a 4 metros de espessura constituído de camadas horizontalizadas de areias de diversas composições e granulometrias, argilas geralmente orgânicas e cascalhos compostos de seixos de diversos tamanhos:** empilhamento de camadas de caraterísticas físicas e composicionais muito diferentes, por isso os comportamentos geotécnico e hidrogeológico variam e contrastam muito de camada para camada. Terrenos altamente favoráveis para exploração de areia, argila e cascalho, materiais de grande importância para a construção civil e outros usos. **Sedimentos pouco endurecidos e compactados e geralmente saturados em água**: sedimentos moles, de baixa capacidade de suporte, ou seja, sofrem compactação e alta redução de volume quando submetidos a cargas elevadas, o que os tornam geotecnicamente muito problemáticos para executar edificações, pois estas ficarão sujeitas a sofrer trincamentos e abatimentos. **Presença de camadas de argilas muito plásticas e aderentes:** problemáticas para serem escavadas devido ao emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos, porém podem apresentar características favoráveis para indústria cerâmica. **Camadas de cascalho compostas de seixos de quartzo, blocos e até matacões de quartzitos e outras rochas duras:** terrenos problemáticos para cravar estacas e executar perfurações rotativas, pois as sondas podem encontrar dificuldades para transpor as camadas de cascalho. **Existência de camadas de areia e cascalho muito próximas da superfície:** sedimentos de alta permeabilidade e de alta capacidade de armazenamento d'água, por isso as várzeas são excelentes aqüíferos do tipo superficial livre, portanto, de alto potencial para explorar água através de poços rasos, porém extremamente vulneráveis à poluição, características que as tornam muito negativas para locação de qualquer tipo de fonte potencialmente poluidora. **RELEVO - Áreas baixas de relevo muito plano e com declividades entre 0 e 5%:** características topográficas desfavoráveis à dispersão e à depuração de poluentes; drenabilidade precária, por isso sujeitas a empoçamento d'água da chuva e muito problemáticas para implantar redes de esgotos devido à possibilidade de ocorrerem entupimentos freqüentes e, conseqüentemente, formação de mau cheiro; nelas não se deve fazer o adensamento de malhas viárias, pois terão que ser feitas sobre aterros muito altos, o que, conseqüentemente, diminuirá ainda mais a drenabilidade e favorecerá o represamento das águas das chuvas, causando enchentes de longa duração (fotos 2 e 6); além disso, são obras muito onerosas, pois ter-se-á que buscar grande volume de material de empréstimo a longas distâncias. **Terrenos baixos, de umidade sempre muito alta, de baixa circulação de ventos, muito quentes no verão e muito frios no inverno (sofrem geadas muito fortes):** ambiente favorável à proliferação de insetos, fungos e bactérias e desfavorável à dispersão de poluentes atmosféricos. Características negativas para urbanização e para agricultura, devido à alta insalubridade e à necessidade de se ter que aplicar muito defensivo agrícola e de se ter que fazer muitas obras de drenabilidade para aumentar o escoamento superficial e para diminuir a umidade do solo. **Muitos setores com águas paradas e/ou muito lentas:** baixa oxigenação; poluentes demoram muito para serem depurados e permanecem armazenados por períodos muito longos. **As várzeas existem para receber o excesso d'água dos rios durante a época de concentração de chuvas:** por isso estão sujeitas a sofrerem inundações freqüentes, o que as tornam extremamente inadequadas para todo tipo de urbanização. **Áreas de descarga e de regarga de aqüíferos (figura 3), com muitas nascentes d'água, lençol freático aflorante e/ou situado muito próximo da superfície**: áreas muito importantes para o equilíbrio do regime hídrico superficial e subterrâneo; são aqüíferos livres e por isso extremamente vulneráveis à poluição, portanto, inadequadas para locação de fontes potencialmente poluidoras como lixões, aterros sanitários, cemitérios, tanques de armazenamento de combustíveis, fossas e lançamento de esgotos *in natura*. Em função disso, devem-se tomar cuidados especiais com o transporte e armazenamento de substâncias poluidoras, pois, se ocorrerem derrama-mentos e vazamentos, os poluentes entram em contato direto com o lençol freático. Terrenos geotecnicamente muito problemáticos para executar escavações devido ao seu alagamento imediato. **Existência de muitas áreas permanentemente alagadas e recobertas por vegetação conhecida como taboa:** constituem-se em importantes ecossistemas onde vivem muitos animais depredadores de insetos, além de serem áreas de grande importância para regular a umidade do ar, para reter e depurar poluentes e fonte de taboa, vegetação bastante utilizada na fabricação de artezanato (cestos, balaios etc.). **SOLOS - Áreas constituídas de solos hidromórficos, solos ricos em matéria orgânica, por vezes com depósitos de turfa:** solos saturados em água, muito moles e de baixa capacidade de suporte, ou seja, se compactam e se reduzem muito de volume quando submetidos a carga, características negativas para executar qualquer tipo de obra da construção civil, pois as construções ficarão sujeitas a sofrer trincamentos e abatimentos. **Por serem muito ricos em matéria orgânica podem liberar gás metano:** gás altamente inflamável, que pode entrar em combustão natural, de alta mobilidade e muito prejudicial à saúde, características que indicam que não se deve aterrar e construir sobre esses solos, pois pode acontecer infiltração e acumulação de gás nas tubulações das construções, que ficarão sujeitas a incêndios e até explosões violentas. **Solos mal drenados e saturados em água:** características negativas para a agricultura devido à oxigenação precária, à possibilidade de ocorrerem alagamentos e à necessidade de se ter que executarem obras caras para melhorar a drenabilidade. **Solos muito ácidos:** no aproveitamento agrícola necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico. **São muito corrosivos:** característica que, aliada à umidade muito alta, indica que materiais neles enterrados sofrem danificação muito rápida, portanto, devem-se tomar cuidados especiais com os materiais de obras destinadas ao armazenamento e à circulação de substâncias poluidoras, como tanques de combustível e gasodutos.	1a	**Corresponde às porções onde as planícies aluviais são muito amplas, com declividades entre 0 e 3%, com drenabilidade muito deficiente e com grandes superfícies permanentemente encharcadas e sujeitas a sofrerem enchenes freqüentes e de longa duração (foto 1).**	As várzeas dos rios são áreas de altíssimo potencial para exploração de areia, cascalho, turfa e argilas de diversos tipos e aplicações. Quanto ao potencial hídrico, devido à configuração topográfica de áreas de descarga de aqüíferos, encontra-se água aflorante e/ou a profundidades muito baixas e em abundância, caracterizando-se como aqüíferos superficiais livres de fácil exploração, porém extremamente vulneráveis à contaminação.						Destacam-se como características mais importantes das várzeas: a configuração topográfica de áreas de descarga e de recarga de aqüíferos (figura 3); o fato de serem importantes ecossistemas onde vive grande número de espécies de animais, inclusive predadores de insetos como sapos e rãs; o fato de serem áreas úmidas e por isso muito importantes para o controle do regime hídrico superficial e subterrâneo e para regular a umidade do ar; a vegetação que nelas existem e que é muito importante para reter detritos e depurar poluentes, impedindo-os de chegarem até o leito dos rios; o fato de elas existirem para receber o excesso das águas das chuvas e a existência de muitos recursos minerais de extrema importância para a construção civil. Em função destas e de outras características do meio físico e considerando que são áreas protegidas por lei (Código Florestal, Lei 4771/65) recomenda-se: • que essas áreas sejam preservadas de toda forma de uso e ocupação que envolva edificações e/ou que possa pôr em risco de contaminação o lençol freático; • pelo fato de serem áreas muito planas, são as mais visadas pelas invasões de populações de baixa renda; por isso, antes que sejam ocupadas de forma inadequada, as várzeas próximas às zonas com forte pressão de urbanização deveriam ser de imediato transformadas em parques de lazer e/ou destinadas a outros tipos de usos compatíveis com a sua fragilidade ambiental; se ficarem abandonadas, certamente serão invadidas; • antes de qualquer iniciativa de uso, deve-se dar prioridade à exploração dos recursos minerais; é preciso considerar que eles não ocorrem onde se deseja, e muitas vezes, a ocupação das várzeas inviabiliza grandes depósitos minerais de grande utilidade para a construção civil; • os mineradores que explotam argila e areia nas várzeas devem ser orientados para não derramarem substâncias poluentes, para não jogarem lixo nas cavas de mineração e devem ser obrigados a recuperarem as áreas degradadas; • durante os trabalhos de campo constatou-se que em vários locais as várzeas estão sendo soterradas com escombro misturado com lixo (fotos 3 e 4) para construir moradias; a mata ciliar vem sendo progressivamente retirada; muito lixo e esgoto *in natura* estão sendo depositados diretamente sobre o lençol freático aflorante (fotos 7 e 8) e que existem muitas fossas negras e cemitérios locados praticamente dentro da água (fotos 10 e 11), são problemas que devem receber atenção especial por parte dos administradores e dos órgãos ambientais.
		1b	**Corresponde às planícies menos amplas, com declividades entre 2 e 5% e de drenabilidade um pouco melhor, por isso menos sujeitas a sofrerem enchentes freqüentes e de longa duração.**							
		1c	**Corresponde às planícies estreitas, confinadas entre relevo movimentado, com declividades entre 3 e 5%, drenabilidade razoável e por isso com menor potencial para ocorrência de enchentes de longa duração.**							



Área de definição do Domínio 1

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



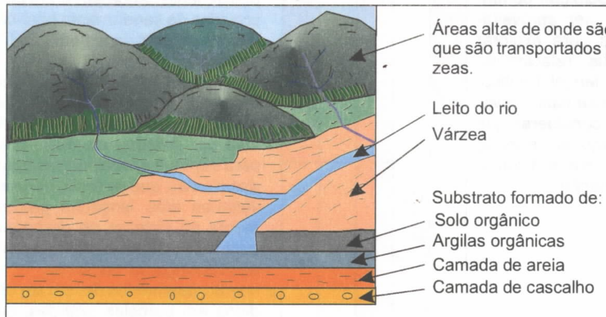


Figura 2 - Esboço mostrando a configuração morfológica das várzeas. São áreas que estão recebendo detritos do atual ciclo de erosão, por isso são terrenos que ainda estão em processo de formação.

Foto 1

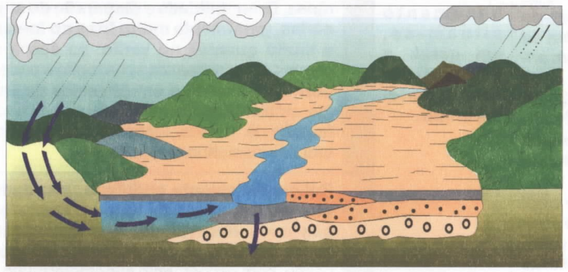
Foto 2

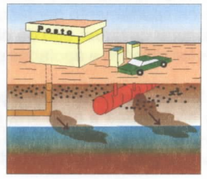
Foto 4 - Várzea do rio Palmital, próximo à BR-116, sendo atulhada com escombro misturado com lixo. Este é um procedimento muito comum em toda a região. Certamente está causando a contaminação direta do lençol freático e interferindo negativamente no regime hídrico superficial e subterrâneo.

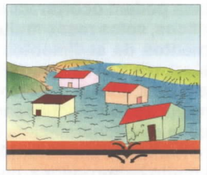
Foto 3

Enchentes da planície do rio Iguaçu, causadas pelo extravasamento do nível do rio (foto 1) e também pelo represamento feito pelos aterros da malha viária (foto 2), prática que faz com que as áreas fiquem alagadas por períodos muito longos. Embora as enchentes sejam freqüentes na região, as várzeas continuam sendo soterradas e ocupadas por novos loteamentos (foto3), inclusive para uso industrial.

Foto 5 - Várzea do rio Iguaçu, com urbanização junto às cavas de mineração com lençol freático aflorante e exposto à poluição. Área sujeita a enchentes freqüentes e muito insalubre.







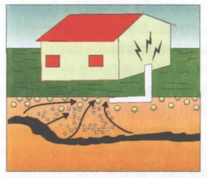


Figura 3 - As várzeas são áreas de descarga e de recarga de aqüíferos e existem para receber as enchentes dos rios. Nelas existem muitas nascentes, encontra-se água a baixa profundidade e são constituídas de solos e sedimentos muito moles e ricos em matéria orgânica. Em função dessas características são áreas muito frágeis para urbanização e para implantação de qualquer fonte potencialmente poluidora, pois são sujeitas a enchentes freqüentes, o lençol freático é muito vulnerável à contaminação e a matéria orgânica pode liberar gás metano e entrar em combustão natural.

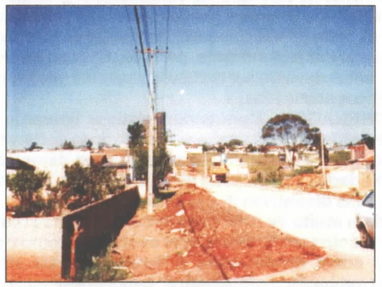


Foto 6 - Urbanização da várzea do rio Iguaçu em São José dos Pinhais, com malhas viárias feitas sobre aterros mais elevados que as moradias. Esta é uma prática muito negativa, pois contribui para o aumento do tempo de permanência das enchentes.

Foto 7 - Rio Barigui a jusante da Cidade Industrial, totalmente poluído por esgoto industrial e doméstico lançado *in natura* e por muito lixo. Destaca-se que análises de sedimentos dos rios da região acusaram níveis de contaminação preocupantes com elementos metálicos, inclusive chumbo e mercúrio.

Foto 8

Foto 9

Foto 10

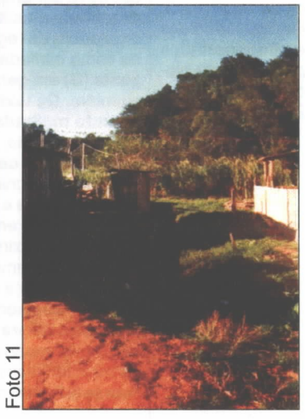
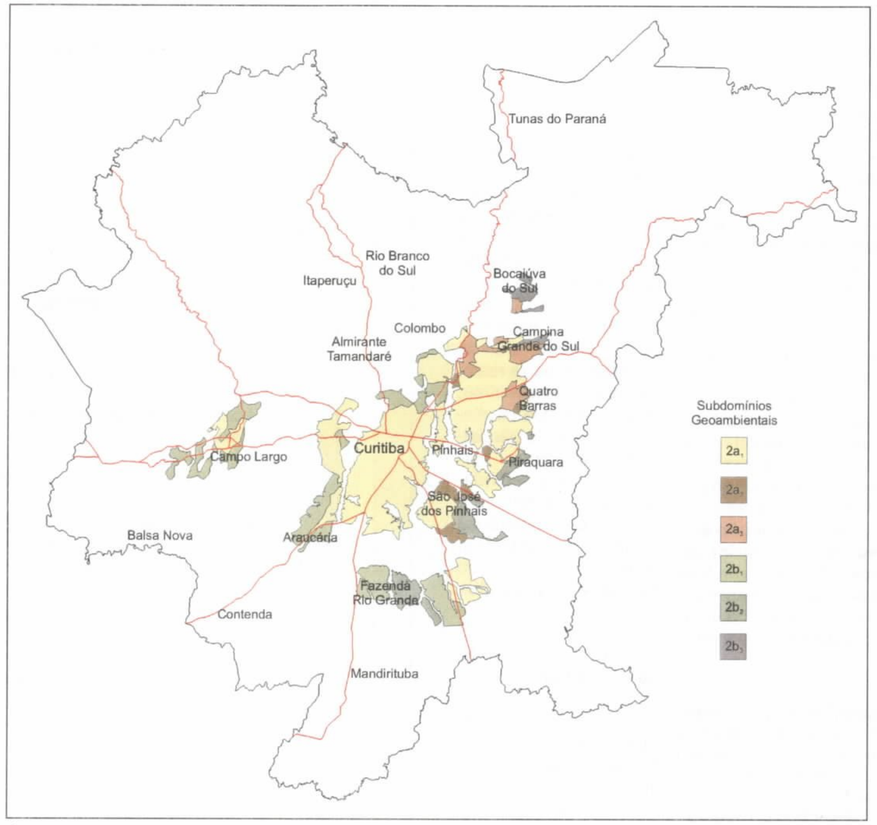


Foto 11

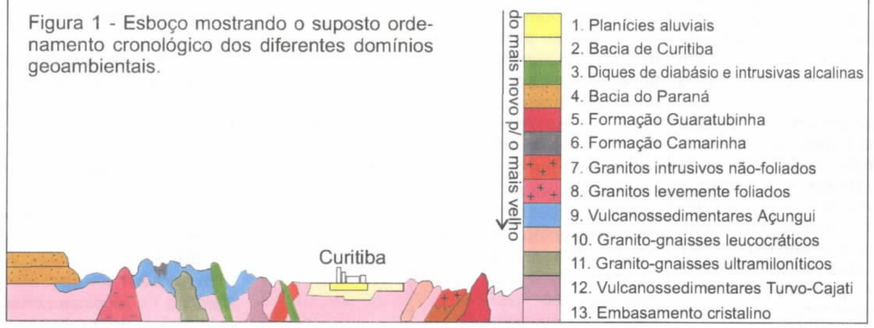
Outros exemplos de problemas relacionados ao uso e ocupação inadequados das várzeas: esgoto doméstico lançado em vala com lençol freático aflorante tornando a área insalubre devido ao mau cheiro, proliferação de organismos transmissores de doenças, além da contaminação do lençol freático (foto 8); cava de mineração abandonada sem recuperação e com exposição do nível freático à poluição (foto 9); sanitário locado junto ao poço contaminando o lençol freático (foto 10); sanitário locado diretamente sobre o leito de um afluente do rio Passaúna, nas proximidades da represa, no Jardim Boa Vista (foto 11).

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL		SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS					ALTA		MÉDIA	BAIXA		
							urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 2 Corresponde aos terrenos sustentados pelos sedimentos quaternários correlacionados à Formação Guabirotuba da bacia de Curitiba. Admite-se que a origem dessa bacia esteja relacionada ao mecanismo de expansão do assoalho oceânico, que separou e ainda está separando os continentes sul-americano e africano. Como conseqüência desse mecanismo ocorreram nos continentes falhamentos que deslocaram blocos tanto lateral como verticalmente, possibilitando que entre eles se formassem depressões tectônicas como a da bacia de Curitiba, que em seguida foi preenchida por sedimentos erodidos e transportados pelos rios dos blocos altos (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Constituído de camadas horizontalizadas compostas principalmente de sedimentos argilosos:** predominância de sedimentos mais plástico do que rúptil, pouco fraturados e percolativos. **Armazenam água mas não a liberam para circulação:** baixa transmissividade; aqüíferos pobres. **Com intercalações subordinadas e irregulares de arenitos feldspáticos de granulação média a grossa e de conglomerados mal selecionados, constituídos de seixos de quartzo, blocos e até matacões de rochas duras confinados entre camadas argilosas:** camadas porosas, permeáveis, com alta capacidade de armazenamento d'água e problemáticas para executar perfurações rotativas e para sustentar fundações (os blocos podem se movimentar); possibilidades localizadas para existência de aqüíferos do tipo confinado, porém de baixo potencial exploratório. **Presença de camadas de argilas moles, saturadas em água, por vezes ricas em matéria orgânica e muito plásticas:** possibilidade de ocorrer corrida de lama em escavações e desestabilizações de fundações, trincamentos e subsidências de construções e de pavimentos viários, em função da compactação posterior e da diferença muito grande do comportamento mecânico entre camadas argilosas e arenosas. **Existência de camadas de argilas rijas, muito duras e aderentes quando molhadas:** características negativas para executar escavações e perfurações rotativas (foto 4). **Presença de sedimentos compostos de argilominerais expansivos (argilas de alta atividade que sofrem os fenômenos da expansividade e da contração):** por isso se fendilham muito e se de-sagregam com facilidade quando expostos ao umedecimento e ressecamento periódicos; geotecnicamente muito problemáticos pois são colapsíveis, muito erosivos e instáveis quando expostos na superfície (fotos 1 e 2); características que indicam que não se deve utilizá-los como material de empréstimo e para fabricação de cerâmica, e que recomendam cuidados especiais no sentido de não decapear excessivamente os solos superficiais e,no caso de se executar qualquer tipo de obra que envolva sua exposição na superfície, paralelamente deverão ser exe-cutadas obras contra erosão. **Empilhamento de camadas de composição, granulometria e grau de compactação muito diferentes:** comportamentos geotécnico e hidrogeológico muito contrastantes e variados de local para local, tanto lateral como verticalmente; difícil prever o comportamento geotécnico do substrato rochoso em profundidade, por isso, no caso de se executar qualquer tipo de obra de grande porte, antes deverão ser realizados estudos geotéc-nicos localizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **RELEVO E DRENAGEM - Com características bastante variadas, desde terrenos planos com baixa densidade de drenagem até terrenos fortemente ondulados e com alta densidade de drenagem. Por serem essas variações características importantes na definição das adequabilidades e limitações desses terrenos ao uso e ocupação, foram utilizadas como particularidas distintivas dos subdomínios.** **SOLOS - Variam muito de local para local. Em curtas distâncias podem ocorrer variações que vão desde solos profundos e bem evoluídos como podzólicos, solos rasos muito pouco evoluídos como cambissolos e litossolos e até afloramentos de sedimentos praticamente sem evolução pedogenética:** pedogênese muito variável, por isso as características agrícolas, geotécnicas e hidrogeológicas variam muito de local para local; difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola em grandes e contínuas parcelas. **Como características comuns destacam-se: a ocorrência quase que generali-zada de solos que chamam a atenção por apresentarem quase sempre o horizonte supe-rior (A) bastante espesso, de cor preta e/ou cinza-escura (foto 6), textura muito hete-rogênea, com mistura da fração argila com grãos grosseiros e até pequenos seixos de quartzo (mal selecionada), geralmente bastante friável quando seca e bastante porosa:** baixa resistência à penetração; fácil escavabilidade. **A cor escura indica que deve ser rica em matéria orgânica, por isso deve ser muito ácida e corrosiva:** necessita de aplicação de muito calcário dolomítico para reduzir a acidez; materiais nela enterrados sofrem danificações muito rápidas. **Deve ter baixa capacidade de suporte:** sofre compactação e alta redução de volume quando submetida a cargas; construções feitas diretamente sobre ela ficarão sujeitas a sofrer trincamentos e pequenos abatimentos. **Deve ter alta capacidade de troca catiônica:** conse-qüentemente deve ter alta capacidade de retenção, por isso deve responder bem à adubação e ter boa capacidade depuradora, portanto é muito importante para proteger o lençol freático da contaminação. **É bastante lixiviada:** deve ser empobrecida em nutrientes; necessita de aplica-ção de muito adubo. **É bastante percolativa:** muito importante para absorver e armazenar as águas das chuvas e como camada reguladora do regime hídrico superficial e subterrâneo. **De baixa erodibilidade natural:** funciona como camada protetora dos horizontes inferiores, que são muito instáveis e erosivos. **Horizonte (B) em geral de cor vermelha muito intensa:** deve ser laterizado; enriquecido em ferro e alumínio. **De textura argilosa, muito endurecida quando seca e muito aderente e plástica quando molhada:** difíceis de serem trabalhados quando molhados. **Quase sempre evidencia alta cerosidade, proeminentes fendas de resseca-mento e muitos desmoronamentos observados nos cortes das estradas:** deve conter ar-gilominerais expansivos (argilas de alta atividade); geotecnicamente muito instável quando exposto em taludes de corte. **De permeabilidade muito baixa e muito diferenciada em relação à da camada superior:** na época chuvosa pode acontecer o encharcamento excessivo da ca-mada superficial e formar lençol freático temporário muito próximo da superfície (foto 7). Como conseqüência aumenta a fragilidade do lençol freático à contaminação e ocorre o apodrecimento de raízes e plantas (talvez por isso a camada superior seja rica em matéria orgânica). **O hori-zonte inferior (C) são solos residuais individualizados dos horizontes superiores por li-nhas de seixos, geralmente são pouco evoluídos e quase sempre exibem colorações mosqueadas (popularmente conhecido como pissara):** mal drenados; de permeabilidade muito baixa; diferença muito grande de permeabilidade e de características físicas em relação aos horizontes superiores, por isso desestabilizam-se e erodem com facilidade quando expostos na superfície.	**2a** **Corresponde aos terrenos onde as coberturas da bacia de Curitiba são mais espessas, ou seja, as rochas do embasamento situam-se, em geral, a profundidades superiores a 10m.**	**$2a_1$**	**Relevo ondulado a moderadamente ondulado formado de elevações bastante amplas e baixas, com encostas longas e suavizadas, baixos desníveis altimétricos e declividades médias entre 5 e 10%:** topografia favorável ao adensamento urbano e à agricultura. **Muitos fundos de vales amplos, com solos moles e lençol freático situado a menos de 4 metros:** locais geotecnicamente problemáticos para executar escavações, implantar fundações e infra-estrutura subterrânea e de lençol freático extremamente vulnerável à contaminação.	**Relevo já bastante dissecado, sem indícios de movimentações naturais de massas, sistema de drenagem em franco processo de assoreamento, com vales amplos preenchidos por sedimentos moles e solos orgânicos, por ve-zes turfosos e hidromórficos, águas lentas e até paradas, com baixa capacidade de transporte de sedimentos, vazões baixas e com forte tendência à diminuição:** características topográ-ficas favoráveis ao uso e ocupação mas que recomendam que se deve tomar cuidados especiais principalmente para não acelerar os processos erosivos e o assoreamento das drenagens. O soterramento dos canais das drenagens, como vem acontecendo, além de diminuir a vazão dos rios, certamente agravá o problema das enchentes da região.	Não existem indícios diretos e indiretos de ocorrências minerais metálicas, portanto, o potencial metalogenético é praticamente nulo. No que se refere ao potencial para não-metálicos, apresentam apenas algum potencial para exploração de argila vermelha relacionada aos solos residuais (potencial em grande parte prejudicado pela presença de argilas expansi-vas) e também pa-ra areia e, mais restritamente, turfa associadas às planícies aluviais. Quanto ao potencial hidrogeológico, em função da ampla predominância de sedimentos argilosos, são aqüíferos pobres, portanto não se espera grandes vazões. Destaca-se, porém, que nos Subdomínios $2a_2$, $2b_1$ e $2b_2$, pelo fato de ocorrerem muitas nascentes e do lençol freático situar-se a baixa profundidade, as áreas ainda não comprometidas pela poluição poderiam ser aproveitadas para explorar água relacionada ao lençol freático. Nesse caso, deve-se considerar que o aqüífero é muito vulnerável à contaminação.						Como características importantes desse domínio destacam-se: o horizonte superficial orgânico dos solos, que por ser bastante percolativo funciona como esponja que absorve e armazena grande quantidade das águas das chuvas, evitando que elas escoem rapidamente para os canais de drenagem. Por isso esse horizonte é muito importante para o equilíbrio hídrico superficial e subterrâneo e para minimizar o problema das enchentes. Além disso, apresenta características físicas bastante favoráveis para agricultura e por ser pouco erosivo e geotecnicamente estável, funciona como camada protetora dos solos subsuperficiais e dos sedimentos da Formação Guabirotuba, que, ao contrário, são muito erosivos e instáveis. Em função destas e de outras características do meio físico e considerando que esses terrenos já estão bastante urbanizados e/ou estão sob forte pressão de urbanização, recomenda-se que: ▫ no processo de urbanização sejam evitados o decapeamento e a impermeabilização excessiva do horizonte superficial dos solos (fotos 3 e 5); ▫ deve ser levado em conta que as planícies aluviais dos Subdomínios $2a_2$, $2b_1$ e $2b_2$ têm importância muito grande para reter grande parte das águas das chuvas e conseqüentemente, para minimizar o problema das enchentes do rio Iguaçu. O soterramento dessas planícies e a ocupação muito adensada dessas áreas, co-mo vêm acontecendo, certamen-te, num futuro bem próximo, agravarão em muito o problema das enchentes da região; ▫ em função da baixa profundidade do lençol freático nos terrenos dos Subdomínos $2a_2$, 2b, e $2b_2$ não se deve instalar fontes potencialmente poluidoras (fotos 8 e 9); ▫ os moradores dessas áreas devem ser orientados para não consumirem água de poços rasos, especialmente naqueles setores desprovidos de saneamento básico e que se utilizam do sistema de fossas negras; ▫ no caso de adensamento urbano e/ou da impermeabilização de grandes superfícies, as obras devem ser dotadas de dispositivos para captar e armazenar as águas das chuvas, que poderão ser aproveitadas e/ou lançadas gradualmente no sistema de drenagem, contribuindo com a recarga dos rios e do lençol subterrâneo; ▫ novos loteamentos devem ser divididos em parcelas grandes, cuja grande parte deve ser destinada à jardinagem.
			$2a_2$	**Relevo já tendendo ao aplainamento completo, muitos locais com lençol freático próximo da superfície e/ou aflorante; densidade de drenagem muito baixa; muitos paleovales de drenagem amplos e preenchidos com sedimentos e solos orgânicos e hidromórficos espessos:** lençol freático muito vulnerável à contaminação; áreas extremamente inadequadas para implantação de fontes potencialmente poluidoras; problemáticas para executar escavações e implantar qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea. **Drenabilidade e dispersão do ar precárias, geralmente muito frias no in-verno e muito quentes no verão**: na época das chuvas o lençol freático sobe muito e pode causar alagamentos e entupimentos de esgotos; ambiente muito úmido e favorável à proliferação de insetos, fungos e bactérias, portanto de insalubridade muito alta.									
			$2a_3$	**Relevo fortemente ondulado, alta densidade de drenagem e de pequenas elevações de topos e encostas curtas com perfis convexo-côncavos, declividades que variam entre 15 a 35% e solos com horizonte superior pouco espesso:** terrenos em franco processo de dissecação, com escoamento superficial muito intenso e sujeito a formar enxurradas altamente erosivas; relevo e solos desfavoráveis ao adensamento urbano e à agricultura intensiva de curto ciclo; problemáticos para implantar loteamentos e infra-estrutura viária e subterrânea, pois terão que ser executados muitos cortes profundos, muitos aterros e obras de transposição de drenagens; áreas que recomendam cuidados especiais para não acelerar os processos erosivos, preservar a vegetação e não promover a impermeabilização excessiva.									
		2b **Corresponde aos terrenos onde as coberturas da bacia de Curitiba são pouco espessas. Por isso é comum também aflorarem rochas do embasamento, principalmente nos vales das drenagens mais profundas.**	**$2b_1$**	**Relevo bastante suavizado, declividade máxima em torno de 10%, solos bastante profundos e com camada superficial bastante espessa e de cor preta, lençol freático entre 3 e 5m de profundidade e aflorante em vários locais.**	A baixa profundidade do lençol freático as tornam extremamente inadequadas para locação de qualquer fonte de poluição e muito problemáticas para executar escavações e implantar obras de infra-estrutura subterrânea; a drenabilidade precária, na época chuvosa, pode causar alagamentos temporários, entupimentos de redes de esgotos e o encharcamento ex-cessivo dos solos; além disso, os solos orgânicos e hidromórficos são geotecnicamente muito problemáticos.									
			$2b_2$	**Relevo tendendo ao aplainamento completo, declividades máximas em torno de 5%, com muitas áreas de banhados, nascentes de água, lençol freático com profundidades entre 1 e 3m, drenabilidade precária e com muitas paleoplanícies aluvi-ais recobertas com solos orgânicos e hidromórficos espessos.**									
			$2b_3$	**Relevo fortemente ondulado, alta densidade de drenagem, morros de topos e encostas curtas, perfis convexo-côncavos, declividades quase sempre superiores a 25 e 35%. Sistema de drenagem secundário com vales semi-abertos e escavando bastante:** terrenos em franco processo de dissecação, com escoamento superficial muito intenso e sujeito a formar enxurradas bastante erosivas, características que recomendam cuidados especiais no sentido de preservar o máximo da vegetação e de não impermeabilizá-los excessivamente; problemáticos para implantar loteamentos e infra-estrutura viária e subterrânea, pois terão que ser executados muitos cortes profundos, muitos aterros e obras de transposição de drenagem.									



Área de definição do Domínio 2

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



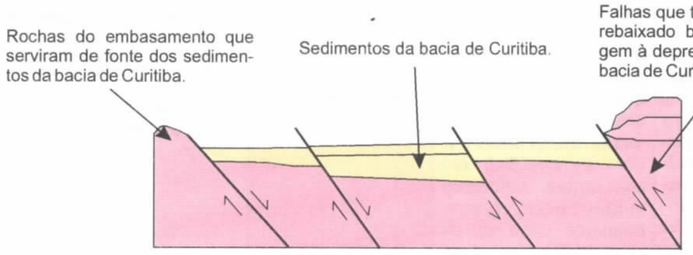


Figura 2 - Esboço mostrando a mais provável situação morfolitostrutural da bacia de Curitiba.

Foto 1

Fotos 1 e 2 - Processos erosivos induzidos pelo decapeamento dos solos superficiais orgânicos e pela exposição dos sedimentos e solos residuais que contêm argilominerais expansivos (argilas de alta atividade que sofrem os fenômenos de contração e expansividade quando expostas ao umedecimento e ressecamento periódicos). Em função dessa característica, os sedimentos e solos residuais são geotecnicamente bastante problemáticos e muito instáveis quando expostos em taludes de corte.

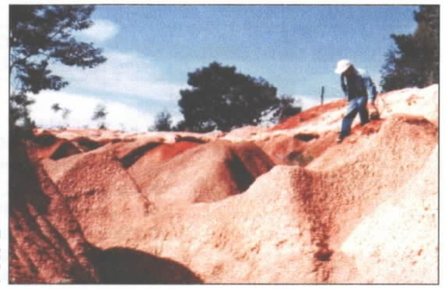


Foto 2

Foto 3

Foto 4

Foto 5

Um procedimento extremamente inadequado empregado na implantação de loteamentos é o aplainamento desnecessário e o decapeamento do solo superficial orgânico (foto 3) que é muito percolativo e de boa estabilidade geotécnica, o que leva a expor camadas de argilas rijas, muito duras, plásticas, pegajosas, quase impermeáveis e muito erosivas. Essa prática, além de causar erosão acentuada, dificulta muito a implantação de infra-estrutura subterrânea (rede de esgoto, canalizações) (foto 4) e reduz muito a infiltração d'água no subsolo, contribuindo assim para o aumento do escoamento superficial, assoreamento das drenagens e conseqüentemente para o agravamento do problema das enchentes do rio Iguaçu. Salienta-se que esse procedimento é verificado mesmo em área de topografia bastante suavizada onde não há necessidade de aplainamento (foto 5).

Foto 6

Foto 8

A diferença muito grande de permeabilidade entre os materiais superficiais e subsuperficiais (foto 6 e figura 3) é uma característica que faz com que nas áreas de relevo mais plano, como nos casos dos Subdomínios $2a_2$ e $2b_2$, se forme, principalmente na época de concentração de chuvas, lençol freático permanente e/ou temporário muito próximo da superfície (foto 7 e figura 3). Em função disso, nesses terrenos existem muitos locais permanentemente encharcados e com drenabilidade precária e também muitas nascentes d'água, características que os tornam extremamente frágeis frente a qualquer tipo de adensamento ocupacional, especialmente aqueles potencialmente poluidores, a exemplo do cemitério Nosso Senhor do Bonfim (foto 9) e de muitos depósitos de lixo (foto 8) que estão localizados sobre áreas com lençol freático aflorante.

Foto 7

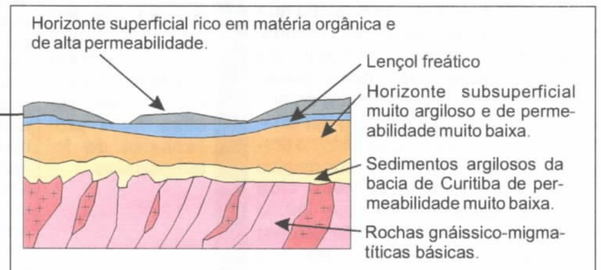
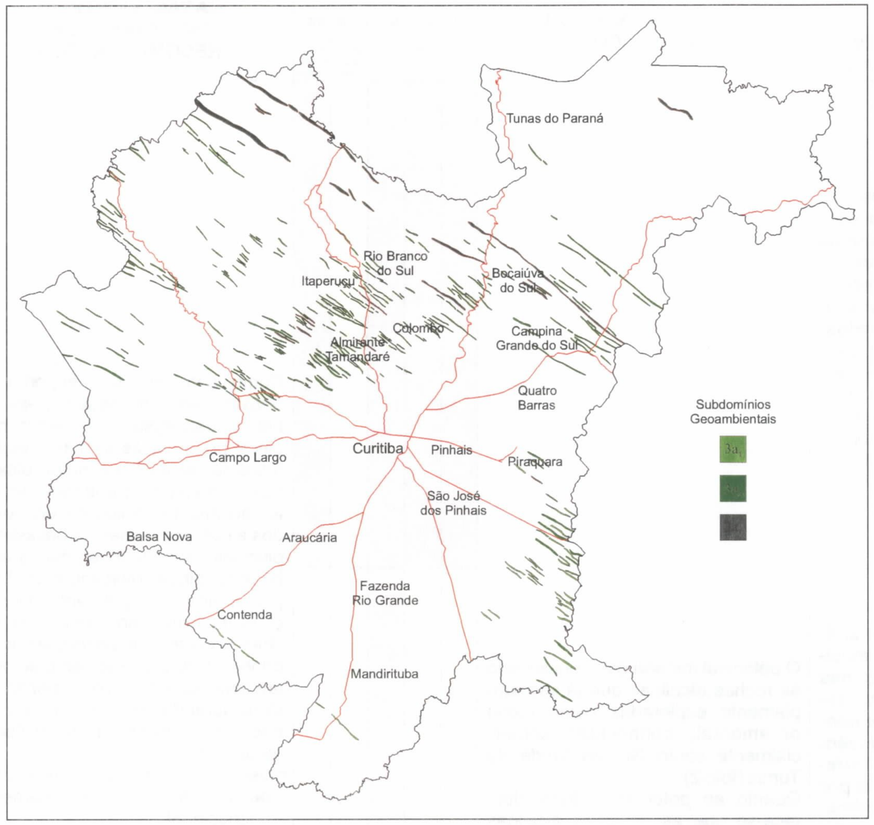


Figura 3 - Perfil esquemático dos terrenos do Subdomínio $2b_2$.

Foto 9

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS					POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS				urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 3 Assim foram diferenciados os terrenos constituídos de rochas cuja origem está relacionada a um dos maiores eventos vulcânicos de caráter fissural que aconteceu na história geológica da Terra, há mais ou menos 130 milhões de anos. Admite-se que esse vulcanismo ocorreu por conseqüência da expansão do assoalho oceânico, que deu origem ao oceano Atlântico e que separou e ainda está separando os continentes sul-americano e africano. Esse vulcanismo ocorreu sob várias formas: no norte do Paraná, como derrames de lavas basálticas, e, na região metropolitana de Curitiba, cristalizou-se em fendas abertas na crosta sob forma de diques (veios) e também, mais restritamente, extravasou-se na superfície como pequenos vulcões.	**3a** As rochas que sustentam esse subdomínio são popularmente conhecidas como pedra ferro. Os geólogos as denominam de basaltos, quando apresentam textura fina, e de diabásio, quando são de textura mais grossa. São rochas magmáticas intrusivas, ou seja, derivadas de lavas como a dos vulcões atuais, que se intrudiram em fendas da crosta terrestre e se solidificaram em profundidade como veios (diques). Hoje sustentam terrenos que se caracterizam como cristas estreitas e alongadas segundo a direção preferencial NW-SE (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Constituído de diabásio, diabásio pórfiro e mais restritamente basaltos e gabros. Rochas derivadas de magmas básicos gerados a altas profundidades e que se intrudiram na crosta como diques porque existiam fendas abertas. Isso indica que os terrenos encaixantes dos diques passaram por processos tectônicos distensivos, caracterizando-se como zonas de fraqueza estrutural, portanto, são sustentados por rochas bastante fraturadas (foto 7):** terrenos de alta percolatividade secundária e por isso muito frágeis à contaminação, portanto, inadequados para locação de qualquer tipo de fonte potencialmente poluidora como lixões, aterros sanitários, cemitérios etc.; favoráveis para existência de grandes e pequenas descontinuidades tectônicas subterrâneas, que podem se constituir em importantes armadilhas hidrogeológicas. **Por serem rochas de composição básica, são ricas em minerais ferromagnesianos e feldspatos e pobres em quartzo:** predominância de minerais que quando se alteram se transformam em minerais de argila e liberam muitos nutrientes para o solo como magnésio, cálcio, sódio e potássio, mas também muito alumínio e ferro, portanto o manto de intemperismo geralmente é de boa fertilidade natural, porém rico em ferro e alumínio (laterizado). **Rochas que se caracterizam por apresentarem decomposição esferoidal, ou seja, decompõem-se formando frente de intemperismo progressiva e concêntrica, o que possibilita que no manto de intemperismo geralmente ocorram blocos de rochas frescas de diversos tamanhos, por vezes mergulhados em solos bastante evoluídos (foto 2):** características que podem dificultar localmente a execução de escavações, perfurações e a implantação de malhas viárias (foto 6) e infra-estrutura subterrânea (esgotos e canalizações enterradas) e trazer problemas de desestabilização de fundações, se estas ficarem apoiadas parcialmente sobre blocos. **RELEVO - Cristas estreitas e alongadas segundo a direção NW-SE e dispostas transversalmente à estruturação NE-SW do relevo sustentado pelas rochas pré-cambrianas, configurando uma situação morfolitostrutural sob forma de células retangulares, com núcleos quase sempre rebaixados e bordas sobrelevadas:** características topográficas favoráveis à recarga e à descarga de aqüíferos; as áreas rebaixadas entre os diques se comportam como verdadeiras caixas d'água (figura 2), portanto, são terrenos com alto potencial hidrogeológico. **SOLOS - Com evolução pedogenética, espessuras e características físicas e provavelmente químicas muito variáveis em função do grau de dissecação das cristas de diabásio e da posição que ocupam no relevo. Como características comuns, destacam-se que são solos muito argilosos, de baixa permeabilidade, muito aderentes e plásticos quando molhados:** pouco percolativos; de baixa erodibilidade natural; difíceis de serem trabalhados e mecanizados quando molhados devido ao problema de emplastramento excessivo de ferramentas e de equipamentos. **De coloração vermelha e/ou vermelho-amarelada, característica que indica que devem ser laterizados e certamente ácidos:** necessitam da aplicação de calcário dolomítico para corrigir a acidez. **Derivados de rochas ricas em minerais ferromagnesianos:** boa fertilidade natural.	**$3a_1$** **Setores onde os diques básicos encontram-se profundamente alterados (podres) e as cristas apresentam alto grau de dissecação.**	**SUBSTRATO ROCHOSO - Raramente encontram-se rochas frescas na superfície e/ou à baixas profundidades:** fácil escavabilidade, característica favorável para executar perfurações, cravar estacas e implantar fundações e infra-estrutura subterrânea como redes de esgoto, canalizações, tanques de armazenamento de combustíveis etc. **RELEVO - Cristas já bastante dissecadas com morros estreitos, baixos e alongados, com topos e encostas suavizadas, perfis predominantemente convexos e/ou convexo-côncavos com declividades entre 20 e 25%:** relevo já bastante estabilizado; baixo potencial erosivo e baixo risco para ocorrência de grandes e rápidas movimentações naturais de massas (escorregamentos); relevo com características mais favoráveis à erosão laminar (difusa) e aos movimentos lentos de massas, do tipo *creep*; características topográficas favoráveis à agricultura mecanizada e à implantação de infra-estrutura viária e subterrânea (poucos cortes profundos). **SOLOS - Bastante profundos e pedogeneticamente bem evoluídos, predominando podzólicos, podzólicos latossólicos com espessuras superiores a 3 e 4 metros:** espessura favorável à retenção e à depuração de poluentes; menor risco de contaminação do lençol freático; boa permeabilidade, bem drenados e oxigenados; estrutura favorável à penetração de raízes. **Devem ser bastante lixiviados:** empobrecidos em nutrientes e enriquecidos em ferro e alumínio (laterizados), necessitam de aplicação de muito adubo para aumentar a fertilidade. **Provavelmente muito ácidos:** necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico. **Horizonte superior (A) com espessura geralmente superior a 80cm, textura argilosa, friável, com boa participação de matéria orgânica (sugerida pela cor cinza-escura) e pedregosidade praticamente nula:** camada superficial com características físicas adequadas para a agricultura; de baixa erodibilidade natural, de boa estabilidade geotécnica, de baixa resistência ao corte e de fácil mecanização.	O potencial mineral se restringe à possibilidade de exploração de pedra para revestimento e para brita. No caso de brita deve-se considerar que as rochas básicas não são muito adequadas para esse fim, pois são compostas de minerais de baixa resistência ao intemperismo. Salienta-se que os diabásios, quando parcialmente alterados, formam blocos arredondados de tamanhos variados e com coloração ferruginosa, características que os tornam bastante adequados para serem utilizados como pedra de revestimento e para edificação de muros (foto 1). Também ocorrem tipos de textura fina (basaltos) que são explorados para fazer calçamento do tipo "petit pavete", ou pedra portuguesa (exemplo: as pedras pretas utilizadas nas calçadas da cidade de Curitiba). Quanto ao potencial hidrogeológico, pelo fato de serem terrenos bastante tectonizados, as áreas próximas aos diques apresentam potencial para existência de importantes descontinuidades estruturais que podem se constituir em excelentes armadilhas hidrogeológicas. Também destaca-se a configuração morfolitostrutral caracterizada pelo sistema de cristas de diques de direção NW-SE, que seccionam as estruturas pré-cambrianas NE-SW, formando células retangulares com núcleos quase sempre rebaixados e bordas sobrelevadas. Essas áreas podem se constituir em excelentes aqüíferos subterrâneos, principalmente onde os diques cortam as rochas carbonáticas do Domínio 9.						Como características importantes desse subdomínio destacam-se: a configuração morfolitostrutural favorável à existência de excelentes aqüíferos subterrâneos e os solos, que por serem derivados de rochas básicas, apresentam boas características agrícolas, especialmente nos setores diferenciados como $3a_1$ e $3a_2$ onde o relevo é mais adequado. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: • não se devem locar fontes potencialmente poluidoras do lençol freático e superficial nas áreas entre os diques de diabásio, especialmente onde eles seccionam as rochas calcárias; • por serem terrenos bastante percolativos, devem-se tomar cuidados especiais com o manuseio, transporte e armazenamento de substâncias poluidoras; um acidente com derramamento poderá atingir muito rapidamente o lençol freático; • nas zonas já urbanizadas e/ou em processo de urbanização, as cristas de diabásios devem ser preservadas como áreas verdes; • nas zonas agrícolas, deve-se restringir e planejar bem o uso de defensivos e adubos poluentes, especialmente nos Subdomínios $3a_2$ e $3a_3$, onde também deve ser exiida a prática de técnicas conservacionistas de proteção do solo contra a erosão; • deve ser considerado que os solos dos Subdomínios $3a_1$ e $3a_2$ apresentam boas características agrícolas, portanto muitas parcelas podem ser aproveitadas, de preferência para agricultura orgânica (não-poluente) e de ciclo longo.
			$3a_2$ **Nesses setores as rochas estão mais preservadas do intemperismo que as do subdomínio anterior, por isso as cristas são menos dissecadas e ocorrem com mais freqüência afloramentos de rochas frescas.**	**SUBSTRATO ROCHOSO - Terrenos onde existe maior possibilidade de ocorrer blocos e matacões de rochas duras mergulhados no solo e também pequenos lajeados de rochas frescas na superfície (fotos 4 e 5):** a profundidade do substrato rochoso geralmente é baixa e varia muito de local para local, característica que pode dificultar bastante a execução de obras que necessitam de escavações, perfurações, cravação de estaca e a implantação de infra-estrutura subterrânea como redes de esgoto, tubulações etc.; na execução de obras com fundações um pouco mais profundas, deve-se tomar cuidados para que estas não fiquem parcialmente apoiadas sobre blocos e matacões, pois estes poderão se movimentar e causar desestabilização das obras. **Substrato rochoso muito fraturado e situado a baixas profundidades ou mesmo aflorante:** por isso, bastante percolativo (as fraturas facilitam a infiltração rápida de fluidos no subsolo), de baixa capacidade depuradora, altamente frágil frente à poluição e geotecnicamente instável quando escavado e/ou exposto em taludes de corte, pois pode ocorrer instabilidade de solos e de blocos condicionados pelos planos de fraturas (foto 3). **RELEVO - Cristas estreitas, alongadas e geralmente destacadas em relação aos terrenos vizinhos, de topos estreitos e encostas com perfis côncavo-convexos com declividades quase sempre superiores a 35% e com indícios de processos erosivos e de movimentações naturais de massas (cicatrizes de erosão e rolamentos de blocos):** relevo em franco e acelerado processo de dissecação; terrenos sujeitos a instabilidades naturais (deslizamentos de solos e rolamentos de blocos) e com alto potencial erosivo, tanto concentrado (em sulco) como difuso (laminar); características topográficas bastante desfavoráveis à agricultura mecanizada; os solos sofrem depauperamento muito rápido; relevo problemático para implantar qualquer tipo de infra-estrutura urbana, pois terão que ser executados cortes muitos profundos para minimizar declives, construir muitos aterros e obras de contenção de encostas. **SOLOS - Grau de evolução pedogenética muito variado de local para local em função da localização no perfil das encostas, ocorrendo em curtas distâncias, e às vezes lado a lado, variações desde solos profundos e bem evoluídos como podzólicos até solos pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e por vezes afloramentos rochosos:** solos com características físicas e químicas muito heterogêneas; difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola. **Horizonte superior (A) geralmente pobre em matéria orgânica e pouco espesso:** baixa profundidade efetiva; manto depurador pouco espesso para reter e depurar poluentes; inadequados para cultura de ciclo curto. **Horizonte intermediário (B) situado próximo da superfície, muito argiloso (B textural proeminente), evidenciando proeminentes fendas de ressecamento e muitos desmoronamentos observados nos cortes das estradas:** o fendilhamento sugere a presença de argilas expansivas (argilas de alta atividade), por isso este horizonte é muito erosivo e instável quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos em taludes de corte e em leitos viários; por ser muito argiloso e situar-se muito próximo da superfície se compacta muito e se impermeabiliza mais ainda se for submetido à cargas elevadas e constantes, por isso não se deve utilizar excessivamente maquinários pesados na mecanização do solo.						
			Foram diferenciados porque as cristas são bem destacadas em relação aos terrenos vizinhos e por existirem muitos afloramentos de rochas bem preservadas do intemperismo.								



Área de definição do Subdomínio 3a

Foto 1 - Por serem arredondados e apresentarem coloração ferruginosa muito bonita, os blocos de rochas básicas são muito adequados para serem utilizados na construção de muros e no revestimento de paredes.

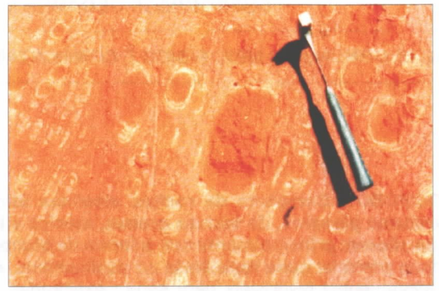


Foto 2 - Manto de intemperismo típico das rochas básicas, onde se podem notar estruturas concêntricas resultantes da decomposição esferoidal diferenciada.

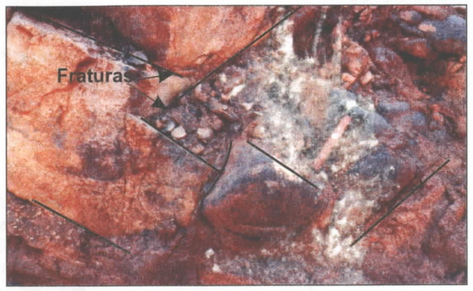


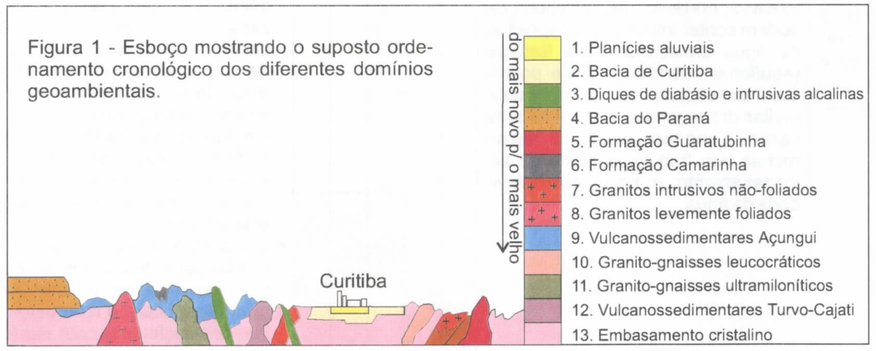
Foto 3 - Mostra como as rochas básicas são bastante fraturadas, característica que as tornam de alta permeabilidade secundária e muito instáveis quando expostas em taludes de corte.

Foto 4

Foto 5

Uma característica comum dos terrenos diferenciados como Subdomínios $3a_2$ e $3a_3$ é a presença de concentração de blocos e matacões de rochas duras na superfície e/ou mergulhados no solo. Em função disso são terrenos geotecnicamente bastante problemáticos para executar escavações, perfurações, cravar estacas e para implantar qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações) adensada.

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



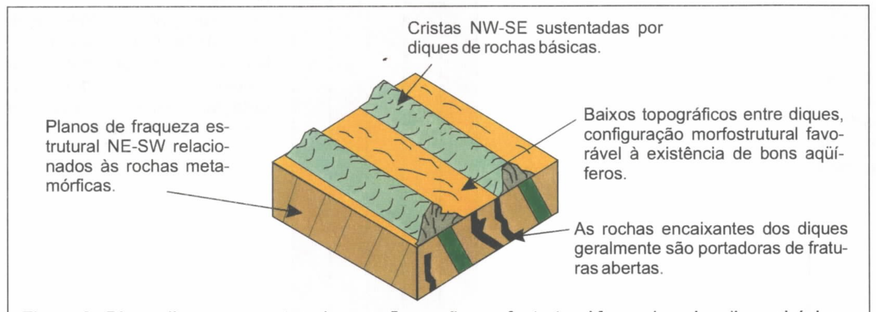


Figura 2 - Bloco-diagrama mostrando a configuração morfostrutural formada pelos diques básicos e suas encaixantes, característica que indica favorabilidade para existência de excelentes aqüíferos subterrâneos.

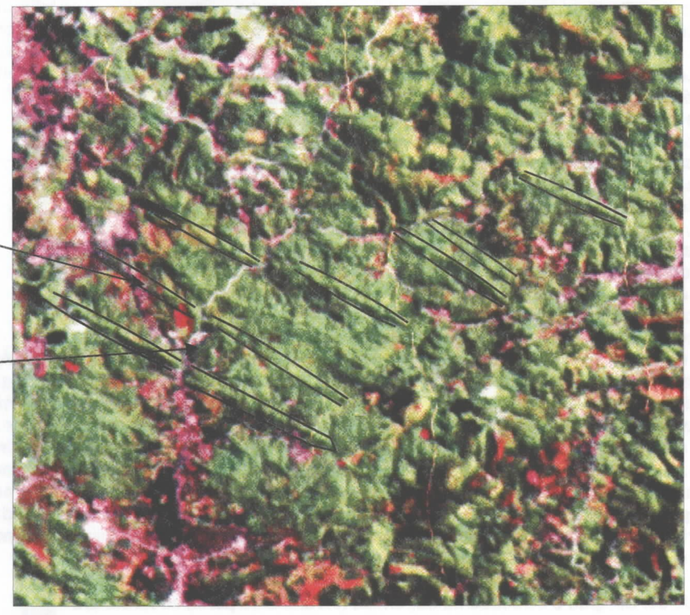
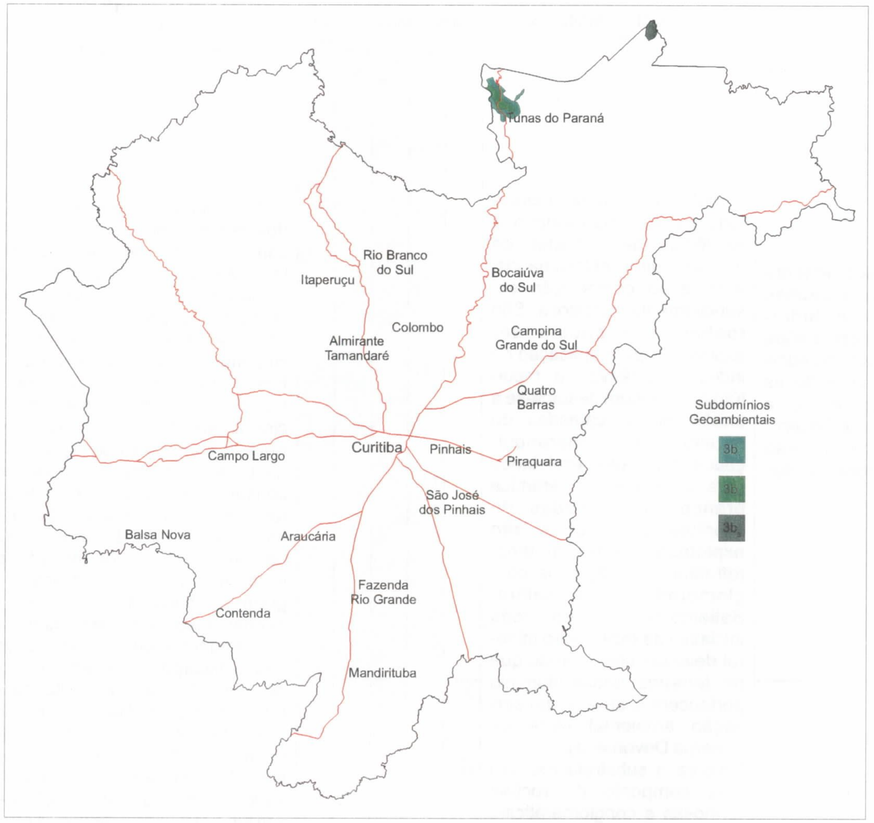


Foto 7 - Imagem de satélite mostrando uma porção da região metropolitana de Curitiba com alta concentração de cristas sustentadas por diques básicos, característica que indica que as rochas encaixantes passaram por processos tectônicos distensivos e por isso são muito tectonizadas.

Foto 6 - Mostra uma situação de risco de rolamento de blocos de diabásio em talude de corte de estrada que secciona os terrenos diferenciados como Subdomínio $3a_3$. Em função de serem cristas topograficamente destacadas e com desníveis altimétricos acentuados, em qualquer tipo de uso e ocupação adensado terão que ser executadas escavações muito profundas que poderão expor e colocar em risco de movimentação blocos e matacões em taludes de corte.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS			ALTA		MÉDIA	BAIXA		
						urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 3 Assim foram diferenciados os terrenos constituídos de rochas cuja origem está relacionada a um dos maiores eventos vulcânicos de caráter fissural que aconteceu na história geológica da Terra, há mais ou menos 130 milhões de anos. Admite-se que esse vulcanismo ocorreu em conseqüência da expansão do assoalho oceânico, que deu origem ao oceano Atlântico e que separou e ainda está separando os continentes sul-americano e africano. Esse vulcanismo ocorreu sob várias formas: no norte do Paraná, como derrames de lavas basálticas e, na região metropolitana de Curitiba cristalizou-se em fendas abertas na crosta sob forma de diques (veios) e também, mais restritamente, extravasou-se na superfície como pequenos vulcões.	**3b** A origem das rochas que sustentam os terrenos desse subdomínio está associada a pequenos vulcões que ocorreram durante o evento magmático. As chaminés desses vulcões foram erodidas e hoje expõem na superfície suas raízes, sustentadas por rochas magmáticas que se cristalizaram em grandes profundidades do duto vulcânico (figura 2). Na literatura geológica essas rochas são conhecidas como pertencentes ao maciço alcalino de Tunas e ao maciço básico-alcalino Bairro da Cruz.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Complexo de rochas alcalinas intrusivas, não-metamorfizadas, sem estruturas planares, de textura grossa, maciça e isótropa, semelhante à dos granitos e que afloram principalmente sob a forma de blocos e grandes matacões:** baixa permeabilidade primária; baixa resistência ao cisalhamento; características texturais, estruturais e de afloramentos favoráveis para serem exploradas como rochas de revestimento. **Geralmente bastante fraturadas:** alta permeabilidade secundária; substrato rochoso bastante percolativo; possibilidade de existir água armazenada em fraturas (aqüífero fraturado); lençol freático vulnerável à poluição. **Rochas do grupo das subácidas que são relativamente pobres em quartzo e ricas em minerais ferromagnesianos e feldspatos:** predominância de minerais que quando se alteram se transformam em minerais de argila e liberam muitos nutrientes para o solo (magnésio, cálcio, sódio e potássio) mas também muito alumínio e ferro. **Manto de intemperismo muito heterogêneo, ocorrendo localmente variações desde solos bastante evoluídos misturados com blocos e matacões até lajeados de rochas frescas e muito duras:** profundidade do substrato rochoso geralmente baixa e muito irregular; terrenos geotecnicamente problemáticos para executar escavações, perfurações, implantar malhas viárias, infra-estrutura subterrânea e fundações, devido à necessidade de ter que usar explosivos para o desmonte de rochas duras e à possibilidade de ocorrerem desestabilizações de blocos e matacões (figura 4). **RELEVO E DRENAGEM - Relevo fortemente ondulado a montanhoso composto de elevações com encostas muito irregulares, perfis convexo-retilíneo-côncavos, declividades superiores a 35 e 45% e desníveis altimétricos muito acentuados:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação, tanto por erosão em sulco (concentrada) como difusa (laminar) e por movimentos rápidos de massas; moderado a alto potencial para ocorrências de movimentações naturais de massas (escorregamentos, rolamento de blocos) (figura 6); características topográficas muito desfavoráveis à agricultura, principalmente de ciclo curto e para implantar malhas viárias, loteamentos e infra-estrutura subterrânea, devido às dificuldades para mecanizar o solo, executar escavações com motomaquinários e à necessidade de se ter que fazer cortes muito profundos, muitos aterros, taludes altos e obras de contenção de encostas. **Sistema de drenagem com vales bastante encaixados, águas turbulentas e leitos encachoeirados, praticamente desprovidos de planícies aluviais:** a capacidade de transporte dos rios é maior que a velocidade do intemperismo das rochas; rios com alta capacidade de transporte de sedimentos, águas bem oxigenadas e por isso com alta capacidade depuradora. **Deflúvio rápido (escoamento superficial intenso):** quando chove, formam-se enxurradas muito rápidas e altamente erosivas, características que recomendam que se devem tomar cuidados especiais com o manuseio do solo, com a preservação da cobertura vegetal e com a não-impermeabilização excessiva. **Grande parte da drenagem mantém boas vazões o ano todo e ainda está bem preservada da poluição:** sugere que o substrato rochoso é permeável, tem boa capacidade de armazenamento e boa transmissividade d'água (via fraturas), por isso são terrenos com bom potencial hídrico superficial e subterrâneo ; qualidade das águas favorável à piscicultura. **SOLOS - Com características muito variadas de local para local. Em curtas distâncias ocorrem variações desde solos bastante profundos (mais de 3m) e relativamente bem evoluídos (podzólicos) até solos muito rasos e muito pouco evoluídos como cambissolos e litossolos, em alguns locais periodicamente renovados por movimentações recentes de massas:** conseqüentemente, a permeabilidade, a erodibilidade, a capacidade retentora e depuradora, a fertilidade e as características geotécnicas também são muito heterogêneas e variam muito de local para local, portanto inadequados para o aproveitamento agrícola e para a locação de fontes potencialmente poluidoras (figura 5). **Predominância de solos de cor vermelha muito acentuada, com textura muito argilosa, plástica, muito aderente quando molhada e muito dura quando seca:** baixa permeabilidade; pouco percolativos e de baixa transmissividade, ou seja, armazenam água mas não liberam para circulação; manto de intemperismo com baixo potencial hidrogeológico; devem ser laterizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio e por isso devem ser ácidos e necessitam de muita aplicação de calcário dolomítico. **Horizontes A, B, e C com características físicas bem diferenciadas:** pouco homogeneizados pedogeneticamente, por isso se desestabilizam e erodem muito quando expostos em taludes de corte. **Camada superior (horizonte A) geralmente pouco espessa (entre 20 e 50cm) e pobre em matéria orgânica:** camada agrícola pouco espessa. **Horizonte B situado muito próximo da superfície e muito argiloso:** sujeito a se compactar e se impermeabilizar muito quando submetido a cargas elevadas e constantes, por isso, nessas áreas, não se deve mecanizar excessivamente o solo com maquinários pesados; pode ser atingido e colocado na superfície (inversão de perfil) se forem arados com equipamentos de lâminas de corte profundo.	3b1	**Corresponde às porções do maciço vulcânico de Tunas com relevo montanhoso, com muitas exposições de rochas frescas (foto 2) formando concentrações de blocos e matacões e também formando paredões escarpados:** acentuam-se as dificuldades para executar escavações e perfurações; maior risco para ocorrência de grandes deslizamentos de solos e de rolamento de blocos; maior favorabilidade para exploração de rochas.	O potencial mineral está relacionado às rochas alcalinas que já são amplamente exploradas como rocha ornamental, conhecidas comercialmente como Granito Verde de Tunas (foto 2). Quanto ao potencial hídrico, destaca-se que as intrusões alcalinas geralmente são muito fraturadas e que elas se alojaram em zonas distensivas, portanto, são terrenos que podem conter importantes depósitos de água armazenada em fraturas (aqüíferos fraturados). Esse potencial é corroborado pela existência de muitas drenagens que mantêm boas vazões o ano todo, indicando que as rochas têm boa capacidade de armazenamento e boa transmissividade de água.						Como características importantes desses terrenos destacam-se: a beleza paisagística do relevo que ainda preserva as formas concêntricas das antigas chaminés vulcânicas; o sistema de drenagem com vales encaixados, leitos encachoeirados e com formações de belíssimas piscinas naturais; a vegetação exuberante ainda relativamente bem preservada, principalmente nas porções mais montanhosas; e as rochas alcalinas, que pelas suas qualidades texturais, são amplamente lavradas como rocha ornamental. Considerando esses aspectos e outras características do meio físico, recomenda-se que: • esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; • no caso do aproveitamento agrícola, este deve-se restringir a pequenas e isoladas parcelas localizadas nos sopés das encostas, dando-se prioridade para culturas de ciclo longo e com severas medidas de conservação e proteção do solo contra erosão; • em função da baixa permeabilidade dos solos e do relevo muito acidentado, é muito importante que a vegetação ainda existente seja preservada; • o uso mais adequado seria destiná-las para chácaras e/ou pequenos sítios de lazer, turismo ecológico, piscicultura e reflorestamentos, principalmente com espécies nativas da região, como palmito, por exemplo; • devido ao grande número de áreas desmatadas em conseqüência das lavras de rocha ornamental, deve-se exigir dos mineradores a revegetação dessas áreas com espécies naturais da região.
			3b2	**Corresponde às áreas das antigas crateras vulcânicas do maciço de Tunas, evidenciadas nas imagens de sensoriamento remoto (foto 1 e figura 3) pela configuração de depressões concêntricas de relevo ondulado a fortemente ondulado, circundadas por espigões com desníveis altimétricos bastante acentuados. Os solos são um pouco mais profundos e evoluídos e são mais raros os afloramentos de rochas duras:** menor dificuldade para executar escavações e perfurações e solos com características um pouco mais adequadas para aproveitamento agrícola.						
			3b3	**Assim foi diferenciada uma pequena área de exposição do maciço Bairro da Cruz que ocorre no extremo nordeste da região metropolitana. Por falta de vias de acesso, não pode ser visitado e estudado em campo. Sua individualização está baseada nos mapas geológicos.**						



Área de definição do Subdomínio 3b

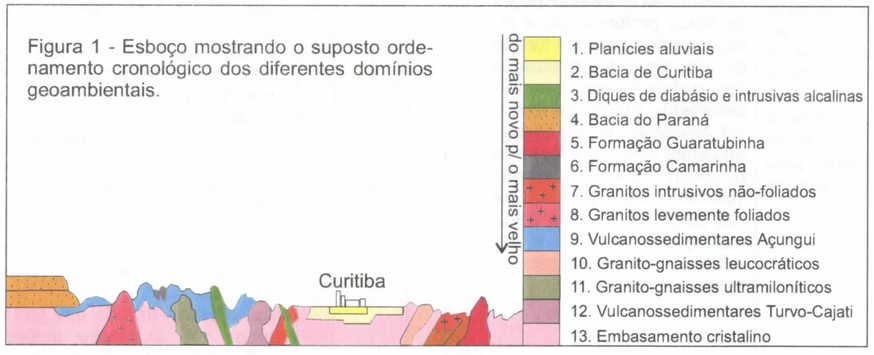


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

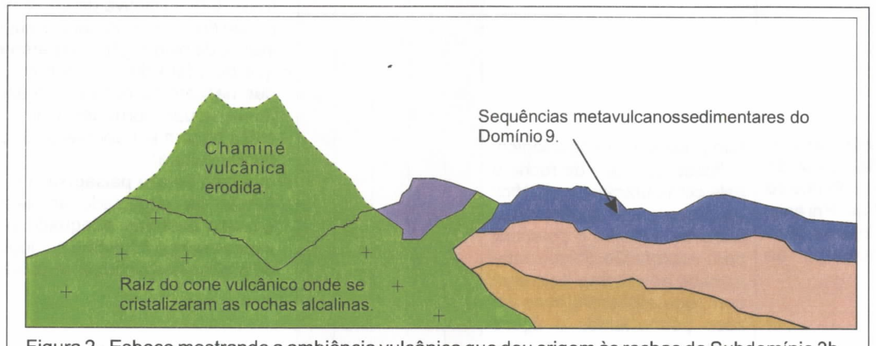


Figura 2 - Esboço mostrando a ambiência vulcânica que deu origem às rochas do Subdomínio 3b.

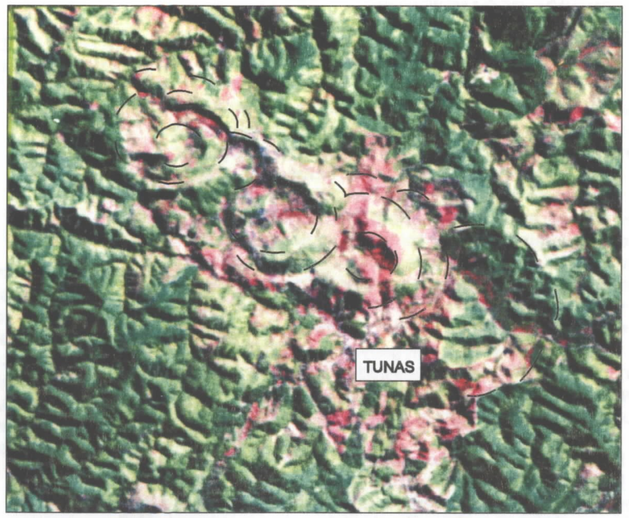


Foto 1

Figura 3

Na imagem de satélite (foto 1) e na figura 3 pode-se observar em destaque as estruturas circulares com bordas montanhosas e núcleos rebaixados que são vestígios de antigas chaminés vulcânicas da região de Tunas do Paraná. A pilha vulcânica foi erodida e hoje ocorrem na superfície somente as rochas que se cristalizaram em altas profundidades dos cones vulcânicos. Essas rochas são conhecidas e exploradas comercialmente como Granito Verde Tunas.

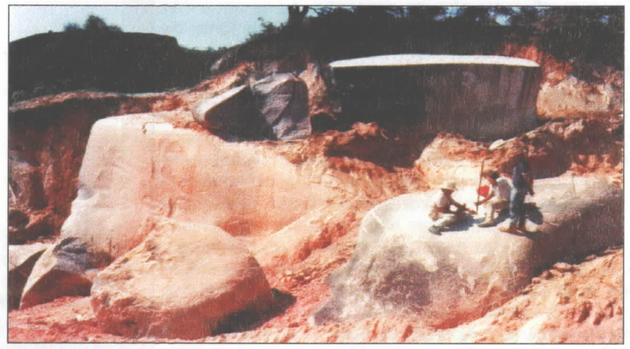


Foto 2 - Nos terrenos diferenciados como Subdomínio 3b as rochas alcalinas ocorrem principamente sob a forma de blocos e matacões, característica que possibilita que sejam exploradas como rocha ornamental e que torna esses terrenos geotecnicamente bastante problemáticos para implantar qualquer tipo de infra-estrutura viária e subterrânea.

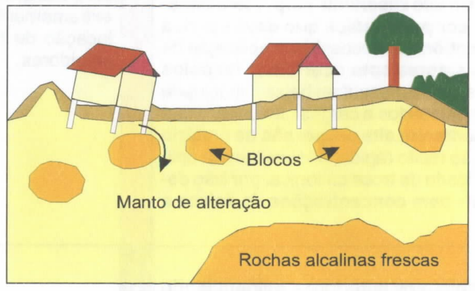


Figura 4 - A presença de muitos blocos e matacões mergulhados no solo indica que existem muitos locais problemáticos para implantar infra-estrutura subterrânea e fundações, pois se estas ficarem apoiadas parcialmente sobre blocos, estes poderão se movimentar e desestabilizá-las.

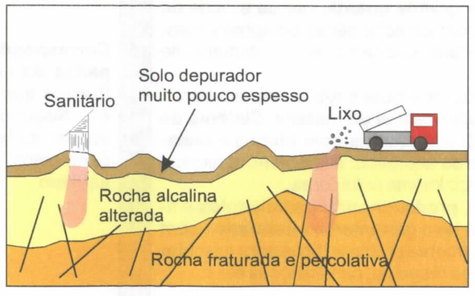


Figura 5 - Em função dos solos serem pouco espessos e pelo fato do substrato rochoso fraturado e percolativo ocorrer geralmente muito próximo da superfície, os terrenos do Subdomínio 3b são inadequados para locação de fontes potencialmente poluidoras.

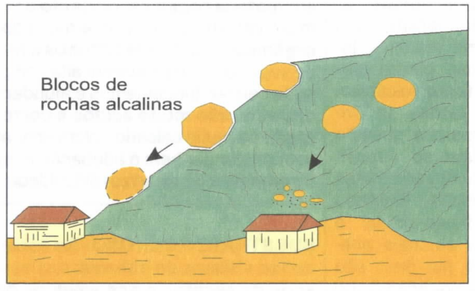
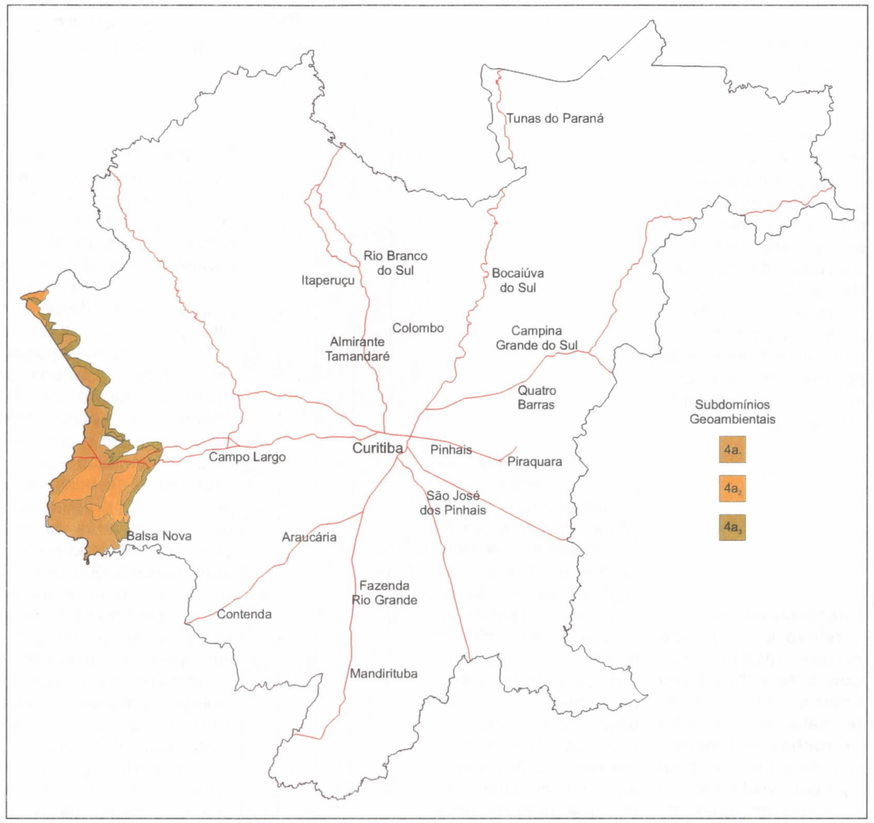


Figura 6 - Nas encostas de alta declividade geralmente ocorrem muitos blocos e matacões, por isso são áreas sujeitas a ocorrências de rolamento de blocos e de movimentos rápidos de massas (escorregamentos), características que indicam que não se deve construir nos sopés das encostas ou próximo deles.

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS		POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 4 Assim foram diferenciados os terrenos que pertencem à bacia do Paraná, importante compartimento geotectônico de abrangência regional que se faz presente na região metropolitana de Curitiba através de uma pequena porção da sua borda leste. Interpreta-se que a formação e deformação dessa imensa depressão tectônica sejam, em parte, devidas ao mecanismo de expansão do assoalho oceânico e conseqüente separação dos continentes sul-americano e africano, cujo processo de separação se iniciou há mais ou menos 300 milhões de anos e está acontecendo até os tempos atuais. Nos diferentes estágios da formação dessa depressão, vários tipos de ambientes deposicionais aconteceram, tais como marinho, lagunar, glacial, desértico e vulcânico. As rochas do Domínio em questão teriam se depositado em ambientes marinho, litorâneo e flúvio-glacial e são as mais antigas, por isso, são interpretadas como pertencentes às seqüências basais da bacia (figura 2). Na literatura geológica são reportadas como pertencentes às formações Furnas e Itararé.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Empilhamento de camadas suborizontalizadas constituídas principalmente de arenitos de granulação média a grossa, arenitos conglomeráticos, conglomerados mal selecionados (seixos de quartzo de vários tamanhos), arenitos finos essencialmente quartzosos e bem selecionados:** predomínio de sedimentos arenosos, portanto de baixa resistência ao cisalhamento, baixa plasticidade e alta ruptibilidade. **Maior parte exibe alto grau de silicificação:** permeabilidade primária reduzida. **Porém com denso sistema de fraturas:** boa permeabilidade secundária, portanto com bom potencial hidrogeológico pois podem conter água armazenada em fraturas. **Empilhamento de camadas de sedimentos com textura, granulação e dureza muito diferenciadas:** camadas com comportamentos geotécnico e hidrogeológico muito diferenciados. **Presença de camadas de arenitos puros e friáveis:** podem ser explorados para areia, inclusive industrial. **Intercalações subordinadas de argilitos cinza esbranquiçados, pouco compactados e compostos quase que exclusivamente de argilas brancas:** potencial para exploração de argila para cerâmica branca. **Maior parte das rochas ocorre bem preservada do intemperismo, aflora em vários locais sob a forma de blocos, matacões, grandes lajeados e /ou então situa-se muito próxima da superfície (fotos 1 e 2):** características negativas para executar escavações, infra-estrutura subterrânea como esgotos, fundações e canalizações devido à necessidade de se ter que usar explosivos para o desmonte das rochas, o que implica também custos elevados; características extremamente negativas para implantação de fontes potencialmente poluidoras como cemitérios, lixões, aterros sanitários etc., pois os poluentes ficarão em contato direto com o substrato rochoso percolativo. **RELEVO E DRENAGEM - Zona de borda do Segundo Planalto Paranaense, caracterizada por relevo ondulado a moderadamente ondulado, composto de elevações de encostas longas e baixas e com declividades entre 10 e 20%. Sistema de drenagem em franco processo de escavação, com rios e córregos quase sempre escavando o substrato rochoso, águas correntes e rápidas, leitos encachoeirados, praticamente desprovidos de planícies de deposição e por vezes formando cânions bastante profundos:** terrenos em franco e acelerado processo de dissecação (fotos 4 e 5), portanto, de alta erosão hídrica, porém de baixo risco de movimentações de massas; características topográficas favoráveis à mecanização dos solos e à implantação de malhas viárias (poucos cortes profundos, poucas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas). **Existência de depressões fechadas (pseudodolinas) permanentemente encharcadas (banhados) e de lagoas perenes:** locais com lençol freático aflorante e/ou de concentração de água das chuvas, por isso são importantes para a recarga dos aqüíferos e extremamente vulneráveis frente a qualquer fonte de poluição. **SOLOS - Com evolução pedogenética extremamente variável de local para local. Em curtas distâncias ocorrem variações desde solos profundos e bem evoluídos como podzólicos, solos incipientemente evoluídos como cambissolos e litossolos e até afloramentos do substrato rochoso totalmente preservados da pedogênese:** conseqüentemente, as características agrícolas, geotécnicas, hidrológicas e a espessura também variam muito de local para local. **Derivados de rochas ricas em quartzo e minerais aluminosos e pobres em minerais ferromagnesianos (que liberam nutrientes):** solos de baixa fertilidade natural, certamente muito ácidos, com excesso de alumínio tóxico; características químicas inadequadas para a agricultura. **Muitos locais com passagem brusca entre horizontes que quase sempre apresentam características físicas muito contrastantes entre si:** horizontes com características geotécnicas muito distintas, por isso se desestabilizam com facilidade quando expostos em taludes de corte. **E também muitos locais com solo de perfil incompleto, onde a camada superior do solo (A) do tipo transportada, de cor preta e/ou cinza-escura, textura areno-argilosa, porosa e muito friável quando seca, está depositada diretamente sobre o substrato rochoso (foto 3):** materiais com diferenças de permeabilidade muito grande possibilitam que na época de concentração de chuvas se forme lençol freático muito próximo da superfície e ocorra encharcamento temporário da camada agrícola, característica que indica que são áreas vulneráveis à contaminação e sujeitas ao apodrecimento de plantas com raízes mais profundas, por isso, em muitos locais, há necessidade de se executarem obras de drenabilidade para aproveitamento agrícola; camada bastante percolativa e com boa capacidade armazenadora de água, por isso muito importante para reter e armazenar a água da chuva, recarregar aqüíferos e para reduzir o escoamento superficial. **A cor preta indica que deve ser rica em matéria orgânica, portanto deve ser muito ácida e de boa capacidade de troca catiônica:** necessita da aplicação de muito calcário dolomítico; é muito corrosiva e deve responder bem à adubação. **Muitos setores com ocorrência de solos orgânicos, por vezes turfosos e hidromórficos:** geotecnicamente muito problemáticos, pois apresentam baixa capacidade de suporte, ou seja, sofrem alta compactação e redução de volume acentuadas quando submetidos a cargas elevadas, o que pode causar trincamentos e afundamentos de construções e de leitos viários. **Por apresentarem alta proporção de matéria orgânica são muito ácidos e corrosivos:** materiais neles enterrados sofrem danificação muito rápida; necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico; apresentam boas características físicas e boa capacidade de troca catiônica, por isso devem responder bem à adubação e apresentar boa capacidade depuradora. **Muitos locais com concentrações de seixos e fragmentos de quartzo:** dificuldades localizadas para executar perfurações rotativas.	4a, **Setores com relevo suavemente ondulado, com muitas manchas de solos orgânicos e hidromórficos e algumas depressões fechadas com lençol freático aflorante:** acentuam-se muito as dificuldades geotécnicas e a vulnerabilidade do lençol freático; as depressões fechadas são importantes para a recarga dos aqüíferos.	O potencial mineral desses terrenos está relacionado à existência de camadas de arenitos bem selecionados, finos e de composição essencialmente quartzosa. São rochas que podem ser exploradas para aplicação na indústria cerâmica e metalúrgica. Também destaca-se a existência de camadas de argilitos cinza esbranquiçados que são explotados para fabricação de cerâmica branca. As camadas de arenitos silicificados são explotadas como material refratário (foto 8) e os conglomerados para saibro. Salienta-se que em toda iniciativa de exploração mineral deve ser considerado que os terrenos desse domínio pertencem à área de preservação ambiental (APA da Escarpa Devoniana). Embora o substrato rochoso seja composto de rochas arenosas e conglomeráticas, o potencial hidrogeológico para exploração de água subterrânea através de poços de baixa profundidade é relativamente baixo, em função do alto grau de silicificação das rochas arenosas e principalmente devido ao desnível altimétrico muito acentuado entre esses terrenos e os terrenos pré-cambrianos vizinhos. A água que se infiltra nas partes altas tende a sair no sopé da escarpa e nos vales de drenagens que são muito profundos.						Como características importantes dos terrenos do Domínio 4 destacam-se: o fato de que são áreas limítrofes entre duas importantes unidades geomorfológicas e geotectônicas que são o Primeiro Planalto Paranaense, sustentado principalmente por rochas metamórficas pré-cambrianas e o Segundo Planalto, sustentado pelas seqüências fanerozóicas da bacia do Paraná; as características topográficas com curiosas formas erosivas; a sua configuração morfolitostrutural favorável à recarga e à descarga de aqüíferos (figura 3); a vegetação bastante típica, caracterizada por extensos campos naturais de gramínea baixa (foto 4) e por pequenas e isoladas manchas de mata, geralmente com muitas araucárias; a escarpa da serra de São Luiz do Purunã que apresenta características topográficas e paisagem muito bonitas (foto 6) e córregos encachoeirados(foto 7), além de se constituir em área onde nascem vários rios da região metropolitana. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se: ▫ que não se deve destinar essas áreas para nenhuma forma de uso e ocupação mais adensada, especialmente aquelas potencialmente poluidoras dos lençóis freático e subterrâneo; ▫ que devido à alta fragilidade do lençol freático e por serem áreas de recarga e de descarga de aqüíferos, no aproveitamento agrícola deve-se evitar o uso intensivo de adubos e defensivos poluentes e deve-se priorizar a agricultura orgânica; ▫ considerar o fato de que são terrenos sob legislação ambiental (APA da Escarpa Devoniana). Portanto, toda iniciativa de uso e ocupação deve ser orientada e supervisionada pelo órgão competente; ▫ que pelo fato dos rios e córregos que nascem na escarpa apresentarem águas correntes e limpas, estes podem ser aproveitados para piscicultura; ▫ que pela beleza paisagística e em função da fragilidade ambiental, um uso bastante adequado para essas áreas é o turismo ecológico, ou então sítios e chácaras de lazer.
	SUBSTRATO ROCHOSO - Na escarpa da serra afloram as mesmas rochas dos subdomínios anteriores, evidenciando denso sistema de fraturas: rochas altamente instáveis, pois as fraturas possibilitam que blocos se soltem com facilidade. **No sopé da escarpa e nos vales de drenagens afloram rochas metamórficas e ocorre grande quantidade de blocos de arenitos que se soltaram da escarpa:** zona de contato entre unidades geológicas com características composicionais, deformacionais, geotécnicas e hidrogeológicas muito contrastantes; zona de alta instabilidade, sujeita a queda e rolamento de blocos e a grandes e rápidas movimentações naturais de massas. **RELEVO E DRENAGEM - Relevo juvenil do tipo escarpado com paredões verticalizados e quase retilíneos:** em franco processo de dissecação e com alto potencial erosivo e para ocorrência de movimentação natural de massas. **Sistema de drenagem com nascentes de água no sopé da escarpa, com vales profundos, leitos atulhados com blocos e matacões, águas turbulentas, limpas e com boas vazões o ano todo:** áreas de descarga de aqüíferos; alto potencial hídrico, vulnerável à poluição e por isso extremamente inadequadas para locação de fontes potencialmente poluidoras. **SOLOS - Mistura de solos residuais e transportados geralmente pouco evoluídos, predominando cambissolos e litossolos, periodicamente renovados por movimentações recentes de massas e por isso geralmente misturados com muitos blocos e matacões de rochas:** solos inadequados para agricultura e geotecnicamente problemáticos para executar escavações, perfurações rotativas e para implantar fundações e infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações etc.).	4a, **Corresponde às porções escarpadas da serra de São Luiz do Purunã que separam o Primeiro e o Segundo Planaltos Paranaenses:** zona de alta instabilidade geotécnica e de descarga de aqüífero.	Alto potencial hidrogeológico, indicado pelo tipo de rocha e pela configuração topográfica de descarga de aqüífero. Salienta-se também o potencial para exploração d'água relacionado ao sistema de drenagem, que apresenta boas vazões permanentes e águas correntes ainda pouco comprometidas pela poluição.						



Área de definição do Domínio 4

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

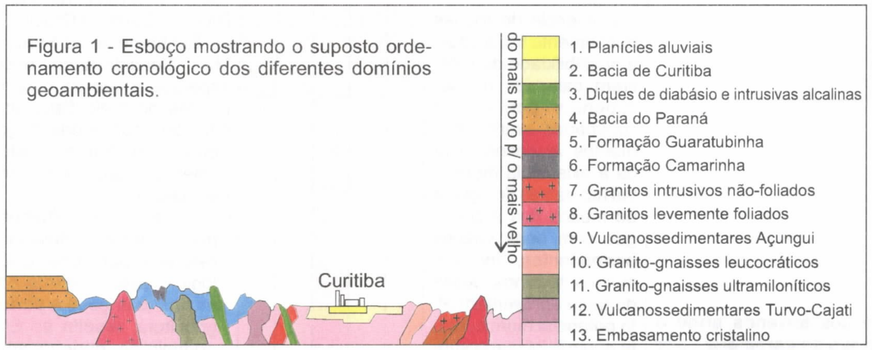


Figura 2 - Ambiente deposicional do Domínio 4.

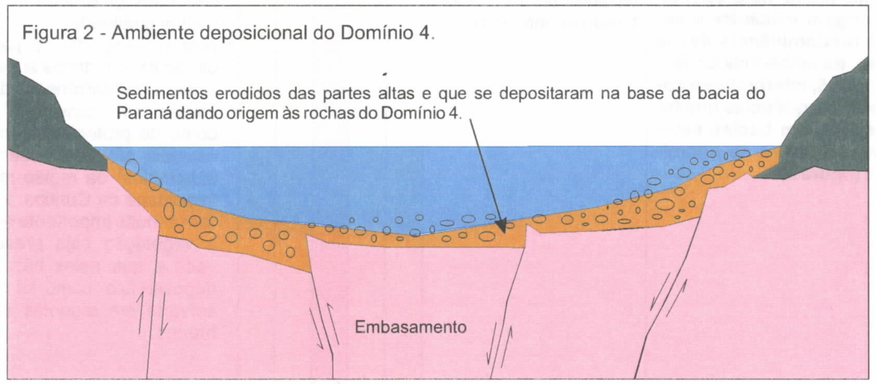


Foto 1

Foto 2

Uma característica comum dos terrenos do Domínio 4 é a ocorrência do substrato rochoso aflorante e/ou quase sempre situado muito próximo da superfície, o que os tornam bastante problemáticos para executar escavações, cravar estacas, implantar fundações, malhas viárias e infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações). Essa característica também indica que são terrenos extremamente frágeis e inadequados para locação de fontes potencialmente poluidoras como lixões, cemitérios e aterros, pois os contaminantes ficarão em contato direto com o substrato rochoso percolativo.

Foto 3 - Uma característica comum dessas áreas é a presença de muitos locais onde existem solos transportados constituídos de apenas um horizonte de cor preta, rico em matéria orgânica e bastante permeável, depositado diretamente sobre camadas de arenitos por vezes muito silicificados. Em função da diferença de permeabilidade desses materiais, na época de concentração de chuvas ocorre o encharcamento temporário dos solos e forma-se lençol freático muito próximo da superfície, o que leva ao apodrecimento das raízes da vegetação, faz com que ocorram surgências de água em taludes de corte e tornam essas áreas muito frágeis à contaminação.

Foto 4 - Paisagem típica dos terrenos diferenciados como Subdomínios $4a_1$ e $4a_2$, onde predominam solos rasos, vegetação tipo gramínia dura e sistema de drenagem com vales em franco processo de escavação.

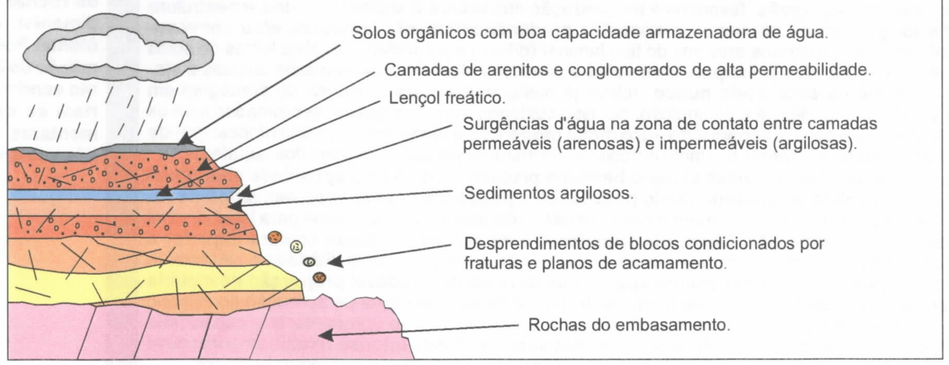
Foto 5 - Vales de drenagem muito encaixados, característica que indica que os terrenos do Domínio 4 encontram-se em franco e acelerado processo de dissecação, portanto são áreas com alto potencial erosivo.

Foto 6

Foto 7

Vista geral da escarpa da serra de São Luiz do Purunã (foto 6), diferenciada como Subdomínio $4a_3$ onde pode-se notar sistema de drenagem com leitos encachoeirados (foto 7).

Figura 3 - Perfil esquemático mostrando a situação morfolitostrutural da serra de São Luiz do Purunã, indicando que são áreas de recarga e de descarga de aqüíferos e de alto potencial para ocorrências de movimentos de massas.



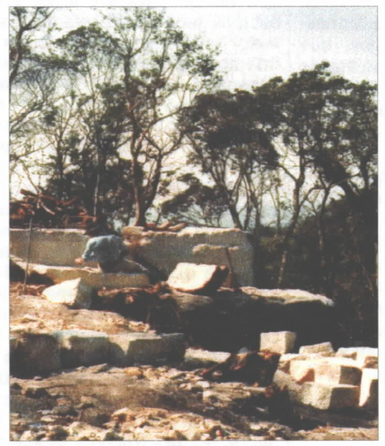
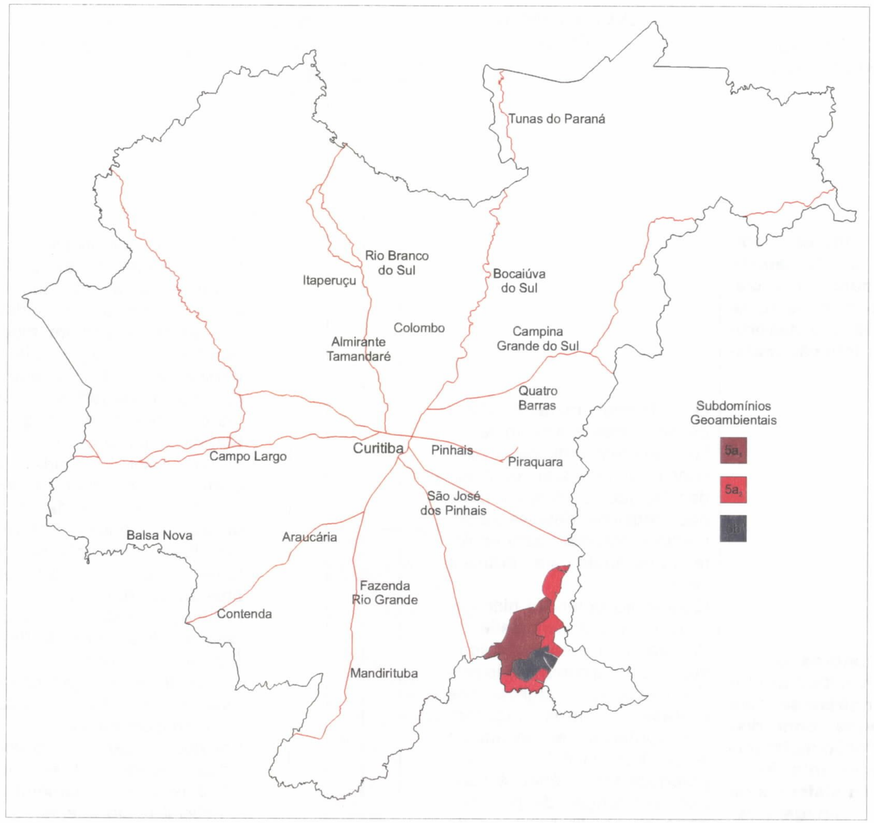


Foto 8 - Camadas de ortoarenitos silicificados que são exploradas como material refratário e pedra de revestimento.

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL / CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS: CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO: ALTA	MÉDIA	BAIXA			CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
					urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 5 Correspondem aos terrenos que na literatura geológica são reportados como pertencentes à formação Guaratubinha, cuja origem admite-se que se deu a partir de um vulcanismo fissural que aconteceu há mais ou menos 500 milhões de anos. As características das rochas dessa formação indicam que elas se formaram numa ambiência tectônica onde se alternavam períodos de intensa atividade vulcânica com períodos de relativa calmaria, como acontece com os vulcões atuais. Essa alternância de ambientes teria possibilitado que nas depressões formadas entre as chaminés dos vulcões se formassem lagos, que foram atulhados por detritos erodidos das pilhas vulcânicas, por cinzas vulcânicas e por outros sedimentos transportados pelos rios das áreas vizinhas (figura 2). Por isso o substrato rochoso se caracteriza por uma imensa variação de tipos litológicos de origem vulcanossedimentar.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Predominância de rochas vulcânicas ácidas e intermediárias, geralmente bem preservadas do intemperismo, aflorantes em vários locais e/ou então quase sempre situadas muito próximas da superfície (fotos 1 e 2):** características bastante negativas para implantar obras enterradas, fazer escavações, cravar estacas, implantar malhas viárias, redes de esgoto e tubulações enterradas, devido à necessidade de se ter que utilizar explosivos para desmontar rochas duras. **Predominância de rochas constituídas quase que exclusivamente de feldspato e quartzo e muito pobres em minerais ferromagnesianos:** predominância de minerais muito resistentes ao intemperismo e que liberam pouco nutrientes para o solo. **Em muitos locais as rochas vulcânicas apresentam textura fina densamente cataclasada:** muito quebradiças e por isso podem ser desmontadas com certa facilidade apenas com ferramentas e maquinários. Apresentam características mineralógicas, texturais e estruturais favoráveis para serem lavradas e aproveitadas para brita e saibro. **Presença de rochas vulcânicas (cinzas vulcânicas ?) compostas quase que essencialmente de minerais intemperizados para argila branca:** favoráveis para exploração de argila. **Em muitos locais afloram rochas com alta densidade de falhas, fraturas e diáclases:** bastante percolativas; fluidos e líquidos se infiltram muito rapidamente no subsolo, portanto, são terrenos de alta recarga de aqüífero, podem conter excelentes aqüíferos do tipo fissurado, de baixa capacidade depuradora e extremamente vulneráveis à poluição, características que os tornam extremamente inadequados para locação de fontes potencialmente poluidoras; substrato rochoso muito instável quando exposto em taludes de corte (solta blocos e lascas condicionados pelos planos de fraqueza estrutural que impõem, mesmo nos solos residuais, planos preferenciais de ruptura). **RELEVO E DRENAGEM - Montanho e composto por morros de encostas com perfis convexo-retilíneo-côncavo:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação. **Com algumas movimentações naturais de massas e muitas induzidas:** alto potencial para ocorrência de grandes e rápidas movimentações de massas (deslizamento de solos; queda e rolamento de blocos e tombamento de estratos condicionados por fraturas verticalizadas) (figura 4). **Declividades médias superiores a 35 e 45% e desníveis altimétricos muito acentuados:** características negativas e custos muito elevados para implantar malhas viárias e qualquer outro tipo de infra-estrutura urbana e subterrânea, devido à necessidade de se ter que executar cortes muito profundos, fazer muitos aterros altos e muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas; características topográficas extremamente inadequadas para mecanizar o solo através de motomaquinários. **Sistema de drenagem com vales bastante profundos, escavando muito, com leitos encachoeirados e águas turbulentas:** alta erosão hídrica; rios com alta capacidade de transporte de sedimentos e alta capacidade de oxigenação, portanto com alta capacidade depuradora e dispersora; quando chove o nível dos rios sobe muito rapidamente e formam-se enxurradas muito rápidas e altamente erosivas. **SOLOS - Predominância de solos residuais pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e mais raramente podzólicos rasos, quase sempre entremeados com afloramentos rochosos e com depósitos coluviais recentes (solos misturados com blocos e matacões):** solos muito jovens, com características físicas e provavelmente químicas inadequadas para a agricultura e com heterogeneidade significativa quanto ao comportamento mecânico, erosivo e hídrico; espessura muito reduzida para reter e depurar poluentes; lençol freático muito vulnerável à contaminação. **Derivados de rochas ricas em feldspato e quartzo e pobres em minerais ferromagnesianos, ou seja, ricas em minerais que liberam muito alumínio e pouco nutrientes:** solos certamente muito ácidos, com excesso de alumínio tóxico e de baixa fertilidade natural, por isso necessitam de muito calcário dolomítico e de muito adubo. **Predominância de solos com horizontes A, B e C com características físicas e com colorações bem diferenciadas e em contatos bruscos e/ou difusos entre si, ou então muitas vezes com perfil incompleto (ausência de um ou de outro horizonte):** pouco homogeneizados pedogeneticamente, geotecnicamente muito instáveis quando expostos em taludes de corte. **Horizonte A de espessura muito reduzida e/ou por vezes inexistente, muito pobre em matéria orgânica:** camada agrícola praticamente inexistente. **Horizonte B geralmente ocorre muito próximo da superfície, apresenta textura argilo-siltosa muito endurecida, cor esbranquiçada e geralmente com proeminentes fendas de ressecamentos observadas nos cortes das estradas:** deve conter argilominerais expansivos, por isso é muito erosivo e instável quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos.	**5a** **Correspondem aos setores onde o substrato rochoso é constituído principalmente por rochas de origem vulcânica.**	$5a_1$	**Setores com relevo montanhoso, sustentado principalmente por rochas vulcânicas e subvulcânicas, quase sempre bem preservadas do intemperismo (foto 3):** características topográficas, de solo e do substrato rochoso extremamente negativas frente a toda forma de adensamento ocupacional.	Terrenos com potencial para exploração de brita, saibro e também argila associada a prováveis metatufos intemperizados e a camada de argilitos sedimentares. Já existem algumas lavras onde se explotam riolitos (vulcânicas ácidas) para brita e saibro. Salienta-se que em toda iniciativa de explorar recursos minerais nesses terrenos dever-se-á levar em consideração que grande parte deles está inserida em área de preservação ambiental. A existência de rochas densamente fraturadas, a possibilidade de existirem camadas de sedimentos permeáveis confinados entre sedimentos argilosos, aliada à existência de muitas nascentes de água e de muitos rios e córregos com boas vazões permanentes, indicam que os terrenos desse domínio apresentam alto potencial hídrico, tanto superficial como subterrâneo (aqüíferos fraturado e confinado).						Destacam-se como características importantes desse domínio: a presença de rochas vulcânicas muito fraturadas e às características topográficas que definem esses terrenos como áreas de recarga de aqüíferos e de alto potencial hidrogeológico; a beleza da topografia montanhosa recoberta por densa vegetação da Mata Atlântica, em parte, ainda bem preservada; o sistema de drenagem com rios encachoeirados, de boas vazões permanentes e águas ainda bem preservadas da poluição; a constituição do substrato rochoso, que se caracteriza por uma seqüência vulcanossedimentar, no geral ainda bem preservada do intemperismo, bastante diversificada do ponto de vista litológico e que ainda conserva muito das características vulcânicas originais, fatos que despertam grande interesse aos profissionais ligados às ciências da Terra e por fim, são áreas sob proteção ambiental integrantes da Reserva da Biosfera Vale do Ribeira - Serra da Graciosa e do Tombamento da Serra do Mar. Considerando esses aspectos e que as características do meio físico indicam que são áreas frágeis frente a toda forma de adensamento ocupacional, recomenda-se que: ▫ a forma de aproveitamento mais adequada dessas áreas seria para turismo ecológico, assim mesmo com muitas restrições e para agricultura, restrita ao Subdomínio 5b, onde os solos são mais profundos e de melhor qualidade; ▫ pela sua importância para os recursos hídricos superficiais e subterrâneos, deveriam ser consideradas como de proteção de mananciais e/ou de "reserva hidrológica" da região metropolitana de Curitiba. Por isso é muito importante que a vegetação seja preservada e que nelas não se deposite lixo, como foi observado em algumas saibreiras.
			$5a_2$	**Diferencia-se porque o relevo é um pouco menos montanhoso que o do subdomínio anterior e porque existe maior participação de rochas sedimentares:** diminuem um pouco o potencial erosivo e de movimentações de massas.						
	SUBSTRATO ROCHOSO - Composto de rochas vulcânicas ácidas e provavelmente intermediárias, metatufos, brechas vulcânicas, argilitos caulínicos e conglomerados, com grau de intemperismo geralmente bastante avançado mas muito diferenciado de local para local: associação de rochas de composição e caracteristicas físicas muito distintas, portanto os comportamentos geotécnico e hidrologeológico variam muito de local para local, sendo difícil prever o comportamento geotécnico em profundidade, por isso, em toda iniciativa de uso e ocupação que envolva escavações, perfurações e cravação de estacas, antes deverão ser executados estudos geotécnicos setorizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados; no geral, são terrenos de fácil escavabilidade, pois a maior parte das rochas pode ser desmontada apenas com ferramentas e maquinários. **Existência de camadas de rochas tufáceas intemperizadas e essencialmente argilosas e de argilitos esbranquiçados:** áreas favoráveis para prospecção de argilas (foto 4). **Presença de arenitos arcoseanos e de conglomerados pouco consolidados e compostos de seixos de composição e tamanhos muito variados:** pode ser aproveitado como saibro; favoráveis à percolação e ao armazenamento d'água; como há possibilidade de ocorrerem intercaladas entre sedimentos argilosos, pode existir aqüíferos do tipo confinado. **RELEVO E DRENAGEM - Moderadamente ondulado e com declividades entre 10 e 25%:** mais material detrítico disponível à remoção e solos mais espessos que dos subdomínios anteriores. **Desníveis altiméticos relativamente baixos:** baixo potencial de movimentações naturais de massas (escorregamentos); topografia favorável à mecanização dos solos e à implantação de infra-estrutura viária e subterrânea. **Morros com perfis longos, topos convexos e encostas predominantemente convexas e/ou convexo-côncavas:** relevo dissecando-se principalmente por processos erosivos do tipo laminar (difuso) e por movimentações lentas de solos (*creep*). **Moderada a baixa densidade de drenagem, rios principais com vales e planícies aluviais relativamente amplas e sistema de drenagem secundário pouco profundo e escavando pouco:** relevo já bastante dissecado; sistema de drenagem em processo inicial de assoreamento e com vazão com tendência à diminuição, por isso cuidados especiais devem ser tomados com os processos erosivos e com o assoreamento das drenagens. **Escoamento superficial moderado a lento:** baixa erosão hídrica; grande parte das águas das chuvas se infiltra no solo, portanto são áreas bastante percolativas e importantes para a recarga dos aqüíferos. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados, quase sempre bastante profundos, com pedregosidade superficial praticamente nula, pedogeneticamente bem evoluídos, predominando podzólicos e podzólico-latossólicos derivados de rochas de composição muito variada:** características físicas e provavelmente químicas muito diferenciadas de local para local; de fácil escavabilidade superficial e de baixa resistência à penetração. **Horizonte superior A com espessura quase sempre superior a 50cm, textura friável e quase sempre de cor cinza-escura:** camada agrícola deve ser bastante permeável, lixiviada e certamente empobrecida em nutrientes e de baixa erodibilidade natural. **A cor escura sugere que deve conter razoável proporção de matéria orgânica, por isso deve ser bastante ácida e apresentar boa capacidade de troca catiônica:** necessita de aplicação de calcário dolomítico; deve apresentar boa capacidade retentora, por isso deve responder bem à adubação e deve apresentar boa capacidade depuradora. **Horizonte intermediário (B) com alta concentração de argila e muitas vezes exibindo intenso fendilhamento:** deve conter argilominerais expansivos, por isso é muito erosivo e instável quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos.	**5b** **Correspondem aos terrenos onde o substrato rochoso se caracteriza por uma associação muito heterogênea de rochas de origem vulcânica e sedimentar, com predominância dessa última. Por isso, na ambiência de formação do Domínio 5, interpreta-se como sendo aquelas seqüências que teriam se depositado em bacias sedimentares formadas entre as chaminés vulcânicas (figura 2).**								



Área de definição do Domínio 5

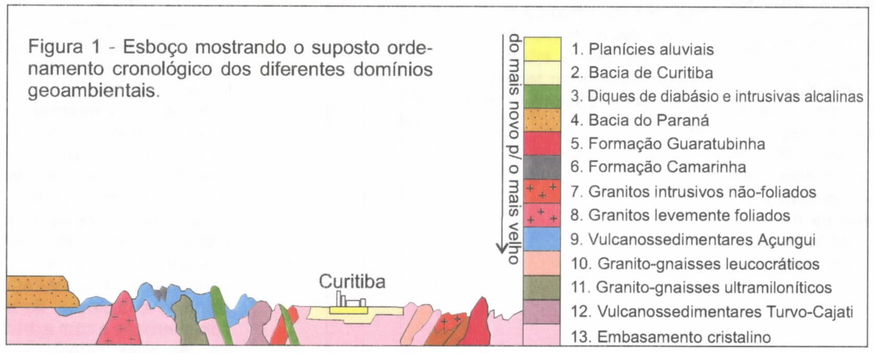


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

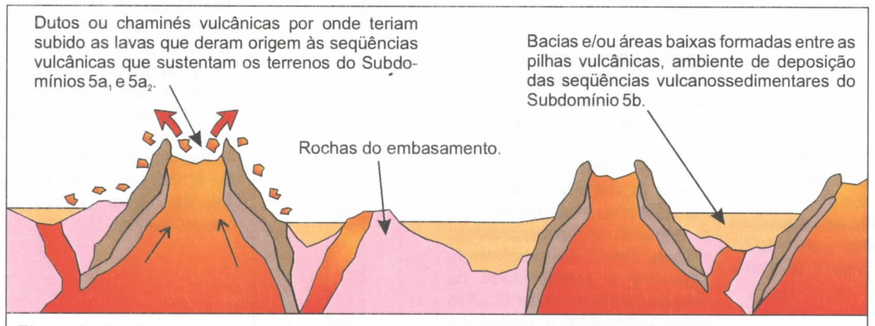


Figura 2 - Perfil esquemático mostrando a provável ambiência vulcanogênica responsável pela formação dos terrenos diferenciados como Domínio 5.

Foto 1

Foto 2

Uma característica comum dos terrenos montanhosos diferenciados como Subdomínios $5a_1$ e $5a_2$ é a presença de rochas frescas, duras e bastante fraturadas aflorantes na superfície. Em função disso são terrenos extremamente problemáticos para implantar qualquer tipo de infra-estrutura subterrânea e viária e inadequados para locação de qualquer tipo de fonte potencialmente poluidora. Por outro lado, em função dessa característica são áreas importantíssimas para a regarga de aqüíferos, de alto potencial hidrogeológico e favoráveis para exploração de brita.

Foto 3 - Mostra em primeiro plano as áreas de relevo menos acidentado onde ocorrem rochas de origem sedimentar do Subdomínio 5b. Em segundo plano destaca-se o relevo montanhoso sustentado principalmente por rochas vulcânicas de natureza ácida (riolito) do Subdomínio $5a_1$.

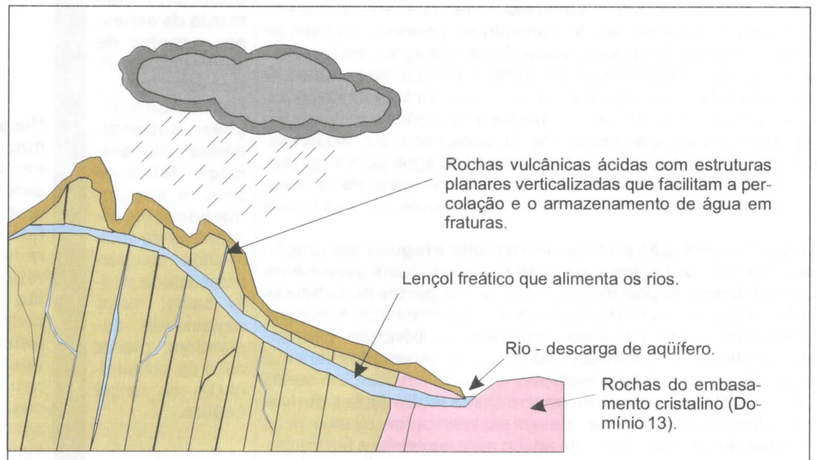


Figura 3 - Esboço mostrando a configuração morfolitostrutural do Subdomínio 5a favorável à recarga de aqüífero e à existência de aqüíferos do tipo fissurado.

Foto 4 - Mostra uma antiga frente de lavra de argila associada às seqüências vulcanossedimentares do Subdomínio 5b.

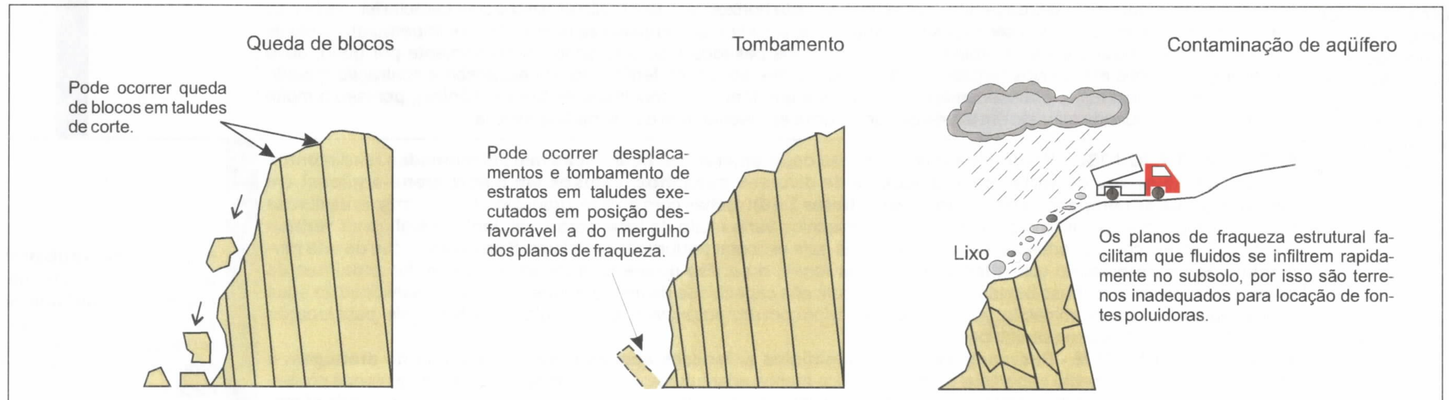
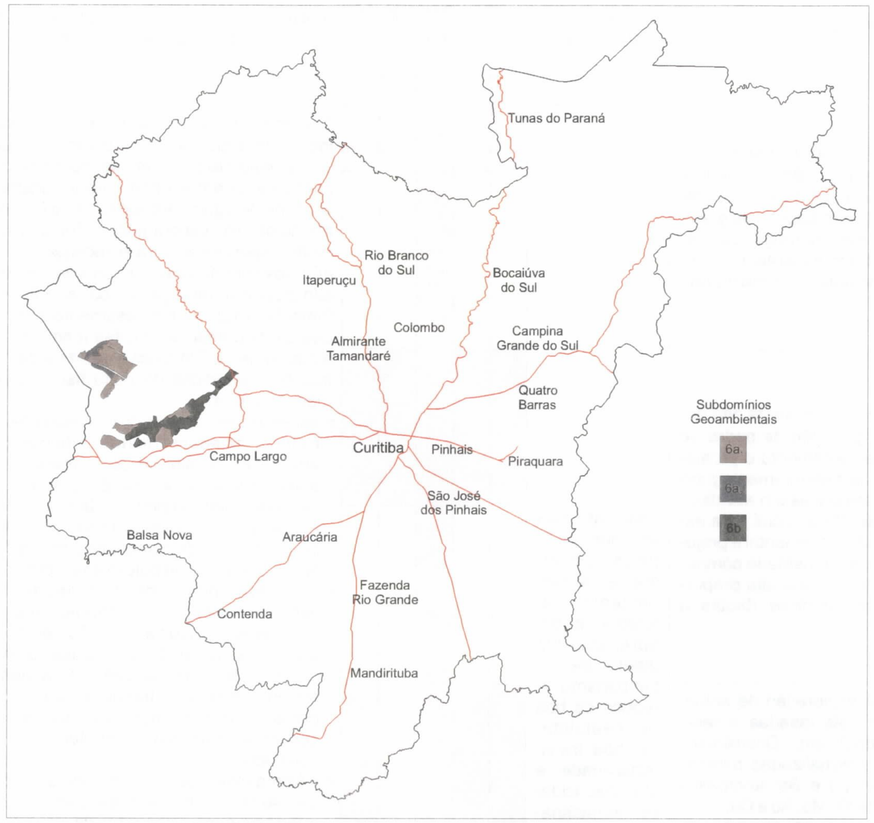


Figura 4 - Principais tipos de problemas decorrentes da alta densidade de planos de fraqueza estrutural (falhas, fraturas, diáclases) das rochas dos Subdomínios $5a_1$ e $5a_2$.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS			POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
					ALTA	MÉDIA	BAIXA			
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS			urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 6 Corresponde aos terrenos que na literatura geológica são reportados como pertencentes à formação Camarinha, que na área estudada é constituída principalmente por sedimentos síltico-argilosos e conglomeráticos pouco deformados. Admite-se que esses sedimentos teriam se depositado entre 500 e 600 milhões de anos, em bacias intramontanas que se formaram junto às zonas de cisalhamento (falhas, terremotos) relacionadas aos momentos finais do evento tectônico que deformou, metamorfizou e erodiu as seqüências metavulcanossedimentares do grupo Açungui (Domínio 9), que também foram fonte dos sedimentos desse domínio (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Predominância de sedimentos síltico-argilosos não ou pouco metamorfizados, com características estruturais muito diferenciadas de região para região, cores predominantemente avermelhadas, granulação fina, textura maciça bastante endurecida e levemente foliada, com intercalações subordinadas de arenitos feldspáticos e conglomerados polimíticos mal selecionados (seixos de várias composições e tamanhos) e pouco compactados (fotos 1 e 2):** associação de sedimentos de composição, granulometria e textura muito diferentes e contrastantes entre si, por isso, no caso de se executar qualquer tipo de obra que necessite fazer escavações, fundações, perfurações e cravação de estacas deve ser considerado que as características geotécnicas variam muito de local para local, tanto lateral como verticalmente, portanto terão que ser executados estudos setorizados e ensaios tecnológicos adensados; de baixa permeabilidade e de baixa transmissividade, ou seja, armazenam água mas não a liberam para circulação, por isso o potencial hidrogeológico é relativamente baixo e não se deve esperar grandes vazões na exploração de água subterrânea. **Destaca-se, porém, que existe a possibilidade de ocorrerem camadas permeáveis e de alta capacidade de armazenamento d'água (arenitos e conglomerados) intercaladas em camadas impermeáveis (siltitos e argilitos):** potencial para existência de bons aqüíferos do tipo confinado. **Os sedimentos, principalmente os argilosos, geralmente são bastante endurecidos, de alta cerosidade e afloram em muitos locais e/ou então situam-se sempre muito próximos da superfície:** muitos locais problemáticos para executar escavações, perfurações, cravar estacas e implantar infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações), pois, além de serem endurecidos, a cerosidade alta faz os equipamentos de perfuração rotativa patinarem. **RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado, com alta densidade de elevações com encostas convexo-côncavas, curtas, declividades médias quase sempre superiores a 25 e 35%; alta densidade de drenagem com vales encaixados, escavando mais do que depositando:** áreas que estão em processo de dissecação relativamente acelerado, ou seja, o relevo ainda está sendo esculpido e o sistema de drenagem está erodindo muito mais do que depositando; características de relevo e de drenagem bastante negativas para toda forma de adensamento ocupacional. No caso de urbanização, terão que ser executados muitos cortes profundos, muitas obras de transposição de drenagem, muitos aterros, movimentar muita terra e no caso da agricultura, haverá dificuldades para mecanizar o solo, com motomaquinários. **O escoamento superficial é muito rápido e intenso:** alta torrencialidade, ou seja, a água da chuva se infiltra muito pouco no subsolo e escoa muito rápido para os canais de drenagem, por isso, formam-se enxurradas muito fortes e erosivas e o nível e a vazão dos rios sobem e abaixam muito rapidamente em função da periodicidade climática, como conseqüência, são áreas de baixa recarga de aqüífero, de baixa disponibilidade hídrica superficial e de escassez de água para irrigação. São áreas onde devem ser tomados cuidados especiais no sentido de não impermeabilizá-las e não desmatá-las excessivamente, pois se isso acontecer certamente aumentará o escoamento superficial e, conseqüentemente, diminuirá mais ainda a infiltração d'água das chuvas no subsolo. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados, com evolução pedogenética muito irregular em função da posição que ocupam nos perfis das encostas, predominando nas partes mais altas solos residuais geralmente pouco evoluídos, como litossolos, cambissolos e mais restritamente podzólicos rasos, e nas partes mais baixas solos transportados tipo podzólicos espessos:** evolução pedogenética muito heterogênea, apresentando heterogeneidade local muito significativa em termos de comportamento mecânico, fertilidade, erodibilidade, lixiviação, permeabilidade, capacidade depuradora e armazenadora, portanto, são difíceis de serem corrigidos e homo-geneizados para fins de aproveitamento agrícola em grandes parcelas; para diagnosticar todas as suas variações químicas e físicas, em curtas distâncias, terão que ser executados muitos ensaios tecnológicos. **De cor vermelho-amarronzada muito forte e derivados de rochas quase que exclusivamente compostas de minerais aluminosos:** devem ser laterizados, ou seja, ricos em ferro e alumínio e pobres em nutrientes naturais. **São pobres:** necessitam de muito adubo para aumentar a fertilidade. **Devem ser álicos (com excesso de alumínio tóxico):** necessitam de muito calcário dolomítico para corrigir a acidez. **Muito argilosos, aderentes, plásticos e escorregadios quando molhados:** difíceis de serem trabalhados nas épocas chuvosas devido ao emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos; de permeabilidade e transmissividade d'água muito baixa; aqüífero superficial pobre. **Horizonte superior (A) pouco espesso e pobre em matéria orgânica:** camada agrícola pouco espessa (baixa profundidade efetiva). **Horizonte (B) muito argiloso, situado quase sempre muito próximo da superfície e geralmente exibido proeminentes fendas de ressecamento quando exposto em taludes de corte:** pode ser atingido e colocado na superfície se for arado com equipamentos de lâminas de corte um pouco mais profundo (inversão do perfil do solo) ou seja, este horizonte, que é muito erosivo e com características físicas inadequadas à agricultura, pode ser exposto na superfície; por ser muito argiloso se compacta e se impermeabiliza mais ainda se for mecanizado excessivamente com maquinários pesados e/ou pisoteado constantemente por gado; deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade que sofrem os fenômenos da expansão e contração quando expostas ao umedecimento e ressecamento periódicos e que têm alta capacidade de troca catiônica), por isso é muito instável e erosivo quando exposto em talude de corte e deve apresentar boa capacidade retentora.	**6a** **Região onde o substrato rochoso é constituído principalmente de espessos pacotes de sedimentos síltico-argilosos, com intercalações subordinadas de arenitos feldspáticos e conglomerados:** predominância de sedimentos de permeabilidade muito baixa; maior capacidade depuradora; menor risco de contaminação do lençol freático.	**6a₁** **Setores onde os sedimentos apresentam-se muito pouco tectonizados, maciços, bastante endurecidos e desprovidos de foliação metamórfica.**	O potencial metalogenético desses terrenos é muito baixo. Não existem indícios e nem ocorrências minerais conhecidas. No que se refere aos bens não-metálicos, destaca-se somente o potencial para explotação de argila para cerâmica vermelha. Quanto ao potencial hidrogeológico, a alta densidade de drenagem, a escassez d'água superficial e a composição predominantemente argilosa dos metassedimentos sugerem que o potencial relacionado ao lençol freático é baixo. Já o potencial subterrâneo é mais alto, em função da possibilidade de existir camadas de arenitos e conglomerados confinadas entre os sedimentos argilosos (aqüífero confinado). O potencial hidrogeológico aumenta um pouco em $6a_2$, em função do intenso tectonismo rúptil (zona bastante fraturada).						Como características importantes desses terrenos destacam-se: o fato de que são áreas muito pouco ocupadas e que ainda preservam muitas parcelas de mata primária entremeadas com capoeiras e com pequenos reflorestamentos de pínus e bracatinga; abrangem terrenos mais ou menos próximos à cidade de Campo Largo e do local onde está sendo implantada a montadora da Chrisler. Por isso, num futuro bem próximo, certamente estarão sob forte pressão de urbanização. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▫ devido à baixa percolatividade dos solos e do substrato rochoso e do escoamento superficial muito intenso, é de fundamental importância que seja preservada grande parte da cobertura vegetal ainda existente e que, em qualquer iniciativa de uso e ocupação seja evitada a impermeabilização excessiva; ▫ a forma mais adequada de uso e ocupação seria reservá-las como áreas de reflorestamentos, para pequenas pastagens, chácaras e sítios de lazer e/ou para agricultura restrita a pequenas e isoladas parcelas, sempre acompanhada de cuidados especiais com a proteção do solo contra erosão e com a melhoria das suas características físicas e químicas; ▫ deve-se também levar em consideração o potencial hidrogeológico e a vulnerabilidade à contaminação dos terrenos diferenciados como Subdomínio 6b, por isso não é aconselhável neles implantar fontes potencialmente poluidoras como lixões e aterros sanitários.
	SUBSTRATO ROCHOSO - Predominância de rochas conglomeráticas polimíticas mal selecionadas (sedimentos compostos de seixos de várias composições e de diversos tamanhos, imersos em matriz areno-argilosa) em variados graus de compactação e intemperismo (fotos 3 e 4): rochas com textura, granulometria e com grau de dureza muito heterogêneos, por isso o comportamento geotécnico varia muito de local para local, tanto lateral como verticalmente; por serem conglomeráticas, são problemáticas para executar perfurações rotativas. **São sedimentos de alta permeabilidade e porosidade que afloram em vários locais ou então quase sempre situam-se muito próximos da superfície:** substrato rochoso bastante percolativo, com alta capacidade de armazenamento e transmissividade de água e muito vulnerável à contaminação, portanto, são terrenos com alto potencial hidrogeológico e muito frágeis para locação de cemitérios, lixões, aterros sanitários etc.. **RELEVO E DRENAGEM - Diferencia-se dos subdomínios anteriores apenas porque o sistema de drenagem é menos denso:** escoamento superficial e erosão hídrica menos acentuados; terrenos mais percolativos e menos problemáticos para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrâneas, pois não há necessidade de executar grande número de escavações profundas, aterros e de obras de transposição de drenagem. **SOLOS - A maior diferenciação em relação aos subdomínios anteriores está relacionada aos horizontes intermediário (B) e inferior (C) que, em muitos locais, contêm grande quantidade de seixos de quartzo:** mais pedregosos e mais instáveis quando expostos em talude de corte.	**6b** **Região onde o substrato rochoso é constituído predominantemente de espessos pacotes de conglomerados com intercalações subordinadas de sedimentos síltico-argilosos:** terrenos com melhor potencial hidrogeológico e mais vulneráveis à contaminação.	**6a₂** **Nesses setores, os sedimentos síltico-argilosos encontram-se mais deformados, com discreta foliação metamórfica, geralmente fraturados e os sistemas de relevo e drenagem estão mais controlados tectonicamente, características que indicam que:** os sedimentos foram bastante tectonizados, por isso são um pouco mais percolativos e mais instáveis quando escavados e expostos em taludes de corte; são áreas onde se acentuam o potencial erosivo e de movimentações de massas, principalmente as induzidas pela execução de cortes.	Apenas apresenta potencial para exploração de saibro. Quanto ao potencial hídrico, destaca-se que as rochas conglomeráticas mal selecionadas e pouco compactadas geralmente apresentam alta permeabilidade, transmissividade e capacidade armazenadora d'água. Essas características, somadas à possibilidade de elas poderem estar confinadas entre sedimentos argilosos impermeáveis, sugerem que podem existir aqüíferos do tipo confinado (figura 3).						



Área de definição do Domínio 6

Foto 1

Foto 2

Mostram o principal tipo de sedimento que sustenta os terrenos diferenciados como Subdomínio 6a. São siltitos vermelhos (granulação muito fina), maciços, bastante endurecidos, por vezes com incipiente foliação metamórfica, fraturados e com restritas intercalações conglomeráticas. Em função dessas características e pelo fato desses sedimentos aflorarem em muitos locais, ou então, porque ocorrem muito próximos da superfície, as áreas desse subdomínio são pouco percolativas e apresentam muitos locais com algumas dificuldades para executar escavações, perfurações, implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea.

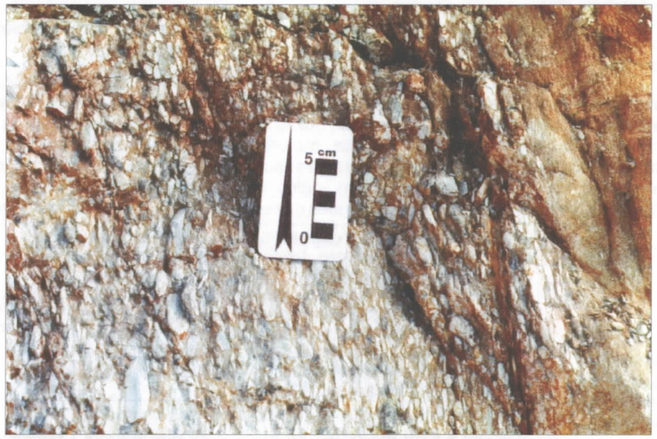


Foto 3

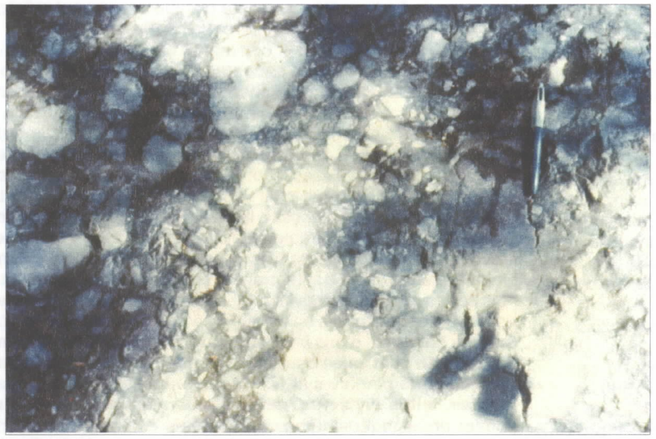
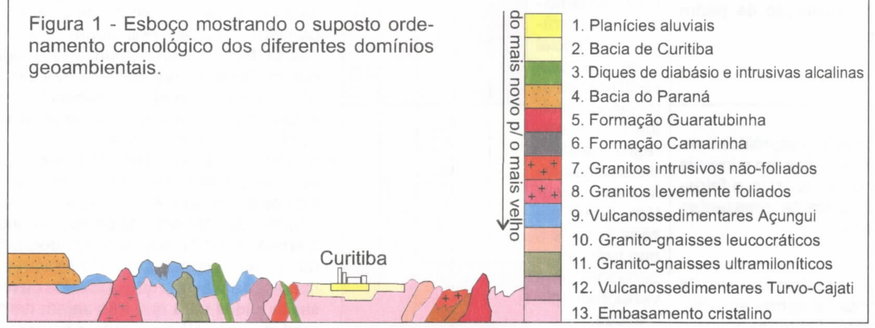


Foto 4

Exemplos do tipo de rocha que predomina nos terrenos diferenciados como Subdomínio 6b. São conglomerados polimíticos, mal selecionados, ou seja, rochas compostas de seixos de vários tamanhos e derivados de vários tipos de rochas, mergulhados em matriz argilo-arenosa em variados graus de compactação e deformação. São rochas bastante percolativas e apresentam boa capacidade de armazenamento d'água, o que indica que os terrenos desse subdomínio apresentam potencial para existência de bons aqüíferos subterrâneos. Por outro lado, são bastante vulneráveis frente a toda fonte potencialmente poluidora.

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



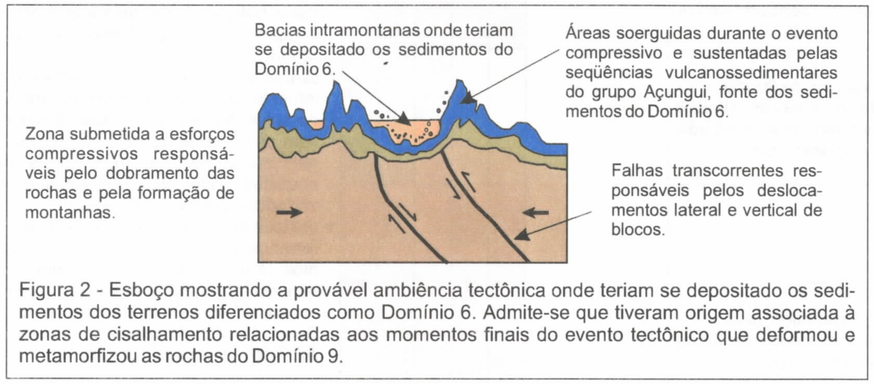


Figura 2 - Esboço mostrando a provável ambiência tectônica onde teriam se depositado os sedimentos dos terrenos diferenciados como Domínio 6. Admite-se que tiveram origem associada à zonas de cisalhamento relacionadas aos momentos finais do evento tectônico que deformou e metamorfizou as rochas do Domínio 9.

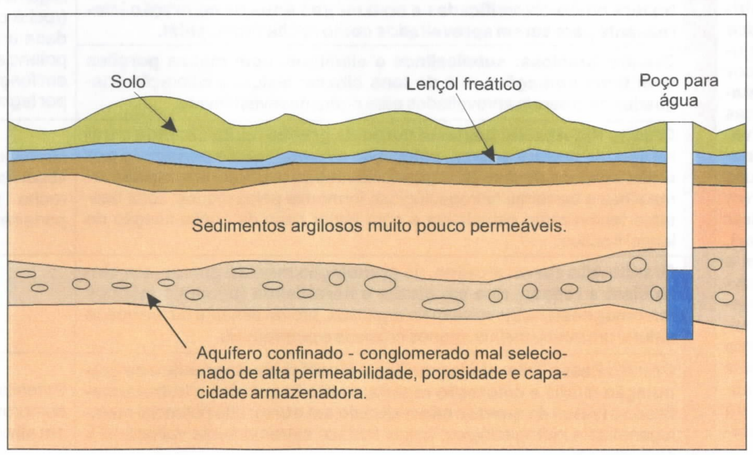
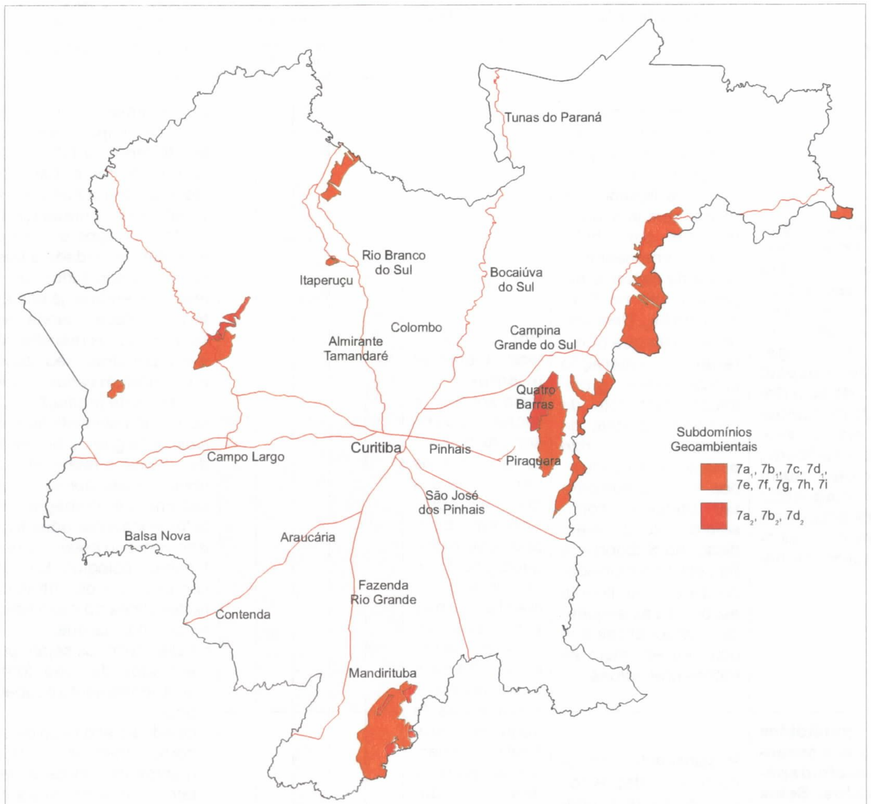


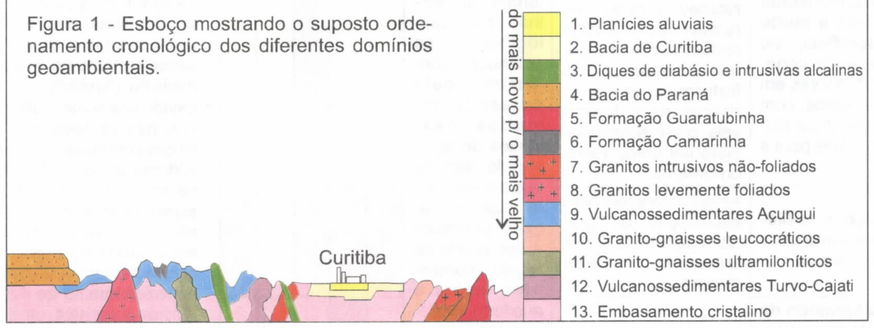
Figura 3 - Esboço mostrando o que é um aqüífero confinado, que pode existir nos terrenos do Subdomínio 6b, onde há possibilidade de ocorrer camadas de conglomerados, de alta permeabilidade e porosidade, confinadas entre camadas argilosas de baixa permeabilidade.

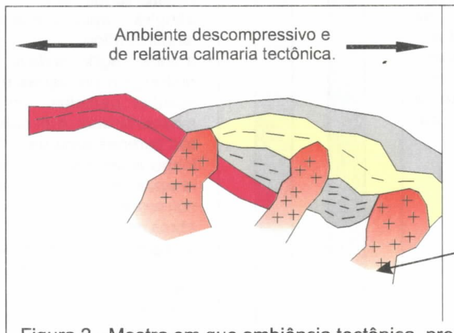
DOMÍNIO GEOAMBIENTAL		SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS		POTENCIAL MINERAL	POTENCIAL HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS				urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 7 Corresponde aos terrenos sustentados por rochas graníticas intrusivas pouco ou não-deformadas, ou seja, rochas derivadas de magmas que se intrudiram e se cristalizaram em grandes profundidades da crosta terrestre, em ambientes de relativa calmaria tectônica (figura 2). Admite-se que a idade desse magmatismo granítico aconteceu entre o Proterozóico Superior e o Cambriano, ou seja, entre 500 e 570 milhões de anos. Posteriormente, grandes deslocamentos, tanto horizontais como verticais, relacionados a processos tectônicos, soergueram e expuseram as rochas granitóides à erosão. Por isso, hoje elas ocorrem na superfície.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Rochas graníticas plutônicas com textura granular maciça, granulação média a grossa, não-foliadas e compostas principalmente de feldspato e quartzo:** rochas de baixa permeabilidade primária, desprovidas de estruturas planares e com textura e composição mineralógica favoráveis para serem exploradas como pedra de revestimento e brita. **Rochas que se intemperizam de forma muito heterogênea:** grau de intemperismo muito variado, por isso em curtas distâncias podem ocorrer passagem bruscas de rochas frescas, geralmente na forma de blocos e matacões, para rochas parcialmente e/ou profundamente intemperizadas (fotos 4, 5 e 6), isso indica que a profundidade e a dureza do substrato rochoso variam muito de local para local, portanto são terrenos com muitos setores problemáticos para se executar escavações, perfurações, cravar estacas, fundações e infraestrutura viária e subterrânea (esgotos, canalizações), pois é necessário usar explosivos para o desmonte de rochas duras. Além disso, no caso de se executar qualquer tipo de obra com fundações, deve-se tomar cuidados para que estas não fiquem apoiadas parcialmente sobre blocos e matacões. Estes podem se movimentar e desestabilizá-las (figura 3). **Muitos locais com exposição de granito fraturado:** rochas de alta permeabilidade e porosidade secundárias e por isso muito vulneráveis à contaminação, pois poluentes podem se infiltrar muito rapidamente e se armazenar nas fraturas praticamente sem se depurar, características bastante desfavoráveis para locação de fontes potencialmente poluidoras; por outro lado, são favoráveis à existência de aqüíferos do tipo fissurado. **RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado a montanhoso, formado de morros com encostas curtas, perfis convexo-côncavos e retilíneos, com declividades quase sempre superiores a 35 e 45%, desníveis altimétricos muito acentuados e com existência de algumas cicatrizes de erosão e muitos indícios de movimentações naturais de massas:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação; características topográficas favoráveis a ocorrência de movimentações rápidas (escorregamentos de solos, rolamento de blocos) e lentas de massas (*creep*); solos sofrem erosão e depauperamento muito rápidos; relevo bastante desfavorável para agricultura mecanizada e para o adensamento de infra-estrutura viária e subterrânea, pois terão que se executar muitos cortes profundos, movimentar muita terra e contruir muitos aterros altos, muitas obras de transposição de drenagens e de contenção de encostas, o que implica custos muito elevados. **Sistema de drenagem com vales bastante encaixados e praticamente desprovidos de planícies aluviais, rios principais com águas correntes, leitos encachoeirados e atulhados de blocos e matacões:** drenagem em franco processo de escavação; escoamento superficial muito intenso e sujeito a formar enxurradas muito rápidas e altamente erosivas (alta erosão hídrica); rios com águas bem oxigenadas e, conseqüentemente, com alta capacidade depuradora. **Maior parte dos rios e córregos mantém boas vazões o ano todo:** indica que são terrenos de boa permeabilidade, transmissividade e capacidade armazenadora d'água. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados, com ampla predominância de cambissolos, litossolos e mais restritamente podzólicos rasos, ou seja, predominam solos pouco evoluídos pedogeneticamente (fotos 1, 2 e 3), localmente rejuvenescidos por movimentações recentes de massas e, por isso, em muitos locais podem conter calhaus, blocos e matacões de rochas duras:** solos instáveis e com características físicas e provavelmente químicas inadequadas para agricultura. **Derivados de rochas ricas em quartzo, feldspatos e pobres em minerais ferromagnesianos:** baixa fertilidade natural; certamente muito ácidos e com excesso de alumínio tóxico, por isso difíceis de serem corrigidos, pois para melhorar a qualidade agrícola é preciso aplicar muito calcário dolomítico e muito adubo. **Horizontes A (superior), B (intermediário) e C (inferior) com características físicas e colorações bem distintas e, geralmente, com passagens bruscas de um para outro:** são pouco homogeneizados pedogeneticamente, por isso desestabilizam-se com facilidade e erodem muito quando expostos em superfície. **Horizonte superior geralmente pouco espesso e pobre em matéria orgânica:** camada agrícola pouco espessa e com características físicas e provavelmente químicas inadequadas à agricultura. **Horizonte B argilo-arenoso e/ou areno-siltoso e horizonte C ainda preservando a mineralogia dos granitóides:** altamente erosivos (foto 8).	**7a - Granito Agudos do Sul: subalcalinos e alcalinos de textura isotrópica, granulação média a grossa e cores avermelhadas e/ou cinza-rosada.**	**$7a_1$** **Setores com relevo montanhoso e com muitas exposições de rochas frescas sob a forma de lajeados, paredões, blocos e matacões:** acentuam-se muito as dificuldades para executar escavações.	O Suddomínio 7a, apresenta alto potencial para explotação de pedras para revestimento, em função da presença de blocos e matacões de granitos de textura mais homogênea, isotrópica, pobres em minerais micáceos, tons avermelhados e brilho vítreo.	Pelo fato dos terrenos graníticos geralmente serem bastante fraturados e por apresentarem manto de intemperismo arenoso de boa permeabilidade, boa transmissividade e alta capacidade armazenadora de água, apresentam alto potencial hídrico superficial e subterrâneo. Potencial esse comprovado pela existência de muitos rios e córregos, nascentes e poços rasos que mantêm boas vazões durante o ano todo, independente das variações climáticas.						Destacam-se como características mais importantes do Domínio 7: o fato de serem áreas bastante percolativas, com boa capacidade de armazenamento e transmissividade de água, relacionadas ao fraturamento das rochas graníticas. Por isso são muito importantes para a recarga dos aqüíferos superficiais e subterrâneos e com alto potencial hidrogeológico; são áreas-fonte de rochas para revestimento e brita e que ainda preservam muitas manchas de mata primária. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▫ em função da alta percolatividade e da baixa espessura de solo depurador, não se devem neles implantar aterros sanitários e lixões e deve-se tomar cuidados com a locação de cemitérios e outras fontes potencialmente poluidoras (figura 5); ▫ são áreas onde cuidados especiais devem ser tomados para não acelerar os processos erosivos e para não desmatá-las e impermeabilizá-las excessivamente, pois são terrenos que naturalmente encontram-se em franco e acelerado processo de dissecação, ou seja, os processos erosivos estão em pleno desenvolvimento; ▫ a forma mais adequada de uso e ocupação seria destiná-las para sítios de pequena produção, chácaras de lazer, pesqueiros, turismo ecológico, hotéis e pousadas ecológicas; ▫ no caso de aproveitamento agrossilvopastoril, deve ser restrito às pequenas parcelas situadas nos sopés das encostas, assim mesmo priorizando a agricultura de ciclo longo (cítricos, por exemplo) e tomando cuidados especiais com a conservação do solo e melhoria da sua qualidade física e química; ▫ na atividade de explotação de rochas para revestimento, deve-se exigir que as frentes de lavras e as vias de acesso sejam dotadas de obras de proteção contra a erosão (foto 7), que as áreas degradadas sejam recuperadas logo após a paralisação da lavra e que cuidados devem ser tomados para que não sejam derramados combustíveis e outros poluentes. Estes poderão se infiltrar rapidamente pelas fraturas das rochas e contaminar diretamente o lençol freático e subterrâneo; ▫ devido à possibilidade de ocorrerem rolamento de blocos e escorregamentos de solos, os sitiantes dessas áreas devem ser orientados para não construírem suas moradias nos sopés das encostas, principalmente daquelas com vertentes côncavas (figura 4); ▫ em toda iniciativa de uso e ocupação dos terrenos diferenciados como subdomínios 7e e 7f, deve ser levado em conta que estão inseridos em áreas de conservação ambiental (Tombamento da Serra do Mar, Reserva da Biosfera e AEIT do Marumbi).
			$7a_2$ **Setores com o relevo mais suavizado, com poucos afloramentos de rochas frescas, solos um pouco mais evoluídos e profundos e apresentando camada superficial mais espessa e de cor cinza-escura:** solos provavelmente mais ricos em matéria orgânica; relevo e solo mais adequados à prática agrícola; setores menos problemáticos para implantar obras viárias e infra-estrutura subterrânea.							
		7b - Granito Anhangava: subalcalinos e alcalinos, com grande heterogeneidade composicional e textural, rico em biotita e hornblenda: solos um pouco mais argilosos e de melhor qualidade agrícola.	**$7b_1$** **Setores com relevo montanhoso, com muitos afloramentos de rochas frescas sob a forma de concentrações de blocos e de grandes matacões e com muitas lavras de granito em atividade e abandonadas:** maior potencial para explorar rocha; acentuam-se bastante as dificuldades para executar escavações e implantar infra-estrutura subterrânea.	O Subdomínio 7b, apresenta alto potencial para explotação de pedra de talhe (guias de calçamento e paralelepípedos) e, mais restritamente para brita, com muitas lavras em atividade e abandonadas. O potencial para explotação de rocha ornamental é prejudicado pela heterogeneidade composicional e textural e pela alta proporção de minerais máficos (biotita e hornblenda).						
			$7b_2$ **Borda do maciço granítico, por isso também ocorrem rochas do embasamento cristalino. O relevo é menos acidentado (moderadamente a fortemente ondulado) e os solos são mais argilosos e espessos:** características mais favoráveis para executar escavações e implantar malhas viárias e infraestrutura subterrânea; solos e relevo mais adequados à agricultura e menor risco de contaminação do lençol freático.							
		7c	**Granito Piedade: associação de alcalissienitos, alcaligranitos e alcaliriolitos de granulação fina a média, cores cinza e cinza-rosada, com intensa deformação cataclástica, ou seja, as rochas encontram-se bastante fraturadas e quebradiças:** substrato rochoso muito percolativo, com maior potencial hidrogeológico, muito vulnerável à poluição e muito instável se exposto em taludes de corte.	Potencial para exploração de saibro (rochas muito cataclasadas e facilmente desmontáveis). Ocorrências de zonas hidrotermalizadas mineralizadas em Mo, W e Be; anomalias geoquímicas de W, Mo, Au e Cu.						
		7d - Granito do Cerne: sienogranitos de granulação fina a grossa.	**$7d_1$** **Setores com muitas exposições de granitos frescos e/ou parcialmente intemperizados; sempre muito fraturados, granulação média a grossa, contendo razoável proporção de biotita e hornblenda (minerais máficos ferromagnesianos) e cor cinza ou cinza-rosada. Solos mais argilosos e de cores avermelhadas:** provavelmente de melhor fertilidade natural e com características um pouco mais adequadas para o aproveitamento agrícola.	Potencial para explotação de pedra de talhe e brita.						
			$7d_2$ **Setores praticamente sem afloramentos de rocha frescas e com presença de granito de granulação fina, leucocráticos e quase essencialmente quartzofeldspáticos:** menor dificuldade para executar escavações, implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea. **Solos mais arenosos:** provavelmente de fertilidade natural muito baixa; acentua-se muito o potencial erosivo.	Material de alteração (saprólito) bom para saibro, pois é pobre em minerais micáceos e rico em quartzo e feldspato (minerais bastante resistentes ao intemperismo).						
		7e	**Granito Marumbi: subalcalinos e alcalinos de composição e com textura muito diversificadas e com muitos tipos de coloração interessante para serem aproveitados como rocha ornamental.**	Algumas lavras paralisadas em 7e (rocha ornamental) e outras em atividade em 7f (brita). Salienta-se que o potencial mineral está inviabilizado em função de serem áreas protegidas por legislação ambiental.						
		7f	**Granito Graciosa: subalcalinos e alcalinos, com muitas porções com tipos homogêneos e de tons cinzas:** textura e coloração adequadas para serem aproveitados para pedra de revestimento.							
		7g	**Granito Rio Abaixo: pequeno corpo de granito muito alterado e fraturado, de textura grossa, coloração avermelhada e penetrado por muitos diques de diabásio:** possibilidades de existirem importantes armadilhas e barreiras hidrogeológicas formadas pelos diques; zona bastante tectonizada, percolativa e com maior risco de contaminação do lençol freático.	Granitos com indícios de fluorita, molibdenita e pirita em veios diminutos. A rocha parcialmente intemperizada pode ser utilizada para saibro.						
		7h	**Granito Alto Turvo: alcalino, de granulação média a grossa, cor cinza-clara a rosada, rico em biotita e hornblenda (minerais máficos ferromagnesianos):** solos mais argilosos, provavelmente de fertilidade natural um pouco melhor, menos erosivos e permeáveis.							
		7i	**Granito Passa Três: sienogranitos e alcalifeldspatogranitos de granulação média e coloração rosada; muito fraturados e hidrotermalizados (veios de quartzo mineralizado em ouro):** alto potencial metalogenético e hidrogeológico; lençol freático extremamente vulnerável à contaminação.	Potencial metalogenético para ouro comprovado pela existência de lavras em atividade e paralisadas.						



Área de definição do Domínio 7

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.





Pelo fato dos granitóides do Domínio 7 não apresentarem metamorfismo, são interpretados como granitos pós-tectônicos que, provavelmente, derivaram-se de magmas que se intrudiram num ambiente descompressivo e de relativa calmaria tectônica.

Figura 2 - Mostra em que ambiência tectônica, provavelmente, se intrudiram e se cristalizaram as rochas granitóides do Domínio 7.

Foto 1

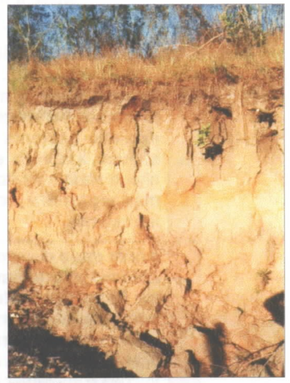


Foto 2

Foto 3

Tipos de solos mais comuns do Domínio 7. São geralmente pouco evoluídos e praticamente desprovidos da camada superficial orgânica, características que os tornam bastante inadequados para a agricultura e muito instáveis e erosivos quando expostos em taludes de corte e leitos viários.

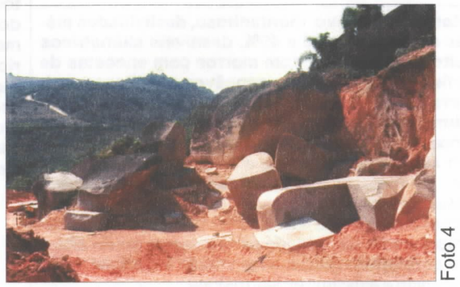


Foto 4

Foto 5

Foto 6

Uma característica comum dos terrenos granitóides é a presença de muitos locais com alta concentração de blocos e matacões. Em função disso são áreas com alto potencial para exploração de rochas e geotecnicamente muito problemáticas para mecanizar o solo, executar escavações, implantar malhas viárias, infra-estrutura subterrânea e inadequadas para qualquer tipo de fonte potencialmente poluidora.

Foto 7 - Mostra um dos problemas bastante sérios relacionado à exploração de rochas graníticas. Em função do relevo bastante movimentado e dos desníveis altimétricos acentuados, para se executar vias de acessos às lavras são feitos cortes muito profundos em manto de intemperismo altamente erosivo.

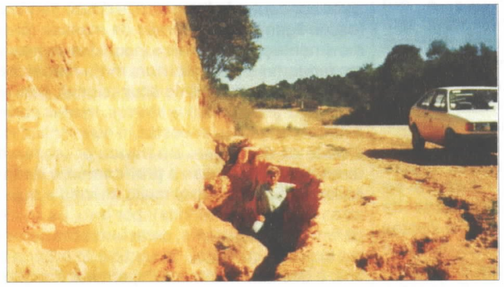


Foto 8 - Leito viário com cicatriz de erosão induzida pela concentração d'água pluvial sobre material de alteração das rochas granitóides, que é altamente erosivo.

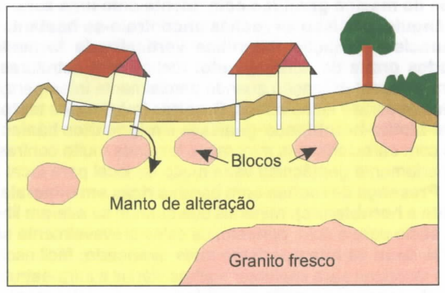


Figura 3 - Esboço ilustrando porque podem ocorrer desestabilizações de fundações em áreas onde ocorrem blocos e matações de rochas mergulhados no solo.

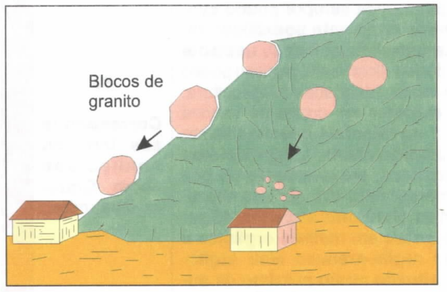


Figura 4 - Mostra porque não se deve constuir sobre e junto às encostas de alta declividade e que contêm blocos e matacões. São áreas sujeitas a rolamento de blocos e a fluxos rápidos de massas (escorregamentos).

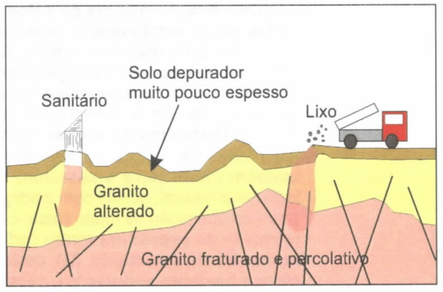
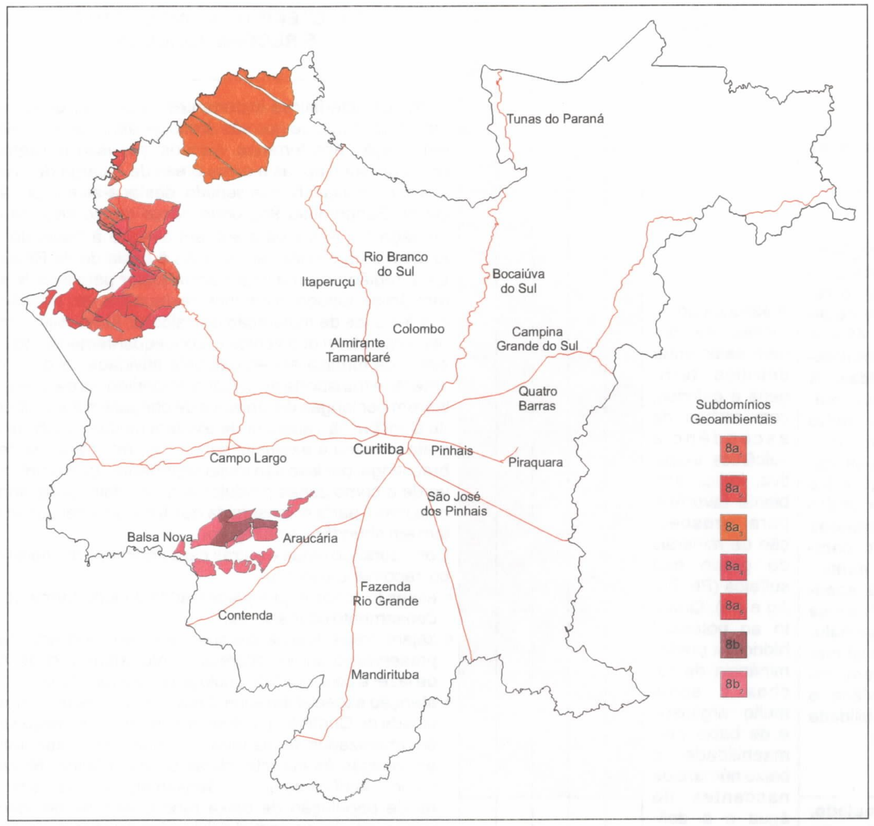


Figura 5 - Mostra porque não se deve implantar fontes potencialmente poluidoras nos terrenos do Domínio 7. Em função do solo pouco espesso, os poluentes ficarão em contato direto com o substrato rochoso, geralmente fraturado e por isso muito percolativo.

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL		SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL	POTENCIAL HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
								ALTA	MÉDIA		BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS						urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 8 Corresponde aos terrenos sustentados por grandes maciços de rochas granitóides, cuja origem provavelmente deve-se a várias pulsações magmáticas que aconteceram em tempos e em ambiências tectônicas distintas. Por isso, as rochas apresentam grande variação composicional, textural e deformacional (figura 2). Admite-se que a idade de formação desses maciços situa-se entre o Proterozóico Superior e o Cambriano, ou seja, entre 570 e 500 milhões de anos.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Granitóides com textura que varia de muito grossa a fina, porém com predominância de tipos de textura grossa e compostos de megacristais de feldspato imersos em matriz rica em biotita, hornblenda e com razoável proporção de magnetita:** rochas ricas em minerais ferromagnesianos e feldspatos, minerais que quando se intemperizam se transformam em argilas e liberam bastante nutrientes para o solo, mas também muito ferro e alumínio; por isso o manto de intemperismo tende a apresentar boa fertilidade natural e geralmente é laterizado, ou seja, rico em alumínio e ferro. **Rochas em geral bastante fraturadas:** alta permeabilidade secundária. **Intemperizam-se de forma muito heterogênea e geralmente preservam blocos e matacões de rochas frescas em meio ao solo:** características favoráveis para exploração de rochas para revestimento e brita e negativas para executar escavações, perfurações, cravar estacas, implantar infra-estrutura subterrânea e fundações, em função da necessidade de se ter que usar explosivos para o desmonte de rochas duras, da possibilidade de ocorrerem desestabilizações de blocos em fundações (figura 3) e em taludes de corte. **Manto de intemperismo muito diferenciado de local para local. Em curtas distâncias podem ocorrer porções com alta concentração de blocos, matacões e muitos afloramentos de rochas frescas e porções onde as rochas encontram-se parcialmente alteradas ou então totalmente transformadas em solo:** a profundidade e a dureza do substrato rochoso são muito irregulares e variam muito de local para local, por isso é difícil prever o comportamento geotécnico em profundidade, portanto, em toda iniciativa de construir sobre esses terrenos, antes deverão ser executados estudos geotécnicos localizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados; características desfavoráveis para implantar fontes potencialmente poluidoras, principalmente lixões e aterros sanitários, pois os poluentes poderão entrar em contato direto com o substrato rochoso, que por ser bastante fraturado é muito percolativo e vulnerável à contaminação. **RELEVO E DRENAGEM - Varia de ondulado a montanhoso, com alta densidade de elevações com encostas curtas, com predomínio de perfis convexo-retilíneo-côncavos, declividades quase sempre superiores a 25 e 35% e desníveis altimétricos acentuados:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação; está sendo esculpido por processos erosivos concentrado (em sulco) e difuso (laminar) e por movimentações rápidas (escorregamentos) e lentas de massas (*creep*); alto potencial erosivo e de movimentações naturais e induzidas de massas; características topográficas inadequadas para agricultura moto-mecanizada e de ciclo curto e para outras formas de adensamento ocupacional, pois terão que ser executados cortes muito profundos, muitos aterros, muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas, o que implica custos muito elevados. **Alta densidade de drenagem em franco processo de escavação, com vales relativamente profundos e praticamente desprovidos de planícies aluviais:** escoamento superficial muito intenso e sujeito a enxurradas altamente erosivas (alta erosão hídrica), por isso, os solos sofrem muita erosão e depauperam-se rapidamente, características que indicam que nessas áreas devem ser tomados cuidados no sentido de evitar a aceleração dos processos erosivos, o desmatamento e a impermeabilização excessiva. **Maior parte do sistema de drenagem principal apresenta águas correntes, leitos encachoeirados e mantém perenidade e boas vazões o ano todo:** são terrenos bastante percolativos, de boa transmissividade e capacidade armazenadora d'água, portanto, com alto potencial hídrico superficial e subterrâneo; águas bem oxigenadas, conseqüentemente com alta capacidade depuradora. **SOLOS - Predominância de solos residuais quase sempre pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e mais raramente podzólicos rasos com horizontes com colorações e características físicas bastante distintas:** solos pouco homogeneizados pedogeneticamente, por isso pouco lixiviados e com características físicas não muito adequadas à agricultura; desestabilizam-se com facilidade quando expostos em cortes de taludes (foto 3). **Derivados de rochas muito ricas em minerais que se alteram para minerais de argila e que liberam bastante cálcio, magnésio mas também muito ferro e alumínio:** solos argilosos, provavelmente de boa fertilidade natural, porém com acidez certamente muito alta, por isso necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico. **Horizonte superior (A) geralmente de espessura muito reduzida e pobre em matéria orgânica e horizonte intermediário (B) com textura argilo-arenosa e/ou argilo-siltosa bastante endurecida, geralmente situado muito próximo da superfície e evidenciando muitos desmoronamentos nos cortes das estradas:** baixa profundidade efetiva, ou seja, camada agrícola muito pouco espessa; horizontes com características geotécnicas e hídricas muito distintas, por isso se desestabilizam e erodem muito quando são expostos em taludes de corte; o horizonte B pode ser atingido e colocado na superfície (inversão do perfil do solo) se for arado com lâminas de corte profundo e se compacta e se impermeabiliza mais ainda se for moto-mecanizado excessivamente.	**8a** **Corresponde aos terrenos sustentados pelas rochas granitóides correlacionadas ao complexo Três Córregos. Trata-se de um grande maciço de rochas graníticas muito diversificadas textural e composicionalmente.**	$8a_1$	**Setores onde o manto de intemperismo é extremamente heterogêneo e onde as rochas granitóides são bastante ricas em minerais ferromagnesianos:** a dureza e a profundidade do substrato rochoso variam muito de local para local, os solos são mais argilosos e provavelmente mais ricos em nutrientes naturais.	**Setores onde os granitóides exibem textura quase sempre muito grosseira e se destacam por evidenciarem alta proporção de megacristais de feldspato com mais de 5cm (fotos 1 e 2) mergulhados em matriz levemente gnaissificada, rica em biotita, hornblenda e magnetita:** solos mais argilosos e provavelmente mais ricos em nutrientes naturais.	O potencial mineral desses terrenos está relacionado à presença de blocos, matacões e lajeados de rochas que já são exploradas para brita, rocha ornamental e pedra de cantaria, especialmente no Subdomínio $8a_2$. Destaca-se também que o material de alteração parcial desses granitóides, pelo fato de preservar cristais de feldspato e quartzo pouco intemperizados, é adequado para ser utilizado como saibro (foto 2). Além disso, no Subdomínio $8a_3$, existe possibilidade de ocorrer fluorita associada às seqüências carbonáticas que ocorrem em meio às rochas granitóides.	Por apresentarem manto de intemperismo mais arenoso e rochas quase sempre bastante fraturadas, os terrenos desse domínio apresentam bom potencial hidrogeológico. Esse potencial é aumentado nas zonas entre diques de diabásio do Domínio 3, em função de serem zonas de fraqueza estrutural que podem conter grandes descontinuidades e barreiras tectônicas, que podem se constituir em importantes armadilhas hidrogeológicas. Esse potencial é confirmado pela presença de muitas nascentes de água e pelo fato de que a maior parte das drenagens principais e dos poços da região mantêm boas vazões o ano todo, características que indicam terrenos com boa permeabilidade, alta capacidade de armazenamento e transmissividade de água.						Destacam-se como características importantes desses terrenos: o fato de serem áreas-fonte para exploração de rochas para diversos fins; a presença de muitos córregos e rios que mantêm perenidade e boas vazões o ano todo; são áreas que, embora já bastante desmatadas, ainda preservam muitas manchas de mata primária; são zonas onde existem vários pequenos sítios de produção agrícola muito diversificada, inclusive de grande produção de cítricos; o relevo montanhoso, muito bonito e com sistema de drenagem de leitos encachoeirados e por isso com alto potencial para turismo ecológico. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▫ devido ao alto risco de escorregamentos e rolamentos de blocos e pelo fato do nível dos rios subir muito rapidamente quando chove forte, os agricultores da região devem ser orientados para não construírem suas moradias próximas dos sopés das encostas e dos rios, especialmente no Subdomínio $8a_3$ (figura 4); ▫ devido aos solos muito rasos, não se deve instalar fontes potencialmente poluidoras do lençol freático nessas áreas (figura 5), especialmente aterros sanitários e lixões; deve-se tomar cuidados especiais com o transporte e com o armazenamento de substâncias poluentes, um acidente com derramamento nessas áreas certamente atingirá rapidamente o lençol freático; ▫ a prática agrícola deve se restringir a pequenas e isoladas parcelas, assim mesmo apenas com culturas perenes e/ou de ciclo longo e sempre acompanhadas de medidas de conservação do solo e de obras contra a erosão; ▫ a vegetação natural ainda existente seja preservada, principalmente nas porções côncavas das vertentes, onde o potencial de deslizamento é maior.
			$8a_2$	**Áreas onde ocorrem com maior freqüência e regularidade afloramentos de rochas frescas sob a forma de blocos, matacões e lajeados e os granitóides apresentam textura mais homogênea:** maior favorabilidade para explorar rochas para brita e revestimento; acentuam-se muito as dificuldades para executar escavações e implantar malhas viárias, infra-estrutura subterrânea e fundações (fotos 4 e 5).									
			$8a_3$	**Setores com relevo montanhoso, declividades médias superiores a 35 e 45%, desníveis altimétricos muito acentuados e com morros com encostas de perfis convexo-retilíneo-concâvos e retilíneos muito irregulares e evidenciando muitas instabilidades naturais e induzidas (fotos 8 e 9):** relevo jovem, em franco e acelerado processo de dissecação, por isso com alto potencial erosivo e de grandes movimentações de massas; muitas dificuldades geotécnicas e custos elevadíssimos para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea; maior dificuldade para mecanizar o solo. **Densidade de drenagem muito alta e rios escavando muito:** escoamento superficial muito acentuado e altíssima erosão hídrica.									
			$8a_4$	**Áreas onde são raras as exposições de rochas frescas, os granitos são quase que essencialmente quartzofeldspáticos e de cores claras (leucocráticos) e em vários locais existem ocorrências de pegmatitos alterados, ou seja, veios feldspáticos alterados para caulim:** áreas potencialmente favoráveis para pesquisa desse bem mineral.	**Áreas onde os granitóides são mais finos, quase essencialmente quartzofeldspáticos e leucocráticos. Solos pouco evoluídos, predominando litossolos, cambissolos e podzólicos muito rasos, de textura areno-argilosa e cor esbranquiçada. Horizonte B muito endurecido e muito próximo da superfície, ou mesmo aflorante:** solos certamente muito ácidos, pobres em nutrientes, muito erosivos, com espessura e características físicas e químicas negativas para a agricultura.	Possibilidades de ocorrerem depósitos de caulim relacionados a veios pegmatíticos intemperizados.									
			$8a_5$	**Setores onde os granitos são mais ricos em quartzo, mais pobres em minerais máficos ferromagnesianos, com textura e tonalidades claras mais homogêneas e pouco fraturados:** maior favorabilidade para serem explorados como pedra de revestimento e brita (fotos 6 e 7).		Nesses setores, as rochas apresentam textura mais homogênea e estão menos fraturadas, características mais favoráveis para serem exploradas como rocha ornamental.								
		8b **Corresponde aos terrenos conhecidos como Granito Guajuvira.**	$8b_1$	**Setores com relevo fortemente ondulado e com muitas exposições de blocos e matacões de rochas duras:** acentuam-se as dificuldades para implantar infra-estrutura subterrânea, fundações e para executar perfurações rotativas.		Áreas favoráveis para explotação de granitos para brita, rocha ornamental e pedra de cantaria.								
			$8b_2$	**Borda do maciço granítico coincidente com uma zona de cisalhamento de alto ângulo, por isso as rochas encontram-se bastante tectonizadas, com pronunciada foliação milonítica verticalizada formada de minerais em variados graus de achatamento:** rochas com estruturas planares que favorecem a desestabilização quando parcialmente intemperizadas e expostas em taludes de corte e leitos viários. **Granitos imbricados tectonicamente com milonito-biotita-hornblenda-gnaisses e migmatitos básicos:** associação de rochas com características minerais e texturais muito contrastantes, por isso seu comportamento geotécnico varia muito de local para local e de região para região. **Presença de rochas com bandas ricas em minerais ferromagnesianos (biotita e hornblenda):** minerais que quando se alteram liberam cálcio, magnésio e sódio para o solo, portanto, os solos provavelmente são de boa fertilidade natural. **Grau de intemperismo mais avançado:** fácil escavabilidade, característica favorável para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea. **Solos mais espessos e mais evoluídos pedogeneticamente:** características físicas mais adequadas à agricultura e manto depurador mais espesso, por isso há menor risco de contaminação do lençol freático. **Relevo moderadamente ondulado, constituído de morros baixos com perfis predominantemente convexos, declividades entre 10 e 20% e baixos desníveis altimétricos:** relevo já bastante dissecado, por isso com baixo potencial erosivo e de movimentações naturais de massas; características topográficas favoráveis à agricultura e à implantação de infra-estrutura viária e subterrânea.		Potencial praticamente nulo. Não existem indícios de mineralizações metálicas e nem potencial para não- metálicos.								



Área de definição do Domínio 8

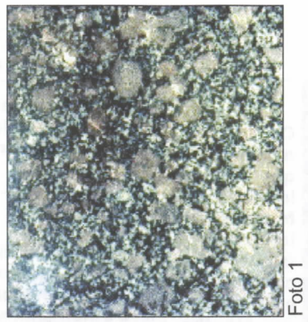


Foto 1

Foto 2

Exemplificam o tipo de granito que predomina nos terrenos dos Subdomínios $8a_1$, $8a_2$ e $8a_3$. A foto 1 mostra a rocha fresca e, a foto 2, mostra-a parcialmente alterada. A porção escura é constituída de minerais ferromagnesianos, principalmente biotita e hornblenda. A porção clara corresponde aos megacristais de feldspatos de até 6 centímetros.

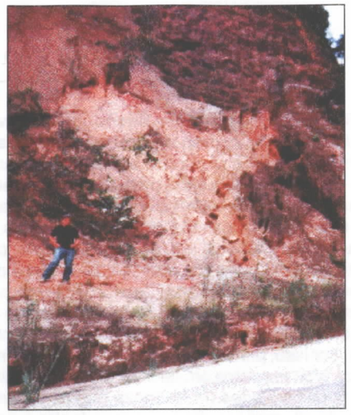


Foto 3 - Mostra escorregamentos induzidos pela exposição das rochas granitóides parcialmente intemperizadas em taludes de corte de malha viária. Este é um problema bastante comum observado ao longo de praticamente toda malha viária. Evidencia a alta instabilidade do material de alteração das rochas granitóides quando é exposto na superfície.

Foto 4

Foto 5

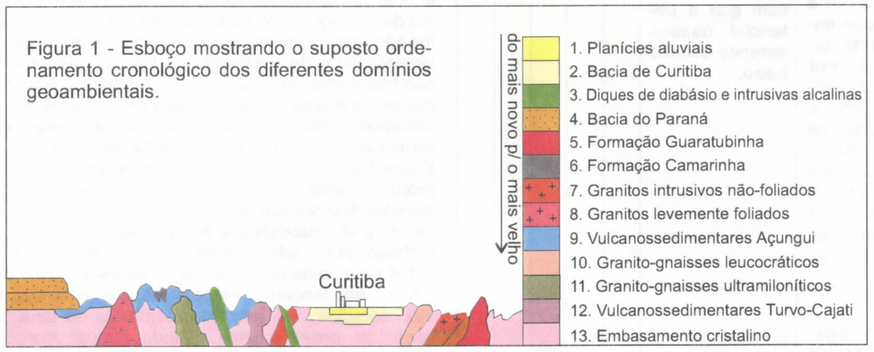
Uma característica dos terrenos diferenciados como Subdomínios $8a_1$ e principalmente $8a_2$ é a ocorrência aleatória e irregular de blocos e matacões isolados em meio ao solo. Em função disso existem muitos locais bastante problemáticos para executar escavações e para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea adensadas.

Foto 6

Foto 7

Por outro lado, a existência de de blocos e matacões aflorantes e/ou situados próximo da superfície favorece a exploração de rochas para revestimento, como no caso do Subdomínio $8a_5$, onde os granitos apresentam textura e cor mais favoráveis para serem explorados como pedra de revestimento.

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



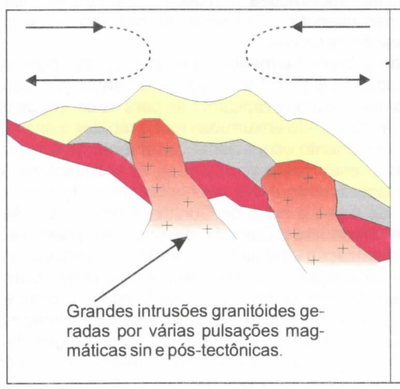


Figura 2 - Pelo fato das rochas granitóides do Domínio 8 apresentarem evidências de transformações metamórficas nas bordas dos maciços e por apresentarem grande variação textural e composicional, provavelmente, derivaram-se de várias pulsações magmáticas, que aconteceram num ambiente de transição de tectônica compressiva para distensiva.

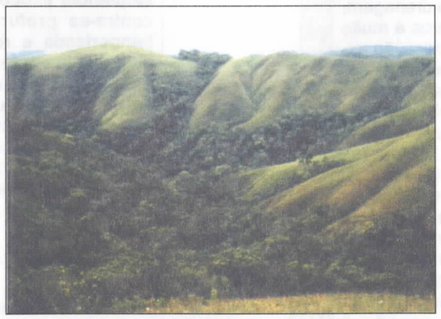


Foto 8

Foto 9

Padrão de relevo montanhoso típico do Subdomínio $8a_3$, que se caracteriza por apresentar encostas com perfis predominantemente convexo-retilíneo-côncavos e retilíneos de declividades bastante acentuadas; em muitos locais, evidenciando movimentações naturais de massas e muitas cicatrizes de erosão induzidas pelo desmatamento das encostas muito íngremes e pela prática agrícola.

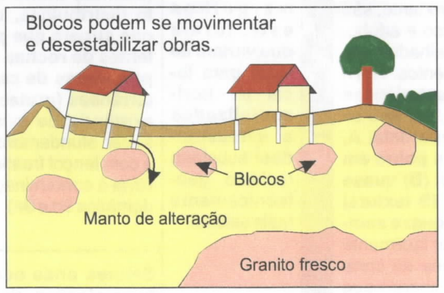


Figura 3 - Mostra porque os terrenos portadores de blocos e matacões são problemáticos para implantar fundações.

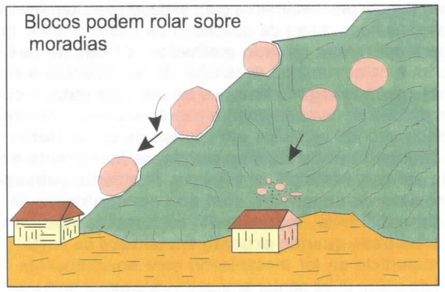


Figura 4 - Mostra porque não se deve construir sobre e/ou próximo das encostas com alta declividade e que contêm blocos e matações.

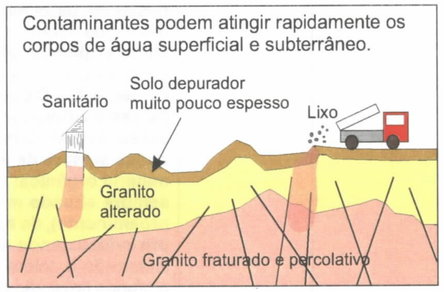
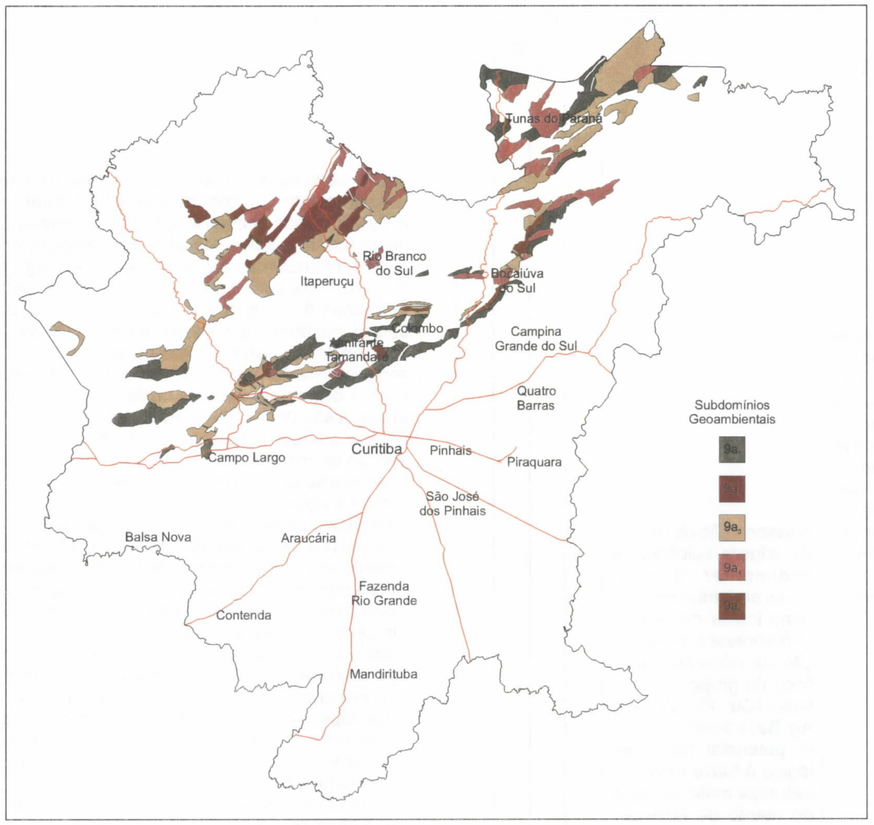


Figura 5 - Mostra porque os terrenos do Domínio 8 são frágeis para implantação de fontes potencialmente poluidoras.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS					POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS			urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Su-perior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9a** Assim foram distinguidos os terrenos onde predominam rochas metavulcanos sedimentares síltico-argilosas, ou seja, derivadas de sedimentos argilosos muito finos e de rochas vulcânicas provavelmente extrusivas. Essas características indicam que na ambiência marinha do Domínio 9 as rochas desse subdomínio se depositaram longe da linha da costa, ou seja, em mar de águas profundas (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Seqüência metavulcanossedimentar com bandamento plano-paralelo centimetricamente espaçado e apresentando grande variação textural, composicional e intempérica:** bandas com características muito diferenciadas, por isso o comportamento mecânico varia muito de banda para banda, conseqüentemente são terrenos de comportamento geotécnico extremamente heterogêneo de local para local. Portanto, em toda iniciativa de uso e ocupação que envolva adensamento de edificações, escavações, cravação de estacas, implantação de infra-estrutura viária e subterrânea (esgotos, canalizações) antes devem ser executados estudos geotécnicos setorizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **Predomínio de rochas de composição síltico-argilosa, com textura filítica e/ou xistosa fina, quase sempre com grau de intemperismo avançado e apresentando alta densidade de superfícies planares quartzos-sericíticas de alta fissilidade:** metassedimentos com alta densidade de planos de fraqueza estrutural, por isso, principalmente quando intemperizados, são muito erosivos e instáveis quando escavados e/ou expostos em taludes de cortes e leitos viários, em função de desplacamentos condicionados pelos planos de fraqueza (figura 4). **Predominância de litologias síltico-argilosas:** material de alteração muito fino e leve (entra e permanece em suspensão com muita facilidade), por isso as estradas desprovidas de revestimento são poeirentas; terrenos pouco percolativos e de baixa transmissividade, ou seja, infiltra-se pouca água no subsolo e a água armazenada não é liberada para circulação, por isso o potencial hídrico superficial e subterrâneo é baixo e o escoamento superficial é muito intenso. **Muitos afloramentos de rochas filíticas endurecidas e muito fraturadas:** muitos setores geotecnicamente problemáticos para executar escavações, cravar estacas e implantar fundações, rede de esgotos e sistemas viários adensados; muitos locais vulneráveis à poluição, pois embora sejam rochas argilosas e de baixa permeabilidade primária, por serem bastante fraturadas, apresentam alta permeabilidade secundária; portanto, não se deve sobre elas locar fontes potencialmente poluidoras (os poluentes se infiltram rapidamente pelas fraturas). **RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado a montanhoso e formado de morros com encostas muito curtas, perfis convexo-côncavos e retilínios muito irregulares; declividades quase sempre superiores a 35% e 45% e desníveis altimétricos bastante acentuados e evidenciando movimentações de massa naturais e muitas induzidas:** alto potencial erosivo e de movimentações naturais de massas (escorregamentos); características topográficas muito desfavoráveis para a agricultura e para outras formas de adensamento ocupacional, pois serão altos os custos para se implantar loteamentos e infra-estrutura viária e subterrânea, devido à necessidade de se ter que construir muitos aterros altos, movimentar muita terra, fazer muitas obras de drenabilidade, de transposição de drenagem e de contenção de encostas. **Alta densidade de drenagem com vales retilíneos, encaixados, profundos e desprovidos de planícies aluviais, em franco processo de escavação e a maior parte apenas de escoamento, ou seja, seca logo após as chuvas:** sistema de drenagem escavando muito, relevo em franco e acelerado processo de dissecação; escoamento superficial muito intenso, rápido e sujeito a formar enxurradas altamente erosivas; quando chove, a maior parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagem, por isso infiltra-se pouca água no subsolo; conseqüentemente, a recarga dos aqüíferos é muito baixa, características que indicam que se deve evitar o desmatamento e a impermeabilização excessiva dessas áreas. **Baixíssimo número de nascentes, a maioria dos canais é apenas de escoamento, a maior parte dos rios apresenta vazão baixa e os poços rasos secam ou diminuem muito a vazão nos períodos de estiagem:** indica terrenos de baixa permeabilidade e de baixa transmissividade, ou seja, armazenam água mas não a liberam para circulação, portanto, o potencial hídrico superficial e subterrâneo é baixo (escassez de água superficial). **SOLOS - As características dos solos variam muito de local para local, em função da posição que ocupam nos perfis das encostas. Nos topos e nas meia-encostas predominam solos residuais muito pouco evoluídos, como cambissolos e litossolos e, mais raramente, podzólicos rasos. Nos sopés predominam solos coluviais muito jovens, periodicamente renovados por movimentações recentes de massa (escorregamentos):** evolução pedogenética muito irregular, por isso as características químicas, a permeabilidade, a lixiviação, a fertilidade natural, a erodibilidade e o comportamento geotécnico variam e contrastam muito de local para local; características pedológicas inadequadas para a agricultura; solos muito pouco espessos para reter e depurar poluentes. **Derivados de rochas muitos aluminosas e pobres em minerais ferromagnesianos:** baixa fertilidade natural e provavelmente com excesso de alumínio tóxico, portanto, são difíceis de serem corrigidos pois necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico e adubo. **Muito argilosos, plásticos e aderentes quando molhados:** difíceis de serem trabalhados nos períodos chuvosos devido ao emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos. **Horizontes A, B e C geralmente com passagens bruscas de um para outro e com características físicas e colorações bem distintas:** comportamento geotécnico muito contrastante, por isso se desestabilizam com facilidade quando expostos em taludes de corte. **Horizonte superficial A, quase sempre de espessura muito reduzida e/ou por vezes inexistente e sempre pobre em matéria orgânica:** camada agrícola muito pouco espessa. **Horizonte subsuperficial (B) quase sempre situado muito próximo da superfície, com alta concentração de argila (B textural proeminente), de baixa permeabilidade, textura muito endurecida quando seca e quase sempre evidenciando alta instabilidade quando exposto em taludes de corte:** pode ser facilmente alcançado e colocado na superfície se for mecanizado com equipamentos de lâmina de corte profundo (inversão do perfil do solo); deve conter argilominerais expansivos, ou seja, minerais que sofrem os fenômenos de contração e expansão, por isso se desestabiliza e erode muito quando exposto em taludes de corte e obras terraplenadas, não se prestando para material de empréstimo; compacta-se e se impermeabiliza mais ainda se for mecanizado com maquinários pesados e/ou pisoteado por gado (foto 8).	**9a₁**	**Correspondem às zonas que sofreram intensas deformações relacionadas a falhas transcorrentes, ou seja, zonas de cisalhamento de alto ângulo, por isso o substrato rochoso apresenta alta densidade de planos de fraqueza estrutural verticalizados e de alta fissilidade (foto 2):** substrato rochoso altamente instável e erosivo quando exposto em taludes de corte e leitos viários (fotos 4 e 5).	**Setores com relevo montanhoso sustentado por rochas filíticas intemperizadas e de alta fissilidade.**	A associação de rochas de origem sedimentar detrítica terrígena e química, com rochas de ascendência vulcânica exalativa, indica ambiente favorável para prospecção de minerais do grupo dos sulfetos (Pb, Fe, Ag e Au). Quanto ao potencial hídrico, a predominância de rochas e solos muito argilosos e de baixa permeabilidade, o baixo número de nascentes de água e a deficiência hídrica superficial indicam que o potencial desses terrenos é muito baixo.						Como características importantes desses terrenos destacam-se: o fato de que são áreas geralmente mais altas em relação aos terrenos vizinhos, por isso funcionam como divisor d'águas e como áreas de recarga de diversas microbacias. Nesse sentido, destaca-se a importância do Subdomínio 9a₁, onde nasce denso sistema de drenagem que flui para sul, em direção à bacia do rio Iguaçu, e para norte, em direção à bacia do rio Ribeira. Essa região assume importância maior pelo fato de serem áreas topograficamente destacadas em relação à dos terrenos de mineração de calcário; funcionam como barreira natural dos ventos e, conseqüentemente, da poeira e da fumaça aí geradas pela atividade de beneficiamento e transporte de calcário, impedido-as de se espalharem por longas distâncias e de chegarem até a cidade de Curitiba; são áreas onde existem muitas manchas de mata primária e extensas superfícies reflorestadas com bracatinga, por isso são muito importantes como cinturão verde e como zonas produtoras de madeira para lenha, cuja maior parte é consumida nos fornos de cal que existem em abundância na região. Considerando estas e outras características do meio físico, recomenda-se que: ▪ esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▪ sejam áreas destinadas apenas a uso de cunho mais preservativo como reflorestamento, sítios e chácaras de lazer e condomínios ecológicos, por exemplo; ▪ atenção especial deve ser dada aos setores próximos à cidade de Curitiba, que já se encontram e/ou estão sendo urbanizados de maneira extremamente inadequada em relação às características do meio físico. Nesses setores verifica-se que o adensamento urbano, em geral de população de baixa renda, está se desenvolvendo em áreas com declividades superiores a 45% (foto 9), onde deslizamentos já aconteceram e estão acontecendo; esgotos são lançados *in natura* no sistema de drenagem que abastece o rio Barigüi; arruamentos são muito escavados, desprovidos de obras de pavimentação e de contenção de taludes; construções são feitas escavando-se muito e expondo o substrato rochoso à erosão acelerada, cujos detritos estão sendo carreados junto com lixo e esgoto para os córregos que alimentam as represas dos rios Passaúna e Barigüi. Essas áreas devem ser de imediato submetidas a um reordenamento urbano que leve em consideração as suas fragilidades naturais; ▪ devido à alta instabilidade e erodibilidade do substrato rochoso, os moradores desses locais devem ser orientados para: evitarem a execução de escavações profundas; não lançarem esgotos próximo às fundações das moradias; não formarem depósitos de terra nas encostas, principalmente quando houver moradias construídas abaixo; não misturarem lixo com a terra retirada das escavações; não decapearem o solo superficial; não executarem escavações nas épocas de concentração de chuvas; ▪ devido à baixa permeabilidade, a água da chuva tem dificuldade de se infiltrar nesses terrenos, por isso, a maior parte escorre rapidamente para os canais de drenagem, formando enxurradas muito rápidas e erosivas. O adensamento ocupacional certamente será fator de agravamento desse problema e, conseqüentemente, do assoreamento e das enchentes do rio Iguaçu. Por isso, as áreas a norte de Curitiba e próximas a Almirante Tamandaré e Colombo deveriam ser preservadas da urbanização adensada, ou então, ocupadas apenas por urbanização muito espaçada e dotada de obras de contenção de encostas, de proteção contra erosão e de armazenamento das águas das chuvas, com loteamentos bem distanciados um do outro, lotes de grande dimensão, com baixa taxa de impermeabilização e desmatamento e muita jardinagem.
			9a₂		**A seqüência síltico-argilosa apresenta grande heterogeneidade composicional, o relevo é montanhoso, com declividades superiores a 45% e apresenta muitas instabilidades naturais e induzidas. A densidade de drenagem é muito alta e os vales são muito profundos, retilíneos e fortemente controlados pelas estruturas tectônicas (figura 3 e foto 1). Os solos são muito pouco espessos e evoluídos (foto 6), predominando cambissolos, litossolos e muitos afloramentos rochosos semi-intemperizados:** acentuam-se o risco de movimentações naturais de massas, o potencial erosivo, as dificuldades para implantar infra-estrutura viária e subterrânea e a vulnerabilidade à contaminação (figura 5).						
			9a₃	**Correspondem aos setores que não foram afetados pelas zonas de cisalhamento transcorrentes, por isso as rochas estão menos tectonizadas e apresentam mergulhos estruturais que variam de local para local de horizontalizados a verticalizados:** substrato rochoso geotecnicamente mais estável.	**Relevo fortemente ondulado, com declividades médias entre 20% e 35%, desníveis altimétricos moderados e onde a seqüência síltico-argilosa encontra-se profundamente intemperizada e recoberta por solos mais espessos e evoluídos:** menor potencial erosivo e de movimentações naturais de massas; maior facilidade para executar escavações, mecanizar o solo e implantar infra-estrutura viária e subterrânea; pequenas e isoladas parcelas com solos mais adequados para agricultura.						
			9a₄		**Setores onde existem algumas depressões fechadas (dolinas) muito irregularmente distribuídas, característica que sugere que podem existir lentes de rochas carbonáticas portadoras de cavidades subterrâneas (grutas e cavernas):** existência de locais sujeitos a sofrer afundamentos (colapsos) e com lençol freático mais vulnerável à contaminação (vide Subdomínios 9d e 9e).	O potencial hidrogeológico aumenta um pouco em função da existência de algumas dolinas, que sugerem a possibilidade de existir cavidades subterrâneas preenchidas com água.						
			9a₅		**Setores onde ocorrem muitas intercalações de metarenitos (foto 3):** solos um pouco mais arenosos; maior infiltração de água no subsolo; maior potencial hidrogeológico.	O potencial hidrogeológico é aumentado em função da presença de camadas arenosas.						



Área de definição do Subdomínio 9a

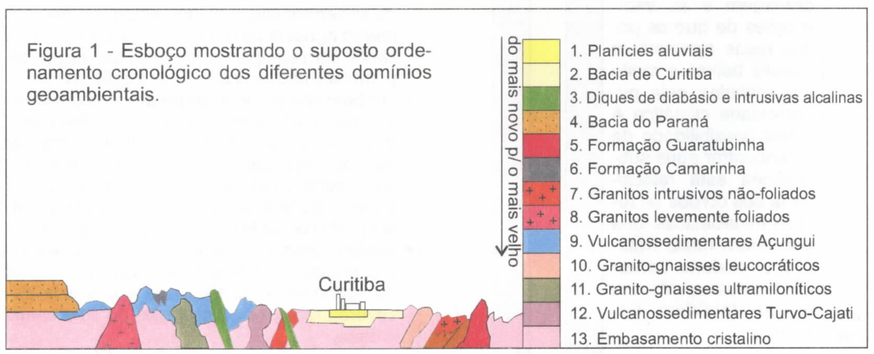


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

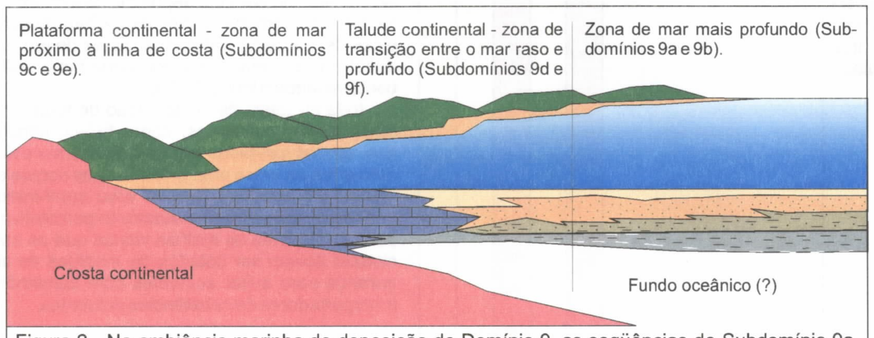


Figura 2 - Na ambiência marinha de deposição do Domínio 9, as seqüências do Subdomínio 9a, provavelmente, depositaram-se numa zona de mar profundo.

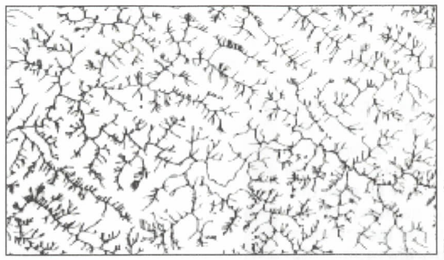


Figura 3

Foto 1

Sistemas de drenagem (figura 3) e de relevo (foto 1) típicos dos terrenos diferenciados como Subdomínios $9a_1$ e $9a_2$. Pode-se observar que os canais de drenagens e os vales são bastante retilíneos, encaixados e orientados segundo duas direções preferenciais, características que indicam forte controle tectônico e que são áreas que estão em franco e acelerado processo de dissecação, por isso, com alto potencial erosivo e de movimentação de massas.

Foto 2

Foto 3

Exemplos de rochas filíticas que ocorrem nos terrenos do Subdomínio 9a. A foto 2 exemplifica o tipo que predomina nos Subdomínios $9a_1$ e $9a_2$. O bandamento milimetricamente espaçado é deformacional e se define como planos de fraqueza estrutural de alta fissilidade e por isso muito instáveis e erosivos quando expostos em taludes de corte. A foto 3 é representativa da seqüência síltico-arenosa que ocorre nos terrenos diferenciados como Subdomínio $9a_5$. As bandas claras são constituídas por material arenoso e, as escuras, por argilo-carbonoso. Em função dessa variação composicional e deformacional muito contrastante, o grau de intemperismo, a dureza e os comportamentos mecânico e hidrogeológico do substrato rochoso são extremamente heterogêneos e variados de local para local.

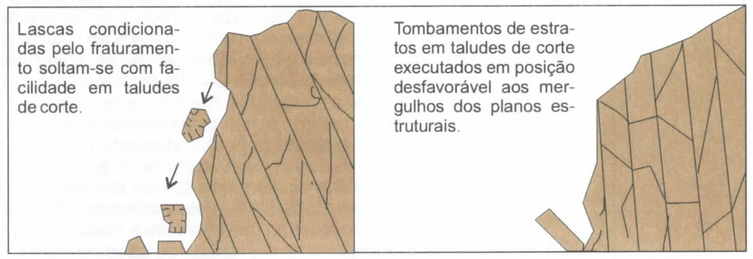


Figura 4 - Mostra porque as rochas filíticas do Subdomínio 9a se desestabilizam com facilidade quando expostas em taludes de corte. Isso acontece devido à alta densidade de planos estruturais verticalizados e dispostos em várias direções.

Foto 4

Desmoronamento de taludes de corte (foto 4) e sulco de erosão (foto 5) em obras viárias, induzidos pela exposição das rochas filíticas tectonizadas dos Subdomínios $9a_1$ e $9a_2$.

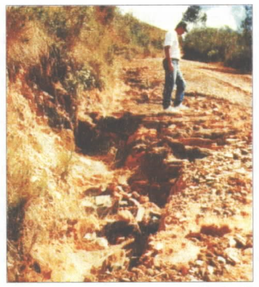


Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 6 - Mostra desmoronamentos induzidos pela exposição em talude de corte do solo residual das rochas filíticas do Subdomínio $9a_2$, que, por ser muito pouco evoluído é instável e erosivo quando exposto na superfície. Foto 7 - Mostra um típico perfil de solo do Subdomínio $9a_1$, onde geralmente os solos são muito pouco evoluídos e o horizonte C (rocha podre) quase sempre aflora na superfície.

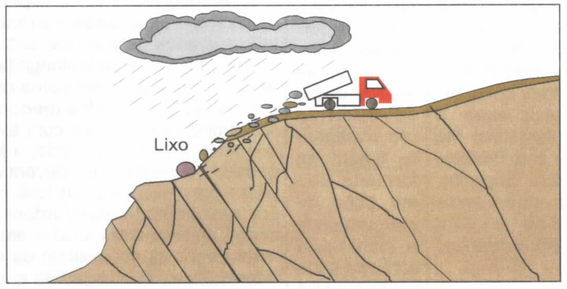
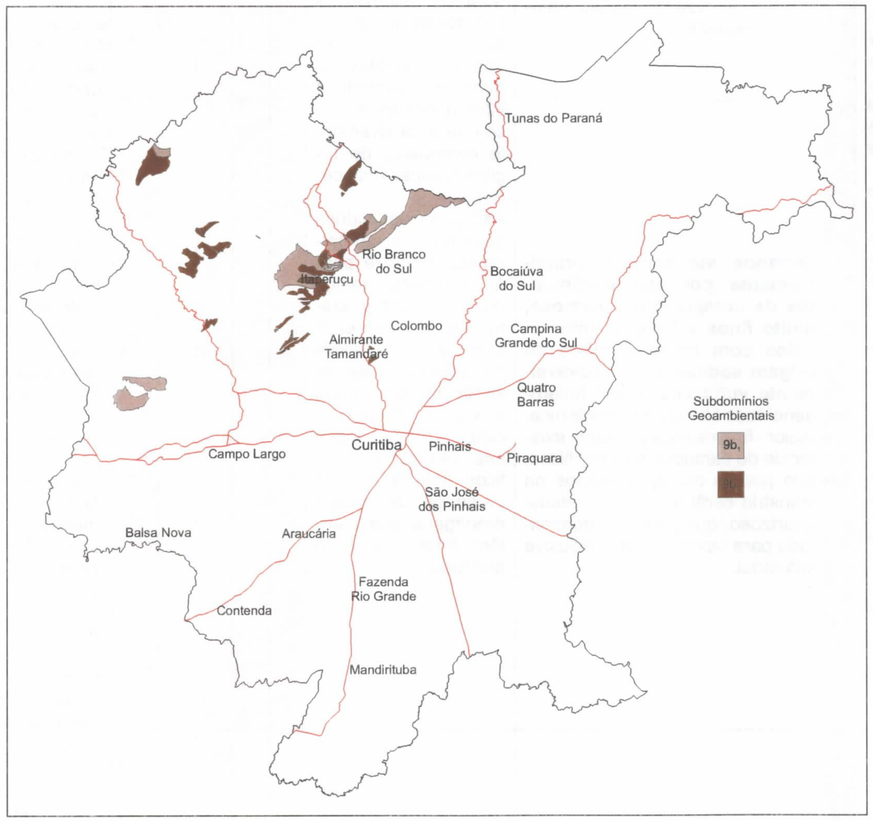


Figura 5 - Mostra porque não se deve depositar lixo sobre os terrenos dos Subdomínios $9a_1$ e, principalmente $9a_2$, pois embora sejam terrenos argilosos e de baixa permeabilidade primária, pelo fato de serem bastante tectonizados e com solos muito pouco espessos, apresentam permeabilidade secundária alta e baixa capacidade depuradora.

Foto 8 - Mostra a inadequabilidade do Subdomínio 9a para o aproveitamento pecuário. Em função do relevo montanhoso e pelo fato dos solos serem muito argilosos, o pisoteamento pelo gado causa compactação e impermeabilização superficial muito intensas. Em conseqüência, diminui ainda mais a infiltração d'água no subsolo, aumenta muito o escoamento superficial e se acentuam os processos erosivos.

Foto 9 - Mostra uma forma bastante inadequada de urbanizar as áreas do Subdomínio 9a. Em função dos desníveis altimétricos muito acentuados, são feitas escavações muito profundas e taludes muito íngremes que induzem a escorregamentos e soterramentos das moradias vizinhas.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
						ALTA	MÉDIA		BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Superior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9b** Assim foram distinguidos os setores onde o substrato rochoso é formado por uma associação de metassedimentos síltico-argilosos com muitos corpos isolados de rochas de origem vulcânica e subvulcânica xistificadas ou não. Essa associação litológica indica que na ambiência marinha de formação do Domínio 9 as rochas desse subdomínio provavelmente teriam se formado numa zona de mar profundo e com muita atividade vulcânica (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Associação de xistos e filitos de ascendência vulcânica com muitos corpos de rochas metabásicas em variados graus de xistificação:** rochas de origem, composição, textura e resistência ao intemperismo muito diferenciados e contrastantes, por isso a profundidade, a dureza e os comportamentos geotécnicos e hídricos são muito heterogêneos e variam muito de local para local e de região para região, tanto lateral como verticalmente. Portanto, no caso de se executar qualquer tipo de obra de construção civil que envolva escavações, cravação de estacas, fundações e perfurações, antes terão que ser executados estudos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos pouco espaçados. **Seqüência com grau de intemperismo geralmente avançado porém muito diferenciado de local para local:** terrenos geralmente de fácil escavabilidade e fácil penetração. Apenas muito localmente podem ocorrer rochas duras que necessitam de uso de explosivo para serem desmontadas. **Presença de muitos corpos de rochas metabásicas bastante fraturadas, quase sempre apenas parcialmente intemperizadas, aflorantes e/ou então ocorrendo sob forma de blocos e matacões situados muito próximos da superfície:** rochas ricas em minerais que quando se alteram se transformam em argilas e liberam muitos nutrientes como cálcio e magnésio, mas também muito alumínio e ferro, por isso o manto de intemperismo é muito argiloso, de baixa permeabilidade, geralmente de boa fertilidade natural, porém laterizado; rochas bastante percolativas em função da permeabilidade secundária relacionada ao fraturamento, por isso são vulneráveis à contaminação, pois fluidos nelas podem se infiltrar rapidamente através das fraturas, praticamente sem se depurarem, portanto sobre elas não se deve locar fontes potencialmente poluidoras como aterros sanitários, cemitérios, lixões etc.; de baixa resistência ao cisalhamento e pouco plásticas, rompendo-se com facilidade quando submetidas a esforços e desestabilizando-se muito quando escavadas e/ou expostas em taludes de corte (podem soltar blocos condicionados por planos de fraturas). **RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado, com alta densidade de relevo de encostas curtas, perfis convexo-côncavos e retilíneos muito irregulares, com declividades médias superiores a 35%, porém sem evidências de movimentações naturais de massas:** relevo em franco processo de dissecação tanto por erosão difusa (laminar) como concentrada (em sulco); características topográficas favoráveis às movimentações rápidas (escorregamentos) e lentas de massas (*creep*), porém, esse risco é reduzido em função dos solos argilosos, que são pouco erosivos e de boa estabilidade; características topográficas negativas para a agricultura mecanizada e de ciclo curto, pois o solo erode muito e sofre depauperamento muito rápido quando arado e desprovido de cobertura vegetal. **Desníveis altimétricos acentuados e alta densidade de drenagem com vales semi-abertos a fechados, escavando muito mais do que depositando:** indica que qualquer iniciativa de uso e ocupação mais adensada desses terrenos será extremamente onerosa, pois terão que ser executados muitos cortes profundos, muitos aterros, muitas obras de drenabilidade, de transposição de drenagem e de contenção de encostas e muita terra terá que ser movimentada; escoamento superficial muito rápido e sujeito a formar enxurradas altamente erosivas (alta torrencialidade), por isso são áreas de alta erosão hídrica e quando chove, a maior parte das águas escorre rapidamente para os canais de drenagem, conseqüentemente, infiltra-se pouca água no subsolo (baixa recarga de aqüíferos), características que indicam que se deve tomar cuidados especiais com a preservação máxima da cobertura vegetal e que não se deve promover a impermeabilização excessiva. **Maior parte das drenagens secundárias apresenta vales secos e a maior parte dos poços rasos apresenta vazões muito baixas e muito influenciadas pela periodicidade climática:** áreas com escassez d'água superficial para irrigação e nos períodos de seca prolongada pode ocorrer o secamento dos poços rasos. **SOLOS - Predominam solos residuais do tipo podzólicos profundos e apenas localmente ocorrem variações de solos menos evoluídos como podzólicos rasos, cambissolos e até litossolos:** predominância de solos com evolução pedogenética avançada, por isso as características físicas e químicas, a permeabilidade, a lixiviação, a fertilidade natural, a erodibilidade e os comportamentos geotécnico e hídrico não devem variar e nem contrastar muito, características que os tornam favoráveis para o aproveitamento agrícola e geotecnicamente pouco problemáticos. **Predominância de solos de cor avermelhada muito intensa e/ou vermelho-amarelada:** sugere que devem ser bastante lateritizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio, por isso devem ser muito ácidos e para o aproveitamento agrícola necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico. **Muito argilosos, plásticos, aderentes e escorregadios quando molhados:** nos períodos chuvosos são difíceis de serem mecanizados e escavados devido ao emplastramento excessivo de equipamentos e ferramentas; são áreas problemáticas para serem trafegadas por estradas de terra não-pavimentadas, pois estas tornam-se muito escorregadias na época das chuvas e poeirentas na época das secas; baixa erodibilidade natural; permeabilidade e transmissividade muito baixas e com alta capacidade armazenadora, ou seja, são solos que retêm e armazenam bastante água, porém não a liberam para circulação, por isso apresentam boa disponibilidade hídrica para as plantas e má disponibilidade hídrica superficial (aqüíferos superficiais pobres). **Geralmente bastante profundos, de pedregosidade superficial nula e de baixa a moderada resistência à penetração:** podem ser arados, escavados e penetrados facilmente com ferramentas e maquinários de corte até profundidades superiores a 3 metros; características favoráveis para executar escavações, perfurações e para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações e fundações). **Horizonte B com alta concentração de argila (B textural proeminente) e em muitos locais situado muito próximo da superfície, exibindo proeminentes fendas de ressecamento e muitos desmoronamentos quando está exposto nos cortes das estradas:** deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade) que sofrem os fenômenos de expansividade e da colapsividade quando expostas ao umedecimento e ressecamento periódicos, por isso se desestabilizam e erodem muito quando expostos na superfície. Compacta-se e se impermeabiliza mais ainda quando submetidos a cargas elevadas e constantes, por isso não são adequados para serem mecanizados com equipamentos pesados e/ou pisoteados constantemente por gado, além disso, não se deve utilizar arados com lâminas de corte profundo, pois esse horizonte pode ser atingido e exposto na superfície.	9b,	**Foram diferenciados porque nesses setores as rochas de ascendência ígnea xistificadas ou não parecem predominar sobre os metassedimentos síltico-argilosos e também porque ocorrem muitos corpos de metabasitos e provavelmente metandesitos, por vezes bem preservados da xistificação e do intemperismo:** rochas com grande variação textural, metamórfica e deformacional; solos mais profundos e extremamente argilosos.	A associação de rochas de origem vulcânica e sedimentar depositadas em ambiente marinho indica metalotecto favorável à prospecção de minerais metálicos do grupo dos sulfetos (Cu; Pb; Zn; Au; Ag; Ba) e fluorita. O potencial hidrogeológico é baixo devido a natureza muito argilosa do manto de intemperismo, a escassez de água no sistema de drenagem e as informações de que os poços rasos apresentam vazões baixas e muito influenciadas pela periodicidade climática A maior possibilidade de se encontrar água subterrânea está relacionada aos corpos de rochas metabásicas, que por serem muito fraturadas podem conter água armazenada em fendas (aqüífero fraturado).						Como características importantes desses terrenos destacam-se: a cobertura vegetal natural que, em parte, ainda encontra-se bem preservada em pequenas e grandes parcelas entremeadas com muitos reflorestamentos de pínus e bracatinga; os solos, que por serem derivados, em grande parte, de rochas de composição básica (rochas que liberam bastante nutrientes), devem apresentar boa fertilidade natural e em muitos locais apresentam características físicas que se assemelham à dos solos roxos do norte do Paraná, que também são derivados de rochas de composição básica; a associação litológica favorável à prospecção de minerais metálicos. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ em toda iniciativa de uso e ocupação seja considerada a baixa permeabilidade e o alto escoamento superficial desses terrenos, características que recomendam que cuidados especiais devem ser tomados para não desmatá-los e não impermeabilizá-los excessivamente; ▫ embora o relevo seja bastante movimentado e por isso inadequado ao aproveitamento agrícola intensivo e mecanizado, nas meia-encostas e nos sopés dos morros existem parcelas com declividades mais moderadas, com solos profundos e excelentes características físicas para a agricultura. Essas áreas poderiam ser aproveitadas para produção de hortifrutigrangeiros, aproveitamento este que deve ser acompanhado de severas medidas de proteção contra erosão; ▫ em função da alta capacidade de compactação e de impermeabilização dos solos, no aproveitamento agrícola deve ser evitada a motomecanização com equipamentos pesados, devendo-se priorizar o uso de arados com tração animal; ▫ também não se deve utilizar arados com lâminas de corte muito profundo, porque o horizonte B, que não apresenta características físicas adequadas à agricultura, além de ser altamente erodível, pode ser atingido e colocado na superfície, ou seja, pode acontecer a inversão no perfil do solo, fato bastante negativo para a agricultura; ▫ também deve ser considerado que são áreas de alta erosão hídrica, por isso, qualquer iniciativa de aproveitamento deve ser acompanhada de severas medidas de proteção do solo contra a erosão; ▫ nas proximidades da cidade de Rio Branco do Sul, foram constatados depósitos de lixo urbano locados diretamente sobre as rochas metabásicas densamente fraturadas. Estes devem ser desativados e removidos, pois certamente estão contaminando o lençol freático; ▫ em toda iniciativa de implantação de fontes potencialmente poluidoras, como lixões, cemitérios, aterros sanitários e outras, devem ser evitados os locais sobre e/ou próximos aos corpos de rochas metabásicas frescas e/ou semi-intemperizadas, pois elas são altamente percolativas; por isso também as malhas viárias que as seccionam devem ser dotadas de medidas de segurança para evitar acidentes com caminhões transportadores de substâncias poluentes.
			9b,	**Diferencia-se do subdomínio anterior pela menor participação de corpos de rochas metabásicas e também pelo grau de metamorfismo mais acentuado:** por isso se acentua o potencial de movimentos de massas e a percolação de fluidos via planos de fraqueza estrutural.							



Área de definição do Subdomínio 9b

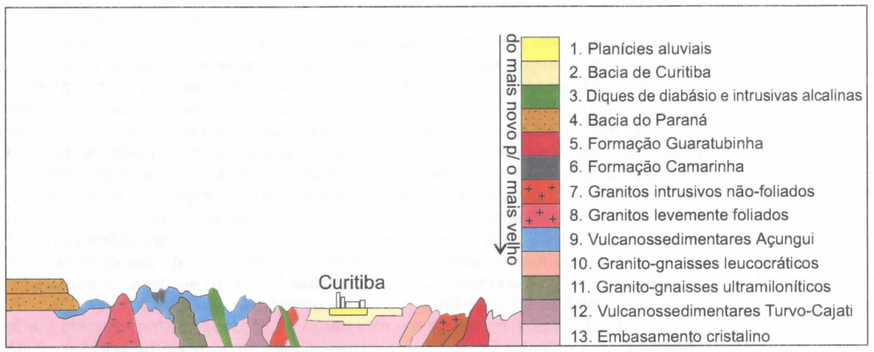


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

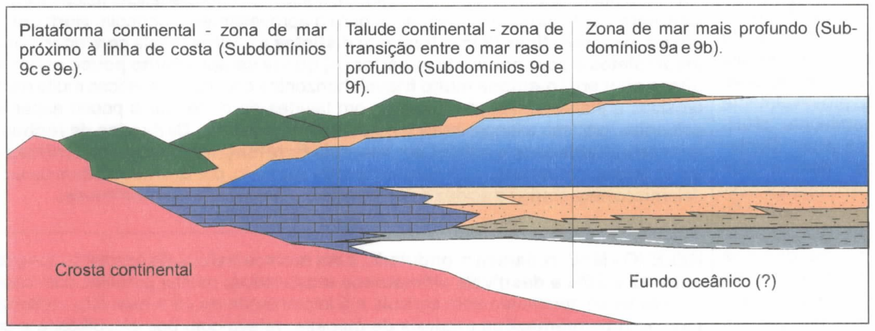
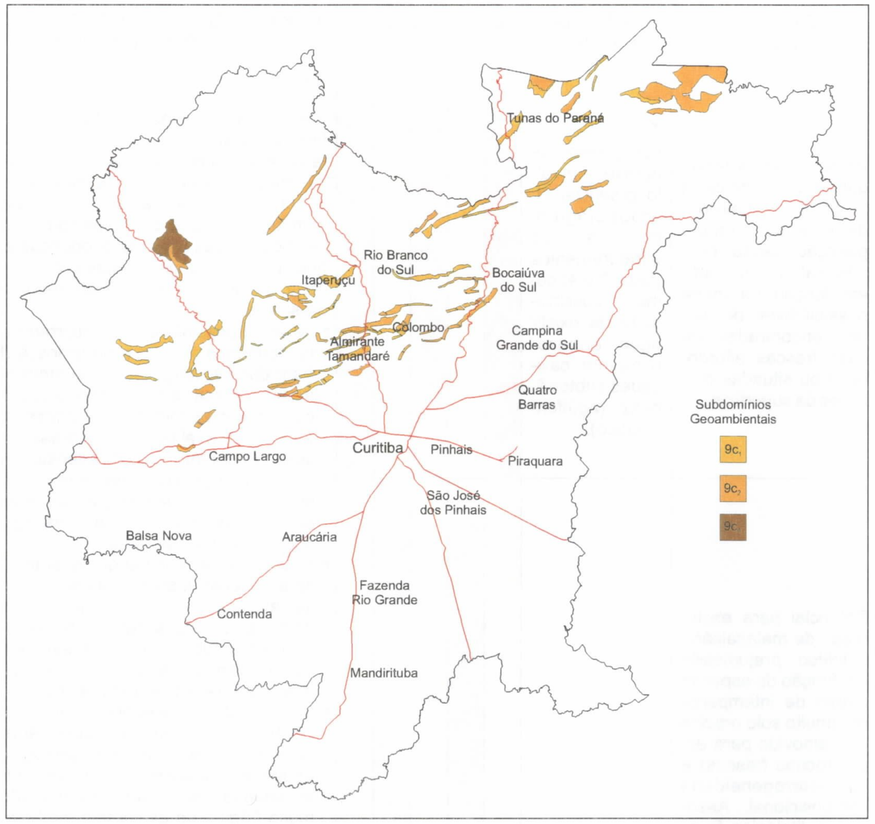


Figura 2 - Na ambiência marinha de deposição do Domínio 9, as seqüências do Subdomínio 9b, provavelmente se depositaram numa zona de mar mais profundo.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		ALTA	MÉDIA		BAIXA		
						urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Superior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9c** Foram distinguidos porque são terrenos onde existe maior participação de rochas arenosas como metarenitos, ortoquartzitos e quartzoxistos, por vezes associados com metassedimentos síltico-argilosos. Essa associação litológica indica que na ambiência marinha em que se depositaram as seqüências do Domínio 9 as rochas desse subdomínio teriam se depositado em ambiente mais próximo à linha de costa, onde existia muita areia, ou seja, muito provavelmente em ambiente próximo da praia. Destaca-se, porém, que também não se descarta a possibilidade de que grande parte delas seja derivada da precipitação de sílica liberada pelo vulcanismo que se associou ao ambiente marinho (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Constituído de seqüências metavulcanossedimentares com predominância de rochas de composição quartzosa (metarenitos, quartzitos, quartzoxistos e quartzofilitos) associadas com xistos e filitos síltico-argilosos de origem sedimentar e provavelmente vulcânica extrusiva:** associação de rochas de natureza, composição mineralógica e de resistência ao cisalhamento e ao intemperismo muito diferenciadas. **Intercalações irregulares de rochas arenosas com rochas argilosas:** materiais de comportamentos hidrogeológico e geotécnico muito distintos; difícil prever o comportamento geotécnico em profundidade, pois ele varia muito de camada para camada e de local para local, tanto lateral como verticalmente, portanto, em toda iniciativa de uso e ocupação que envolva edificações, antes devem ser executados estudos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos pouco espaçados. **Predominância de rochas de composição arenosa:** de baixa resistência ao cisalhamento, rompem-se com facilidade quando submetidas a esforços; geralmente muito fraturadas (fotos 2, 3, 4 e 5); bastante percolativas, ou seja, infiltra-se muita água pelas fraturas e também pela textura arenosa, portanto são terrenos de baixa capacidade depuradora, de altíssima fragilidade frente a toda fonte potencialmente poluidora e com alto potencial hidrogeológico superficial e subterrâneo. **Maior parte das rochas arenosas ocorre quase sempre bem preservada do intemperismo, situa-se muito próxima da superfície e/ou então aflora formando lajeados e/ou como blocos e matacões soltos na superfície (foto 6):** profundidade do substrato rochoso geralmente baixa e muito irregular, por isso são terrenos problemáticos para se executar escavações, implantar infra-estrutura subterrânea, canalizações enterradas e malhas viárias. **Existência de camadas constituídas quase que essencialmente de quartzo muito fino, em muitos locais densamente fraturadas e quebradiças, ou então parcialmente intemperizadas e bastante friáveis:** material arenoso com boas características para ser explorado para saibro e areia industrial e de lavra facilitada, pois geralmente pode ser desmontado apenas com maquinários e ferramentas (fotos 7 e 8). **RELEVO - Via de regra montanhoso, com elevações com encostas íngremes, perfis retilílios e ou convexo-retilíneo-côncavos, declividades quase sempre acima de 35% e 45% e desníveis altimétricos bastante acentuados (foto 1):** relevo em franco e acelerado processo de dissecação; características topográficas favoráveis para ocorrência de movimentos rápidos de massa (escorregamentos de solo, de depósitos de tálus e rolamento de blocos) e extremamente inadequadas para agricultura, urbanização, implantação de infra-estrutura subterrânea e viária, portanto, toda forma de adensamento ocupacional, será muito onerosa pois terão que ser executadas muitas obras de contenção de talude e muitos cortes profundos, geralmente em rochas duras e instáveis. **Muitos canais de drenagem com boa vazão permanente e existência de muitas nascentes d'água nos sopés das cristas quartzíticas:** indicam que as rochas são bastante permeáveis e de alta capacidade de armazenamento d'água. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados, com grau de evolução e espessura extremamente variados de local para local. Em curtas distâncias podem ocorrer variações entre podzólicos rasos e solos pouco evoluídos como cambissolos e litossolos, muitas vezes entremeados com afloramentos rochosos e com blocos soltos de quartzito:** solos pouco e/ou moderadamente evoluídos; evolução pedogenética muito heterogênea; solos com características físicas e químicas muito variáveis de local para local, portanto inadequados para o aproveitamento agrícola. **Horizontes A, B e C com colorações e características físicas bastante distintas e muitos locais com ocorrências de solos com perfis incompletos e com horizonte superior (A) quase sempre muito pouco espesso, de textura areno-argilosa e/ou argilo-siltosa muito friável:** horizontes com características muito distintas, por isso altamente erosivos e instáveis quando expostos em taludes de corte; solos pouco espessos para reter e depurar poluentes, por isso o lençol freático é vulnerável à poluição. **Derivados de rochas ricas em quartzo e em minerais aluminosos e pobres em minerais ferromagnesianos:** baixa fertilidade natural, provavelmente muito ácidos, certamente com elevado teor de alumínio, por isso necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico para corrigir a acidez e de muito adubo para melhorar a fertilidade.	$9c_1$	**Diferenciados porque são cristas estreitas, alongadas, fortemente destacadas em relação aos terrenos vizinhos (foto 1) e porque os quatzitos geralmente estão bastante silicificados e endurecidos:** substrato rochoso e topografia extremamente inadequados frente a todas as formas de uso e ocupação; acentuam-se muito as dificuldades para executar escavações e aumenta o potencial de movimentações naturais de massas.	Terrenos com potencial para exploração de quartzitos para utilização em obras viárias (saibro e base asfáltica) e para indústria cerâmica e metalúrgica (camadas compostas quase que essencialmente de quartzo); localmente ocorrem leucofilitos intemperizados e quase que exclusivamente compostos de argilas brancas (uso cerâmico). Alto potencial hídrico superficial e subterrâneo, inclusive para água mineral, relacionado às rochas arenosas densamente fraturadas. Potencial comprovado pela existência de várias nascentes d'água localizadas nos sopés dos morros quartzíticos (foto 9) e pela presença de muitas drenagens que mantêm boas vazões o ano todo.						Destacam-se como características importantes desses terrenos: a presença de rochas arenosas e bastante fraturadas (fotos 2, 3, 4 e 5), que são muito percolativas, apresentam alta capacidade de armazenamento d'água e por isso muito importantes como fonte de recursos hídricos; a existência de muitas nascentes de água nos sopés das cristas quartzíticas (foto 9), que funcionam como locais de recarga do sistema de drenagem; a possibilidade de existir água mineral; o potencial para exploração de areia, inclusive industrial, e também de leucofilitos para indústria cerâmica e outros usos; o fato de serem áreas onde já existem muitas lavras de quartzito (fotos 7 e 8) que é utilizado para saibro e para base asfáltica; a beleza paisagística do relevo montanhoso (foto 1). Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: • esses terrenos sejam preservados como áreas de recarga de aqüíferos e de reserva hídrica da região metropolitana; • por serem muito percolativos, neles não se deve implantar nenhuma fonte potencialmente poluidora; • por serem áreas com declividade muito acentuada, a mata primária tem um papel muito importante para reter e para facilitar a infiltração das águas das chuvas no subsolo, por isso ela deve ser preservada; • não se deve reflorestar as cristas de quartzitos com pínus e eucalipto; pelo fato desse tipo de vegetação absorver muita água do solo, pode ocorrer o secamento das vertentes d'água, como foi constatado nas regiões muito reflorestadas; • nas frentes de lavra de quartzitos, não se deve derramar combustível e outras substâncias poluentes e de maneira nenhuma nelas depositar qualquer tipo de lixo, uma fonte de poluição aí lançada certamente chegará muito rápido até os lençóis freático e subterrâneo; • deve ser dada atenção especial aos terrenos quartzíticos próximos a Itaperuçu e Rio Branco do Sul, pois nesses locais existem nascentes d'água com excelentes vazões que poderiam ser aproveitadas para abastecimento, no entanto estão sendo contaminadas com lixo e esgoto; • os moradores dessas áreas devem ser orientados para não construírem fossas e privadas, não lançarem esgotos e não depositarem lixo sobre as rochas arenosas; • cuidados especiais devem ser tomados nos projetos de implantação de malhas viárias que seccionam esses terrenos, um acidente com derramamento de substâncias poluentes certamente poderá causar a contaminação irreversível dos lençóis freático e subterrâneo.
		RELEVO - Moderadamente ondulado, com morros baixos de encostas longas, declividades médias entre 15 e 25% e desníveis altimétricos moderados: muitas parcelas com características topográficas favoráveis ao aproveitamento agrícola e à implantação de infra-estrutura subterrânea e viária. **Sem indícios de movimentações naturais de massas:** relevo com boa estabilidade e com baixo potencial para movimentações naturais de massas (escorregamentos). **Com moderada a baixa densidade de drenagem:** áreas de relevo já bastante dissecado, porém com alto potencial erosivo devido aos solos arenosos. **Existência de algumas dolinas (buracos formados na superfície porque o solo migrou ou está migrando para cavidades subterrâneas como rios e cavernas):** indicam que podem existir rochas de alta solubilidade, ou seja, rochas carbonáticas portadoras de cavidades subterrâneas (grutas, cavernas e mesmo rios), portanto, são áreas que localmente apresentam potencial para ocorrência de colapsos (afundamentos); as dolinas também são locais onde as águas da chuvas se concentram e se infiltram rapidamente no subsolo, por isso de baixa capacidade depuradora e de lençol freático vulnerável à contaminação, características que indicam que não se deve implantar fontes potencialmente poluidoras sobre e próximo a eles. **SOLOS - Predominam podzólicos e podzólicos profundos (latossólicos) com horizonte A espesso, de cor cinza-escura, textura arenosa e/ou areno-argilosa bastante friável e de pedregosidade nula:** solos mais evoluídos pedogeneticamente, por isso a camada superficial já deve ser bastante lixiviada e empobrecida em nutrientes; baixa resistência ao corte e à penetração, portanto favoráveis à mecanização e facilmente escaváveis com ferramentas; características favoráveis para implantação de infra-estrutura subterrânea e obras viárias; espessura favorável para reter e depurar poluentes. **A cor escura sugere que a camada superior contém boa proporção de matéria orgânica:** deve apresentar boa capacidade de troca catiônica e responder bem à adubação, ser muito ácida e por isso necessita de aplicação de muito calcário dolomítico.	$9c_2$	**Terrenos sustentados principalmente por metassedimentos de composição quartzosa, muito finos e friáveis, intercalados com xistos e filitos de origem sedimentar e provavelmente vulcânica:** maior heterogeneidade litológica e geotécnica; maior favorabilidade para existência de camadas de leucofilitos, que podem ser aproveitados na indústria cerâmica, e de material quartzoso, que pode ser aproveitado para saibro e areia, inclusive industrial.						
			$9c_3$	**Região sem afloramentos de rochas. Foi agrupada nesse subdomínio em função dos solos apresentarem características sugestivas de que são derivados de rochas arenosas. A existência de algumas dolinas indica que também devem ocorrer rochas carbonáticas.**	Além do potencial hidrogeológico associado à possibilidade de existirem seqüências arenosas, deve ser considerada a possibilidade de existirem cavidades subterrâneas, como sugere as dolinas, que podem estar preenchidas com água.						



Área de definição do Subdomínio 9c

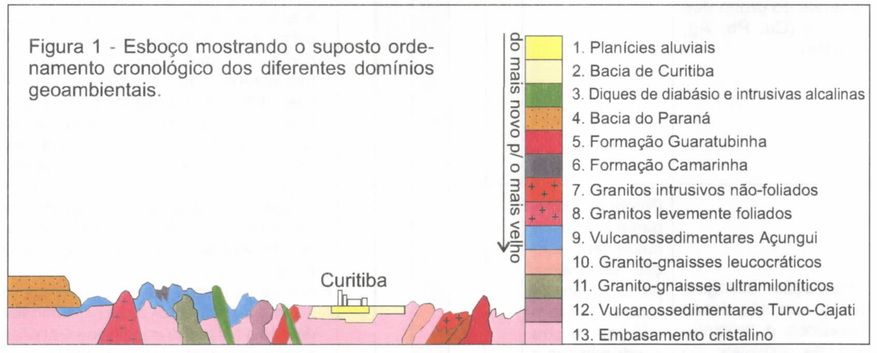


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

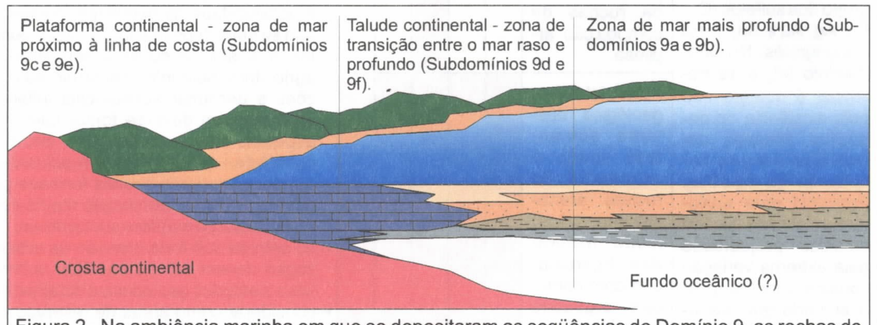


Figura 2 - Na ambiência marinha em que se depositaram as seqüências do Domínio 9, as rochas do Subdomínio 9c, provavelmente, depositaram-se em ambiente praial, porém, não se descarta a possibilidade de que grande parte delas seja derivada da precipitação de sílica liberada na água do mar pelas lavas vulcânicas.

Foto 1 - Mostra ao fundo as cristas quartzíticas que bordejam o extremo norte da região metropolitana de Curitiba, que, em parte, correspondem aos terrenos diferenciados como Subdomínio $9c_1$, coincidentes com uma zona de cisalhamento de alto angulo (falha transcorrente), por isso as rochas encontram-se bastante tectonizadas e são portadoras de alta densidade de planos de fraqueza estrutural verticalizados.

Foto 2

Foto 3

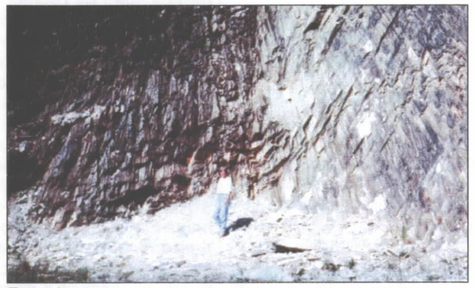


Foto 4

Foto 5

Fotos 2, 3, 4 e 5 - Exemplos de afloramentos de rochas quartzíticas exibindo alta densidade de fraturas, característica indicativa de que são rochas muito percolativas, de alta capacidade armazenadora d'água, muito instáveis quando expostas em taludes de corte, extremamente vulneráveis à poluição e adequadas para serem lavradas para saibro e areia. Em função dessas características, os terrenos quartzíticos são extremamente inadequados para locação de qualquer fonte potencialmente poluidora. Por outro lado, são terrenos muito importantes como áreas de recarga de aqüíferos e como reservas hídricas e de recursos minerais não-metálicos.

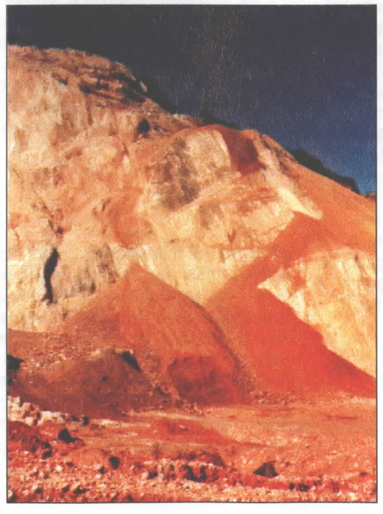


Foto 7

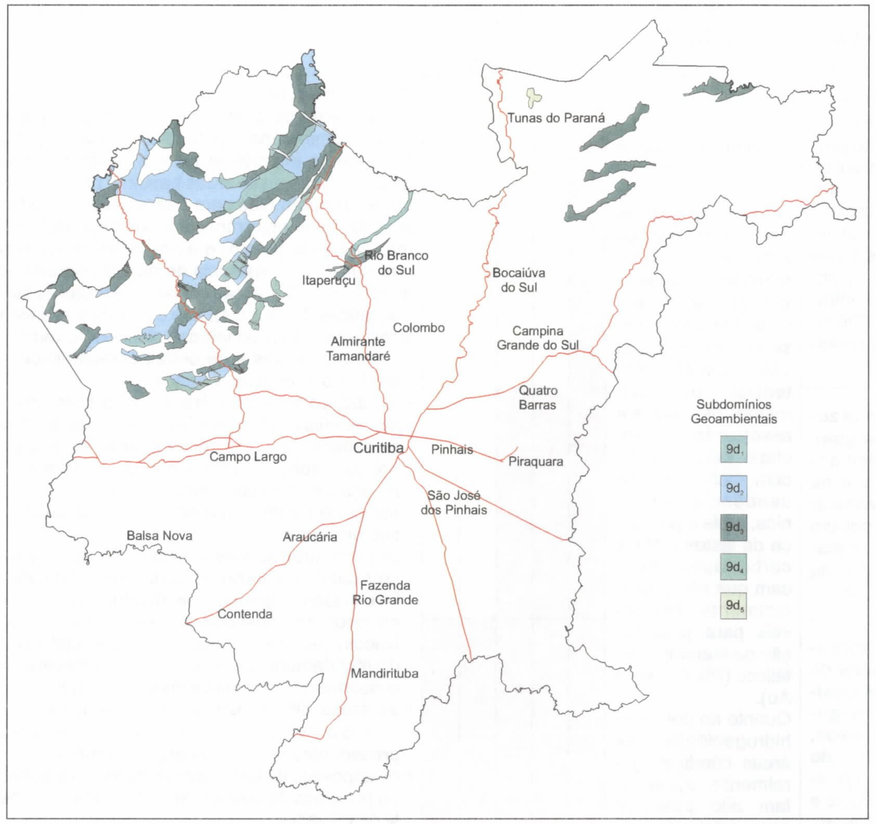
Foto 8

Fotos 7 e 8 - Por serem compostas quase que exclusivamente de quartzo, mineral altamente resistente ao intemperismo, por serem bastante fraturadas e por isso facilmente desmontáveis apenas com ferramentas e maquinários, as rochas quartzíticas são muito aproveitadas como saibro.

Foto 6 - Uma característica bastante comum dos terrenos quartzíticos é a presença muito freqüente de blocos de rochas duras na superfície, o que indica que o substrato rochoso situa-se a baixa profundidade. Portanto, são áreas bastante problemáticas para executar escavações e implantar infra-estrutura subterrânea.

Foto 9 - Nos sopés das cristas quartzíticas existem nascentes d'água como a da foto. Essa é uma característica que indica que as rochas são bastante percolativas e apresentam alta capacidade de armazenamento de água.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS						POTENCIAL MINERAL	POTENCIAL HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS					ALTA	MÉDIA	BAIXA			
									urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Superior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9d** As características das rochas que sustentam esse subdomínio indicam que, na ambiência marinha em que se depositaram as seqüências do Domínio 9, elas teriam se depositado numa zona de transição do mar raso para o mais profundo, por isso apresentam grande heterogeneidade de composicional (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Seqüência metavulcanossedimentar composta principalmente de carbonato-xistos, rochas calcissilicatadas, rochas carbonáticas calcíticas e xistos e filitos de origem sedimentar e vulcânica, litologias que se alternam irregularmente formando bandamento composicional plano-paralelo de espessuras que variam de centimétricas a métricas (fotos 1 e 2), textura metamórfica muito variada e grau de intemperismo quase sempre muito avançado, porém muito diferenciado:** associação de rochas de origem, composição e de resistência ao intemperismo muito distintos, por isso o comportamento geotécnico é muito heterogêneo e varia muito de banda para banda e de local para local, tanto lateral como verticalmente, portanto no caso de se executar qualquer tipo de obra da construção civil, antes devem ser executados estudos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **A maior parte dos afloramentos é de rochas podres (saprólito):** características que prejudicam o potencial para exploração de rochas calcíticas; predominância de rochas moles que podem ser desmontadas com facilidade apenas com ferramentas e maquinários, por isso são terrenos favoráveis para executar escavações, perfurações, cravar estacas, implantar infra-estrutura viária e subterrânea. **Grande participação de rochas carbonáticas:** rochas de alta solubilidade que se intemperizam e se dissolvem facilmente pela ação das águas formando cavidades, portanto com alta percolatividade secundária; no subsolo podem existir rios e cavidades subterrâneas como grutas e cavernas, locais estes sujeitos a sofrerem afundamentos bruscos (colapsos) e com alto potencial hidrogeológico (aqüífero cárstico). **Predominância de rochas de baixa resistência ao intemperismo e compostas de minerais que se alteram para argila:** manto de intemperismo geralmente muito avançado, profundo, síltico-argiloso, de baixa permeabilidade e de alta cerosidade, características que indicam que os aqüíferos superficiais são pobres e que podem ocorrer dificuldades para se executar perfurações rotativas (a cerosidade alta faz a broca patinar). **RELEVO - Cárstico, moderadamente ondulado a montanhoso, com moderada a baixa densidade de drenagem, morros com encostas relativamente longas, perfis predominantemente convexos e/ou convexo-côncavos, desníveis altimétricos moderados a acentuados, declividades entre 20 e 35%, sem movimentações naturais de massas e com poucos indícios de erosão natural:** terrenos já bastante dissecados e já tendendo a estabilizarem-se, portanto, embora sejam bastante movimentados, o potencial de movimentos naturais de massas é baixo; os solos argilosos de baixa erodibilidade sustentam o relevo fortemente ondulado. **Terrenos contendo muitas depressões fechadas (dolinas) e sumidouros de drenagem (foto 5 e figura 3):** locais quase que de ligação direta entre a superfície e o subsolo e de concentração e alta infiltração d'água, praticamente sem haver depuração, por isso são locais de alta recarga de aqüíferos e extremamente vulneráveis frente a qualquer tipo de fonte poluidora, pois os poluentes podem chegar muito rapidamente até rios subterrâneos que poderão transportá-los por longas distâncias, causando impactos negativos regionais, ou então, podem ficar armazenados em grutas e cavernas; em função disso, sobre e próximo deles não se devem locar fontes potencialmente poluidoras, bem como não se deve derramar substâncias inflamáveis, pois estas poderão se armazenar nas cavidades, que ficarão sujeitas a explosões. **As dolinas são locais sujeitos a afundamentos (colapsos):** por isso, sobre e próximo delas não se deve construir nada, pois as construções poderão sofrer afundamentos bruscos e/ou trincamentos (figura 3). **O carste é um aqüífero que sofre recarga e descarga muito rápidas, apresenta nível freático muito oscilante em função da periodicidade climática e contém água armazenada em cavidades subterrâneas:** é um aqüífero de exploração problemática. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados do tipo podzólico bastante profundo:** solos pedogeneticamente bem evoluídos e por isso devem ser muito lixiviados e empobrecidos em nutrientes. **Geralmente apresentam camada superior (horizonte A) espessa, de cor preta e/ou cinza-escura, textura argilosa, friável, porosa e pedregosidade nula:** camada arável e/ou agrícola com características físicas favoráveis à agricultura. **Deve conter alta proporção de matéria orgânica:** deve ser bastante ácida e corrosiva, necessita de aplicação de calcário dolomítico e materiais nela enterrados sofrem corrosões rápidas. **Deve ter alta capacidade de troca catiônica e boa capacidade de retenção:** responde bem à adubação e deve ter boa capacidade depuradora, por isso é importante para minimizar a fragilidade do carste frente aos poluentes. **Deve ser bastante permeável:** bastante percolativa, portanto importante para absorver a água das chuvas. **Bem drenada e oxigenada:** favoráveis ao desenvolvimento de raízes. **De baixa resistência ao corte e à penetração:** fácil escavabilidade. **Deve ser bastante lixiviada:** deve ser empobrecida em nutrientes, portanto necessita da aplicação de muito adubo; de boa qualidade geotécnica e de baixa erodibilidade, por isso importante como camada protetora do horizonte B. **Horizonte B de cor vermelha, extremamente argiloso, textura endurecida exibindo muitas trincas de ressecamento e evidenciando alta concentração de argilas translocadas do horizonte superior:** permeabilidade muito baixa e muito diferenciada em relação à do horizonte superior, por isso na época de concentração de chuvas pode ocorrer o encharcamento temporário da camada superficial, levando ao apodrecimento de raízes, à formação, nas áreas baixas, de lençol freático próximo da superfície e de surgência de água em taludes de corte. **Deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade):** por isso se desestabiliza com facilidade quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos.	$9d_1$	**Setores onde há maior possibilidade de serem encontrados afloramentos de rochas calcíticas.**	**Terrenos onde ocorrem com relativa freqüência rochas calcíticas bem preservadas do intemperismo e situadas próximas da superfície, onde existem algumas lavras desse bem mineral em atividade, o relevo é fortemente ondulado (foto 6) e contém grande número de depressões fechadas (dolinas):** substrato rochoso com maior participação de rochas carbonáticas frescas; acentuam-se o potencial mineral e hidrogeológico, o risco de contaminação do lençol d'água subterrâneo, o potencial para ocorrência de afundamentos e as dificuldades para executar escavações, perfurações, cravar estacas e implantar infra-estrutura subterrânea e viária.	Áreas onde existem algumas lavras de calcário calcítico em atividade. Potencial para exploração desse bem mineral aumentado em função da maior possibilidade de serem encontradas rochas frescas aflorantes e/ou situadas próximas da superfície.	Terrenos cársticos geralmente apresentam alto potencial hidrogeológico, tanto associado a fraturamentos (fotos 3 e 4) como à possibilidade de existir água armazenada em cavidades subterrâneas (aqüífero cárstico).						Como características importantes desses terrenos destacam-se: o fato de serem áreas cársticas com alto potencial mineral e hídrico; a possibilidade de existirem cavernas e grutas ainda desconhecidas; a camada superficial dos solos com características físicas bastante adequadas à agricultura. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: • devido à possibilidade de ocorrerem afundamentos naturais e induzidos, à alta fragilidade do lençol d'água subterrâneo à contaminação e à importância que têm como reservas minerais e hídricas, não é recomendável destinar as áreas cársticas a nenhuma forma de adensamento ocupacional potencialmente poluidor e/ou que possa provocar grandes modificações nas características das águas superficiais e subterrâneas; • no caso de se executar qualquer tipo de obra da construção civil, primeiro devem ser avaliadas as características locais do subsolo, para saber se não existem cavidades subterrâneas, se elas estão ou não preenchidas com água ou solo e qual o real risco de afundamentos; • toda iniciativa de exploração dos recursos hídricos subterrâneos deve ser precedida de estudos hidrogeológicos/geotécnicos e acompanhada de controle contínuo, pois o carste é um aqüífero muito frágil e de exploração problemática. A exploração não-planejada poderá rebaixar rapidamente o nível freático e esvaziar as cavidades, que poderão sofrer desmoronamentos subterrâneos; como conseqüência, poderão ocorrer afundamentos na superfície e modificações drásticas no regime hídrico, o que pode causar a diminuição e/ou mesmo o secamento dos córregos e poços rasos; também deve ser considerada a possibilidade de que durante o trabalho de perfuração as sondas poderão atingir bruscamente cavidades subterrâneas, podendo ocorrer perdas de equipamentos e até do poço; • nos locais onde existem dolinas e sumidouros d'água e nas suas proximidades, devido à altíssima fragilidade à contaminação do lençol freático e subterrâneo e à possibilidade de ocorrerem colapsos, não se deve depositar lixo, instalar cemitérios, postos de combustíveis, praticar agricultura poluente, construir edificações e derramar substâncias inflamáveis; também deve-se tomar cuidados especiais nas rodovias onde circulam caminhões que transportam poluentes, um derramamento nesses terrenos poderá causar a contaminação rápida e regionalizada do aqüífero subterrâneo; • os setores sob forte pressão de urbanização devem ser de imediato submetidos a estudos geotécnicos detalhados; • considerar como áreas de reservas minerais os terrenos diferenciados como Subdomínio $9d_{11}$ devido ao alto potencial mineral e à existência de lavras de meta-calcário calcítico.
			$9d_2$		**Áreas onde são raros os afloramentos de rochas frescas. Os solos são muito espessos e evoluídos e se caracterizam por apresentarem a camada superficial quase sempre bastante espessa e de cor preta. O relevo é um pouco menos acidentado e com poucas dolinas:** substrato rochoso com menor participação de rochas carbonáticas, por isso o potencial para exploração desse bem mineral é mais baixo; características mais favoráveis para executar escavações, perfurações e cravar estacas; solos com características físicas adequadas à agricultura e com maior capacidade depuradora (lençol freático menos sujeito à contaminação).	Potencial para exploração de metacalcário calcítico prejudicado em função do espesso manto de intemperismo (muito solo precisa ser removido para expor rochas frescas) e da heterogeneidade composicional. Associação litológica favorável à prospecção de minerais do grupo dos sulfetos (Cu, Pb, Ag, Au e Ba).						
			$9d_3$		**Terrenos de relevo moderadamente ondulado onde predominam carbonato-xistos sempre com grau de intemperismo muito acentuado:** potencial para exploração de rochas carbonáticas praticamente nulo; características favoráveis para executar escavações e cravar estacas.							
			$9d_4$	**Setores onde praticamente não existem afloramentos de rochas frescas e a seqüência vulcanossedimentar apresenta imensa variação litológica e textural.**	**Terrenos cársticos com muita participação de metassedimentos carbonosos, manganesíferos e ferríferos e xistos e filitos de ascendência vulcânica, com relevo fortemente ondulado e raras dolinas:** maior potencial metalogenético; menor potencial para ocorrência de colapso e maior potencial para movimentações naturais de massas.	Associação litológica indica que são áreas favoráveis à prospecção de minerais do grupo dos sulfetos (Cu, Pb, Ag, Au e Ba), ferro e manganês. No Subdomínio $9d_5$ esse potencial é comprovado pela existência de depósitos minerais conhecidos (mina de Anta Gorda: Ba, Ag e Pb). Potencial para exploração de metacalcário calcítico prejudicado pela extrema variação composicional e pelo acentuado grau de intemperismo.	Potencial hidrogeológico diminuído em função da menor participação de rochas carbonáticas e da predominância de rochas de composição argilosa.						
			$9d_5$		**Terrenos montanhosos com muita participação de rochas metavulcânicas, metacalcários dolomíticos e quartzitos com indícios diretos de mineralizações de barita e chumbo, com muitas nascentes d'água e rios com boas vazões permanentes:** maior potencial metalogenético e hídrico; rochas com maior permeabilidade e maior capacidade de armazenamento d'água.		Potencial hidrogeológico bastante aumentado devido à existência de rochas arenosas (quartzitos) muito fraturadas intercaladas com camadas argilosas (aqüífero confinado). Setores com muitas nascentes de água.					



Área de definição do Subdomínio 9d

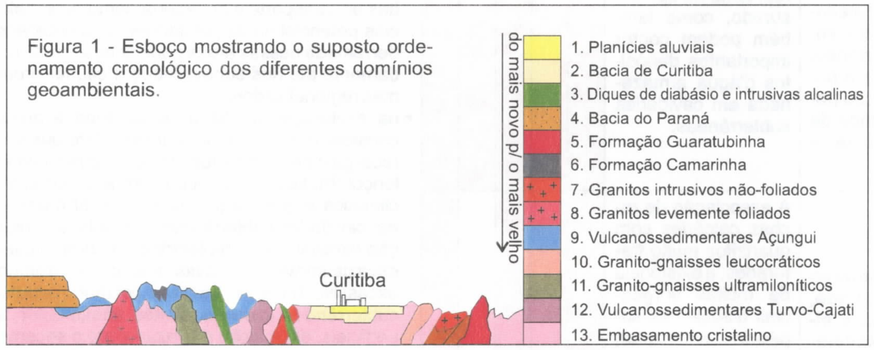


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

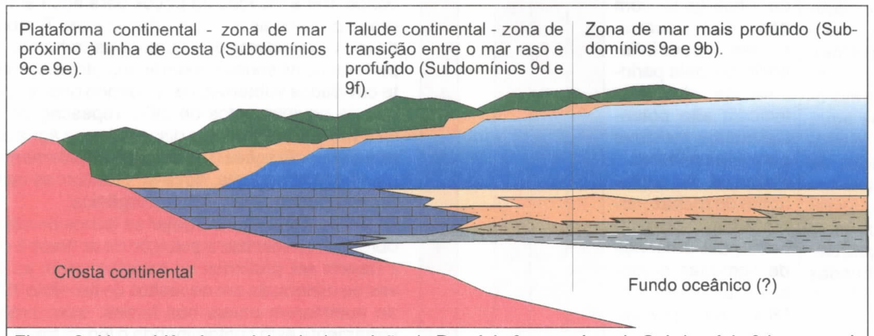


Figura 2 - Na ambiência marinha de deposição do Domínio 9, as rochas do Subdomínio 9d, provavelmente, depositaram-se na zona de transição do mar raso para o profundo.

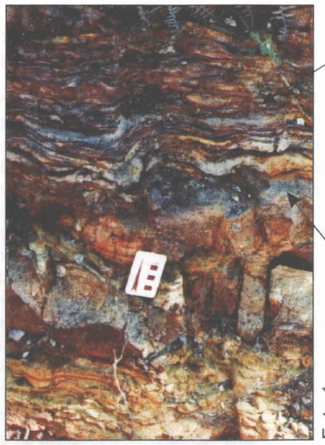


Foto 1

Bandamento formado pela alternância de camadas de rochas carbonáticas impuras, metamargas e principalmente carbonato-xistos, em variados graus de intemperismo.

Camada de rocha de provável origem ígnea (vulcânica).

Foto 2

Exemplos da associação litológica metavulcanossedimentar carbonática extremamente heterogênea em termos composicionais e deformacionais que predomina nos terrenos diferenciados como Subdomínio $9d_3$. Em função dessa característica, o comportamento geotécnico varia e contrasta muito de local para local.

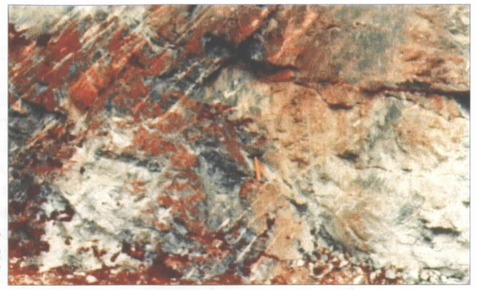


Foto 3

Foto 4

Fotos 3 e 4 - Frentes de lavra com exposição das rochas carbonáticas calcíticas que ocorrem principalmente nos terrenos do Subdomínio $9d_1$ e que são exploradas para fabricação de cimento. Pode-se notar que são rochas bastante fraturadas, por isso apresentam alta percolatividade secundária.

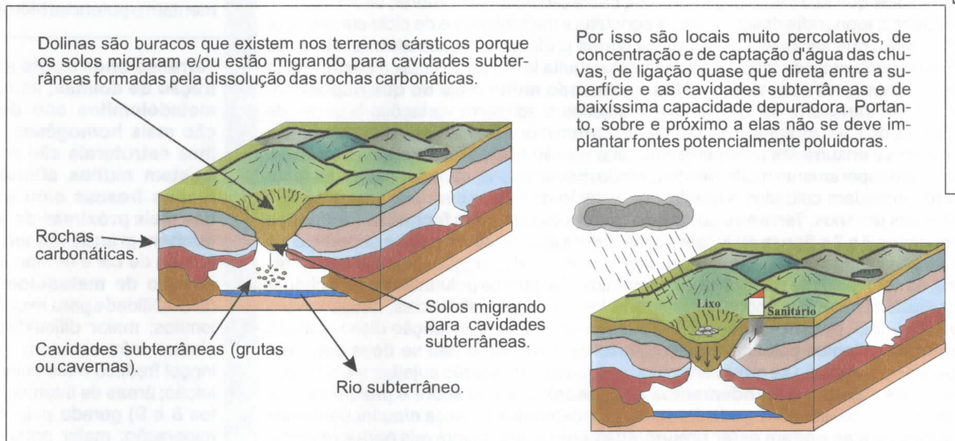


Figura 3 - Blocos-diagrama mostrando o que são as dolinas, as conseqüências de sua existência e por que não se deve construir e implantar fontes poluidoras sobre e/ou próximo a elas.

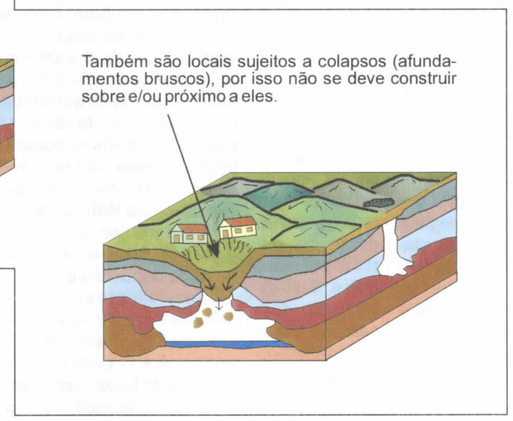


Foto 5 - As depressões fechadas que aparecem na foto são dolinas. Uma indicação de que nesses buracos o solo está migrando para cavidades subterrâneas é a árvore que está sendo tombada em função da movimentação do solo.

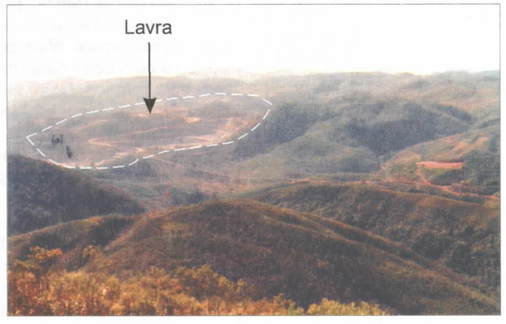
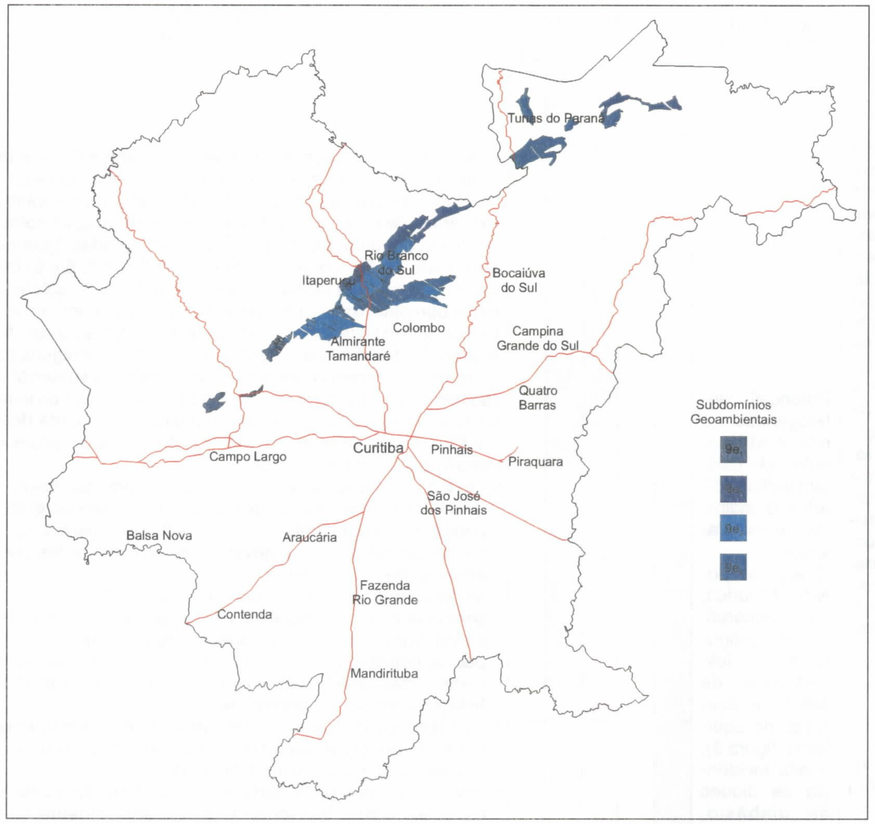


Foto 6 - Paisagem do relevo fortemente ondulado a montanhoso, característico dos terrenos diferenciados como Subdomínio $9d_1$. Em destaque, a área de lavra de calcário calcítico utilizado na fabricação de cimento.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS			POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		ALTA	MÉDIA	BAIXA			
					urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Superior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9e** Na ambiência marinha em que se formaram as rochas do Domínio 9, as seqüências do Subdomínio 9e, teriam se depositado na zona plataformal, ou seja, próximo à linha de costa, onde as águas eram rasas, quentes, limpas e ricas em carbonato de cálcio e magnésio (figura 2). Tal interpretação é fundamentada na presença de rochas calcárias dolomíticas portadoras de estromatólitos (fotos 3 e 4), que são fósseis de estruturas biossedimentares (algas), pré-cambrianas, formadas pela atividade de comunidades microbiais bentônicas, que só vivem em ambiente desse tipo.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Metacalcários dolomíticos, metamargas, metacalcários silicosos, litologias que tanto ocorrem como grandes e isolados corpos homogêneos como associadas com filitos e xistos síltico-argilosos, tanto de origem sedimentar como vulcânica**: associação de rochas de origem, composição, textura e de resistência ao intemperismo muito contrastantes entre si, por isso o grau de intemperismo, a dureza e a profundidade do substrato rochoso variam muito de local para local e de região para região. **Em alguns locais afloram e/ou situam-se muito próximo da superfície rochas duras, em outros, o substrato ocorre em profundidades muito elevadas (foto 2):** é difícil prever o comportamento geotécnico em profundidade, por isso, em toda iniciativa de uso e ocupação que envolva edificações, escavações, perfurações e cravação de estacas, é recomendável antes executar estudos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **Presença aleatória e irregular de rochas calcárias dolomíticas geralmente bastante fraturadas (foto 1):** rochas constituídas principalmente de carbonatos, minerais que se dissolvem com facilidade pela ação das águas, por isso o substrato rochoso pode conter cavidades, apresenta alta permeabilidade secundária e é sujeito a sofrer desmoronamentos subterrâneos. **Predominância de rochas compostas de minerais que se alteram para minerais de argila (carbonatos e micas):** manto de intemperismo muito argiloso, de baixa permeabilidade e transmissividade d'água, de baixa erodibilidade natural e de alta aderência quando molhado, por isso os aqüíferos superficiais são pobres; são áreas difíceis de serem escavadas (emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos) e trafegadas por estradas de terra nas épocas chuvosas (estradas escorregadias). **RELEVO E DRENAGEM - Carste fortemente ondulado a montanhoso, com alta densidade de elevações de topos convexos e encostas convexo-côncavas curtas, declividades entre 20 e 35%, desníveis altimétricos moderados a acentuados, praticamente sem instabilidades e processos erosivos naturais:** embora sejam terrenos muito movimentados, o processo de dissecação está acontecendo muito lentamente devido aos solos que são muito argilosos e de baixa erodibilidade natural; baixo risco de movimentação natural de massas; topografia desfavorável à agricultura mecanizada e de ciclo curto e para o adensamento urbano, pois terão que ser executados muitos cortes profundos, muitos aterros, obras de transposição de drenagem e de contenção de taludes e movimentar muita terra, o que implica custos muito elevados. **Alta densidade de drenagem com vales curtos escavando muito mais do que depositando:** rios com alta capacidade de transporte de sedimentos e sujeitos a sofrerem variações bruscas de vazão e de nível; deflúvio rápido, ou seja, as águas das chuvas escorrem muito rapidamente para os canais de drenagens, por isso formam-se enxurradas muito erosivas (alta erosão hídrica), infiltra-se pouca água no subsolo e os solos sofrem depauperamento muito rápido quando mecanizados, características desfavoráveis à agricultura e que recomendam cuidados especiais no sentido de não impermeabilizar e de não desmatar excessivamente esses terrenos. **Terrenos contendo muitas depressões fechadas (dolinas) e sumidouros de drenagem (fotos 6 e 7 e figura 3):** locais quase que de ligação direta entre a superfície e o subsolo e de concentração e alta infiltração d'água praticamente sem haver depuração, por isso são locais de alta recarga de aqüíferos e extremamente vulneráveis à contaminação, pois os poluentes podem chegar muito rapidamente até rios subterrâneos que poderão transportá-los por longas distâncias, causando impactos negativos regionais ou, então, podem ficar armazenados em cavidades. Em função disso, sobre e próximo deles não se devem locar fontes potencialmente poluidoras, bem como não se deve derramar substâncias inflamáveis, pois estas poderão se armazenar nas cavidades, que ficarão sujeitas a explosões violentas. **As dolinas são locais sujeitos a afundamentos (colapsos):** por isso sobre e próximo a elas não se deve construir nada, pois as construções poderão sofrer afundamentos bruscos e/ou trincamentos (figura 3). **As cavidades subterrâneas podem estar preenchidas com água:** favoráveis para existência de bons depósitos d'água. **Aqüífero que sofre recarga e descarga muito rápidas e com nível freático muito oscilante em função da periodicidade climática:** muito frágil e de exploração problemática. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados, com ampla predominância de podzólicos e podzólicos latossólicos, essencialmente argilosos, quase sempre bastante profundos e com horizontes A e B com colorações e características físicas bastante diferenciadas entre si:** permeabilidade muito baixa; característica negativa para locação de fossas, pois estas podem sofrer transbordamento rápido; diferença muito grande de textura e de permeabilidade entre esses horizontes; na época das chuvas pode acontecer o encharcamento temporário da camada superficial e, conseqüentemente, o apodrecimento de raízes (talvez, por isso, as camadas superiores são ricas em matéria orgânica) e o aparecimento de surgências d'água em taludes de corte . **Horizonte A geralmente com espessura superior a 50 cm, cor cinza-escura e/ou preta, de textura argilosa, poroso, friável e pedregosidade nula:** camada agrícola com boas características físicas para a agricultura; provavelmente deve conter alta proporção de matéria orgânica. **Deve ser muito ácida e corrosiva:** no aproveitamento agrícola é preciso aplicar muito calcário dolomítico; materiais nela enterrados sofrem danificações rápidas, por isso cuidados especiais devem ser tomados com materiais de obras enterradas destinadas ao armazenamento e à circulação de substâncias poluentes. **Deve ter baixa capacidade de suporte:** geotecnicamente problemática, pois sofre compactação e alta redução de volume se submetida a cargas elevadas, o que leva a ocorrências de trincamentos e pequenos abatimentos de construções. **Deve ter alta capacidade de troca catiônica:** deve apresentar alta capacidade de retenção, portanto, deve responder bem à adubação e ter boa capacidade depuradora (importante para reter e depurar poluentes e para minimizar a fragilidade do carste). **Bastante permeável:** bem drenada, oxigenada, lixiviada; empobrecida em nutrientes; de erodibilidade baixa e muito importante para absorver as águas das chuvas e como camada protetora dos horizontes inferiores, que são muito instáveis. **Baixa resistência à penetração:** pode ser facilmente escavada e penetrada com ferramentas e maquinários. **Horizonte B via de regra apresenta cor avermelhada, textura extremamente argilosa, com alta cerosidade, bastante endurecida quando seca e quase sempre evidenciando proeminentes fendas de ressecamento e muitas instabilidades observadas nos cortes das estradas:** deve conter argilominerais expansivos, por isso se desestabiliza e erode muito quando exposto em superfície.	$9e_1$ **Setores com relevo cárstico fortemente ondulado a montanhoso, manto de intemperismo muito profundo e com raros afloramentos de rochas frescas muito irregularmente distribuídos:** características que prejudicam o potencial de exploração de metadolomitos e que favorecem a escavabilidade, a implantação de malhas viárias e infra-estrutura subterrânea e que diminuem um pouco a fragilidade de contaminação do lençol freático. $9e_2$ **Setores coincidentes com uma zona de cisalhamento de alto ângulo. Por isso, o substrato rochoso encontra-se muito tectonizado e os mergulhos estruturais são verticalizados:** características que por um lado dificultam muito a lavra de metacalcários dolomíticos e, por outro, aumentam o potencial hidrogeológico. $9e_3$ **Terrenos onde existe alta concentração de dolinas, as camadas de metadolomitos são de composição mais homogênea, os mergulhos estruturais são mais baixos, existem muitos afloramentos de rochas frescas e/ou então situadas mais próximas da superfície e também grande número de lavras, fornos de cal e usinas de beneficiamento de metadolomitos:** maior favorabilidade para explorar metadolomitos; maior dificuldade para implantar infra-estrutura subterrânea; lençol freático mais vulnerável à poluição; áreas de intensa poluição (fotos 8 e 9) gerada pela atividade de mineração; maior potencial para ocorrência de colapso. $9e_4$ **Diferenciados porque são setores com relevo bastante acidentado, com muitas cristas estreitas e altas de quartzitos; os metadolomitos são muito silicosos e/ou estão associados a grande quantidade de metassedimentos quartzosos (quartzitos e metarenitos), estes com alta densidade de fraturas e porque são áreas onde existem muitas nascentes de água nos sopés das cristas quartzíticas:** potencial para exploração de metadolomitos prejudicado pela variação composicional; alto potencial hidrogeológico; lençol freático mais vulnerável à contaminação; características topográficas inadequadas para agricultura e adensamento urbano.	O potencial mineral desses terrenos está relacionado às rochas carbonáticas dolomíticas, especialmente no Subdomínio $9e_3$, onde já existe grande número de lavras. Além desse bem mineral, também apresenta potencial para jazimentos de talco; e a associação de rochas carbonáticas com rochas de ascendência vulcânica, mais a presença de xistos e filitos carbonosos, indicam que são potencialmente favoráveis para prospecção de minerais metálicos (Pb, Fe, Ag e Au). Quanto ao potencial hidrogeológico, as áreas cársticas geralmente apresentam alto potencial para existência de excelentes aqüíferos, tanto do tipo fissurado, como também podem conter importantes depósitos d'água armazenada em cavidades subterrâneas. A associação de rochas calcárias com quartzitos muito fraturados, a existência de muitas surgências d'água nos sopés das cristas quartzíticas, a presença de drenagens com boas vazões permanentes e pouco influenciadas pela periodicidade climática, indicam alto potencial hídrico, inclusive para água mineral. Potencial de exploração de rochas carbonáticas prejudicado pela presença de camadas arenosas e potencial metalogenético praticamente nulo, sem indícios diretos e indiretos.						Destacam-se como características importantes desses terrenos: o fato de serem áreas de intensa atividade minerária; o potencial hidrogeológico extremamente importante para a região metropolitana de Curitiba; são áreas bastante percolativas e por isso importantes para a recarga dos aqüíferos superficiais e subterrâneos; a existência de belíssimas cavernas (foto 5) e a possibilidade de existirem outras e a existência de muitos afloramentos de rochas carbonáticas contendo estruturas estromatolíticas (fotos 3 e 4), que despertam grande interesse nos profissionais das ciências da Terra. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ a maior parte dessas áreas seja preservada como reservas minerais e hídricas, portanto, deve-se evitar toda forma de adensamento ocupacional que implique conflitos com a atividade de mineração e alterações significativas nas características e na dinâmica das águas superficiais e subterrâneas; ▫ as zonas urbanizadas e/ou as que estão sob forte pressão de urbanização devem ser submetidas a investigações geotécnicas detalhadas, incluindo métodos de subsuperfície (levantamentos geofísicos), para se conhecer o real potencial de risco de afundamentos e definir quais as medidas necessárias para minimizar impactos negativos; ▫ as áreas diferenciadas como Subdomínio $9e_3$, devido à alta densidade de dolinas, deveriam ser preservadas como de recarga de aqüíferos; ▫ os depósitos de lixo e cemitérios locados sobre e/ou próximos às dolinas devem ser imediatamente desativados; ▫ devido à alta percolatividade desses terrenos, devem ser tomados cuidados com obras destinadas ao transporte e armazenamento de substâncias potencialmente poluidoras; uma substância derramada nessas áreas pode chegar muito rapidamente até rios subterrâneos e causar problemas regionalizados; ▫ na exploração de água subterrânea é preciso considerar que o carste é um aqüífero que sofre recarga e descarga muito rápidas; que o nível do lençol freático oscila muito com a periodicidade climática e que a água pode estar armazenada em cavidades subterrâneas, portanto, a exploração excessiva e não-planejada poderá causar o esvaziamento das cavidades, o rebaixamento excessivo do nível freático, desmoronamentos subterrâneos e conseqüentes abatimentos superficiais, diminuição da vazão e até o secamento dos rios e poços rasos. Por isso não se deve concentrar a locação de poços para água subterrânea próximo às áreas já urbanizadas. Também deve-se considerar que durante os trabalhos de perfuração as sondas poderão atingir bruscamente cavidades subterrâneas, podendo ocorrer perdas de equipamentos de difícil repescagem. Além disso, os carbonatos dissolvidos na água aderem às canalizações e as entopem rapidamente; ▫ na atividade agrícola, deve-se priorizar as culturas menos poluentes, como a orgânica; ▫ os mineradores devem dotar os fornos de cal de obras para minimizar a poluição do ar (fotos 8 e 9) e devem ser proibidos de transformarem as cavas de mineração em depósitos de lixo (foto 10) e de queimarem pneus nos fornos; essa prática certamente está contaminando o lençol freático e o ar com elementos altamente prejudiciais à saúde, inclusive com elementos metálicos.



Área de definição do Subdomínio 9e

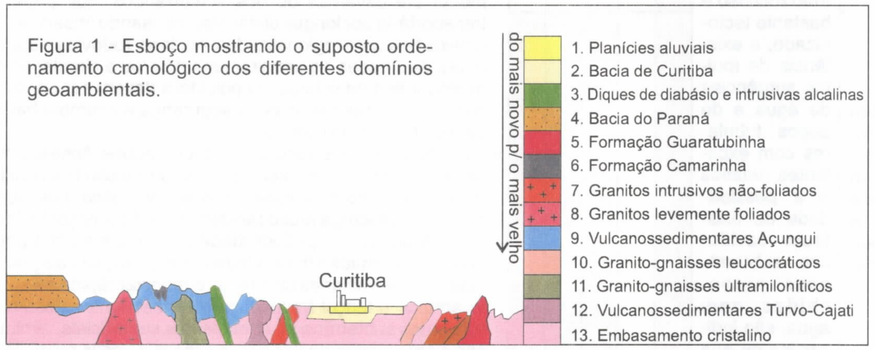


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

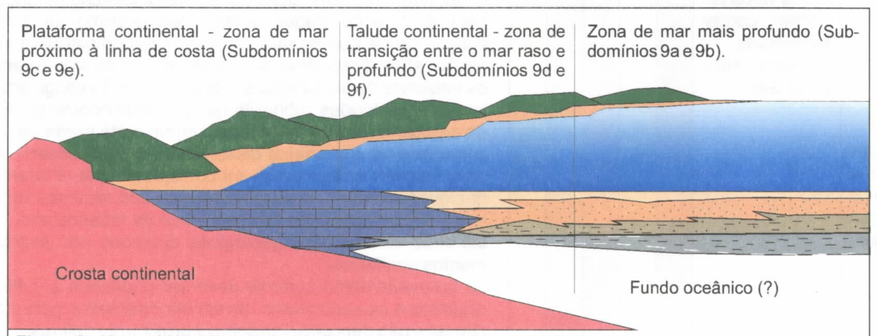


Figura 2 - Na ambiência marinha do Domínio 9, as rochas do Subdomínio 9e, provavelmente, se depositaram na zona plataformal, ou seja, próxima à linha de costa.

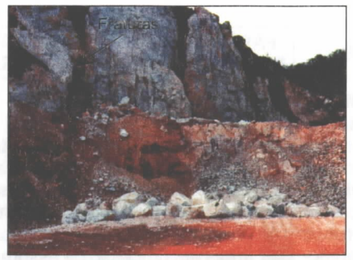


Foto 1 - A presença de fraturas verticalizadas como as que aparecem nesta foto é uma característica comum das rochas carbonáticas. Facilitam a infiltração rápida da água da chuva e a dissolução dos carbonatos.

Foto 2 - Mostra o quanto é irregular a profundidade e o grau de intemperismo do substrato rochoso dos terrenos cársticos, característica que indica que o comportamento geotécnico varia muito de local para local.

Foto 3

Foto 4

As formas concêntricas evidenciadas nas fotos acima são estromatólitos, ou seja, fósseis de estruturas biossedimentares (algas). Indicam que as rochas carbonáticas do Subdomínio 9e se formaram em ambiente marinho próximo à linha de costa e em águas quentes e limpas.

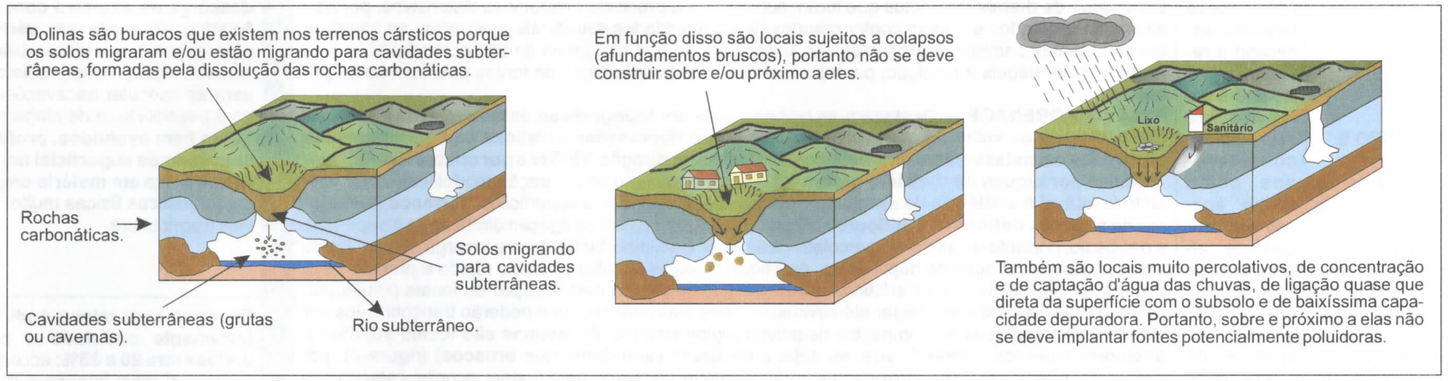


Figura 3 - Blocos-diagrama mostrando o que são as dolinas, as conseqüências de sua existência e por que não se deve construir e implantar fontes poluidoras sobre e/ou próximo a elas.

Foto 5 - Uma característica importante dos terrenos cársticos é a presença de belíssimas cavernas como a gruta de Bacaetava, cuja entrada aparece nesta foto. Evidência do potencial turístico das áreas cársticas.

Foto 6

Foto 7

Exemplos da forma inadequada e perigosa da ocupação dos terrenos cársticos. Em muitos locais observaram-se urbanização e agricultura extremamente poluente praticamente sobre dolinas, que são os buracos que aparecem nas fotos com água empoçada. São situações de alto risco de colapso e de contaminação direta do aqüífero.

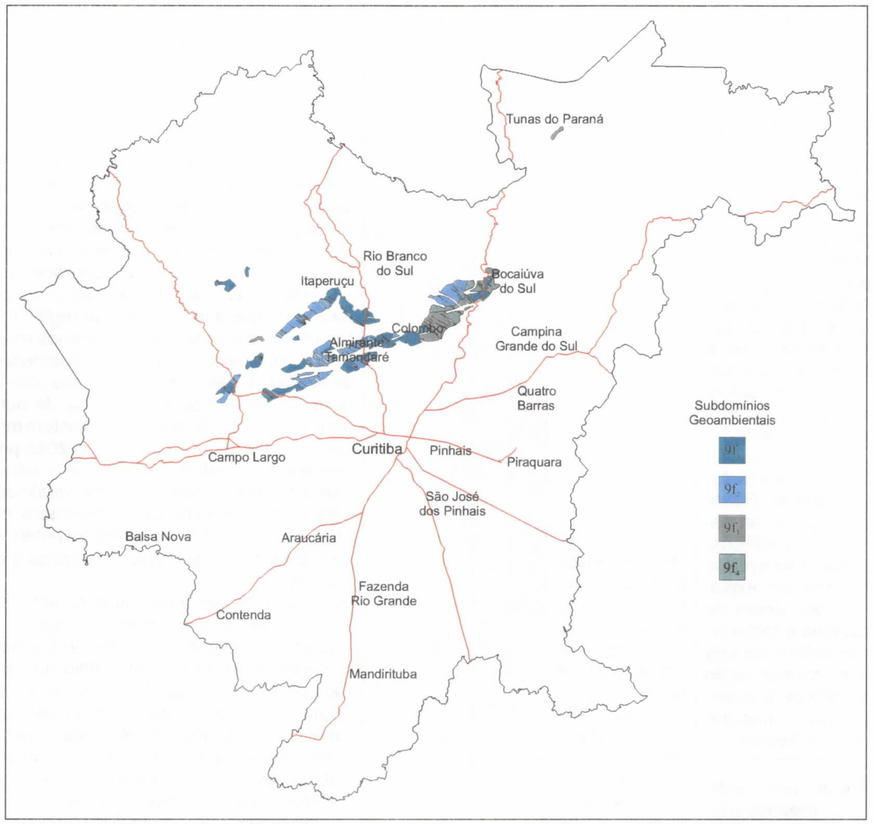
Foto 8

Foto 9

Foto 10

Estas fotos mostram o sério problema de poluição relacionado à atividade de mineração das rochas carbonáticas. As fotos 8 e 9 mostram a intensa poluição do ar causada pela poeira e fumaça geradas pela britagem, transporte e queima de calcário. A foto 10 mostra um procedimento muito comum na região, que é a utilização das frentes de lavras como depósitos de lixo, inclusive industrial, e com restos de pneus que alguns mineradores queimam nos fornos de cal. Esse tipo de lixo depositado diretamente sobre os calcários muito percolativos certamente está poluindo o lençol de água com elementos metálicos, inclusive chumbo, que é altamente prejudicial à saúde.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
						ALTA		MÉDIA	BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS			urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 9 Corresponde aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao grupo Açungui. As características das suas rochas indicam que se formaram em um ambiente marinho com vulcanismo associado. Portanto, há muitos milhões de anos existiu um mar na região. Admite-se que esse mar se formou e se extinguiu entre o Proterozóico Médio e o Proterozóico Superior, ou seja, entre 1.800 e 570 milhões de anos.	**9f** Terrenos cársticos com grau de intemperismo muito avançado, com relevo bastante dissecado e recoberto por espesso manto de solo. Foram considerados como carste apenas em função de alguns indícios indiretos como a presença de dolinas e de alguns raros e isolados afloramentos de rochas carbonáticas associadas a outros metassedimentos de composição extremamente heterogênea. Essas características sugerem que, na ambiência marinha de formação do Domínio 9, as seqüências desse subdomínio teriam se depositado num ambiente de transição entre o mar raso e o mar um pouco mais profundo (figura 2).	**SUBSTRATO ROCHOSO - Devido ao grau de intemperismo muito avançado e em função da escassez de bons afloramentos, é difícil definir com clareza a composição do substrato rochoso. Os poucos e isolados afloramentos são de má qualidade. Exibem algumas evidências que indicam que tratar-se de uma associação muito heterogênea de camadas de espessuras variadas de metacalcários, filitos carbonosos, metacalcários silicosos, metarenitos muito finos e prováveis metatufos:** substrato rochoso provavelmente de natureza cárstica e de composição muito variada, portanto, com possibilidade de conter cavidades subterrâneas, por isso são terrenos com potencial para ocorrência localizada de colapsos (afundamentos); de comportamentos geotécnico e hídrico muito heterogêneos e variáveis de local para local, tanto lateral como verticalmente, portanto em toda iniciativa de execução de obras, antes deve-se realizar estudos setorizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **Grau de intemperismo muito avançado. A maioria das rochas se encontra transformada em solos e/ou em saprólitos (rochas podres):** a rocha dura encontra-se a grande profundidade, por isso são terrenos de baixa resistência ao corte e à penetração, portanto, com características favoráveis para executar escavações, perfurações, cravar estacas e para implantar vias de acesso e infra-estrutura subterrânea. **Terrenos cársticos penetrados por muitos diques de diabásios:** indica que foram submetidos a processos tectônicos distensivos, por isso são muito fraturados e podem conter grandes descontinuidades estruturais que podem se constituir em importantes barreiras hidrogeológicas, indicativas de que são áreas de alto potencial hidrogeológico e muito frágeis à poluição, por isso desfavoráveis para locação de fontes potencialmente poluidoras. **RELEVO E DRENAGEM: Destacam-se por serem áreas topograficamente rebaixadas em relação aos terrenos vizinhos, caracterizando-se como depressões cársticas compartimentadas por cristas de metassedimentos pelíticos dispostas na direção NE-SW e por cristas NW-SE sustentadas por diques de diabásio (figura 3):** áreas baixas com configuração morfolitostrutural bastante favorável à existência de excelentes aqüíferos subterrâneos e superficiais. **Terrenos portadores de algumas dolinas e sumidouros d'água (foto 5 e 6):** locais de ligação direta entre a superfície e o subsolo, portanto de altíssima percolatividade e por isso importantes para a recarga dos aqüíferos e de baixíssima capacidade depuradora, pois líquidos neles se infiltram muito rápido e praticamente sem haver depuração. Características extremamente negativas para locação de fontes poluidoras, pois os poluentes poderão chegar até cavidades e rios subterrâneos, que poderão transportá-los por longas distâncias, causando impactos negativos regionalizados. **As dolinas são locais sujeitos a desmoronamentos subterrâneos, ou seja, a colapsos (afundamentos bruscos) (figura 4):** por isso sobre elas e nas suas proximidades não se deve construir, pois podem ocorrer desmoronamentos, afundamentos e trincamentos das construções. **As cavidades subterrâneas podem estar preenchidas com água:** características favoráveis para exploração d'água subterrânea. **O carste é um aqüífero que sofre recarga e descarga muito rápidas, apresenta nível freático muito oscilante em função da periodicidade climática e contém água armazenada em cavidades subterrâneas:** aqüífero de exploração problemática, pois o bombeamento excessivo e não-planejado pode causar o rebaixamento rápido do lençol freático e o esvaziamento das cavidades, o que pode causar o secamento hídrico superficial e desmoronamentos subterrâneos com conseqüentes abatimentos na superfície. **SOLOS - Predominância de solos transportados, profundos e bem evoluídos, como podzólicos e podzólicos latossólicos, que se destacam por apresentarem horizonte A geralmente bastante espesso (de 50 cm a mais de 1m), cor preta e/ou cinza-escura, de textura argilosa, porosa, friável e pedregosidade nula:** camada agrícola com boas características físicas para a agricultura. **A cor escura indica que deve conter alta proporção de matéria orgânica:** por isso deve ser muito ácida e corrosiva, portanto no aproveitamento agrícola é preciso aplicar muito adubo e muito calcário dolomítico; materiais nela enterrados sofrem danificação muito rápida, por isso deve-se tomar cuidados especiais com os materiais de obras enterradas destinadas ao armazenamento e à circulação de substâncias poluentes. **Deve apresentar baixa capacidade de suporte:** ou seja, sofre compactação e alta redução de volume se for submetida a cargas elevadas, característica indicativa de que não se deve construir obras pesadas sobre ela, pois poderam sofer trincamentos e abatimentos. **Deve ter alta capacidade de troca catiônica:** deve apresentar alta capacidade de retenção e boa capacidade depuradora, conseqüentemente responde bem à adubação e é muito importante para reter, depurar poluentes e como camada protetora da contaminação do carste. **Bastante permeável e bem drenada:** deve ser bem oxigenada e bastante lixiviada, por isso empobrecida em nutrientes; de erodibilidade baixa, portanto funciona como camada protetora dos horizontes inferiores, que são muito erosivos; absorve muita água da chuva, por isso é importante como elemento regulador do regime hídrico. **De baixa resistência à penetração:** pode ser facilmente escavada e penetrada com ferramentas e maquinários. **Horizonte B via de regra apresenta cor vermelha-amarronzada e/ou amarelada, textura extremamente argilosa, com alta cerosidade (películas de argilas translocadas do horizonte superior), bastante endurecida quando seca, quase sempre bastante fendilhada e com muitas instabilidades observadas nos cortes das estradas:** diferença muito grande de textura e de permeabilidade em relação à da camada superior, por isso na época das chuvas pode acontecer o encharcamento temporário da camada superficial e, conseqüentemente, o apodrecimento de raízes (talvez, por isso, a camada superior seja rica em matéria orgânica). Em função disso podem ocorrer surgências d'água em taludes de corte que expõem a zona de transição entre os horizontes, bem como a formação de lençol freático temporário muito próximo da superfície, características que podem ocasionar o alagamento e transbordamento rápido de fossas e desestabilização de taludes de corte; deve conter argilas de alta atividade (argilominerais expansivos), por isso desestabiliza-se com facilidade quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos.	**$9f_1$** **Setores com relevo bastante suavizado, declividades médias entre 5 e 10%, com baixa densidade de drenagem de vales muito amplos, abertos e pouco profundos:** áreas em processo de assoreamento; baixa erosão hídrica; potencial para movimentações de massas (escorregamentos) praticamente nulo; características topográficas favoráveis à implantação de malhas viárias, infra-estrutura urbana e à agricultura mecanizada. **Áreas de descarga de aqüífero com lençol freático aflorante em vários locais:** acentua-se a vulnerabilidade à contaminação; muito problemáticas para se executar escavações devido à possibilidade de alagamentos. **Solos bem evoluídos, profundos, com camada superficial muito espessa e rica em matéria orgânica:** características físicas muito favoráveis à agricultura.		Potencial metalogenético e não-metálico nulo. Não existem indícios diretos e indiretos de mineralização. Quanto ao potencial hídrico, o relevo cárstico, a configuração morfolitostrutural de áreas de descarga de aqüíferos (figura 3), a alta incidência de diques de diabásio, que sugere que o substrato rochoso é bastante tectonizado, a existência de muitas surgências de água e de poços tubulares com excelentes vazões e a possibilidade de existirem cavidades subterrâneas preenchidas com água, são indicações de que esses terrenos podem conter excelentes aqüíferos subterrâneos.						Destacam-se como características importantes desses terrenos: o fato de serem áreas cársticas recobertas por espesso manto de solo; a configuração morfostrutural favorável à existência de excelentes aqüíferos subterrâneos; os solos e o relevo com características bastante adequadas à agricultura (fotos 1 e 3); a presença de dolinas (fotos 1, 5 e 6) indicando que existem locais sujeitos à ocorrência de colapsos, muito percolativos e por isso muito frágeis à contaminação; o fato de serem terrenos em parte já urbanizados e/ou com forte pressão de urbanização (fotos 4 e 5); o fato de alguns dos seus setores serem áreas onde se explora água subterrânea (aqüífero cárstico) e, por fim, o fato de serem áreas de intensa atividade agrícola de produção muito diversificada (fotos 3 e 6). Considerando esses fatos e outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ em toda iniciativa de adensamento ocupacional, deve ser levado em consideração que essas áreas são de grande importância como fonte de recursos hídricos para a região metropolitana; por isso, deveriam ser consideradas como áreas de reservas hídricas; ▫ as áreas que estão em processo de urbanização, para se conhecer o real potencial de risco de afundamentos e para definir quais as medidas necessárias para minimizar impactos negativos, devem ser submetidas a investigações geotécnicas detalhadas, incluindo métodos de subsuperfície (levantamentos geofísicos); ▫ os depósitos de lixo e os cemitérios locados sobre esses terrenos, principalmente sobre e/ou próximos às dolinas, devem ser imediatamente removidos; ▫ devido à alta percolatividade, devem ser tomados cuidados especiais com o transporte e com o armazenamento de substâncias potencialmente poluidoras, uma substância derramada nessas áreas poderá chegar muito rapidamente até cavernas ou rios subterrâneos, que poderão transportá-la por longas distâncias, causando impactos negativos bastante regionalizados; por isso, rodovias e outras obras destinadas ao armazenamento e/ou à circulação de qualquer tipo de substância poluidora devem ser executadas sob severas medidas de segurança e acompanhadas de monitoramento contínuo; ▫ na exploração dos recursos hídricos subterrâneos, deve ser levado em consideração que o aqüífero cárstico é muito frágil à poluição e de explotação problemática, pois sofre recarga e descarga muito rápidas, o nível do lençol freático oscila muito com a periodicidade climática e a água pode estar armazenada em cavidades. A exploração não-planejada pode esvaziar as cavidades e rebaixar rápida e excessivamente o lençol freático, com conseqüentes desmoronamentos subterrâneos, abatimentos superficiais, diminuição e até secamento dos rios, córregos e poços rasos. Portanto, não é recomendável concentrar a locação de poços para exploração d'água subterrânea próximo às áreas construídas e que se utilizam d'água superficial para irrigação, além disso, deve ser levado em conta que durante os trabalhos de perfuração as sondas poderão atingir bruscamente cavidades subterrâneas, podendo ocorrer perdas de equipamentos de difícil repescagem e até perda de poços e que os carbonatos dissolvidos na água aderem às canalizações entupindo-as muito rapidamente. Portanto, qualquer iniciativa de aproveitamento dos recursos hídricos subterrâneos deve ser precedida de criteriosos e detalhados estudos hidrogeológicos apoiados em levantamentos geofísicos. ▫ no aproveitamento agrícola deve ser priorizada a cultura orgânica e os agricultores devem ser orientados para não plantar e não depositar lixo sobre e próximo às dolinas.						
			$9f_2$ **Terrenos com relevo ondulado a fortemente ondulado e declividades entre 20 e 35%:** escoamento superficial mais intenso e maior erosão hídrica. **Solos com camada superficial orgânica menos espessa.**								
			$9f_3$ **Terrenos de natureza cárstica muito duvidosa, praticamente sem exposições de rochas, com solos muito profundos. Foram agrupados no conjunto dos terrenos cársticos apenas em função da presença de material muito alterado, que sugere tratar-se de rochas carbonáticas muito impuras (talvez metamargas associadas a metassedimentos carbonosos e arenosos muito finos).**	**Setores com relevo já tendendo ao aplainamento, com declividades entre 0 e 5% e com locais onde o lençol freático aflora.**						
			$9f_4$	**Setores com relevo plano a suavemente ondulado e declividades entre 5 e 15%.**							



Área de definição do Subdomínio 9f

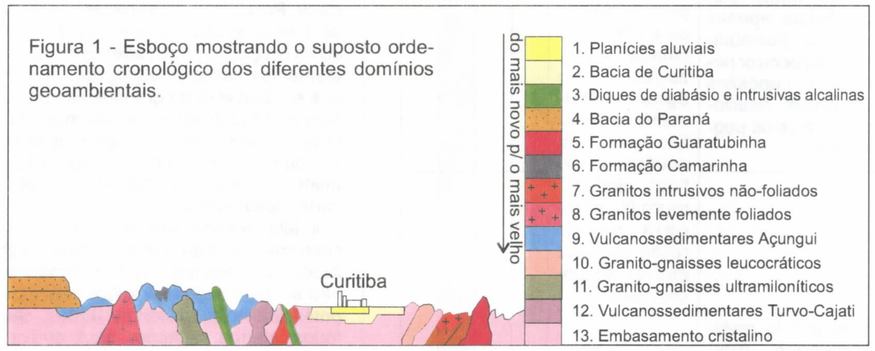


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

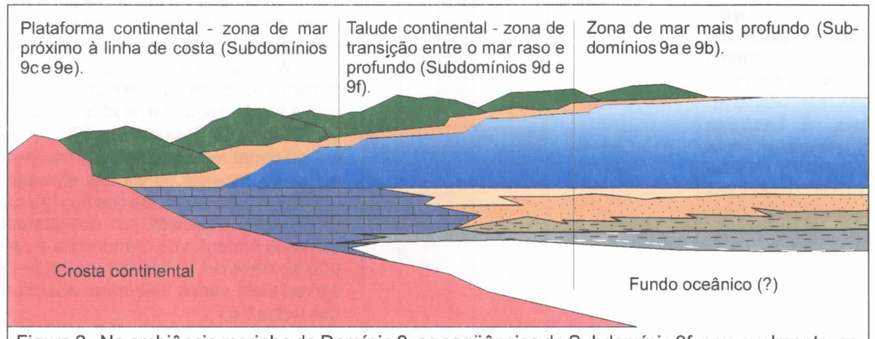


Figura 2 - Na ambiência marinha do Domínio 9, as seqüências do Subdomínio 9f, provavelmente, se depositaram numa zona de transição do mar raso para o profundo.

Foto 1

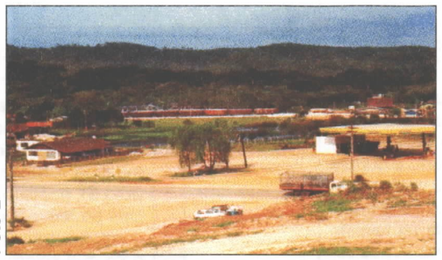


Foto 2

Foto 3

Mostram os terrenos cársticos rebaixados que ocorrem entre Almirante Tamandaré e Campo Magro, diferenciados como Subdomínio $9f_1$. Devido às características topográficas e aos solos de boa qualidade, são áreas que estão sob forte pressão de urbanização e de intensa atividade agrícola. Pelo fato de serem áreas cársticas encobertas são bastante frágeis frente a toda forma de adensamento ocupacional, especialmente para urbanização e implantação de fontes potencialmente poluidoras.

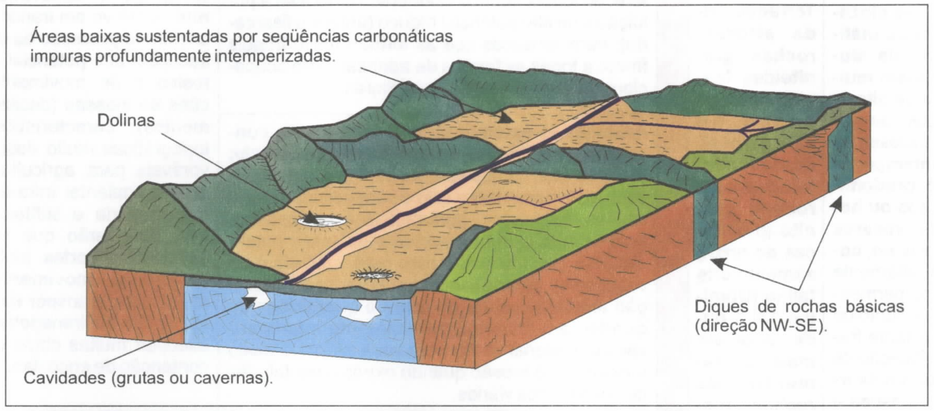


Figura 3 - Bloco-diagrama mostrando a configuração morfolitostrutural que indica que as áreas baixas diferenciadas como Subdomínio 9f apresentam alto potencial hidrogeológico.

Foto 4 - A cidade de Almirante Tamandaré está se desenvolvendo sobre os terrenos do Subdomínio $9f_1$. Por ser uma zona de conflito entre a urbanização e a mineração de calcário e em função do potencial para ocorrências de afundamentos, essas áreas deveriam ser submetidas a estudos geotécnicos detalhados, incluindo métodos geofísicos.

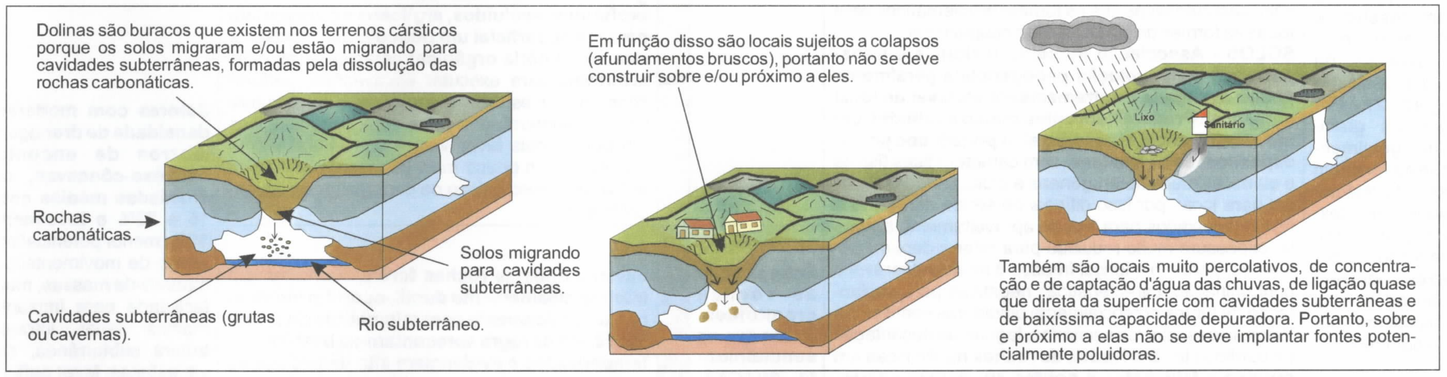


Figura 4 - Blocos-diagrama mostrando o que são as dolinas, as conseqüências de sua existência e por que não se deve construir e implantar fontes poluidoras sobre e/ou próximo a elas.

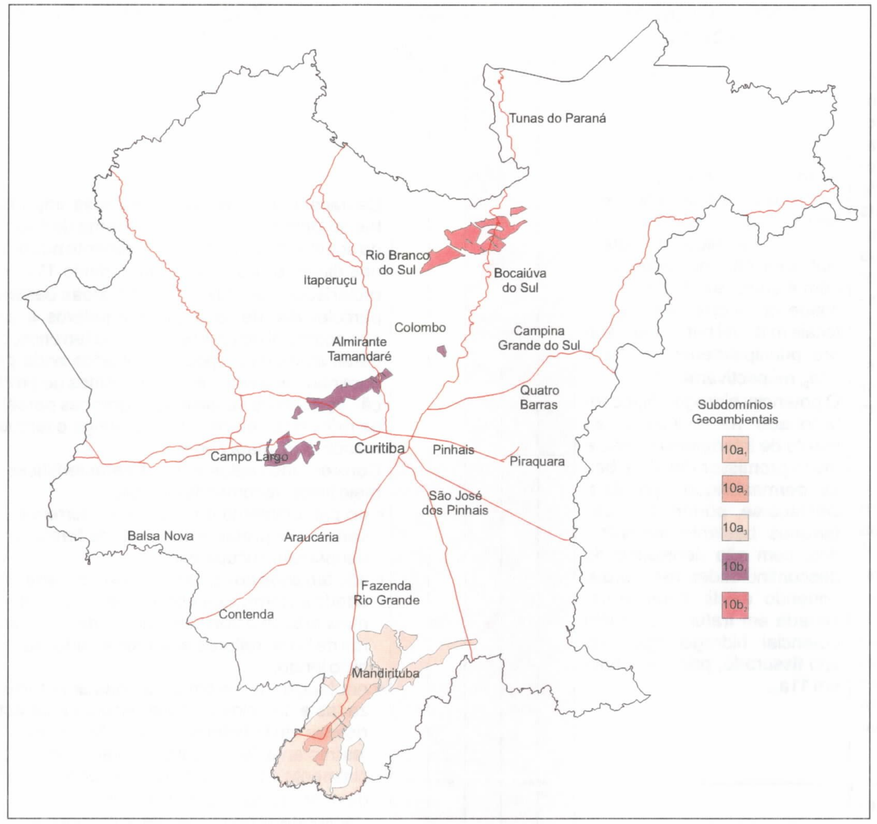
Foto 5

Foto 6

Exemplos de usos extremamente inadequados das áreas cársticas portadoras de dolinas, que são estes buracos contendo água empoçada. A foto 5 mostra moradias construídas praticamente sobre dolina - Jardim Silvana, município de Almirante Tamandaré - por isso estão sujeitas a sofrer afundamentos bruscos (colapsos). A foto 6 mostra plantação de batata junto às dolinas, cultura que faz uso intensivo de agrotóxicos e que certamente estão contaminando o aqüífero subterrâneo com elementos altamente prejudiciais à saude.

Foto 7 - Outro uso inadequado dos terrenos do Subdomínio 9f é a locação de cemitérios; por serem áreas muito percolativas ,os lençóis freático e subterrâneo são muito vulneráveis à contaminação.

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL		SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL	POTENCIAL HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
								ALTA		MÉDIA	BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS						urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 10 As rochas que sustentam esses terrenos mostram características mineralógicas, texturais e deformacionais que indicam serem derivadas de magmas ácidos, que se intrudiram e se cristalizaram numa ambiência tectônica compressiva e em altas profundidades da crosta terrestre (figura 2). Por isso, os granitóides geralmente se apresentam bastante tectonizados, com textura quase sempre foliada e por vezes ocorrem imbricados com litótipos de outros domínios.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Rochas granitóides intrusivas com foliação metamórfica que varia de incipiente a pronunciada e com grau de intemperismo extremamente heterogêneo:** a textura, a dureza e a profundidade do substrato rochoso são muito variáveis, por isso o comportamento geotécnico varia muito de local para local. **Geralmente bastante tectonizadas e fraturadas:** apresentam alta permeabilidade secundária e podem conter água armazenada em fraturas (aqüíferos fissurados) e, principalmente, quando intemperizadas, desestabilizam-se com facilidade quando escavadas e expostas em taludes de corte. **Predominância de granitóides de coloração cinza-clara a esbranquiçada, pobres em minerais máficos ferromagnesianos e ricos em minerais aluminosos leucocráticos (minerais que liberam muito alumínio e poucos nutrientes):** manto de alteração de natureza areno-argilosa, muito erosivo, de baixa fertilidade natural e provavelmente com excesso de alumínio tóxico (solos ácidos). **Manto de intemperismo com grau de evolução muito variado, predominando rochas alteradas, ou seja, saprólitos ou horizonte C do solo (rocha podre que ainda preserva os minerais mais resistentes ao intemperismo, como os feldspatos e o quartzo):** material altamente erosivo, bom para saibro (fotos 6 e 7), de boa permeabilidade e com alta capacidade de armazenamento de água; são bons aqüíferos superficiais e bastante frágeis à poluição, por isso inadequados para locação de fontes poluidoras. **Muitos locais com ocorrência irregular de blocos e matacões de rochas frescas e duras, por vezes formando concentrações:** locais muito problemáticos para executar escavações, fundações, perfurações, cravar estacas e para mecanizar o solo, características que os tornam problemáticos para todas as formas de adensamento ocupacional. **SOLOS - Associação de solos residuais e transportados com evolução pedogenética geralmente pouco avançada e extremamente variável de local para local. Predominam solos pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e/ou podzólicos pouco espessos:** solos imaturos, com características físicas e químicas muito heterogêneas e muito variadas de local para local, por isso difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola; espessura muito reduzida para reter e depurar poluentes, portanto o lençol freático é muito vulnerável à contaminação, características negativas para implantação de fontes potencialmente poluidoras como cemitérios, lixões, aterros sanitários, lagoas de decantação de detritos etc.. **Derivados de rochas muito ricas em quartzo e feldspatos e pobres em minerais ferromagnesianos:** devem ser muito ácidos, ricos em alumínio e de baixa fertilidade natural. **Horizontes A, B e C com características físicas bem diferenciadas e com contatos geralmente bruscos:** horizontes pedogeneticamente pouco homogeneizados e com características geotécnicas muito distintas, por isso desestabilizam-se muito quando expostos em talude de corte. **Horizonte A quase sempre pouco espesso e pobre em matéria orgânica:** profundidade efetiva muito baixa, ou seja, camada agrícola pouco espessa. **Horizonte B de cor cinza-esbranquiçada e/ou amarelada, quase sempre de textura argilo-arenosa muito endurecida, geralmente situado muito próximo da superfície e evidenciando muitos desmoronamentos nos cortes das estradas:** compacta-se, se impermeabiliza muito e pode ser colocado na superfície (inversão do perfil do solo) se for arado com equipamentos pesados e de corte profundo; é muito instável e erosivo quando exposto em taludes de corte, leitos viários e obras terraplenadas.	**10a** **Terrenos onde afloram rochas granitóides leucocráticas pouco ou não gnaissificadas, misturadas com rochas granito-gnáissicas do embasamento cristalino (Domínio 13) e onde ocorrem mais afloramentos de rochas frescas e duras.**	$10a_1$	**Terrenos onde as rochas foram submetidas a intensa deformação dúctil-rúptil:** zonas muito tectonizadas e com granitóides exibindo proeminente foliação verticalizada e muitas fraturas (foto 5), por isso são queradiças e em muitos locais podem ser desmontadas apenas com ferramentas e maquinários, características favoráveis para que sejam exploradas para saibro e cascalho; rochas com alta permeabilidade secundária, pois as fraturas facilitam a infiltração rápida de fluidos, por isso são áreas de alta recarga de aqüífero, de lençol freático altamente vulnerável à poluição e de alto potencial hídrico (aqüífero fissurado), características que as tornam muito frágeis frente a todas as formas de adensamento ocupacional, principalmente as poluidoras.	**Relevo fortemente ondulado a montanhoso com encostas curtas de perfis convexo-retilíneo-concavos, declividades superiores a 35%, desníveis altimétricos muito acentuados, alta densidade de drenagem com vales com forte controle tectônico e escavando muito:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação; alto potencial erosivo e de movimentações de massas (deslizamentos); características topográficas muito desfavoráveis para agricultura e para implantar infra-estrutura viária e subterrânea, pois terão que ser executados cortes muito profundos, movimentar muita terra, transpor muitos canais de drenagens e executar muitas obras de contenção de encostas.	Sem indícios metalogenéticos. Quanto ao potencial não-metálico, destaca-se que o material parcialmente intemperizado dessas rochas, por ser composto principalmente de minerais bastante resistentes ao intemperismo, é favorável para ser usado como saibro e material de empréstimo (foto 5).	Os terrenos graníticos geralmente são muito fraturados e por isso apresentam potencial para existência de bons aqüíferos do tipo fissurado. Também destaca-se o manto de alteração, que por apresentar boa permeabilidade e alta capacidade armazenadora de água, geralmente se constitui num bom aqüífero superficial, portanto muito favorável para exploração de água através de poços rasos.						Destacam-se como características mais importantes desse domínio: a alta percolatividade e capacidade de armazenamento d'água do manto de intemperismo que é muito importante para a recarga dos aqüíferos e como fonte de água superficial. Essa característica se destaca mais ainda em função de que a maior parte da região metropolitana é constituída por terrenos muito pouco permeáveis e de baixa transmissividade d'água. Além disso, são áreas com alta favorabilidade para existência de bons aqüíferos subterrâneos; nelas existem muitos córregos e rios com boas vazões permanentes; o material parcialmente intemperizado das rochas é de boa qualidade para saibro; os terrenos diferenciados como Subdomínio $10a_2$ apresentam potencial para exploração de rocha ornamental e de cantaria. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: • as áreas próximas à cidade de Curitiba, diferenciadas como Subdomínio $10b_1$, pelo fato de estarem sob forte pressão de urbanização, devem de imediato ser submetidas a estudos geotécnicos detalhados, visando a reordenar o processo atual, que está acontecendo de maneira extremamente inadequada em relação às características do meio físico, como no caso das áreas entre Curitiba e Almirante Tamandaré (foto 2) e as do entorno da bacia do Passaúna. O reordenamento urbano mais adequado deve ser fundamentado na ocupação pouco adensada, com loteamentos bastante espaçados e divididos em parcelas de grandes dimensões, com muita jardinagem, pouca impermeabilização, arruamentos adaptados às curvas de níveis e com pouca exposição do manto de intemperismo em taludes de corte e leitos viários; • pelo fato de serem terrenos bastante percolativos, deve-se evitar a impermeabilização e o desmatamento excessivos e não se deve implantar sobre eles fontes potencialmente poluidoras (lixões, cemitérios, aterros sanitários etc.); cuidados especiais devem ser tomados também com o transporte, manuseio e armazenamento de substâncias poluidoras; • nas obras da construção civil e na prática agrícola, cuidados especiais devem ser tomados com os processos erosivos e com a estabilização de taludes de corte; • os terrenos do Subdomínio $10b_1$, devido ao potencial hidrogeológico e por serem áreas de recarga de muitas drenagens que fluem para as bacias dos rios Iguaçu e da Várzea, deveriam ser considerados como de proteção de mananciais e neles não se deve depositar lixo, como foi observado em várias saibreiras abandonadas (fotos 6 e 7).
			$10a_2$	**Áreas onde existem muitos locais com concentração de blocos e matações na superfície:** terrenos com muitos setores bastante problemáticos para mecanizar o solo e para executar escavações, fundações, perfurações e implantar obras de infra-estrutura subterrânea; maior potencial para explorar pedra para brita, cantaria e revestimento. **Muitos locais com manto de alteração ainda preservando grande quantidade de quartzo e feldspatos parcialmente intemperizados:** material muito bom para saibro e muito susceptível à erosão quando exposto em taludes de corte e leitos viários.		Sem indícios metalogenéticos. Quanto ao potencial para não-metálicos, destaca-se a possibilidade de explorar brita, pedra de cantaria e rocha ornamental onde existem concentração de blocos e matacões de rochas granitóides frescas.						
			$10a_3$	**Nesses setores as rochas granitóides estão imbricadas tectonicamente com migmatitos e gnaisses do Domínio 13; os solos são mais profundos, evoluídos, argilosos e apresentam camada superficial um pouco mais espessa e rica em matéria orgânica:** características mais favoráveis para executar escavações, perfurações, cravar estacas e implantar infra-estrutura viária e subterrânea; solos com características um pouco mais favoráveis à agricultura; manto depurador um pouco mais espesso, por isso se reduz um pouco o risco de contaminação do lençol freático.	**Setores com moderada densidade de drenagem, morros de encostas convexo-côncavas, declividades médias entre 15 e 25% e localmente 35%:** menor potencial erosivo e de movimentações naturais de massas; maior facilidade para implantar malhas viárias, infra-estrutura subterrânea, cravar estacas, fazer perfurações e mecanizar o solo.	Áreas sem indícios metalogenéticos e com potencial para não-metálicos muito baixo. Existe apenas alguma possibilidade de ocorrer pequenos depósitos de caulim relacionados a veios pegmatíticos.						
		10b **Setores onde as rochas granitóides, quase que essencialmente quartzo-feldspáticas, exibem pronunciada foliação metamórfica penetrativa (minerais achatados e orientados segundo uma direção preferencial), por vezes imbricadas tectonicamente com outras litologias e em geral ocorrem parcialmente alteradas.**	$10b_1$	**Setores onde as rochas foram submetidas a intenso cisalhamento dúctil, ocorrem imbricadas tectonicamente com migmatitos do Domínio 13, via de regra apresentam-se bastante intemperizadas e evidenciam alta densidade de planos de fraqueza estrutural dispostos em várias direções:** por isso se desestabilizam e erodem muito quando estão expostas em taludes de corte (fotos 2 e 3), em leitos viários não-pavimentados e em obras terraplenadas; terrenos com alto potencial erosivo e de movimentações de massas induzidas.		Sem indício metalogenético. Apenas apresenta potencial para exploração de saibro associado ao manto de intemperismo que, em muitos locais, é bastante quartzoso e ainda preserva a mineralogia quartzo-feldspática bem preservada da alteração.						
			$10b_2$	**Setores com relevo montanhoso, declividades superiores a 35% e 45%, com alta densidade de drenagem e com muitas cicatrizes de erosão e desestabilizações de massas naturais e induzidas por taludes de corte de obras viárias e por desmatamentos; solos muito pouco evoluídos, predominando solos jovens do tipo cambissolos, litossolos e podzólicos muito rasos, praticamente desprovidos de matéria orgânica (foto 4), em muitos locais periodicamente renovados por movimentações recentes de massas:** áreas com características topográficas, litológicas e pedológicas extremamente negativas para todas as formas de uso e ocupação.							



Área de definição do Domínio 10

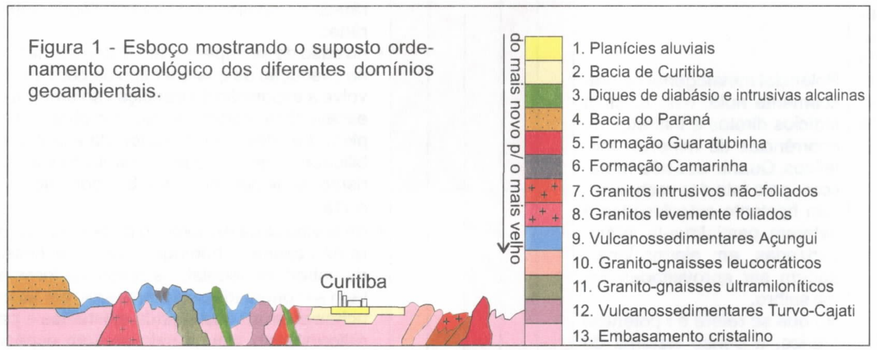


Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

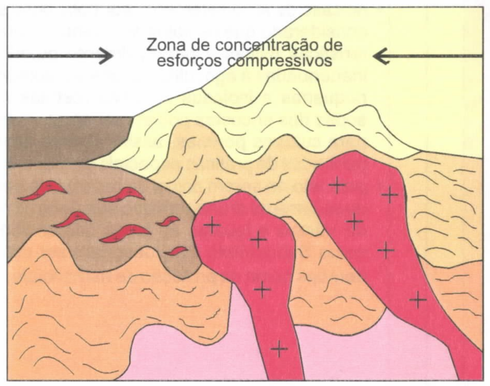


Figura 2 - Esboço mostrando a mais provável ambiência tectônica onde teriam se formado os granitóides do Domínio 10. As características texturais e mineralógicas indicam que se originaram de magmas ácidos, que teriam se intrudido em zona de cisalhamento transpressiva, ou seja, zona de concentração de esforços compressivos e com movimentação lateral de blocos.

Foto 1 - Perfil típico dos solos dos terrenos diferenciados como Subdomínio $10a_1$. São solos pouco evoluídos e com horizonte A pouco espesso e pobre em matéria orgânica, por isso muito inadequados para agricultura.

Forma de urbanização incompatível com as características dos terrenos do Subdomínio $10b_1$.

Foto 2

Erosão e escorregamentos em taludes de corte induzidos pela exposição dos granitóides parcialmente alterados e muito instáveis.

Foto 3

Fotos 2 e 3 - Terrenos entre Curitiba e Almirante Tamandaré, diferenciados como Subdomínio $10b_1$. Trata-se de uma área coincidente com uma zona de cisalhamento de alto ângulo (falha transcorrente), por isso os granitóides apresentam-se bastante tectonizados e com alta densidade de planos de fraqueza estrutural, característica que os tornam muito instáveis e erosivos quando escavados e expostos em taludes de corte e em leitos viários. São áreas que vêm sendo urbanizadas de maneira extremamente inadequada em relação às características do meio físico.

Foto 4 - Mostra um tipo de solo muito comum nas áreas de relevo mais movimentado (Subdomínio $10b_2$). Predominam solos pouco evoluídos, do tipo cambissolo arenoso e contendo blocos e matacões isolados de rochas duras. Em função dessas características são solos muito erosivos, permeáveis, com características físicas e químicas inadequadas para agricultura e localmente problemáticos para serem escavados.

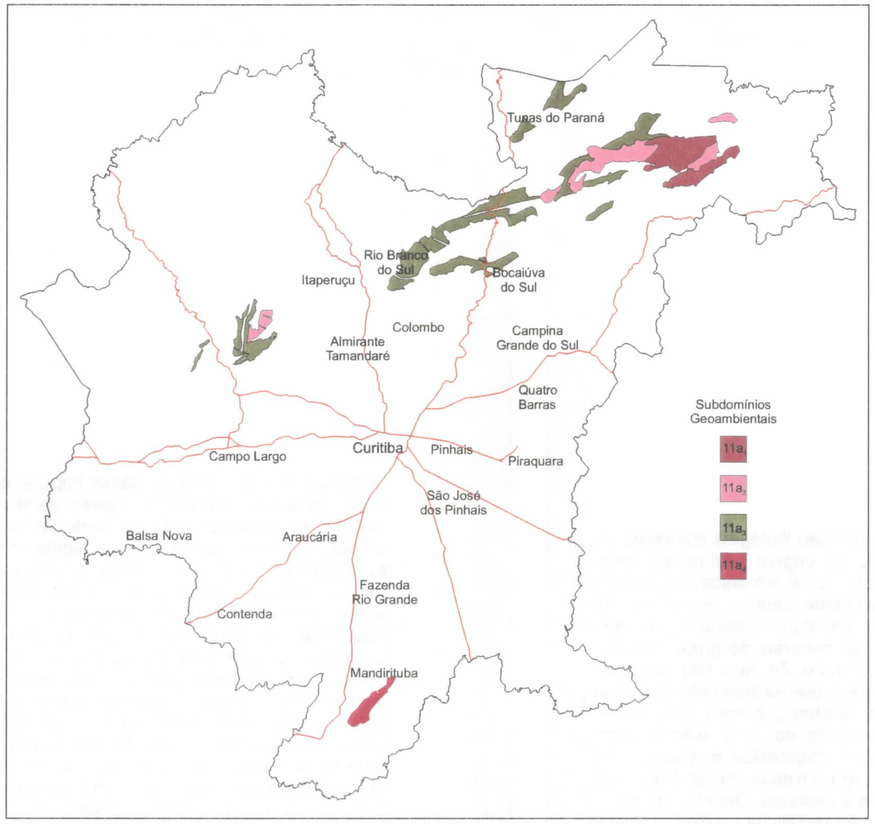
Foto 5 - Detalhe das rochas granitóides intensamente milonitizadas e fraturadas que ocorrem em uma saibreira localizada nos terrenos do Subdomínio$10a_1$. Em função de serem terrenos muito tectonizados, o substrato rochoso é bastante quebradiço e percolativo, por isso são áreas favoráveis para exploração de saibro, de alto potencial hidrogeológico e extremamente vulneráveis frente a qualquer fonte poluidora.

Foto 6

Fotos 6 e 7 - Em função das características intempéricas, mineralógicas e físicas dos granitóides, eles são muito explorados como saibro. Um dos problemas bastante sérios é o costume de utilizar as cavas como depósitos de lixo clandestino, prática que certamente está contaminando o lençol freático, pois o manto de intemperismo desses terrenos é muito percolativo e apresenta baixíssima capacidade depuradora.

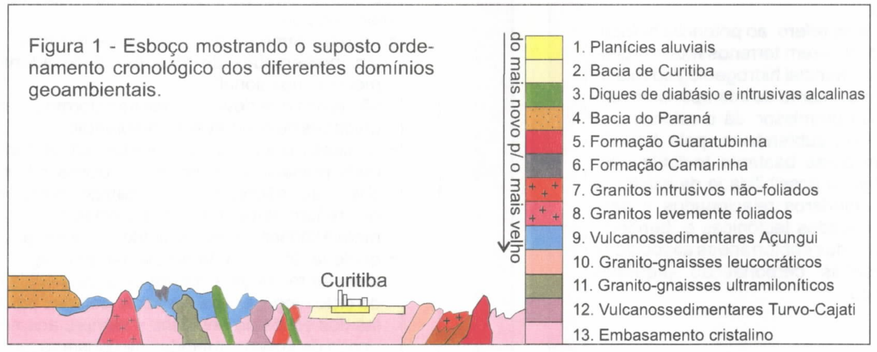
Foto 7

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS			POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
					ALTA	MÉDIA		BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 11 As rochas que sustentam esses terrenos mostram características mineralógicas, texturais e deformacionais que indicam que se derivaram de magmas intermediários, que se intrudiram e se cristalizaram numa ambiência tectônica compressiva e em altas profundidades da crosta terrestre (figura 2). Por isso, geralmente apresentam-se muito tectonizadas, com textura quase sempre foliada e por vezes ocorrem imbricadas com litótipos dos outros domínios.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Constituído principalmente por biotita-granito-gnaisses miloníticos e mais restritamente por hornblenda-biotita-gnaisses bandados, rochas que se caracterizam por apresentarem textura deformacional muito heterogênea e com variações locais desde tipos com proeminente foliação formada por minerais micáceos bem desenvolvidos e por feldspatos completamente achatados, quando assumem aspecto de xistos, até tipos com foliação incipiente, pobres em minerais micáceos e com feldspatos pouco achatados:** em função dessa variação textural são rochas que apresentam superfícies planares que se comportam como planos de fraqueza estrutural, por isso, principalmente quando intemperizadas, desestabilizam-se e erodem com facilidade se expostas em taludes de corte e leitos viários (foto 5). **A profundidade do substrato rochoso é muito irregular e o grau de intemperismo é geralmente avançado, porém muito diferenciado de local para local:** num mesmo local podem ocorrer rochas em variados graus de dureza e em diferentes profundidades, portanto o comportamento geotécnico é muito heterogêneo, característica que indica que são terrenos sujeitos a recalques diferenciais, e que pode causar problemas de desestabilizações de fundações e de obras enterradas. **Em alguns locais podem existir blocos, matacões e até afloramentos de rochas duras isolados em meio ao solo:** locais sujeitos a rolamento de blocos em paredes escavadas e taludes de corte; dificuldades localizadas para executar escavações, perfurações, cravar estacas e implantar infra-estrutura subterrânea (esgotos, canalizações) e viária; possibilidade de ocorrer desestabilização de fundações se estas ficarem parcialmente apoiadas sobre blocos e matações. **RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado a montanhoso, alta densidade de drenagem e de relevo com encostas curtas, perfis côncavo-convexos, declividades médias quase sempre superiores a 35%, desníveis altimétricos bastante acentuados, com algumas instabilidades naturais associadas:** terrenos que estão em franco processo de dissecação, tanto por erosão concentrada (em sulco) como difusa (laminar); características topográficas favoráveis aos movimentos lentos (*creep*) e rápidos (escorregamentos) de massas; características topográficas e de drenagem desfavoráveis para urbanização adensada, agricultura e implantação de malhas viárias e infra-estrutura subterrânea, pois terá que ser movimentado grande volume de terra e executados muitos cortes profundos e aterros altos e muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas, o que implica custos elevados; topografia inadequada para motomecanizar o solo. **Sistema de drenagem com vales bastante profundos e escavando muito mais do que depositando:** escoamento superficial muito intenso, rápido e sujeito a formar enxurradas altamente erosivas, por isso são áreas de alta erosão hídrica, característica que recomenda que não se deve desmatar e impermeabilizar excessivamente esses terrenos e que os solos, quando arados, sofrem muita erosão e se depauperam muito rapidamente. **Maior parte das drenagens principais apresenta águas correntes, por vezes leitos encachoeirados e praticamente é desprovida de planícies aluviais:** indica que os rios apresentam alta capacidade de transporte de sedimentos e que as águas são bem oxigenadas, portanto, com alta capacidade depuradora de poluentes. **SOLOS - Com características extremamente variáveis de local para local e de região para região. Num mesmo local e/ou a curtas distâncias, podem ocorrer desde solos transportados moderadamente a bem evoluídos como podzólicos, solos residuais pouco evoluídos como cambissolos, litossolos e, às vezes, até afloramentos do substrato rochoso:** evolução pedogenética muito heterogênea, por isso a espessura, a permeabilidade, a porosidade, a fertilidade natural e o comportamento geotécnico variam muito de local para local; são solos difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola em grandes e contínuas parcelas; apresentam características negativas para locação de lixões e aterros sanitários. **Derivados de rochas ricas em minerais aluminosos e pobres em ferromagnesianos:** por isso devem ser de baixa fertilidade natural. **Quase sempre apresentam cores amareladas:** indica que devem ser muito ricos em alumínio,portanto devem ser muito ácidos e difíceis de serem corrigidos. **De textura argilo-siltosa e/ou argilo-arenosa, com horizontes superior (A), intermediário (B) e inferior (C) com características físicas, colorações muito contrastantes e passagens abruptas de um para outro horizonte:** horizontes pouco homogeneizados pedogeneticamente, por isso com características químicas, geotécnicas e hidrogeológicas muito distintas e contrastantes, o que faz com que se tornem muito erosivos e instáveis quando expostos em taludes de corte. **Horizonte (A) geralmente pouco espesso, pobre em matéria orgânica e com características físicas muito variadas de local para local, em função da posição que ocupa nas encostas:** profundidade efetiva muito baixa e muito variável, ou seja, camada agrícola muito pouco espessa. **Horizonte (B) geralmente situado muito próximo da superfície, muito argiloso e/ou argilo-siltoso, evidencia destacada cerosidade (películas com concentração de argilas translocadas do horizonte superficial), quase sempre muito compactado e endurecido e, na maior parte das vezes, exibe proeminentes fendas de ressecamento e muitos desmoronamentos quando exposto nos cortes das estradas (foto 4):** deve conter argilominerais expansivos, por isso é muito erosivo; pode ser atingido e colocado na superfície se for mecanizado com equipamentos com lâminas de corte um pouco mais profundo; se mecanizado excessivamente com maquinários pesados ou pisoteado constantemente por gado, compacta-se e se impermeabiliza muito o que, conseqüentemente, reduz ainda mais a infiltração de água no subsolo, aumenta o escoamento superficial e os processos erosivos.	$11a_1$	**Setores onde existe maior possibilidade de aflorar rochas mais preservadas do intemperismo, representadas por augengnaisses com bandamento deformacional e composicional bem diferenciado, ou seja, formado pela alternância de bandas mais e menos deformadas e bandas mais e menos ricas em minerais máficos ferromagnesianos (fotos 1 e 2):** bandas com características mineralógicas e texturais muito diferenciadas, por isso com resistência ao intemperismo e de comportamento geotécnico muito contrastante entre si; acentuam-se as dificuldades para executar escavações perfurações, cravar estacas, implantar infra-estrutura subterrânea e malhas viárias, devido à maior possibilidade de se encontrar rochas duras a baixas profundidades.	Potencial metalogenético muito baixo a nulo, não existem indícios e ocorrências de minerais metálicos. O potencial para não-metálicos também é baixo; existe a possibilidade de ocorrer em alguns locais material para brita e saibro, principalmente em $11a_1$ e $11a_2$, respectivamente. O potencial hidrogeológico relacionado às rochas e ao manto de intemperismo não é muito promissor devido à baixa permeabilidade primária. Destaca-se, porém, que são terrenos bastante tectonizados, com alta densidade de descontinuidades estruturais, podendo existir água armazenada em fraturas com alto potencial hidrogeológico do tipo fissurado, principalmente em $11a_2$.						Destacam-se como características importantes do Domínio 11: o denso sistema de fraturas do substrato rochoso, principalmente nos terrenos diferenciados como Subdomínio $11a_2$, característica que indica que são áreas bastante percolativas, de recarga de aqüíferos e com alto potencial hidrogeológico; são terrenos, em geral, ainda muito pouco ocupados onde predominam pequenos e isolados sítios de produção agrícola de subsistência, grandes parcelas de reflorestamentos com bracatinga e também manchas de mata primária. Considerando estas e outras características do meio físico, recomenda-se que: ▫ no parcelamento do solo esses terrenos deveriam ser preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▫ são terrenos aos quais deveria ser dada prioridade às formas de uso e ocupação de cunho mais preservacionistas como sítios e chácaras de lazer, reflorestamentos e agricultura de ciclo longo; ▫ em função de serem áreas bastante tectonizadas e de solos com espessuras e características muito heterogêneas, não se deve neles implantar lixões e aterros sanitários, especialmente no Subdomínio $11a_2$, onde também deve-se tomar cuidados especiais com o transporte e manuseio de substâncias poluentes; um acidente com derramamento nessas áreas pode causar a contaminação muito rápida e irreversível do lençol d'água subterrâneo; ▫ no caso de se implantarem sistemas viários e na execução de qualquer tipo de obra que envolva a exposição da transição solo/rocha em escavações, cortes de talude e obras terraplenadas, deve ser considerada a alta erodibilidade e instabilidade do manto de intemperismo, especialmente dos Subdomínios $11a_2$ e $11a_3$; ▫ na atividade de exploração de bracatinga, para não causar a homogeneização excessiva da cobertura vegetal, os reflorestadores devem ser orientados para preservarem as manchas de mata mista ainda existentes e para reflorestarem alguns setores com espécies naturais diversificadas; ▫ no caso de aproveitamento agrícola, deve ser considerado que os solos apresentam características físicas e provavelmente químicas inadequadas à agricultura intensiva; somente pequenas e isoladas parcelas restritas aos sopés das encostas podem ser aproveitadas para culturas perenes, assim mesmo acompanhadas de práticas especiais de manejo; ▫ pelo fato de serem áreas de recarga de parte do sistema de drenagem que abastece os rios da Várzea e Iguaçu, as áreas diferenciadas como Subdomínio $11a_1$ deveriam ser consideradas como de proteção de mananciais.
		$11a_2$	**Nesses setores, os milonito-gnaisses apresentam-se muito fraturados e quebradiços, existem muitas nascentes d'água e rios que mantêm boas vazões o ano todo:** indica que o substrato rochoso é muito instável, bastante percolativo e com alta capacidade de armazenamento d'água em fraturas, portanto, com alto potencial hidrogeológico (aqüífero fissurado) e muito vulnerável à contaminação, por isso extremamente inadequados para locação de fontes poluidoras. **Em muitos locais, a rocha pode ser desmontada com certa facilidade apenas com ferramentas e maquinários:** características positivas para serem exploradas para saibro.							
		$11a_3$	**São zonas onde as rochas sofreram intensa deformação dúctil de baixo e alto ângulo com retrometamorfismo associado, por isso apresentam textura bastante foliada, que em alguns locais se assemelha à dos xistos, e alta densidade de superfícies planares quartzo-micáceas que se comportam como planos de fraqueza estrutural de alta fissilidade e alta instabilidade:** rochas que, quando parcialmente intemperizadas, erodem e se desestabilizam muito quando escavadas e expostas em taludes de corte, leitos viários e obras terraplenadas.	Potencial metalogenético praticamente nulo. Não existem indícios diretos e indiretos de ocorrências de minerais metálicos. Quanto aos não-metálicos, pelo fato das rochas serem bastante cataclasadas e estarem parcialmente intemperizadas, em alguns locais podem ser aproveitadas como saibro. No que se refere ao potencial hídrico, o denso sistema de fraturas, a presença de muitas nascentes d'água, de rios e córregos que mantêm boas vazões o ano todo e as informações de que o nível d'água dos poços rasos é pouco influenciado pela periodicidade climática, são características que indicam que são áreas promissoras para existência de bons aqüíferos, tanto superficial como subterrâneo.							
		$11a_4$	**Setores onde, além das rochas gnáissicas com bandamento composicional e deformacional plano-paralelo caracterizado pela alternância entre bandas ricas em minerais máficos (biotita e hornblenda) com bandas quartzofeldspáticas (foto 3), também ocorrem granitóides relacionados ao Domínio 7a. Os sistemas de relevo e drenagem apresentam-se com forte controle tectônico, os morros são muito irregulares, com perfis convexo-retilíneo-côncavos (fotos 6 e 7), os vales das drenagens são bastante encaixados e profundos, os solos são espessos, porém pouco evoluídos:** terrenos em franco e acelerado processo de dissecação; características litológicas, topográficas e pedológicas muito desfavoráveis a toda forma de adensamento ocupacional.							



Área de definição do Domínio 11

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



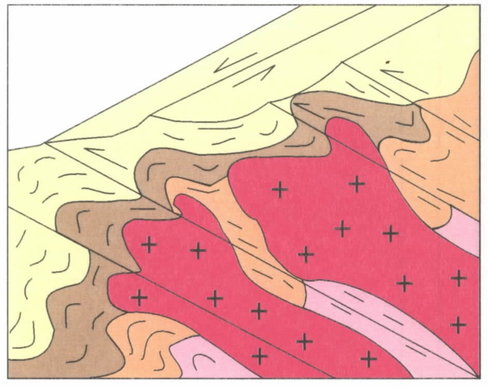


Figura 2 - Mostra a mais provável ambiência tectônica onde teriam se formado as rochas que sustentam os terrenos do Domínio 11. Suas características estruturais e mineralógicas indicam que se derivaram de magmas de composição intermediária, que teriam se intrudido e se recristalizado em zonas compressivas de baixo (cavalgamento) e alto ângulo (transcorrência).

Foto 1

Foto 2

Exemplos dos milonito-gnaisses que sustentam os terrenos diferenciados como Subdomínio $11a_1$. Pode-se observar que o bandamento deformacional é muito heterogêneo, em função da diferenciação da composição mineralógica e do grau de estiramento dos minerais. Essa heterogeneidade define superfícies planares que se comportam como planos de fraqueza estrutural e faz com que o comportamento geotécnico e a resistência ao intemperismo sejam muito diferenciados de banda para banda. Por isso, principalmente quando parcialmente intemperizadas, são rochas que erodem e se desestabilizam muito quando expostas em taludes de corte.

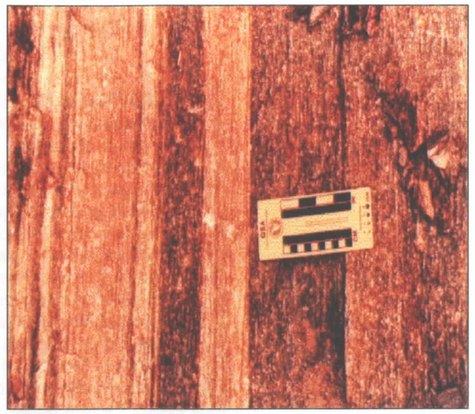


Foto 3 - Exemplo do tipo de rocha que sustenta os terrenos diferenciados como Subdomínio $11a_4$. As bandas mais claras são ricas em feldspato e quartzo, as mais escuras, em biotita e hornblenda. Em função dessa diferenciação composicional, o grau de intemperismo e o comportamento mecânico dessas rochas são muito heterogêneos e variam muito de local para local.

Foto 4 - Mostra desmoronamentos do horizonte B do solo, que, por conter argilominerais expansivos, desestabiliza-se muito quando exposto ao umedecimento e ressecamento periódicos em taludes de corte.

Foto 5 - Mostra erosão em sulco induzida pela exposição das rochas gnáissicas com bandamento deformacional, que se define como planos de fraqueza estrutural de alta erodibilidade, principalmente quando o intemperismo é avançado.

Foto 6

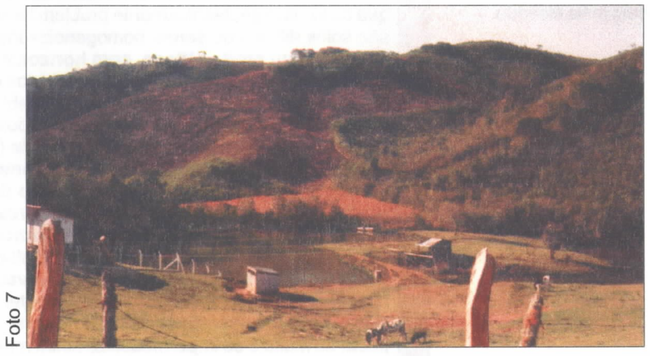
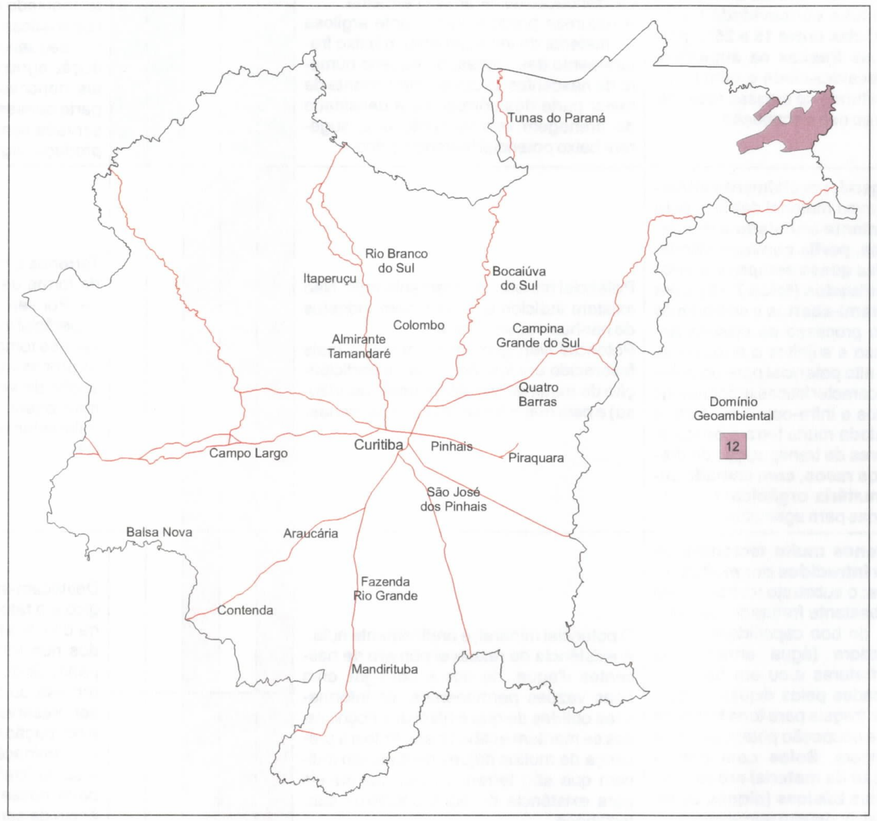


Foto 7

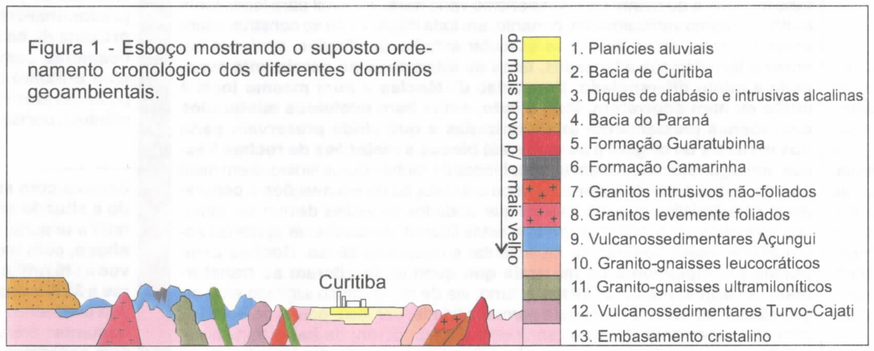
Aspectos do relevo dos terrenos diferenciados como Subdomínio $11a_4$, onde pode-se observar que os vales das drenagens são bastante encaixados em função do forte controle tectônico relacionado aos planos de foliação milonítica verticalizados das rochas. Essa característica, aliada às encostas com perfis convexo-retilíneo-côncavos de declividades muito acentuadas, indicam que são terrenos que estão em franco e acelerado processo de dissecação, por isso sujeitos a movimentos naturais de massas (escorregamentos).

DOMÍNIO GEOAMBIENTAL			POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
				ALTA	MÉDIA		BAIXA		
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 12 Correspondem aos terrenos que, na literatura geológica, são reportados como pertencentes ao complexo Turvo-Cajati. As rochas que compõem essa unidade geológica são seqüências vulcanos-sedimentares marinhas que, pelo fato de apresentarem grau de metamorfismo mais elevado do que as seqüências do Domínio 9 e porque apresentam-se parcialmente migmatizadas (sofreram fusão parcial), são interpretadas como de um ambiente marinho mais antigo (figuras 2 e 3). Admite-se que se depositaram no Proterozóico Médio, ou seja, há 2 bilhões de anos. Não se descarta, porém, a possibilidade de que as rochas desse domínio sejam correlacionadas às seqüências vulcanossedimentares do Domínio 9 (grupo Açungui), que teriam sido submetidas apenas a metamorfismo mais elevado.	12	**SUBSTRATO ROCHOSO - Constituído por rochas gnáissico-migmatíticas do Domínio 13 e por grandes lentes parcialmente migmatizadas de biotitaxistos, quartzoxistos, xistos calcossilicáticos e mármores dolomíticos:** trata-se de uma associação de rochas de origem e composição muito distintas e com características físicas, químicas e texturais muito diferenciadas, conseqüentemente as características geotécnicas e hidrogeológicas também variam muito de local para local, tanto lateral como verticalmente, por isso é difícil prever como se comporta o substrato rochoso em profundidade. Portanto, em toda iniciativa de uso e ocupação mais adensada que envolva edificações, escavações, cravação de estacas e perfurações, antes deverão ser realizados estudos geotécnicos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos bastante adensados. **Predominância de rochas com baixa resistência ao intemperismo, associadas com outras um pouco mais resistentes:** grau de intemperismo geralmente bastante avançado e profundo (mais de 10m), porém com grau de evolução muito heterogêneo, por isso são terrenos facilmente escaváveis e perfuráveis, características que os tornam favoráveis para implantação de malhas viárias e infra-estrutura subterrânea. **Muitos locais onde o grau de alteração varia de parcial a intenso, ocorrendo misturas de solo bem evoluídos, saprólito (rocha podre que ainda preserva as feições estruturais e minerais da rocha-mãe) e, às vezes, até porções de rochas frescas:** materiais com alterabilidade muito diferenciada, por isso se desestabilizam e erodem muito quando são expostos em taludes de corte, em leitos viários e obras terraplenadas; características que, localmente, podem dificultar bastante a execução de escavações, perfurações, cravação de estacas e que podem causar problemas de desestabilização de fundações, em função do comportamento mecânico muito diferenciado desses materiais. **Predominância de rochas pobres em quartzo e ricas em minerais que quando se alteram se transformam em argilas:** manto de intemperismo, via de regra, muito argiloso e/ou argilo-siltoso, portanto, de baixa a moderada perrmeabilidade e de baixa transmissividade, ou seja, armazena água mas não a libera para circulação, características que indicam que se infiltra pouca água no subsolo e que o aqüífero relacionado ao manto de intemperismo é pobre, por isso são áreas onde cuidados especiais devem ser tomados no sentido de preservar o máximo da vegetação ainda existente e de evitar a impermeabilização excessiva desses terrenos. **Ocorrências de lentes e de alguns corpos maiores de rochas carbonáticas:** rochas compostas de minerais de alta solubilidade e que se dissolvem com facilidade pela ação das águas, por isso, há possibilidade de existirem cavidades subterrâneas (grutas e cavernas) que são locais sujeitos a sofrerem colapsos (afundamentos bruscos). **Rochas que, geralmente, apresentam alta densidade de superfícies planares verticalizadas, dispostas em várias direções e que se comportam como planos de fraqueza estrutural:** substrato rochoso muito instável quando exposto em taludes de corte, principalmente quando parcialmente intemperizado. **RELEVO E DRENAGEM - Relevo fortemente ondulado a montanhoso, com alta densidade de elevações com encostas curtas e com perfis convexo-côncavos muito irregulares, com declividades médias quase sempre superiores a 35%, desníveis altimétricos acentuados e com alguns indícios de movimentações naturais de massas e muitas induzidas por cortes de estradas:** relevo em franco e acelerado processo de dissecação e que está sendo desgastado tanto por processos erosivos em sulco (concentrado) como difuso (laminar), por isso são áreas com alto potencial para ocorrências de movimentações naturais de massas, especialmente deslizamentos de solos; características topográficas bastante negativas para agricultura mecanizada e de ciclo curto e para o adensamento urbano, pois para implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea e loteamentos, terá que ser movimentada muita terra, executados muitos cortes profundos, muitos aterros altos, muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encosta, o que implica custos muito elevados. **Alta densidade de drenagem com rios principais apresentando águas correntes, por vezes leitos encachoeirados e praticamente desprovidos de planícies aluviais; sistema secundário com vales em franco processo de escavação, a maior parte deles apenas de escoamento (secam logo após as chuvas):** isão áreas com escoamento superficial muito intenso e que formam enxurradas muito rápidas e altamente erosivas (alta erosão hídrica); de baixa recarga de aqüífero, pois a maior parte das águas das chuvas escorre rapidamente para os canais de drenagem sem se infiltrar no subsolo; o nível e a vazão dos rios sobem e abaixam muito rapidamente em função da periodicidade climática; as águas são bem oxigenadas e, por isso, devem apresentar alta capacidade depuradora. **As fotos aéreas indicam que são terrenos portadores de algumas depressões fechadas (dolinas):** que são locais de concentração de água da chuva, de ligação quase que direta entre a superfície e o subsolo e que indicam que podem existir cavidades subterrâneas, por isso são de altíssima vulnerabilidade a toda fonte potencialmente poluidora, sujeitas a sofrer colapsos (afundamentos) e indicam que podem existir bons aqüíferos do tipo cárstico (água armazenada em cavidades subterrâneas). **SOLOS - Em função do relevo fortemente ondulado e da heterogeneidade litológica, as características dos solos são extremamente variáveis de local para local. Num mesmo local e a curtas distâncias ocorrem variações de solos transportados moderadamente evoluídos (podzólicos) e solos residuais pouco evoluídos, como cambissolos e, às vezes, até litossolos:** por isso, as características químicas e físicas também variam muito e, conseqüentemente, a permeabilidade, a porosidade, a fertilidade natural, a erodibilidade e o comportamento geotécnico também variam muito de local para local, características que os tornam geotecnicamente problemáticos e inadequados para aproveitamento agrícola em grandes e contínuas parcelas, pois são solos difíceis de serem homogeneizados através de corretivos. **Quase sempre de cores vermelho-amareladas, de textura argilosa e/ou argilo-siltosa, com horizonte superior, intermediário e inferior com características físicas bastante distintas:** devem ser laterizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio, por isso devem ser bastante ácidos e necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico; de baixa permeabilidade, muito plásticos e aderentes quando molhados, por isso muito escorregadios e difíceis de serem trabalhados e mecanizados nas épocas chuvosas, devido ao emplastramento excessivo de equipamentos e ferramentas; desestabilizam-se com facilidade (desmoronam-se) e se tornam muito erosivos quando expostos em taludes de cortes, leitos viários e obras terraplenadas. **Horizonte superior (A) geralmente pouco espesso, com cor e características físicas muito variáveis de local para local, em função da localização no perfil das encostas:** baixa profundidade efetiva. **Horizonte intermediário (B) geralmente ocorre muito próximo da superfície, é muito argiloso e/ou argilo-siltoso, quase sempre bem compactado e endurecido, evidencia alta concentração de películas de migração de argilas translocadas do horizonte superior (B textural proeminente), ou seja, com alta cerosidade e, na maior parte das vezes, exibe fendilhamento por vezes proeminente e muitas desestabilizações observadas nos cortes das estradas:** a permeabilidade é muito baixa e muito diferenciada em relação à do horizonte superior e deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade), características que o torna muito instável quando exposto em taludes de corte. Por situar-se quase sempre muito próximo da superfície e por ser muito argiloso, compacta-se muito e se impermeabiliza ainda mais se for submetido a cargas elevadas e constantes, portanto, são terrenos que não devem ser mecanizados excessivamente com maquinários pesados; além disso, pode ser atingido com facilidade com equipamentos com lâminas de corte um pouco mais profundo, e colocado na superfície, ocorrendo inversão do perfil do solo. **Horizonte C são solos residuais, em variados graus de evolução pedogenética, quase sempre conservando a estruturação bandada e vestígios dos minerais da rocha de origem e ocorre geralmente separado dos outros horizontes por linhas de seixos:** muito instáveis e erosivos quando expostos em leitos viários e taludes de corte.	A associação litológica composta de rochas de origem sedimentar detrítica, química e vulcânica, depositada em ambiente marinho, indica que são áreas com algum potencial para pesquisa de minerais do grupo dos sulfetos (Cu, Pb, Zn, Au e Ba). Destaca-se, porém, que na área enfocada esse potencial é baixo, função da pouca expressividade dessa seqüência (predominam migmatitos e gnaisses do Domínio 13) e da ausência de indícios diretos e indiretos. Quanto aos minerais não-metálicos, existe alguma possibilidade de ocorrerem lentes de metacalcários dolomíticos, mármores e talco. No que se refere ao potencial hídrico, devido a serem terrenos muito argilosos, o potencial hidrogeológico relacionado ao manto de intemperismo não é muito promissor. Já o relacionado ao lençol subterrâneo, pelo fato de serem áreas bastante tectonizadas, há alguma possibilidade de existirem bons aqüíferos relacionados a descontinuidades tectônicas e, também, a cavidades subterrâneas associadas as rochas carbonáticas (aqüífero cárstico).						Destacam-se como características importantes desses terrenos: o fato de abrangerem parte dos contrafortes da serra do Mar e parte da bacia hidrográfica do rio Capivari; é uma região de relevo bastante movimentado, muito pouco povoada, com acesso precário e ainda recoberta por densa vegetação, em parte, representativa da mata Atlântica; caracteriza-se por apresentar um complexo sistema de drenagem com muitos rios encachoeirados e piscosos; são terrenos que coincidem com uma faixa que sofreu intenso tectonismo de caráter dúctil, portanto, o substrato rochoso encontra-se bastante tectonizado e é portador de muitos planos de fraqueza estrutural; são áreas portadoras de lentes de rochas carbonáticas, o que indica que podem existir áreas cársticas portadoras de cavidades subterrâneas (grutas e cavernas). Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: ▪ no parcelamento do solo, esses terrenos sejam preservados de toda forma de adensamento ocupacional; ▪ são áreas que deveriam ser transformadas em unidades de conservação ambiental; ▪ os usos mais adequados seriam os de cunho mais preservativos, como pequenos sítios e chácaras de lazer, clubes de campo, piscicultura e reflorestamentos com espécies nativas da mata Atlântica, como o palmito, por exemplo; ▪ qualquer iniciativa de aproveitamento agrícola deve-se restringir à cultura de subsistência ou de ciclo longo, em pequenas e isoladas parcelas dos sopés de encostas e sempre acompanhada de severas medidas de conservação do solo.



Área de definição do Domínio 12

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.

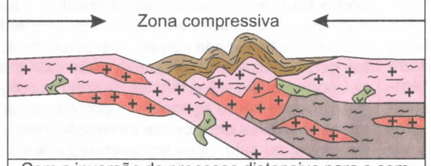


As características composicionais, metamórficas e deformacionais das rochas do Domínio 12 indicam que elas derivaram-se de seqüências vulcanossedimentares, que se depositaram num ambiente marinho (figura 2) e que foram submetidas a metamorfismo acentuado, com fusão e migmatização parcial (figura 3).

Figura 2

Seqüências vulcanossedimentares depositadas em ambiente marinho.

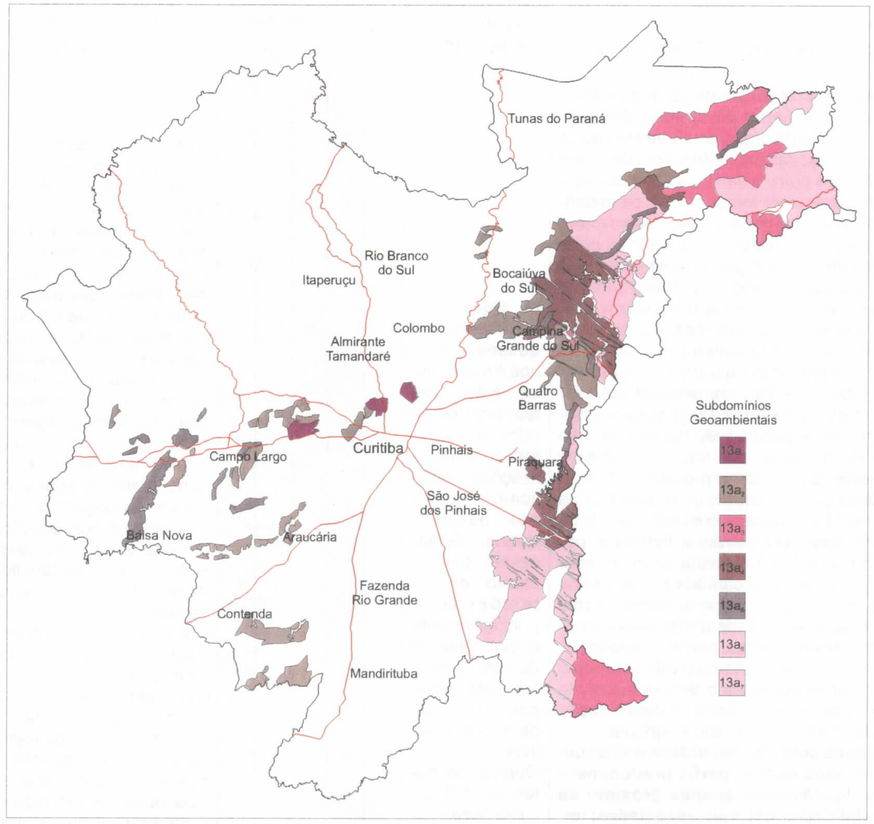
Figura 3



Com a inversão do processo distensivo para o compressivo as seqüências sofreram intensa deformação e migmatização parcial.

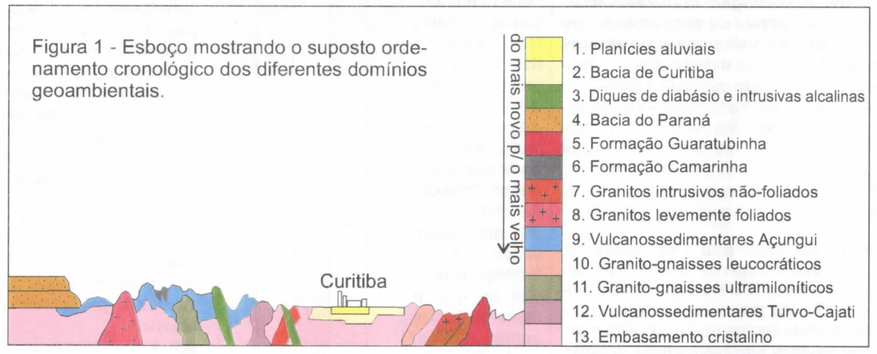
Figuras 2 e 3 - Mostram a mais provável ambiência tectônica de formação e de deformação das rochas do Domínio 12.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS				POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 13 Corresponde aos terrenos sustentados pelas rochas mais antigas da região, por isso são considerados como pertencentes ao embasamento cristalino. Datações geocronológicas indicam que são rochas que teriam se formado há mais de 2 bilhões de anos e suas características mineralógicas, texturais e estruturais indicam que se formaram, se cristalizaram e se metamorfizaram em ambientes de altíssimas temperaturas e pressões; por isso, sofreram fusão e foram intrudidas por material granitóide mais novo, ou seja, foram migmatizadas. Esse tipo de ambiente só existe em altas profundidades da crosta terrestre, o que leva a concluir que se formaram num ambiente totalmente distinto do qual hoje se encontram. Atualmente, ocorrem na superfície em função de sucessivos eventos geotectônicos pelo qual a Terra passou até chegar à atual configuração. Nos diferentes momentos desses eventos, a crosta terrestre passou por grandes deslocamentos horizontais e verticais (falhas, terremotos), que possibilitaram que rochas formadas a grandes profundidades fossem alçadas e expostas na superfície.	**13a** Terrenos onde o substrato rochoso sofreu migmatização mais intensa, ou seja, as rochas sofreram fusão e foram injetadas por muito material granitóide mais novo. Por isso, caracterizam-se por apresentarem bandamento composicional muito heterogêneo e com maior participação de material granitóide (composição quartzofeldspática). Além disso, também ocorrem rochas granulíticas, ou seja, rochas que se formaram em ambientes especiais de elevadas temperaturas e pressões e com escassez de água.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Rochas gnáissico-migmatíticas, que se caracterizam por serem formadas por dois tipos de materiais de composição e idades distintas. Um mais antigo, de cor escura, rico em minerais ferromagnesianos (principalmente biotita e hornblenda), e outro mais novo, de cor clara, composto principalmente de quartzo e feldspato (fotos 1 e 2), materiais que se alternam formando bandamento plano-paralelo e/ou lenticularizado com espessuras que variam de centimétricas a métricas e mineralogia em variados graus de achatamento e estiramento:** bandas com comportamento mecânico e resistência ao intemperismo extremamente diferenciados e que funcionam como planos de fraqueza estrutural, por isso são rochas que, principalmente quando intemperizadas, desestabilizam-se e erodem muito quando expostas na superfície, característica que indica que cuidados especiais devem ser tomados na execução de taludes de corte, escavações, obras terraplenadas, leitos viários etc.; o comportamento geotécnico do substrato rochoso e do manto de intemperismo varia muito de local para local, tanto horizontal como verticalmente, portanto, em toda iniciativa de se construir sobre esses terrenos, antes devem-se executar estudos detalhados, apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **Grau de intemperismo geralmente avançado e muito diferenciado. Em curtas distâncias e num mesmo local é muito cumum ocorrerem, lado a lado, solos bem evoluídos misturados com rochas parcialmente intemperizadas e que ainda preservam parte dos minerais de origem e as vezes até blocos e matacões de rochas frescas:** em alguns locais, podem ocorrer blocos de rochas duras isolados em meio ao solo, o que pode dificultar um pouco a execução de escavações e perfurações, característica que recomenda que cuidados especiais devem ser tomados com obras de fundações, pois se estas ficarem parcialmente apoiadas sobre blocos, estes poderão se movimentar e desestabilizá-las. **Rochas compostas principalmente de minerais que quando se alteram se transformam em argila:** manto de intemperismo, via de regra, muito argiloso e/ou argilo-siltoso, de baixa a moderada permeabilidade, por isso, pouco percolativo, com alta capacidade de armazenamento d'água, porém de baixa transmissividade, ou seja, retém água mas não a libera para circulação, características que indicam baixo potencial hídrico e que recomendam que cuidados especiais devem ser tomados com a impermeabilização e o desmatamento excessivo. **RELEVO E DRENAGEM - Com características extremamente variadas de região para região, variações estas que foram utilizadas como particularidades distintivas dos subdomínios, portanto, ali são descritas.** **SOLOS - Com evolução pedogenética extremamente variável de local para local e de região para região. Nas áreas de relevo menos acidentado (Subdomínios 13a$_1$ e 13a$_2$) predominam solos transportados profundos e bem evoluídos como podzólicos e até podzólicos latossólicos e nas regiões mais acidentadas, predominam solos residuais pouco evoluídos como podzólicos rasos, cambissolos e localmente até litossolos:** as características químicas e físicas e, conseqüentemente, a permeabilidade, a porosidade, a fertilidade natural, a erodibilidade, a espessura e os comportamentos geotécnico e hídrico também são extremamente variados de local para local, portanto são solos difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola em grandes e contínuas parcelas. **Quase sempre apresentam-se com cores avermelhadas e amareladas:** sugere que são laterizados, ou seja, ricos em alumínio e ferro, por isso devem ser muito ácidos (necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico). **Geralmente são muito argilosos e/ou argilo-siltosos, plásticos e muito aderentes quando molhados:** devem apresentar permeabilidade baixa a moderada, baixa erodibilidade natural, são muito escorregadios e difíceis de serem mecanizados nas épocas chuvosas, devido ao emplastramento excessivo de equipamentos e ferramentas. **Por serem derivados de rochas ricas em minerais que quando se alteram liberam nutrientes como cálcio e magnésio:** quando pouco lixiviados devem apresentar boa fertilidade natural. **Horizontes superior A, intermediário B e inferior C com características físicas bastante distintas:** pouco homogeneizados pedogeneticamente, por isso são extremamente instáveis e erosivos quando expostos em talude de corte, obras terraplenadas, leitos viários e aterros desprovidos de obras mitigadoras. **Horizonte B geralmente situa-se muito próximo da superfície, evidencia alta concentração de argilas (B textural proeminente), geralmente é bastante endurecido, exibe proeminentes fendas de ressecamento e desmoronase muito quando exposto em taludes de corte:** permeabilidade muito baixa e muito diferenciada em relação à da camada superior, por isso, nas áreas de drenabilidade precária pode acontecer o encharcamento excessivo da camada superficial na época de concentração de chuvas; deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade), por isso deve apresentar boa capacidade de troca catiônica e, conseqüentemente, boa capacidade retentora de nutrientes e poluentes; compacta-se muito e se impermeabiliza mais ainda se for mecanizado excessivamente com maquinários pesados; pode ser atingido e colocado na superfície se arado com maquinário de lâmina de corte profundo, o que pode causar inversão do perfil do solo.	13a$_1$	**Terrenos com relevo fortemente ondulado, com presença de rochas granulíticas associadas aos migmatitos e gnaisses, com maior possibilidade de serem encontradas rochas frescas fraturadas, aflorantes e/ou mais próximas da superfície, com razoável número de nascentes d'água e muitos córregos que mantêm boas vazões o ano todo:** áreas um pouco mais problemáticas para executar perfurações, escavações profundas, cravar estacas e para implantar infra-estrutura subterrânea; substrato rochoso mais percolativo, vulnerável à poluição e mais instável quando exposto em taludes de corte.	A ocorrência de rochas frescas aflorantes e/ou próximas da superfície, indica que esses terrenos apresentam potencial para exploração de brita, no entanto, é inviabilizado devido à proximidade com a cidade de Curitiba e, também, porque parte deles está inserida em área da APA do rio Passaúna. O denso sistema de fraturas e a presença de muitas nascentes d'água indicam que podem existir bons aqüíferos subterrâneos (aqüífero fraturado).						Áreas de recarga de parte do sistema de drenagem que alimenta as represas dos rios Barigüi e Passaúna. Por isso, em toda forma de uso e ocupação deve-se tomar cuidados especiais para não impermeabilizá-las, não desmatá-las excessivamente e não destiná-las a nenhum uso que possa pôr em risco de contaminação os lençóis d'água superficial e subterrâneo e acentuar os processos erosivos.
			13a$_2$	**Setores com relevo moderadamente ondulado (fotos 9 e 10) formado de pequenas elevações de encostas curtas com perfis predominantemente convexos e com leve concavidade muito próxima da base, com declividades médias entre 15 e 25%, praticamente sem afloramentos de rochas frescas na superfície e/ou próximo dela:** terrenos de fácil escavabilidade e com baixo potencial erosivo e de movimentações naturais de massas (deslizamentos), por isso, com poucas restrições ao uso e ocupação.	Potencial mineral praticamente nulo. Existe apenas alguma favorabilidade para o aproveitamento do horizonte B do solo na fabricação de cerâmica vermelha. A natureza predominantemente argilosa do material de intemperismo, o baixo fraturamento das rochas, o pequeno número de nascentes, o caráter intermitente da maior parte dos córregos e a densidade de drenagem relativamente alta, sugerem baixo potencial hidrogeológico.						A importância desses terrenos está relacionada ao potencial agrícola. Por serem áreas de relevo moderadamente ondulado e com solos com boas características físicas, existem muitos sítios pequenos de intensa e variada produção agrícola entremeados com muitas manchas de mata, por isso, grande parte desses terrenos deveria ser preservada como de cinturão verde e de produção agrícola.
			13a$_3$	**Setores com substrato rochoso, em geral, parcialmente alterado e situado próximo da superfície:** pouco material detrítico para reter e depurar poluentes. **Relevo fortemente ondulado a montanhoso, com morros de encostas curtas, perfis convexo-côncavos e até retilíneos, declividades médias quase sempre superiores a 35% e desníveis altimétricos acentuados (fotos 7 e 8), com alta densidade de drenagem de vales semi-abertos e escavando bastante:** áreas em franco e acelerado processo de dissecação, com escoamento superficial muito intenso e sujeitos a enxurradas muito rápidas e altamente erosivas; com alto potencial para ocorrência de movimentos naturais de massas; características topográficas desfavoráveis para implantar loteamentos e infra-estrutura viária e subterrânea, pois terá que ser movimentada muita terra e executados muitos cortes profundos, aterros, obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas. **Solos rasos, com camada superficial pouco espessa e pobre em matéria orgânica:** com características fisicas e químicas inadequadas para agricultura.	Potencial mineral praticamente nulo. Não existem indícios diretos e nem indiretos de nenhum recurso mineral. Potencial hidrogeológico um pouco mais favorecido em função da maior participação de material granitóide (mais quartzoso) e pelo maior fraturamento das rochas.						Terrenos com severas limitações a toda forma de uso e ocupação adensada. Por serem áreas com escoamento superficial intenso e muito erosivo, devem-se tomar cuidados especiais com os processos erosivos e com a preservação da vegetação. A forma de uso mais adequada seria destiná-las para reflorestamentos, sítios e chácaras de lazer.
			13a$_4$	**Terrenos onde ocorrem muitos diques de diabásio (foto 3) em variados graus de intemperismo, onde existem muitas nascentes d'água e a maior parte das drenagens mantém perenidade e boas vazões o ano todo.**	**Terrenos muito tectonizados e/ou intrudidos por muitos diques:** o substrato rochoso deve ser bastante fraturado, percolativo, de boa capacidade armazenadora (água armazenada em fraturas e/ou em barreiras formadas pelos diques) e bastante frágeis para toda forma de uso e ocupação potencialmente poluidora. **Solos com contribuição de material erodido de rochas básicas (diques de diabásio):** devem apresentar boa fertilidade natural. **Relevo moderado a fortemente ondulado, densidade de drenagem moderada, morros de topos convexos e encostas convexo-côncavas curtas, declividades médias entre 20 e 35% e desníveis altimétricos entre 40 e 50m:** baixo potencial para ocorrências de movimentações naturais de massas e características topográficas pouco restritivas ao uso e ocupação.	O potencial mineral, é praticamente nulo. A existência de razoável número de nascentes d'água, de rios e córregos com boas vazões permanentes, as informações obtidas de que o nível dos poços rasos se mantém estável o ano todo e a presença de muitos diques de diabásio indicam que são terrenos muito favoráveis para existência de bons aqüíferos subterrâneos.						Destacam-se o potencial hidrogeológico e o fato de serem áreas de recarga do sistema de drenagem formador dos rios Piraquara e Iraizinho e, em parte, de outros rios que abastecem a represa do Capivari. Por isso, devem ser preservadas de toda forma de uso e ocupação que possa pôr em risco de contaminação os lençóis subterrâneo e superficial. Salienta-se que a maior parte desses terrenos está sob influência da serra do Mar, com vegetação tipo mata Atlântica, que é protegida por lei.
			13a$_5$	**Setores onde as encontram-se bastante milonitizadas, mais fraturadas e com bandamento composicional verticalizado. Sistema de drenagem com vales retilíneos, bastante encaixados e com forte controle tectônico:** acentuam-se muito o potencial erosivo e o risco de movimentações de massas.							
			13a$_6$	**Trata-se de uma zona muito tectonizada e penetrada por muitos diques de diabásio e de riolito (rocha vulcânica ácida) e por espessos veios de material argiloso caulínico (foto 4).**		Potencial para prospecção de argilas caulínicas relacionadas a veios feldspáticos alterados de até 5m de espessura. A alta concentração de diques sugere substrato rochoso bastante tectonizado, por isso pode conter aqüífero do tipo fissurado.						Destaca-se o potencial para ocorrência de argilas caulínicas, o fato de serem áreas de recarga do sistema de drenagem formador das nascentes do rio Miringuava e o potencial para exploração de água subterrânea. Portanto, são áreas que merecem cuidados especiais em toda forma de uso e ocupação mais adensada.
			13a$_7$	**Setores com maior participação de rochas granitóides, muitos escorregamentos de solo e rocha observados em taludes de cortes; manto de intemperismo um pouco mais arenoso e exibindo proeminentes fendas de ressecamento (foto 5):** alto potencial para movimentações de massas tanto naturais como induzidas, por isso inadequadas a toda forma de adensamento ocupacional.		Potencial metalogenético praticamente nulo. Existe apenas algum potencial para exploração de brita. Salienta-se porém que as rochas são ricas em minerais máficos. A maior participação de rochas granitóides favorece um pouco o potencial hidrogeológico.						São áreas marginais à represa do rio Capivari e que ainda preservam muita cobertura vegetal natural, em parte, representativa da mata Atlântica, portanto, deveriam ser consideradas como de preservação ambiental.



Área de definição do Subdomínio 13a

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



As características das rochas gnáissicas-migmatíticas do Subdomínio 13a indicam que, muito provavelmente, derivaram-se de uma crosta continental que, em ambiente descompressivo, sofreu fendilhamento, distenção e intrusão de magmas básico-ultrabásicos (figura 2) e, em ambiente compressivo (figura 3), sofreu fusão e migmatização.

Figura 2

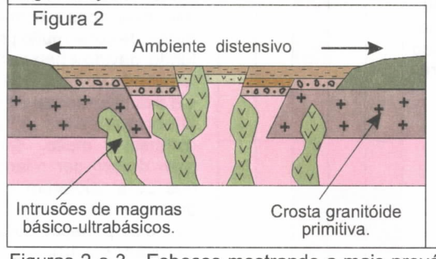


Figura 3

Com a inversão do processo distensivo para o compressivo a crosta continental e as intrusões sofreram fusão e migmatização.

Figuras 2 e 3 - Esboços mostrando a mais provável ambiência geotectônica responsável pela formação, deformação e migmatização das rochas do Domínio 13a.

Foto 1

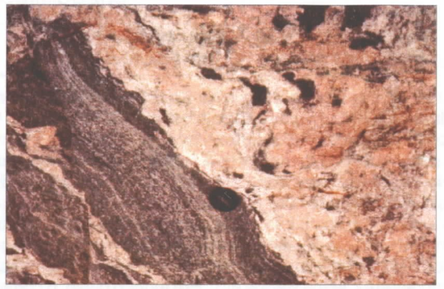


Foto 2

Exemplos das rochas gnáissico-migmatíticas que sustentam os terrenos do Subdomínio 13a. São constituídas de uma porção mais antiga, de cor escura e composição à base de biotita, anfibólio e feldspatos e de uma porção mais nova, de cor clara e composição quartzofeldspática. Em função dessa diferenciação composicional, apresentam comportamento mecânico e alterabilidade muito diferenciados, por isso são rochas que, quando intemperizadas, erodem muito e se desestabilizam com facilidade quando expostas na superfície.

Foto 4 - Corte localizado nos terrenos diferenciados como $13a_6$. As porções claras correspondem ao material argiloso, produto de intemperismo sobre hidrotermalismo feldspático que se associou ao evento vulcânico do Domínio 5. Em função desse hidrotermalismo são áreas favoráveis para prospecção de caulim.

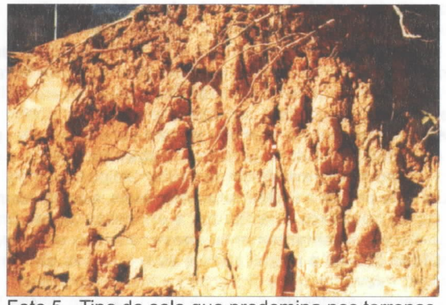


Foto 5 - Tipo de solo que predomina nos terrenos diferenciados como $13a_3$ e $13a_7$. É pouco evoluído, muito argiloso, endurecido e exibe proeminentes trincas de ressecamento, característica que indica que contém argilominerais expansivos, por isso se desestabiliza muito quando exposto em taludes de cortes.

Foto 7

Foto 8

Relevo típico dos terrenos do Subdomínio $13a_3$, onde os morros apresentam encostas com perfis convexo-concâvos e até retilíneos de alta declividade (foto7). Essa característica, aliada aos solos pouco evoluídos e muito heterogêneos, indica que são áreas com alto potencial para ocorrências de movimentações naturais de massas (foto 8).

Foto 9

Foto 10

Paisagens típicas dos terrenos diferenciados como Subdomínio $13a_2$ onde, em função da presença de solos com boas características físicas, pratica-se intensa e variada atividade agrícola.

Zona baixa situada entre cristas de diabásio dispostas na direção NW-SE. Configuração morfolitostrutural muito favorável para existência de bons aqüíferos subterrâneos.

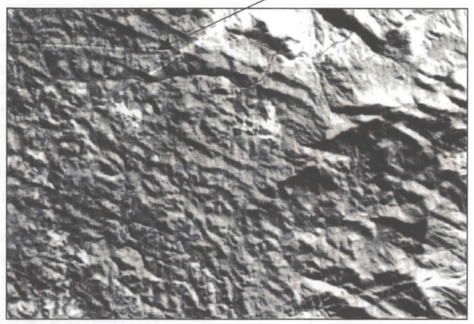


Foto 3 - Imagem de satélite mostrando porção dos terrenos do Subdomínio $13a_4$, onde existe alta concentração de diques de diabásio, característica que indica que são áreas que passaram por processos tectônicos distensivos, por isso o substrato rochoso deve ser bastante tectonizado, o que indica alto potencial para existência de excelentes aqüíferos do tipo fissurado.

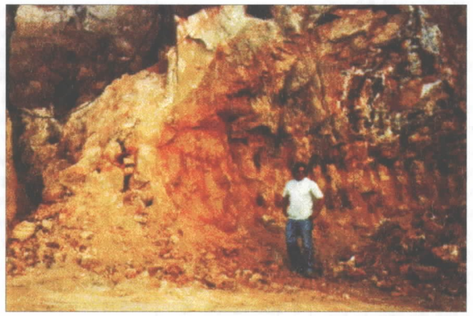


Foto 6 - Desestabilização de talude de corte da BR-116, induzida pela exposição de migmatitos intemperizados do Subdomínio $13a_2$.

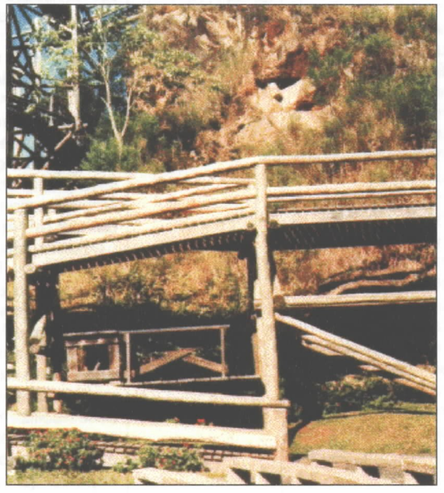
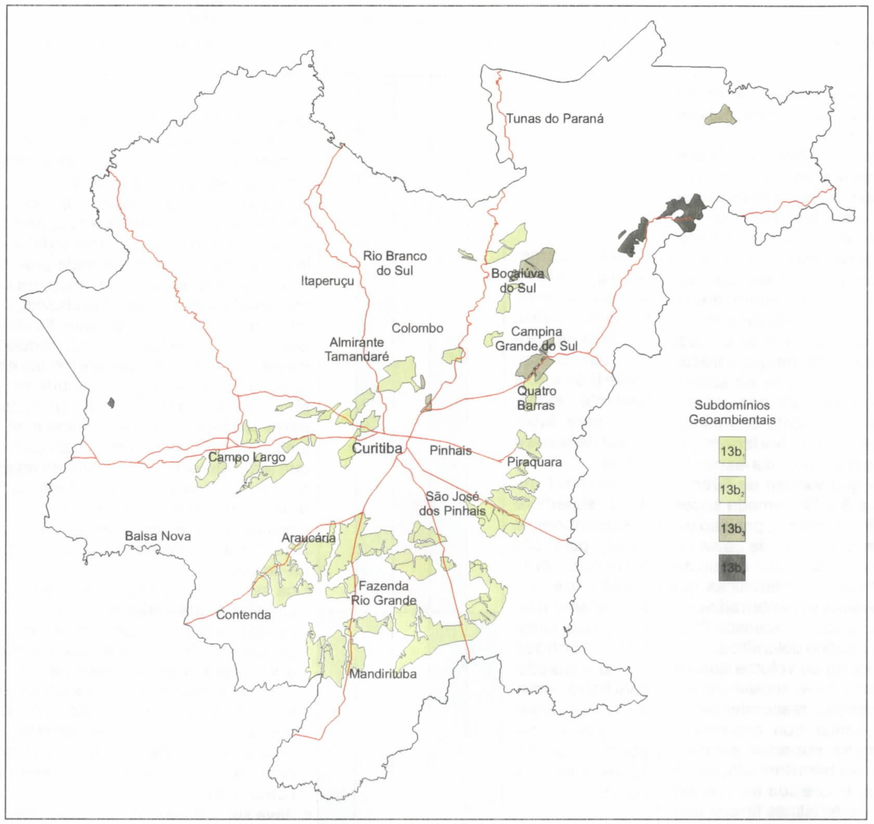


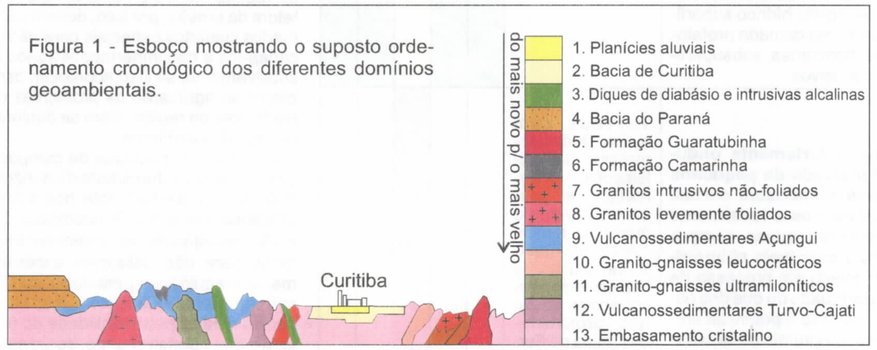
Foto 11 - Universidade Livre do Meio Ambiente, mostrando rochas do Subdomínio 13a, muito fraturadas, expostas em talude de corte verticalizado, em situação de alto risco de queda de blocos.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS					POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO (ALTA / MÉDIA / BAIXA)					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
CURIOSIDADES GEOLÓGICAS		CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS		ECOMPORTAMENTOS ESPERADOS		urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 13 Corresponde aos terrenos sustentados pelas rochas mais antigas da região, por isso são considerados como pertencentes ao embasamento cristalino. Datações geocronológicas indicam que são rochas que teriam se formado há mais de 2 bilhões de anos e suas características mineralógicas, texturais e estruturais indicam que se formaram, se cristalizaram e se metamorfizaram em ambientes de altíssimas temperaturas e pressões; por isso, sofreram fusão e foram intrudidas por material granitóide mais novo, ou seja, foram migmatizadas. Esse tipo de ambiente só existe em altas profundidades da crosta terrestre, o que leva a concluir que se formaram num ambiente totalmente distinto do qual hoje se encontram. Atualmente, ocorrem na superfície em função de sucessivos eventos geotectônicos pelo qual a Terra passou até chegar à atual configuração. Nos diferentes momentos desses eventos, a crosta terrestre passou por grandes deslocamentos horizontais e verticais (falhas, terremotos), que possibilitaram que rochas formadas a grandes profundidades fossem alçadas e expostas na superfície.	**13b** Foram distinguidos porque nesses setores ocorrem muitas lentes e corpos maiores de rochas básicas, ultrabásicas e, também, mais restritamente, de biotita-xistos e quartzitos. Essa associação litológica sugere participação de seqüências vulcanossedimentares(?) na composição desse subdomínio.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Associação de biotita-honblenda-gnaisses e migmatitos de paleossoma básico formado por anfibolitos, metaultrabasitos, biotititos e mais restritamente biotita-granada-silimanita-xistos e quartzitos, litologias que se associam com material granitóide mais novo formando bandamento composicional plano-paralelo e/ou lenticularizado com mineralogia em variados graus de estiramento (fotos 1 e 2):** bandas com características muito diferenciadas e formando superfícies que se definem como planos de fraqueza estrutural, por isso, principalmente quando intemperizadas, se desestabilizam e erodem muito quando expostas na superfície, o que recomenda cuidados especiais na execução de taludes de corte, escavações, obras terraplenadas, leitos viários etc.. Em função disso, o comportamento geotécnico do substrato varia muito de local para local, portanto, em toda iniciativa de se construir sobre esses terrenos, antes devem-se executar levantamentos setorizados e apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **Grau de alteração muito avançado, porém muito diferenciado:** num mesmo local ocorrem lado a lado solos profundos e bem evoluídos e material que ainda preserva a estrutura e a mineralogia da rocha de origem e, mais raramente, até pequenos e isolados blocos de rochas frescas. **Predominância de minerais de baixa resistência ao intemperismo e que se alteram para minerais de argila:** manto de intemperismo profundo por isso, pode ser facilmente escavado até profundidades superiores a 10m apenas com ferramentas e maquinários de corte, características bastante favoráveis para implantar infra-estrutura subterrânea viária; manto de intemperismo muito argiloso, de baixa erodibilidade natural, pouco permeável, de alta capacidade armazenadora d'água, porém de baixa transmissividade, ou seja, armazena água mas não a libera para circulação, por isso a recarga dos aqüíferos e o potencial hídrico são baixos. **Substrato rochoso em geral pouco fraturado:** baixo potencial para existência de aqüíferos tipo fissurado. **RELEVO E DRENAGEM - De pouco a fortemente ondulado, com predominância de morros baixos de topos convexos suavizados e encostas curtas (entre 50 e 100m de extensão), perfis predominantemente convexos e/ou convexo-côncavos, desníveis altimétricos baixos a moderados e sem indícios de movimentações naturais de massas:** relevo bastante dissecado e estável, por isso o potencial para ocorrência de movimentos rápidos de massas é baixo; características topográficas pouco restritivas ao uso e ocupação. **Alta densidade de drenagem, a maior parte apenas de escoamento, ou seja, seca logo após as chuvas, ou então com vazões muito baixas e muito influenciadas pela periodicidade climática:** indica que são áreas com escassez d'água superficial e de escoamento superficial muito intenso, por isso formam-se enxurradas altamente erosivas e a recarga dos aqüíferos é baixa; a vazão e o nível dos rios e poços diminuem muito na época das secas, característica que indica que os aqüíferos são pobres e que recomendam que se devem tomar cuidados especiais no sentido de não impermeabilizar e não desmatar excessivamente esses terrenos. **SOLOS - O grau de evolução pedogenética, a espessura e as características físicas e provavelmente químicas variam muito de subdomínio para subdomínio, em função das características topográficas. Nos setores de relevo mais dissecado, como nos casos dos Subdomínios 13b$_1$ e 13b$_2$, predominam solos transportados bem evoluídos como podzólicos, podzólicos profundos e localmente até latossolos, com horizontes A mais B com espessuras geralmente superiores a 2 e 3m:** solos bastante lixiviados, por isso devem ser empobrecidos em nutrientes naturais, porém com boas características físicas para a agricultura; espessura favorável para reter e depurar poluentes; facilmente escaváveis e por isso bastante favoráveis para implantar infra-estrutura subterrânea. **Já nas áreas de relevo mais movimentado, como nos casos dos Sudomínios 13b$_3$ e 13b$_4$, predominam podzólicos residuais rasos e localmente cambissolos com horizontes A mais o B com espessuras que variam de 1 a 2,5m. São solos muito argilosos e bastante plásticos e pegajosos quando molhados:** áreas difíceis de serem trafegadas por estradas de terra (muito escorregadias) e de serem trabalhadas nas épocas chuvosas, devido ao emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos. **Derivados de rochas ricas em minerais ferromagnesianos:** minerais que liberam muitos nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, por isso, quando pouco lixiviados, apresentam boa fertilidade natural. **De cores geralmente avermelhadas:** devem ser laterizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio, portanto devem ser muito ácidos e necessitam de aplicação de muito calcário dolomítico. **Horizontes A, B, e C com características físicas bem diferenciadas, sendo que o horizonte C quase sempre preserva muito as características da rocha de origem e está individualizado dos outros por linhas de seixos:** associação de solos residuais e transportados; horizontes com características pedológicas, geotécnicas e hídricas muito distintas, por isso erodem e se desestabilizam muito quando expostos em taludes de corte. **Pedregosidade praticamente nula:** baixa resistência ao corte e à penetração. **Horizonte (B) muito argiloso, evidenciando alta concentração de películas de argilas translocadas da camada superior (B textural proeminente), muitos desmoronamentos e, em muitos locais, proeminentes fendas de ressecamento observados nos cortes de estradas:** permeabilidade muito baixa e muito diferenciada em relação à da camada superior; deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade), por isso se desestabiliza e erode muito quando exposto na superfície; deve apresentar boa capacidade de troca catiônica, conseqüentemente, boa capacidade retentora e depuradora.	13b$_1$	**Setores com relevo dissecado e já tendendo ao aplainamento, declividades entre 5% e 15%, solos com horizonte superior espesso e geralmente de cor preta.**	**SOLOS - Diferenciam-se pelas características da camada superficial, que se destaca pela cor geralmente preta e/ou cinza-escura (foto 3):** indica que é rica em matéria orgânica; **deve ser muito ácida:** necessita de aplicação de muito calcário dolomítico; **deve ser corrosiva:** materiais nela enterrados sofrem danificação muito rápida, portanto, cuidados especiais devem ser tomados com os materiais de equipamentos enterrados, principalmente quando estes forem destinados ao armazenamento e à circulação de substâncias poluentes; **de baixa capacidade de suporte:** compacta-se e reduz muito de volume quando submetida a cargas elevadas, por isso construções feitas sobre ela poderão sofrer trincamentos e afundamentos; **deve apresentar boa capacidade de troca catiônica:** portanto, deve ter alta capacidade de retenção, conseqüentemente, deve responder bem à adubação e ter boa capacidade depuradora; **com espessura que varia de 50cm a mais de 2m, textura mal selecionada ou seja, composta de mistura de finos (argila) com fragmentos de quartzo, friável, porosa e permeável:** líquidos se infiltram e passam por ela muito rapidamente, por isso, nos terrenos mais altos e nas épocas mais secas, pode ocorrer problemas de deficiência hídrica; é muito importante para o controle do regime hídrico superficial e subterrâneo; facilmente escavável e com características físicas adequadas à agricultura; **deve ser bastante lixiviada:** por isso deve ser empobrecida em nutrientes (necessita de muito adubo); **de baixa erodibilidade:** funciona como camada protetora dos horizontes inferiores, que são muito erosivos; **geralmente ocorre sobreposta ao horizonte B de permeabilidade muito baixa:** horizontes com permeabilidade muito diferenciadas, portanto, nas áreas baixas, na época de chuvas pode ocorrer encharcamento excessivo da camada superficial e se formar lençol freático temporário muito próximo da superfície, característica bastante restritiva para locação de fontes poluidoras e problemática para uso urbano e agrícola. **RELEVO E DRENAGEM - Terrenos com alta densidade de pequenas elevações de topos e encostas curtas, perfis predominantemente convexos com leve concavidade apenas próximo da base, praticamente sem instabilidades naturais associadas:** terrenos bastante dissecados e estáveis que estão sendo esculpidos principalmente por erosão laminar e movimentos lentos de massas (rastejo e/ou *creep*). **Alta densidade de drenagem com vales abertos, escavando pouco, grande parte apenas de escoamento, ou seja, sem água e com rios principais com vales bastante amplos de fundo chato, águas lentas, vazões baixas e depositando muito mais que escavando:** sistema de drenagem com baixa capacidade de transporte de sedimentos, ou seja, em franco processo de assoreamento; águas pouco oxigenadas, com alto tempo de permanência e baixa capacidade depuradora (poluentes nelas lançados demoram muito para se depurarem e ficam retidos por muito tempo), características que recomendam cuidados especiais para não acelerar o assoreamento, não contaminar os rios e não retirar a mata ciliar.	O potencial metalogenético desses terrenos é muito baixo. Não existem indícios diretos e indiretos de mineralizações metálicas. Quanto aos não-metálicos, destaca-se que o manto de intemperismo, principalmente o horizonte B do solo, é bastante explorado para fabricação de tijolos e telhas. Quanto ao potencial hídrico, a natureza muito argilosa dos solos e das rochas intemperizadas, o baixo fraturamento das rochas, o baixo número de nascentes d'água, a baixa vazão da maior parte dos rios, a quase totalidade dos canais de drenagem secos e as informações obtidas de que a maior parte dos poços diminui muito de vazão e/ou mesmo seca nas épocas de estiagem mais prolongadas, indicam que o potencial hídrico desses terrenos é baixo.						Destacam-se como características importantes desse subdomínio: o relevo, os solos e o substrato rochoso com características pouco restritivas às diversas formas de uso e ocupação; são terrenos que estão sob forte pressão de urbanização e de intensa atividade agrícola muito diversificada, principalmente hortifrutigrangeiros; nele existem diversas colônias agrícolas constituídas por descendentes de europeus, que conservam tradições dos países de origem, arquitetura típica e boa qualidade de vida. Em função destas e de outras características do meio físico, recomenda-se que: • grande parte dele deveria ser preservada como cinturão verde; • as colônias agrícolas deveriam ser incluídas no roteiro turístico da região, pois são muito bonitas; • deve ser considerada a baixa permeabilidade e a alta erodibilidade dos solos e das rochas alteradas; nesse sentido, em toda forma de uso e ocupação deverá ser evitado o adensamento ocupacional que inplique no desmatamento, na impermeabilização e no decapeamento excessivo da camada superficial dos solos que, por ser bastante permeável, é muito importante para reter e armazenar as águas das chuvas e por ser de baixa erodibilidade, atua como camada protetora da erosão; • sobre os terrenos dos Subdomínios 13b$_2$ e 13b$_3$, os agricultores devem ser orientados para não mecanizarem excessivamente o solo com maquinários pesados e com lâminas de corte muito profundo, devido à baixa profundidade do horizonte B e a sua capacidade de se impermeabilizar e se compactar muito. Também devem ser orientados para adotarem medidas de conservação do solo e de proteção contra a erosão (foto 10).
			13b$_2$	**Setores com relevo ondulado a moderadamente ondulado, formado por elevações baixas, de topos e encostas curtas, com declividades médias entre 15 e 20% e desníveis altimétricos entre 15 e 30m (fotos 5, 6 e 7). Solos um pouco menos espessos e com camada superficial de cor cinza-escura.**								
			13b$_3$	**Setores onde, além das rochas gnáissico-migmatíticas, também ocorrem delgados pacotes de sedimentos do Domínio 2 (bacia de Curitiba), que afloram somente nos topos das elevações.**	**RELEVO E DRENAGEM - Fortemente ondulado a montanhoso, com encostas curtas, perfis convexo-côncavos muito irregulares, com declividades médias superiores a 35% e desníveis altimétricos acentuados:** terrenos em franco processo de dissecação, portanto com alto potencial erosivo e onde se acentua um pouco o potencial de movimentos naturais de massas (deslizamentos); características topográficas desfavoráveis para implantar infra-estrutura viária e subterrânea adensadas, pois terá que ser movimentada muita terra e executados muitos cortes profundos, aterros muito altos, muitas obras de transposição de drenagem e de contenção de encostas; no caso da agricultura, somente pequenas e isoladas parcelas podem ser aproveitadas, assim mesmo com sérias dificuldades para mecanizar o solo através de motomaquinários e com necessidade de se adotarem severas medidas de proteção contra erosão. **Alta densidade de drenagem:** deflúvio rápido, ou seja, escoamento superficial muito intenso, por isso as águas das chuvas se infiltram pouco e a maior parte escorre rapidamente para os rios, formando enxurradas muito erosivas. **SOLOS - Camada superficial é pouco espessa e mais pobre em matéria orgânica (foto 4):** profundidade efetiva relativamente baixa. **Horizonte B quase sempre ocorre muito próximo da superfície, é muito argiloso e geralmente endurecido:** pode ser atingido e colocado na superfície se arado com equipamentos de lâminas de corte mais profundo (inversão do perfil do solo); sujeito a sofrer adensamento e compactação acentuados se mecanizado com equipamentos pesados e/ou pisoteado por gado, o que diminui mais ainda a infiltração de água no subsolo e aumenta a erodibilidade da camada superior (foto 10).								
			13b$_4$	**Setores com relevo fortemente ondulado a montanhoso.**								



Área de definição do Subdomínio 13b

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



As características das rochas gnáissico-migmatíticas do Subdomínio 13b indicam que derivaram-se de magmas básico-ultrabásicos que, em ambiente distensivo (figura 2), intrudiram-se em seqüências vulcanossedimentares e, em ambiente compressivo (figura 3), sofreram fusão e migmatização.

Figura 2

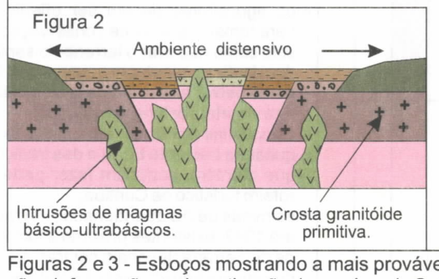
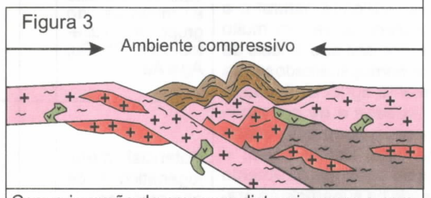


Figura 3



Com a inversão do processo distensivo para o compressivo a crosta continental e as intrusões sofreram fusão e migmatização.

Figuras 2 e 3 - Esboços mostrando a mais provável ambiência geotectônica responsável pela formação, deformação e migmatização das rochas do Subdomínio 13b.

Foto 1

Exemplos das rochas gnáissico-migmatíticas que são os principais tipos de rochas que sustentam os terrenos do Subdomínio 13b. São rochas constituídas por dois tipos de materiais de idades e composição diferentes. As porções escuras correspondem ao material mais antigo, de natureza básica e predomina sobre o material mais novo (cor clara), de natureza ácida e composição granítica. Em função dessa diferenciação composicional a alterabilidade, as características geotécnicas e hidrológicas variam muito de banda para banda; portanto, são terrenos de comportamentos muito diferenciados.

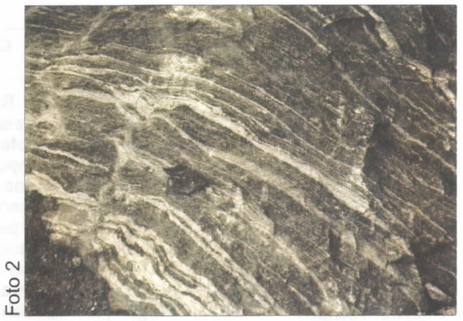


Foto 2

Foto 3 - Tipo de solo mais comum dos terrenos diferenciados como Subdomínios $13b_1$ e $13b_2$. A camada superior de cor escura geralmente espessa é transportada e está separada do horizonte inferior (solo residual) por linhas de seixos.

Foto 4 - Esse tipo de solo é o que predomina nos terrenos mais movimentados, diferenciados como Subdomínios $13b_3$ e $13b_4$. São solos residuais do tipo podzólico, com camada superior ou agrícola, pouco espessa e pobre em matéria orgânica.

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Fotos 5,6 e 7 - Paisagens típicas dos terrenos do Subdomínio $13b_2$. Por serem áreas de relevo ondulado a moderadamento ondulado e de solos com boas qualidades físicas, são áreas de intensa e variada produção agrícola.

Foto 8

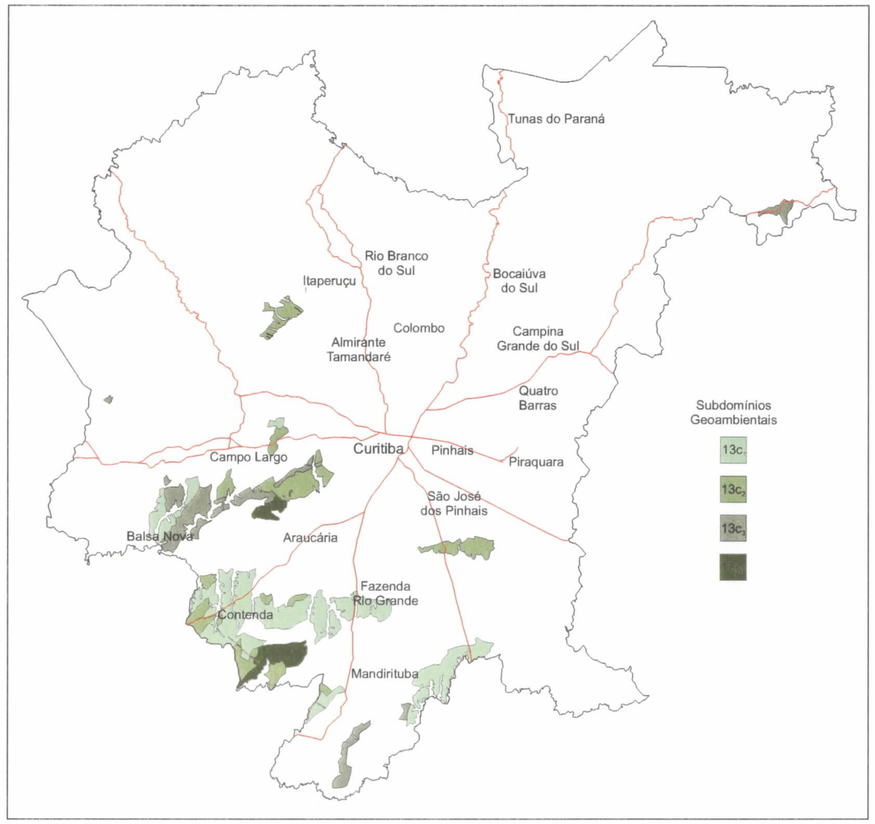
Paisagens características dos terrenos do Subdomínio $13b_3$. São áreas com alta densidade de pequenas elevações com encostas curtas, perfis muito irregulares e com declividades acentuadas (foto 9). Embora sejam áreas de relevo muito movimentado, também nelas se pratica intensa atividade agrícola (foto 8). Um dos problemas relacionados à agricultura é a mecanização intensa do solo com maquinários pesados e de corte profundo, que está expondo, compactando e impermeabilizando muito o horizonte B dos podzólicos, que se situa muito próximo da superfície.

Foto 9

Foto 10 - Mostra erosão induzida pelo manuseio inadequado dos podzólicos rasos que ocorrem nos terrenos do Subdomínio $13b_3$, onde, principalmente no cultivo da batata, costuma-se arar o terreno no sentido da declividade e com equipamentos de lâmina de corte profundo, o que expõe na superfície os horizontes B e C do solo, que são altamente erosivos.

Foto 11 - O aterramento das várzeas nas áreas dos Subdomínios $13b_1$ e $13b_2$ próximo às zonas urbanas é uma prática freqüente e extremamente inadequada, que certamente agravará muito o problema das enchentes do rio Iguaçu, além de interferir de maneira negativa no regime hídrico superficial e subterrâneo.

DOMÍNIO GEO-AMBIENTAL	SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS						POTENCIAL MINERAL E HÍDRICO	FRAGILIDADE AO USO					CARACTERÍSTICAS IMPORTANTES E RECOMENDAÇÕES
	CURIOSIDADES GEOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS COMUNS DO MEIO FÍSICO E COMPORTAMENTOS ESPERADOS	PARTICULARIDADES DISTINTIVAS E COMPORTAMENTOS ESPERADOS					ALTA		MÉDIA	BAIXA		
								urbano	agrícola	rejeitos	obras viárias	obras enterradas	
DOMÍNIO 13 Corresponde aos terrenos sustentados pelas rochas mais antigas da região, por isso são considerados como pertencentes ao embasamento cristalino. Datações geocronológicas indicam que suas rochas teriam se formado há mais de 2 bilhões de anos. Suas características mineralógicas, texturais e estruturais indicam que se formaram, se cristalizaram e se metamorfizaram em ambientes de altíssimas temperaturas e pressões; por isso, sofreram fusão e foram intrudidas por material granitóide mais novo; ou seja, foram migmatizadas. Esse tipo de ambiente só existe em altas profundidades da crosta terrestre, o que leva a concluir que se formaram num ambiente totalmente distinto do qual hoje se encontram. Atualmente, ocorrem na superfície em função de sucessivos eventos geotectônicos pelo qual a Terra passou até chegar à atual configuração. Nos diferentes momentos desses eventos, a crosta terrestre passou por grandes deslocamentos horizontais e verticais(falhas, terremotos), que possibilitaram que rochas formadas a grandes profundidades fossem alçadas e expostas na superfície.	**13c** Como Subdomínio 13c foram diferenciados os setores do embasamento cristalino onde ocorrem com abundância rochas metabásicas, metaultrabásicas e hornblenda-gnaisses, pouco ou não migmatizadas, característica que indica uma maior participação de magmatismo plutônico e menor migmatização, ou seja, a crosta terrestre foi intrudida por intenso magmatismo básico-ultrabásico, que se solidificou em profundidades elevadas e depois sofreu fusão e migmatização parcial, por isso, em muitos locais, foi penetrado por material granítico mais novo. Em função da maior participação de rochas básico-ultrabásicas, os solos são bem mais argilosos do que os dos Subdomínios 13a e 13b.	**SUBSTRATO ROCHOSO - Predominância de anfibolitos, biotita-hornblenda-gnaisses e metaultrabasitos, por vezes intrudidos por estreitos veios de composição quartzofeldspática. Em função disso, em muitos locais apresentam bandamento composicional lenticularizado e/ou plano-paralelo:** materiais com características físicas, químicas e texturais muito diferenciadas e contrastantes, portanto, os comportamentos geotécnico e hidrológico e a resistência ao intemperismo variam muito de local para local. Por isso, em toda iniciativa de se executar qualquer tipo de obra da construção civil, antes devem ser executados estudos setorizados apoiados em ensaios tecnológicos adensados. **A maior parte das rochas já se encontra alterada para solo e/ou saprólito (manto de intemperismo parcial que ainda preserva feições da rocha de origem). Ocorrências de rochas duras, geralmente sob forma de blocos e matacões mergulhados no solo, são isoladas e raras:** manto de intemperismo geralmente muito avançado e profundo (mais de 10m), portanto são terrenos, em geral, de fácil escavabilidade e por isso bastante adequados para implantar infra-estrutura viária e subterrânea (esgotos, fundações, tubulações enterradas etc.), cravar estacas e fazer perfurações. **Predominância de rochas de composição básico-ultrabásica:** ricas em minerais ferromagnesianos e pobres em quartzo, ou seja, predominam minerais de baixa resistência ao intemperismo e que quando se alteram se transformam em argilas e liberam muitos nutrientes mas também muito ferro e alumínio, por isso o manto de intemperismo, quando pouco lixiviado, é rico em nutrientes naturais e, quando muito lixiviado, rico em ferro e alumínio, ou seja, laterizado. **Manto de intemperismo muito argiloso:** de permeabilidade e transmissividade d'água muito baixas, ou seja, a pouca água da chuva que se infiltra fica retida e não é disponibilizada para circulação, por isso apresenta boa disponibilidade hídrica para as plantas e baixo potencial hídrico superficial e subterrâneo (aqüíferos pobres). **RELEVO E DRENAGEM - As características de relevo e de drenagem variam muito de região para região. Como características comuns destacam-se que são terrenos que apresentam alta densidade de drenagem e de relevo de topos suavizados e encostas curtas com perfis predominantemente convexos e/ou com leve concavidade próxima da base, praticamente sem indícios de movimentações naturais de massas:** relevo bastante movimentado porém bastante dissecado, com boa estabilidade natural e que está sendo esculpido principalmente por processos erosivos lentos do tipo difuso e/ou laminar (*creep*), ou seja, os movimentos de massas se dão por rastejo, por isso são áreas com baixo risco de movimentações rápidas de massas (escorregamentos); terrenos com muitos setores com características topográficas desfavoráveis para implantação de loteamentos sob a forma quadriculada, pois terão que ser executados muitos cortes profundos e interferir em muitos canais de drenagens. **Alta densidade de drenagem com canais quase sempre apenas de escoamento (vales secos):** escoamento superficial é muito intenso e sujeito a formar enxurradas altamente erosivas (alta erosão hídrica), de baixa recarga de aqüíferos e com escassez d'água superficial (poucas nascentes), características que indicam que se deve evitar o desmatamento e a impermeabilização excessiva desses terrenos. **SOLOS - Com espessuras e características físicas e provavelmente químicas muito variadas de subdomínio para subdomínio. Nos setores de relevo mais dissecado, como nos casos dos subdomínios $13c_1$ e $13c_2$, predominam solos transportados bem evoluídos como podzólicos, podzólicos profundos e localmente até latossolos, com horizontes A mais B com espessuras geralmente superiores a 2 e 3m:** solos bastante lixiviados, por isso devem ser empobrecidos em nutrientes naturais, porém com boas características físicas para a agricultura; espessura favorável para reter e depurar poluentes; fácil escavabilidade subsuperficial, por isso bastante favoráveis para implantar infra-estrutura subterrânea. **Nas áreas de relevo mais movimentado, como nos casos dos subdomínios $13c_3$ e $13c_4$ predominam podzólicos residuais rasos e localmente cambissolos com horizontes A mais o B com espessuras que variam de 1 a 2,5m. São muito argilosos, plásticos e muito pegajosos quando molhados:** áreas difíceis de serem trafegadas por estradas de terra (muito escorregadias) e de serem trabalhadas nas épocas chuvosas, devido ao emplastramento excessivo de ferramentas e equipamentos. **Derivados de rochas ricas em minerais ferromagnesianos:** minerais que liberam muitos nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, por isso quando pouco lixiviados devem apresentar boa fertilidade natural. **De cores avermelhadas e localmente amareladas:** devem ser laterizados, ou seja, enriquecidos em ferro e alumínio, portanto devem ser muito ácidos e necessitam da aplicação de muito calcário dolomítico. **Horizontes A, B, e C com características muito distintas, sendo que o horizonte C quase sempre preserva as características da rocha de origem e está individualizado dos outros por linhas de seixos:** associação de solos residuais e transportados; horizontes com características físicas, químicas, pedológicas, geotécnicas e hidrológicas muito distintas, por isso erodem e se desestabilizam com facilidade quando expostos em talude de corte. **Pedregosidade praticamente nula:** facilmente escaváveis e de baixa resistência à penetração. **Horizonte (B) de textura muito argilosa, evidenciando alta cerosidade (B textural proeminente), muitos desmoronamentos e, em muitos locais, proeminentes fendas de ressecamento observadas em taludes de corte (foto 7):** permeabilidade muito baixa e muito diferenciada em relação à da camada superior; deve conter argilominerais expansivos (argilas de alta atividade), por isso se desestabiliza e erode muito quando exposto na superfície; deve apresentar boa capacidade de troca catiônica, conseqüentemente, boa capacidade retentora e depuradora.	$13c_1$	**Setores com manto de intemperismo muito profundo, relevo com alta densidade de pequenas colinas bastante dissecadas, com topos e encostas curtas, perfis predominantemente convexos e declividades médias entre 10 e 15%, praticamente sem instabilidades naturais associadas:** terrenos com características litológicas, pedológicas e topográficas com poucas restrições ao uso e ocupação. **Porém com muitos locais com lençol freático situado a baixa profundidade e/ou aflorante:** muitos locais problemáticos para executar escavações profundas (alagamentos de escavações) e muito frágeis frente à locação de fontes potencialmente poluidoras.	**Relevo em avançado estágio de dissecação e constituído de morros baixos:** baixo potencial erosivo e de movimentações naturais de massas. **Sistema de drenagem com planícies aluviais amplas, rios de baixa vazão e com águas pouco correntes e até paradas:** planícies em franco e acelerado processo de assoreamento e com pouca disponibilidade de água; águas pouco oxigenadas, por isso com baixa capacidade depuradora; drenabilidade precária e baixa capacidade dispersora, por isso um poluente aí lançado fica armazenado por muito tempo, características que indicam que cuidados especiais devem ser tomados para não poluir e não acelerar o assoreamento dos canais de drenagem. **Solos com horizonte superior de cor preta e/ou cinza-escura e com espessuras que variam de 80cm a mais de 2m (fotos 8 e 9):** camada superficial rica em matéria orgânica, por isso deve ser muito ácida, corrosiva, de baixa capacidade de suporte e com boa capacidade de troca catiônica, características que indicam que materiais nela enterrados sofrem danificações rápidas, necessita da aplicação de muito calcário dolomítico, compacta-se e reduz muito de volume quando submetida à cargas e deve apresentar alta capacidade de retenção, responder bem à adubação e apresentar boa capacidade depuradora. **Camada superior permeável e friável:** deve ser bem drenada, lixiviada, oxigenada e empobrecida em nutrientes porém com características físicas bastante adequadas para o aproveitamento agrícola; muito importante para reter e armazenar a água das chuvas e como elemento regulador do regime hídrico superficial e subterrâneo e como camada protetora da erosão dos horizontes subsuperficiais que são muito erosivos.	O potencial metalogenético desses terrenos é muito baixo. Destaca-se porém que o horizonte B do solo é bastante explorado para fabricação de tijolos e telhas. O potencial hídrico superficial e subterrâneo é baixo, pois são terrenos com manto de intemperismo muito argiloso, substrato rochoso pouco fraturado, com baixo número de nascentes de água e com pouca disponibilidade hídrica superficial.						Destacam-se como características importantes desses terrenos: os solos dos Subdomínios 13c, e $13c_2$, que apresentam excelentes características físicas para a agricultura; a camada superior desses solos que, por ser espessa, de baixa erodibilidade e de alta permeabilidade, é importantíssima como camada protetora da erosão e como camada receptora e armazenadora das águas das chuvas, contribuindo muito para a diminuição do escoamento superficial e, conseqüentemente, para redução das enchentes e para aumento da recarga dos aqüíferos; estes subdomínios também são áreas de intensa produção agrícola variada e de colonização européia, com muitas colônias que ainda preservam a cultura de origem, mantêm uma arquitetura bastante característica e um bom nível de vida. Considerando esses aspectos e outras características do meio físico, recomenda-se que: • os setores mais próximos à cidade de Curitiba e que estão sob forte pressão de adensamento urbano deveriam passar por um planejamento que considere a importância destes terrenos como áreas de produção agrícola e como reguladoras do regime hídrico; por isso, grande parte deles, especialmente dos setores diferenciados como Subdomínios 13c, e $13c_2$, deveria ser preservada como cinturão verde; • deve ser considerada a importância que os solos de cor preta e/ou cinza-escura têm para a agricultura, para o controle do regime hídrico e como camada protetora da erosão; por isso, devem ser tomados cuidados especiais para não decapeá-los e não impermeabilizá-los excessivamente, se isso acontecer, certamente se agravarão os problemas das enchentes da região, além de diminuir a recarga dos aqüíferos; • devido à alta capacidade de compactação e à baixa profundidade do horizonte B do solo, especialmente nos setores diferenciados como Subdomínios $13c_3$ e $13c_4$, os agricultores devem ser orientados para não utilizarem excessivamente maquinários pesados e de lâminas com cortes muito profundos; • devido à baixa permeabilidade do manto de intemperismo e ao escoamento superficial muito intenso, a vegetação tem um papel muito importante para reter e melhorar a infiltração d'água das chuvas no subsolo, por isso é muito importante preservá-la; • os agricultores devem ser orientados para tomar medidas de conservação do solo como não arar o terreno no sentido dos declives, plantar em curvas de nível e não deixar a terra arada e sem cobertura vegetal por longos períodos; • as colônias agrícolas, em função da arquitetura bastante típica e das tradições que mantêm, poderiam fazer parte do roteiro turístico de Curitiba; • as minas de Au abandonadas, lavradas até 1942, existentes próximo à localidade de Ferraria deveriam ser transformadas em área de interesse geoturístico.
			$13c_2$	**Setores com relevo moderado a fortemente ondulado, com alta densidade de morrotes com encostas convexo-côncavas com declividades médias entre 15 e 25% e em alguns setores entre 25 e 35%. Lençol freático com profundidade entre 8 e 12m:** menor risco de contaminação do lençol freático; muitos setores com relevo negativo para adensamento ocupacional.								
			$13c_3$	**Corresponde a uma zona de cisalhamento de alto ângulo, com alta densidade de planos estruturais verticalizados, intenso hidrotermalismo quartzofeldspático representado por muitos veios de pegmatitos e de quartzo (foto 6) e com alta densidade de pequenos corpos de anfibolitos, metaultrabasitos e mais raramente quartzitos, litologias que por vezes apresentam textura xistosa e/ou filítica de alta fissilidade, grau de intemperismo parcial e muito diferenciado de local para local:** maior potencial mineral; substrato rochoso altamente susceptível à erosão e muito instável quando exposto na superfície (fotos 4 e 5).	**Setores com relevo fortemente ondulado, com alta densidade de pequenos morros com topos e encostas curtas, perfis convexo-côncavos e localmente retilíneos, declividades quase sempre superiores a 35% e desníveis altimétricos acentuados:** relevo em processo de dissecação mais acentuado do que dos outros subdomínios, por isso o potencial erosivo e de movimentos naturais de massas se acentua um pouco, principalmente nas porções côncavas das vertentes. **Solos com evolução pedogenética muito diferenciada de local para local:** as características físicas, químicas, a permeabilidade, a espessura, a fertilidade natural e o comportamento geotécnico variam muito de local para local, por isso são difíceis de serem corrigidos e homogeneizados para fins de aproveitamento agrícola. **Camada agrícola pouco espessa e de cor avermelhada:** devem ser pobres em matéria orgânica; profundidade efetiva baixa; o horizonte (B) do solo pode ser facilmente alcançado e colocado na superfície se arado com equipamentos de lâminas de corte profundo, podendo ocorrer a inversão do perfil do solo.	Terrenos com muito hidrotermalismo quartzo-feldspático (pegmatitos e possantes veios de quartzo), muitos corpos de quartzitos puros e friáveis e com ocorrências de Au nas proximidades (mina de Ferraria), características indicativas de que são potenciais para prospecção de caulim, quartzito e minerais do grupo dos sulfetos como Pb, Cu, Ag e Au.						
			13c	**Setores onde ocorrem com maior freqüência afloramentos de biotita-hornblenda-gnaisses e anfibolitos sob a forma de blocos e matacões:** localmente acentuam-se um pouco as dificuldades para executar escavações, perfurações e implantar malhas viárias e infra-estrutura subterrânea.		Potencial metalogenético e de não-metálicos é baixo. Não existem indícios diretos e indiretos.					



Área de definição do Subdomínio 13c

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Paisagens típicas dos terrenos diferenciados como Subdomínios $13c_2$ e $13c_3$, onde, embora o relevo seja bastante movimentado, pratica-se intensa e diversificada atividade agrícola de ciclo curto (batata, milho, feijão e hortifrutigrangeiros).

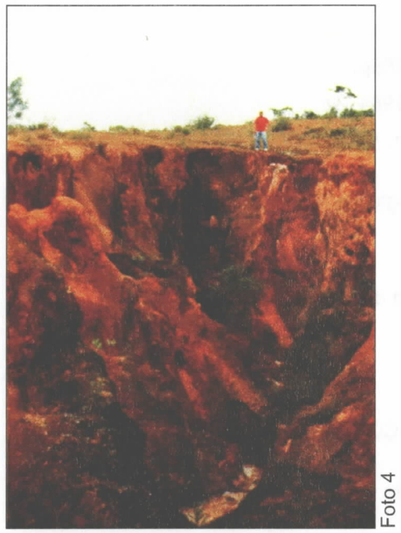


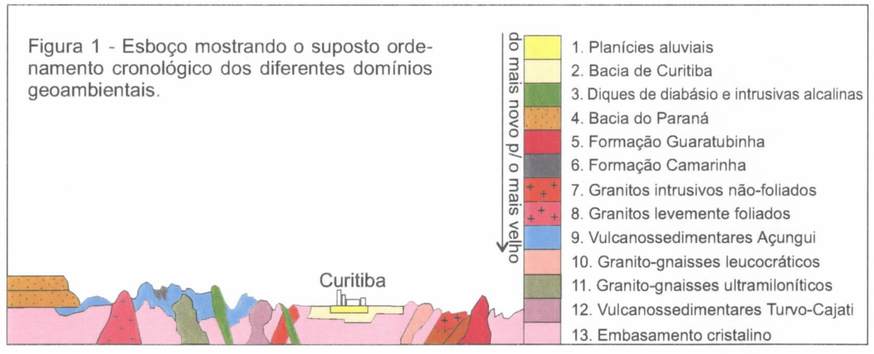
Foto 4

Foto 5

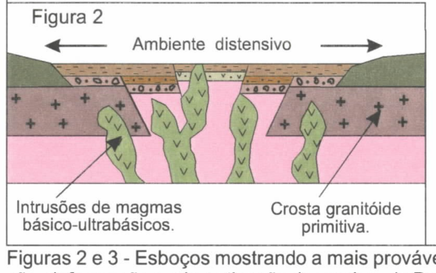
Fotos 4 e 5 - Margem da represa do rio Verde com intenso vossorocamento induzido pelo decapeamento do solo superficial e pela exposição das rochas alteradas do Subdomínio $13c_3$, que em função de terem sido afetadas por cisalhamento transcorrente, apresentam alta densidade de superfícies planares quartzossericíticas verticalizadas, que se constituem em planos de fraqueza estrutural de alta fissilidade, característica que as tornam extremamente erosivas quando parcialmente alteradas e expostas na superfície.

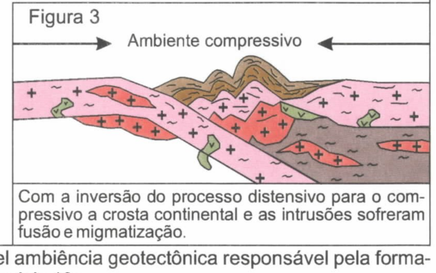
Foto 6 - Outra característica relacionada aos terrenos do Subdomínio $13c_3$ é a presença de intenso hidrotermalismo quartzofeldspático, que se manifesta sob forma de alta concentração de veios de pegmatitos (quartzofeldspáticos) e de quartzo, que são as bandas brancas que aparecem na foto.

Figura 1 - Esboço mostrando o suposto ordenamento cronológico dos diferentes domínios geoambientais.



As características das rochas do Subdomínio 13c indicam que derivaram-se, principalmente, de magmas de composição básico-ultrabásicos, que se intrudiram num ambiente distensivo (figura 2) e que, posteriormente, em ambiente compressivo (figura 3), sofreram fusão e migmatização parcial.





Figuras 2 e 3 - Esboços mostrando a mais provável ambiência geotectônica responsável pela formação, deformação e migmatização das rochas do Domínio 13c.

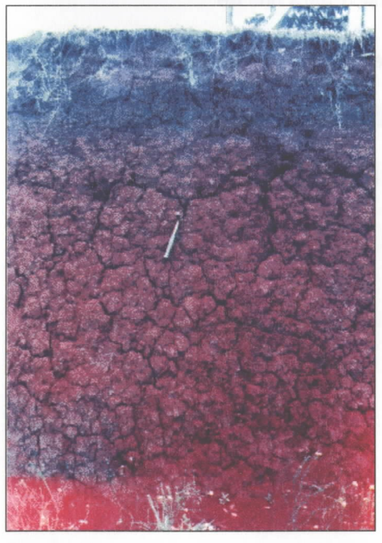


Foto 7 - Mostra o denso sistema de fendas de ressecamento, característica bastante comum dos solos do Domínio 13, que indica a presença de argilominerais expansivos, por isso são solos que se desestabilizam e erodem muito quando expostos na superfície.

Foto 8

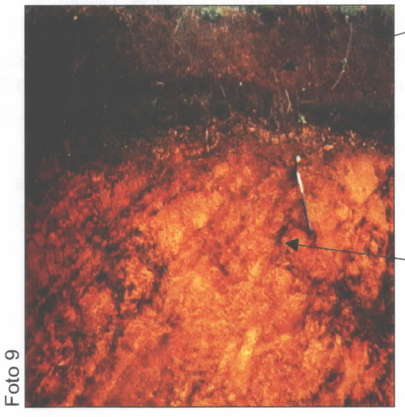


Foto 9

Camada superficial transportada, rica em matéria orgânica e de alta permeabilidade.

Solo residual argiloso e de baixa permeabilidade.

Perfis típicos dos solos que predominam nos terrenos diferenciados como Subdomínios $13c_1$ e $13c_2$. A camada superficial é transportada, rica em matéria orgânica e de alta permeabilidade e está separada, através de linhas de seixos, do solo residual que é muito argiloso, pouco evoluído e de baixa permeabilidade. São materiais de comportamentos geotécnico e de permeabilidades muito diferenciados, característica que os tornam bastante instáveis quando expostos em taludes de corte e possibilita que nas épocas de concentração de chuvas aconteça, nas áreas mais baixas, o encharcamento excessivo da camada superior do solo, bem como a formação de lençol freático muito próximo da superfície.

BIBLIOGRAFIA

ARCANJO, J. B. A. Manual de sensoriamento remoto: interpretação de imagens de sensores remotos e suas aplicações em levantamentos geológicos. Salvador: CPRM, 1992. 81p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blücher, 1974. 149p.

CONDIE, K. C. Plate tectonics & cristal evolution. United States of America: Pergamon Press, 1976. 285p.

EMBRAPA Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Curitiba: EMBRAPA, 1984. 2v.

GUY, M. Quelques principles et quelques expériences sur la métodologie de la photointerprétation. *In*: SYMPOSIUM INTERNATIONAL DE PHOTOINTERPRÉTATION, 2, Paris, 1966. Acte... Paris, 1966, v.1. p. 2-41.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Curso de geologia de engenharia aplicada a problemas ambientais. AGAM-DIGEM. São Paulo: IPT, 1991. 56 p.

LEPSCH, I. F. Solos: formação e conservação. 3. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1976, 160p.

LEPSCH, I. F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: SBCS, 1983. 175p.

MONIZ, A. C. Elementos de pedologia. São Paulo: Polígono, 1972. 459p.

OLIVEIRA, A.M.S., BRITO, S.N.A. Geologia de engenharia. São Paulo: ABGE, 1998. 586p.

RIVERAU, J. C. Notas de aula do curso de fotointerpretação. *In*: FOTOGRAFIAS AÉREAS - APLICAÇÕES TÉCNICAS: EM SEMANA DE ESTUDOS, II. Ouro Preto: SIGEG, 1972, p. 37-122.

SOARES, P. C., FIORI, A. P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícia Geomorfológica*. 16(32):71-104, 1976.

THEODOROVICZ, A. Projeto Curitiba: cartas de fotoleitura - subsídios à caracterização do meio físico para fins de planejamento territorial - Folha Curitiba - 1:100.000. São Paulo: CPRM, 1994. 33p.

THEODOROVICZ, A. *et al.* Projeto Curitiba: informações básicas sobre o meio físico - subsídios para o planejamento territorial - Folha Curitiba - 1:100.000. São Paulo: CPRM, 1994. 97p.

THEODOROVICZ, A. M. G. *et al.* Projeto Curitiba: áreas naturais sobre proteção na região metropolitana de Curitiba. São Paulo: CPRM, 1994. 16p.

THEODOROVICZ, A. M. G. *et al.* Projeto Curitiba: índice das informações cartográficas da região metropolitana de Curitiba. São Paulo: CPRM, 1994. 656p.

PESQUISA DE OPINIÃO

Sua avaliação sobre este relatório, comentários, críticas e sugestões são muito importantes para o contínuo aperfeiçoamento de nossos trabalhos. Por isso, contamos com a sua colaboração para o preenchimento do questionário abaixo.

Caso haja interesse em outros produtos do PROJETO CURITIBA (relatórios, mapas, fôlderes etc.) ou informações adicionais sobre este relatório, entre em contato com a SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE SÃO PAULO, na Rua Barata Ribeiro, 357, Bela Vista, CEP: 01308-000 - São Paulo, SP.
Telefone: (011) 255-8155 - Fax: (011) 256-6955
E-mail: gatesp@cristal.cprm.gov.br

Pesquisa:

SOBRE A FORMA DE APRESENTAÇÃO

DO TEXTO (linguagem utilizada, utilização de termos técnicos ...)

___ Adequada ___ Razoável ___ Pouco adequada

Comentários

DAS ILUSTRAÇÕES (didática, qualidade ...)

___ Boa ___ Regular ___ Ruim

Comentários

DO MAPA (conteúdo, qualidade, forma de apresentação...)

___ Bom ___ Regular ___ Ruim

Comentários

SOBRE O CONTEÚDO (se atingiu os objetivos propostos)

___ Bom ___ Regular ___ Ruim

Comentários

CONTRIBUIÇÃO PARA O SEU TRABALHO

___ muita ___ razoável ___ pouca

Comentários

Identificação:

Nome

Profissão/Atividade principal

Empresa

Endereço

Cidade ___ Estado ___ CEP ___ País ___

E-mail ___ Telefone ___ Fax ___

dobre

dobre

dobre

dobre

corte aqui

Remetente:

dobre e cole aqui

dobre aqui

Favor
selar

À
CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Superintendência Regional de São Paulo
Rua Barata Ribeiro, 357, Bela Vista
CEP: 01308-000 - São Paulo, SP

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

DOMÍNIOS E SUBDOMÍNIOS GEOAMBIENTAIS

A compartimentação apresentada nesta carta fundamenta-se em diferenciações geológicas, geomorfológicas e pedológicas que são importantes de serem consideradas para que o processo de ocupação da RMC se proceda em conformidade com suas características naturais. A análise das suas adequabilidades e limitações frente às diversas formas de uso e ocupação, bem como suas potencialidades naturais, curiosidades geológicas e recomendações encontram-se referenciadas nas tabelas que compõem o **Atlas Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba: Subsídios ao Planejamento Territorial**. Salienta-se que são dados fundamentados exclusivamente em deduções lógicas e em análises qualitativas, portanto devem ser entendidos como de caráter previsional, para subsidiar macrodiretrizes de uso e ocupação.

DOMÍNIO 1

1a | 1b | 1c

Planícies relacionadas às várzeas dos rios, diferenciadas em:

1a: planícies amplas e sujeitas a enchentes freqüentes e de longa duração.
1b: planícies estreitas, alongadas e menos sujeitas a enchentes freqüentes e de longa duração.
1c: planícies estreitas, curtas, confinadas entre relevo movimentado e com menor potencial para ocorrência de enchentes de longa duração.

DOMÍNIO 2

2a, | 2a, | 2a, | 2b, | 2b, | 2b,

Terrenos da Bacia de Curitiba - Formação Guabirotuba, constituídos predominantemente por sedimentos argilosos, divididos em:

2a: porção mais profunda da Bacia, com três subdivisões: 2a, e 2a, o relevo é suavizado, com declividades máximas de 10%, diferenciados porque em 2a, há muitas nascentes e o nível freático situa-se muito próximo da superfície; 2a, o relevo é ondulado a fortemente ondulado com declives entre 10-20% e localmente até 35%.
2b: porção mais rasa da Bacia, por isso também pode, localmente, aflorar rochas do embasamento. Subdividida em: 2b onde o relevo é suavizado, predominando declividades entre 5-10%; 2b, o relevo é mais arrasado que o anterior, com declividades máximas em torno de 5%, com muitas nascentes d'água e nível freático muito próximo da superfície; 2b, o relevo é fortemente ondulado, com declividades predominantes entre 20-35%.

DOMÍNIO 3

3a, | 3a, | 3a, | 3b, | 3b, | 3b,

Terrenos sustentados por rochas magmáticas básico-ultrabásicas relacionadas ao vulcanismo Mesozóico, diferenciados em dois conjuntos conforme composição e forma de intrusão do magma:

3a: magma básico, intrudido na forma de corpos estreitos e alongados (diques de diabásio e/ou basalto), com três subdivisões devido ao grau de alteração das rochas e dissecação das cristas: 3a, as rochas em geral estão muito alteradas, sustentando cristas bastante dissecadas; 3a, as rochas estão parcialmente alteradas, ocorrem muitos blocos e matacões imersos no solo e as cristas são mais destacadas que as anteriores; 3a, as rochas estão mais preservadas do intemperismo e as cristas são bastante destacadas em relação aos terrenos vizinhos.
3b: magma alcalino e básico-alcalino relacionados às raízes de antigos vulcões. 3b, e 3b, correspondem ao maciço alcalino de Tunas com duas subdivisões: 3b, são terrenos montanhosos com muitas exposições de rochas frescas; 3b, o relevo é menos acidentado e o solo profundo. 3b, corresponde ao maciço básico-alcalino Bairro da Cruz, de relevo montanhoso.

DOMÍNIO 4

4a, | 4a, | 4a,

Terrenos pertencentes à Bacia do Paraná, constituídos predominantemente por sedimentos arenosos. Em 4a, e 4a, o relevo é suavemente ondulado, os solos são rasos e ocorrem muitos afloramentos rochosos na forma de lajeados, sendo que em 4a, estes ocorrem com muita freqüência. 4a, corresponde à escarpa da Bacia.

DOMÍNIO 5

5a, | 5a, | 5b

Terrenos pertencentes à Formação Guaratubinha, constituídos por rochas de origem magmática e sedimentar, diferenciados em dois conjuntos conforme predominância dos litotipos:

5a: predomínio de rochas magmáticas (riolito, dacito, andesito etc.) com duas subdivisões: 5a, os terrenos são montanhosos e as rochas encontram-se muito pouco intemperizadas; 5a, o relevo é fortemente ondulado e há maior contribuição de rochas sedimentares.
5b: associação vulcanossedimentar muito heterogênea, bastante intemperizada e com predominância de rochas sedimentares (argilitos, siltitos e conglomerados).

DOMÍNIO 6

6a, | 6a, | 6b

Terrenos da Formação Camarinha, constituídos por rochas sedimentares, diferenciados em dois conjuntos conforme predomínio dos litotipos:

6a: predomínio dos sedimentos siltíticos-argilosos (fração fina), subdividido em dois conjuntos: 6a, as rochas estão pouco tectonizadas; 6a, as rochas apresentam-se mais tectonizadas e com discreta foliação metamórfica.
6b: predomínio de sedimentos conglomeráticos (fração grossa).

DOMÍNIO 7

7a, | 7a, | 7b, | 7b, | 7c | 7d, | 7d, | 7e | 7f | 7g | 7h | 7i

Terrenos sustentados por rochas graníticas intrusivas pouco ou não-deformadas, diferenciados em nove corpos conforme denominações consagradas na literatura geológica, incluindo subdivisões em alguns corpos em função de particularidades de relevo, composição mineralógica e textura das rochas:

7a: Granito Agudos do Sul, subdividido em: 7a, o relevo é montanhoso e com muitas exposições de rochas frescas; 7a, o relevo é ondulado e as rochas estão mais intemperizadas.
7b: Granito Anhangava, subdividido em: 7b, o relevo é montanhoso e as rochas estão mais preservadas do intemperismo; 7b, o relevo é ondulado e ocorrem rochas do embasamento gnáissico-migmatítico (Domínio 1).
7c: Granito Piedade.
7d: Granito Cerne, subdividido em: 7d, predominam tipos de textura média a grossa e ricos em biotita e hornblenda; 7d, predominam tipos de textura fina e compostos quase que essencialmente por quartzo e feldspatos.
7e: Granito Morumbi; 7f: Granito Graciosa; 7g: Granito Rio Abaixo; 7h: Granito Alto Turvo; 7i: Granito Passa Três.

DOMÍNIO 8

8a, | 8a, | 8a, | 8a, | 8a, | 8b, | 8b,

Terrenos sustentados por associações de rochas graníticas, derivadas de várias pulsações magmáticas, diferenciados em dois corpos conforme conhecidos na literatura geológica:

8a: Complexo Três Córregos: com cinco subdivisões baseadas nas variações texturais das rochas e de relevo: 8a, 8a, e 8a, predominam tipos de textura grossa, ricos em minerais máficos e com megacristais de feldspato, sendo que, em 8a, o grau de intemperismo é muito acentuado, em 8a, ocorrem com maior frequência e regularidade afloramentos de rochas frescas na forma de blocos, matacões e lajeados e em 8a, o relevo é montanhoso e os declives são superiores a 45%; 8a, e 8a, predominam tipos de textura média fina e de composição essencialmente quartzo-feldspática (leucocráticos), diferenciados porque em 8a, ocorrem veios pegmatíticos alterados a material caulínico.
8b: Granito Guajuvira: com duas subdivisões devido à variações estruturais, de relevo e modo de ocorrência das rochas. Em 8b, o relevo é fortemente ondulado e com muitas ocorrências de blocos e matacões de rochas duras; 8b, corresponde à borda do maciço, zona de cisalhamento com relevo moderadamente ondulado e com poucos afloramentos de rochas duras que exibem proeminente foliação milonítica.

DOMÍNIO 9

9a, | 9a, | 9a, | 9a, | 9a, | 9b, | 9b, | 9c, | 9c, | 9c, | 9d, | 9d, | 9d, | 9d, | 9d, | 9e, | 9e, | 9e, | 9e, | 9f, | 9f, | 9f, | 9f, | 9f,

Terrenos pertencentes ao Grupo Açungui, constituídos por uma variedade muito grande de rochas metamórficas de origem vulcanossedimentar, depositadas em ambiente marinho. Em função de variações morfoestruturais e do grau de alteração das rochas foram divididos em:

9a: predomínio de rochas vulcanossedimentares siltico-argilosas com textura filítica ou xistosa, subdivididas em cinco conjuntos: 9a, e 9a, são setores coincidentes com zonas de cisalhamento de alto ângulo (transcorrências), por isso as rochas apresentam alta densidade de planos de fraqueza estrutural verticalizados, sendo que em 9a, o relevo é montanhoso, bastante controlado tectonicamente e as rochas ocorrem mais preservadas do intemperismo e em 9a, o relevo é fortemente ondulado, menos controlado tectonicamente e as rochas encontram-se profundamente intemperizadas; 9a, 9a, e 9a, são setores não ou pouco afetados pelo cisalhamento de alto ângulo, por isso os mergulhos estruturais variam muito de local para local, sendo que em 9a, o relevo é fortemente ondulado, o grau de intemperismo é muito avançado e os solos são espessos, em 9a, existem algumas dolinas e em 9a, ocorrem intercalações de metarenitos.
9b: terrenos onde predominam xistos e filitos de origem ígnea, sendo que em 9b, ocorrem muitos corpos de rochas metabásicas e em 9b, o grau de metamorfismo é mais acentuado.
9c: predomínio de rochas de composição arenosa, por vezes associadas com metassedimentos siltico-argilosos, com três subdivisões: 9c, e 9c, o relevo é de cristas estreitas e alongadas sendo que em 9c, são bastante destacadas e ocorrem muitas exposições de quartzitos duros e em 9c, as cristas são menos destacadas e ocorrem intercalações metavulcanossedimentares; 9c, o relevo é fortemente ondulado, sem afloramentos rochosos e o solo é muito espesso e arenoso.
9d: associação de carbonato-xistos, calciclicitas, rochas carbonáticas calcíticas e com muta participação de xistos e filitos de origem vulcânica. Subdividida em cinco conjuntos: 9d, e 9d, há maior possibilidade de aflorarem rochas carbonáticas calcíticas mais puras, diferenciadas porque em 9d, elas ocorrem mais preservadas do intemperismo e mais próximas da superfície e em 9d, porque predominam solos espessos muito evoluídos e são raros os afloramentos rochosos; 9d, 9d, e 9d, acentua-se a heterogeneidade composicional que é caracterizada pela alternância irregular de estreitas bandas de diferentes texturas e composições, sendo que em 9d, há maior participação de metassedimentos carbonosos, manganesíferos e ferríferos e em 9d, há muta participação de rochas quartzíticas e metavulcânicas com mineralizações e indícios de Ba e Pb.
9e: predominância de rochas calcárias dolomíticas e metamargas, por vezes associadas com quartzitos, metarenitos, filitos e xistos, subdivididos em quatro conjuntos: 9e, com manto de intemperismo muito prolundo e com raros afloramentos de rochas frescas; 9e, coincide com uma zona de cisalhamento de alto ângulo; 9e, com alta concentração de dolinas e muitos afloramentos de rochas carbonáticas frescas; 9e, com metadolomitos muito siliciosos e geralmente associados com quartzitos e metarenitos.
9f: terrenos cársticos com grau de intemperismo muito avançado, confinados entre diques de diabásio e recobertos por espessso manto de solo com quatro subdivisões: 9f, e 9f, é mais evidente a natureza cárstica sendo que em 9f, o relevo é bastante suavizado, com declives entre 5 e 10% e em 9f, é ondulado a fortemente ondulado, com declives entre 20 - 35%. Em 9f, e 9f, a natureza cárstica é duvidosa e foram diferenciados também devido ao relevo, onde em 9f, tende ao arrasamento, com declives entre 0 - 5% e em 9f, é suavemente ondulado, com declives entre 5 e 15%.

DOMÍNIO 10

10a, | 10a, | 10a, | 10b, | 10b,

Terrenos de rochas graníticas leucocráticas, gnaissificadas ou não, derivadas de magmas ácidos, intrudidos em zonas de cisalhamento compressivo, divididos em:

10a: áreas onde os granitóides ocorrem associados com rochas do Embasamento Cristalino, com três subdivisões: 10a, são terrenos com intensa deformação rúptil-dúctil; 10a, ocorrem muitas exposições de rochas frescas sob a forma de blocos e matacões; 10a, o intemperismo é muito profundo.
10b: terrenos com exposições de granitóides quase que essencialmente quartzo-feldspáticos, com pronunciada foliação metamórfica penetrativa, subdivididos em dois conjuntos em função do relevo, onde em 10b, os declives em geral são em torno de 15-25% e em 10b, superiores a 35-45%.

DOMÍNIO 11

11a, | 11a, | 11a, | 11a,

Terrenos sustentados por biotita-granitóides e biotita-hornblenda gnaisses não-migmatizados e associados à zonas de intenso cisalhamento dúctil de baixo e alto ângulo, com quatro subdivisões: 11a, ocorrem milonito-gnaisses bandados mais preservados do intemperismo; 11a, os gnaisses encontram-se muito fraturados; 11a, as rochas apresentam textura xistosa; 11a, além dos gnaisses também ocorrem rochas graníticas.

DOMÍNIO 12

12

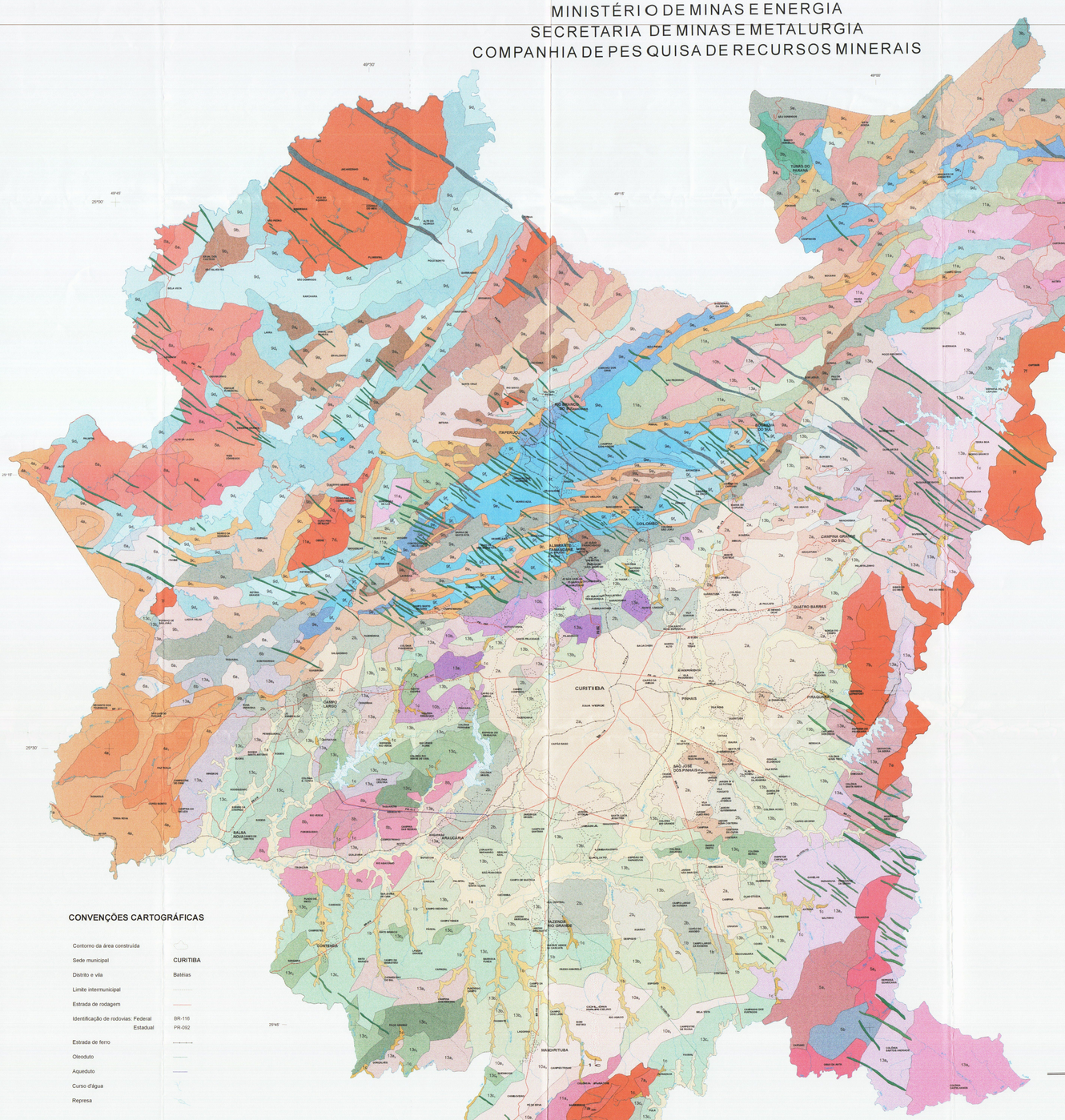
Terrenos sustentados por rochas correlacionadas ao Embasamento Cristalino (Domínio 13) e por supracrustais metavulcanossedimentares do Complexo Turvo-Cajati representadas por lentes e corpos maiores de biotita-xistos, quartzo-xistos, xistos calcossilicáticos e mármores dolomíticos.

DOMÍNIO 13

13a, | 13a, | 13a, | 13a, | 13a, | 13a, | 13b, | 13b, | 13b, | 13b, | 13c, | 13c, | 13c, | 13c,

Terrenos sustentados por rochas granito-gnáissicas-migmatíticas correlacionadas ao Embasamento Cristalino, divididos em:

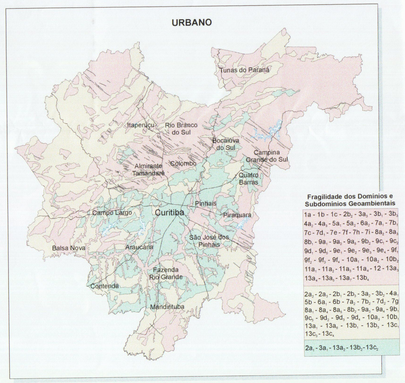
13a: setores com migmatização mais intensa e com maior participação de material quartzo-feldspático, com sete subdivisões: 13a, com presença de rochas granulíticas muito fraturadas e relevo fortemente ondulado; 13a, com relevo moderadamente ondulado e manto de intemperismo muito profundo; 13a, com relevo fortemente ondulado a montanhoso e grau de intemperismo pouco evoluído; 13a, 13a, e 13a, são setores muito tectonizados e/ou intrudidos por diques de rochas básicas e/ou ácidas, com muitos diques de diabásio em 13a, , intenso cisalhamento de alto ângulo em 13a, e muitos diques de diabásio e riolito em 13a, 13a, são setores com maior participação de rochas graníticas e com manto de intemperismo mais arenoso.
13b: setores onde predominam migmatitos contendo muitas lentes de rochas básico-ultrabásicas e mais restritamente de biotita-xistos e quartzitos com quatro subdivisões: 13b, terrenos bastante dissecados e com declividades médias entre 5 e 15%; 13b, com relevo moderadamente ondulado e declividades médias entre 15 e 20%; 13b, com relevo fortemente ondulado, declividades superiores a 35% e com afloramentos de sedimentos do Domínio 2; 13b, com relevo fortemente ondulado a montanhoso e com declividades geralmente superiores a 35%.
13c: setores onde acentua-se a participação de rochas básico-ultrabásicas parcialmente migmatizadas e o manto de intemperismo é extremamente argiloso, com quatro subdivisões: 13c, o manto de intemperismo é muito profundo e evoluído, o relevo é bastante dissecado e as declividades médias situam-se entre 10 e 15%; 13c, o manto de intemperismo é menos evoluído e as declividades variam de 15-25% e localmente em torno de 35%; 13c, corresponde a uma zona de cisalhamento com intenso hidrotermalismo quartzo-feldspático, relevo fortemente ondulado e declividades médias superiores a 35%; 13c, é mais freqüente a presença de blocos e matacões de anfibolito.



FRAGILIDADE DO MEIO FÍSICO AO USO E OCUPAÇÃO

ALTA | MÉDIA | BAIXA

URBANO



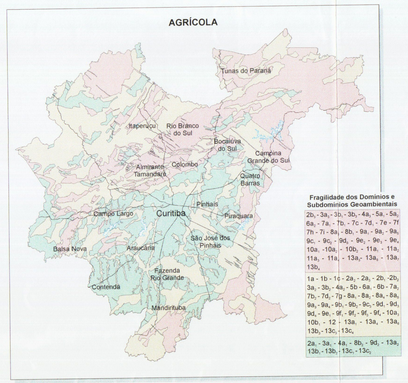
Fragilidade dos Domínios e Subdomínios Geoambientais

1a - 1b - 1c - 2b, - 3a, - 3b, - 3b, 4a, - 4a, - 5a - 5a, - 6a, - 7a - 7b, 7c - 7d, - 7e - 7f - 7h - 7i - 8a, - 8b, - 9a - 9a, - 9a, - 9b, - 9c, - 9c, 9d, - 9d, - 9e, - 9e, - 9e, - 9f, 9f, - 9f, - 10a, - 10a, - 10b, 11a, - 11a, - 11a, - 11a, - 12 - 13a, 13a, - 13a, - 13a, - 13b,

2a, - 2a, - 2b, - 2b, - 3a, - 3b, - 4a, 5b - 6a, - 6b - 7a, - 7b, - 7d, - 7g 8a, - 8a, - 8a, - 8b, - 9a, - 9a, - 9b, 9c, - 9d, - 9d, - 9d, - 9d, - 9e, - 9e, 10a, - 10a, - 10b, - 11a, - 11a, 13a, - 13a, - 13a, - 13b, - 13b, - 13c, 13c, - 13c, - 13c,

2a, - 3a, - 13a, - 13b, - 13c,

AGRÍCOLA



Fragilidade dos Domínios e Subdomínios Geoambientais

2b, - 3a, - 3b, - 3b, - 4a, - 5a - 5a, 6a, - 7a, - 7b, - 7c - 7d, - 7e - 7f 7h - 7i - 8a, - 8b, - 9a - 9a, - 9a, 9c, - 9c, - 9d, - 9d, - 9e, - 9e, 10a, -10a, - 10b, - 11a, - 11a, 11a, - 11a, - 13a, - 13a, - 13a, 13b,

1a - 1b - 1c - 2a, - 2a, - 2b, 2b, 3a, - 3b, - 4a, - 5b - 6a - 6b - 7a, 7b, - 7d, - 7g - 8a, - 8a, - 8a, 9a, - 9a, - 9b - 9b, - 9c, - 9d, 9d, 9d, - 9e, - 9f, - 9f, - 9f, - 10a, 10b, - 12 - 13a, - 13a, - 13a, 13b, - 13b, - 13c, 13c,

2a, - 3a, - 4a, - 8b, - 9d, - 13a, 13b, - 13b, 13c, - 13c,

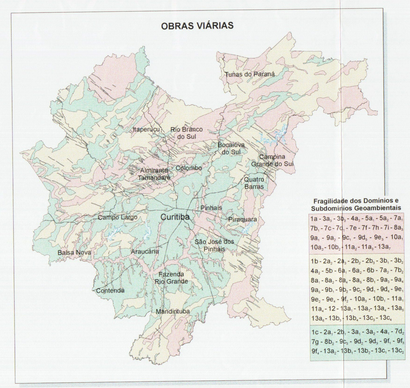
DISPOSIÇÃO DE REJEITOS

Fragilidade dos Domínios e Subdomínios Geoambientais

1a - 1b - 1c - 2a, - 2b, - 2b, - 3a, 3a, - 3b, - 3b, - 3b, - 4a, - 4a, - 4a, 5a, - 5a, - 5b - 6a, - 6b - 7a, - 7a, 7b, - 7b, - 7c - 7d, - 7d, - 7e - 7f 7g - 7h - 7i - 8a, - 8a, - 8a, - 8a, 8a, - 8b, - 9a, - 9a, - 9a, - 9a, 9b, 9c, - 9c, - 9c, - 9d, - 9d, - 9d, 9e, - 9e, - 9e, - 9e, - 9e, - 9e, 9f, 9f, - 9f, - 10a, - 10a, - 10b, - 10b, 11a, - 11a, - 11a, - 11a, - 12 - 13a, 12 - 13a, - 13a, - 13a, - 13a, - 13a, 13b, - 13b, - 13b, - 13b, - 13c, 13c,

2a, - 2a, - 2b, - 3a, - 6a, - 8b, - 9a, 9b, - 9d, - 9e, - 13a, -13b, - 13c, 13c,

OBRAS VIÁRIAS



Fragilidade dos Domínios e Subdomínios Geoambientais

1a - 3a, - 3b, - 4a, - 5a - 5a, - 7a, 7b, - 7c - 7d, - 7e - 7f - 7h - 7i - 8a, 9a, - 9a, - 9c, - 9d, - 9e, - 10a 10a, - 10b, 11a, - 11a, - 13a.

1b - 2a, - 2a, - 2b, - 2b, - 3b, - 3b, 4a, - 5b - 6a, - 6b - 7a, - 7b, 8a, - 8a, - 8a, - 8a, - 8b, - 9a, - 9a, 9a, - 9b, - 9b, - 9c, - 9d, - 9d, - 9e, 9e, - 9e, - 9f, - 10a, - 10b, - 11a, 11a, - 12 - 13a, - 13a, - 13a, - 13a, 13a, - 13b, 13b, - 13c, - 13c,

1c - 2a, - 2b, - 3a, - 3a, - 4a, - 7d, 7g - 8b, - 9c, - 9d, - 9d, - 9f, - 9f, 9f, - 13a, - 13b, - 13b, - 13c, - 13c,

OBRAS ENTERRADAS

Fragilidade dos Domínios e Subdomínios Geoambientais

1a - 1b - 1c - 2a, - 2b, - 2b, - 3a, 3a, - 3b, - 3b, - 3b, - 4a, - 4a, - 4a, 5a, - 5a, - 5b - 6a, - 6b - 7a, - 7a, 7b, - 7b, - 7c - 7d, - 7d, - 7e - 7f 7g - 7h - 7i - 8a, - 8a, - 8a, - 8a, 8a, - 8b, - 9a, - 9a, - 9a, - 9a, 9b, 9c, - 9c, - 9c, - 9d, - 9d, - 9d, 9e, - 9e, - 9e, - 9e, - 9e, - 9e, 9f, 9f, - 9f, - 10a, - 10b, - 11a, - 11a, 12 - 13a, - 13a, - 13a, - 13a, - 13a, 13b, - 13b, - 13b, - 13b, - 13c, 13c,

2a, - 2b, - 3a, - 6a, - 7g - 13a, - 13b, 13b, - 13c,

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Contorno da área construída	
Sede municipal	CURITIBA
Distrito e vila	Batéias
Limite intermunicipal	
Estrada de rodagem	
Identificação de rodovias: Federal	BR-116
Estadual	PR-092
Estrada de ferro	
Oleoduto	
Aqueduto	
Curso d'água	
Represa	

Base planimétrica gerada a partir das cartas planialtimétricas da região metropolitana de Curitiba, escala 1:100.000, COMEC, 1976, simplificada e processada por tecnologia digital.
Origem e quilometragem UTM: Equador e Meridiano Central 51º 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 1976: 13°14' W. Cresce 10' anualmente.
Digitalização: Engimap.
Dados temáticos e atualização planimétrica foram transferidos pela equipe técnica do projeto.
Dados disponíveis em arquivo magnético, armazenados nos sistemas de geoprocessamento da Superintendência Regional de São Paulo, da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM.
Diagramação e supervisão da digitalização: Angela Maria de Godoy Theodorovicz.
Editoração eletrônica: Lauro Gracindo Puzzatto, Marina das Graças Perin e Sonia da Cruz Cantarino.

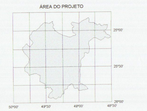
Escala 1:150.000

4,5 0 4,5 9km

Projeção Universal Transversa de Mercator
1966

LOCALIZAÇÃO DO PROJETO NO ESTADO

ÁREA DO PROJETO



Projeto vinculado ao Programa Informações para Gestão Territorial - GATE, executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais através da Superintendência Regional de São Paulo.
Carta concluída em dezembro de 1997.
Supervisor Técnico: Antônio Theodorovicz.
Chefe do Projeto: Angela Maria de Godoy Theodorovicz.
Elaboração: Antônio Theodorovicz
Angela Maria de Godoy Theodorovicz e
Sonia da Cruz Cantarino.

CPRM
Serviço Geológico do Brasil

Projeto Curitiba

Programa Informações para Gestão Territorial - GATE

Carta Geoambiental da Região Metropolitana de Curitiba: Subsídios ao Planejamento Territorial

1:150.000

CPRM BIBLIOTECA DEL 25/9