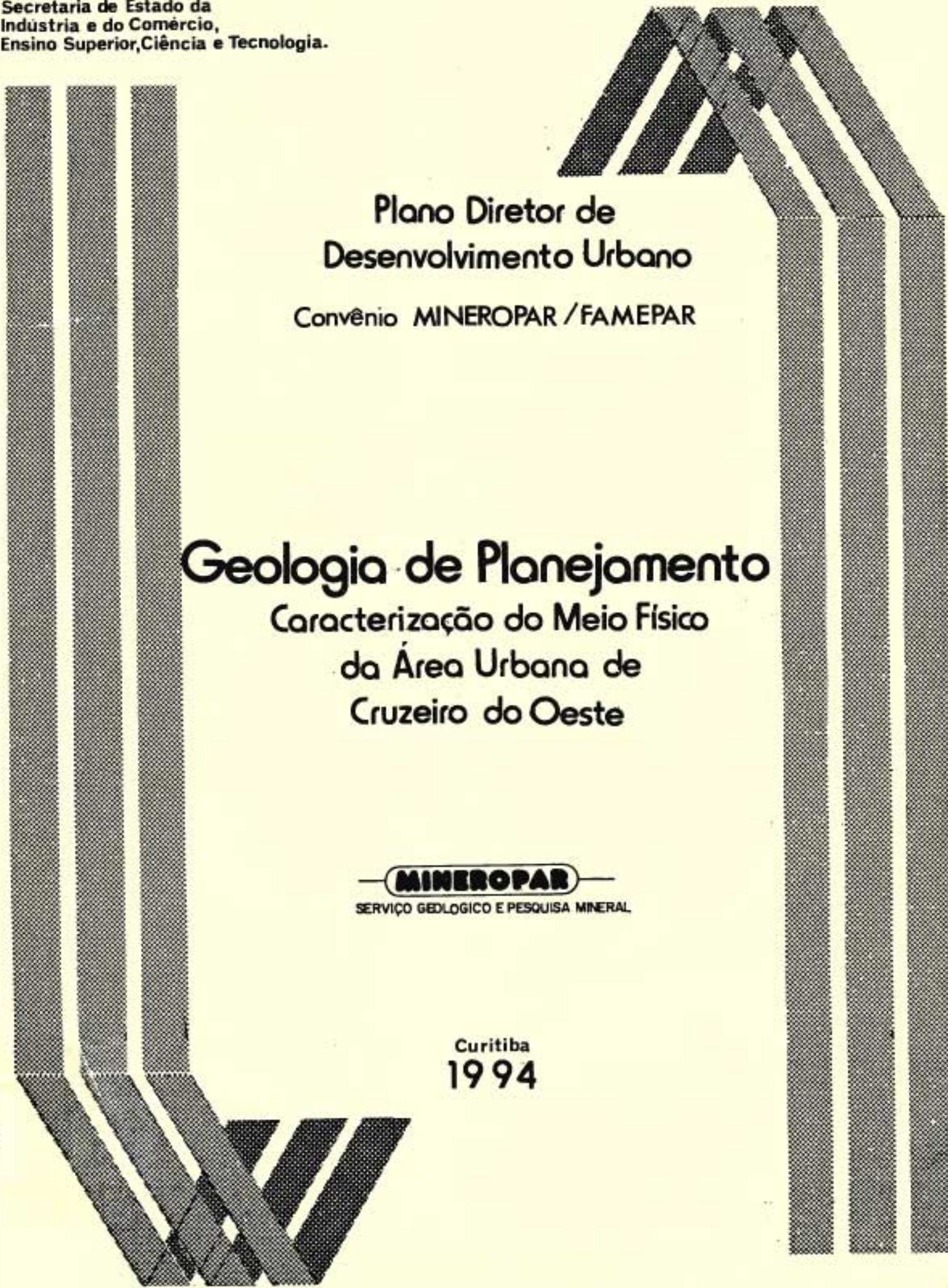


Secretaria de Estado da  
Indústria e do Comércio,  
Ensino Superior, Ciência e Tecnologia.



**Plano Diretor de  
Desenvolvimento Urbano**

Convênio MINEROPAR / FAMEPAR

**Geologia de Planejamento**

Caracterização do Meio Físico  
da Área Urbana de  
Cruzeiro do Oeste

**MINEROPAR**

SERVIÇO GEOLÓGICO E PESQUISA MINERAL

Curitiba  
1994



MINEROPAR - SERVIÇO GEOLOGICO E PESQUISA MINERAL

GEOLOGIA DE PLANEJAMENTO

CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA URBANA DE  
CRUZEIRO DO OESTE (PR)

55-12  
E.E. 215  
" AA 10

Curitiba  
1994

Registro n. 4757



Biblioteca/Mineropar

**GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ**  
**Roberto Requião de Mello e Silva**

**SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO,  
ENSINO SUPERIOR CIENCIA E TECNOLOGIA**  
**Adhail Sprenger Passos**  
**Secretário**

**MINEROPAR - SERVIÇO GEOLOGICO E PESQUISA MINERAL**  
**José Henrique Popp**  
**Diretor Presidente**

**Antônio Manuel de Almeida Rebelo**  
**Diretor Técnico**

**Noé Vieira dos Santos**  
**Diretor Administrativo Financeiro**

**CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE CRUZEIRO DO OESTE (PR)**  
**CONVÊNIO FAMEPAR/MINEROPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE**  
**CRUZEIRO DO OESTE**

**COORDENADORIA DE GEOLOGIA**  
**- C O G E O -**

**Geólogo Luís Tadeu Cava**  
**Coordenador**

**Elaboração**  
**Geólogo Jefferson de Lima Picanço**

**Apoio**  
**Geólogo Sérgio Maurus Ribas**  
**Geólogo Luís Marcelo de Oliveira**

**Digitação**  
**Beatriz Rodacoski Manzig**

**Desenho**  
**Roseneide Ogleari Gonçalves**

## S U M Á R I O

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - OBJETIVOS.....	1
3 - METODOLOGIA.....	2
4 - EQUIPE EXECUTORA.....	3
5 - LOCALIZAÇÃO.....	4
6 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	4
7 - ASPECTOS GEOLÓGICOS.....	6
8 - COBERTURAS INCONSOLIDADAS.....	9
8.1 - Solos Coluviais.....	9
8.2 - Solos Aluviais.....	12
9 - RISCOS GEOLÓGICOS .....	13
9.1 - Riscos Erosivos .....	13
9.1.1 - Erosão Laminar .....	14
9.1.2 - Boçorocas .....	16
9.1.3 - Colapsamentos e Solifluxão .....	24
9.2 - Resíduos Sólidos .....	25
9.3 - Poluição Química e Orgânica .....	26
10 - INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO.....	27

11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	29
12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

#### ANEXOS

- Mapa de Declividades
- Mapa do Substrato Rochoso
- Mapa de Coberturas Inconsolidadas
- Mapa de Riscos Geológicos
- Mapa de Indicações da Geologia para o Planejamento

## 1 - INTRODUÇÃO

A presente Nota Explicativa, acompanhada de mapas básicos e temáticos, foi elaborada como instrumento auxiliar para a elaboração do Plano Diretor da cidade de Cruzeiro do Oeste, conforme o convênio MINEROPAR-FAMEPAR-PREFEITURA MUNICIPAL DE CRUZEIRO DO OESTE. Trata-se de um diagnóstico preliminar do meio físico da zona urbana, sendo um instrumento básico para orientar a tomada de decisões locais a nível de planejamento urbano.

## 2 - OBJETIVOS

O presente trabalho foi realizado pelo convênio MINEROPAR-FAMEPAR, como subsídio à confecção do Plano Diretor Municipal. Seus objetivos são:

a) Caracterização do meio físico da área urbana de Cruzeiro do Oeste, com abordagem dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos.

b) Diagnóstico das condições atuais de uso e ocupação dos terrenos urbanos com a caracterização de riscos geológicos e/ou ambientais.

c) Elaboração de mapas-síntese com indicações da geologia para o planejamento urbano.

### 3 - METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido de modo a apresentar um diagnóstico qualitativo do meio físico da cidade de Cruzeiro do Oeste e seus problemas. Ele permitirá a qualquer especialista, utilizando as cartas temáticas elaboradas, interpretá-las em função de um problema específico e aplicar suas conclusões já na fase de planejamento.

A principal preocupação foi a de fornecer o máximo de subsídios para um melhor aproveitamento do meio físico, de acordo com as suas condicionantes, deficiências e potencialidades, e assim evitar conseqüências negativas e prejuízos advindos de uma ocupação inadequada.

O levantamento iniciou pela coleta do maior número de informações disponíveis sobre o meio físico da cidade. Isto foi feito com dados obtidos junto a órgãos que atuam na região e na própria prefeitura de Cruzeiro do Oeste. Também foi efetuada uma fotointerpretação preliminar, em escala 1:25.000, que serviu de base para a etapa de campo, realizada em novembro de 1993. Os dados assim obtidos foram registrados em decalques, que serviram para a elaboração de cartas básicas e temáticas. Após a transferência de dados para uma carta topográfica básica, na escala 1:5.000, fornecida pela FAMEPAR, fez-se a devida integração e interpretação.

Os estudos realizados na região de Cruzeiro do Oeste são apresentados na forma de mapas com legendas auto-explicativas e enquadram-se na categoria de mapas observacionais. São mapas de declividade, substrato rochoso, coberturas inconsolidadas e potencial de riscos geológicos e ambientais. O cruzamento das informações contidas nestes mapas temáticos e sua interpretação compõem o mapa final de indicações da geologia para o planejamento que acompanham a presente nota explicativa.

#### 4 - EQUIPE EXECUTORA

Por parte da MINEROPAR participaram dos trabalhos o geólogo Jefferson de Lima Picanço e o técnico em mineração Miguel Angelo Moretti. Durante os trabalhos de escritório participaram os estagiários Dênis Moreira Pinto, Cyntia Carla Cartes Patrício e Judivânia Maria Nunes.

Registramos nossos agradecimentos à pronta colaboração da Secretaria de Serviços Públicos e Rodoviários e da Secretaria de Planejamento e Urbanismo da Prefeitura Municipal de Cruzeiro do Oeste, cujos titulares, respectivamente o Agrimensor Benito Almodóvar Rodrigues e a Engenheira Civil Maria José Herkenhoff Carvalho, foram muito importantes pelas informações fornecidas durante nossos trabalhos de campo.

## 5 - LOCALIZAÇÃO

A cidade de Cruzeiro do Oeste localiza-se na região Noroeste do Estado do Paraná, próximo a Umuarama. Situa-se entre as coordenadas 23º45' e 23º50' S e 51º07' e 51º03' W G. Dista cerca de 560 km de Curitiba. É acessível a partir de Curitiba pela BR-376, passando por Apucarana e Maringá. Nesta última cidade toma-se a PR-323, em direção a Cianorte e Umuarama, atingindo-se Cruzeiro do Oeste 23 km antes da segunda.

## 6 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A cidade de Cruzeiro do Oeste localiza-se entre as bacias hidrográficas dos rios Ivaí e Piquiri, no Planalto de Campo Mourão, feição geográfica local do Terceiro Planalto Paranaense. Situa-se num importante divisor de águas regional, separando a bacia do rio das Antas, afluente do Ivaí, e o córrego Guarani, afluente do rio Goio-Erê, na bacia do Piquiri. É caracterizado regionalmente por chapadas e platôs suavemente ondulados, com divisores de águas arredondados. Na região de Cruzeiro do Oeste as altitudes situam-se entre 300 e 600 m.

A região possui um clima tipo Cfa (h) de Koepen, caracterizado por verões longos e úmidos, com um breve período de estiagem no inverno. As isoterms situam-se entre 21 e 22 °C anuais, com as maiores temperaturas em dezembro-janeiro e as

### MAPA DE SITUAÇÃO

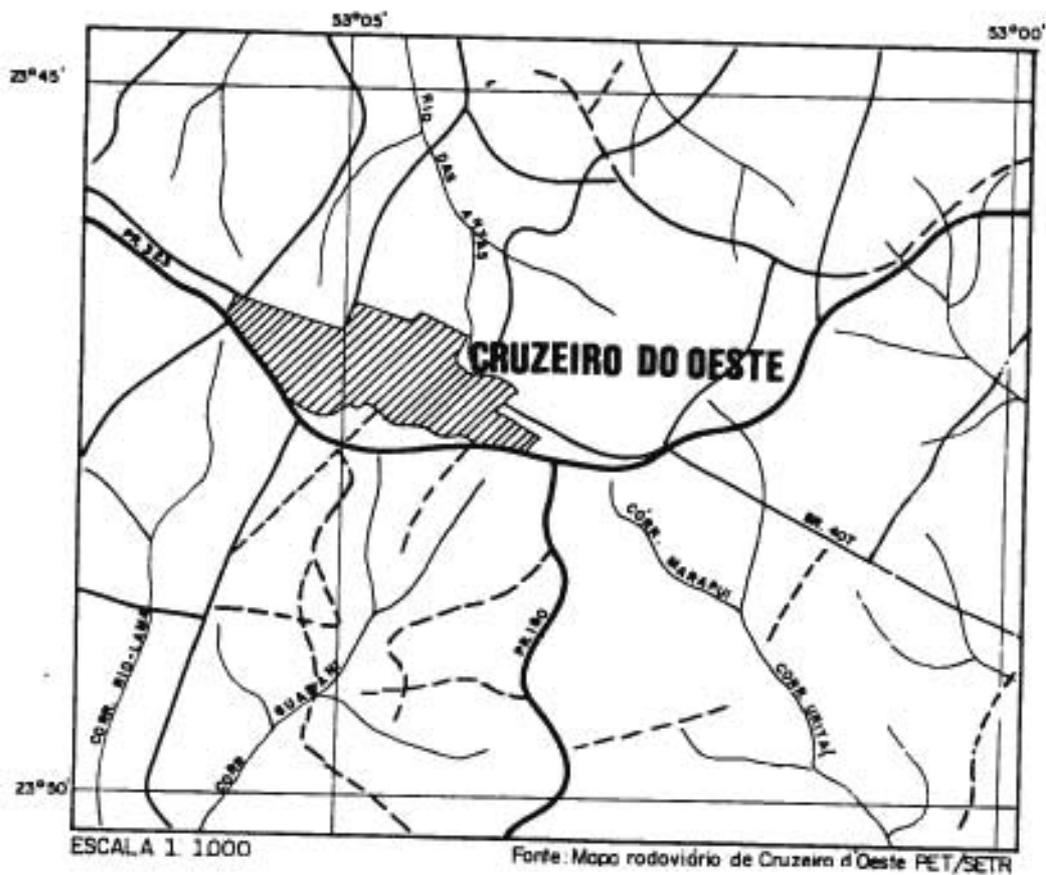
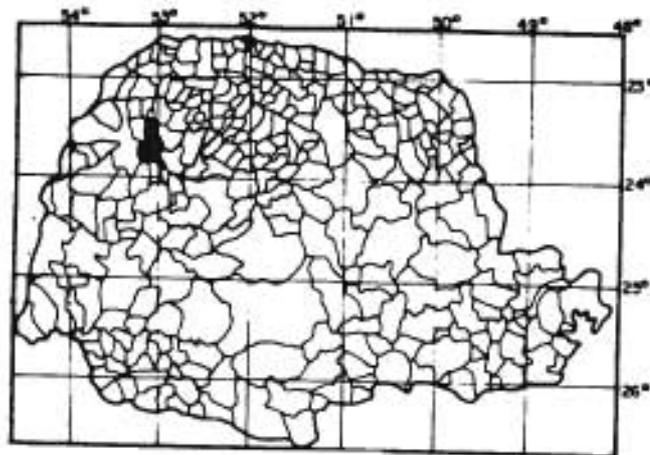


FIGURA 1. MAPA DE LOCALIZAÇÃO

menores em julho. A precipitação pluviométrica média está entre 1300 e 1500 mm anuais, com média máxima em fevereiro e média mínima em julho.

O núcleo urbano assenta-se sobre uma colina alongada no sentido NW-SE. Os topos são arredondados, flanqueados por vertentes côncavas e longas, de caimento suave. As drenagens são bem encaixadas, podendo formar encostas mais íngremes na calha dos rios, esculpindo o arenito Caiuá. Localmente podem formar várzeas, quando os rios se alargam devido ao assoreamento.

O relevo apresenta variações no sentido N-S. Os vales dos rios formadores do rio das Antas são mais abruptos e encaixados, cujos topos tabulares mostram nítidas rupturas de declive. As vertentes são côncavas, côncavo-convexas e até retilíneas. Ao sul, os vales dos rios formadores do córrego Guarani são abruptos, porém com menores declividades, representado por colinas suaves sem rupturas de declive bem marcado. As vertentes são côncavas, longas e suaves. Tal feição sugere que os processos morfogenéticos apresentam maior energia na bacia do Ivaí em relação à bacia do Piquiri, relacionada talvez com um menor nível de base da primeira.

## 7 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

A cidade de Cruzeiro do Oeste assenta-se sobre rochas da Formação Caiuá (Grupo Bauru, Cretáceo superior) e da Formação Paranavaí (Cenozóico). A Formação Caiuá (MAACK, 1947) ocorre em todo o Noroeste Paranaense sob forma de arenitos finos de coloração vermelho-arroxeadada, moderadamente selecionados, arredondados e com alta esfericidade. Assentam-se discordantemente sobre a Formação Serra Geral. JABUR & SANTOS (1984) separam dois fácies distintos dentro da Formação Caiuá, denominados Porto Rico (inferior) e Mamborê (superior). Na cidade de Cruzeiro do Oeste ocorre somente o fácies Porto Rico, caracterizado por arenitos finos e médios com estruturas planares com alto ângulo de mergulho, típicas de ambiente eólico. A sua porção superior contém arenitos com estratificação plano-paralela e estruturas convolutas, de sistemas lacustres efêmeros intercalados nos arenitos eólicos (POPP & BIGARELLA, 1975).

A Formação Caiuá apresenta regionalmente uma espessura da ordem de 150 m. Um poço para água subterrânea perfurado pela SANEPAR no distrito de São Silvestre, a 13 quilômetros da sede municipal, mostrou um perfil de 187 m exclusivamente em arenitos. Sua porção inferior assenta-se discordantemente sobre basaltos e arenitos do Grupo São Bento. Seu contato superior se dá por discordância erosiva com a Formação Paranavaí.

A Formação Paranavaí (POPP & BIGARELLA, 1975) é representada por material de origem coluvial sem estratificação nítida, bem

como um conjunto de depósitos aluviais e materiais arenosos e rudáceos. Compreende material arenoso fino, pouco argiloso, friável, pobremente selecionado. As areias castanhas e brancas de origem fluvial podem ser moderadamente selecionadas. Na maior parte dos casos a coloração dos sedimentos é vermelha.

Estes depósitos jazem sobre os arenitos Caiuá em discordância erosiva, com o contato marcado por camadas de seixos derivados do mesmo arenito, caracterizando paleopavimentos detriticos. Em outros locais esta característica não é tão nítida, com contatos discordantes sem a presença de seixos. Esta sequência encontra-se amplamente pedogenizada. As características dos solos desenvolvidos sobre a Formação Paranaíba estão descritos no item 7.0.

Dentro da malha urbana, principalmente na Avenida Palmas, ocorrem depósitos areno-argilosos, pouco estruturados, bastante porosos e permeáveis, gerados pela aceleração dos processos erosivos durante a ocupação da região. São pequenas bacias dendríticas, tecnogênicas, com inúmeros pedaços de plásticos, vidro e latas intercalados, caracterizando sua origem recente. Apresentam espessuras da ordem de 1,5 m e são bastante vulneráveis a instalação de boçorocas (Foto 1).



FOTO 1 - Perfil de sedimentos tecnogênicos na Avenida Palmas. Note-se a delgada sequência associando sedimentos arenosos com plásticos e cacos de vidro.

A estruturação geológica da área é feita pelo acamamento dos arenitos e pelos lineamentos estruturais que cortam a área. Foram detectadas duas famílias principais de fraturas. Uma família é caracterizada por fraturas abertas, com direção N20W, subverticais ou com mergulhos fortes para SW. A segunda família compreende fraturas abertas e fechadas, com direções entre N65E e E-W, com caimento forte para sul. As fraturas fechadas desta família são preenchidas por calcita ou betume.

As fraturas NW são predominantes, estruturando regionalmente as drenagens mais importantes, enquanto a outra família é menos marcada e condiciona somente pequenas drenagens locais.

## **B - COBERTURAS INCONSOLIDADAS**

Os diferentes tipos de coberturas inconsolidadas que ocorrem na região de Cruzeiro do Oeste foram divididos em dois tipos, solos coluviais e solos aluviais, de acordo com as características de espessura, maturidade, grau de transporte e relevo. Os solos coluviais são amplamente predominantes, subdivididos em solos coluviais arenosos rasos, desenvolvidos sobre a Formação Caiuá, e solos coluviais arenosos profundos, desenvolvidos sobre a Formação Paranavaí. Estes últimos ainda foram subdivididos em solos coluviais profundos senso estrito, solos com horizonte B argiloso e solos de areias quartzosas. Os solos aluviais são representados por solos de várzea (solos aluviais e orgânicos) e por solos desenvolvidos sobre terrenos tecnógenos.

### **B.1 - Solos Coluviais**

Os solos coluviais arenosos rasos desenvolvem-se sobre a Formação Caiuá e ocorrem em vales de rios onde afloram arenitos

ou zonas de declividade mais alta. São caracteristicamente pouco espessos (geralmente inferiores a 1,5 m) e pouco desenvolvidos. Apresentam um horizonte orgânico (A) assentado sobre um horizonte C (rocha alterada). Podem apresentar um horizonte B mineral. Por vezes apresentam um nível de cascalho formado por lateritas e restos de arenito vermelho em sua base, denotando seu caráter coluvial. São solos desenvolvidos em zonas de equilíbrio precário, definido pela predominância do transporte sobre a pedogênese.

Estes solos são bastante porosos, permeáveis e de fácil desagregação, que facilita a instalação de processos erosivos. Por outro lado, apesar de estarem sujeitos à erosão laminar, não apresentam perigo de instalação de boçorocas, uma vez que a sua pequena espessura interrompe o aprofundamento vertical do sulco.

Os solos coluviais arenosos profundos, desenvolvidos sobre a Formação Paranaíba ocupam boa parte da área urbana de Cruzeiro do Oeste. Do ponto de vista estritamente pedológico poderiam ser classificados como podzólicos vermelho-amarelos. Os podzólicos vermelho-amarelos com horizonte B abrupto, pela classificação da EMBRAPA (1984), foram aqui denominados de solos coluviais profundos com horizonte B argiloso. São solos bastante desenvolvidos e maduros, lateríticos, apresentando profundidades de até 30 m nas partes mais altas dos interflúvios, diminuindo progressivamente em direção às drenagens, onde transicionam para solos coluviais arenosos rasos.

São solos arenosos a franco-arenosos, com pequenas porcentagens de argila. São caracteristicamente porosos, permeáveis e friáveis, sendo muito suscetíveis à erosão. Os solos com B argiloso, uma vez expostos, perdem rapidamente seu horizonte A, por causa da impermeabilização do horizonte inferior, o que facilita o escoamento subsuperficial da água na encosta. O horizonte B argiloso muitas vezes forma couraças e carapaças muito duras, devido à concentração de Fe e Al no seu perfil de alteração. Tais couraças são resistentes ao intemperismo e possuem expressão geomorfológica, sustentando os relevos mais altos da área urbana. Entretanto, uma vez que o entalhamento vertical atinge os horizontes arenosos inferiores, a erosão desenvolve-se com mais rapidez, formando ravinas e podendo evoluir para boçorocas, conforme o caso. Estes dois tipos correspondem a mais de 90% da área mapeada.

Os solos de areias quartzosas representam pequenas inclusões dentro dos outros solos coluviais podzólicos. No entanto, devem ser ressaltados devido ao seu alto potencial de erodibilidade. Quando saturados com água, podem provocar escorregamentos e colapso devido à liquefação, no caso de alguma carga ser adicionada. Neste caso, estes solos podem se comportar como areia movediça, com a ocorrência de solifluxão. Ocorrem sobre depósitos arenosos colúvio-aluviais da Formação Paranavai. Representam 3% da área mapeada.

São solos arenosos e franco-arenosos, de coloração branca a branco-acinzentada quando misturado com matéria orgânica. De

espessura variável, são solos porosos, permeáveis e de fácil desagregação, apresentando-se fortemente suscetíveis a processos erosivos. Por suas características intrínsecas, zonas de ocorrência destes solos devem sofrer constante monitoramento.

## 8.2 - Solos Aluviais

Os solos aluviais ocorrem nas várzeas dos rios e nos depósitos tecnogênicos de meia-encosta, em zonas de cabeceira de drenagem. Representam cerca de 2% da área mapeada. Nas várzeas ocorrem depósitos aluviais arenosos, afogando os canais dos rios atuais por causa do intenso assoreamento. Em locais onde a velocidade da corrente diminui pode haver formação de solos hidromórficos, em pequenas várzeas.

Além dos solos aluviais, ocorrem também os depósitos sedimentares de origem tecnogênica discutidos na geologia. Como foi visto, representam depósitos bastante recentes, sendo posteriores à urbanização. Desenvolvem solos bastante arenosos e friáveis, sendo fortemente suscetíveis a processos erosivos.

## 9 - RISCO GEOLOGICO

Como ocorre em toda região Noroeste do Paraná, os principais problemas de risco geológico na cidade de Cruzeiro do Deste estão ligados a problemas de erosão acelerada, com formação de boçorocas de grandes dimensões ameaçando casas e ruas, principalmente na área urbana. Nesta área, as grandes boçorocas encontram-se hoje bem controladas e/ou estabilizadas, embora ainda se note alguns problemas. Outro ponto crítico diz respeito ao assoreamento dos rios e córregos. De forma ainda bastante subordinada, ocorrem situações de risco ligadas à poluição e a utilização dos recursos hídricos, mormente as águas subterrâneas.

### 9.1 - Riscos Erosivos

Com a ocupação do Noroeste Paranaense para a cafeicultura e, posteriormente com a pecuária, ocorreu um processo bastante acelerado de desmatamento. Conforme já alertado por MAACK, (1953), a retirada da exuberante cobertura vegetal daquela região poderia trazer riscos generalizados de erosão acelerada e perda de fertilidade dos solos. Pouco tempo se passou para que as comunidades ali instaladas passassem a sentir estes problemas, muitas vezes de forma aguda. Os problemas erosivos possuem registro geológico, na região através dos terrenos tecnogênicos agora detectados.

### 9.1.1 - Erosão Laminar

Conforme foi visto anteriormente, praticamente todos os tipos de solo detectados neste trabalho apresentam forte potencial de erodibilidade. Em terrenos com mais de 10% de declividade já começam a ocorrer sulcos e pequenas ravinas (Foto 2), dada a ação da erosão laminar sobre os terrenos desprotegidos de vegetação. Este tipo de fenômeno foi detectado com bastante intensidade nas ruas do Jardim Cruzeiro. Nestas áreas de declividade mais alta, praticamente todas as ruas perpendiculares às curvas de nível sofreram as consequências da erosão laminar. Em regiões onde ocorrem solos coluviais com horizonte B argiloso, nota-se que onde a camada mais argilosa está exposta forma-se uma couraça ferruginosa, que protege o solo da erosão. Praticamente todas as áreas onde ocorre esta variedade de solos são topos de colinas, uma vez que as carapaças protegem estas áreas e as fazem ressaltar no relevo.



FOTO 2 - Sulcamento desenvolvido em ruas perpendiculares às curvas de nível em declividades superiores a 10%, no Jardim Cruzeiro.

Porém, uma vez que a erosão vertical consegue ultrapassar esta camada e instalar-se nos solos mais arenosos, logo abaixo do perfil, temos da mesma forma que nas outras áreas a instalação de sulcos e ravinas, como a encontrada próximo ao barracão do IBC (Foto 3).



FOTO 3 - Erosão em solo com carapaça ferruginosa em horizonte B argiloso, em local próximo ao barracão do IBC. O sulco atingiu o horizonte inferior mais arenoso e induziu o aprofundamento vertical do perfil.

#### 9.1.2 - Boçorocas

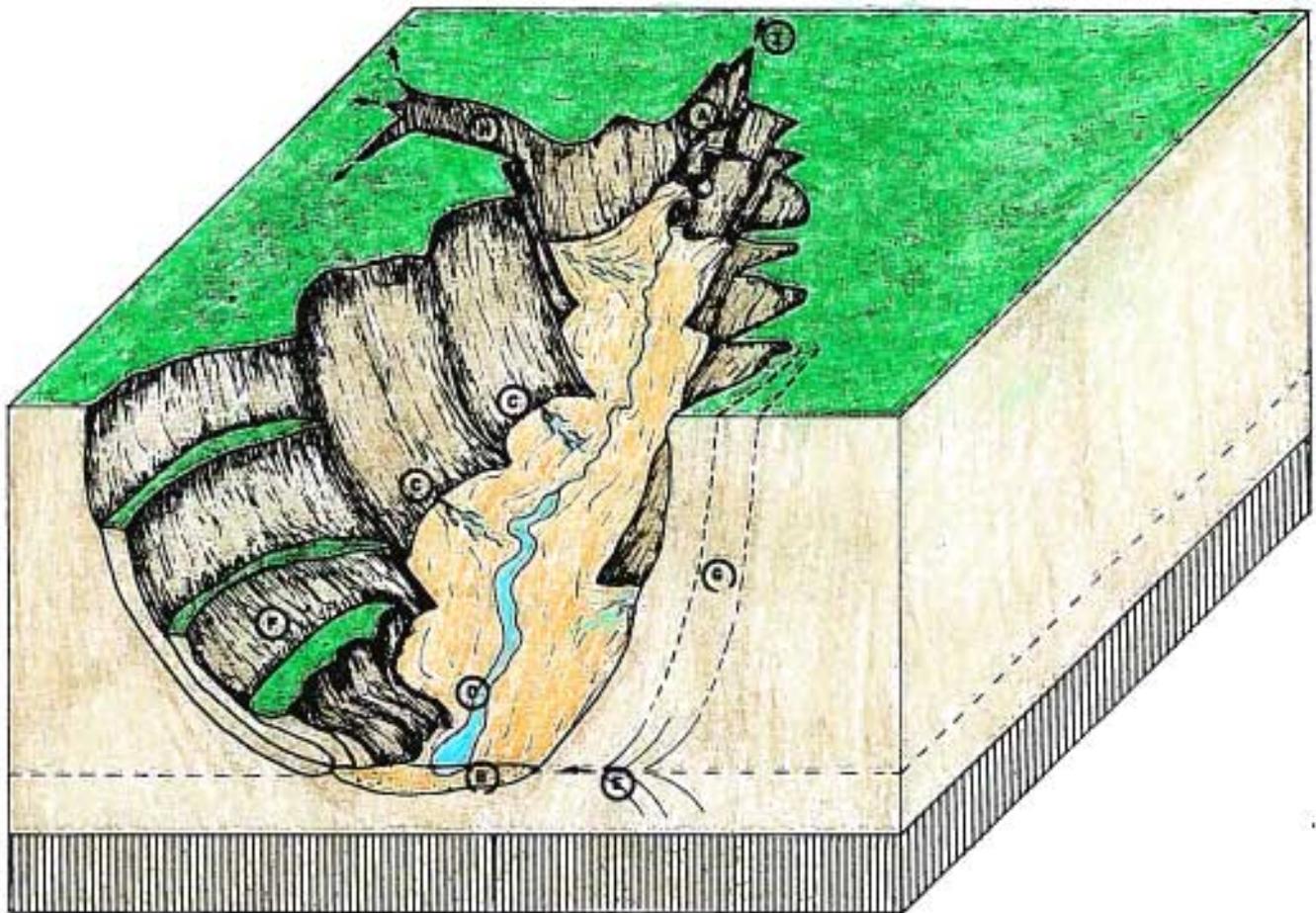
Boçorocas são fenômenos erosivos bastante complexos, envolvendo solos, substrato geológico, clima, relevo e vegetação num mesmo processo. São classificados, segundo GUIDICINI & NIEBLE (1976) como movimentos complexos de massa. O nome boçoroca (ou voçoroca) provém de uma expressão tupi-guarani que significa terra rasgada ou rompida (M' bosorog).

O principal agente desencadeador do processo é a água, que atua de diversas formas (GUIDICINI & NIEBLE, op.cit.): a) entalhe superficial; b) erosão por arraste de partículas nas paredes laterais e no pé da boçoroca, pela ação do lençol freático em processo de "piping"; c) transporte das partículas removidas de sua posição original pelos filetes d'água no fundo da boçoroca, como resultado da associação da água proveniente do lençol freático com a água de chuvas ou enxurradas. Os processos de entalhe superficial e "piping" provocam sucessivas quedas de massas de solo por descalçamento ou perda de apoio, enquanto que o transporte fluvial se encarrega de remover as massas tombadas. O solo instabilizado raramente cede por escorregamento rotacional, formando massas paralelas, achatadas, em taludes bastante íngremes.

A ocorrência de erosão superficial, erosão interna, solapamentos e descalçamentos, desabamentos e escorregamentos, tal como pode ser visualizado na figura 2, dotam a boçoroca de um invulgar poder destrutivo, manifesto em suas grandes dimensões e nos inúmeros prejuízos que acarreta. Constitui um dos principais problemas de risco geológico de todo o Noroeste Paranaense.

O tipo de solo de uma encosta define o maior ou menor grau de suscetibilidade à erosão (erodibilidade), por meio de características como textura, estrutura, composição, espessura e relação textural entre os horizontes ou camadas. Um solo podzólico, por exemplo, ocorre em regiões de topografia movimentada. Ele apresenta caracteristicamente logo abaixo do

## PRINCIPAIS PROCESSOS E FEIÇÕES DE BOÇOROCAS EM ÁREAS URBANAS



Solo coluvial arenoso

Nível freático

Rocha (fm Colúá)

- (A) Lançamento de águas pluviais
- (B) Sedimentos no fundo da boçoroca
- (C) Cavidades formadas por "piping"
- (D) Erosão e transporte fluvial no fundo da boçoroca
- (E) Erosão e transporte internos ("piping")
- (F) Colapso de blocos
- (G) Vertentes instabilizadas
- (H) Ramo da boçoroca
- (I) Sentido do avanço

horizonte superficial um horizonte ou camada com maior concentração de argila. Este horizonte funciona como uma barreira à percolação das águas e tende a propiciar um fluxo d'água subsuperficial e paralelo à encosta que só faz aumentar a erosão superficial. Um latossolo, com horizontes pouco marcados por diferenças texturais, ocorre em zonas topograficamente mais suaves, com menor risco de formação de boçorocas.

Segundo os trabalhos desenvolvidos no Estado de São Paulo pelo convênio DAEE-IPT (1990), boçorocas desenvolvem-se melhor em solos com textura arenosa e média, muito embora solos argilosos com elevadas proporções em siltes possam mostrar-se bastante sensíveis ao ravinamento. A textura de um solo depende em grande parte do substrato geológico sobre o qual são formados. Solos arenosos, derivados de arenitos são muito mais propícios à formação de boçorocas que solos argilosos, derivados do basalto. Macro-estruturas do solo, como estruturas prismáticas, favorecem à formação de ravinas, embora estas possam ou não evoluir em profundidade, dependendo de outras características do solo, como a textura e a profundidade. Não se observa, geralmente, a formação de boçorocas de grande porte desenvolvidas sobre os solos rasos. A presença de macro-estruturas prismáticas favorece a formação de ravinamentos bastante profundos em solos argilosos, derivados do basalto, podendo, dependendo das circunstâncias, evoluir para boçorocas.

Outro fator importante no desenvolvimento de boçorocas são as chuvas, as quais, dependendo de sua distribuição e intensidade, podem ser agentes erosivos importantes. Chuvas torrenciais ou pancadas de chuva durante o verão constituem-se no principal evento deflagrador de boçorocas na região, dado o seu alto poder erosivo, tanto maior quanto menor seja a cobertura vegetal e mais movimentada seja a topografia.

Encostas desvegetadas são muito expostas, uma vez que facilitam a concentração das águas e maiores velocidades de escoamento superficial. Quanto maior o comprimento da encosta, ou seja, quanto maior for o percurso das águas, mais efetivos serão os processos erosivos e, conseqüentemente, a facilidade para instalação de boçorocas.

Praticamente todas as boçorocas na área urbana de Cruzeiro do Oeste têm sua origem ou foram aceleradas pela descarga de águas pluviais e/ou servidas. Em praticamente todas as drenagens que cortam a PR-323 e onde foram instaladas canaletas de drenagem apresentam boçorocas em diversos graus de desenvolvimento (Foto 4).



FOTO 4 - Boçoroca formada por reativação de drenagem ao longo da PR-323, em frente ao Laticínio.

Existem duas formas principais para a formação de boçorocas (DAEE-IPT,1990). As boçorocas podem ser formadas, primeiramente, por alterações hidrológicas das respectivas bacias de drenagens, provocando alteração no regime de vazões e induzindo o surgimento de fenômenos de "piping" e erosão remontante. A drenagem então remonta e reentalha seu curso, originando boçorocas ramificadas e de grande porte.

O maior processo causador de boçorocas, no entanto, é a concentração de águas superficiais, causadas principalmente pelo lançamento das águas servidas em drenagens urbanas e por

rodovias. A boçoroca formada pelo rio das Antas, próximo à Praça  
25 de Março, já está em grande parte controlada por obras civis.  
Entretanto, a cabeceira da tubulação encontra-se instabilizada,  
com a ocorrência de trincas e fendas (Foto 6).



FOTO 5 - Boçoroca estabilizada. Note-se, porém, as cicatrizes de pequenos escorregamentos nas cabeceiras da galeria e o despejo de águas servidas no talude.



FOTO 6 - Detalhe da boçoroca da Foto 5, mostrando as fendas formadas por instabilização da encosta na cabeceira da galeria.

O talude encontra-se em grande parte protegido com o plantio de bambus e taquaras, embora aqui e ali observe-se lançamentos clandestinos de águas e esgotos. O encharcamento do solo pode induzir a instabilidades no talude e provocar escorregamentos e afundamentos com bastante prejuízo para as habitações vizinhas (Foto 5).

A boçoroca da Avenida Palmas está em grande parte estabilizada. Esta boçoroca desenvolveu-se sobre terrenos tecnogênicos, bastante suscetíveis ao fenômeno, e que requerem constante monitoramento.

A grande boçoroca próxima à farinhaeira foi provavelmente originada pela concentração das águas drenadas pela rodovia a montante. Muito embora as obras civis tenham controlado o processo remontante e o entalhamento vertical tenha sido freado ao encontrar o substrato rochoso, a ação erosiva prossegue acelerada através do desabamento de taludes (foto 7).



FOTO 7 - Instabilização das encostas da boçoroca próxima à farinhaeira, com desabamento de taludes provocados por colapso basal.

E necessário que sejam tomadas medidas no sentido de se impedir a erosão lateral e conter os desabamentos e deslizamentos, para que se possa evitar uma perda ainda maior de terreno. A prática de se depositar galhos e restos vegetais nas encostas tem eficiência duvidosa, pois não detém nem estabiliza as encostas, nem contém as enxurradas maiores e mais destrutivas.

### 9.3 - Colapsamento e Solifluxão

Os terrenos arenosos ou francamente arenosos com lençol freático raso, quando saturados com água, podem ser suscetíveis a processos de solifluxão ou de colapso, devido à baixa densidade do solo arenoso pouco compactado.

Outro problema diz respeito à construção de poços ou fossas sem revestimento adequado, podendo provocar inúmeros problemas como desabamentos e colapsos, como se apreende da Foto 8.



FOTO 8 - Colapso de fossa construída sem revestimento.

## 9.2 - RESÍDUOS SÓLIDOS

Um risco geológico bastante sério diz respeito ao destino final de resíduos sólidos. O lixo está sendo depositado em locais provisórios, muitas vezes impróprios para este fim, como lavras de areais abandonadas. Devido às características geológicas e hidrogeológicas da região, o lixo é um ativo

contaminante do lençol freático, através da fácil e rápida percolação de chorume através do solo arenoso e permeável. O chorume é um líquido proveniente da decomposição do lixo, extremamente rico em metais, corrosivo e prejudicial à saúde.

O problema da construção do aterro sanitário em Cruzeiro do Oeste deve ser resolvido o mais rapidamente possível, para que o lixo possa ser depositado em locais tecnicamente mais apropriados para este fim. Paralelamente, devem ser tomadas as providências para a despolição da área do antigo lixão, localizado às margens da PR-323.

### 9.3 - Poluição Química e Orgânica

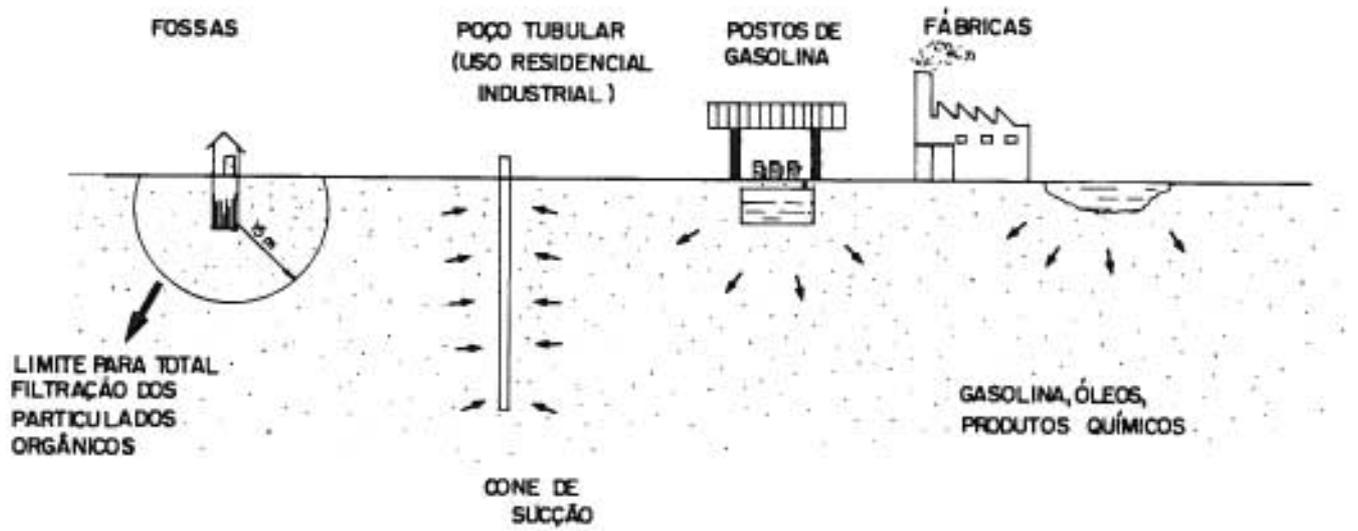
Os solos e as águas superficiais e subterrâneas estão sujeitas a ataques de agentes poluidores químicos e orgânicos. Dadas as suas características de solvente, as águas são bem mais vulneráveis a estes ataques.

No Noroeste Paranaense, onde afloram os arenitos da Formação Caiuá, existem alguns condicionantes importantes do ponto de vista da gestão de recursos hídricos, principalmente das águas subterrâneas. As formações Caiuá e Paranavaí funcionam como um aquífero livre, ou seja, está em contato direto com o aquífero superficial, já bastante comprometido com poluição de todos os tipos, como pode ser visualizado na figura 3. Por um lado, as areias finas funcionam como um excelente filtrante, retendo

praticamente todos os resíduos sólidos e particulados que venham a conter. As águas de fossas e valas de deposição de material orgânico e particulado são completamente purificadas num entorno de 10 a 15 m , por causa do alto poder filtrante das areias finas ao redor. A poluição química, por outro lado, é bastante séria, dado que as areias são bastante permeáveis e de fácil percolação. A rápida percolação de substâncias químicas aumenta bastante os riscos de contaminação dos aquíferos. Os principais agentes poluidores identificados são postos de gasolina, lixões, manejo de produtos químicos, fertilizantes e defensivos agrícolas, garagens de ônibus, curtumes e depósitos de ferro-velho. A poluição destes agentes é sobretudo química e é maior quanto mais exposta está a rocha (solos rasos) ou onde o solo é permeável. Tubulações que transportem produtos químicos, tanques sépticos e de combustível devem ser construídos segundo formas técnicas adequadas e prevendo um monitoramento constante para se evitar problemas ambientais.

Os agentes poluidores citados podem comprometer irremediavelmente um aquífero nestas condições, visto que a descontaminação de um aquífero é um processo bastante lento, de duração secular.

# PRINCIPAIS PROBLEMAS DE CONTAMINAÇÃO NUM AQUÍFERO LIVRE



## 10 - INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO

O mapa de indicações da geologia para o planejamento, apresentado no Anexo 6, é uma síntese dos estudos desenvolvidos em Cruzeiro do Deste. Procura orientar a ocupação urbana da cidade com base nas características do meio físico, levando em conta os aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos e geotécnicos da região. Procura também demonstrar as atuais condições ambientais e de uso e ocupação das áreas contidas no perímetro urbano.

Ao nível em que é apresentado, restringe-se a indicar as principais características das unidades do mapeamento, suas restrições ao uso e ocupação e indicações para o planejamento.

Os principais fenômenos erosivos referem-se à ação da erosão laminar em ruas com declividades superiores a 10%, gerando sulcos e ravinamentos e podendo evoluir para boçorocas. As boçorocas são uma associação complexa de fenômenos erosivos e ocorrem em solos de textura arenosa, erodíveis e situados em declividades médias a altas. São originadas por mudanças no regime hidrológico devido ao desmatamento, ou então, deflagradas pela concentração de águas pluviais e servidas. As principais boçorocas de Cruzeiro do Deste encontram-se em sua maioria detidas e estabilizadas com obras de contenção. Alguns cuidados com instabilização de taludes das grandes boçorocas ainda são necessários. Também são

necessárias obras para evitar o lançamento concentrado de águas pluviais e servidas, principalmente ao longo da PR-323.

As áreas de fundo de vale e cabeceiras de drenagem são bastante sensíveis ao risco geológico, devido à alta declividade e à presença de água. Nesta áreas é aconselhável manter um baixo adensamento ocupacional, onde essa ocupação já existe. As demais áreas devem ser zonas de preservação, ou ocupadas com reflorestamento ou com áreas de lazer. Os sistemas de drenagem de águas pluviais deve ser implantado de acordo com as normas técnicas recomendadas (DAEE-IPT,1990).

Áreas com declividade maior que 30% são de aproveitamento bastante restrito na área urbana de Cruzeiro do Oeste. São inaptas para a ocupação, devido aos riscos que acarretaria. Devido à sua localização, preferencialmente em zonas de fundos de vale e cabeceiras de drenagem, devem ser tratadas da mesma forma que estes.

## 11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

1) A cidade de Cruzeiro do Oeste assenta-se sobre um substrato de rochas arenosas de origem eólica (Formação Caiuá), recoberto por material arenoso coluvial (Formação Paranavai). O núcleo urbano mais antigo assenta-se sobre uma espessa camada

coluvial, gradando para cobertura mais rasas onde podem aflorar arenitos eólicos finos. Em alguns locais desenvolveram-se aluviões de natureza recente (tecnógeno), com a presença de plásticos associados aos sedimentos. A estruturação regional se faz com o acamamento horizontal a sub-horizontal dos arenitos Caiuá. Esta estruturação primária é cortada por lineamentos estruturais, dos quais o mais importante é o lineamento do Rio das Antas, que condiciona o traçado regional das drenagens para NNW-ESE.

2) A cidade de Cruzeiro do Oeste situa-se num divisor de águas regional, separando as bacias do Ivaí e do Piquiri, através do seu afluente rio Goio-Erê. Fora deste espigão, onde está a cidade, a geomorfologia pode ser subdividida de acordo com as principais bacias. A bacia do Rio das Antas-Ivaí tem o relevo tabular, com vales bem encaixados e vertentes côncavo-convexas a retilíneas, em zonas de maiores declividades. A bacia do córrego Guarani-Rio Goio-Erê tem um relevo mais suave e colinoso, com grandes vertentes côncavo-convexas e rios encaixados.

3) As coberturas inconsolidadas são geralmente arenosas e de natureza coluvial, correspondendo a solos maduros e com características podzólicas. Subordinadamente, ocorrem solos tecnogênicos, bastante recentes, ocupando zonas de drenagem.

4) Os principais problemas de risco geológico, deflagrados pelo uso inadequado do terreno, dizem respeito a fenômenos de erosão, gerados pela ação da erosão laminar e formação de

boçorocas. Subordinadamente, ocorrem problemas tais como o assoreamento de rios e poluição de águas superficiais e subterrâneas.

5) A grande homogeneidade textural dos materiais de cobertura na zona urbana de Cruzeiro do Oeste resulta que praticamente todos os tipos de solo detectados neste levantamento começam a apresentar problemas quando em declives superiores a 10%. Deve-se dificultar ao máximo o escoamento superficial das águas de enxurrada através de medidas tais como: a) evitar o traçado de ruas paralelamente às curvas de nível; b) pavimentar as ruas em regiões de declividades críticas, com drenagem pluvial bem dimensionada; c) ruas e calçadas também podem ser revestidas com cobertura vegetal que reduza o escoamento das águas, como o capim quicuío, grama sêda ou paulistinha e outras similares; d) implantar sistemas de despejo de águas servidas sempre com estruturas de dissipação, para evitar o lançamento de águas com grande energia sobre solo altamente erodível.

As boçorocas urbanas devem ser constantemente monitoradas para que se possa sempre barrar seu avanço por erosão remontante ou por instabilização lateral de taludes. Regiões de solos arenosos devem ter cuidados redobrados.

6) A ocupação das áreas de fundo de vale pode potencializar o risco de erosão ou deslizamento, se se tratar de locais de alta declividade. Também aumentam o risco de poluição de aquíferos e

assoreamento dos rios a jusante.

7) Áreas de solos arenosos coluviais rasos, devido às suas características de espessura, alta porosidade e permeabilidade, devem sofrer restrições à implantação de instalações, obras e serviços geradores de resíduos poluentes sólidos ou líquidos, como aterros sanitários, postos de gasolina, garagens e depósitos de ferro velho. Se inevitável, deve-se proceder o controle e monitoramento dos níveis de poluição.

8) Os depósitos de lixo de Cruzeiro do Oeste encontram-se dispersos em vários sítios distintos, constituindo-se em agentes potenciais da degradação ambiental. Recomenda-se urgência na seleção de área apropriada para comportar um aterro sanitário, segundo critérios técnicos específicos.

9) Áreas de extração de areia abandonadas são precursoras para a instalação de processos erosivos. São áreas pouco recomendadas para a deposição de lixo, inerte ou não. Recomenda-se a execução de estudos e projetos de recuperação destas áreas degradadas, segundo critérios técnicos adequados.

10) Recomenda-se, a nível de contribuição para a elaboração do Plano Diretor:

a) Adotar medidas de prevenção e recuperação das situações

de degradação ambiental, com base nos principais problemas detectados no presente levantamento.

b) Promover medidas de correção dos distúrbios ambientais verificados, principalmente quanto à erosão de encostas, formação de boçorocas, desassoreamento de rios e córregos e a poluição de mananciais e aquíferos. No que diz respeito aos processos erosivos, recomenda-se recorrer a orientação da SUCEAM, órgão do estado com atribuições específicas nesta área.

c) Adotar restrições à ocupação de cabeceiras de drenagem, áreas de fundo de vale e terrenos de alta declividade. Obviamente, zonas já ocupadas merecerão estudos de viabilidade, com o monitoramento das condições ambientais.

d) Adotar medidas de conscientização da população em relação aos processos de degradação ambiental e suas conseqüências, através da implantação de projetos ambientais envolvendo escolas e associações de bairros e outras entidades da comunidade.

11) Os estudos realizados culminaram com o estabelecimento de algumas indicações e prioridades para a ocupação do espaço físico. Os resultados obtidos foram sintetizados no Mapa de Indicações da Geologia Para o Planejamento (Anexo 6), com legenda auto-explicativa. Ele visa orientar as decisões para a ocupação da área urbana de Cruzeiro do Oeste, não eximindo projetistas e

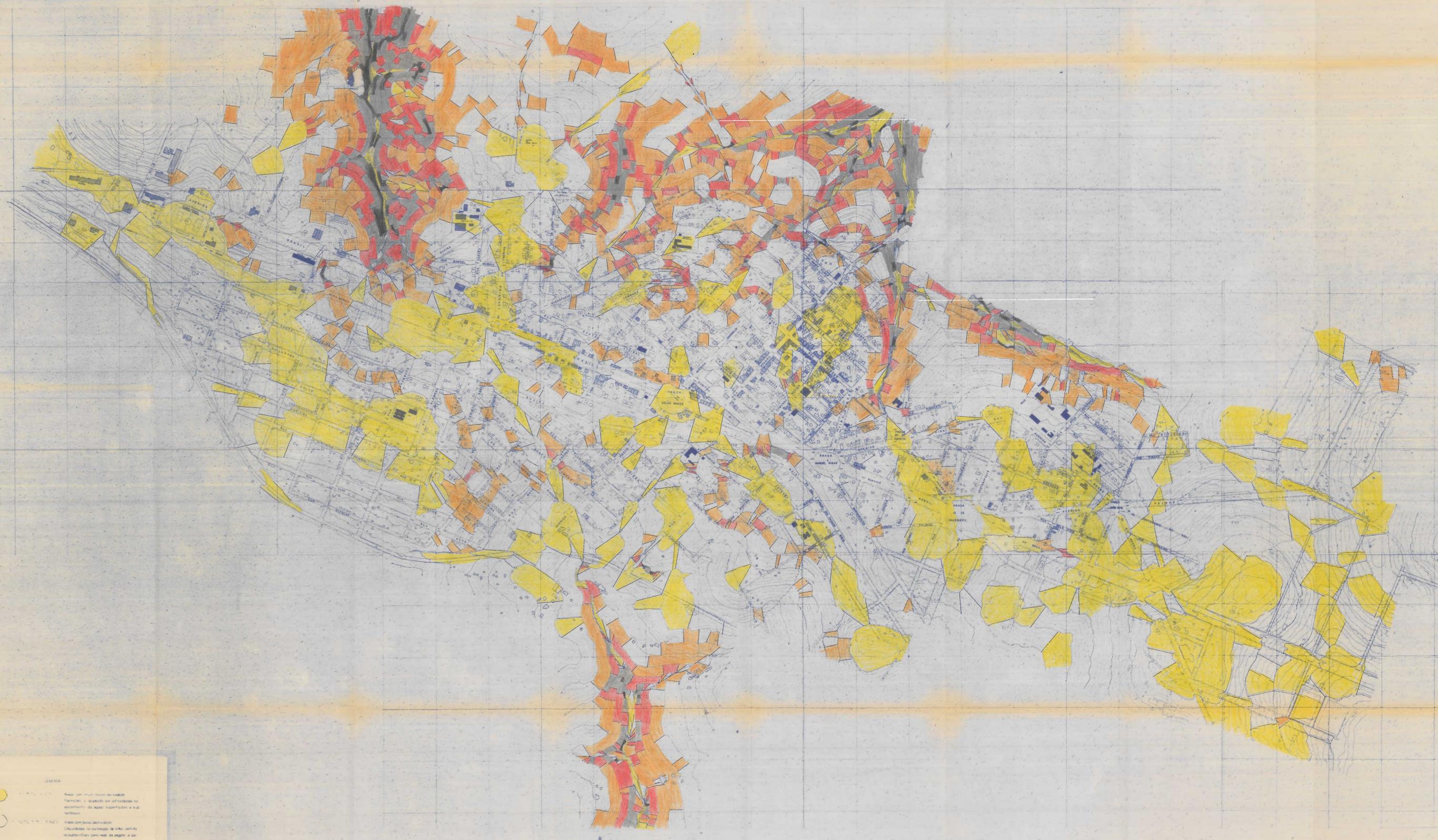
engenheiros dos ensaios de caracterização local para a implantação de qualquer obra civil.

12) Consideram-se desta forma atingidos os objetivos propostos pelo presente trabalho, com o diagnóstico das condições atuais de uso e ocupação dos solos e caracterização do meio físico da região urbana de Cruzeiro do Oeste.

13) Recomenda-se para futuros estudos a caracterização quantitativa dos materiais de superfície (solo e rocha), visando uma definição mais apurada da adequabilidade dos terrenos à erosão e à ocupação urbana detectados neste levantamento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

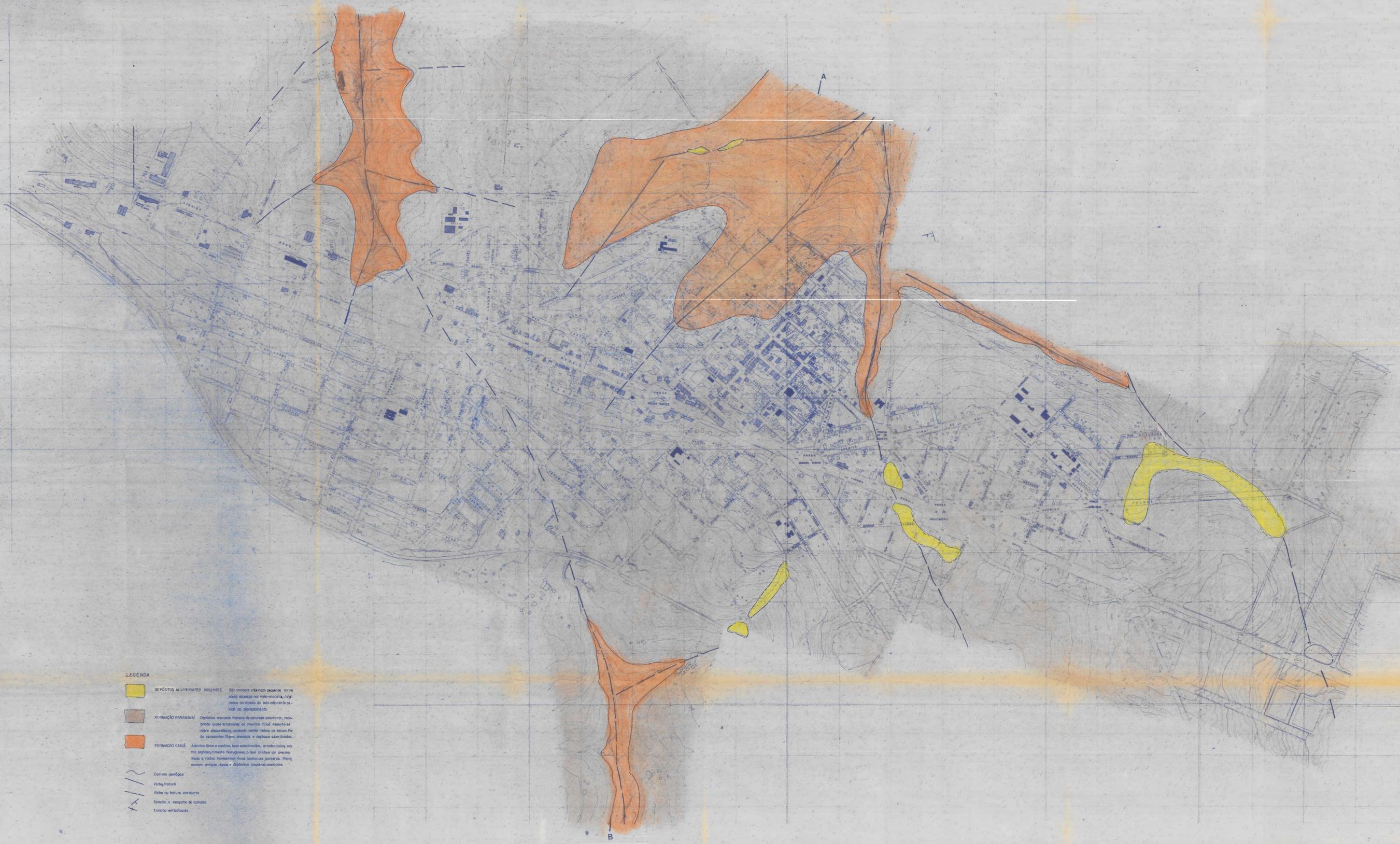
- BIGARELLA, J. J., MAZUCHOWSKI, J. Z. Visão Integrada da Problemática da Erosão. In : Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 3, Maringá, 1985, 332 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Curitiba: EMBRAPA, 1984. 2t., 1 mapa. Convênio SUDESUL/EMBRAPA/IAPAR.
- GUIDICINI, G. & NIEBLE C.M. Estabilidade dos taludes naturais e de escavação. São Paulo: EDGARD BLUCHER-EDUSP, 1976. 170 p.
- JABUR, I.C. & SANTOS, M.L. Revisão Estratigráfica da Formação Caiuá. Boletim de Geografia Maringá, 1984, V 2, no2:273-382.
- MAACK, Reinhard. As consequências da devastação das matas no Estado do Paraná. Arquivos de Biologia e Tecnologia. Curitiba, 1953. Vol VIII, art. 20, p 437-457.
- POPP, J.H. & BIGARELLA, J.J. Formações Cenozóicas no Noroeste do Paraná. An. Acad Bras de Ciênc. Rio de Janeiro, 1975. V 47, p. 467-475. Suplemento.
- SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. Controle de Erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional; orientações para o controle de boçorocas urbanas. 2.ed. São Paulo: DAEE/IPT, 1990. 92p.



**LEGENDA**

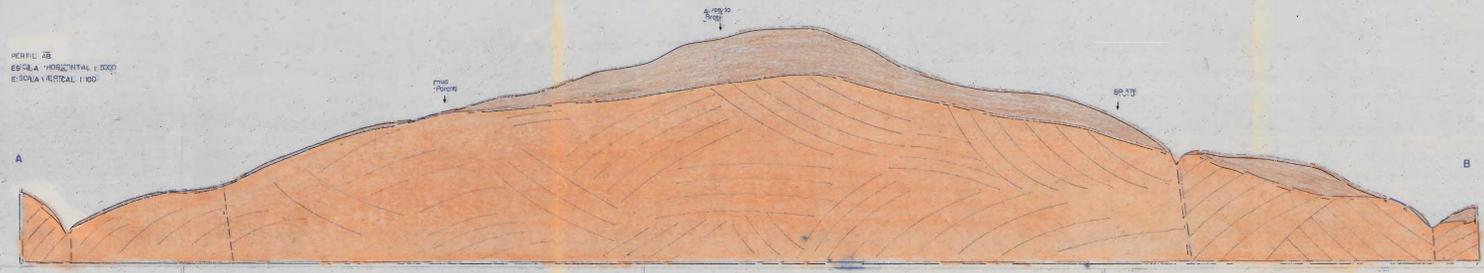
- Área com muito alta densidade populacional e elevada taxa de crescimento no planejamento de longo prazo e alta rentabilidade.
- Área com alta densidade populacional e elevada taxa de crescimento no planejamento de longo prazo e alta rentabilidade.
- Área com média densidade populacional e taxa de crescimento moderada no planejamento de longo prazo e rentabilidade.
- Área com baixa densidade populacional e taxa de crescimento baixa no planejamento de longo prazo e rentabilidade.
- Área com baixa densidade populacional e taxa de crescimento baixa no planejamento de longo prazo e rentabilidade.
- Área com muito alta densidade populacional e elevada taxa de crescimento no planejamento de longo prazo e alta rentabilidade.

<b>MINEROPAR</b>	
MAPA DE DECLIVIDADE	
CRUZEIRO DO OESTE	

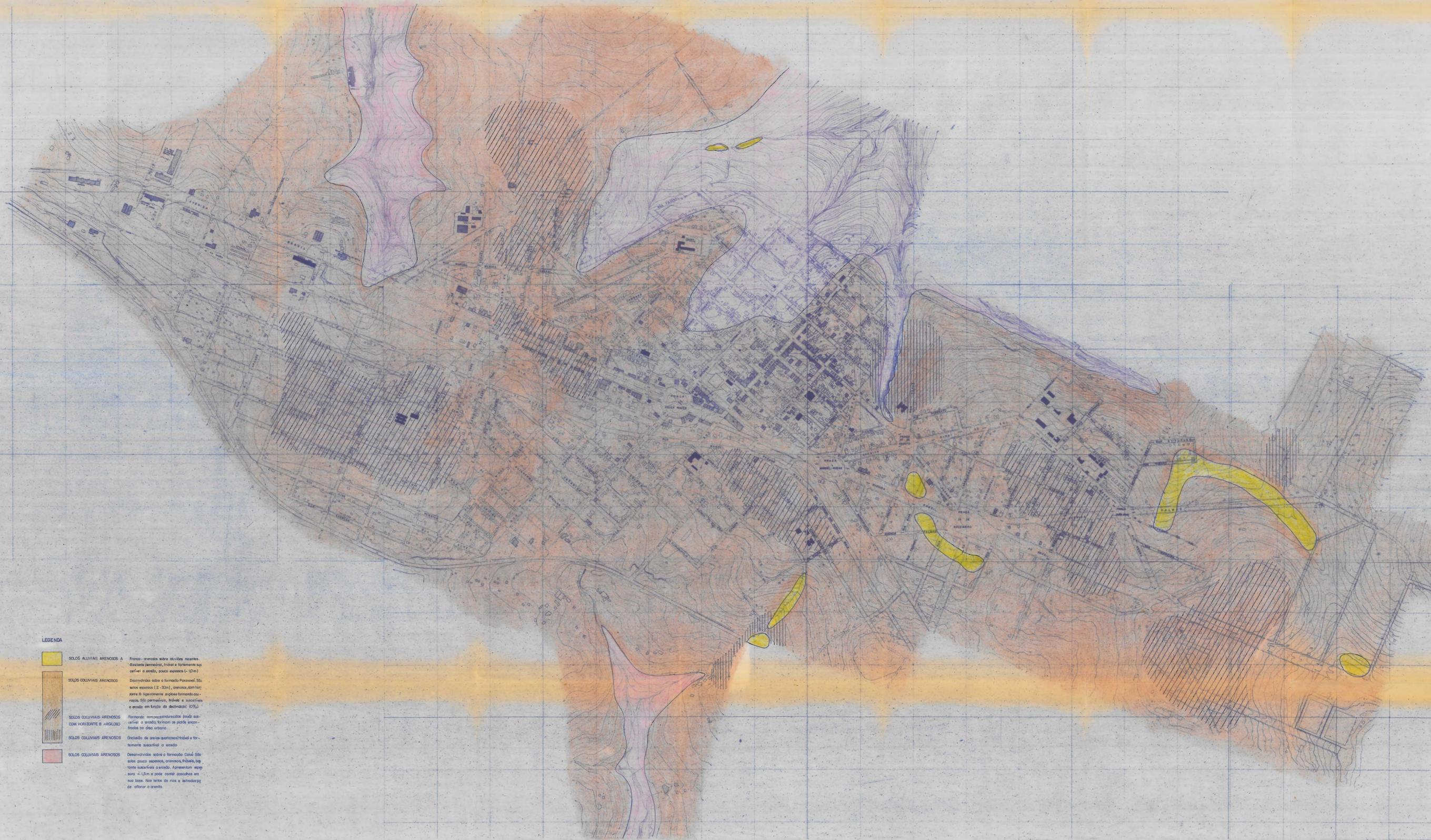


**LEGENDA**

- DEPÓSITOS ALUVIONARES RECENTES - São areias e fangos recentes, com pouca espessa de mata-encosta, "tijolos" no nível do solo adjacente devido ao desmatamento.
  - FORMAÇÃO CASILÁ - Depósito arenoso formado de natureza vulcânica, resultando após o resfriamento da lavagem. Possui características de areia, com fragmentos de basalto, podendo conter seixos de sílex. Pode apresentar fragmentos de argilas subordinadas.
  - FORMAÇÃO CASILÁ - Areia fina a média, bem selecionada, arredondada, com traços argilosos, com fragmentos de basalto, que confere cor avermelhada ao corpo. Apresentam fraturas laminares paralelas. Podem apresentar areia dura e argilas tenazes encobertas.
- Zonas geológicas
- Falha, fratura
  - Falha ou fratura encoberta
  - Direção a ser seguida no campo
  - Contorno verticilado



PERFIL AB  
ESCALA VERTICAL 1:500  
ESCALA HORIZONTAL 1:100



**LEGENDA**

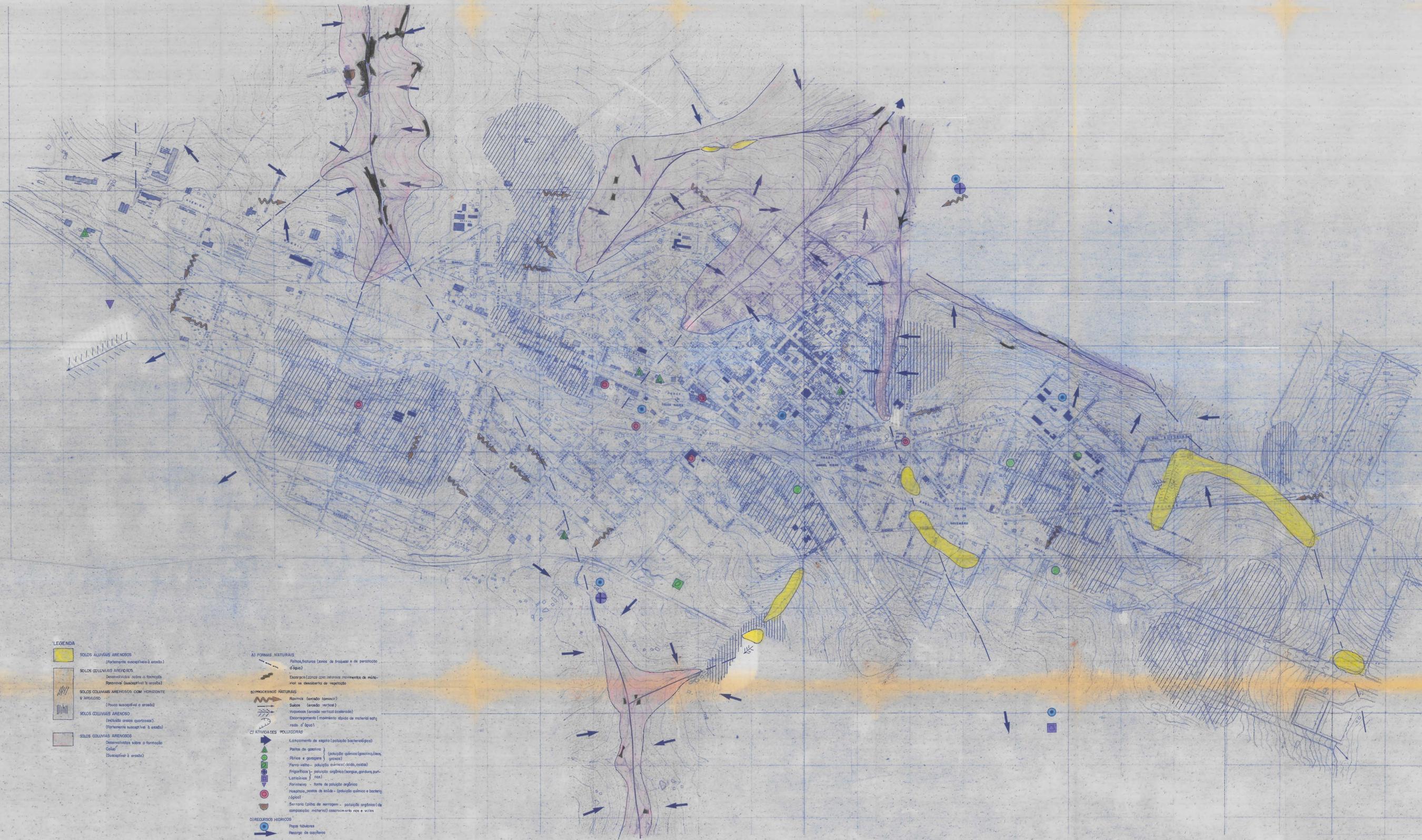
**Solos Aluviais Arenosos A** Franco - arenoso sobre depósitos recentes. Bastante permeável, frível e fortemente susceptível a erosão, pouco espessos (1-10m)

**Solos Colúviais Arenosos** Desenvolvidos sobre a formação Paraná, São solos espessos (2-30m), arenoso, com horizonte B ligeiramente argiloso formado durante o período glacial, frível e suscetível a erosão em função da declividade (10%)

**Solos Colúviais Arenosos com Horizonte B Argiloso** Formados em condições de frível e fortemente susceptível a erosão, formam as placas encaixadas no área urbana.

**Solos Colúviais Arenosos** Formação de áreas quaternárias frível e fortemente susceptível a erosão

**Solos Colúviais Arenosos** Desenvolvidos sobre a formação Colúv São solos pouco espessos, arenoso, frível, ligeiramente suscetível a erosão. Apresentam argila < 1,5m e pode conter cascalhos em sua base. Nos locais de rios e estradas pode oferecer o areito.



**LEGENDA**

- SOLOS ALUVIAIS ARENOSOS  
(Fracamente suscetíveis à erosão)
- SOLOS COLUVIAIS ARENOSOS  
(Desenvolvidos sobre a formação  
Ressandei' (suscetível à erosão)
- SOLOS COLUVIAIS ARENOSOS COM HORIZONTE  
E APOLÍDICO  
(Fracamente suscetível à erosão)
- SOLOS COLUVIAIS ARENOSOS  
(Incluído nessa categoria)  
(Fracamente suscetível à erosão)
- SOLOS COLUVIAIS ARENOSOS  
(Desenvolvidos sobre a formação  
Culca)  
(Suscetível à erosão)

**A) FORMAS NATURAIS**

- Falhas, fraturas (zonas de fratura e de percolação  
d'água)
- Escarpas/Locais com intensos movimentos de massa  
na descoberta de vegetação

**B) PROCESSOS NATURAIS**

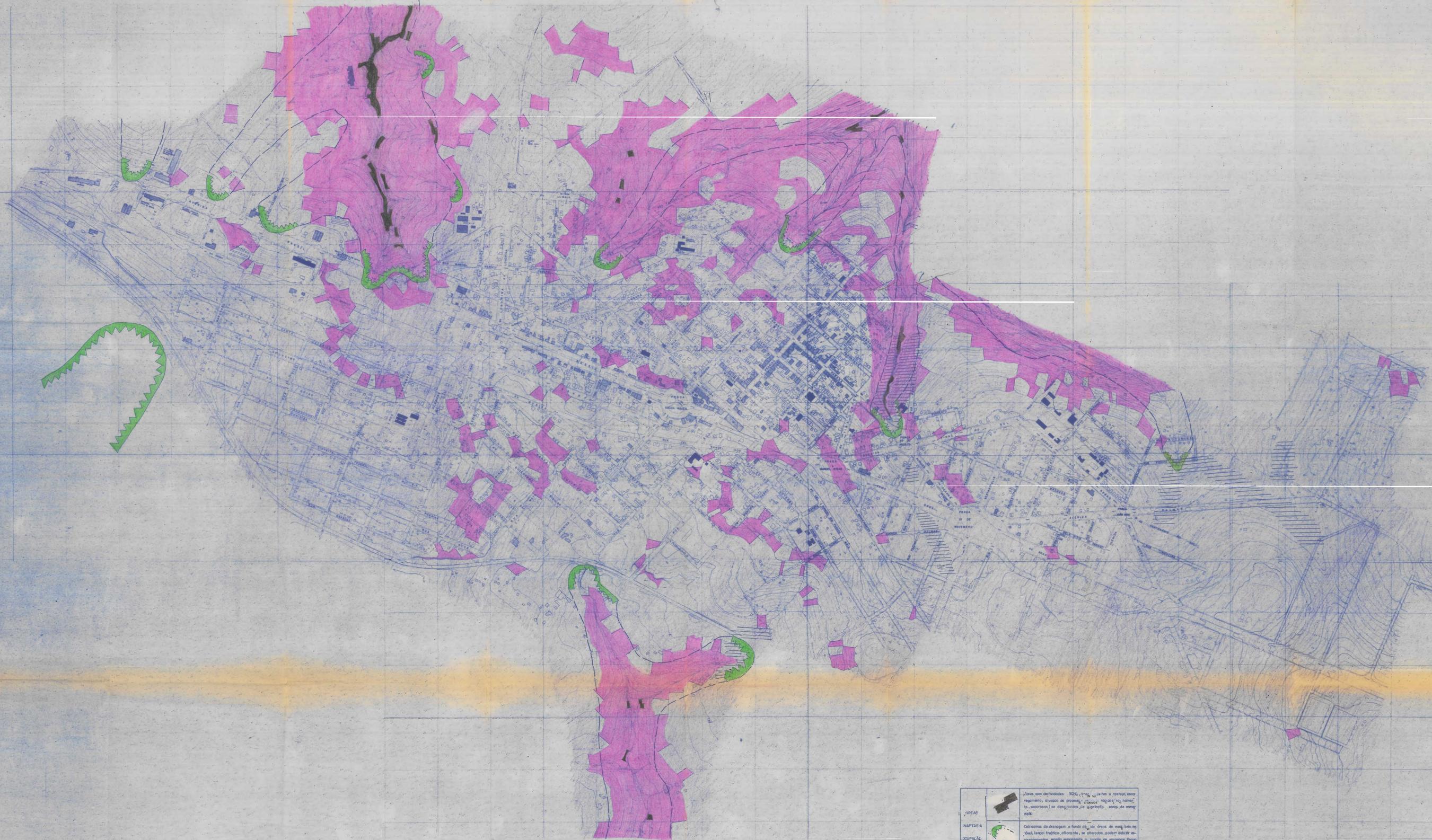
- Ravina (erosão laminar)
- Sulcos (erosão vertical)
- Escorregimento (movimento de massa de material saturado  
de água)

**C) ATIVIDADES POLUIDORAS**

- Lançamento de esgoto (poluição bacteriológica)
- Poças de gasolina (poluição química (pesticidas,  
graxas))
- Fritura e queima (poluição química (dióxido de carbono,  
óxido de enxofre))
- Fritura - poluição química (dióxido de carbono,  
óxido de enxofre)
- Fritura - poluição química (dióxido de carbono,  
óxido de enxofre)
- Fritura - fonte de poluição orgânica
- Usinas, poças de salmoura - poluição química e bacteriológica
- Sarcos (pilhas de serragem - poluição orgânica (de  
composição, material) associada com a roça e a vilas)

**D) RECURSOS HÍDRICOS**

- Poças subterâneas
- Recarga de aquíferos



ÁREAS DE RISCO		Zonas com declividade > 30%, e/ou em áreas de risco, onde o movimento de massa é possível. Estas zonas podem ser classificadas como "áreas de risco" e devem ser evitadas, sendo de reserva para o futuro.
ÁREAS DE RISCO COM REPERCUSSÃO		Calcanhais de drenagem a fundo de vale, áreas de escarpamento íngreme, locais frágeis, aflorantes, se alterados, podem induzir escorregamentos, sendo recomendada a adoção de cuidados. Para a restauração dos mananciais, requer conservação e monitoramento.
ÁREAS DE RISCO COM REPERCUSSÃO		Zona de risco de deslizamento de terra, com declividade > 30%, e/ou em áreas de risco de escorregamento, devido a sua situação em declividade alta (> 30%), requer obras para evitar escorregamentos e deslizamentos.
ÁREAS DE RISCO COM REPERCUSSÃO		Zonas com declividade > 30%, e/ou em áreas de risco de escorregamento, devido a sua situação em declividade alta (> 30%), requer obras para evitar escorregamentos e deslizamentos.

6  
(  
M  
e