Secretaria de Estado da
Indústria, Comércio e do
Desenvolvimento Econômico.

Programa Geologia Aplicada
ao Planejamento Municipal

Convênio MINEROPAR / FAMEPAR E
Município de Capitão Leônidas Marques

# Geologia de Planejamento

## Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Capitão Leônidas Marques

MINEROPAR
SERVIÇO GEOLÓGICO E PESQUISA MINERAL

Curitiba
1995

Minerais do Paraná S.A.
BIBLIOTECA

MINEROPAR - SERVIÇO GEOLÓGICO E PESQUISA MINERAL

GEOLOGIA DE PLANEJAMENTO

# CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA ÁREA URBANA DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES

Curitiba
1995

M 664c

MINEROPAR. Serviço Geológico e Pesquisa Mineral.
Caracterização do meio físico da área urbana de Capitão Leônidas Marques. Curitiba, 1995.
26 p., 5 mapas.

Convênio MINEROPAR/FAMEPAR

1. Mapeamento geotécnico - Capitão Leônidas Marques. 2. Geologia de Planejamento Urbano. I. Loyola, Luciano Cordeiro de et al. II. Título.

CDU: 624.13 (816.21C)

Permitida a reprodução total desde que citada a fonte

Minerais do Paraná S.A. - MINEROPAR
Rua Constantino Marochi, 800
80030-360 - CURITIBA-PR
Telefone: (041) 252-7844 - FAX (041) 252-7048

Registro n. 4883
Biblioteca/Mineropar

MINEROPAR
BIBLIOTECA
Reg. 4883 Data 16-08-95

## GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

**Jaime Lerner**
**Governador**

## SECRETARIA DE ESTADO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

**Cássio Taniguchi**

## MINEROPAR - SERVIÇO GEOLÓGICO E PESQUISA MINERAL

**José Henrique Popp**
**Diretor Presidente**

**Luís Tadeu Cava**
**Diretor Técnico**

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

# CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES

## Convênio: MINEROPAR/FAMEPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES

## PROGRAMA GEOLOGIA APLICADA AO PLANEJAMENTO MUNICIPAL


**Coordenação**
Geólogo Sérgio Maurus Ribas

**Elaboração**
Geólogo Luciano Cordeiro de Loyola
Geólogo Adão de Souza Cruz

**Colaboração**
Geólogo Luís Marcelo de Oliveira
Geólogo Sérgio Maurus Ribas
Técnico de Mineração Miguel Ângelo Moretti

**Apoio**
Prospector Jeremias Justo de Almeida

**Digitação**
Beatriz Rodacoski

**Desenho**
Roseneide Ogleari

MINEROPAR
Minerais do Paraná S.A.
BIBLIOTECA

# SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO ..... 1

2 - OBJETIVOS ..... 1

3 - METODOLOGIA ..... 1

4 - EQUIPE EXECUTORA ..... 2

5 - LOCALIZAÇÃO ..... 2

6 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS ..... 2

7 - ASPECTOS GEOLÓGICOS ..... 5

8 - ASPECTOS PEDOLÓGICOS ..... 7
8.1 - Depósitos Cenozóicos de Fundo de Vale ..... 7
8.2 - Latossolo Roxo com Variação à Terra Roxa não Discriminada ..... 9
8.3 - Associação de Solos Litólicos + Afloramentos de Rocha + Colúvios ..... 11

9 - RISCOS GEOLÓGICOS E AMBIENTAIS ..... 14
9.1 - Erosão ..... 14
9.2 - Instabilidade de Encostas ..... 18
9.3 - Enchentes e Inundações ..... 19
9.4 - Poluição das Águas ..... 20

10 - INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO ..... 23

11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ..... 24

12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 27

ANEXOS

- Mapa de declividades

- Mapa do substrato rochoso

- Mapa de coberturas inconsolidadas

- Mapa de riscos geológicos e ambientais

- Mapa síntese

## 1 - INTRODUÇÃO

A presente nota explicativa acompanhada de mapas básicos e temáticos, expõe os resultados dos trabalhos de caracterização do meio fisico da área urbana de Capitão Leônidas Marques, expõe de modo claro e sucinto os resultados obtidos e as indicações de geologia para o planejamento, visando subsidiar o plano de uso e ocupação do solo na cidade, conforme convênio firmado entre FAMEPAR/MINEROPAR.

## 2 - OBJETIVOS

O trabalho realizado em Capitão Leônidas Marques teve como objetivos:

a) Caracterização do meio fisico urbano com abordagem dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos.

b) Diagnóstico das condições atuais de uso e ocupação do solo, com caracterização de riscos geológicos e ambientais.

c) Elaboração de mapa síntese com as indicações da geologia para o planejamento, visando orientar e ordenar a ocupação racional do espaço fisico para promoção do desenvolvimento do municipio e melhoria da qualidade de vida de seus habitantes, já prevendo sua expansão devido a construção da barragem de Salto Caxias pela COPEL.

## 3 - METODOLOGIA

Para caracterização do meio fisico de Capitão Leônidas Marques foi utilizada a metodologia proposta por Cottas (1983), com adaptações implantadas em função das diferentes influências locais.

O trabalho, numa fase inicial, constou de coleta e análise de informações existentes na região, com visitas a diversos órgãos e entidades, além da própria prefeitura local. Todos os dados obtidos foram plotados em base planialtimétrica em escala 1:5.000, fornecida pela FAMEPAR (COPEL).

Com essas informações, procedeu-se à fotointerpretação geológica, sobre aerofotos na escala aproximada 1:25.000, fornecida pela COPEL.

O produto gerado nesta fase foi um mapa fotogeológico, onde foram demarcadas as principais feições geológicas e geomorfológicas dos terrenos, tais como contatos geológicos, formações superficiais, falhas, fraturas, tipos pedológicos, processos de alteração do meio fisico (erosão, áreas de inundações), etc.

Os resultados obtidos, após levantamentos de campo, foram plotados na base planialtimétrica (1:5.000), e forneceram subsidios para a elaboração de mapas básicos e temáticos (geológico, pedológico, declividades e riscos geológicos).

A superposição destes elementos conduziu a elaboração do mapa de indicações da geologia para o planejamento, com definição de áreas com diferentes níveis de aptidão para uso e ocupação dos solos.

## 4 - EQUIPE EXECUTORA

Por parte da MINEROPAR participaram dos trabalhos os geólogos Luciano Cordeiro de Loyola e Adão de Souza Cruz, e o prospector Jeremias Justo de Almeida.

Deve ser registrado o agradecimento pela colaboração e auxílio prestados pelo Sr. Décio Dallabrida, prefeito de Capitão Leônidas Marques e Apolinário de Carvalho, topógrafo e desenhista da Prefeitura.

## 5 - LOCALIZAÇÃO

O Município de Capitão Leônidas Marques situa-se na porção sudoeste do Estado do Paraná, ocupando uma área com aproximadamente 250,057 km²

A cidade sede de Capitão Leônidas Marques localiza-se na região central do município, sendo definida geograficamente pelas coordenadas 25°29' de Latitude Sul 53° de Longitude Oeste, Gr.

Dista cerca de 570 km de Curitiba, com acesso pela BR-277 e PR-182 (Figura 1).

A área objeto de estudo restringe-se ao perímetro urbano da cidade de Capitão Leônidas Marques, perfazendo um total de cerca de 8,5 km².

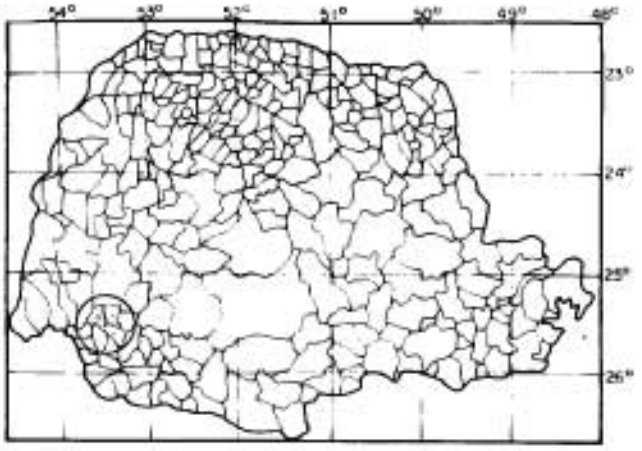
## 6 - ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

A paisagem topográfica da região urbana de Capitão Leônidas Marques é esboçada no mapa de declividades (Anexo 1), elaborado a partir da base planialtimétrica em escala 1:5.000, com curvas de nível equidistantes de 2 metros. A base planialtimétrica atualizada foi executada e fornecida pela COPEL, cobrindo as regiões ocupadas e de expansão dentro do perímetro urbano.

O mapa de declividades mostra áreas com diferentes percentagens de inclinação dos terrenos, importantes para uma série de estudos de planejamento.

A declividade do terreno condiciona fatores como: escoamento superficial e infiltração da água, erodibilidade dos terrenos, estabilidade de encostas e taludes. Por outro lado controla diretamente a instalação de sistemas de escoamento que exigem no mínimo 0,5% de declividade tais como redes de esgoto e canalizações pluviais. O limite de 10% é o máximo para arruamentos e estradas. As áreas com declividade muito alta

MAPA DE SITUAÇÃO




MAPA DE LOCALIZAÇÃO

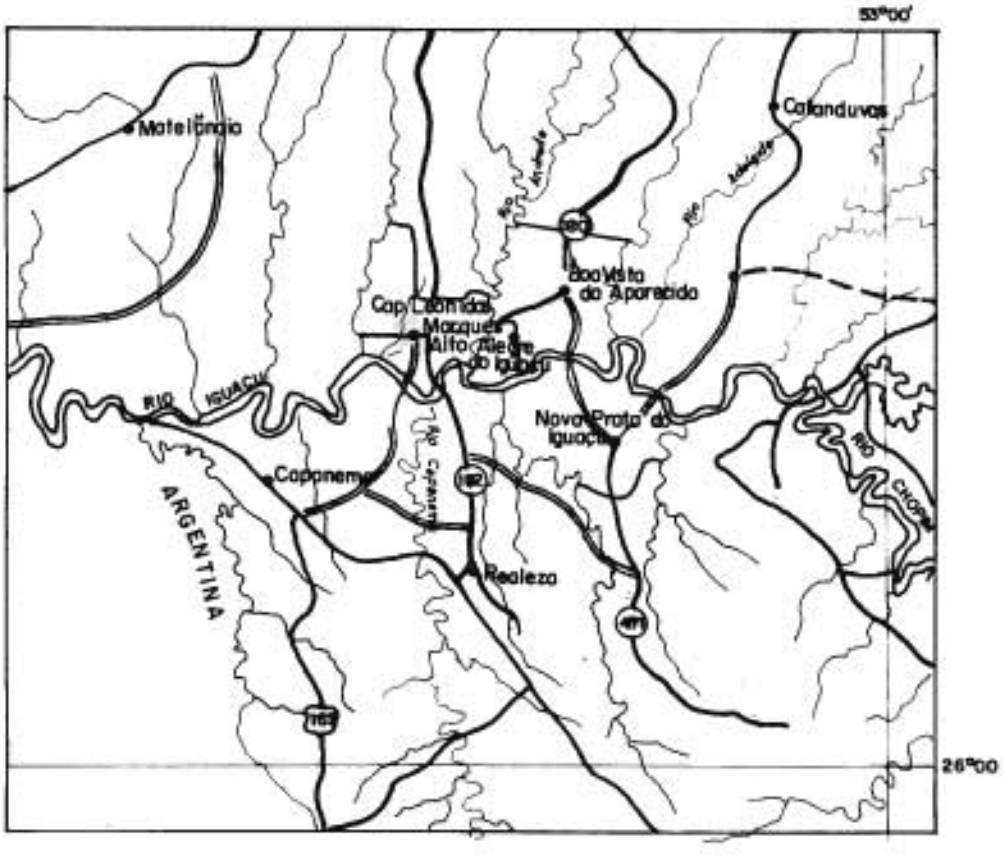



FIGURA 1

(>30%) são consideradas inaptas à ocupação urbana, face aos inúmeros problemas que apresentam.

A metodologia para a elaboração do mapa de declividades consiste em determinar no mapa topográfico áreas de um mesmo intervalo de inclinações dos terrenos. As áreas de diferentes inclinações são limitadas por curvas de nível e por segmentos transversais a elas, de comprimentos proporcionais aos limites de declividade previamente escolhidos. Em função da variação de inclinação dos terrenos e da finalidade deste estudo foram selecionados os intervalos: 0-5%, 5-10%, 10-15%, 15-20%, 20-30% e maior que 30% para o perímetro de Capitão Leônidas Marques.

O mapa de declividades (Anexo 1) mostra que os intervalos compreendidos entre 0-5% ocupam as áreas planas de fundo de vale do Córrego Aparecida e de cabeceiras de drenagens de menor importância, ocorrem também no topo achatado das elevações e interflúvios. As encostas são relativamente abruptas, de perfil convexo, com declividades que variam de 5 a 20%, culminando em escarpas com declividade acima de 20%, com porções acima de 30%, conformando uma paisagem de platôs, reflexo da estruturação das rochas do substrato. As altitudes médias variam de 300 a 380 m acima do nível do mar.

A conformação topográfica de uma cidade é o resultado da ação de fatores externos que atuam ao longo do tempo sobre seus substratos rochosos.

Influem no resultado final a intensidade com que agiram estes fatores e, os tipos de rocha e o modo como foram depositadas.

No caso do oeste do Paraná, são rochas basálticas em derrames sub-horizontalizados. Cada derrame com espessuras variando em média entre 20 e 70 m. Estas caracteristicas conferem a paisagem um aspecto tabular e escalonado.

Também são comuns na região, em Capitão Leônidas Marques inclusive, morros e vales seguindo orientação geral NW, com estruturas alargadas denominadas de "diques de diabásio".

O quadro a seguir relaciona as classes de declividades com indicações gerais da adequabilidade e restrições para o planejamento.

| INTERVALOS | INCLINAÇÕES | INDICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO |
|---|---|---|
| 0 - 5% | $2^{o}51'$ | Áreas com muito baixa declividade. Restrições à ocupação por dificuldades no escoamento de águas superficiais e subterrâneas. |
| 5 - 10% | $2^{o}51' - 5^{o}42'$ | Áreas com baixa declividade. Dificuldades na instalação de infra-estrutura subterrânea como redes de esgoto e canalizações pluviais. |
| 10 - 15% | $5^{o}42' - 8^{o}31'$ | Áreas com média declividade.<br>Aptas à ocupação considerando-se as demais restrições como: espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc. |
| 15 - 20% | $8^{o}31' - 11^{o}18'$ | Áreas com média a alta declividade.<br>Aptas à ocupação com critérios técnicos adequados, considerando-se as demais restrições. |
| 20 - 30% | $11^{o}18' - 18^{o}26'$ | Áreas com alta declividade. Restrições à ocupação sem critérios técnicos para arruamentos e implantação de infra-estrutura em loteamentos. |
| >30% | $>18^{o}26'$ | Áreas com muito alta declividade, inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados. |

**Foto 01 - Região da cidade cujo relevo é relativamente suave, com declividades entre 5% e 10% e próximo a 15% na parte mais alta da rua.**

## 7 - ASPECTOS GEOLÓGICOS

A região de Capitão Leônidas Marques está inserida no domínio do Terceiro Planalto Paranaense em seu limite sudoeste, próximo à divisa com a Argentina.

A constituição geológica da região é relativamente simples, representada pelas rochas basálticas da Formação Serra Geral, formadas por derrames de lavas do grande vulcanismo fissural ocorrido durante a era Mesozóica.

No topo de cada derrame encontram-se feições típicas da rocha basáltica como vesículas e amígdalas. Para se explicar melhor, a origem do basalto é a lava vulcânica que saiu à época para a superfície através de grandes fissuras. Ao se resfriarem, os gases tendiam ir para a superfície, formando nas porções superiores dos derrames bolhas, que eram posteriormente preenchidas (amígdalas) ou não (vesículas). Também causadas pelo resfriamento as fraturas da rocha. Este tipo de rocha tem muitas vezes, linhas de fraqueza verticais, características da mesma, em formas angulares poliédricas. Ao se alterarem para solo, deixam "bolas"de resto de rocha que vão se escamando como "casca de cebola". Aspecto comum nas encostas do município. Muitas vezes a erosão e decomposição seletivas fazem ressaltar na topografia as unidades de derrames, formando verdadeiras escarpas representadas por áreas com declividades acima de 20%, delimitadas no mapa do substrato rochoso (Anexo 2) por quebras de relevo positivas e negativas, aproximadamente coincidentes com os contatos entre os derrames.

O padrão de fraturamento, juntamente com as zonas vesiculares do topo dos derrames, podem funcionar como canais alimentadores de aqüíferos subterrâneos, necessitando medidas de monitoramento da descarga de efluentes químicos e industriais para evitar a contaminação das águas subterrâneas.

Na área do perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques os basaltos afloram nos cortes de estrada e na forma de blocos e matacões a meia encosta, associados aos declives mais acentuados dos terrenos. A foto a seguir ilustra a forma de afloramento das rochas basálticas e o seu padrão de fraturamento.

Como já foi citado em capítulo anterior, ocorrem também em Capitão Leônidas Marques rochas denominadas de diabásio. O magma original que preencheu grandes fraturas da crosta. A diferença do diabásio e basalto, é que no primeiro caso, o magma não extravasou para a superfície, resfriando-se com textura mais grosseira, não apresentando vesícula e amígdalas, nem as disjunções poliédricas. Sua alteração para solo é a mesma do basalto, porém com maior resistência.

Pelo fato de que não alteraria o escopo do trabalho, os diques de diabásio não foram apresentados como uma unidade geológica isolada no mapa de substrato rochoso. Anexo 2.

**Foto 02 - Na pedreira abandonada, rocha basáltica. Apesar das marcas verticais do uso de explosivos, é possível visualizar na parte de baixo o grau de fraturamento desta rocha**

**Foto 03 - Quando alterada, a rocha basáltica forma a "terra roxa". Nesta pedreira é possível verificar desde a rocha sã, alterada e o solo.**

Estão cartografados também no mapa do substrato rochoso (Anexo 2) os depósitos de sedimentos recentes que ocupam as áreas de fundo de vale. Estes depósitos são formados predominantemente por sedimentos imaturos, argilosos a arenosos, inconsolidados. Ocorrem principalmente na várzea do Córrego Aparecida, em área sujeita a inundação.

São depósitos compostos por partículas argilosas e arenosas, desagregadas dos solos formados sobre as rochas basálticas, com proporções variáveis de matéria orgânica, de coloração castanha a cinza escura, com espessuras que atingem até 3 metros de profundidade.

O padrão da rede de drenagem da área é condicionado pelas estruturas de falhas e fraturas das rochas aflorantes e, junto com os depósitos de fundo de vale, funcionam como canais de comunicação e recarga dos aqüíferos subterrâneos. São também condicionantes os diques de diabásio, que servem de anteparo ao trajeto dos cursos d'água. No mapa do substrato rochoso (Anexo 2) estas áreas são delimitadas como de preservação permanente e monitoramento da descarga de efluentes industriais e domésticos.

## 8 - ASPECTOS PEDOLÓGICOS

A descrição dos solos da região de Capitão Leônidas Marques baseou-se no levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná executado pelo convênio SUDESUL - EMBRAPA - IAPAR. Esse levantamento é de caráter generalizado e visa atender aos interesses da agricultura, da pecuária e do planejamento regional.

A divisão das diversas classes de solos de Capitão Leônidas Marques foi executada sobre fotos aéreas, aliada a observações de campo. Nos limites do perímetro urbano os solos foram divididos em três classes: depósitos cenozóicos de fundo de vale; latossolo roxo com variação à terra roxa estruturada não discriminada; e associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios. Sua distribuição e áreas de abrangências acham-se cartografadas no mapa de coberturas inconsolidadas (Anexo 3).

### 8.1 - Depósitos Cenozóicos de Fundo de Vale

São incluídos nesta classe os sedimentos recentes, de textura argilosa a arenosa, inconsolidados, transportados pelas águas pluviais e enxurradas, depositados nos fundos de vales. São constituídos por sedimentos imaturos provenientes da decomposição das rochas basálticas, carreados para as drenagens pelas águas das chuvas. Não chegam a desenvolver um perfil típico de solos aluviais ou hidromórficos pelo extremo dinamismo de transporte das partículas. Localmente desenvolve-se uma camada superficial, pouco espessa, de solos orgânicos não discriminados.

Os processos de transporte e formação dos depósitos cenozóicos de fundo de vale iniciam-se pelo impacto das gotas de chuva sobre os solos desprotegidos das vertentes das drenagens, desagregando as partículas mais finas. A ação do escoamento superficial lava a superfície do terreno como um todo arrastando as partículas liberadas para a calha dos rios. Com a progressiva perda de energia, estas partículas são depositadas no leito e nas margens dos rios. Esse processo constitui a chamada erosão laminar e a conseqüência direta do mesmo é o assoreamento do leito dos rios, bueiros e canalizações pluviais, com influência no equilíbrio hidrológico da área, promovendo enchentes e inundações, principalmente em áreas urbanas onde a degradação é mais acentuada.

No perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques os depósitos cenozóicos de fundo de vale ocorrem principalmente ao longo do Córrego Aparecida e seus afluentes, formando planície aluvionar, que funciona como reguladora da vazão e do equilíbrio hidrológico. São depósitos pouco espessos, com até 3 metros de profundidade, de sedimentos inconsolidados, com níveis argilosos que, quando solicitados a cargas em fundações, aterros e construções, mostram-se propícios a adensamento e compressividade, o que impõe restrições à ocupação devido a problemas de recalque em obras de engenharia. Esses depósitos ocupam áreas de relevo plano nas baixadas, com nível freático raso ou aflorante, sujeitas a inundações sazonais e com dificuldade de escoamento pela quase ausência de declividade, agravando o problema de assoreamento das drenagens e enchentes.

As áreas com depósitos cenozóicos de fundo de vale aparecem no mapa de indicações da geologia para o planejamento como inaptas à ocupação devido às restrições acima citadas e por constituírem áreas de recarga de aqüíferos subterrâneos. São consideradas áreas de preservação permanente, que requerem medidas corretivas tais como: coleta eficiente de lixo, dimensionamento adequado de galerias pluviais e dragagem dos canais dos rios nas áreas já ocupadas, além do monitoramento permanente da descarga de efluentes industriais e domésticos como proteção dos aqüíferos superficiais e subterrâneos.

**Foto 04 - Ocupação em área com depósito cenozóico de fundo de vale.**

### 8.2 - Latossolo Roxo com Variação à Terra Roxa Estruturada não Discriminada

Esta classe é constituída por solos minerais, não hidromórficos com horizonte B latossólico, formados a partir das rochas eruptivas básicas. São de coloração castanho-escura, muito profundos (1-10m), textura média a argilosa, porosos e permeáveis. São incluídas nesta classe variações para terra roxa estruturada, não individualizadas no mapeamento.

Em Capitão Leônidas Marques estes solos profundos ocupam áreas aplainadas em relevo suave e ondulado, de vertentes longas com grandes amplitudes e zonas de divisores de água. O fato de ocorrerem em áreas de relevo suave e apresentarem alta porosidade e boa permeabilidade, conferem aos solos desta classe uma inerente resistência à erosão em estado natural. No entanto, quando retirada a cobertura vegetal e a camada orgânica superficial de proteção, esses solos são susceptíveis a processos de erosão laminar, com perda do material superficial por desagregação e carreamento das partículas pela água das chuvas. O grau de resistência à erosão é dado pela declividade, comprimento da pendente, o tipo de proteção e a forma de utilização.

**Foto 05 - Perfil de latossolo roxo em Capitão Leônidas Marques.**

**Foto 06 - Perfil de latossolo homogêneo, profundo.**

As áreas onde predominam estes solos profundos, no perímetro de Capitão Leônidas Marques, são indicadas como aptas à ocupação, em regiões com declividade inferior a 15%, por suas características geotécnicas adequadas à expansão urbana (zonas residenciais e industriais) e facilidade de implantação de vias de circulação e infra-estrutura. Por outro lado, em regiões com declividade superior a 15% são impostas restrições à ocupação pela maior susceptibilidade a ocorrerem processos de erosão laminar e ravinamento com a retirada da vegetação. Nestes casos são necessários critérios técnicos adequados para ocupação, com preservação das cabeceiras e drenagens, canalização e dissipação de águas pluviais e servidas, calçamento e reflorestamento dos solos desprotegidos.

**Foto 07 - Área de latossolos roxo em declividade superior a 15% na continuação da Rua Tapuí.**

### 8.3 - Associação de Solos Litólicos + Afloramentos de Rocha + Colúvios

Nesta classe estão englobadas as áreas com solos pouco desenvolvidos, com até 2 metros de profundidade, normalmente constituídos de horizonte orgânico sobre rocha inalterada. Podem variar desde porções praticamente destituídas de solo, aflorando a rocha do substrato, até solos relativamente desenvolvidos, porém com grande quantidade de blocos e matacões de rocha basáltica não alterada em meio a massa alterada, caracterizando os solos litólicos.

Os solos litólicos são desenvolvidos a partir do fraturamento, desagregação e decomposição esferoidal das rochas basálticas e também de diabásio, restando blocos e matacões inalterados.

**Foto 08 - Característica dos solos litólicos formados por decomposição esferoidal de rochas basálticas em Capitão Leônidas Marques.**

Os solos pedregosos formados a partir do substrato de rochas basálticas podem ser de natureza residual (solos litólicos) ou sofrerem transporte lento por ação da gravidade formando depósitos de material inconsolidado englobando blocos e matacões de rocha, de dimensões métricas, denominados colúvios e depósitos de tálus.

**Foto 09 - Nesta rua aberta sobre colúvio formado a partir de rochas basálticas. Nota-se grande número de blocos e matacões de rocha não alterada.**

No perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques as áreas com associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios ocupam segmentos de encostas retilíneos, com declividades que variam de 10 a 30%. São áreas vulneráveis a processos de desagregação mecânica das rochas, susceptíveis à ocorrência de movimentos de blocos e escorregamentos.

Pelas características descritas, a classe de solos que engloba solos litólicos +afloramentos de rocha+colúvios é cartografada no mapa de indicações da geologia para o planejamento como áreas aptas à ocupação com restrições que levem em consideração critérios técnicos adequados para arruamentos e instalação de infra-estrutura na implantação de loteamentos, tendo em vista a instabilidade do material em cortes e a pequena profundidade dos solos.

## 9 - RISCOS GEOLÓGICOS E AMBIENTAIS

A noção de risco geológico/ambiental aqui considerada está associada às situações oriundas de alterações nos processos do meio fisico, nas quais se verifica a possibilidade ou probabilidade de perdas ou danos a vidas humanas e/ou prejuízos materiais.

Neste sentido, os principais processos geológicos que podem oferecer riscos à população que ocupa a área urbana de Capitão Leônidas Marques, dizem respeito a: erosão, instabilidade de encostas, assoreamento, enchentes e inundações (Figura 4).

Tais situações são creditadas, principalmente, à ocupação desordenada do solo, sem respeitar as características do meio fisico, ou seja, provocadas ou potencializadas pela ação antrópica.

Além dos problemas já citados, serão abordadas também questões referentes à poluição das águas superficiais e subterrâneas, que promove a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações urbanas.

### 9.1 - Erosão

A erosão se constitui em um dos principais fenômenos de riscos causadores de impactos ambientais e sociais em áreas urbanas. Configura-se, tipicamente, como um risco relacionado a fenômenos naturais induzidos pela ocupação em áreas potencialmente problemáticas.

De modo geral, pode-se afirmar que a constituição geológica e pedológica, a declividade dos terrenos, a forma e extensão das vertentes e a cobertura vegetal, são os principais fatores que condicionam a origem e evolução dos processos erosivos.

Na área urbana de Capitão Leônidas Marques o processo erosivo é do tipo laminar e se desenvolve principalmente nas áreas recobertas por latossolos.

A erosão laminar ocorre na superficie do terreno com um todo, através do escoamento da água da chuva, sobre áreas desprotegidas de vegetação.

A principal evidência deste tipo de erosão, além da perda de solo, é a coloração alaranjada-avermelhada (barrenta) das águas de enxurrada e o assoreamento das principais drenagens.

**Foto 10 - Aspecto do processo erosivo, notar que a vegetação começa a cair para dentro do bureco.**

**Foto 11 - Aspecto barrento das águas do Córrego Aparecida.**

O impacto da chuva no solo constitui-se na etapa inicial do processo de erosão laminar, seguido pelo escoamento d'água do terreno quando, então, a velocidade de fluxo da água superficial passa a promover o desgaste e carreamento das partículas do solo.

Desta forma, quando se remove a vegetação expõe-se a superfície do terreno natural direto à ação da chuva, gerando, conseqüentemente a lavagem uniforme da superfície exposta.

Em estado natural os latossolos possuem boa capacidade de infiltração e percolação d'água, mostrando boa resistência à erosão. Porém, após o uso contínuo de áreas agricultáveis ou em situações de implantação de loteamentos em encostas abruptas, pode ocorrer a impermeabilização do terreno com diminuição do volume de infiltração de água, favorecendo o escorregamento superficial e deflagrando o processo.

Além da constituição geológica/pedológica do terreno e cobertura vegetal, a declividade dos terrenos é o fator mais relevante no condicionamento da gênese e evolução do processo de erosão laminar.

De maneira geral, quanto maior a inclinação da encosta mais acentuado e volumoso será o escoamento superficial, acelerando o processo erosivo, que poderá evoluir até a formação de sulcos e ravinas.

Na região de Capitão Leônidas Marques, o processo erosivo parece tornar-se mais efetivo a partir de declividades superiores a 15%, tornando-se brando nos terrenos aplainados.

A nítida relação entre erosão, tipo de solo e declividade, permitiu a delimitação de áreas susceptíveis ao fenômeno de erosão, que se encontram delimitadas no mapa síntese (Anexo 5).

A erosão em áreas urbanas, como processo de desequilíbrio ambiental, traz consigo efeitos negativos causadores de impactos, agrupados genericamente no quadro a seguir:

| O FATO | INTERVENÇÃO NO MEIO FÍSICO | IMPACTOS DIRETOS | CONSEQÜÊNCIAS CORRELATAS |
|---|---|---|---|
| Loteamento | - Remoção da camada vegetal.<br>- Terraplenagem.<br>- Cortes e aterros. | - Erosão. | . Assoreamento.<br>. Ausência de drenagem, rede de esgoto.<br>. Formação de lixões. |
| Agricultura | - Desmatamentos.<br>- Técnicas inadequadas. | - Erosão.<br>- Perda da camada fértil de solo. | - Desertificação.<br>- Poluição de mananciais.<br>- Custos maiores com fertilizantes. |

Cabe ressaltar ainda que as áreas recobertas por solos litólicos, colúvios e depósitos de tálus, são também susceptíveis aos processos erosivos, contribuindo igualmente para o processo de assoreamento dos córregos.

Quando o processo erosivo cria sulcos maiores origina colapsos do terreno e desabamentos marcados na superficie por cicatrizes e deslizamentos escalonados.

**Foto 12 - Aspecto de colapso de terreno em um processo erosivo.**

Como solução alternativa para contenção do processo erosivo e conseqüentemente o assoreamento dos cursos d'água, recomenda-se a recomposição da vegetação (gramineas, mata ciliar), e implantação de sistemas eficientes de drenagem. No caso de loteamentos, deve-se providenciar a pronta pavimentação das vias de circulação e implantação de sistemas de drenagem e captação das águas, com bueiros, boca de lobo e outros equipamentos urbanos.

### 9.2 - Instabilidade de Encostas

Os estudos de movimentos de massas, de uma maneira geral podem ser realizados com dois objetivos principais: o corretivo e o preventivo. No corretivo, as investigações devem apresentar soluções para eliminar ou minimizar os efeitos de um processo de instabilidade em andamento ou já ocorrido. Por outro lado, o caráter preventivo está relacionado com os casos de instabilidade potencial, ou seja, aqueles revelados antes que um fator qualquer inicie o fenômeno de instabilização. Sendo assim, é fácil notar que as medidas preventivas dos estudos de estabilidade de taludes são próprias dos projetos que visam o planejamento urbano.

O processo pode ser deflagrado pela pluviosidade, erosão pela água, variações de temperatura, a ação de fontes ou mananciais, oscilações do nível freático e a ação antrópica (desmatamentos, mutilações, etc).

Os elementos do meio fisico, predisponentes à instalação do processo são caracterizados por:

a) Áreas com declividades superiores a 15%.

b) Áreas da unidade geotécnica composta por solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios e depósitos de tálus.

A deflagração do processo é induzida, principalmente pela ação antrópica, ao promover alterações no meio fisico com os seguintes procedimentos:

a) Mutilações no terreno (retirada da cobertura vegetal, abertura de cortes, taludes e plataformas para construções, abertura de frentes de lavra, ruelas, etc) (Foto 12).

b) Ocupação desordenada (invasões, favelas, etc).

c) Implantação de loteamentos sem critérios técnicos adequados (tamanho dos lotes, padrão de arruamento, etc).

d) Falta de sistemas de drenagem e captação d'água adequada, em áreas já ocupadas.

e) Falta de projetos de recuperação de áreas degradadas.

A referida unidade geotécnica engloba afloramentos de basalto, intensamente fraturados, que podem desagregar na forma de blocos irregulares de dimensões métricas; solos litólicos, formados por material residual, pedregoso, de pequena espessura, sobrepostos aos afloramentos de basalto, e; colúvios e depósitos de tálus, compostos por material instável e inconsolidado, formado por matriz alterada e heterogênea que engloba fragmentos, blocos e matacões inalterados de dimensões métricas. Normalmente estes depósitos ocorrem nas encostas íngremes, compondo o relevo em forma de degraus dos sucessivos derrames basálticos. Configuram-se como áreas sensíveis a qualquer tipo de mutilações (desmatamentos, cortes, taludes, etc).

**Foto 13- A possível implantação de loteamento nesta área de alta declividade, será fator predisponente para a instabilização da encosta.**

As áreas susceptíveis aos fenômenos de instabilidade de encostas na área urbana de Capitão Leônidas Marques, acham-se cartografadas no mapa de riscos geológicos e ambientais (Anexo 4). São consideradas aptas à ocupação com restrições que levem em consideração a pouca espessura do solo e a susceptibilidade de ocorrerem rastejamentos, movimentos de massa, escorregamentos e rolamento de blocos. Necessitam critérios técnicos adequados para implantação do sistema viário evitando cortes transversais à encosta, com arrimo e drenagem para contenção dos taludes.

### 9.3 - Enchentes e Inundações

A inundação é o estágio que as águas atingem quando correm fora do canal normal, porém limitadas à planície de inundação do rio. A planície de inundação funciona como um regulador do equilíbrio hidrológico, nas situações de elevação do nível do rio pela ação das chuvas.

As enchentes ocorrem quando as águas correm fora do canal normal, além da planície de inundação, geralmente causadas por fenômenos episódicos de alta pluviosidade, ou pela intervenção no meio físico (aterros, diques, loteamentos, etc).

Na região urbana de Capitão Leônidas Marques, as áreas susceptíveis aos fenômenos de enchentes e inundações correspondem àquelas recobertas pelos depósitos de fundo de vale.

Representam as áreas compostas por material argiloso e arenoso, inconsolidado, transportado pelas águas pluviais e enxurradas, depositado nos baixios, com nível freático raso ou aflorante.

Constituem depósitos extremamente compressíveis e colapsíveis, sujeitos a processos de adensamento, com baixos valores de coesão e baixa capacidade de suporte de carga, o que inviabiliza tecnicamente a execução de qualquer obra de engenharia sobre os mesmos (fundações, edificações de médio e grande porte, obras enterradas, escavações, etc). Deve-se ressaltar os efeitos somatórios causados pelos processos de erosão laminar e escorregamentos que afetam os solos das encostas e propiciam o aumento de carga dos sólidos (sedimentos), que alcançam as calhas dos rios, promovendo o assoreamento dos vales. Isso, associado a queda de infiltração no subsolo, em função da impermeabilização do canal, compromete o regime hidrológico da bacia, favorecendo as enchentes e inundações.

O conhecimento das causas do fenômeno e sua potencialização, leva a adoção de medidas restritivas à ocupação dos baixios, que devem ser considerados áreas de preservação permanente e monitoramento da descarga de efluentes industriais e domésticos como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.

As áreas sujeitas a inundações, contidas nos limites do perímetro urbano de Capitão Leônidas Marques, acham-se demarcadas no mapa de riscos geológicos e ambientais (Anexo 4) e consideradas inaptas à ocupação no mapa síntese (Anexo 5).

### 9.4 - Poluição das Águas

Com o aumento da população nos centros urbanos, a poluição das águas tende a aumentar nas mesmas proporções. Isto porque as atividades antrópicas são as principais responsáveis pelos processos de degradação das condições ambientais. Quando o homem contamina diretamente a água, usando-a e devolvendo-a à natureza com suas características totalmente alteradas, é o responsável pela produção de substâncias nocivas, que os fenômenos naturais cuidam de incorporar aos cursos dos rios e aos lençóis subterrâneos.

O conhecimento dos diferentes agentes que podem ocasionar a poluição dos recursos hídricos tem destacada importância no processo de planejamento urbano. Estes agentes precisam ser detectados para que suas atuações possam ser controladas.

É importante lembrar que o levantamento de possíveis fontes de poluição das águas não se restringe à área planejada. No caso de águas superficiais, os estudos devem se estender até os limites à montante das bacias hidrográficas envolvidas. Em se tratando de águas subterrâneas, as áreas investigadas são as zonas de recarga próximas.

A grande diversidade de fontes poluidoras de águas torna bastante difícil uma síntese das mesmas. A classificação que segue, procura mostrar as principais origens da poluição de águas superficiais e subterrâneas, tentando associar a situações de "possível" risco verificadas na cidade de Capitão Leônidas Marques:

**a) Esgotos domésticos:** provocam contaminação tanto bacteriológica, por meio de dejetos humanos, como química, pela presença de produtos químicos de uso doméstico, entre eles os detergentes. A componente bacteriológica deste agente, que é a mais atuante, pode ser sanada com a instalação de lagoas de estabilização.

Até o momento, na cidade de Capitão Leônidas Marques não existem instalações de esgotos, são utilizadas fossas domésticas, muitas vezes em precárias condições. Nestas circunstâncias, é possível prever que os níveis de poluição e contaminação das águas superficiais e subterrâneas já atingem índices muito elevados, comprometendo áreas de futuros mananciais.

Cabe ressaltar que o substrato rochoso da região, constituído por basaltos intensamente fraturados, propicia o fluxo e rápida infiltração das águas contaminadas, atingindo os lençóis subterrâneos.

**b) Esgotos hospitalares:** produzem poluentes químicos e bacteriológicos, altamente tóxicos, capazes de provocar focos infecciosos e surtos de doenças epidêmicas. A exemplo da situação de despejo dos esgotos domésticos, estes também são eliminadas a partir de fossas assépticas.

**c) Esgotos industriais:** estão aqui incluídos todos os tipos de águas residuais de indústrias em geral, inclusive as das atividades minerais. São poluentes essencialmente químicos.

No município estudado não existem fontes de poluição deste gênero, a não ser por postos de gasolina, facilmente monitoráveis.

**d) Percolação em depósitos de resíduos sólidos:** compreende as águas que antes de chegarem aos rios percolam depósitos de resíduos sólidos domésticos ou industriais, como é o caso dos aterros sanitários. Enquanto nos resíduos domésticos predominam os poluentes bacteriológicos, nos resíduos industriais são mais comuns os químicos.

Neste sentido revela-se a importância da adequada seleção do local para instalação do aterro sanitário de uma cidade. Esta escolha deve levar em conta uma série de fatores sócio-econômicos, embasados nas características do meio físico.

De modo geral, os critérios adotados para definição dos terrenos mais adequados para disposição dos rejeitos sólidos, devem levar em conta:

- Tipo de solo: solos residuais pouco espessos são considerados inaptos; solos permeáveis, com espessuras superiores a 3 metros facilitam a depuração de bactérias (chorume, etc).

- Nível freático: superior a 5 metros, evitando contaminação direta com as águas de subsuperficie.

- Declividade: áreas com baixa declividade para minimizar os escoamentos para a área do aterro. Em caso contrário deve ser implantado um sistema de drenagem para desvio das águas superficiais.

- Distâncias superiores a 200 metros das cabeceiras de drenagem para evitar contaminação dos cursos d'água.

- Proximidade de solos de fácil escavabilidade e com boas características de material de aterro, para cobertura das células de lixo.

- Direção dos ventos: preferencialmente contrária à área urbana.

O depósito de lixo de Capitão Leônidas Marques, instalado fora dos limites do perímetro urbano, satisfaz algumas das especificações citadas.

Restrição maior pela falta de tratamento adequado do lixo, favorecendo a concentração e fluxo superficial de chorume, em direção ao Córrego Aparecida . Neste sentido se enfatiza os efeitos nocivos causados pela substância, que justifica a elaboração e implantação de projetos específicos para disposição de resíduos sólidos.

**Foto 14 - Aspecto geral do depósito de lixo de Capitão Leônidas Marques.**

**e) Produtos químicos agrícolas:** são os adubos, corretivos de solos, inseticidas e herbicidas, freqüentemente usados na lavoura e que as águas de escoamento podem carrear para os leitos dos rios, provocando a poluição química dos mesmos.

A atividade da agricultura é desenvolvida nas áreas periféricas de Capitão Leônidas Marques, havendo necessidade de avaliar a situação do uso de substâncias tóxicas na região.

**f) Produtos de atividades pecuárias e granjeiras:** este é um tipo de poluição essencialmente orgânico e biológico. Os poluentes, muito semelhantes aos das atividades domésticas são levados pelas águas superficiais dos rios. As purinas das criações de porcos constituem os contaminantes mais expressivos, enquanto os produtos de granjas avícolas, de um modo geral são menos poluentes.

## 10 - INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO

O mapa síntese, Anexo 5, apresenta as indicações de geologia para o planejamento, e sintetiza os estudos desenvolvidos em Capitão Leônidas Marques. 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 geotécnicas de mapeamento, suas restrições no uso e ocupação e indicações para o planejamento.

Por tratar-se de documento de integração e síntese, tem por objetivo expor as informações numa linguagem simplificada e acessível a técnicos de outras áreas e, principalmente planejadores e administradores.

Para a elaboração do mapa síntese foram utilizadas, de maneira integrada, as informações referentes aos seguintes itens:

a) Aspectos geológicos e geomorfológicos.
b) Unidades geotécnicas (solos).
c) Declividades.
d) Propriedades físicas dos solos.
e) Processos de riscos geológicos e ambientais.

O quadro a seguir, que legenda o mapa síntese, traz as principais indicações da geologia para o planejamento.

# MAPA SÍNTESE
## LEGENDA

| Classe | Unidades Geotécnicas | Declividades (médias) | Características do Meio Físico | | Problemas Existentes ou Esperados | Características Gerais Para Ocupação |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Geomorfologia | Geotecnia | | |
| Inaptas | Solos de baixios | 0-5% | Planície aluvionar em zonas de baixios e fundos de vale. (Área de equilíbrio hidrológico) | Depósitos areno-argilosos inconsistentes, com baixos valores de coesão, o que invabibiliza tecnicamente a execução de obras de engenharia. Solos saturados com nível freático raso. | Enchentes e inundações. Assoreamento dos canais. Material com baixa capacidade de suporte de carga, provocando recalques de fundações. | Áreas essencialmente planas com possibilidade de circulação através de sistemas viários dotados de eficientes sistemas de drenagem superficial, transversal e profunda. |
| | Áreas com declividades superiores a 30%, incluindo tanto os litossolos como os latossolos associados a terra roxa estruturada. | > 30% | Segmentos de encosta, predominantemente retilíneos e ingremes, com inclinações superiores a 18° | Áreas caracterizadas predominantemente por material inconsolidado englobando blocos e matacões de rocha inalterada, exposições rochosas ou pequena espessura de solo (litossolo) | Escorregamentos naturais com alta frequência associados à dinâmica de evolução destas encostas e acelerados por fatores antrópicos (desmatamento, etc). Movimento de massa, rastejos e quedas de blocos. Recorrência de escorregamentos. | Áreas totalmente inadequadas à ocupação com grande instabilidade a qualquer tipo de mutilação. Áreas já ocupadas, com risco emergencial de escorregamentos. Requerem obras de contenção e arrimos urgentes. |
| Aptas com Restrições | Áreas com associações de solos litólicos + solos transportados (colúvios e tálus)+ afloramento de rocha. | 0-15% | Segmentos de encostas retilíneas com inclinações até 8°, incluindo parte superior das colinas ou elevações com topografia predominante horizontal. | Áreas caracterizadas por associações de solos rasos e pedregosos (litólicos) + exposições rochosas e material inconsolidado e instável (colúvios e depósitos de tálus), englobando blocos e matacões intemperados. Áreas instáveis, vulneráveis a processos erosivos e poluição de aquíferos. | Movimentos de massa e escorregamento localizados. Susceptibilidade e vulnerabilidade a poluição de aquíferos (área de alta permo-porosidade) | Áreas de solos e exposições rochosas com alta porosidade e permeabilidade, favorecendo a infiltração subterrânea de efluentes industriais e poluentes, contaminando o lençol freático. Dificuldades na implantação de infra -estrutura enterrada. |
| | | 15-30% | Segmentos de encostas abruptas com inclinação de 8° a 18° | | Áreas susceptíveis a movimentos de massa, escorregamento de blocos de grandes proporções. Possibilidades de surgência do lençol freático (fontes naturais). | Implantação de sistema viário adequado, evitando o corte transversal à encosta. Adequação de projetos de edificações (tamanho do lote, plataforma, fundação, arrimo, etc.). Adequação do sistema de drenagem. Prever de arrimo e drenagem os cortes e aterros existentes. Adequar sistema de circulação interna (ruas e escadas). Restringir e monitorar instalações geradoras de efluentes químicos e industriais. |
| | Latossolos (solos residuais), associados a terra roxa estruturada. | 15-30% | Áreas de cabeceiras de drenagens bordejando topos aplainados. | Áreas de solos raros, textura média a argilosa, sujeitos a processos erosivos. | Áreas susceptíveis a erosão laminar e ravinamento, com a retirada da vegetação e da camada orgânica superficial, promovendo o assoreamento dos cursos d'água. | Ocupação restrita, respeitando a proximidade de cabeceiras de drenagem. Área para preservação e monitoramento. |
| Aptas | Latossolos (solos residuais), associados a terra roxa estruturada. | 0-15% | Áreas aplainadas em relevo suave e ondulado de vertentes longas com grandes amplitudes. Zona de divisores de água. | Áreas de solos espessos (1-10m), textura média a argilosa, porosos e permeáveis, boa capacidade de suporte de cargas. | Processos erosivos localizados, de pequenas proporções, desde que retirada a cobertura vegetal. | Áreas com características geotécnicas adequadas à ocupação (expansão urbana, zonas residenciais, industriais), com facilidade para vias de circulação. |

## 11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

a) A cidade de Capitão Leônidas Marques, nos limites do perímetro urbano, já sofre sérios distúrbios ambientais causados principalmente pela ocupação desordenada de seu espaço territorial. A maior parte dos problemas, advindos do uso inadequado do solo, pode ser creditada à própria ação antrópica, desconsiderando as características do meio físico.

b) O sítio urbano de Capitão Leônidas Marques assenta-se sobre substrato rochoso constituído principalmente por rochas basálticas da Formação Serra Geral, estruturadas em sucessivos derrames sub-horizontalizados, com alto grau de fraturamento.às vezes recortadas por diques de diabásio Este substrato é recoberto por latossolos nas regiões de colinas suaves e aplainadas e, solos litólicos e colúvios nas porções íngremes dos terrenos. Depósitos cenozóicos (areno-argilosos), ocupam as áreas de fundo de vale, junto aos principais cursos d'água.

c) Os processos de riscos geológicos atuantes na área urbana de Capitão Leônidas Marques, deflagrados como resposta da natureza às agressões oriundas do uso inadequado do solo, dizem respeito a fenômenos de erosão, enchentes, inundações, assoreamento dos canais de drenagem e instabilidade de encostas, além da poluição das águas superficiais e subterrâneas.

d) O processo erosivo atuante nas áreas de latossolo é do tipo laminar e mostra potencialidade para se desenvolver em terrenos com declividades superiores a 15%. Fenômenos de instabilidade de encostas se desenvolvem nas áreas com associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios e depósitos de tálus, principalmente em terrenos com declividades superiores a 15%.

e) Na cidade de Capitão Leônidas Marques ocorrem estes tipos de problemas, principalmente ao longo de ruas abertas perpendicularmente à declividade. Nestas áreas são necessários critérios técnicos adequados para ocupação, com preservação de cabeceiras e drenagens, canalização e dissipação de águas pluviais e servidas, calçamento e reflorestamento de solos desprotegidos.

f) A ocupação indevida das áreas de fundo de vale pode provocar e/ou potencializar o fenômeno de enchentes e inundações, ocasionando inúmeros distúrbios no meio físico, dentre eles: a poluição de aqüíferos, assoreamentos e outros. As características dos solos associados a estas áreas inviabilizam a implantação de infra-estrutura básica para atender as necessidades das comunidades ali instaladas, via de regra, de baixa renda.

g) As áreas de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios e depósitos de tálus, devido as suas características de instabilidade, alta porosidade e permeabilidade, devem sofrer restrições à implantação de instalações, obras e serviços geradores de resíduos líquidos ou sólidos poluentes: aterros sanitários, ferro-velhos, cemitérios, matadouros, garagens, postos de combustíveis, etc. Se inevitável, deve-se proceder o controle e monitoramento dos níveis de poluição.

h) Em Capitão Leônidas Marques ocorre a ocupação desordenada das encostas por moradias de baixa renda. Na área central da cidade, totalmente ocupada e habitada, existem problemas de instalação de infra-estrutura enterrada..

i) Com respeito a propostas de encaminhamento de soluções visando a elaboração do Plano Diretor da cidade de Capitão Leônidas Marques, recomenda-se:

- Adotar medidas de prevenção à degradação ambiental, fundamentadas nos principais problemas geológico-geotécnicos detectados no trabalho.

- Adotar medidas de correção dos distúrbios ambientais constatados na região (erosão, instabilidade de encostas, poluição de aqüíferos, etc).

- Adotar medidas restritivas à ocupação das áreas de fundo de vale, terrenos de alta declividade, susceptíveis a fenômenos de instabilidade de encostas.

- Adotar medidas de conscientização da população em relação ao conhecimento dos processos de degradação ambiental e suas conseqüências, através da implantação de projetos ambientais abrangendo o setor de educação e treinamento em escolas, associações, etc.

j) . Os resultados obtidos foram sintetizados no mapa síntese (Anexo 5), com legenda auto-explicativa. Visam orientar as decisões para a ocupação da área urbana não excluindo a necessidade de projetos específicos e ensaios de caracterização local para implantação de qualquer obra civil.

k) Considera-se que foram 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 Capitão Leônidas Marques.

l) Recomenda-se que futuros estudos sejam acompanhados de ensaios geotécnicos para a caracterização das propriedades dos materiais de superfície (solo e rocha), visando a exata definição da adequabilidade dos terrenos à implantação de zonas residenciais, comerciais, industriais, etc.

## 12 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1 CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos solos e suas aplicações. 5 ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1977. 456 p.

2 CHIOSSI, Nivaldo José. Impactos ambientais e sociais no uso e ocupação do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4, 1984, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : ABGE, 1984. v. 2, p. 253-266.

3 COTTAS, Luis Roberto. Estudos geológicos-geotécnicos aplicados ao planejamento urbano de Rio Claro - SP. São Paulo : USP, 1983. v. 1, 171 p. Tese (Doutoramento em geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1983.

4 CUNHA, Márcio Angelieri (Coord.). Ocupação de encostas. São Paulo : IPT, 1991. 216 p.

5 EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Curitiba : 1984, 2 v., 1 mapa. (Boletim Técnico, 57).

6 FERRANTE, José Erneste Téllez, GANDOLFI, Nilson. Metodologia fotointerpretativa de estudos básicos para um planejamento integrado. In : CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 4, 1984. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte : ABGE, 1984, v. 2, p. 227-239.

7 FRAGA, Carlos Gilberto Introdução ao zoneamento do sistema aqüífero Serra Geral no estado do Paraná. São Paulo : USP, 1986. 125 p. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1986.

8 INFANTE Jr., Nelson. Geologia de planejamento: escopo e metodologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA 1, 1976, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro : ABGE, 1976. v. 3, p. 273-382.

9 MAACK, Reinhard. Geografia física do estado do Paraná. Curitiba : BADEP / UFPR / IBPT, 1968. 350 p.

10 OLIVEIRA, Luis Marcelo de; FELIPE, Rogério da Silva. Geologia de planejamento. Caracterização do meio físico da área urbana de Guarapuava. Curitiba : MINEROPAR, 1992. 2 v. Convênio MINEROPAR/FAMEPAR/Prefeitura Municipal de Guarapuava.

11 OLIVEIRA, Luis Marcelo de et al. Caracterização do meio físico da área urbana de Dois Vizinhos. Curitiba : MINEROPAR, 1994. 34 p., 5 mapas. Convênio MINEROPAR/Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos.

12 POPP, José Henrique. Geologia geral. 4 ed. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos, 1988. 299 p.

13 PRANDINI, Fernando Luiz. Coord. Condicionantes geológicos e geotécnicos da degradação ambiental. Alguns casos brasileiros. Boletim da Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, São Paulo, n. 1, p. 1-12, 1974.

14 ROSA FILHO, Ernani Francisco; SALAMUNI, Riad, BITTENCOURT, André Virmond Lima. Contribuição ao estudo das águas subterrâneas nos basaltos no estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências, Curitiba, n. 37, p. 22-52, 1987.

15 RIBAS, Sérgio Maurus. Caracterização do meio físico da área urbana de Quinta Do Sol. Curitiba : MINEROPAR, 1994. 29 p., 5 mapas. Convênio MINEROPAR/Prefeitura Municipal de Quinta do Sol.

16 ZUQUETTE, Lázaro Valentim; GANDOLFI, Nilson. Mapeamento geotécnico : Uma proposta metodológica. Boletim Geociências - USP, São Paulo, n. 9, p. 55-66, 1990.

# ANEXOS

- Mapa de declividades

- Mapa do substrato rochoso

- Mapa de coberturas inconsolidadas

- Mapa de riscos geológicos e ambientais

- Mapa síntese

## MAPA DE DECLIVIDADES

### LEGENDA

| | |
|---|---|
| < 5% ( < 2°51') | - Areas com muito baixa declividade restrições à ocupação por dificuldade no escoamento de águas superficiais subterrâneas. |
| 5-10% (2°51' - 5°42') | -Áreas com baixa declividade dificuldades na instalação de infra-estrutura subterrânea como rede de esgoto e canalizações pluviais. |
| 10-15% (5°42' - 8°31') | -Áreas com média declividade aptas a ocupação considerando-se as demais restrições como, espessura dos solos, profundidade do lençol freático, susceptibilidade a processos erosivos, adequabilidade a construções, etc |
| 15-20% (8°31' - 11°18') | -Áreas com média a alta declividade aptas à ocupação com critérios técnicos para arruamento considerando-se as demais restrições. |
| 20-30% (11°18' - 18°26') | -Áreas com alta declividade restrições à ocupação com critérios técnicos para arruamentos e implantação de infra-estrutura em loteamentos. |
| > 30% (> 18°26') | -Area com muito alta declividade inapta à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados. |

**MINEROPAR**

Minerais do Paraná S.A.

| | | |
|---|---|---|
| AUTOR | | BASE CARTOGRAFICA |
| EXECUTOR: Luciano Loyola | MAPA DE DECLIVIDADE | Executada e fornecida pela Copel |
| DATA: JUL/ 95 | | |
| ESCALA: 1:5.000 | MUNICÍPIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES | |
| DESENHO | | |

## MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO

### LEGENDA

| | | |
|---|---|---|
| | Depósitos de fundo de vale. Sedimentos recentes argilosos a arenosos, inconsolidados, de depo-sição fluvial. | -Áreas de equilíbrio hidrológico com nível freático raso ou aflorante.<br>-Áreas de recarga de aqüíferos subterrâneos.<br>-Áreas de preservação permanente e monitoramento da descarga de efluentes industriais e domésticos. |
| | FORMAÇÃO SERRA GERAL. Efusivas básicas toleíticas com basaltos maciços e amigdalóides, finos, cinzentos a pretos, em derrames decamétricos sub-horizontalizados. | -Rochas muito fraturadas com zonas amigdalóides nos topos dos diferentes derrames que funcionam como canais alimentadores de aqüíferos subterrâneos. |
| | Quebra de relevo (positiva e negativa), marcando escarpas abruptas, normalmente coincidentes com os contatos entre derrames sucessivos de rocha basáltica. | -Zonas de basaltos amigdalóides armazenadores de água subterrânea. |
| | Falhas e fraturas encobertas. | -Zonas de descontinuidades nas rochas que atuam como canais de comunicação entre aqüíferos superficiais e subterrâneos. |

**MINEROPAR**
Minerais do Paraná S/A

| | | |
|---|---|---|
| AUTOR | | |
| EXECUTOR: LUCIANO LOYOLA | MAPA DO SUBSTRATO ROCHOSO | Executado e fornecido pela Copel |
| DATA: ABR / 95 | | |
| ESCALA: 1 : 5 000 | MUNICÍPIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES | |
| DESENHO | | |

## MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS

### LEGENDA

| | | |
|---|---|---|
| | Depósitos cenozóicos de fundo de vale | -Sedimentos recentes, argilosos a arenosos, inconsolidados, transportados por águas pluviais e enxurradas, de deposição fluvial em fundo de vale. |
| | Latossolo roxo com variação à terra roxa estruturada não discriminada. | -Solos profundos (1-10 m),de coloração castanho escura, textura média a argilosa, porosos e permeáveis, derivados da alteração de rochas basálticas. Ocupam áreas aplainadas em relevo suave e ondulado, de vertentes longas com grandes amplitudes e zonas de divisores de água. |
| | Associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios não individualizados. | -Áreas com rocha subaflorante incluindo solos rasos (0 - 2m), pouco desenvolvidos, com blocos e matacões de rocha basáltica não alterada. Podem ser residuais (solos litólicos) ou transportados por gravidade (colúvios e tálus). Ocupam segmentos de encostas retilíneas com declividades que variam de 0 a 30%. |

**MINEROPAR**
Minerais do Paraná S.A.

| | | |
|---|---|---|
| AUTOR | | ENT. CARTOGRÁFICA |
| EXECUTOR: Luciano Loyola | MAPA DE COBERTURAS INCONSOLIDADAS | Executado e fornecido pela Copel |
| DATA: ABR./95 | | |
| ESCALA: 1: 5.000 | MUNICÍPIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES | |
| DESENHO | | |

## MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS E/OU AMBIENTAIS

### LEGENDA

| | |
|---|---|
| Áreas com material argiloso a arenoso, inconsolidado, transportado por águas pluviais e enxurradas, depositados em fundo de vale. | -Nível freático raso ou aflorante. Assoreamento dos cursos d'água. Áreas sujeitas a inundações e enchentes. |
| Áreas de latossolos profundos (1 - 10 m) associados a terra roxa estruturada, textura média a argilosa, porosos e permeáveis, derivados da alteração de rochas basálticas. | -Normalmente apresentam características geotécnicas adequadas à ocupação. São susceptíveis a erosão laminar e por ravinamento com a retirada da vegetação e da camada orgânica superficial, promovendo o assoreamento dos cursos d'água, principalmente em áreas de maior declividade. |
| Áreas com associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios, englobam solos rasos (0 - 1 m), pouco desenvolvidos, com blocos e matacões de rocha basáltica não alterada. | -Áreas com rocha subaflorante e material inconsolidado englobando blocos e matacões de rocha, susceptíveis a rastejamentos, movimentos de massa, escorregamentos e rolamento de blocos em cortes executados sem critérios técnicos adequados. |
| Áreas com associação de solos litólicos + afloramentos de rocha + colúvios em situações de alta declividade. | -Rocha subaflorante e material inconsolidado englobando blocos e matacões de rocha inalterada com risco eminente de ocorrerem movimentos de massa, escorregamentos e rolamento de blocos com prejuízos materiais. |
| Cicatrizes de escorregamento atuantes e movimentos de massa em colúvios e material inconsolidado englobando blocos e matacões de rocha não alterados. | -Áreas de risco emergencial que requerem obras de contenção e arrimos urgentes. |
| Áreas com blocos e matacões de rocha na superfície do terreno. | -Riscos eminentes de ocorrerem rolamento de blocos e movimentos de massa em áreas ocupadas sem critérios técnicos adequados. |
| Postos de combustíveis. | -Fontes de poluição química (gasolina, querosene, óleos, graxas, detergentes) das águas superficiais e subterrâneas, além de exposição de agentes inflamáveis.. |
| Ferro velho. | -Fonte de poluição química. |
| Área de pedreira desativada | -Área sem proteção adequada do paredão de rocha com risco emergencial de alívio de tensão em fraturas com deslocamento e quedas de blocos. |
| Área degradada com exploração de saibro e/ou pedreira para obtenção de paralelepípedos ou pedras irregulares. | -Área com material inconsolidado englobando blocos de rocha não alterada com risco eminente de ocorrerem movimentos de massa, escorregamentos e rolamentos de blocos. |
| Indústrias em geral. | -Fontes de poluição química (gasolina, querosene, óleo, graxas, detergentes) das águas superficiais e subterrâneas. |
| Hospitais | -Fonte de poluição bacteriológica. |
| Área de deposição de lixo a céu aberto. | -Área degradada, fonte de poluição química, orgânica e bacteriológica. |

**MINEROPAR**
Minerais do Paraná S.A

| | | |
|---|---|---|
| AUTOR | | BASE CARTOGRÁFICA |
| EXECUTOR: Luciane Loyola | MAPA DE RISCOS GEOLÓGICOS E / OU AMBIENTAIS | Executada e fornecida pela Copel |
| DATA: Mar/ 95 | | |
| ESCALA: 1 5.000 | MUNICÍPIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES | |
| DESENHO | | |

# MAPA SÍNTESE

LEGENDA

| | | | Características do Meio Físico | | Problemas Esperados | Características Gerais para Ocupação |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Geologia | Geotécnia | | |
| | | | Depósitos aluvionares constituídos por cascalhos, com blocos e matacões de rochas do embasamento e cobertura, de forma irregular e subangulosa, com areia fina a média. | Inadequados para fundações. Assentamentos das cargas. Material com baixa capacidade de suporte de cargas, permeável, instáveis de taludes. | Áreas inundáveis, planas com possibilidade de escavação manual e de extração como fonte de diferentes materiais para construção civil. | |
| | | | Depósitos de tálus e coluviões, constituídos por blocos e matacões de rochas do embasamento, com matriz areno-argilosa, ocorrendo ainda pequenas espessuras de solo residual. | Áreas caracterizadas pelo desenvolvimento por material inconsolidado em declividade bastante acentuada, sujeitas a movimentos de massa, rolamento de blocos e matacões. | Desenvolvimento natural com alta frequência de movimentos e dinâmica de evolução, podendo causar acidentes por danos materiais e pessoais (desmoronamentos, etc). Movimento de massa, rastejo e quedas de blocos. Problemas de assoreamento. | Áreas totalmente inadequadas à ocupação (em grande instabilidade), e qualquer tipo de modificação. Apenas a ocupação com baixa interferência ao meio ambiente. |
| | | | Sequências de rochas do embasamento cristalino, com ou sem cobertura sedimentar, com ou sem solo residual (pedregosos) (arenosos) ocorrendo, localmente, material inconsolidado e areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Áreas caracterizadas por associações de solos rasos pedregosos (arenosos) ocorrendo, localmente, material inconsolidado e areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Movimentos de massa e encaixamento localizados, vulnerabilidade à poluição de aquíferos (área de alta permeabilidade). | Áreas de alta capacidade de suporte de cargas, com alta permeabilidade e permeabilidade favorável, de ocorrência de materiais para construção civil. Necessidade de estudos de estabilidade de encostas e taludes. |
| | | | Sequências de rochas do embasamento cristalino, com ou sem cobertura sedimentar, com ou sem solo residual. | Áreas caracterizadas por associações de solos rasos pedregosos (arenosos) ocorrendo, localmente, material inconsolidado e areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Áreas susceptíveis a movimentos de massa, encaixamento de talvegues e vulnerabilidade à poluição de aquíferos (área de alta permeabilidade). | Implantação de sistema viário adequado à relevo e solo (topografia), e outros. Necessidade de estudos de estabilidade de encostas e taludes. Ocorrência de fenômenos naturais (deslizamentos, rastejo, etc). Necessidade de sistema de drenagem superficial. Interferência e proteção. |
| | | | Sequências de rochas do embasamento cristalino, com ou sem cobertura sedimentar, com ou sem solo residual. | Áreas de solos rasos, textura média e arenosa, pedregosa e não pedregosa. Ocorrência de areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Ocorrência localizada de assoreamento, erosão em sulcos e voçorocas. | Áreas com características favoráveis à ocupação, exceto as áreas susceptíveis à erosão. |
| | | | Areias de cobertura de formação indiferenciada, sem consolidação. | Áreas de solos muito arenosos, baixa coesão e agressivos, quanto à presença de água. | Áreas susceptíveis à erosão laminar e em sulcos, quando da retirada da cobertura vegetal. Ocorrência de areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Áreas com características favoráveis à ocupação, exceto as áreas susceptíveis à erosão. |
| | | | Áreas urbanizadas com ocupação intensa e desordenada. Lixões. | Áreas de solos impróprios (rejeitos, entulhos, aterros) e instáveis, quanto à fundação. Ocorrência de areia e cascalho depositados em leito atual e terraços inundáveis. | Ocorrência localizada de assoreamento, erosão em sulcos e voçorocas. | Áreas com características desfavoráveis à ocupação. Necessidade de estudos específicos para cada caso. |

**MINEROPAR**

Minerais do Paraná S.A.

| | | |
|---|---|---|
| AUTOR | | BASE CARTOGRÁFICA |
| EXECUTOR Geol. Luciano Loyola | MAPA SÍNTESE | Executada e fornecida pela Copel |
| DATA MAR/95 | CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DO MUNICÍPIO DE CAPITÃO LEÔNIDAS MARQUES | |
| ESCALA 1:5000 | | |
| DESENHO | | |