

Convênio MINEROPAR / FAMEPAR

# Geologia de Planejamento

Caracterização do Meio Físico da Área Urbana de Coronel Vivida



Curitiba

624.13 (816.2 #664c.

MiniaROMAR Minerals do Palana S.A. あほししてきこれ

### MINEROPAR - SERVIÇO GEOLOGICO E PESQUISA MINERAL

#### GEOLOGIA DE PLANEJAMENTO

# CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA AREA URBANA DE CORONEL VIVIDA (PR)

Curitiba 1994





## GOVERNO DO ESTADO DO PARANA Roberto Requião de Mello e Silva

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

MINEROPAR - SERVIÇO GEOLÓGICO E PESQUISA MINERAL

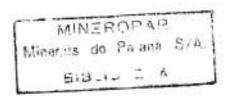
José Henrique Popp

Diretor Presidente

Antônio Manuel de Almeida Rebelo

Diretor Técnico

Noé Vieira dos Santos Diretor Administrativo Financeiro



# CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DE CORONEL VIVIDA CONVENIO FAMEPAR/MINEROPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA

- C D G E D -

Geólogo Luís Tadeu Cava Coordenador

Elaboração Geólogo Sérgio Maurus Ribas Geólogo Luís Marcelo de Oliveira

> Digitação Beatriz Rodacoski Manzig

Desenho Roseneide Ogleari Goncalves

## SUMÁRIO

1	-	INTRODUÇÃO	1
2	-	OBJETIVOS	1
3	-	METODOLOGIA	2
4	_	EQUIPE EXECUTORA	3
5	-	LOCALIZAÇÃO	4
6	-	ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS	4
7	-	ASPECTOS GEOLOGICOS	8
8	-	ASPECTOS PEDOLOGICOS	11
		8.1 - Solos Aluviais	12
		8.2 - Associação de Litossolos + Colúvios + Afloramentos de Rocha	
		8.3 - Latossolos	16
9	_	RISCOS GEOLOGICOS E AMBIENTAIS	18
		9.1 - Erosão	19
		9.2 - Contaminação de Aquiferos Superficiais e Subterrâ- neos	
		9.3 - Inundações e Enchentes	32
		9.4 - Areas com Muito Alta Declividade	34
1	0	- INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO	34
1	1	- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	37
1	9	- PEEERENCIAS RIBIIOGRÁFICAS	40

#### ANEXOS

- Mapa de Declividades
- Mapa do Substrato Rochoso
- Mapa de Coberturas Inconsolidadas
- Mapa de Indicações da Geologia Para o Planejamento

#### 1 - INTRODUÇÃO

A presente nota explicativa acompanhada de mapas básicos e temáticos elaborados por ocasião dos trabalhos de caracterização do meio físico da área urbana de Coronel Vivida (PR), expõe de modo claro e sucinto os resultados obtidos e as indicações da geologia para o planejamento, visando subsidiar a elaboração do Plano Diretor da cidade, conforme convênio firmado entre FAMEPAR/MINEROPAR/PREFEITURA MUNICIPAL DE CORONEL VIVIDA.

#### 2 - OBJETIVOS

Os trabalhos realizados em Coronel Vivida tiveram os seguintes objetivos:

- a) Caracterização do meio físico urbano com abordagem dos aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e geotécnicos.
- b) Diagnóstico das condições atuais de uso e ocupação do solo, com caracterização de situações de riscos geológicos e /ou ambientais.
- c) Elaboração de mapa-síntese com as indicações da geologia para o planejamento, visando orientar e ordenar a ocupação racional do espaço físico para promoção do desenvolvimento do município e melhoria da qualidade de vida de seus habitantes.

#### 3 - METODOLOGIA

Para caracterização do meio físico de Coronel Vivida, bem como para definir o comportamento dos materiais existentes na região, foi adotada uma metodologia simples, baseada na fotointerpretação de aerofotos na escala 1:25.000 (levantamento aéreo de 1980), obtendo-se delas o máximo de informações. Todos os dados obtidos nas fotos e em visitas aos demais órgãos e entidades intervenientes foram plotados em base planialtimétrica, na escala 1:5.000, fornecida pela FAMEPAR. Com deficiências por apresentar planialtimetria em apenas 30% da área total do perímetro urbano, a base disponível dificultou o estabelecimento da aptidão nas áreas sem planialtimetría.

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 de solos, processos de alteração do meio físico (erosão, movimentação de materiais, áreas potenciais a riscos geológicos e/ou ambientais, áreas sujeitas a inundações), etc.

Após o reconhecimento no campo das feições geológicas e geomorfológicas, os resultados foram plotados nas bases topográficas e forneceram subsídios para a elaboração dos mapas básicos e temáticos que são: mapa de declividades, do substrato rochoso, de solos e coberturas inconsolidadas e de riscos geológicos.

Segundo o esquema proposto por Mathewson e Font (1974) (apud: Infanti Jr., 1976), adaptado às condições e necessidades da Prefeitura de Coronel Vivida, a superposição dos elementos cartografados nos mapas básicos e temáticos conduz à integração e interpretação apresentadas no mapa de indicações da geologia para o planejamento, com definição das áreas com níveis distintos de aptidão para uso e ocupação dos solos.

O trabalho foi direcionado para apresentar caráter demonstrativo e qualitativo para que qualquer especialista, utilizando as cartas temáticas elaboradas, pudesse interpretá-las em função de um problema específico e aplicar as suas conclusões, seja na fase de planejamento ou mesmo de projeto. Sob tal enfoque, a geologia de planejamento por meio das cartas temáticas destaca-se como uma das ferramentas mais úteis para apoiar o trabalho do planejador no sentido de orientar e definir as investigações necessárias para uma melhor caracterização, preservação e ocupação do meio físico.

#### 4 - EQUIPE EXECUTORA

Por parte da MINEROPAR participaram dos trabalhos em Coronel Vivida os geólogos Sérgio Maurus Ribas e Luís Marcelo de Oliveira.

#### 5 - LOCALIZAÇÃO

O Município de Coronel Vivida situa-se no Sudoeste do Estado do Paraná, limitado a sul pelo Rio Gigante, divisa com o Município de Mangueirinha, e a sudoeste e oeste pelo Rio Chopim que marca a divisa com os municípios de Pato Branco e Itapejara do Oeste. Faz limite a norte com os municípios de São João e Chopinzinho.

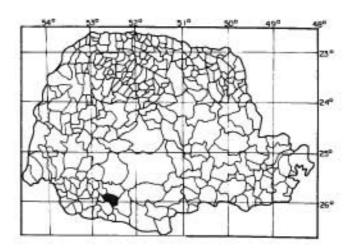
A cidade-sede municipal situa-se às margens do Rio Barro Preto, afluente do Rio Chopim, definida pelas coordenadas 25g59' de Latitude Sul e 52g34'30" de Longitude Deste. Dista cerca de 410 km de Curitiba com acesso pelas BR-277 e BR-373 passando por Palmeira e Guarapuava (Fig. 01).

A área objeto de estudo restringe-se ao atual perímetro urbano da cidade de Coronel Vivida, perfazendo um total de cerca de 12 km2, com indicações da geologia para o planejamento apenas nas áreas que possuem restituição planialtimétrica, num total de cerca de 4 km2.

#### 6 - ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

A paisagem topográfica da região urbana de Coronel Vivida é esbocada no mapa de declividades, elaborado a partir da base planialtimétrica, em escala 1:5.000, com curvas de nível

## MAPA DE SITUAÇÃO



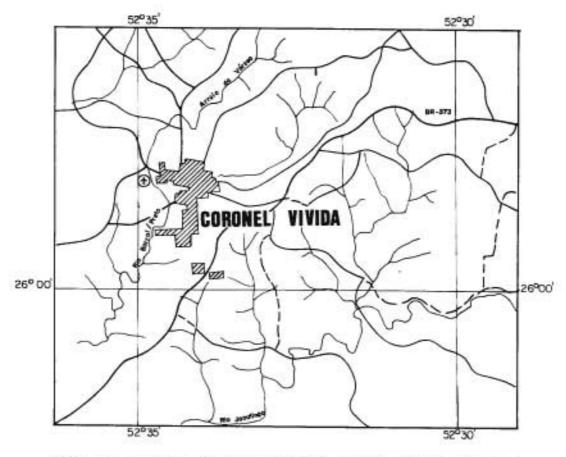


FIG.OI-MAPA DE SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CORONEL VIVIDA E ACESSOS A CIDADE-SEDE.

equidistantes de 5 metros cobrindo apenas cerca de 30% da área total. Este mapa 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, e áreas com declividade muito alta (>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 Coronel Vivida.

O mapa de declividades (anexo 1) mostra que os intervalos compreendidos entre 0-5% ocupam as áreas planas de fundo de vale

do Rio Barro Preto e seus afluentes, que são canalizados na porção central da cidade. A partir daí o relevo é relativamente abrupto, com encostas convexas com declividades variando de 5 a 20%, até escarpas com declividade acima de 20%, como no caso das margens do Rio Barro Preto até a região do Britador e das ruas Valmir Pizzoni, Clevelândia e paralelas. As áreas com declividades acima de 30% são bastante restritas e englobadas por áreas maiores com mais de 20% de declividade. As altitudes médias variam de 770 a 870 m acima do nível do mar, e a conformação topográfica reflete a estruturação das rochas do substrato, com implicações para o planejamento como referido adiante.

A figura 2 representa esquematicamente o perfil topográfico de Coronel Vivida, traçado na direção SW-NE, desde a Rua Valmir Pizzoni até a BR-158 nas proximidades da Indumilho.

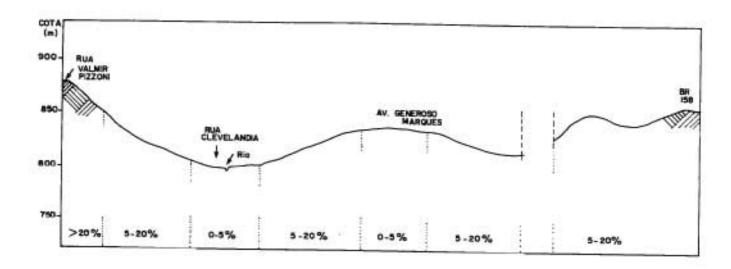


Figura 2 - Perfil esquemático SW-NE representando a conformação topográfica da região de Coronel Vivida e as respectivas declividades (sem escala).

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

INTER	RVALOS	INCLINAÇÕES	I INDICAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO
ø ·	- 5%	   2 <sub>0</sub> 51'   	lAreas com muito baixa declividade. Res- Itrições à ocupação por dificuldades no lescoamento de águas superficiais e sub- Iterrâneas.
5	- 10X	   2 <sub>0</sub> 51' - 5 <sub>0</sub> 42'   	lÁreas com baixa declividade. Dificul- Idades na instalação de infra-estrutura Isubterrânea como redes de esgoto e ca- Inalizações pluviais.
10 -	- 15%	     5 <sub>0</sub> 42' - 8 <sub>0</sub> 31'   	lÁreas com média declividade.   Aptas à ocupação considerando-se as de-  mais restrições como: espessura dos so-  los, profundidade do lençol freático,  susceptibilidade a processos erosivos,  adequabilidade a construções, etc.
15 -	- 20%	   8g31'-11g18' 	lÁreas com média a alta declividade.  Aptas à ocupação com critérios técnicos  ladequados, considerando-se as demais  Irestrições.
20 -	- 30%	  111018'-18026' 	lAreas com alta declividade. Restrições là ocupação sem critérios técnicos para larruamentos e implantação de infra-es- Itrutura em loteamentos.
> :	30X	l   > 18g26'	lÁreas com muito alta declividade, i- Inaptas à ocupação face aos inúmeros Iproblemas apresentados.

#### 7 - ASPECTOS GEOLOGICOS

A região de Coronel Vivida está inserida no domínio do Terceiro Planalto Paranaense em seu limite sudoeste, próximo à divisa com Santa Catarina.

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 (Foto 01).

Os derrames constituem uma série de unidades superpostas dando origem a extensos platôs hoje profundamente dissecados pelos processos de modelado do relevo. Os diversos derrames apresentam como feições típicas estruturas vesiculares ou amigdalóides de escape de gases no topo e disjunções poliédricas e fraturas de resfriamento. 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%.

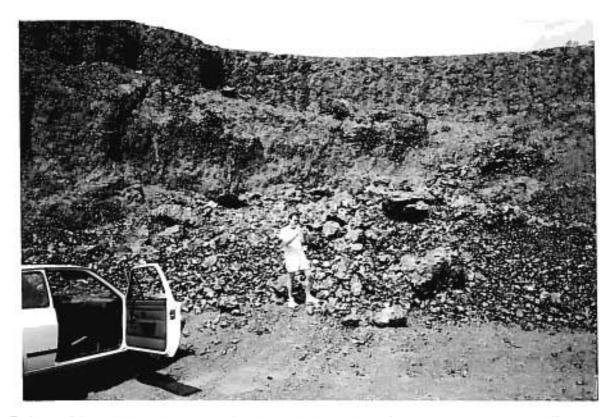


Foto 01 - Aspecto geral das rochas basálticas da formação Serra Geral em pedreira explorada na região de Coronel Vivida (PR).

A Formação Serra Geral é constituída por uma série de lavas basálticas toleíticas de textura afanítica (fina), cinza escuras a negras, geralmente com alto grau de fraturamento (Foto 01). Podem englobar pequenas lentes de arenitos finos, de cor rósea, recristalizados e endurecidos, como ocorrem nos cortes da estrada para Vista Alegre, não representáveis na escala adotada.

Na área do perímetro urbano de Coronel Vivida os basaltos afloram nos cortes da estrada que liga ao distrito de VIsta Alegre e na forma de blocos e matacões a meia encosta, associados aos declives mais acentuados dos terrenos (Foto 02).



Foto 02 - Aspecto de afloramento de rocha basáltica na forma de blocos não alterados em meio ao solo, associados aos declives mais acentuados no perimetro de Coronel Vivida.

Estão cartografados também no mapa do substrato rochoso (Anexo 2) os sedimentos aluviais mais recentes que ocupam as áreas de fundo de vale, formados predominantemente por depósitos argilosos em áreas sujeitas a inundações, principalmente nas margens do Rio Barro Preto, em sua porção canalizada na região central da Praça dos Três Poderes. São depósitos compostos por argila cinza escura, com proporções variáveis de matéria orgânica, turfosas, com espessuras que atingem até 3 metros de profundidade.

O padrão da rede de drenagem da área formada pelo Rio Barro Preto e seus afluentes é condicionado pelas estruturas de falhas e fraturas da sequência litoestratigráfica aflorante e, junto com os depósitos de fundo de vale, funcionam como canais de comunicação e recarga dos aquiferos subterrâneos. No mapa de indicações da geologia para o planejamento de Coronel Vivida, essas áreas são delimitadas como de preservação permanente e proteção de aquiferos subterrâneos.

#### 8 - ASPECTOS PEDOLOGICOS

A descrição dos solos da região de Coronel Vivida 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 Coronel Vivida foi executada sobre fotos aéreas, aliada a observações de campo. Nos limites do perimetro urbano os solos foram divididos em três classes: solos aluviais, associação de litossolos + colúvios + afloramentos de rocha; e latossolos. Sua distribuição e áreas de abrangência acham-se cartografadas no mapa de coberturas inconsolidadas (Anexo 3).

#### 8.1 - Solos Aluviais

São solos pouco desenvolvidos, derivados de sedimentos aluviais ou colúvio-aluviais inconsolidados. Predominam sedimentos argilosos e síltico-argilosos, com intercalações arenosas. Ocorrem associados às áreas de fundo de vale, sujeitas a inundações sazonais, promovendo o equilibrio hidrológico. Incluem solos orgânicos, turfas e solos hidromórficos não discriminados, com nível freático raso ou aflorante.

Os solos aluviais são em geral pouco espessos, com até 3 metros de profundidade, sobrepostos aos depósitos argilosos que, quando solicitados a cargas (fundações, aterros, construções, etc) mostram-se propícios a adensamento e compressividade. Isto impõe restrições à ocupação devido a problemas de recalque em obras de engenharia. Além disto, eles ocupam áreas de relevo

normalmente plano nos lugares mais baixos, sujeitos a inundações e com dificuldade de escoamento pela quase ausência de declividade. Os solos aluviais aparecem no mapa de indicações como áreas inaptas à ocupação que requerem medidas de manutenção e correção em áreas já ocupadas (Foto 03).

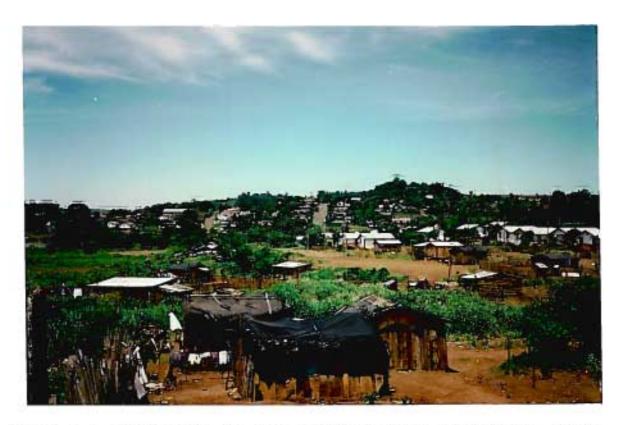


Foto 3 - Vista geral de ocupação irregular em área de fundo de vale com solos aluviais sujeitas a inundações em Coronel Vivida.

#### 8.2 - Associação de Litossolos + Colúvios + Afloramentos de Rocha

Nesta classe estão englobadas as áreas com solos pouco desenvolvidos, com menos de 1 metro de profundidade, normalmente constituídos de horizonte orgânico sobre rocha inalterada (afloramentos de rocha). Podem variar até solos relativamente desenvolvidos, porém com grande quantidade de blocos e matacões de rocha basáltica inalterada, de tamanhos variados, até dimensões métricas, englobados pela massa alterada (litossolos) (Foto 04). São desenvolvidos a partir da desagregação e decomposição esferoidal das rochas basálticas, restando blocos e matacões inalterados.



Foto 04 - Aspecto geral dos litossolos em Coronel Vivida.

Por serem solos que ocorrem em sua maioria em locais de topografia acidentada e devido à pequena espessura dos perfis, são muito susceptíveis à erosão por desagregação mecânica das rochas e rolamento de blocos em áreas de média a alta declividade. Quando a massa alterada englobando os blocos de rocha sofre algum tipo de deslocamento ou transporte natural, constitui os colúvios de pé-de-morro que são depósitos de material inconsolidado sujeitos a processos de escorregamento de massa, erosão e rolamento de blocos (Foto 05).



Foto 05 - Barranco em loteamento onde aparece blocos de material transportado constituindo áreas com depósitos coluvionares sobre rocha alterada.

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

#### 8.3 - Latossolos

Com a denominação genérica de latossolos estão cartografadas no mapa de coberturas inconsolidadas do Anexo 3 as áreas com solos profundos (5-10 m), de textura média, por vezes argilosa, com níveis lateríticos que podem condicionar o nível freático em alguns locais (Foto 06).



Foto 06 - Aspecto dos latossolos em Coronel Vivida com níveis lateríticos destacados em corte de estrada.

Os solos desta classe são porosos, permeáveis e friáveis, quando úmidos, desenvolvidos a partir de rochas do derrame basáltico, em situações topográficas de declives suaves. São considerados como muito resistentes à erosão quando em situações naturais, porém sujeitos a processos erosivos de ravinamento e sulcamento com a retirada da vegetação e da camada orgânica superficial em situações de "terras desnudas".

Os processos erosivos iniciam-se por erosão laminar da camada superficial do solo, podendo evoluir para ravinamentos e sulcamentos onde há concentração do fluxo d'água. A susceptibilidade ao fenômeno aumenta ou diminui em função da declividade, comprimento e forma da pendente, e tipo de ocupação. Esses problemas são facilmente contornados com uma ocupação com critérios técnicos de calçamento, canalização e dissipação de energia no despejo de águas servidas e pluviais, como norma na implantação de infra-estrutura de novos loteamentos. Medidas corretivas devem ser também adotadas em áreas ocupadas e reflorestamento de terras desnudas, conforme indicações da geologia para o planejamento.

#### 9 - RISCOS GEOLOGICOS E AMBIENTAIS

A noção de risco geológico aqui considerada está associada às situações oriundas de alterações no meio físico, nas quais se verifica a possibilidade ou probabilidade de perdas ou danos a vidas humanas e/ou prejuízos materiais.

Neste sentido, os estudos de riscos geológicos, de uma maneira geral, podem ser realizados com dois objetivos: o corretivo e o preventivo.

No corretivo, as investigações devem detectar e apresentar soluções para eliminar ou minimizar os efeitos de um processo em andamento ou já ocorrido. Por outro lado, o caráter preventivo está relacionado com situações de riscos potenciais, ou seja, aqueles revelados antes que um fator qualquer inicie o processo. Sendo assim, é fácil notar que as medidas preventivas dos estudos de riscos geológicos são próprias dos projetos que visam o planejamento urbano.

Em Coronel Vivida foram caracterizadas situações de riscos geológicos de caráter corretivo, relacionados a processos erosivos de ravinamento e/ou sulcamento e rolamento de blocos. Além destes são incluidos os agentes potenciais à contaminação de aquiferos superficiais e subterrâneos, que requerem monitoramento da descarga de efluentes domésticos, industriais e de agentes poluentes, tais como hospitais e postos de combustíveis. As situações de riscos geológicos de caráter preventivo estão

relacionadas com áreas sujeitas a inundações e enchentes ocasionais, áreas com muito alta declividade ()30%) e áreas potenciais à ocorrência de processos erosivos de movimentação de massa, rolamento de blocos e ravinamentos.

Tais situações podem ser deflagradas, principalmente, pela ocupação desordenada do solo, sem respeitar as características do meio físico, ou seja, provocadas ou potencializadas pela ação antrópica.

Neste sentido serão abordados a seguir os principais problemas constatados na região de Coronel Vivida, que encontram-se devidamente registrados no mapa de riscos geológicos/ambientais (Anexo 4) e no mapa de indicações da geologia para o planejamento (Anexo 5).

#### 9.1 - Erosão

A erosão se constitui em um dos principais fenômenos de riscos geológicos 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, a declividade dos terrenos, as formas e extensões das vertentes e a cobertura vegetal, são os principais fatores que condicionam a origem e a evolução dos processos erosivos.

Nos limites do perímetro urbano de Coronel Vivida foram caraterizados processos erosivos denominados genericamente de ravinamentos e/ou sulcamentos, instabilidade de encostas e rolamento de blocos.

A erosão por ravinamento, ou erosão em sulco, se manifesta na forma de canais pouco profundos que surgem na superfície do terreno, preferencialmente sobre as coberturas inconsolidadas (solos). Resulta da ação do escoamento superficial concentrado em áreas onde a vegetação foi destruída. Forma-se mais facilmente a partir de qualquer tipo de incisão ou corte no terreno, tais como estradas, taludes, poços, trilhas e outros, podendo evoluir para estágios mais avançados de erosão acelerada, que inicia quando o nível freático é atingido (Fotos 7 e 8).



Foto 07 - Vista geral de área sobre latossolos sem a proteção da cobertura vegetal, sujeita a processos erosivos de ravinamento e sulcamento em locais de concentração do fluxo d'água.



Foto 08 - Detalhe da foto anterior mostrando a situação descrita como "terra desnuda" sobre latossolo profundo sujeito a processos de ravinamento.

A principal evidência deste tipo de erosão é a formação de pequenos sulcos paralelos, segundo a maior declividade da encosta, com consequente assoreamento de leitos de córregos por águas barrentas com grande quantidade de sedimentos em suspensão.

Em Coronel Vivida a erosão por ravinamento ocorre diretamente associada às áreas recobertas por latossolos profundos. Em estado natural, esses solos possuem boa capacidade de infiltração e percolação d'água, mostrando boa resistência à erosão. Contudo, uma vez retirada a cobertura vegetal e a camada

orgânica superficial, que funcionam como "capas protetoras", são expostas as camadas inferiores, friáveis e susceptiveis aos processos erosivos.

Nas áreas onde predominam litossolos, colúvios e afloramentos de rocha foram caracterizadas situações de riscos geológicos que necessitam medidas corretivas, tais como processos de desagregação mecânica de rochas subaflorantes e rolamento de blocos. Esses processos estão relacionados com os solos pouco desenvolvidos sobre rocha inalterada, restando grande quantidade de blocos e matacões, de dimensões métricas, inalterados. Por efeito da decomposição esferoidal em rochas basálticas, blocos e matacões de rocha inalterada podem também restar em meio à massa alterada, nos solos mais desenvolvidos ou com maior profundidade (Foto 09).



Foto 09 - Aspecto da ocorrência de blocos de rocha inalterada em solos transportados (colúvios), instáveis, sujeitos a movimentos de massa e rolamento de blocos.

Potencializada pela ação antrópica de desmatamento, terraplenagem, cortes e aterramentos, as águas pluviais passam a retirar os sedimentos mais finos que formam a massa alterada dos solos, desestabilizando os blocos e matacões, predispondo a movimentos de massa e rolamento encosta abaixo, com consequências que podem ser catastráficas (Fotos 10, 11 e 12).



Foto 10 - Aspecto da desestabilização de blocos em corte de estrada com potencialidade de ocorrerem movimentos de massa e rolamento encosta abaixo.



Foto 11 - Situação de risco geológico de movimentação de massa e rolamento de blocos potencializada pela implantação de loteamento sem critérios técnicos adequados para arruamento e infra-estrutura (vide Foto 12).



Foto 12 - Detalhe de arruamento acima das casas da foto anterior onde são perceptíveis trincas, afundamento da rua e queda de blocos evidenciando situação que requer medidas corretivas emergenciais.

A deflagração dos processos erosivos se dá principalmente pela ocupação desordenada, sem critérios técnicos adequados na instalação de infra-estrutura e implantação de loteamentos (Foto 13). Além disso, a declividade é o fator topográfico mais relevante no condicionamento da gênese e evolução dos processos erosivos. De maneira geral, quanto maior a inclinação da encosta mais acentuado e volumoso será o escoamento superficial acelerando o processos erosivo. Isto foi verificado na cidade de Coronel Vivida, onde as áreas atingidas por processos erosivos de ravinamento incipiente, desagregação mecânica e rolamento de blocos apresentam média a alta declividade (15-30%).



Foto 13 - Vista geral de loteamento implantado sem critérios técnicos adequados em Coronel Vivida.

A correlação estabelecida entre os processos erosivos, o tipo de solo e a declividade, permitem a delimitação de áreas susceptíveis aos fenômenos descritos, que aparecem como aptas à ocupação com critérios técnicos adequados para arruamentos e implantação de infra-estrutura em loteamentos, no mapa de indicações da geologia para o planejamento (Anexo 05).

# 9.2 - Contaminação de Aquiferos Superficiais e Subterrâneos

Os agentes potenciais à contaminação de aquiferos superficiais e subterrâneos foram caracterizados como situações de riscos geológicos de caráter corretivo, porque requerem monitoramento intensivo da descarga de efluentes industriais, domésticos e de agentes poluentes, provenientes principalmente de postos de combustíveis, lavadores de automóveis, tanques de graxa e óleo, esgoto doméstico, industrial e hospitalar.

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 influências possam ser controladas.

E 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. Tratando-se de águas subterrâneas, as áreas investigadas são as zonas de recarga próximas.

A grande diversidade de fontes poluidoras de água tornam bastante dificil a síntese das mesmas. A classificação que segue procura mostrar as principais origens da poluição das águas superficiais e subterrâneas, que podem comprometer os mananciais:

- Esgotos domésticos: provocam contaminação tanto bacteriológica, por meio de dejetos humanos, como química, pela presença de produtos químicos de uso doméstico, entre esses os detergentes.
- Esgotos industriais: são poluentes essencialmente químicos, incluindo todos os tipos de águas residuais em geral, resíduos de postos de combustíveis (óleos, graxas, querosene, gasolina, etc).
- Percolação de depósitos residuais sólidos: compreende as águas que antes de atingirem os corpos aquosos percolam depósitos de resíduos sólidos, domésticos ou industriais, como é o caso dos aterros sanitários e depósitos de lixo hospitalar.
- Assoreamento de cursos d'água provocado pelo carreamento de partículas e entulhos pela água da chuva, como o caso das inúmeras pilhas de serragem observadas em Coronel Vivida (Foto 14).



Foto 14 - Pilha de serragem promovendo riscos de assoreamento dos cursos d'água em Coronel Vivida.

Para a manutenção da boa qualidade da água superficial e subterrânea na região de Coronel Vivida recomenda-se, além da exploração racional com critérios técnicos adequados, que sejam realizados trabalhos de cadastramento dos pontos com potencial de contaminação dos aquiferos. Devem ser cadastrados postos de combustíveis, garagens de ônibus, ligações clandestinas de esgoto na rede pluvial, fossas, esgoto hospitalar, efluentes industriais, descargas de defensivos agrícolas, entre outros, visando o monitoramento intensivo da descarga dos efluentes citados:

#### 9.3 - Inundações e Enchentes

Inundações e enchentes constituem os fenômenos de riscos geológicos relacionados às áreas de fundo de vale que margeiam os principais córregos no perímetro urbano de Coronel Vivida. A inundação ocorre sazonalmente e se caracteriza pelo estágio onde as águas extrapolam o canal normal do rio, até o limite da planície de inundação ocupada pelas várzeas ou aluviões. As inundações ocorrem em estações chuvosas, em determinados períodos do ano, e a planície da várzea ou aluvião funciona como reguladora da vazão, promovendo o equilibrio hidrológico nas épocas de elevação do nível das águas.

Em Coronel Vivida as principais áreas sujeitas a inundações ocorrem ao longo do Rio Barro Preto e do Arroio da Várzea na região onde está situado o Country Clube, correspondendo às áreas de ocorrência dos depósitos argilosos recobertos por solos aluviais. Deve-se ressaltar que essas áreas alagadiças são constituídas por argilas de alta plasticidade que, quando solicitadas à carga, sofrem fenômenos de adensamento e recalques significativos que, aliados à ocorrência de nível freático raso ou à superfície, inviabilizam qualquer obra para ocupação.

O Rio Barro Preto cruza a cidade em sua porção central, na maior parte canalizado, passando na região da Praça dos Três Poderes. Esta obra propiciou a ocupação e adensamento da planicie de inundação do rio nesta área, sendo necessárias

constantes medidas de manutenção da vazão das águas no trecho canalizado.

Os efeitos somatórios causados pela impermeabilização do solo com calçamento e construções, diminuindo a capacidade de infiltração das águas da chuva; a canalização com aumento do volume e vazão; o assoreamento da calha dos rios com sedimentos carreados por enxurradas e lixo urbano; potencializam o problema das enchentes que atingem além da planície de inundação envolvendo casas e obras, com prejuízos materiais e sociais. O fenômeno das enchentes ocorre esporadicamente, mas deve ser considerada sua cota máxima como área de restrição à ocupação quando do planejamento do uso do solo.

No mapa de riscos geológicos e ambientais (Anexo 4) encontra-se delimitada a área sujeita a enchentes ocasionais, com base na cota atingida pela última enchente, fornecida pelos técnicos da Prefeitura Municipal de Coronel Vivida. Esta área estende-se ao longo do Río Barro Preto desde a confluência do Arroio da Várzea na região da Praça dos Três Poderes até próximo ao britador. Nesta área são necessárias medidas preventivas que propiciem a plena vazão das águas, mesmo em períodos de alta pluviosidade e ações voltadas à manutenção permanente dessa condição. No mapa de indicações da geologia para o planejamento (Anexo 5) a área sujeita a enchentes é considerada inapta à ocupação e requer medidas de manutenção em áreas já ocupadas.

## 9.4 - Areas com Muito Alta Declividade

Em Coronel Vivida as áreas caracterizadas como de muito alta ()30%) são bastante restritas e declividade ocorrem principalmente nas margens do Rio Barro Preto. São áreas definidas como de riscos geológicos preventivos, pois normalmente apresentam solos litólicos e afloramentos de rocha sujeitos aos processos de movimentação de massa e rolamento de blocos. situação mais crítica ocorre na ocupação irregular em torno loteamento próximo ao cemitério parque, onde foram ocupados terrenos no final da Rua Manoel P. dos Santos e paralelas. Aliado à dificuldade de instalação de infra-estrutura enterrada e abertura de ruas e calçamentos, essa área é caracterizada como sujeita a instabilidade de encostas e rolamento de blocos no mapa riscos geológicos e ambientais (anexo 4) e como inapta à ocupação, face aos inúmeros problemas apresentados no mapa de indicações da geologia para o planejamento (Anexo 5).

### 10 - INDICAÇÕES DA GEOLOGIA PARA O PLANEJAMENTO

O mapa de indicações da geologia para o planejamento, apresentado no Anexo 5, é uma síntese dos estudos desenvolvidos em Coronel Vivida. Procura orientar, de modo preliminar, as ações do poder público e da população em geral com respeito a ocupação urbana, levando-se em consideração as características do meio físico e os aspectos geológicos, pedológicos e geotécnicos dos

terrenos da região. Procura também demonstrar as atuais condições ambientais e de uso e ocupação das áreas contidas no perimetro urbano da cidade, bem como os riscos geológicos e/ou ambientais advindos do mau uso do solo.

Ao nível em que é apresentado, restringe-se a indicar as principais características dos terrenos, suas restrições quanto ao uso e ocupação e potencialidades, visando o processo de 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.

As unidades de planejamento individualizadas no mapa síntese (Anexo 5) são as seguintes:

- Areas sujeitas a enchentes ocasionais inaptas à ocupação,
   requerem medidas de manutenção em áreas já ocupadas.
- Areas com muito alto declividade (>30%), normalmente com solos litólicos e afloramentos de rocha, inaptas à ocupação face aos inúmeros problemas apresentados.
- Areas de fundo-de-vale sujeitas à inundação, com solos aluviais, hidromórficos e turfosos. Nível freático raso ou aflorante. Inaptas à ocupação por constituirem áreas de

preservação permanente e proteção de aquiferos subterrâneos. Requerem medidas de manutenção em áreas já ocupadas.

- Áreas com média a alta declividade (15-30%) em solos rasos com blocos de rocha inalterada, susceptíveis à movimentação de massa e rolamento de blocos em cortes de estrada. São aptas à ocupação com critérios técnicos que levem em conta a instabilidade em cortes e dificuldades de instalação de infraestrutura. Requerem medidas corretivas em áreas já ocupadas.
- Areas com baixa a média declividade (0-15%) em solos rasos sujeitos a rolamento de blocos nos cortes. Aptas à ocupação com critérios técnicos adequados.
- Áreas com média a alta declividade (15-30%) sobre latossolos profundos (5-10 m), porosos e permeáveis, sujeitos a ravinamentos e sulcamentos com a retirada da vegetação. Aptas à ocupação com critérios técnicos de calçamento, canalização e dissipação de energia das águas servidas e pluviais. Requerem medidas corretivas em áreas ocupadas e reflorestamento de "terras desnudas".
- Áreas com baixa a média declividade (0-15%) em latossolos
   profundos, aptas à ocupação com critérios técnicos adequados.

O perímetro urbano de Coronel Vivida engloba também extensas áreas sem restituição planialtimétrica, sobre solos rasos e latossolos profundos, de dificil estabelecimento da aptidão, requerendo complementação da planialtimetria.

### 11 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- a) A cidade de Coronel Vivida, nos limites do perímetro urbano, apresenta problemas advindos principalmente do uso inadequado do solo e degradação ambiental por desconsideração das características do meio físico.
- b) O sítio urbano de Coronel Vivida assenta-se sobre substrato rochoso constituído por basaltos, estruturados em sucessivos derrames sub-horizontais, com alto grau de fraturamento. E recoberto por latossolos profundos variando a litossolos, que vão de mais de 10 metros a 10 centímetros, englobando blocos e matacões de rocha inalterada de diversos diâmetros. Em áreas de fundo de vale ocorrem depósitos argilosos recobertos por solos aluviais.
- c) As situações de riscos geológicos caracterizadas na área urbana de Coronel Vivida estão relacionadas a processos erosivos de ravinamento e sulcamento, instabilidade de encostas, rolamento de blocos, contaminação de aquiferos superficiais e subterrâneos, assoreamento do leito dos rios, inundações e enchentes.

- d) Os processos erosivos de ravinamento e sulcamento atuam sobre áreas com média a alta declividade (15-30%) sobre latossolos profundos sem a proteção da camada superficial ou da cobertura vegetal ("terras desnudas"). Os fenômenos de rolamento de blocos e instabilidade de encostas atuam em áreas de solos rasos englobando litossolos, colúvios e afloramentos de rocha.
- e) A deflagração dos processos erosivos se dá principalmente pela ação antrópica e ocupação sem critérios técnicos adequados na instalação de infra-estrutura e arruamentos na implantação de loteamentos, potencializada pelo desmatamento indiscrimado, terraplenagem, cortes e aterramentos, criando áreas de terras desnudas e arrasadas.
- f) Devem ser tomadas medidas para proteção e preservação da boa qualidade das águas de abastecimento, a nível preventivo, cadastrando e monitorando toda atividade geradora de resíduos poluentes sólidos ou líquidos tais como: postos de combustiveis, aterros sanitários, matadouros, efluentes industriais e domésticos entre outros, evitando a contaminação dos aquiferos superficiais e subterrâneos.
- g) As áreas de fundo de vale com depósitos argilosos aluviais, ao longo do Rio Barro Preto e do Arroio da Várzea, são áreas de equilíbrio hidrológico, sujeitas a inundação, cobertas por solos argilosos e orgânicos mal drenados, alagadiços, que sofrem adensamento e compressão quando solicitados à carga, além de constituírem áreas de recarga de aquiferos. Por todos esses

motivos são consideradas áreas de preservação permanente, potenciais ao reflorestamento e recomposição paisagística.

- h) Com relação às propostas de encaminhamento de soluções visando a elaboração do Plano Diretor recomenda-se:
- Adotar medidas de prevenção da degradação ambiental,
   fundamentadas nos processos de riscos geológicos e/ou ambientais
   detectados no trabalho.
- Adotar medidas restritivas à ocupação em áreas de fundo de vale e terrenos com alta declividade.
- Adotar medidas de conscientização da população em relação ao conhecimento dos processo de degradação ambiental e suas consequências.
- i) Os estudos realizados culminaram com o estabelcimento de indicações para ocupação do meio físico na área urbana de Coronel Vivida. Os resultados obtidos estão sintetizados no mapa de indicações da geologia para o planejamento, com legenda auto-explicativa (Anexo 5). São resultados genéricos, a nível de indicações, não dispensando estudos mais detalhados, com ensaios geotécnicos, nos locais de implantação de qualquer projeto ou obra civil.

j) Considera-se que foram atingidos os objetivos propostos pelo presente trabalho, com diagnóstico das condições atuais de uso e ocupação dos solos e caracterização do meio físico da região urbana de Coronel Vivida (PR).

#### 12 - REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1 CAPUTO, Homero Pinto. Mecânica dos solos e suas aelicações. 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, Luís Roberto. Estudos geológicos-geotécnicos aelicados ao elangiamento 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 AGROPECUARIA. 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. Anais... Belo Horizonte: ABGE, 1984, v. 2, p. 227-239.

- 7 FRAGA, Carlos Gilberto. Introdução ao zoneamento do sistema aguifero 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. <u>Geografia física do estado do Paraná</u>. Curitiba: BADEP/UFPR/IBPT, 1968. 350 p.
- 10 OLIVEIRA, Luís Marcelo de; FELIPE, Rogério da Silva. Geologia de elangiamento. Caracterização do meio físico da área urbana de Guarapuava. Curitiba: MINEROPAR, 1992. 2 v. Convênio MINEROPAR/FAMEPAR/Prefeitura Municipal de Guarapuava.
- 11 OLIVEIRA, Luís Marcelo de; RIBAS, Sérgio Maurus. Geología de Planeiamento. Caracterização do meio físico da área urbande Guaraqueçaba. Curitiba: MINEROPAR, 1992, 1 v. 26 p, anexos. Convênio MINEROPAR/IBAMA/Prefeitura Municipal de Guaraqueçaba.
- 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 Engenbaria, 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. <u>Geologia de elanejamento</u>.

  Caracterização do meio físico da área urbana de Guaíra :

  MINEROPAR, 1992. 2 v. Convênio MINEROPAR/FAMEPAR/Prefeitura

  Municipal de Guaíra.
- 16 RIBAS, Sérgio Maurus e OLIVEIRA, Luis Marcelo de Geologia de elangiamento. Caracterização do Meio Físico da Área Urbana

de Cambará : MINEROPAR, 1993, Plano de Uso e Ocupação do Solo. Convênio MINEROPAR/FAMEPAR.

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

