

# Ocupação de Encostas

Márcio Angelieri Cunha (coord.)

**IPT** – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

Disciplina:

Urbanização de  
Encostas

---

Prof.:

Sonia Afonso, Dra.

---

Autor:

Renato Saboya

---

Agosto / 2003

# Ocupação de Encostas

---

Conteúdo da apresentação:

---

## 1. Conceitos Introdutórios

- 1.1 Características geométricas de uma encosta
- 1.2 Processos de transporte de massa
- 1.3 Principais fatores dos processos erosivos
- 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

## 2. Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

- 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística
- 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário
- 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos
- 2.4 Concepção das habitações
- 2.5 Projetos de reurbanização

# Ocupação de Encostas

---

Conteúdo da apresentação:

---

## 1. Conceitos Introdutórios

- 1.1 Características geométricas de uma encosta
- 1.2 Processos de transporte de massa
- 1.3 Principais fatores dos processos erosivos
- 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

## 2. Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

- 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística
- 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário
- 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos
- 2.4 Concepção das habitações
- 2.5 Projetos de reurbanização

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.1 Características geométricas de uma encosta

#### Inclinação ou Declividade

É representada pelo ângulo formado entre o plano da encosta e o plano horizontal. Pode ser representado em porcentagem, através da relação entre o desnível vertical (H) e o comprimento na horizontal (L) (declividade =  $H/L \times 100$ ).

#### Amplitude

Indica a diferença de cota existente entre o topo e a base da encosta, ou seja, o desnível vertical.

#### Perfil

Caracteriza a variação da declividade de uma encosta ao longo de sua extensão transversal. Pode ser retilíneo, côncavo ou convexo.

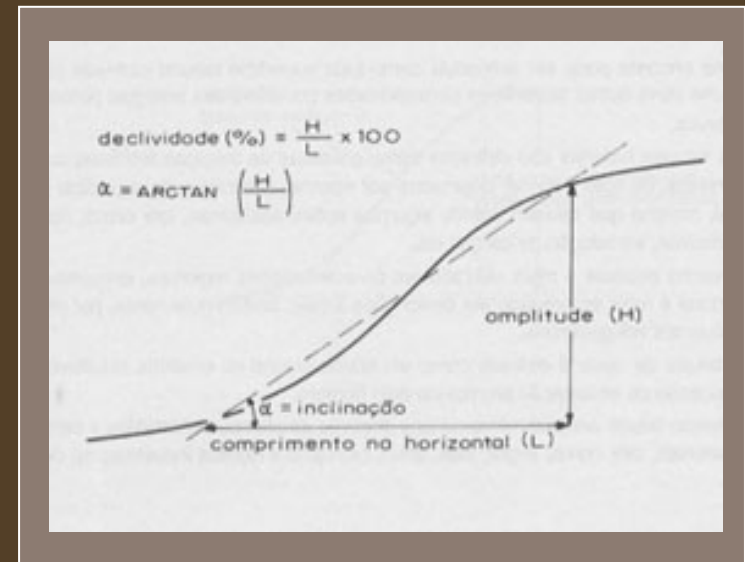


Fig. 1. Características geométricas

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.2 Processos de transporte de massa

#### Erosão laminar

Acontece quando a água desce a encosta e “lava” a superfície do terreno como um todo, sem formar canais bem definidos de escoamento.

#### Erosão em sulcos

Ocorre com a concentração da água por caminhos preferenciais, aprofundando os sulcos pelo transporte de material do solo, causando o surgimento de ravinas.

#### Erosão por boçorocas

Acontece quando a ravina atinge profundidade tal que alcance o lençol freático ou o nível d'água do terreno. Isso pode acarretar na remoção de material do fundo e das paredes da boçoroca, formando vazios no interior do solo. Esses vazios, por sua vez, dão origem a colapsos ou desabamentos que alargam ou criam novos ramos na boçoroca.

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.3 Principais fatores dos processos erosivos

#### Água

O volume de água que atinge o terreno, sua distribuição no tempo e no espaço são fatores decisivos para a velocidade da erosão.

#### Cobertura Vegetal

O tipo de cobertura vegetal determina maior ou menor proteção contra o impacto e remoção de partículas do solo pela água.

#### Tipo de solo / rocha

Determina a suscetibilidade do solo à erosão em função das suas características granulométricas, estruturais, de espessura, etc.

#### Profundidade do lençol freático

#### Topografia

Maiores declividades implicam em maior velocidade de escoamento das águas; maior comprimento da encosta implica em maior tempo de escoamento, e maior erosão.

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

#### Rastejos

São movimentos lentos associados a alterações climáticas sazonais (umedecimento e secagem). Este processo não apresenta superfície de ruptura (limite entre a massa de movimentação e o terreno estável) bem definida.

Afetam tanto a superfície quanto as camadas mais profundas, e podem preceder movimentações mais rápidas, como os escorregamentos.

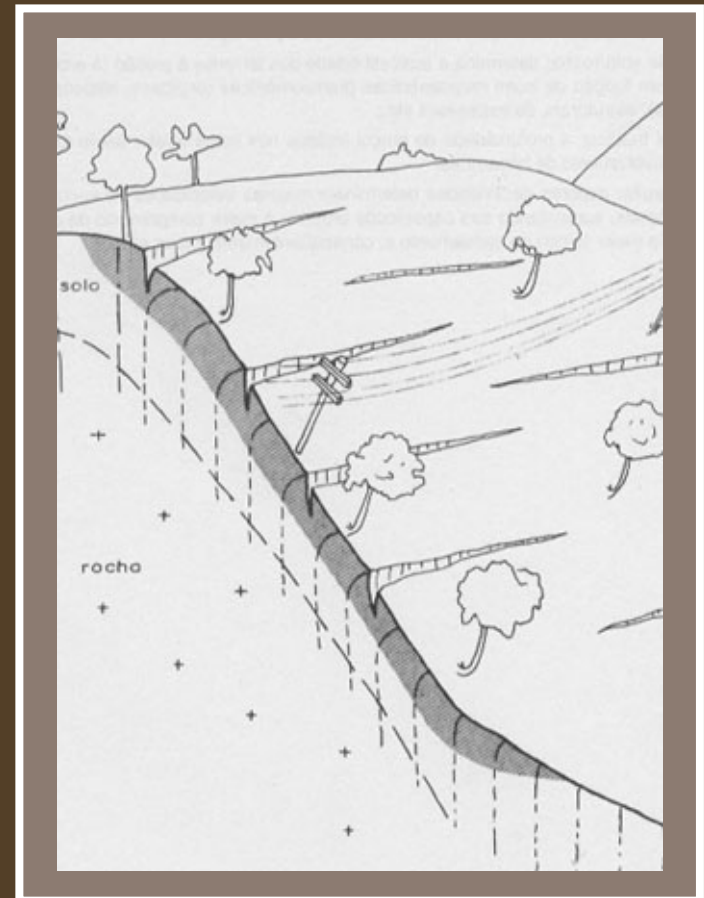


Fig. 2 - Rastejos

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

#### Escorregamentos

São processos caracterizados por movimentos rápidos, limites laterais e profundidades bem definidos.

As principais causas dos escorregamentos são: lançamento e concentração de águas pluviais, lançamento de águas servidas, vazamentos na rede de abastecimento da água, fossa sanitária, declividade e altura excessiva dos cortes, execução inadequada dos aterros, deposição de lixo e remoção indiscriminada da cobertura vegetal.

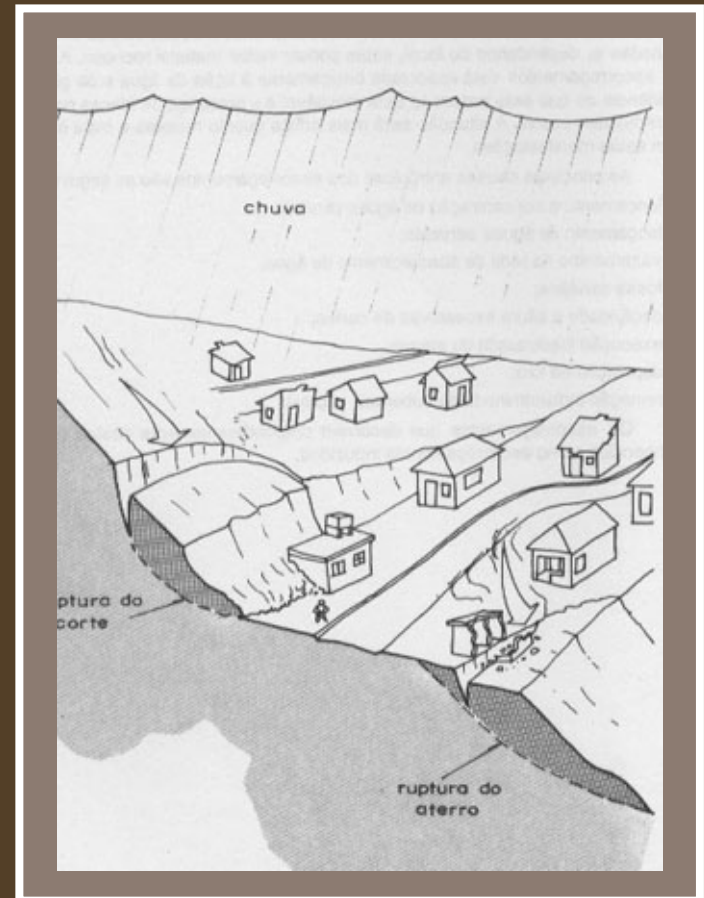


Fig. 3 - Escorregamentos



# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

#### Quedas

São processos extremamente rápidos e envolvem blocos e/ou lascas de rochas em movimento do tipo queda livre. Estão condicionados à presença de afloramentos rochosos em encostas íngremes e potencializados pelas amplitudes térmicas.

#### Tombamentos

Acontecem em encostas/taludes íngremes de rochas com descontinuidades verticais, onde a mudança da geometria acaba propiciando o tombamento das paredes do talude.

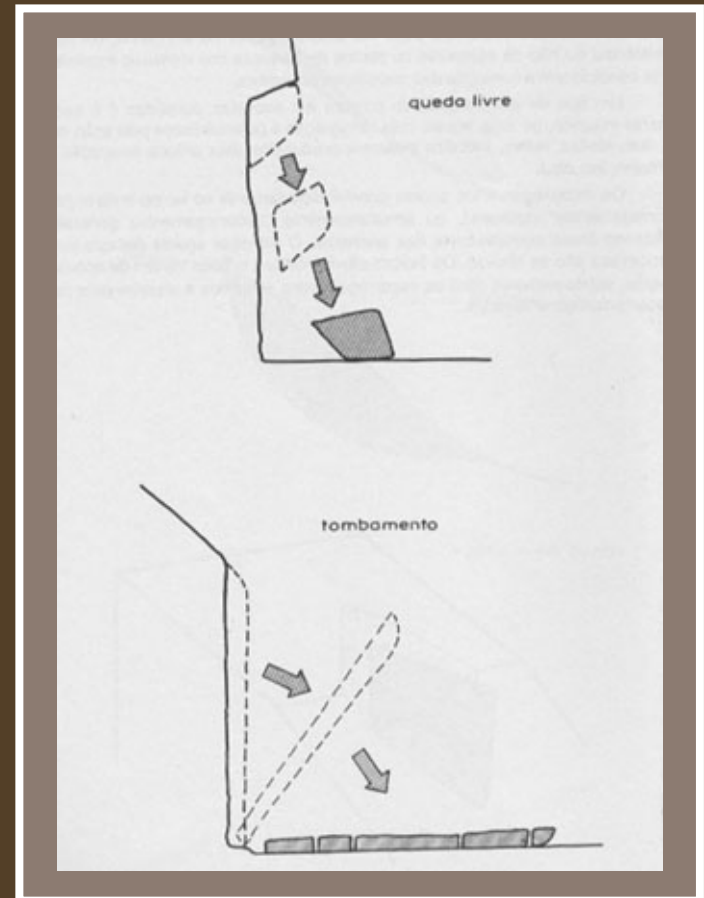


Fig. 4 - Quedas e tombamentos

# Ocupação de Encostas

## Conceitos introdutórios

### 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

#### Corridas de massa

Esses processos são gerados a partir de um grande aporte de material para as drenagens. Esse material, combinado com um determinado volume de água, acaba formando uma massa viscosa com alto poder destrutivo e de transporte, e com extenso raio de alcance.

São causados por índices pluviométricos excepcionais, sendo mais raros que os demais movimentos de massa, porém mais destrutivos.



*Fig. 5 - corridas de massa*

# Ocupação de Encostas

---

Conteúdo da apresentação:

---

## 1. Conceitos Introdutórios

- 1.1 Características geométricas de uma encosta
- 1.2 Processos de transporte de massa
- 1.3 Principais fatores dos processos erosivos
- 1.4 Movimentos gravitacionais de massa

## 2. Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

- 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística
- 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário
- 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos
- 2.4 Concepção das habitações
- 2.5 Projetos de reurbanização

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### O Caráter iterativo do projeto

O projeto de ocupação de encostas, de maneira geral, exige uma quantidade maior de iterações sucessivas que os projetos usuais.

Em função das peculiaridades das situações de encosta, são necessários sucessivos ajustes do posicionamento dos lotes, do sistema viário, das áreas comunitárias e dos demais componentes.

Além disso, à medida que os espaços vão sendo ocupados, é necessário que haja um acompanhamento cuidadoso, pois cada nova inserção tem conseqüências diretas sobre o estado da encosta, exigindo que sejam fornecidas, aos ocupantes, diretrizes que garantam a manutenção da estabilidade.

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### Restrições do meio físico

O ponto de partida do projeto de urbanização de uma encosta é o reconhecimento das áreas cuja ocupação deve ser evitada, por estarem associadas a situações de risco.

Nesse sentido é importante lembrar que existem áreas localizadas fora da encosta que podem sofrer conseqüências diretas da sua ocupação, tais como as zonas de influência de eventuais escorregamentos de terra ou prováveis trajetórias de blocos de rocha que possam vir a rolar.

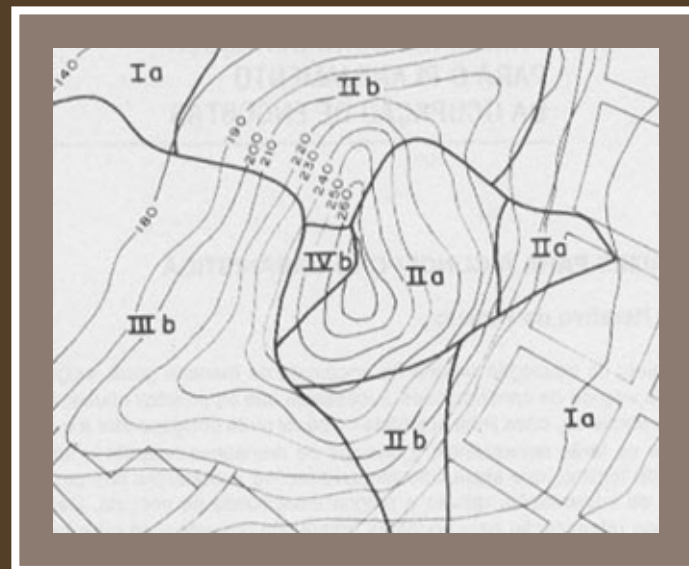


Fig. 6 - Carta geotécnica

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### Carta Geotécnica

A carta geotécnica classifica os diversos tipos de solo, bem como suas principais características relacionadas ao comportamento e ao desempenho frente às solicitações do uso urbano.

Ela estabelece também recomendações técnicas visando prevenir problemas potenciais e corrigir os já desencadeados.

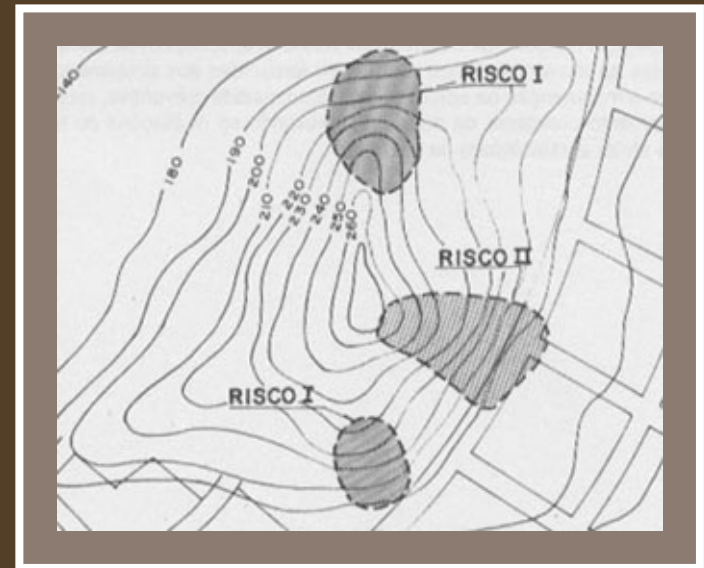


Fig. 7 - Áreas de risco

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### Elaboração da Planta de Isodeclividade

É construída a partir da delimitação, em planta, de trechos do terreno cujas declividades se situam em faixas de valores previamente estabelecidos.

A definição das faixas de valores podem ser as seguintes:

0 - 15% - inclinação máxima longitudinal para vias para circulação de veículos (são permitidas declividades entre 12 e 15% em trechos inferiores a 50m de comprimento);

15% - 30% - declividade máxima prevista em lei para ocupação de encostas sem projetos especiais;

30% - 50% - Limite de declividade tecnicamente recomendável para a ocupação;

Acima de 50%.

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

Elaboração da Planta de Isodeclividade

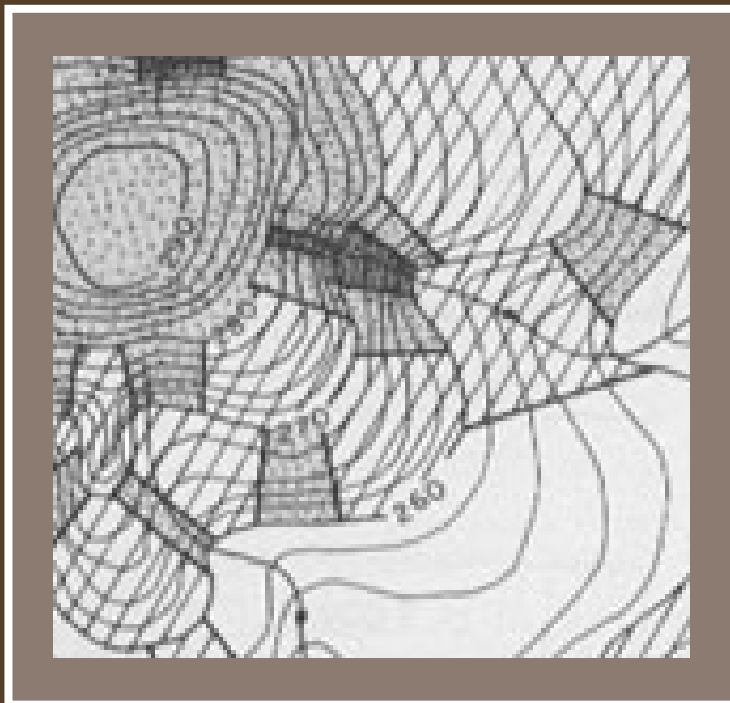


Fig. 8 - Detalhe da planta de



Fig. 9 - Planta de isodeclividade



# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### Limitações às ações humanas

Deve-se limitar ao mínimo possível a necessidade de obras suplementares de contenção. Para isso, deve-se procurar preservar ao máximo as características originais do terreno, observando:

- O traçado natural das drenagens;
- A presença de vegetação associada à contenção natural de trechos do terreno;
- A tolerância da encosta à execução de cortes e aterros que não necessitem de tratamentos suplementares. Para isso, deve-se definir:
  - Ângulos e alturas máximas de corte sem proteção;
  - Altura máxima de aterro e ângulo de taludes a serem adotados;

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.1 Diretrizes para a concepção urbanística

#### Requisitos e restrições legais

É preciso atender às legislações federal, estadual e municipal incidentes sobre o objeto de intervenção. Em nível municipal, as principais regulamentações dizem respeito :

- Ao uso do solo (parcelamento do solo e zoneamento de usos);
- Ao exame, pela Prefeitura, da adequação ao sistema viário circundante;

Em nível estadual e federal, as principais leis estão relacionadas às:

- Características a serem adotadas nos loteamentos;
- Faixas não-edificáveis ao longo de ferrovias, rodovias, dutos, linhas de transmissão, córregos, etc.
- Questões ambientais abrangendo áreas de proteção ambiental, código florestal e outras.

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

#### Hierarquização de vias

O sistema convencional de hierarquização de vias (vias expressas, arteriais, coletoras e locais) é de difícil aplicação em encostas, porque requeriria grandes movimentações de terra, com alto custo e inutilização de extensas faixas de terrenos.

Sempre que possível, recomenda-se a implantação de dois tipos de vias em encostas:

- Vias coletoras, que conectam porções da ocupação com o sistema viário pré-existente;
- Vias locais, que atendem a grupos de lotes e se conectam às vias coletoras;

Vias sem saída devem apresentar terminação em rotatória suficiente para a manobra de caminhões.

As vias para pedestres deve ter largura igual a 5% do comprimento (mínimo de 4m). Em declividades superiores a 15% devem ser adotadas escadarias

# Ocupação de Encostas

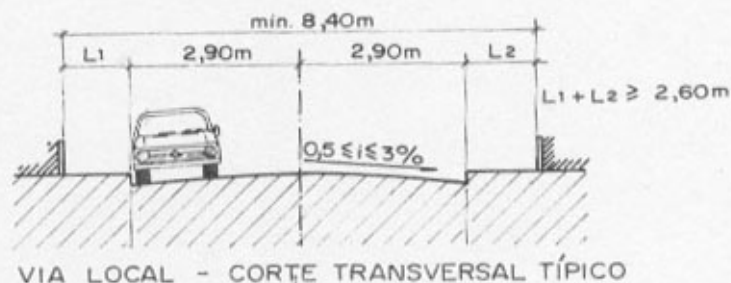
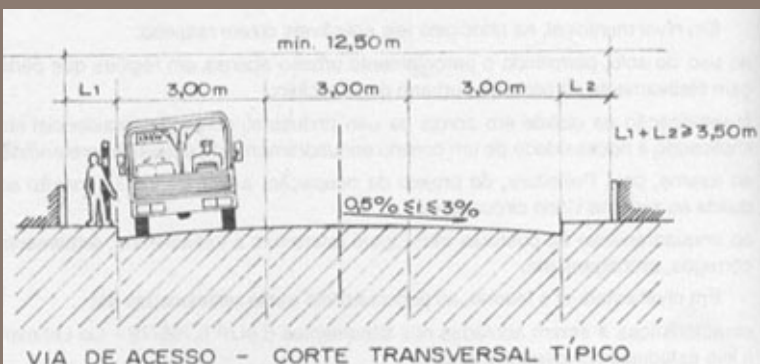
## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

#### Hierarquização de vias

Tabela 1 -  
Características  
das vias locais  
e de acesso

Características	Vias coletoras	Vias locais
Número mínimo de faixas de rolamento	3	2
Largura de cada faixa de rolamento	3,00 m	2,90 m
Soma mínima das larguras dos passeios	3,50 m	2,60 m
Declividade longitudinal máxima	12%	15% <sup>A</sup>
Declividade longitudinal mínima	0,5%	0,5%
Declividade transversal mínima (do eixo da faixa até o meio-fio)	0,5%	0,5%
Declividade transversal máxima (do eixo da faixa até o meio-fio)	3%	3%



# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

Definição de traçados mais favoráveis em relação à topografia

A delimitação do traçado deve minimizar os movimentos de terra, o que se alcança com vias perpendiculares às curvas de nível. Entretanto, isso só é possível em trechos com declividades inferiores a 15%.

Acima dessa inclinação, deve-se adotar vias com traçado paralelo às curvas de nível.

Considerando os dois tipos descritos anteriormente, é aconselhável que as vias coletoras sejam mais ortogonais às curvas de nível, enquanto que as vias locais sejam mais paralelas às mesmas.

À medida que sejam atingidas regiões de declividade superior a 30%, deve-se privilegiar, se possível, somente a implantação de vias locais.

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

Definição de traçados mais favoráveis em relação à topografia

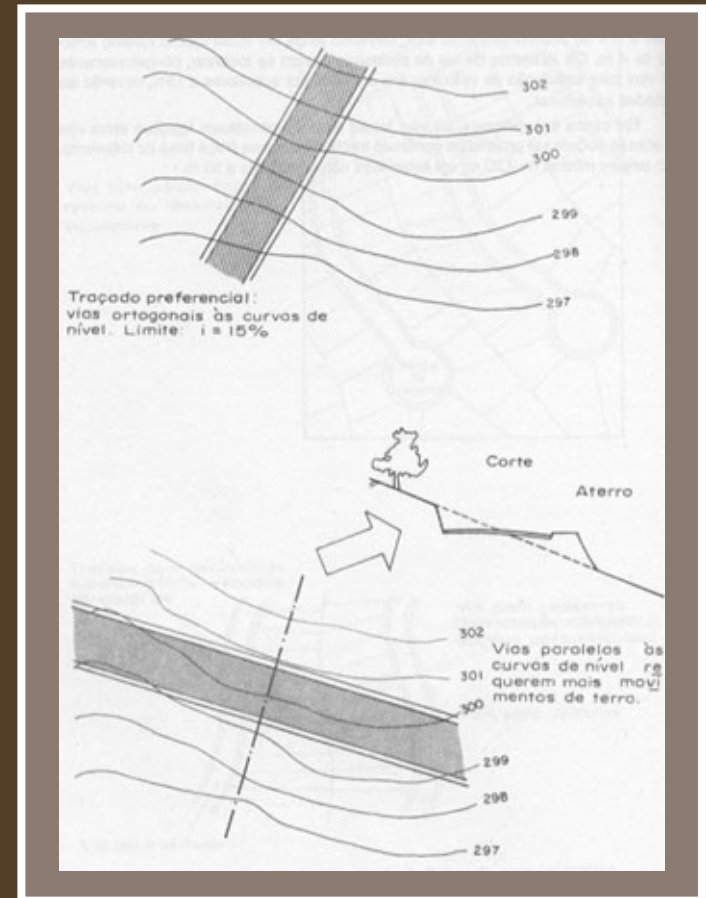


Fig. 12 - Traçados preferenciais

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

#### Interferência do traçado sobre os lotes

As vias implantadas paralelamente às curvas de nível costumam dificultar o acesso aos lotes, assim como seu aproveitamento.

Em função disso, são recomendados traçados que resultem em diferenças de nível de no máximo 2,50m entre o topo do corte no lote e o nível da via pública, e um desnível de no máximo 1,50m entre a vias pública e a base do aterro.

Não é recomendável que, após a implantação do sistema viário, se faça o denominado “desbaste de quadra”, que consiste na terraplenagem das quadras visando diminuir o desnível entre lotes e vias. Esse sistema deixa o terreno desprotegido, exposto aos processos erosivos.

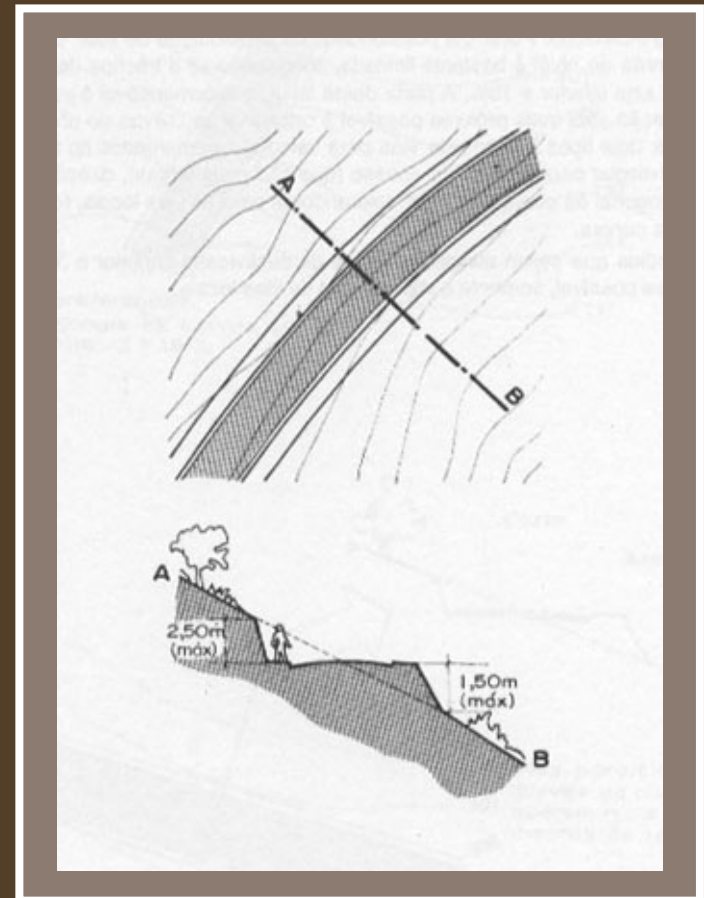
É preferível que os acertos sejam feitos lote a lote.

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

Interferência do traçado sobre os lotes



*Fig. 13 - O traçado e os lotes*



# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.2 Critérios para a concepção do sistema viário

#### Interferência do traçado sobre a drenagem

Em todos os cruzamentos do sistema viário com as linhas de drenagem é necessária a execução de galerias de águas pluviais ou, alternativamente, o desvio para canaletas ou sarjetas da própria via.

O sistema viário constitui, normalmente, parte integrante do sistema de drenagem, devendo ser dotado de guias e sarjetas.

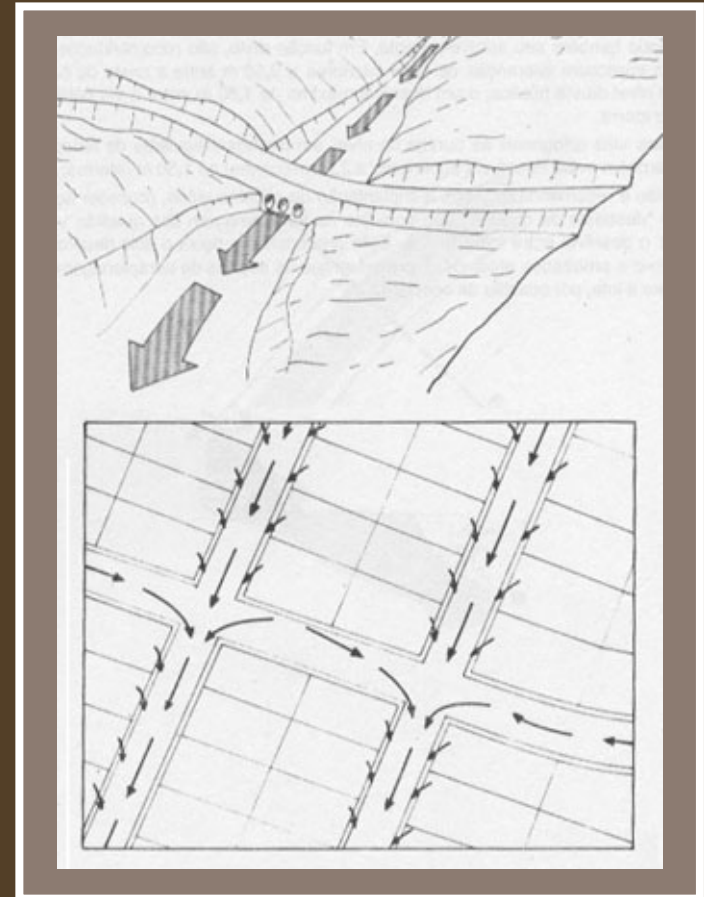


Fig. 14 - O traçado e a drenagem

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos

#### Definição de forma e áreas de lotes

A definição dos lotes deve minimizar a necessidade de grandes movimentos de terra.

Em áreas com declividade acentuada, são preferíveis lotes com testadas maiores que a profundidade, situados paralelamente às curvas de nível, reduzindo assim as alturas de corte e aterro.

Nessas áreas é também recomendada a adoção de terrenos com áreas maiores, de forma a compensar a dificuldade na implantação das casas.

*Tabela 2 –  
Áreas e  
testadas dos  
lotes de acordo  
com a  
declividade*

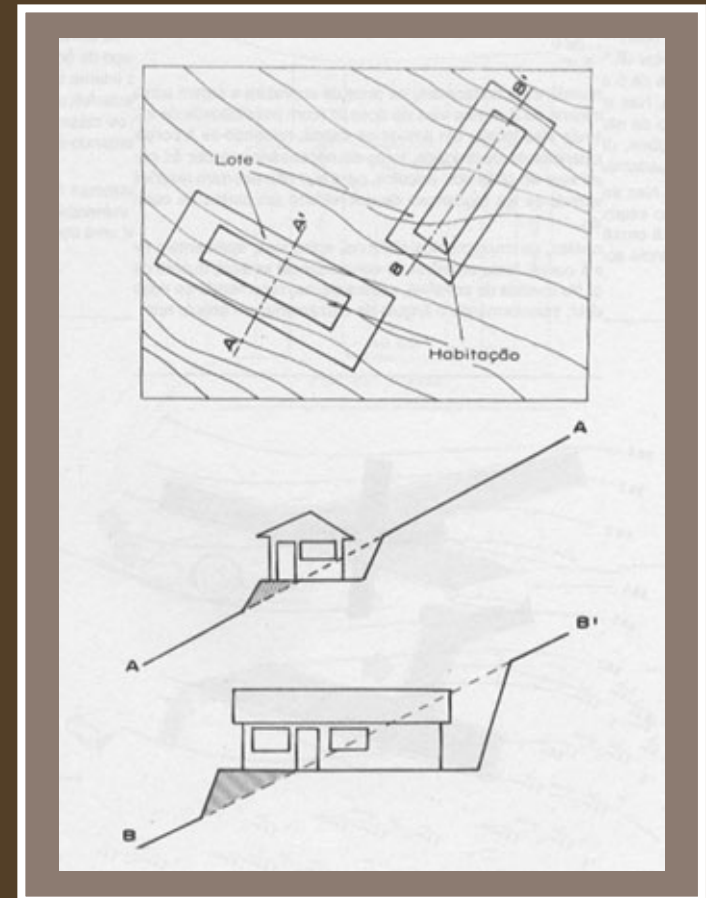
Declividade (%)	Área mínima do lote (m <sup>2</sup> )	Frente mínima (m)
0 – 15	150	6
15 – 30	200	8
30 – 50	250	12

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos

Definição de forma e áreas de lotes



*Fig. 15 - Formas do lote*

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.3 Critérios para a concepção de loteamentos

#### Definição de quadras mais favoráveis

Em regiões de declividade acentuada, normalmente é necessário um adensamento do sistema viário, implicando em alto custo.

Para amenizar isso, podem ser utilizadas vias locais com apenas uma faixa de rolamento e alargamentos para a transposição de veículos.

Podem também ser pensados lotes com acessos apenas para pedestres.



Fig. 16 - Definição das quadras

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.4 Concepção das habitações

Tipologia básica de projetos de habitações específicas para encostas

As plantas das habitações devem ter formato alongado, com o lado maior disposto paralelamente às curvas de nível. Plantas de forma quadrada exigem maiores alturas de corte e aterros e, portanto, não são recomendadas.

Nas casas com mais de um pavimento podem ser utilizados desníveis de meio pé-direito com o objetivo de acompanhar melhor o desnível natural do terreno.

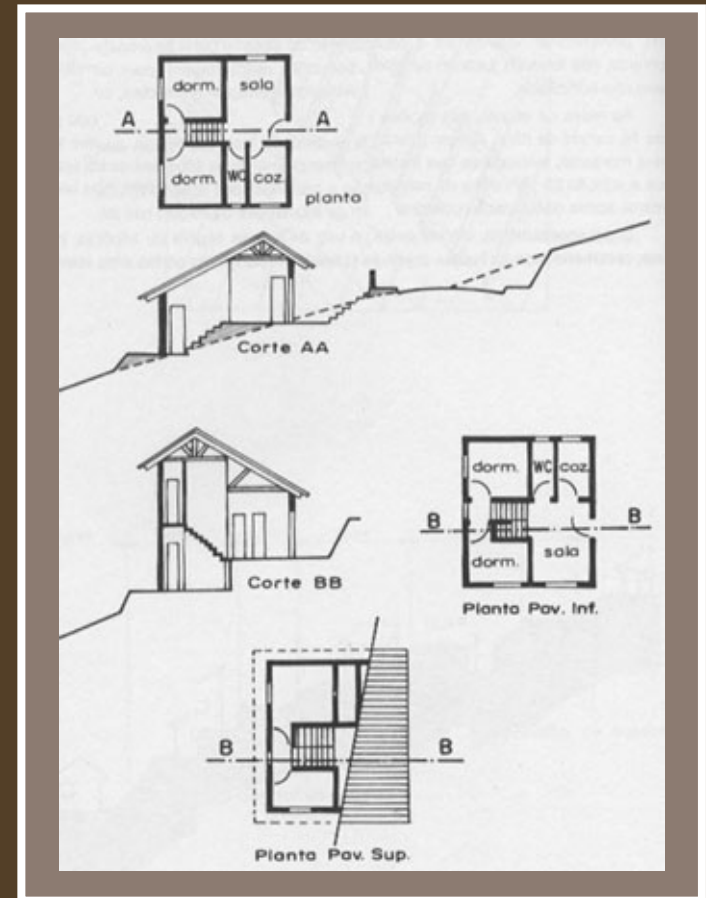


Fig. 17 - Tipologias de habitação

# Ocupação de Encostas

## Considerações para o planejamento da ocupação de encostas

### 2.5 Projetos de reurbanização

Os projetos de reurbanização buscam intervir em assentamentos existentes para garantir condições de segurança e melhoria das condições de urbanização.

Normalmente, nesses projetos, são necessárias remoções ou relocações de famílias no período em que as obras estão sendo executadas. É necessário, portanto, analisar:

A identificação de áreas do próprio assentamento passíveis de adensamento, para absorção de relocações provisórias ou definitivas;

Identificação de locais públicos ou privados que possam alojar famílias nas relocações provisórias;

Identificação de outras áreas da cidade, de preferência próximas da área original, para absorver relocações definitivas.

Devem ser atendidos também os aspectos relativos à estabilização da encosta, drenagem, sistema de esgoto, rede de água, etc.

# Ocupação de Encostas

---

## Bibliografia de referência

CUNHA, Márcio A. (coord.) Ocupação de encostas. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.