



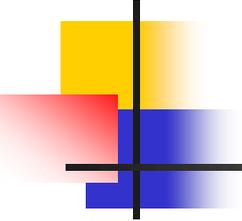
# LCF 0683 - COLHEITA E TRANSPORTE DE MADEIRA

## **Aula 10** **ESTRADAS FLORESTAIS**

# Introdução

- Estradas servem de acesso ao povoamento para as operações de silvicultura, manejo e proteção florestal e assumem papel de destaque quando da colheita da madeira.



- 
- Custos da colheita são afetados pela locação e qualidade das estradas.
  - Boas estradas: manutenção mais barata e fácil manter em condições de uso permanente.
  - Também produzem menos estragos aos recursos do solo, qualidade da água e à paisagem.



# Impactos ambientais

- Colheita: pode aumentar as taxas naturais de erosão até 4 x.
- Estradas: aumentam até 120 x as taxas apresentadas por florestas intocadas em terrenos inclinados.



# Efeitos da colheita de madeira, construção de estradas e outros distúrbios florestais na produção de sedimentos por meio de deslizamentos

<b>Local</b>	<b>Tratamento</b>	<b>Produção (m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/ano)</b>
Siuslaw Forest, Oregon, USA	Natural	28
	Corte raso	111
	Estradas	3500
Andrews Forest, Oregon, USA	Natural	36
	Corte raso	132
	Estradas	1770
Olympic Mountains, USA	Natural	72
	Estradas	11800
Coast Mountains, Canada	Natural	11
	Corte raso	24
	Estradas	282

Fonte: Neary & Hornbeck (1994)

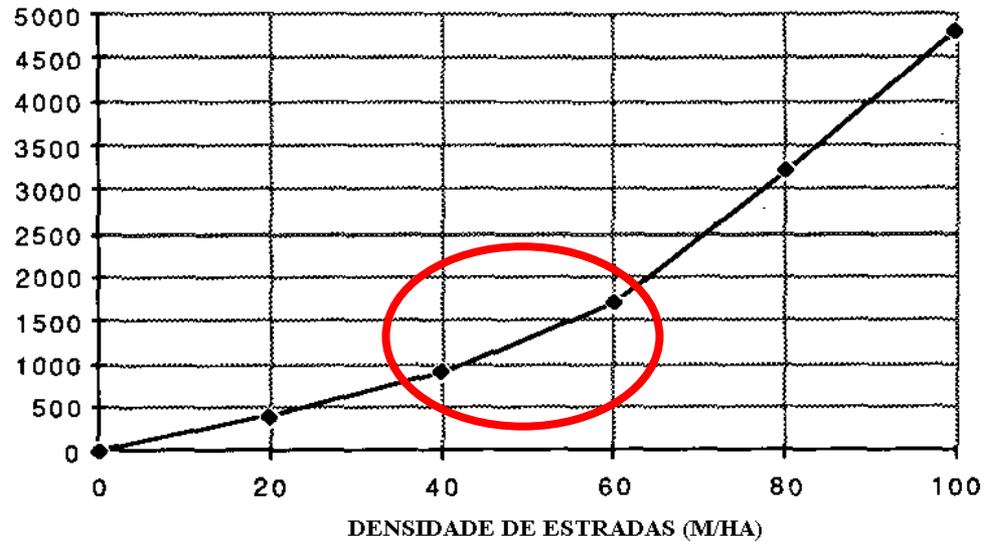


## Erosão – problema relacionado com:

---

- a) fatores físicos, como tipo de solo, geologia e precipitação;
- b) densidade de estradas, pois as taxas de erosão são diretamente relacionadas com o comprimento total das estradas em uma bacia, considerando-se ótima uma densidade entre 30 a 40 m/ha;
- c) localização da estrada, em relação à declividade, cursos d'água e solos sensíveis; e
- d) padrão e construção da estrada, como largura, inclinação dos barrancos laterais e instalações de drenagem.

PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS  
(M<sup>3</sup> / ANO)



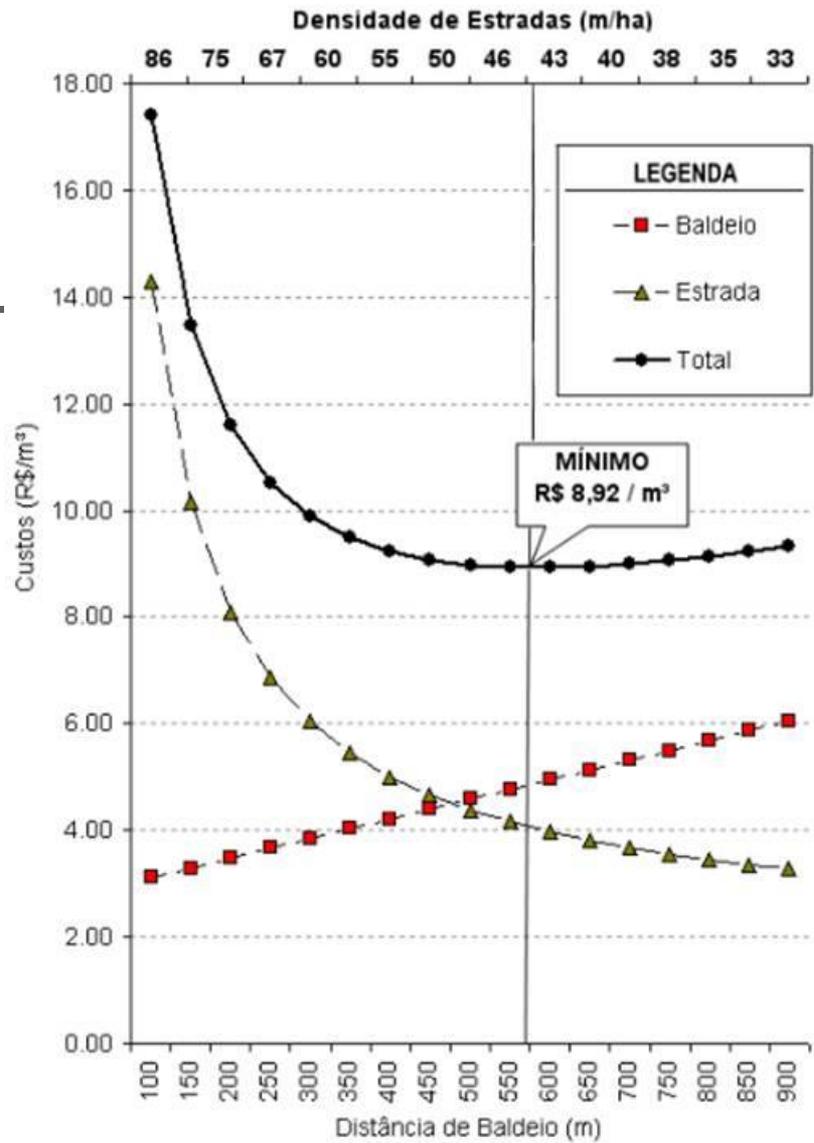
Produção de sedimentos em relação à densidade de estradas  
(Amimoto, 1978; citado por FAO, 1989).



## Planejamento inicial

---

- Verificar os objetivos do manejo dos recursos, restrições ambientais, fatores ambientais físicos (topografia, clima e solos), exigências e características do tráfego.
- Padrão da estrada e métodos de extração indicam a extensão ótima de uma estrada florestal.



Custo combinado para estradas e transporte em função da distancia média de extração



## Parâmetros auxiliares no planejamento de uma estrada são:

---

- **Custos de estradas:** estimativas atualizadas, devem incluir também as construções associadas em termos de obras de arte: pontes, bueiros, galerias de escoamento, desvios etc.
- **Asfalto:** R\$1,5 milhão/km.
- **Rural:** R\$300.000/km



## Parâmetros auxiliares no planejamento de uma estrada são:

---

- **Custos de estradas:** estimativas atualizadas, devem incluir também as construções associadas em termos de obras de arte: pontes, bueiros, galerias de escoamento, desvios etc.
- **Volume de madeira:** a estimativa do volume de madeira existente em uma área determinará a intensidade de uso de uma estrada e até que ponto se poderá investir na mesma, baseando-se no repasse dos custos de construção e manutenção para a madeira produzida.

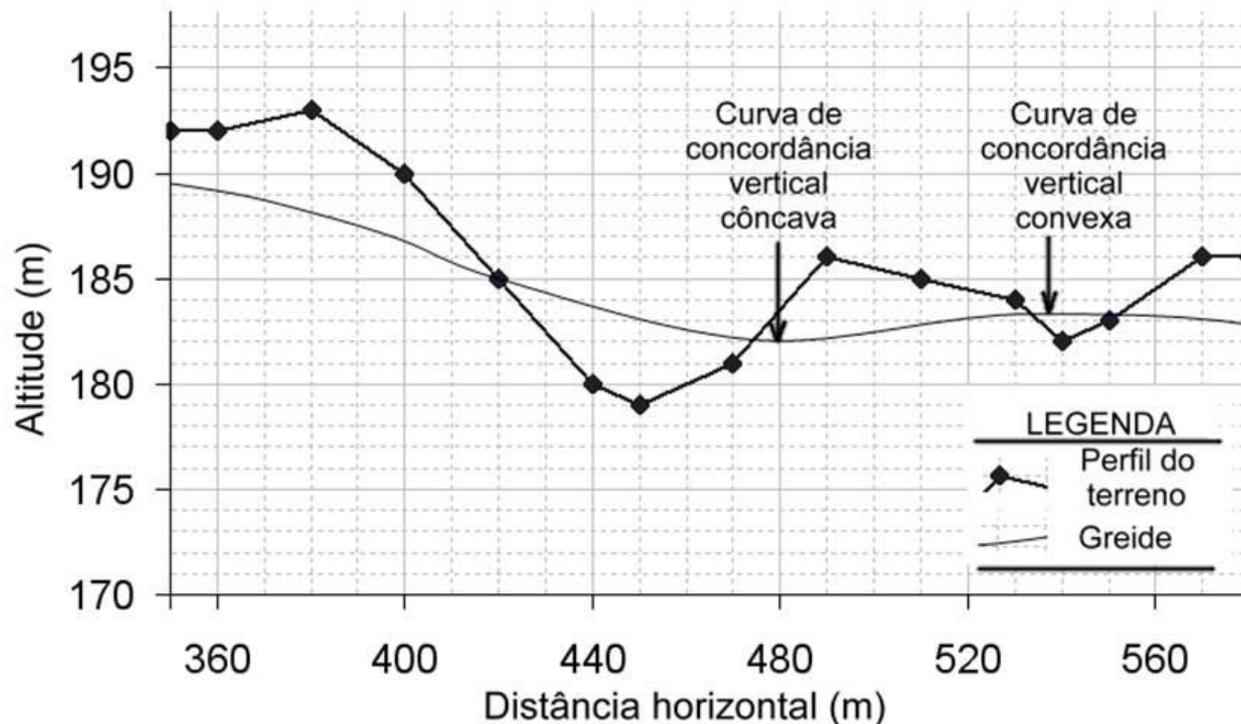
## Parâmetros auxiliares no planejamento de uma estrada são:

- **Distância de extração:** determinar a máxima distância viável economicamente.
- **Custos de retirada da madeira:** compreendem os custos “terminais”, envolvidos com o arranjo da madeira, sua carga e descarga, e os custos associados com o seu transporte.

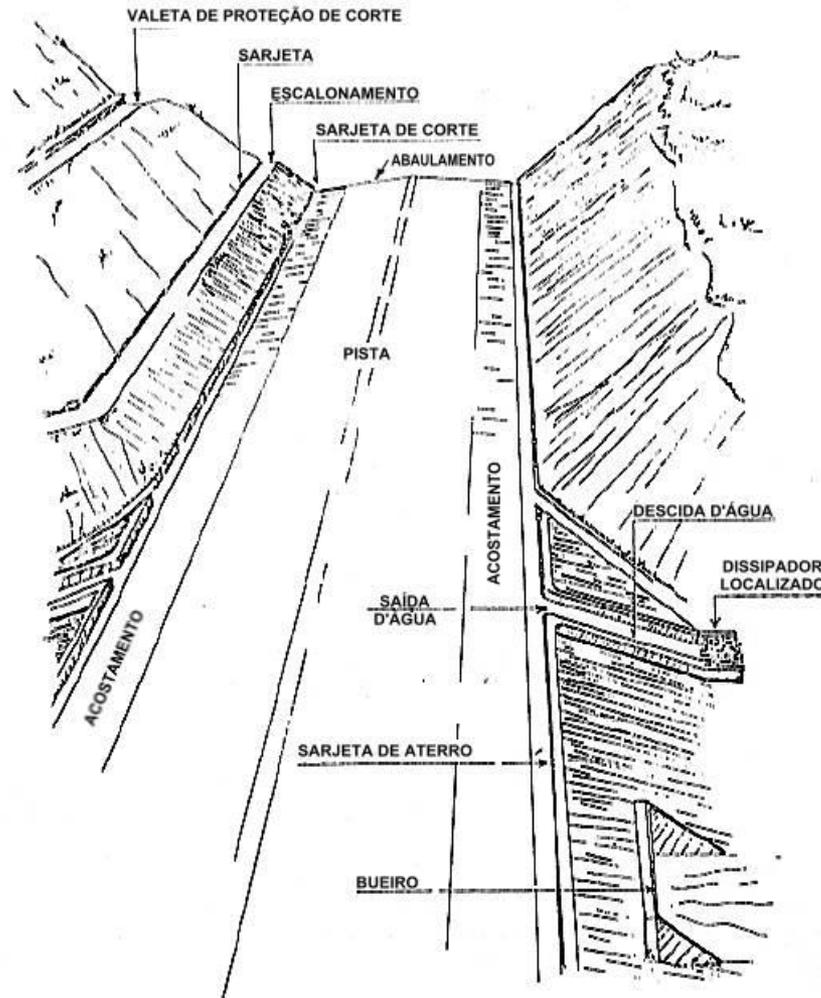


## Padrões de estradas florestais

- Fatores limitantes: greide máximo, grau de curvatura, largura da estrada, estrutura de drenagem etc.



# Elementos de drenagem



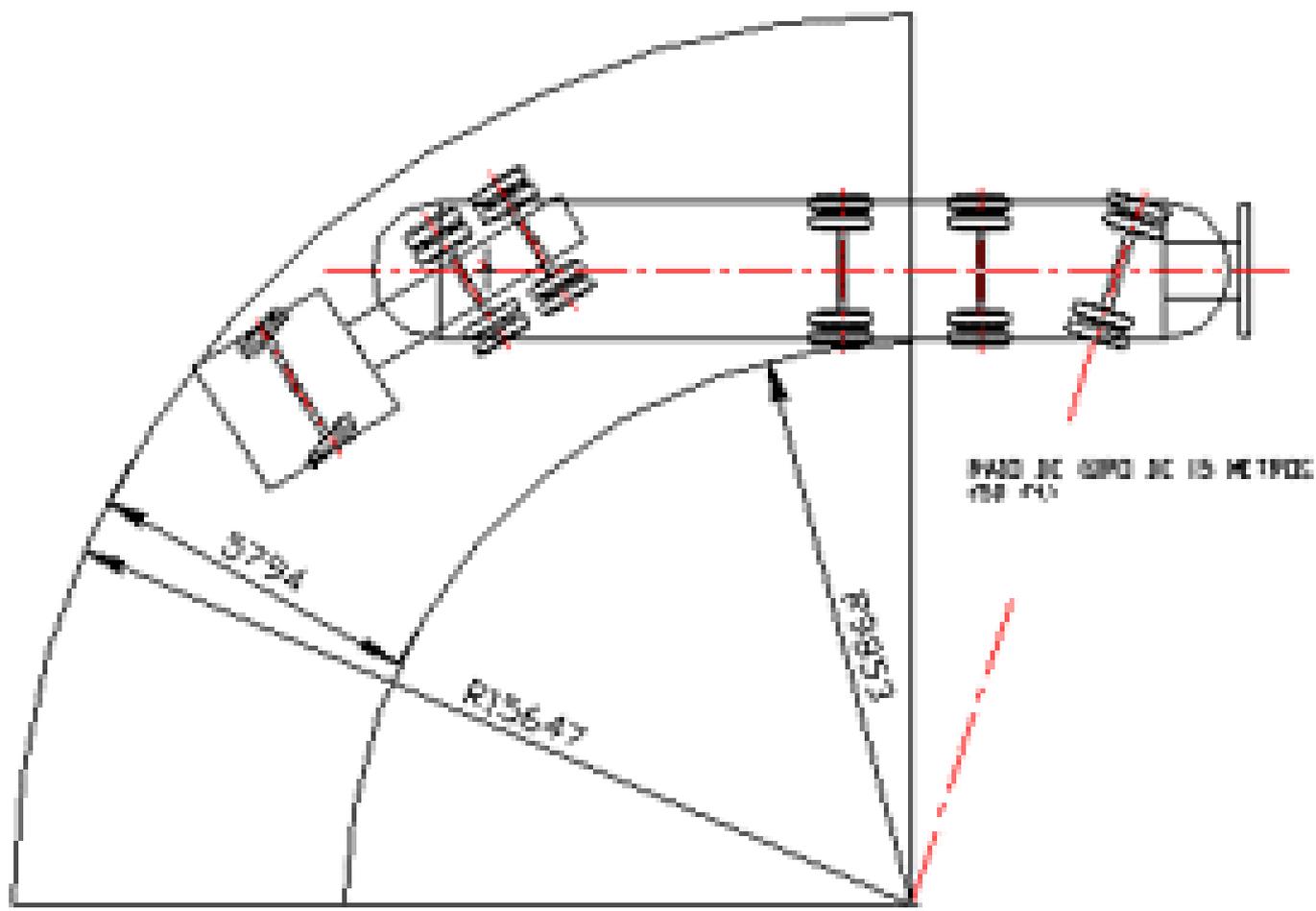
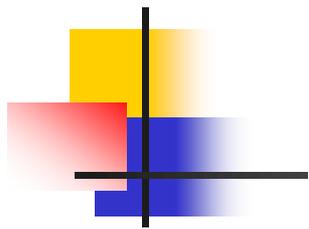


# Classificação da rede viária florestal

---

- **Estrada principal:**

- conexão da área florestal com a estrada de acesso, não florestal, próxima da área. Bom padrão de construção. O **greide máximo** permissível é de **8%** favorável ou adverso, aceitando-se até 10% a uma distância máxima de 150 metros, 40° de curvatura máxima ou raio mínimo de 30 metros, largura superior a **6m**.





# Classificação da rede viária florestal

---

- **Estradas secundárias:**

- conexão entre os locais de extração e a estrada principal. Possui padrão de construção simples e o transporte ocorre em função das condições climáticas. O **greide máximo** permissível é de **12%** favorável ou adverso, aceitando-se até 15% no sentido favorável a uma distância máxima de 150 metros, raio mínimo de 20 metros. Alargamento a cada 500 m, para ultrapassagem de veículos, e largura variando entre **3,5 e 4,8 m**.



# Classificação da rede viária florestal

---

- **Estradas de acesso:**

- São as conexões entre os locais de corte e as estradas secundárias de exploração florestal. O **greide máximo** favorável é de **18%** e adverso de **12%**, grau de curvatura máximo de  $100^\circ$  ou raio de 10 m, estradas sem nenhum preparo do solo e praticamente sem rede de drenagem. A largura da estrada varia entre **3,0 e 4,0 m**.



## Etapas do planejamento da rede viária florestal

---

- **Primeira etapa:**

- Coleta de informações sobre o terreno, a floresta e seu manejo, clima, as condições técnicas, econômicas e jurídicas da construção das estradas e do tráfego, eventuais influências adicionais ou exigências em relação à rede viária florestal.

- **Segunda etapa:**

- Delimitação da área de instalação da rede viária



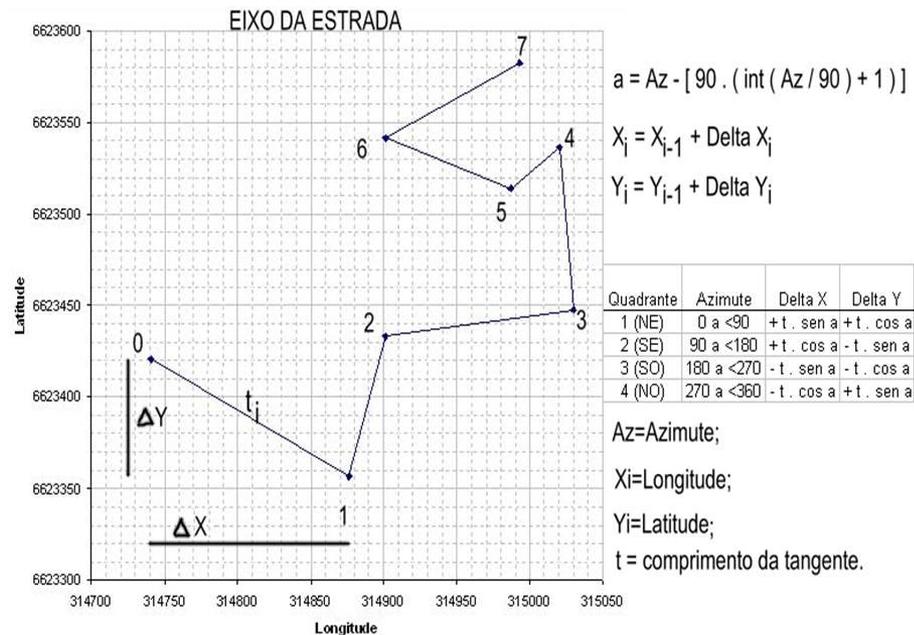
## Etapas do planejamento da rede viária florestal

---

- **Terceira etapa:** determinação dos pontos de controle.
  - Estabelecer pontos e zonas dentro da área de instalação da rede viária por onde a estrada deva passar (“**positivos**”) e os que não devem ser cortados por estradas (“**negativos**”).
- **Quarta etapa:** planejamento dos corredores da rede
  - Os corredores são obtidos ligando-se os pontos e zonas de controle “positivos”, desviando-se dos pontos de controle “negativos”. Os corredores são inicialmente projetados sobre os mapas e posteriormente testados no campo quanto a sua viabilidade e daí, se houver necessidade, serão corrigidos.

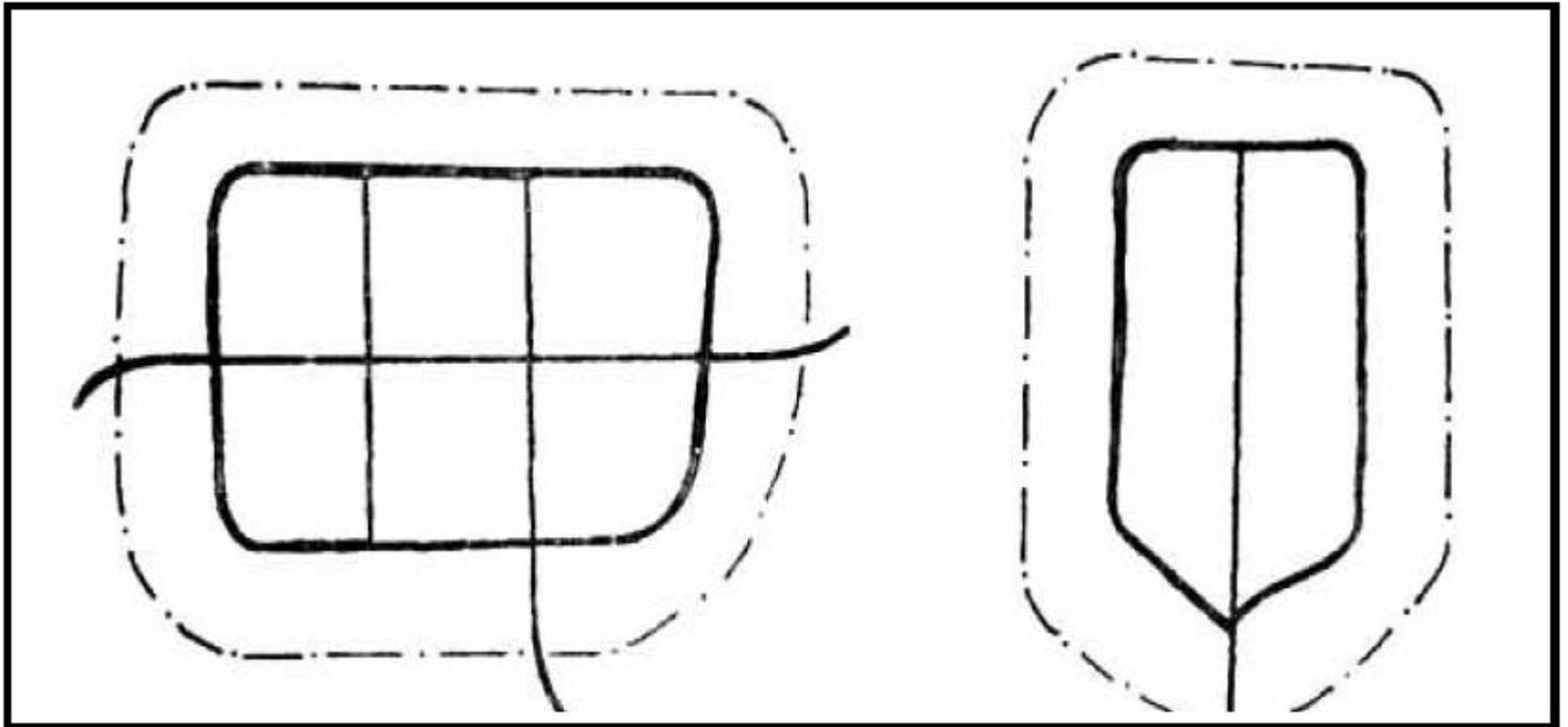
# Etapas do planejamento da rede viária florestal

- **Quinta etapa:** traçado das linhas de orientação.



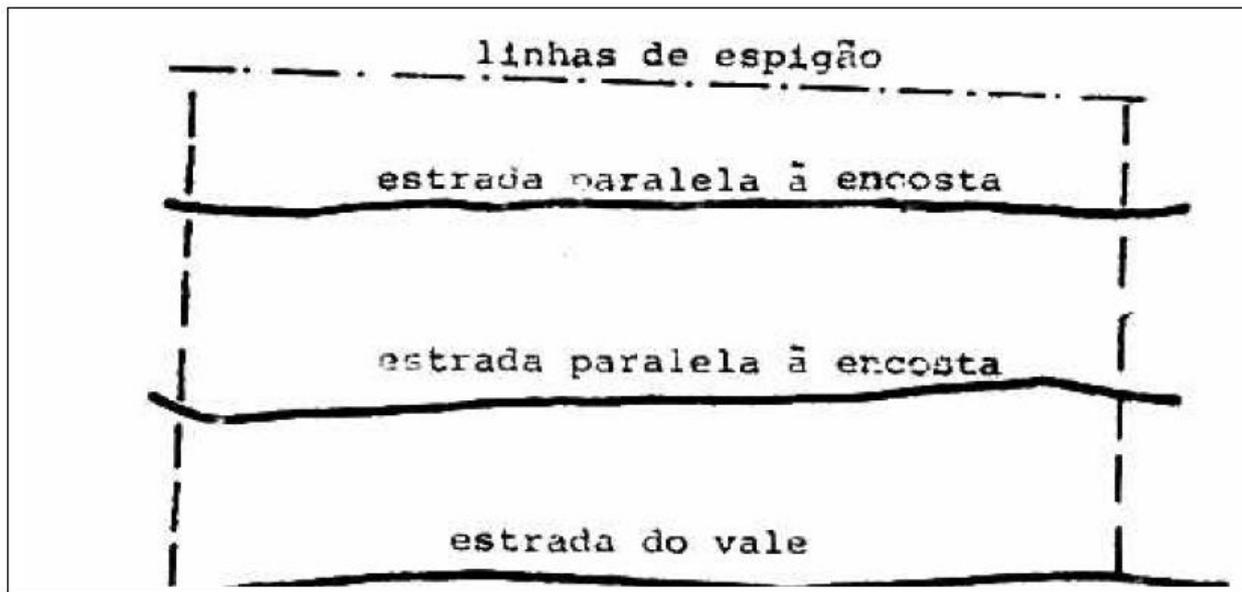
# Recomendações para o delineamento da rede viária

- **Em terreno plano.**



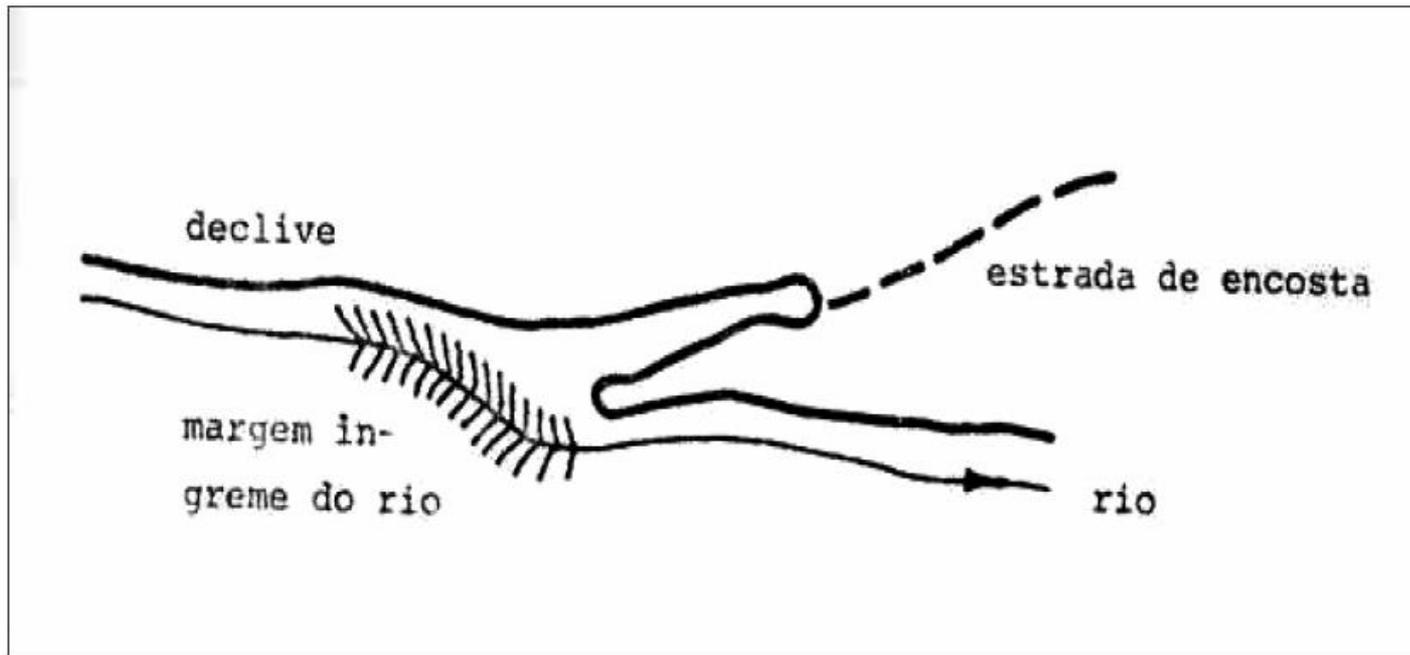
# Recomendações para o delineamento da rede viária

- Nos terrenos ondulados e montanhosos existem diferenciações em: estradas de vales, encostas e de espigão.
  - **Estradas de vales** estendem-se, preferencialmente, de um lado só do vale para evitar custos de construção de pontes.



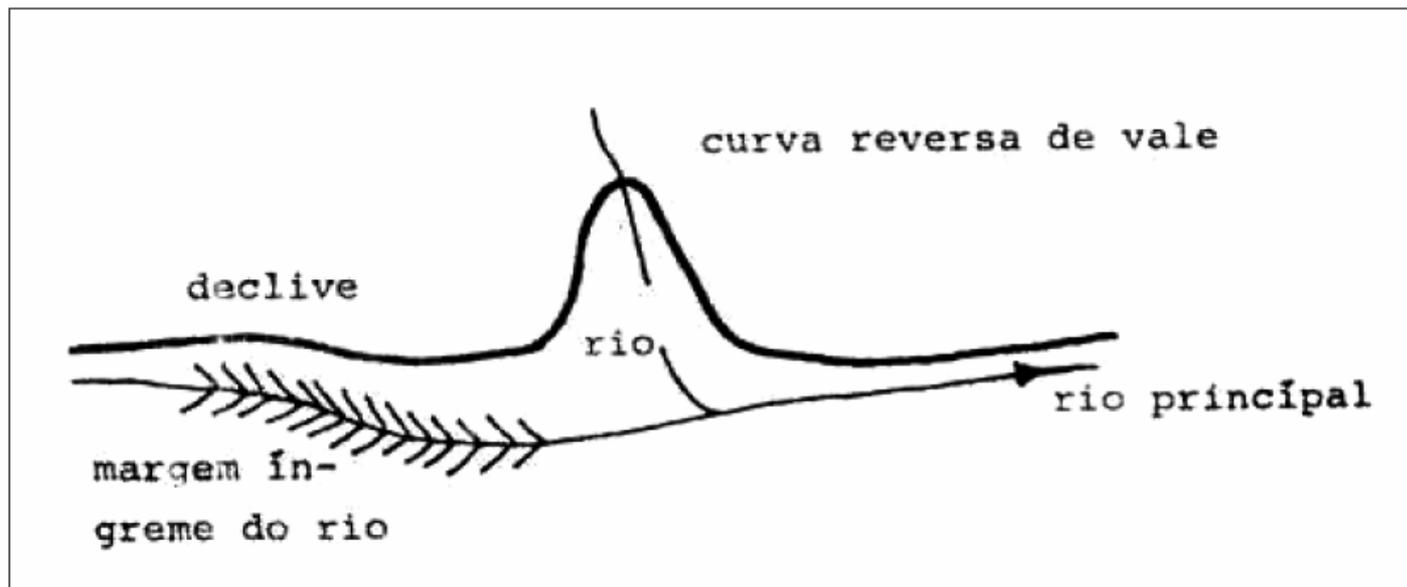
## Recomendações para o delineamento da rede viária

- Declives acentuados na base do vale, que ultrapassam a tolerância do declive longitudinal das estradas, são solucionados por curva reversa de encosta.



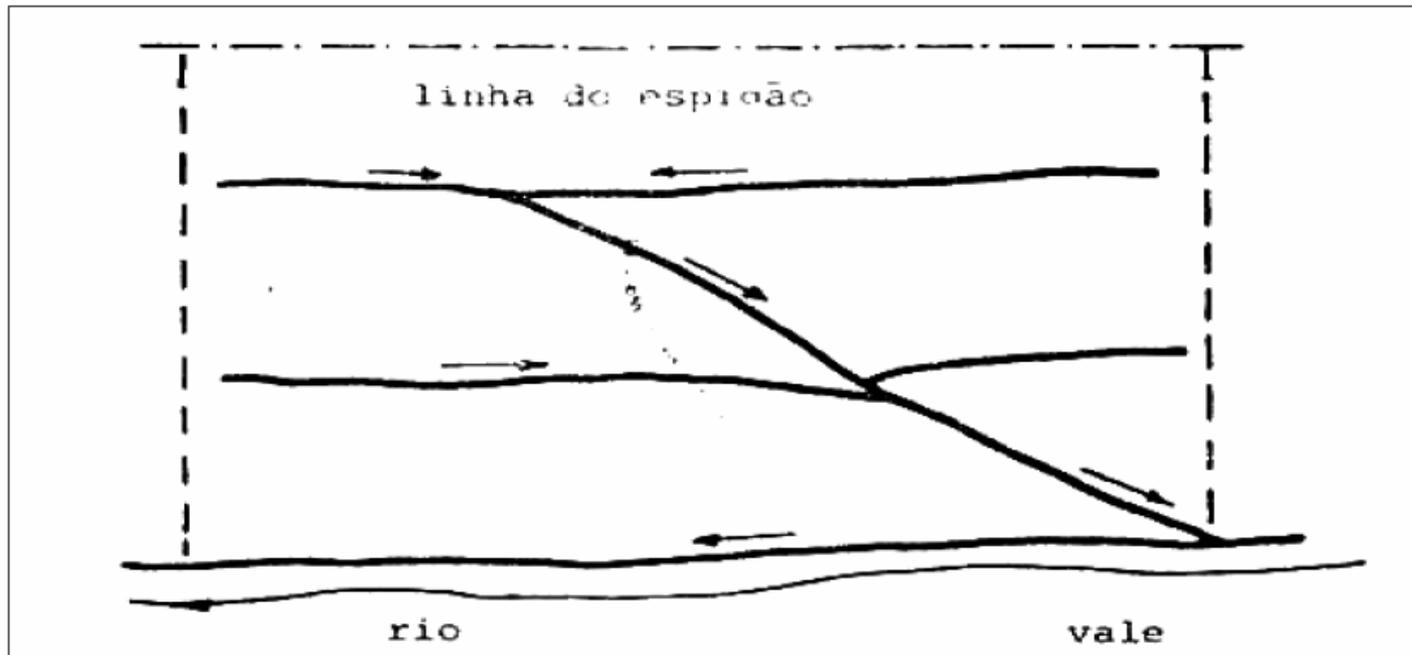
## Recomendações para o delineamento da rede viária

- Ou preferencialmente por desvios de rota em direção de um vale lateral para transpor o declive.



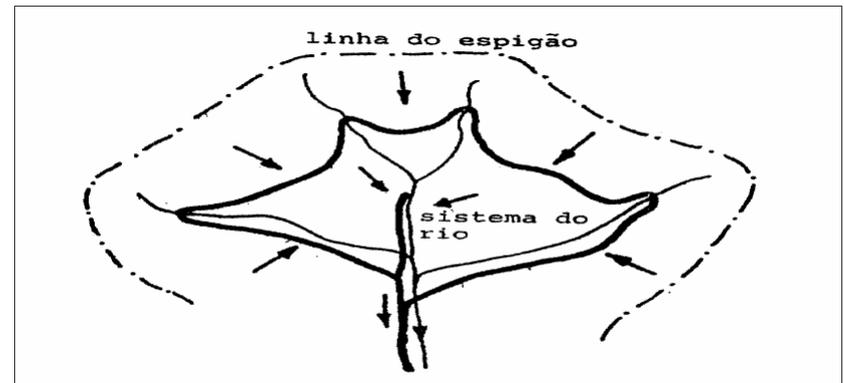
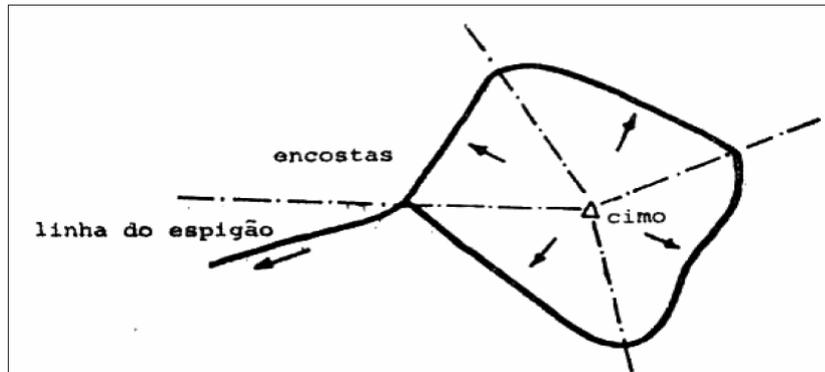
## Recomendações para o delineamento da rede viária

- **Estradas de encosta:** são construídas em vários degraus para subdividir as encostas longas. A ligação entre as estradas é feita com a construção de algumas estradas em diagonal.



# Recomendações para o delineamento da rede viária

- **Cimos e gargantas:** nestes casos as estradas são construídas em forma circular.



Estradas em forma circular para acesso ao cume e para acesso a gargantas de vale



## Avaliação do planejamento

---

- O planejamento deve ser resumido por uma avaliação final.
- Verificar o comprimento planejado para as estradas (m ou km).
- Calcular o índice da densidade média (m/ha).
- Cálculo do custo de construção de cada tipo de estrada.
- Estimar o custo da madeira a ser colhida.
- Comparação dos custos da colheita antes e após a instalação da rede viária.

# Práticas de manejo recomendadas

1. As estradas localizadas dentro da faixa de proteção ciliar devem ter o solo exposto estabilizado, preferencialmente com sementes ou uma manta orgânica.



Hidrosseadura (Figura: Danilo S. de Almeida, 2005)



Manta de fibra de coco

# Manta orgânica para proteção de taludes



- a) Grampo metálico para fixação da manta; b) manta Fibrax 400BF, formada por fibras de coco entrelaçadas por rede de prolipropileno; c) manta MacMat (Figura: Fabiana C. da Silva, 2008)

## Práticas de manejo recomendadas

2. As estradas devem seguir o contorno sempre que possível.
3. A declividade das estradas deve ser mantida em 5% ou menos, exceto onde o terreno necessite greides mais inclinados, mas curtos.



## Práticas de manejo recomendadas

4. Localizar as estradas nos cumes ou divisores de águas para assegurar uma drenagem apropriada.
5. Manter as estradas razoavelmente livres de obstáculos ou resíduos da colheita que possam dificultar o fluxo de água para fora da estrada.



## Práticas de manejo recomendadas

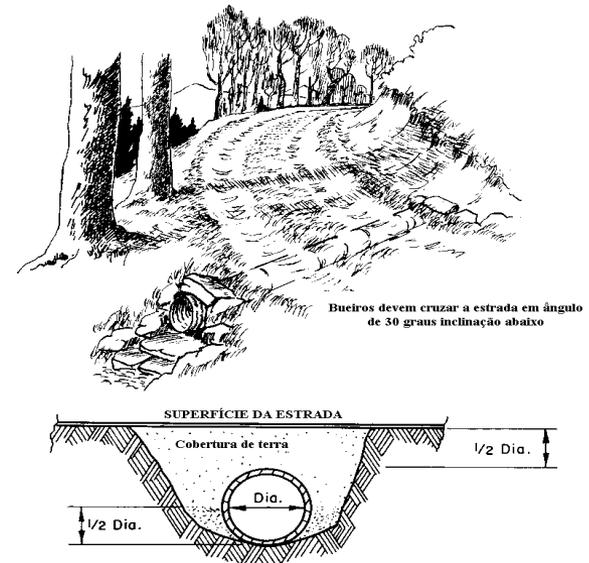
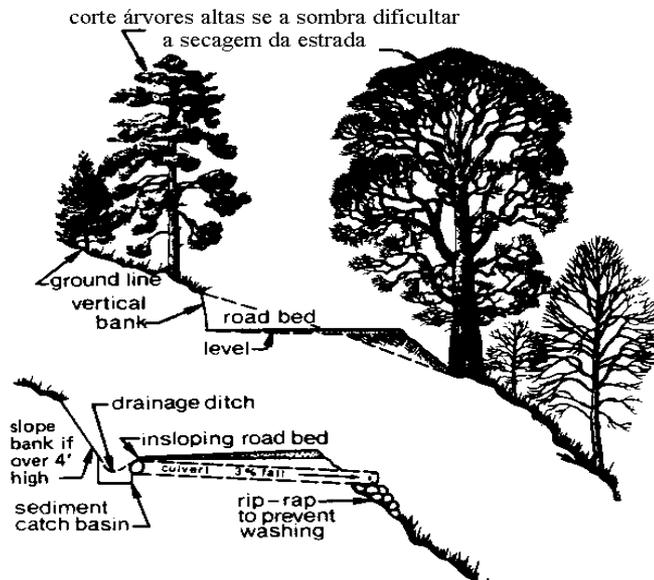
- 6) Se possível, localizar estradas acima de planícies inundáveis e áreas úmidas.

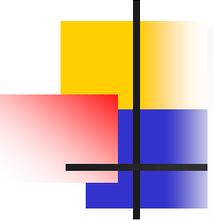


- 7) Construção da estrada suficientemente larga para comportar os equipamentos que irão utilizá-la (usualmente ao redor de 3,5 a 4,0 m).

# Práticas de manejo recomendadas

- 8) Em uma estrada escavada em uma encosta, deve-se evitar a inclinação no sentido interno. Na impossibilidade, recomenda-se o uso de drenos sob a estrada posicionados em um ângulo de  $30^\circ$  para assegurar uma drenagem interna adequada.





Como realizar a drenagem?



# Práticas de manejo recomendadas

- 9) Escoadouros largos devem ser usados em intervalos apropriados para canalizar a água para fora da estrada. A base desses escoadouros deve ser levemente inclinada (3%) para possibilitar a remoção da água superficial .



Inclinação da  
estrada (%)

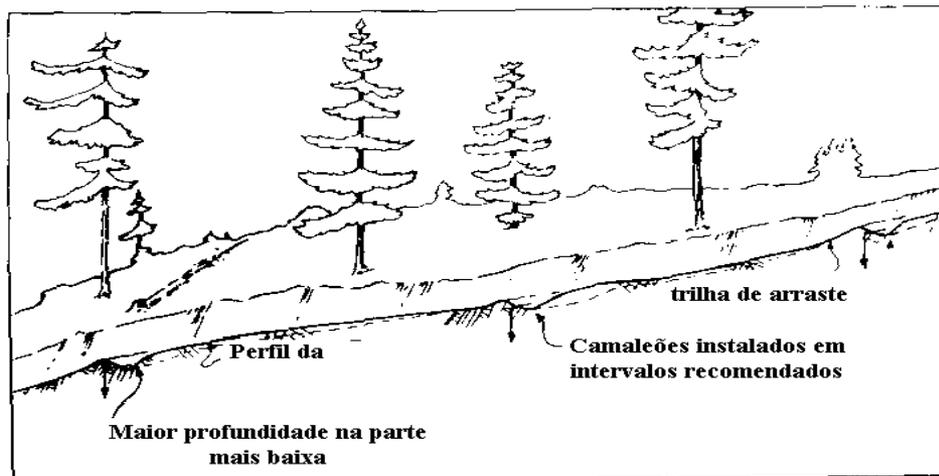
1  
2  
5  
10

Distância aproximada necessária  
entre escoadouros (m)

150  
90  
55  
40

## Práticas de manejo recomendadas

- 10) Construção de camalhões de acordo com a inclinação da estrada.



Inclinação da  
estrada (%)

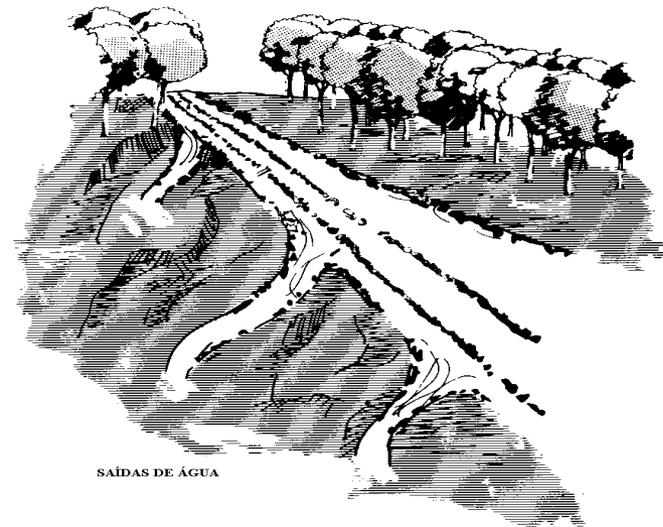
1  
2  
5  
10

Distância aproximada  
entre camalhões (m)

120  
75  
40  
25

## Práticas de manejo recomendadas

- 11) A remoção de árvores que estejam projetando sombra ao longo das margens da estrada irá ajudar na secagem do pavimento.
- 12) Saídas d'água devem ser usadas em intervalos apropriados em função da declividade.



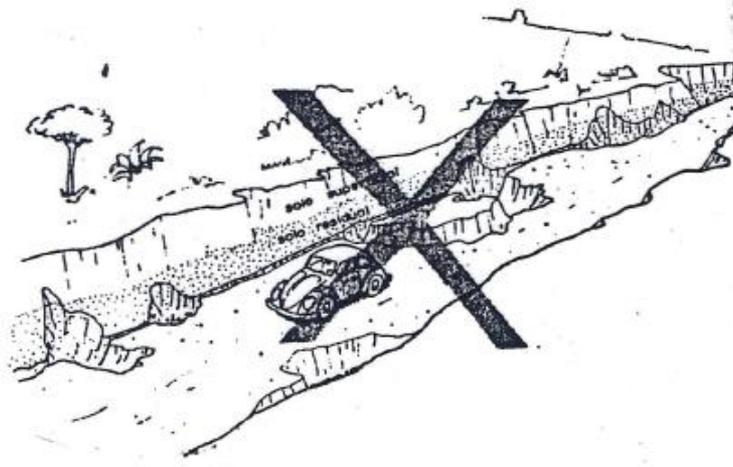
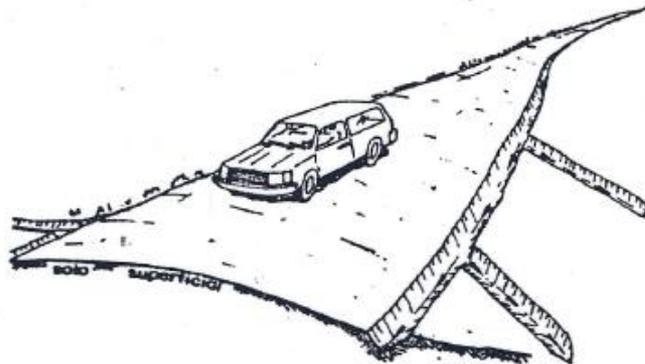
# Obras de prevenção contra erosão



- O abaulamento transversal tem por objetivo drenar as águas para as valetas laterais, não permitindo que estas empocem ou corram ao longo da pista de rolamento.
- Em regiões onde houver argila a valeta deverá ser revestida nos trechos mais críticos (principalmente rampas) com este material, compactando-se o mesmo para melhorar seu desempenho.
- Onde não houver argila, ou o processo erosivo se mostrar muito intenso, o revestimento deve ser feito com canaletas de concreto, preferencialmente moldadas no local, ou utilizando materiais que dêem proteção semelhante.

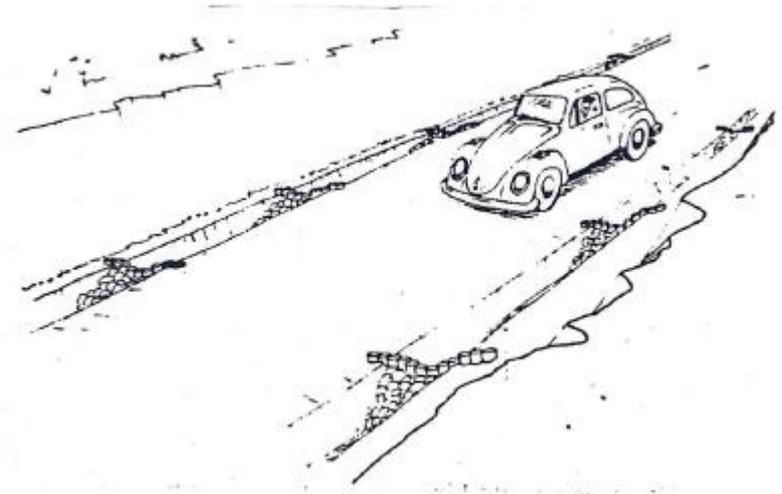
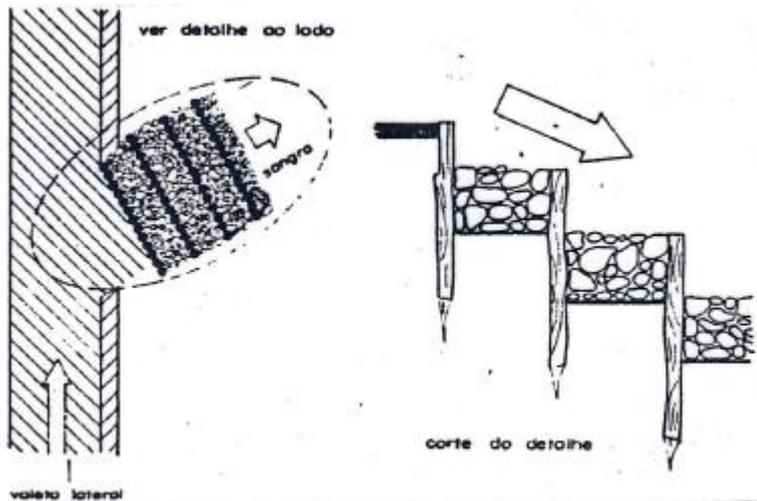


# Obras de prevenção contra erosão



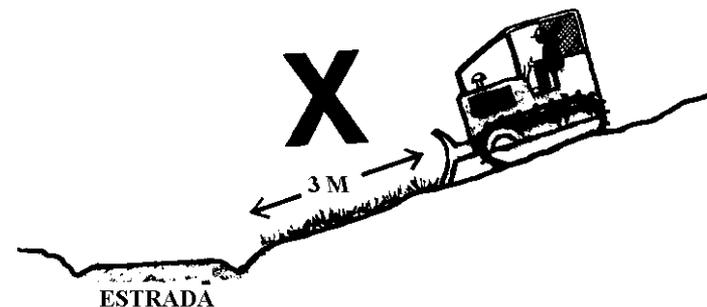
# Obras de prevenção contra erosão

- Se houver necessidade (solo muito erodível), deve-se proteger as saídas das sangras com pedras e estacas de madeira tratada (por ex, eucalipto), colocadas na forma de escada.



## Práticas a serem evitadas

- 1) Mantenha a construção de estradas o mais longe possível das zonas ripárias.
- 2) Evite o uso constante de estradas com menor capacidade de sustentação durante condições de terreno úmido.
- 3) Em terrenos declivosos, não deve ser feito o preparo da terra à margem das estradas e canaletas. Deve-se deixar uma faixa natural de proteção ( $> 3$  m) para reter partículas de solo indo ou saindo da área das estradas.

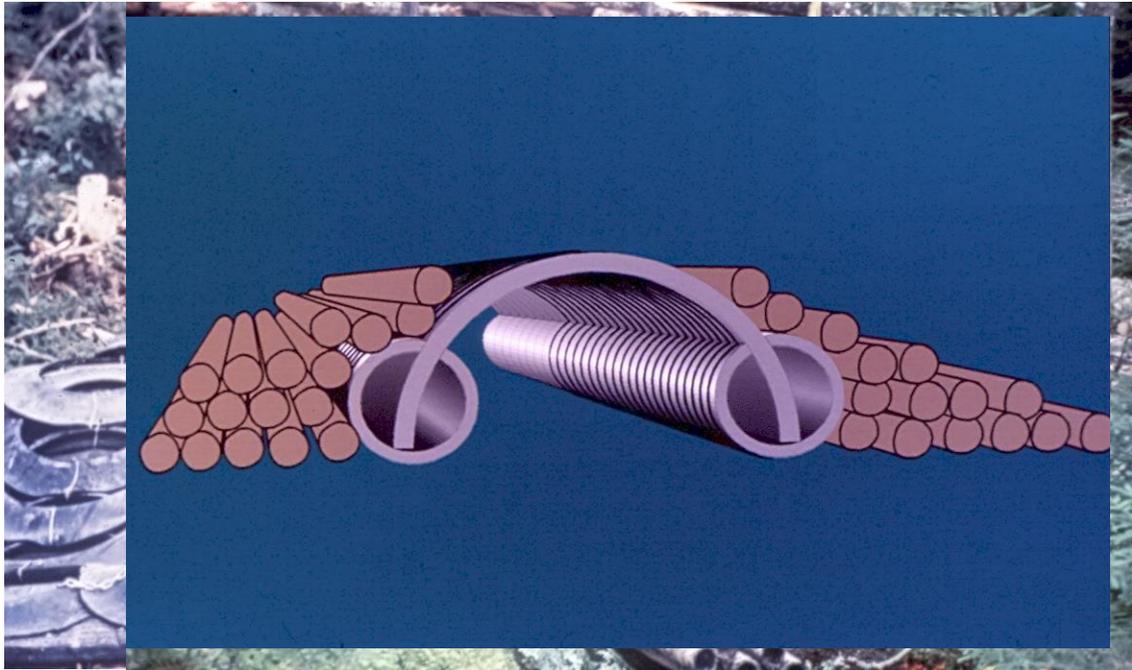


## Cruzamento de cursos d'água

- O cruzamento de cursos d'água deve ser evitado sempre que possível. Na maior parte das vezes, um planejamento bem feito irá reduzir ou eliminar o número de cruzamentos necessários.



# Soluções temporárias para cruzamento de cursos d'água



# Construção de "obras de arte"



## Construção de “obras de arte”

- A construção de pontes é uma etapa crucial para a empresa, em virtude da perspectiva de impacto sobre a qualidade dos cursos d’água adjacentes. Procuram-se alternativas viáveis técnica e economicamente, ao mesmo tempo em que se diminua a produção de sedimentos durante e após a sua construção.

Ponte de madeira com problemas



## Ponte metálica:



A construção de pontes metálicas é rápida, em virtude da montagem prévia de alguns componentes, e com previsão de durabilidade maior (ex. custo de US\$12,000).

# Problemas de desgaste de pavimento

