

Hidrologia aplicado ao planejamento florestal

Silvio F. B. Ferraz

Laboratório de Hidrologia Florestal (LHF)
Depto de Ciências Florestais
ESALQ/USP



Revisão da aula anterior

- ET na floresta é maior do que em vegetações de menor porte
- ET depende:
 - condições climáticas,
 - solos e
 - espécie
- Efeito plantação
 - Florestas plantadas
 - Áreas de restauração florestal
- Não existe floresta ruim, existe manejo ruim
- Produtividade x Déficit hídrico
- Alternativas de manejo

Manejo "sustentável" de bacias

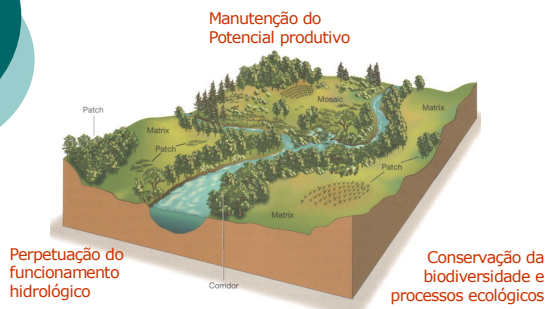
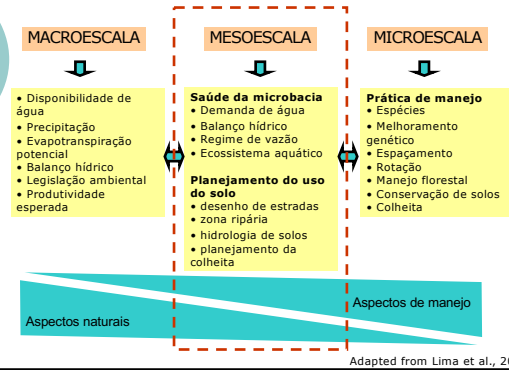


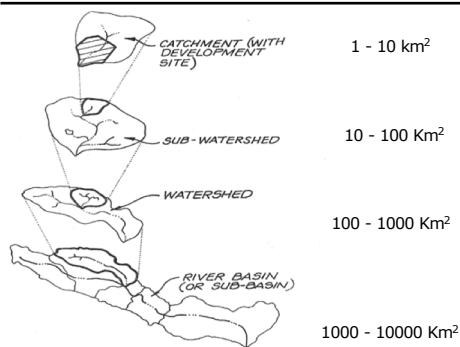
Figura: Naiman, 2005

Escalas de sustentabilidade hidrológica

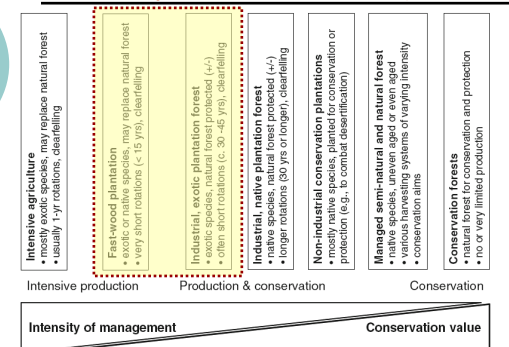


Adapted from Lima et al., 2008

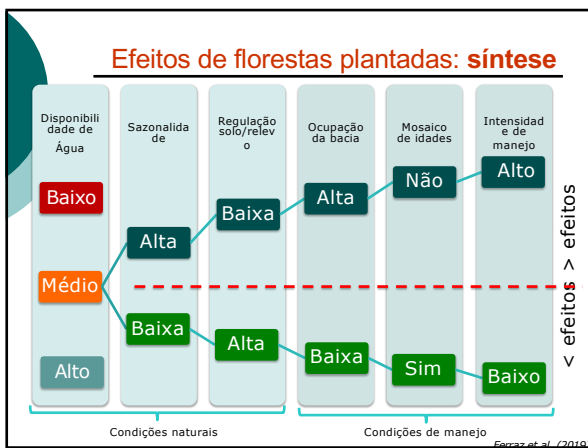
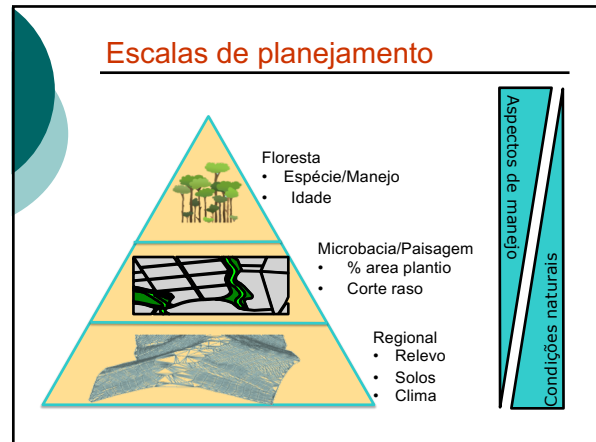
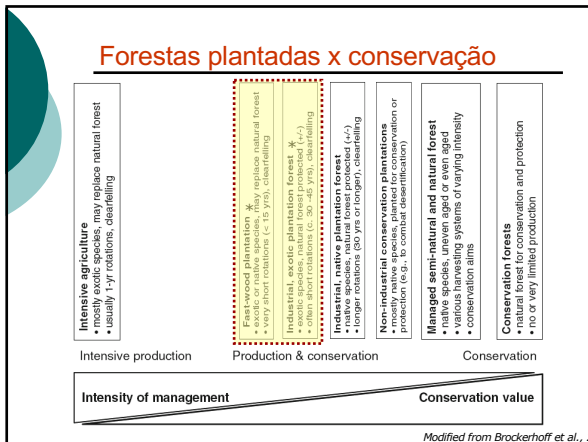
Bacia x escala



Florestas plantadas x conservação

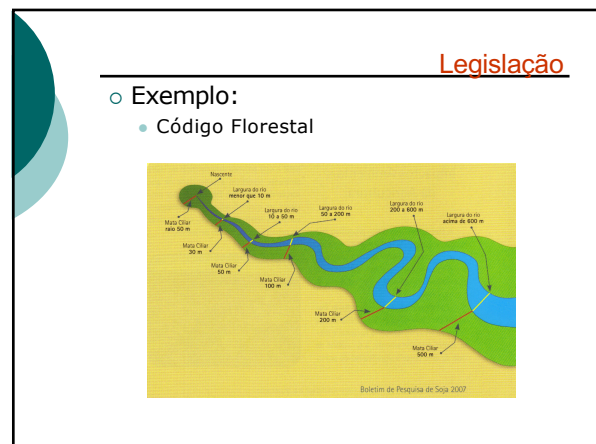


Brockhoff et al., 20



- ### Planejamento
- Macro-condicionantes
 - Variabilidade natural local
 - Solos, Relevô, Geomorfologia, Água no solo
 - Manejo
 - Proporção de plantios, Estradas, Configuração Espacial, Alocação de áreas naturais

- ### Macro-condicionantes
- Clima
 - Precipitação
 - Distribuição
 - Quantidade
 - Evapotranspiração potencial
 - Disponibilidade de água
 - Geologia
 - Relevô
 - Legislação



Certificação

Exemplo: **Forest Stewardship Council®**

- Princípio 1: Conformidade com as Leis e Princípios do FSC
- Princípio 2: Posse e Direitos e Responsabilidades de Uso
- Princípio 3: Direitos dos Povos Indígenas
- Princípio 4: Relações Comunitárias e Direitos dos Trabalhadores
- Princípio 5: Benefícios da Floresta
- Princípio 6: **Impacto Ambiental**
- Princípio 7: **Plano de Manejo**
- Princípio 8: Monitoramento e Avaliação
- Princípio 9: Manutenção de Florestas de Alto Valor de Conservação
- Princípio 10: Plantações



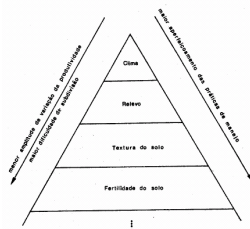
Meso-escala

- Planejamento do uso do solo
 - Disposição das estradas
 - Manutenção da Mata Nativa
 - Planejamento do plantio
 - Planejamento da colheita



Unidade de manejo

- Baseada no conceito de sítio
- Definida em função de clima, relevo e solos.
- Produtividade = f (físico, biológico, manejo)



HÄGGLUND, 1981

Importância da Unidade de manejo

- Silvicultura
 - Escolha do material genético
 - Técnicas de preparo de solo
 - Adubação de base e de cobertura
 - Técnica de plantio
 - Tratos culturais
 - Sistema de colheita de madeira
- Água
 - Erosão
 - Contaminação
 - Consumo
 - Conservação
 - Colheita

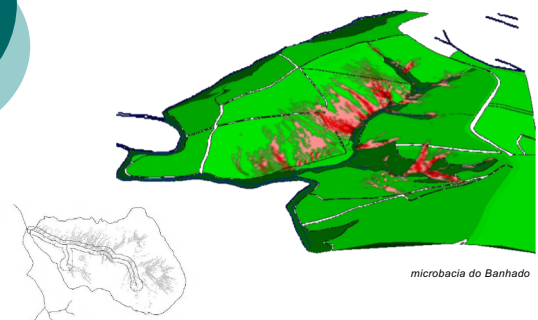
Zoneamento hidrológico de áreas

- Unidade de manejo
 - Inclusão de aspectos hidrológicos
- Planejamento com base em microbacias
- Dinâmica da água
 - Influência na produtividade
 - Fator de impacto ambiental



Ortiz, 2003

Áreas hidrológicamente sensíveis



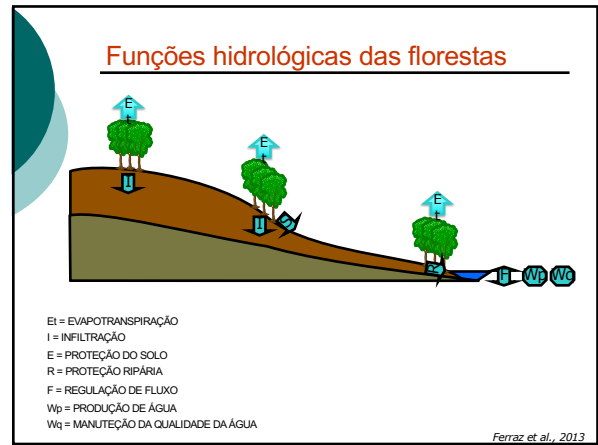
Zakia, 2006

Ferraz et al., 2002

Cobertura florestal	Serviços ecossistêmicos					
	Infiltração	Prot. Solo	Prot. Rip.	Prod. água	Reg. Fluxo	Qualidade água
Nativa madura	MA	MA	MA	MA	MA	MA
Nativa (inicial/interm)	B	MB	B	M	M	B
Plantio florestal (rápido crescimento)	M-A	M-A	MB	MB-B	A	A
Plantio florestal (crescimento lento)	A	M-A	MB	M-A	A	A
Plantio florestal + floresta nativa	A	A	M-A	B-M	A	A

MB = MUITO BAIXO B = BAIXO M = MEDIO A = ALTO MA= MUITO ALTO

Lima, Ferraz & Ferraz (2012)



Restrições

- Exemplos:
 - Restrição quanto ao uso do solo: Declividade superior a 100%: **APP** uso do solo = Floresta Nativa

Fonte: Jorge, Franco, 2008

Restrições

- Exemplos:
 - Restrição quanto a colheita florestal mecanizada (Suíça):

Declividade		
30 %	40 % 50 % 60 %	
Harvester de pneus & Forwarder	Harvester de esteiras & Forwarder +GTA Harvester de pneus+GTA & Forwarder +GTA	Harvester de esteiras especial & Teleférico móvel

<http://www.expoforest.com.br/seminariodecolheita>

Restrições

- Exemplos:
 - Restrição de uso em áreas com alto risco de erosão

Fonte: Jorge, Franco, 2008

Estradas

- Malha viária e a sustentabilidade no manejo florestal (Lima & Zakia, 1998):
 - ✓ conservação do solo;
 - ✓ qualidade da água;
 - ✓ processos hidrológicos;
 - ✓ operações florestais;
 - ✓ viabilidade econômica;
 - ✓ certificação florestal.



Como as estradas são planejadas?



Planejamento das estradas florestais

Fonte: Keller & Shear, 2003

Ferraz, 2010; Sant'ana, 2015

Classificação dos trechos de estradas

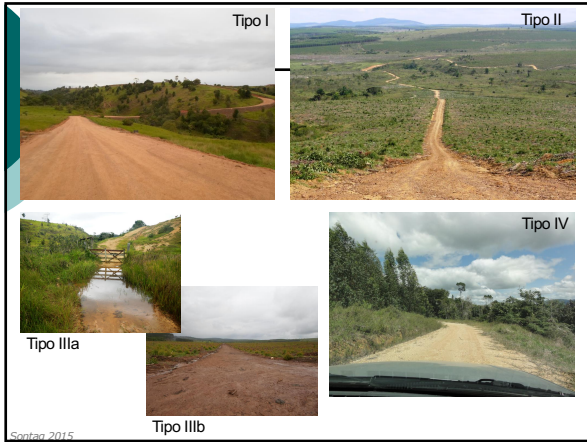
Ferraz et al., 2007

Classificação dos trechos de estradas

Tipo I: Média declividade de rampa e terreno.
Tipo II: Alta declividade de rampa e terreno. "Morro abaixo"
Tipo III: Baixa declividade de rampa e de terreno
 IIIa: Próximo às áreas de maior acúmulo de água.
 IIIb: Topo de morro, recebe pouca água.
Tipo IV: Baixa declividade de rampa e alta do terreno. Em nível.

Figura 4. Representação do posicionamento dos tipos de estradas em relação ao gradiente topográfico.
Figure 4. Road types position in relation to topographic (Ferraz et al., 2007)

Sant'ana, 2015



Estradas Florestais

- o Conectividade hídrica

Estrada: ↓ infiltração
 ↑ concentração do fluxo
 ↑ velocidade da água



Impacto de estradas:

- o Acúmulo de água no solo:

Projetos Ingles e Valinhos

Deságüe concentrado

Foto no ponto Ferraz et al., 2007

Estradas Florestais - ações

Contenção dos taludes - trechos críticos

Seção Transversal

Fonte: BAESSO, 2003.

Cerca de resíduo (enterrada a 10 cm de profundidade do solo)

Cerca de silte utilizada em barranco para conter os sedimentos. Fonte: www.esmalhete.co.za, 2014.

Souto, 2015

Estradas Florestais - ações

Obras de arte e Manutenção



Bueiro em final de curva em trecho crítico



c. Use of Ditch Dikes Fonte: KELLER, G. & SHERRAR, J. 2003.



Limpeza das obras de arte



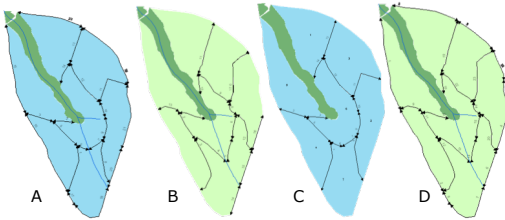
Revestimento primário

Sant'Ana, 2015.

Re-adequação da malha viária

- Deve priorizar as estradas tipos I, IIIb e IV.
- Tipo I e IV conhecimento do terreno.
 - Curvas de nível.
- Tipo IIIb delimitação dos divisores topográficos.
 - Delimitação da bacia hidrográfica.

Propostas de sistema viário

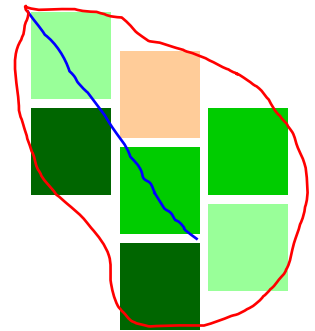


Modelo	Atual	A	B	C	D
Declividade de rampa média(%)	4,561	3,346	2,49	3,048	2,818
Declividade de rampa máxima(%)	13,28	7,267	5,384	6,803	6,662
Índice topográfico médio	8,902	8,964	9,074	9,080	9,087
Fator LS médio	2,654	1,897	1,897	2,419	1,589
Extensão total de estradas(m)	8110	7907	4993	4417	8730
Densidade de estradas(m/ha)	64,365	62,756	39,632	35,059	69,287

Ferraz et al. (em prep.)

Plantio em mosaico

- Ganhos ambientais
 - Regulação
 - Consumo
 - Sedimentos
- Viabilidade
 - Econômica
 - Logística
- Mosaicos x manejo
- Futuro?



Operações florestais



Preparo de solo



Plantio



Solo Florestal

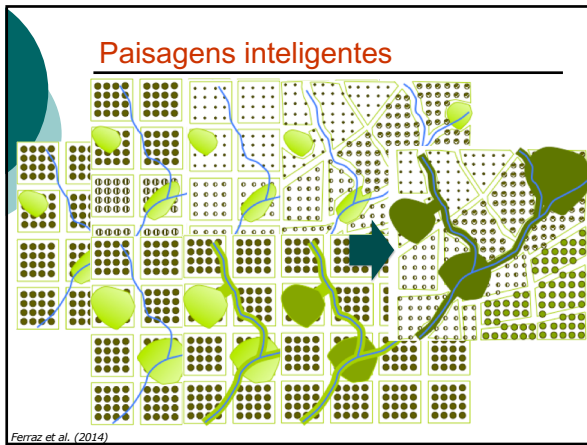


Colheita

Princípios hidrológicos do manejo florestal

- a) Definir os limites do sistema hidrológico;
- b) Conservar áreas hidrológicamente críticas;
- c) Manter a conectividade hidrológica;
- d) Respeitar a variabilidade temporal dos sistemas hidrológicos;
- e) Respeitar a heterogeneidade dos sistemas hidrológicos;
- f) Manter redundância e diversidade de forma e funções hidrológicas

Fonte: Creed et al. (2011)



Pontos mais importantes

- Planejamento com base na delimitação das microbacias
- Unidades de manejo: incorporar aspectos hidrológicos
- Vegetação nativa: posicionamento na paisagem é fundamental
- Estradas
 - Principal fonte de sedimentos
 - Planejamento prévio
 - Readequação do sistema viário