



Laboratório de Hidrologia Florestal (LHF)  
Departamento de Ciências Florestais  
ESALQ / Universidade de São Paulo



## FLORESTAS E PRODUÇÃO DE ÁGUA

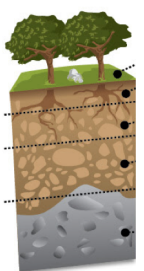
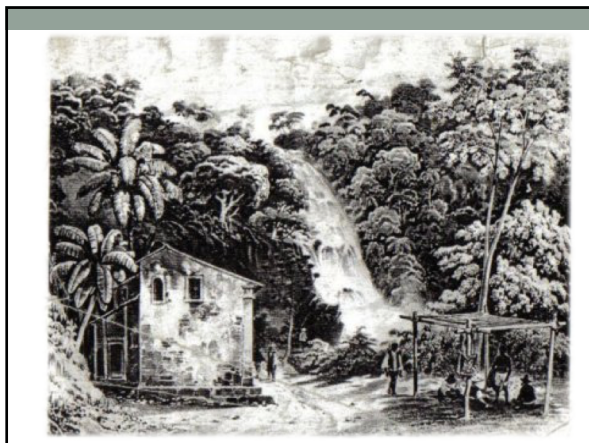
Prof. Dr. Silvío F. Barros Ferraz  
Depto. Ciências Florestais  
ESALQ/USP



Horton, 1940

## Roteiro

- Produção de água?
- Conceitos: Floresta x água
- Disponibilidade
- Manejo da água
  - Consumo
  - Infiltração / armazenamento
  - Regulação
- Floresta produz água?
- Influência da floresta nas escalas local e de paisagem

**EPÓCA** BLOG DO PLANETA

### Água que vem da floresta

A irrigação agrícola consome muitas vezes mais do que toda a população; os sistemas de gerenciamento e reúso ainda são minoritários

O Brasil parece ter acordado para o drama da água. Será? Quando a seca era uma questão nordestina, isso interessava, sobretudo, aos pesquisadores, à população local, aos coronéis da Indústria da Seca. Agora que assola o desprevenido Estado de São Paulo e chega ao Rio de Janeiro, a crise hídrica ganha outra dimensão.

**blog do planeta**

### Antonio Nobre: "Se houvesse florestas no Sudeste, a seca não seria tão extrema"

BRUNO CALIXTO

em as nascentes e todo o fluxo hídrico, o que nos faz pensar sobre a falta de investimentos na manutenção e recuperação

**radiografia PRECUPANTE**

**Crise da água: filho de Fernando Meirelles mostra que Código Florestal agrava problema**

O novo Código Florestal deve agravar ainda mais a crise de abastecimento de água no Brasil, e por isso está sendo questionado no Supremo Tribunal Federal.

## Em busca da floresta "Encantada"




Opiniões

a água, a floresta nativa e a floresta plantada

## Valoração dos serviços

| SERVIÇO ECOLÓGICO  | VALOR GLOBAL (US\$ TRILHÕES/ANO) |
|--|----------------------------------|
| Ciclagem de minerais, em especial carbono, nitrogênio e fósforo  | 17,07                            |
| valor cultural (estético, artístico, científico e espiritual)  | 2,04                             |
| Tratamento de resíduos e filtragem de produtos tóxicos   | 2,28                             |
| Controle de distúrbios climáticos como tempestades, enchentes e secas  | 1,78                             |
| Armazenamento de água em bacias hidrográficas, reservatórios e aquíferos                                       | 1,69                             |
| Produção de alimentos (peixe, caça, produtos extrativistas)  | 1,39                             |
| Regulação dos níveis de gases atmosféricos poluentes (CO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , etc.)                 | 1,34                             |
| Regulação de fluxos hidrológicos que suprem águas industriais e de irrigação                                   | 1,11                             |
| Recreação (ecoturismo, pesca esportiva, atividades ao ar livre)  | 0,81                             |
| Fonte de matérias-primas (madeira, combustíveis e rações animais)  | 0,72                             |
| Regulação de gases que afetam o clima, especialmente CO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> e CFC | 0,68                             |
| Controle de erosão e sedimentação através da retenção do solo  | 0,57                             |
| Controle biológico de pragas e doenças   | 0,42                             |
| Proteção de habitats utilizados na reprodução e migração de espécies   | 0,12                             |
| Preservação de polinizadores vitais para a reprodução de plantas   | 0,11                             |
| Fonte de material genético para melhoramento e controle de pragas  | 0,08                             |
| Intemperismo da rocha-mãe e formação do solo   | 0,05                             |

Fonte: ADAPTIADO DE COSTANZA E OUTROS (1997)

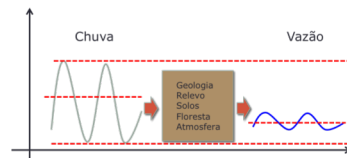
### Relação entre floresta e água

- O que se faz com um altera o outro !
- Floresta produz água?
  - Como ?
  - Se sim, por que cortar floresta aumenta o deflúvio?
- Floresta é tudo igual?

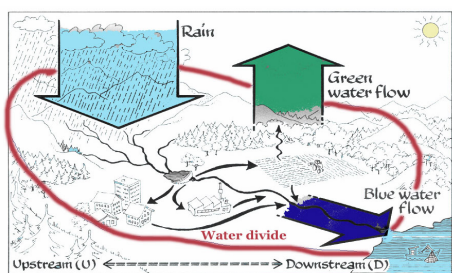


### Produção de água

- Tem água ?
  - Quantidade
  - Distribuição
- Tem excedente?
  - Evapotranspiração
- Armazena água?
  - Relevo / solos
- E a floresta?
  - Ajuda?
  - Ou atrapalha?



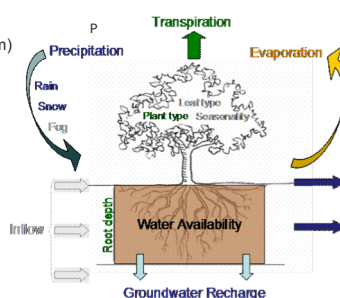
### Água azul: rendimento hídrico



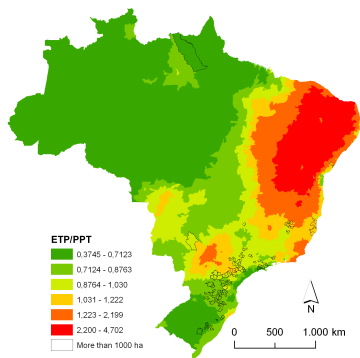
Falkenmark & Folke (2002)

### Rendimento hídrico

- Escala: anual
  - P = chuva (mm)
  - Q = deflúvio (mm)
  - R = Q/P

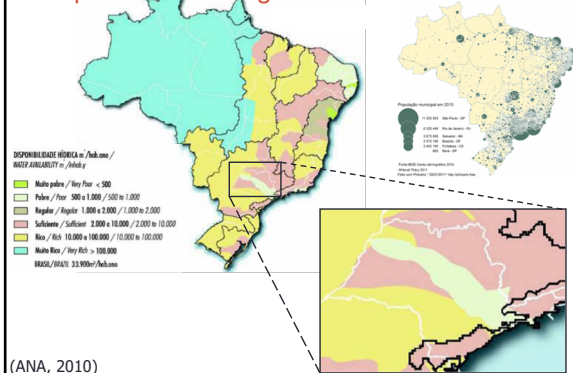


### Disponibilidade de água natural

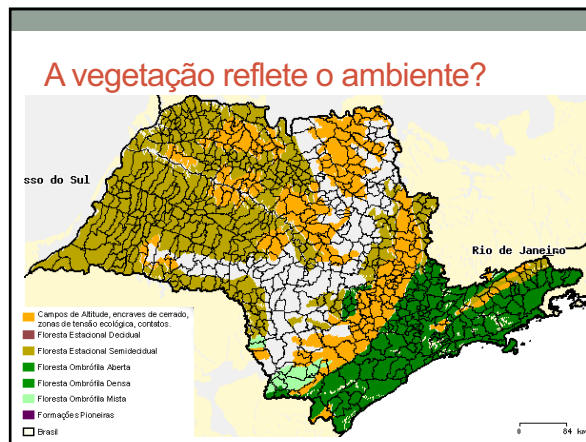
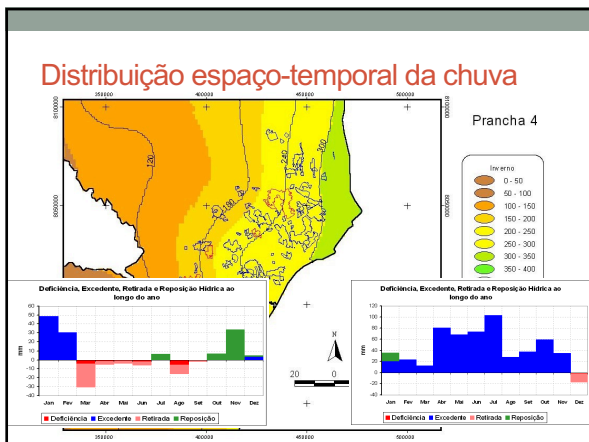


Source: IBGE (2009); Alvares (2010)

### Disponibilidade de água – influência humana



(ANA, 2010)



### Consumo de água

- Evaporação
- Evaporação total
- Evapotranspiração
  - No ciclo hidrológico = retorno da água superficial para a atmosfera
- CONSUMO ?
  - Apenas 0,1% da Evapotranspiração fica na biomassa
- Visão antropocêntrica da disponibilidade de água
  - Do ponto de vista da disponibilidade de água para as pessoas, trata-se de uma "perda"

evapotranspiration = transpiration + evaporation

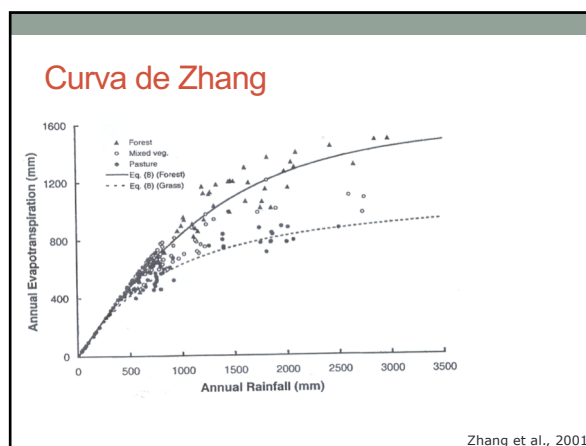
transpiration: trees, grass

evaporation

runoff

groundwater recharge

Lima, 2009



### Curva de Zhang

Chapters 2, 6, and 7 presented the runoff curves of Zhang et al. (2001) for evapotranspiration (ET) of forest and grassland as a function of annual rainfall (P). The curves can be expressed as:

Forest

$$Q_f \cong P - \left( \frac{1 + 2,820/P}{1 + 2,820/P + P/1,410} \right) P \quad (11.1)$$

Grassland

$$Q_g \cong P - \left( \frac{1 + 550/P}{1 + 550/P + P/1,100} \right) P \quad (11.2)$$

in which  $Q_f$ ,  $Q_g$  is the annual streamflow in mm generated by an annual rainfall of P mm.

### Grão Mogol

- PPT: 1100mm
- Déficit hídrico
- Efeitos:
  - Redução do deflúvio

Average annual precipitation (mm): 1121

Interception loss (mm): 24.0 (CERRADO), 14.0 (P. caribaea), 14.0 (E. grandis)

Net precipitation (mm): 1097 (CERRADO), 1087 (P. caribaea), 1087 (E. grandis)

Soil water loss (mm): 560 (CERRADO), 617 (P. caribaea), 764 (E. grandis)

Capillary rise (mm): 4.0 (CERRADO), 10.0 (P. caribaea), 10.0 (E. grandis)

Drainage (mm): 537 (CERRADO), 470 (P. caribaea), 303 (E. grandis)

Lima et al., 1990



### A importância das florestas

Notícias | 2012

**E o Redd?**

Estudo mostra que iniciativas para redução de emissões por desmatamento em desenvolvimento ainda não são levadas a sério por países desenvolvidos. Para obter melhores especificações próprias leve em conta a sociedade ao planejar projetos.

Por Sula Houtou

Publicado em 01/11/2012 | 15:58:23 em 14/12/2012

**Os Serviços que a Natureza Presta**

As florestas desempenham um papel fundamental na manutenção do equilíbrio climático e hidrológico da terra, pois fornecem à população serviços ambientais essenciais para o bem-estar humano.

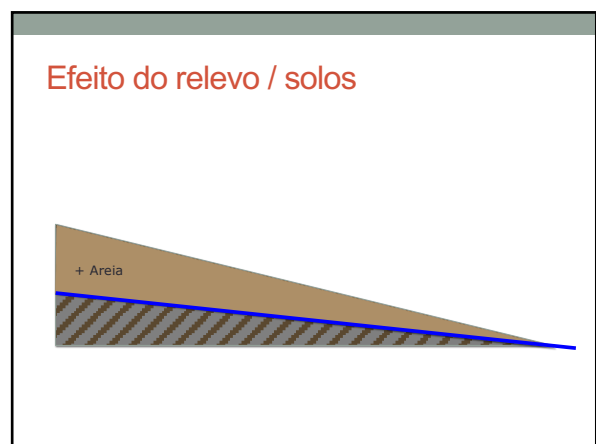
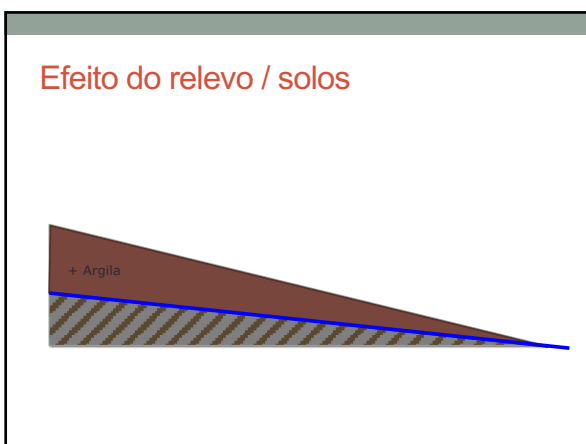
Desse serviços, aqueles relacionados à água são considerados alguns dos mais importantes. As florestas funcionam como **espungas gigantes**, permitindo a máxima infiltração da água no solo durante o período das chuvas, armazenando assim as nascentes e regulando a produção de água no período da seca. Elas também são responsáveis pela qualidade da água, pois reduzem a sedimentação dos rios e filtram poluentes.

**Um planejamento da ocupação no campo e no urbano para garantir a qualidade de vida da população.** Vale lembrar a importância das áreas verdes para a manutenção dos mananciais e abastecimento de água para população. As florestas funcionam como **espungas** captando a água das chuvas e alimentando os rios acidentados. Além disso regulam o clima e purificam o ar. As áreas verdes também oferecem recreação e lazer, como trilhas, observação de aves e animais, picniquistas do ar livre, etc. contribuindo para a redução do estresse e da violência. As árvores ainda são valiosas em atividades de ecoturismo, trazendo ótimos para o município ao gerar alternativas de negócios, trabalho e renda, sem agredir o meio ambiente.

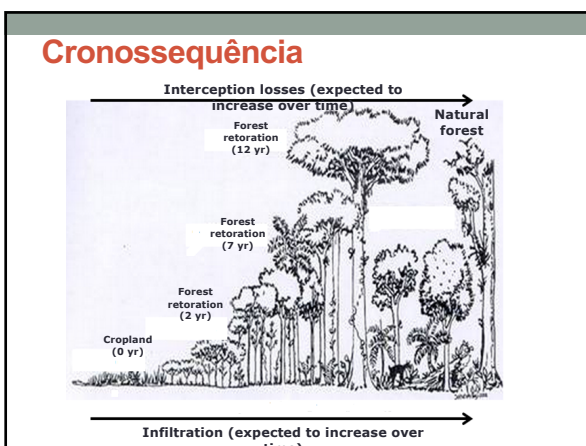
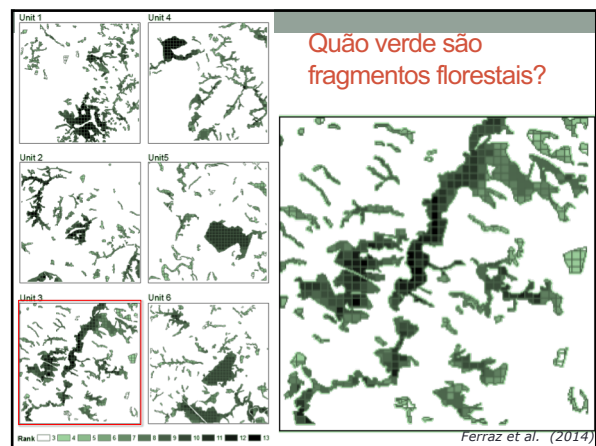
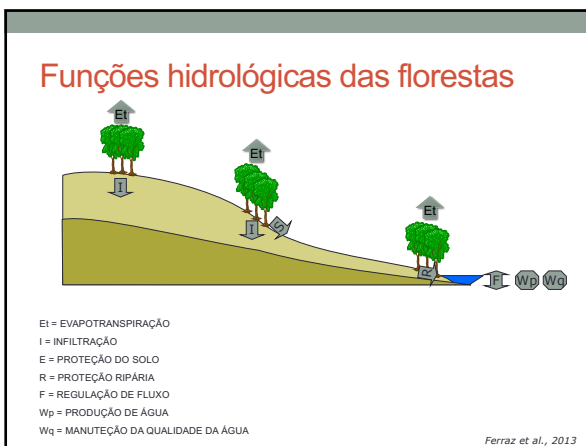
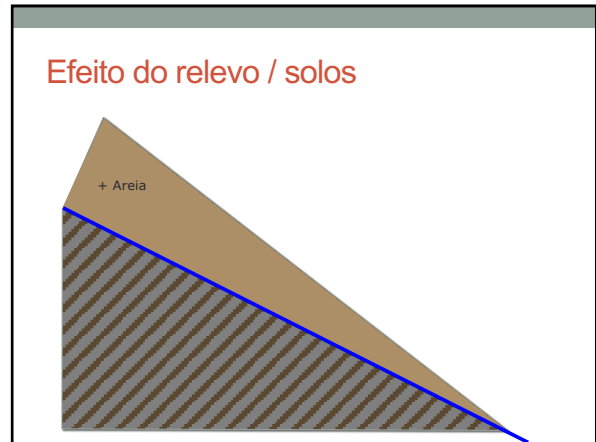
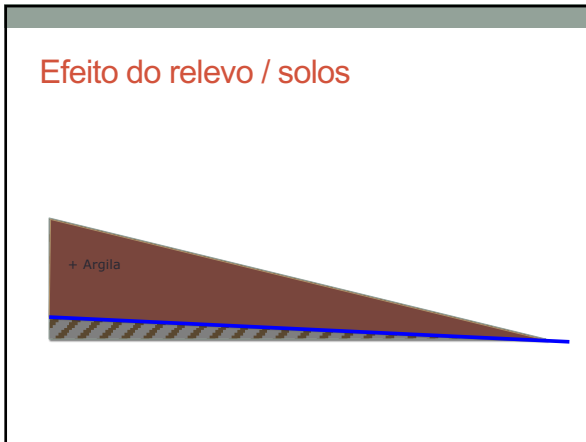
A APA Embu-Verde é um projeto de lei que contempla grande parte do projeto de lei da

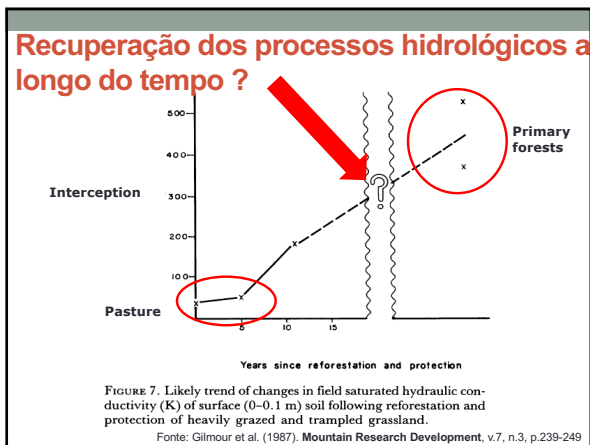
**A crise de energia no Brasil**

Não há, sem dúvida nenhuma, assunto mais comum do que a crise energética no Brasil. Talvez não haja, também, melhor momento para uma grande reflexão sobre as relações Homem-natureza. Na verdade, pouco se disse que na base dessa crise está a degradação ambiental. A falta de água, não é, sem dúvida, um problema de falta de chuva, mas, principalmente a ausência de florestas. As florestas funcionam como **espungas**, retardando a água e formando nascentes que mantêm vivos riosos rios e lagos. Sem florestas, não há água, mesmo que haja chuva. Isso significa que construir mais hidrelétricas sem preservar o meio ambiente, não resolverá o nosso problema.

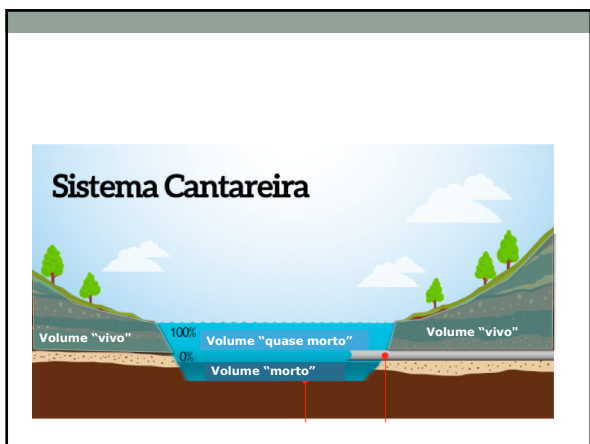








- ### Causas da redução na produção de água
- Redução da disponibilidade de água
    - Redução de chuva
    - Concentração das chuvas
    - Aumento da intensidade da chuva
    - Aumento do consumo na bacia
  - Aumento do escoamento superficial (>Qs)
    - Compactação de solo
    - Impermeabilização
    - Falta de práticas de conservação de solos
  - Aumento da Evapotranspiração (>ET)
    - Plantio de florestas ou vegetação de maior porte
    - Fase de crescimento florestal



### Pegada hídrica

Cada brasileiro consome em média **5,559 mil Litros de água por dia**

Essa conta é feita somando toda a água utilizada, desde o desenvolvimento, para a produção de bens de consumo, e também nas atividades cotidianas.

**Pegada Hídrica** média brasileira

**COMIDA**

- 1 folha de papelão: 10 Litros
- 1 pacote de leite: 144,3 mil Litros
- 1 par de sapatos: 8 mil Litros
- 1 caixa de leite: 1,8 mil Litros
- 1 pacote de algodão: 2,7 mil Litros
- 1 litro de leite: 200 Litros
- 1 kg de carne: 5 mil Litros
- 1 kg de carne bovina: 78 Litros
- 1 litro de óleo de cozinha: 140 Litros
- 1 pacote de pão de forma: 40 Litros

**COMUNICACÃO**

- 1 hora de internet: 31,5 mil Litros
- 1 hora de TV: 30 mil Litros
- 1 hora de rádio: 5 Litros
- 1 hora de banho: 20 Litros
- 1 hora de banho com água quente: 4 Litros

**Cálculo da Água Virtual envolvida na produção de carne bovina.**

Até o abate para consumo, um boi de três anos gasta em média:

- 1.300 kg de água
- 7.200 kg de pasto

**3.069 milhões** Litros de água

+ 24 mil Litros de água hídrica

+ 7 mil Litros de água para serviço

= **3,1 milhões de Litros de água usada**

1 kg de carne consome **15,5 mil Litros de Água**

Fonte: Fundação Paranaense | Pesquisa Supermercado | Water Footprint Network | Pegada Hídrica Brasileira: 2,028 milhões de litros por ano por pessoa

### **Pontos mais importantes**

- Conceito de produção de água
- Variáveis
  - Disponibilidade (não manejável)
  - Consumo (manejável)
  - Armazenamento (não manejável)
  - Regulação (parcialmente manejável)
- Florestas
  - Normalmente consome mais água
  - Consumo varia de acordo com o tipo/estágio da floresta
  - Melhoram a condição de infiltração dos solos