

# Situación y Resultados de Influencia de las Plantaciones en la Producción de Agua de Cuencas de Brasil

Walter de Paula Lima  
[wplima@usp.br](mailto:wplima@usp.br)

Reunión sobre Agua y Sistemas Forestales  
Programa Hidrológico Internacional de la UNESCO  
Santiago, Chile, 29 Octubre 2015

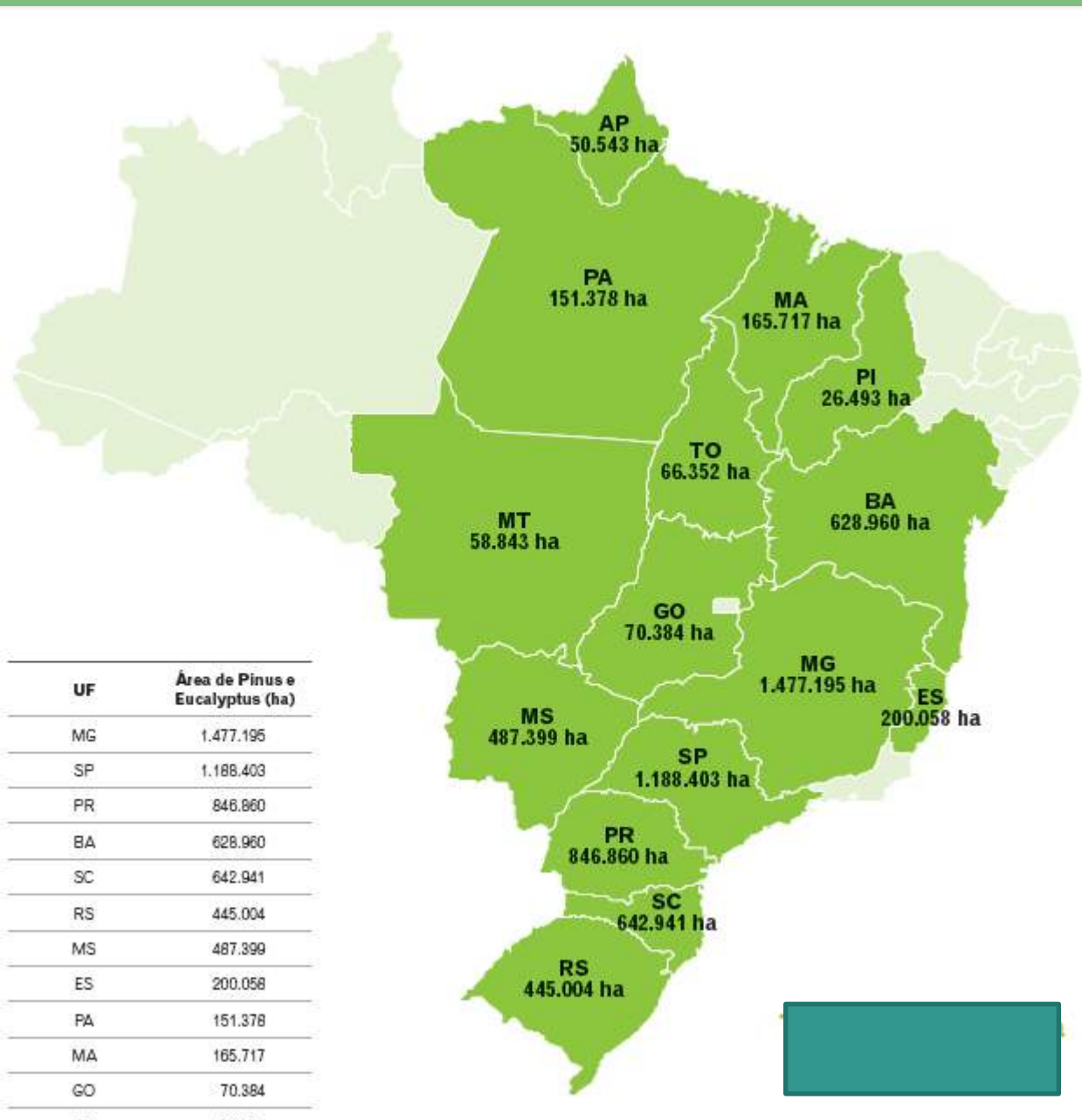


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
Campus "Luiz de Queiroz"  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"





# Las Plantaciones Forestales en Brasil



Los primordios:

1967: 14 mil há

1968 (empeza los incentivos fiscales): 30 mil ha

Hoy:

2015: 7.7 milion ha

Eucalipto: 5.8 milion ha  
Pinus: 1.8 milion ha

# **Junto con las plantaciones forestales, se estableció también el Mito Eucalipto!**

## **(aún vivo!)**

- Resumido en el clásico: “El eucalipto seca el suelo”
- Transpiración descontrolada (“bomba”)
- Investigaciones pioneras (1950) en Brasil: ET= 7.500 mm/año → **Además de no aclarar, aumenta el mito**
- No es solamente una opinión popular, pero permea también la academia
- Puede inducir políticas públicas y legislación restrictivas, así como discusiones cargadas de emoción e ideología
- **Por que? El problema no es solamente técnico, o físico, o biológico**

FUCALIP TO = SECAE FOME





## UM RISCO A SOBREVIVÊNCIA DE NOSSA REGIÃO

Caso a Veracel compre, como pretende, as terras mais planas e úmidas da região sudoeste, ela afetará negativamente todo o setor agropecuário, reduzindo sua produtividade. A transferência das melhores áreas para os eucaliptos diminuirá a produção de leite, carne, cereais e outros alimentos, provocando o aumento de seus preços ao consumidor. Consequentemente, a redução da produção no campo diminuirá a quantidade de empregos oferecidos na cidade, sobretudo, nos latifúndios e na comercialização da produção local.



Nas bacias dos rios Água Preta, Catolé, Jundiá, Mangerona, Maiquinique, Córrego d'Água, Córrego do Nado, dentre outros afluentes do Rio Paraiti, além da diminuição do volume de água, em todos eles haverá contaminação química com o glifosato, princípio ativo do Roundup, e a sulfonamida (formicida), substâncias usadas em larga escala nas plantações de eucalipto e que podem causar graves consequências à saúde, inclusive câncer de rins e até deformação de embriões, conforme tem alertado vários estudos científicos.

## PROGRAMAÇÃO:

Abertura, Apresentando a Proposta, Dinâmica e Objetivos do Seminário (Centro de Estudos e Ação Social - Ceas);

- Chamada aos Representantes da Sociedade Local para compor a Tribuna do Seminário e aos palestrantes para integrar a Mesa (Cerimonial);

- Vídeo sobre o Tema;

- Falas de representantes da comunidade;

- Intervalo musical (artistas locais);

- Tribuna Popular;

- Cena teatral (grupo local);

- Falas dos assessores;

Prof. Jackson T. Oliveira, Prof. de Geografia e Cartografia do IFBA (Vit. da Conquista);

Ivonele Gonçalves, do Centro de Est. e Pesquisas para o Desenvolvimento do Extremo Sul da Bahia (Eunápolis);

Eng. Agrônomo Márcio L. de Andrade (Sindicato dos Engenheiros, Bahia, e Campanha Contra os Agrotóxicos e pela Vida - Salvador);

- Debate e encaminhamentos;

- (Lanche)



APOIO:

cepeades



FORUM SOCIOAMBIENTAL DO SUDOESTE DA BAHIA



## I SEMINÁRIO SOCIOAMBIENTAL



TEMA:  
OS IMPACTOS NEGATIVOS DO MONOCULTIVO DE EUCALIPTO

ITARANTIM, dia 25/11, das 18:00 às 21:00 horas, no Centro Paroquial

MAIQUINIQUE, dia 26/11, das 18:00 às 21:00 horas, na 1ª Igreja Batista

## ORGANIZAÇÃO:



CEAS

ITARANTIM AMIGOS



# Plantaciones Forestales: un tema controvertido en todo el mundo

- Impactos hidrológicos y ambientales: tema antiguo, polémico y recurrente
- **El mito Eucalipto:** como ecuacionar?
- Plantaciones: manejo intensivo
- Plantaciones de Eucalipto: rápido crecimiento + manejo intensivo + elevada productividad → alta demanda de agua
- **“El efecto plantación”**
- **“El uso de agua por plantaciones forestales vá a ser uno de los más importantes temas em muchos países em las próximas décadas” (Dvorak, 2012).**



# **Rosoman, 1994. The Plantation Effect. The Greenpeace, New Zealand**

**“El rendimiento hídrico de microcuencas con plantaciones forestales es en general menor do que sob bosques naturales o pasturas”**

- **“Microcuencas con plantaciones forestales presentan menores flujos mínimos, aún que mantenido perdidas por evaporación similares a lo que ocurre en microcuencas con bosques nativos”**

■  **Balance hídrico de la microcuenca**

■

# BALANCE HIDRICO DE MICROCUENCAS! QUE ES ESO?

Almeida et al.(2007)

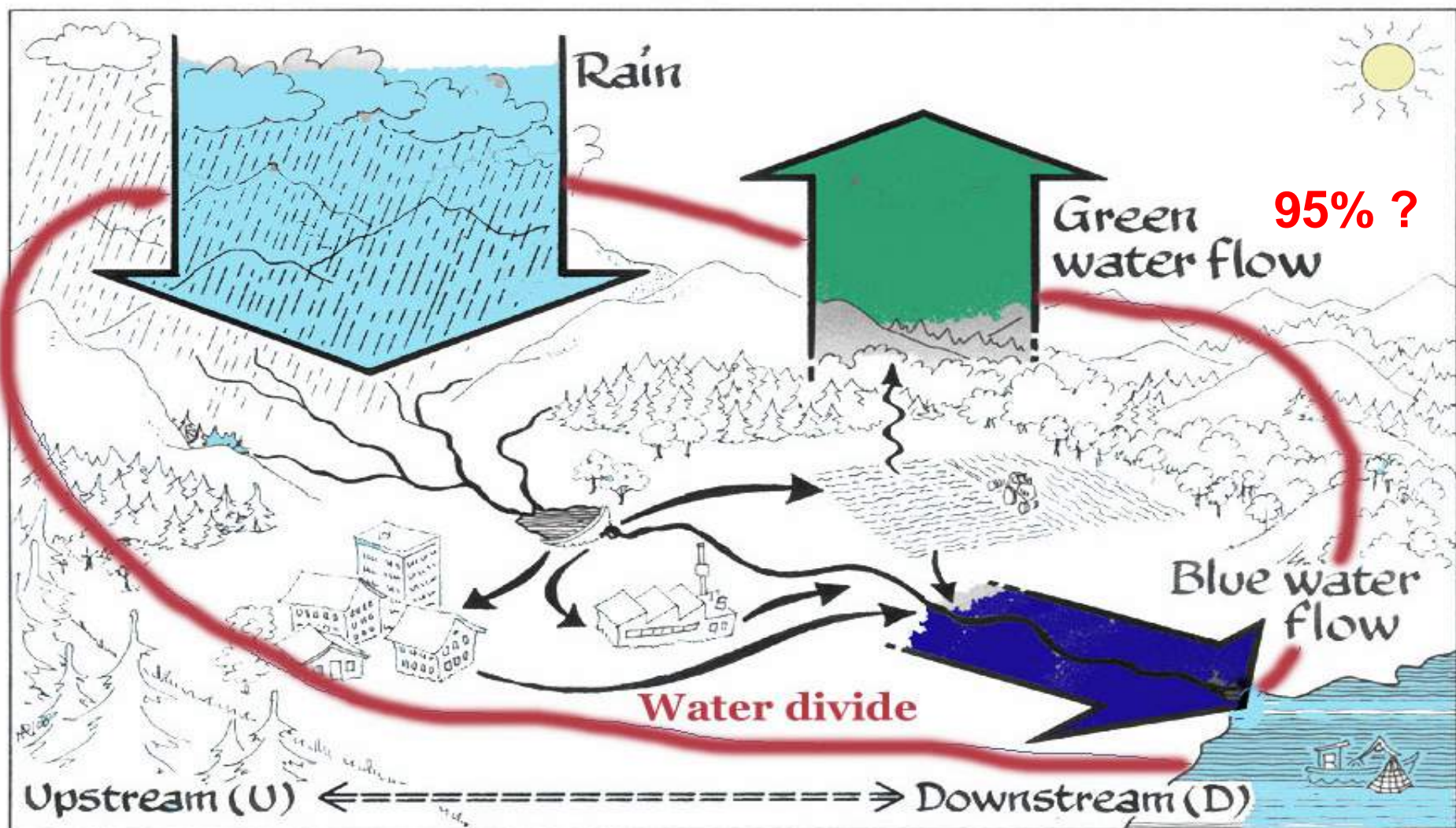
Growth and water balance of *E.grandis* plantations (FEM)

- Modelagem ecofisiológica durante los 6 años de una plantación de *E. grandis* (1996-2004)
- $P = 1147$  mm;  $ET = 1092$  mm (95%)
- $ET: T = 885$  mm;  $I = 121$  mm;  $E_o = 85$  mm
- “Híbridos de *E. grandis* en Brasil consumem água de acuerdo con su disponibilidad” (???)
- “Estudios ecofisiológicos y hidrológicos de largo plazo en la escala de microcuencas parecen constituyirse en la mejor alternativa de mejora continúa de las prácticas de manejo y de optimización del uso de agua y aumento de la productividad forestal”



# El Balance hídrico de la microcuenca:

Falkenmark & Folke, 2002. The ethics of socio-hydrological catchment management: towards hydrosolidarity.



# El efecto plantación !

- Plantación forestal: crecimiento rápido, alta productividad, elevado índice de área foliar, copa densa, mayor interceptación
- Por lo tanto; menor escorrentía superficial, menor recarga del acuífero y menor rendimiento hídrico (**el agua azul**) en la escala de microcuencas



## **Scott, 2005. On the Hydrology of Industrial Timber Plantations.**

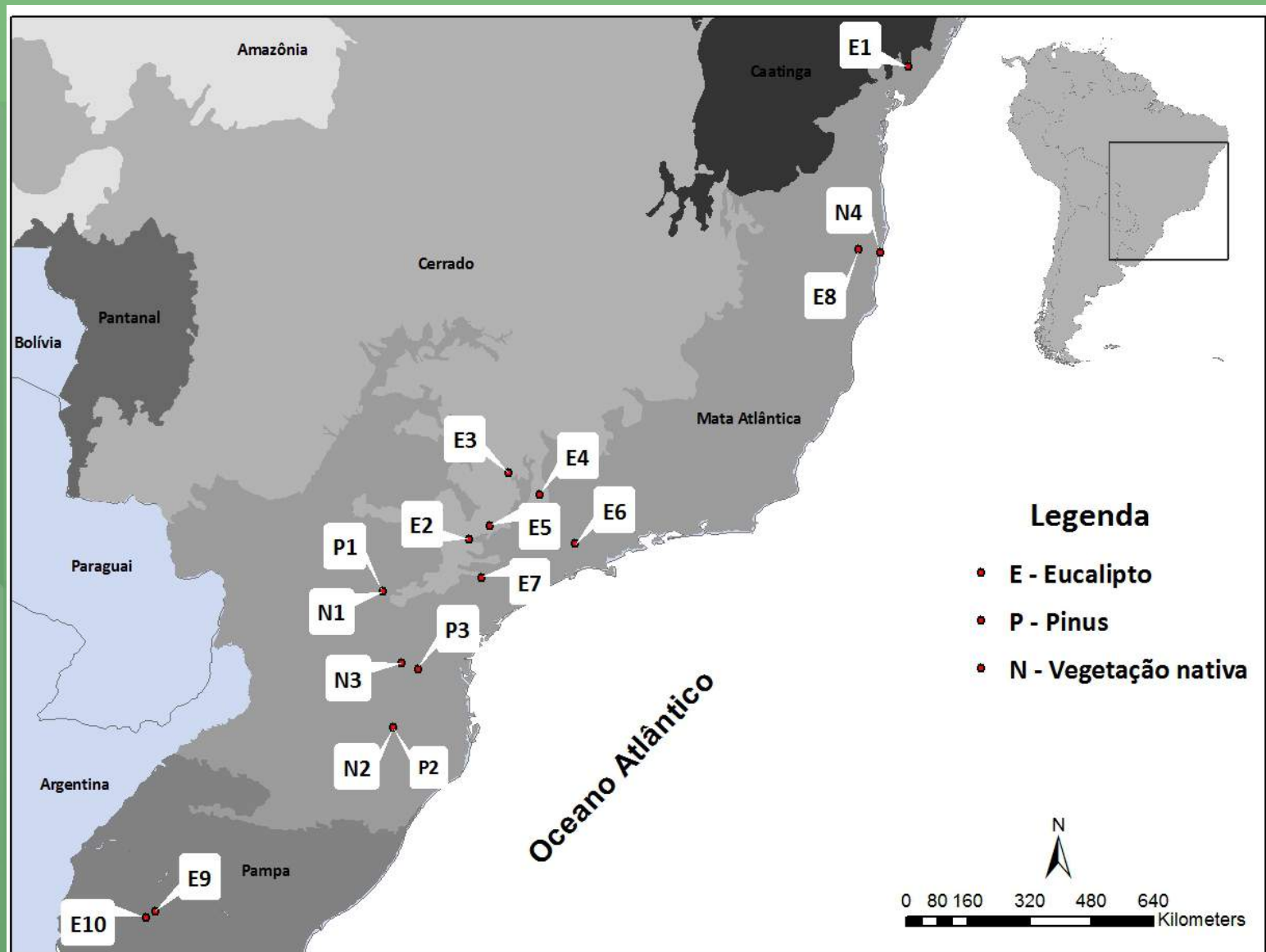
- “Plantaciones forestales presentan características hidrológicas distintas. Múltiplos años parece ser el período adecuado para la caracterización del balance hídrico, por el hecho de que los efectos demoran para manifestarse y la recarga del agua sub-superficial puede llevar muchos años”
- “Debemos empezar a considerar la **Hidrología de Plantaciones** como un tramo particular de la Hidrología Forestal”

# IPEF: Oportunidad para Estudios de Largo Plazo como resultado de la Interacción Universidade x Empresa



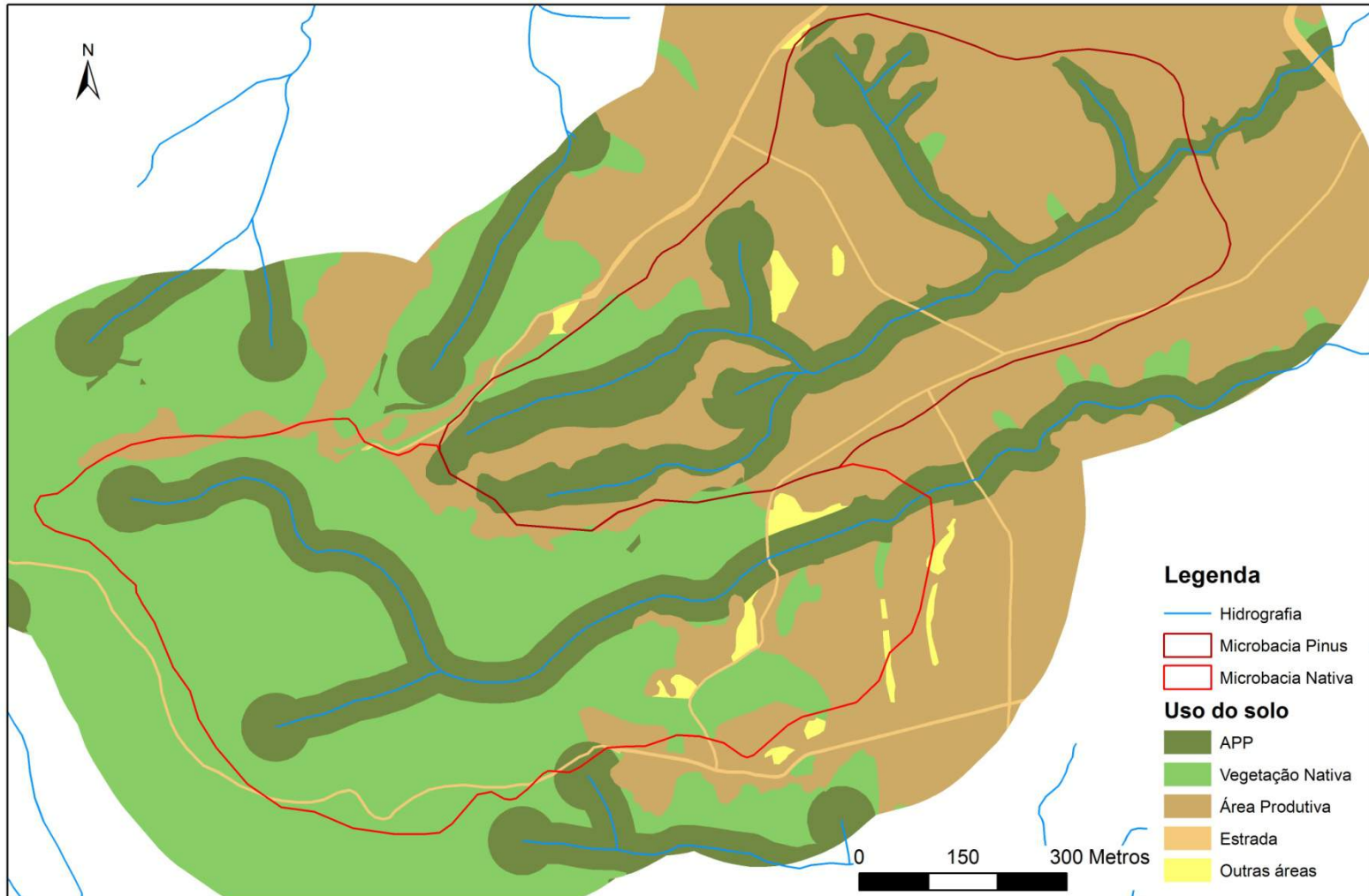


# Rede experimental del PROMAB



# Microcuencas Pareadas

## Microbacias Pareadas Pinus vs. Vegetação Nativa





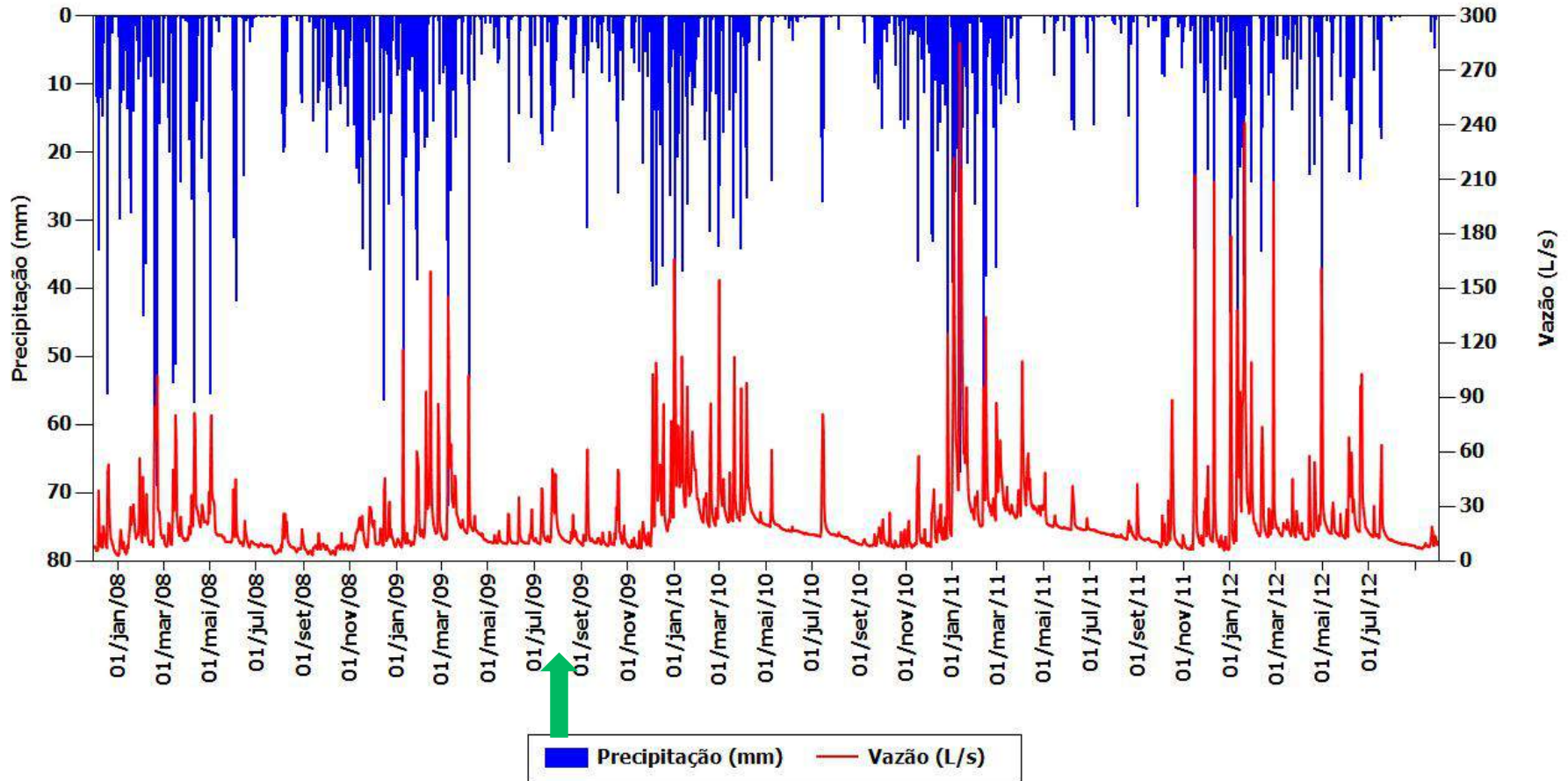




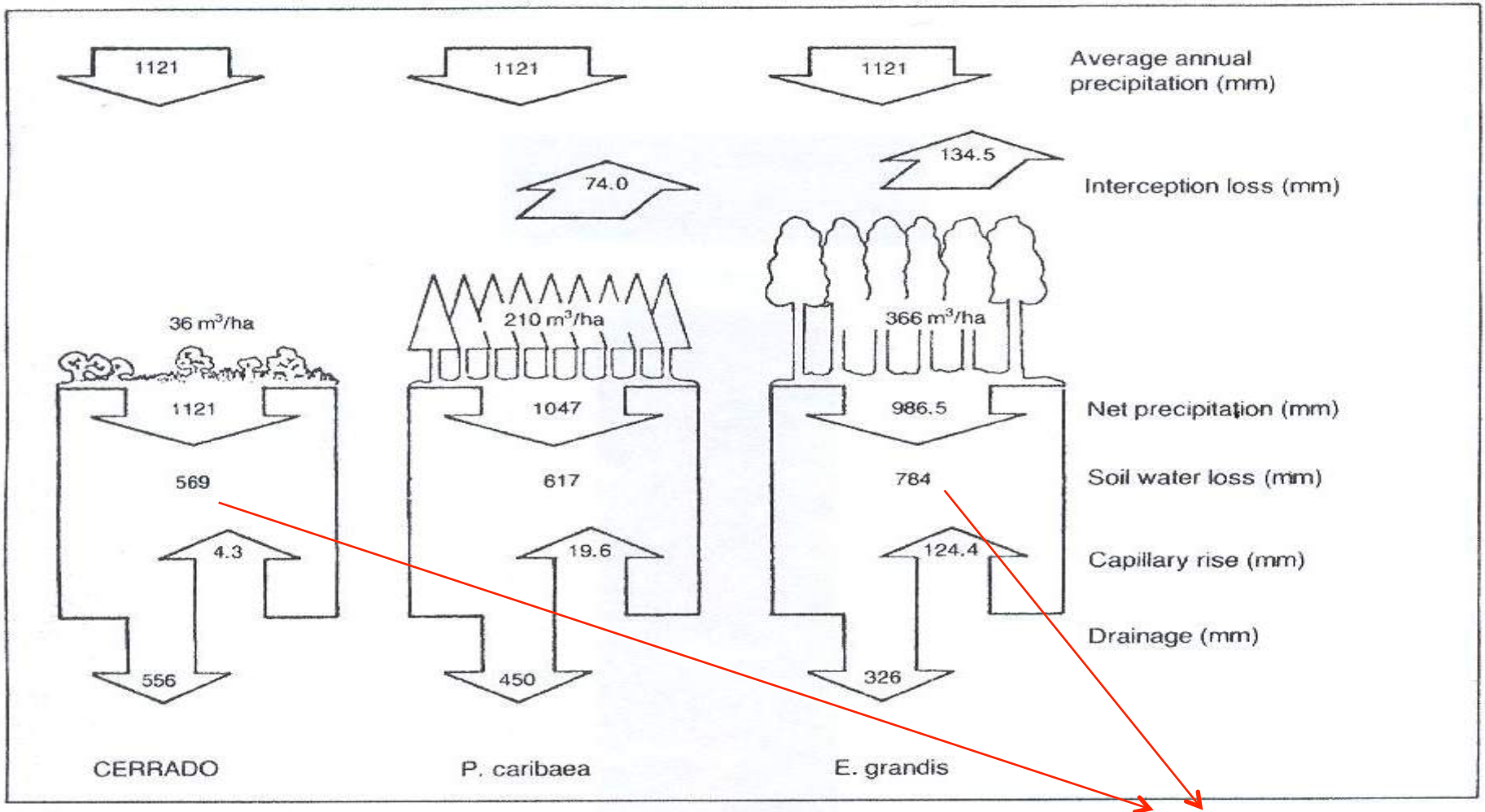
# Hipótesis del Monitoreo

- Relación entre Plantaciones Forestales y agua
- Variables Básicas: conflictos por el uso del agua, salud de la microcuenca, perdidas de suelo y de nutrientes, impactos aguas abajo
- Indicadores: balance hídrico de la microcuenca, regime del caudal, hidroquímica del arroyo, sedimentos en suspensión
- Analisis Integrada y no solamente consumo de agua
- **Objetivo: contribuir para la sustentabilidad hidrológica del manejo de plantaciones forestales**
- **Por lo tanto, hace parte del plan de manejo → largo plazo**

# Precipitação x Vazão diários



# Lima *et al.*, 1990: Estudio comparativo del balance hídrico de *E. grandis*, *P.caribaea* e Cerrado em Minas Gerais, Brasil, en una región de baja disponibilidad de agua (PET = P)



**230 mm**



## **Jackson et al., 2005. Trading water for carbon...Science, 310**

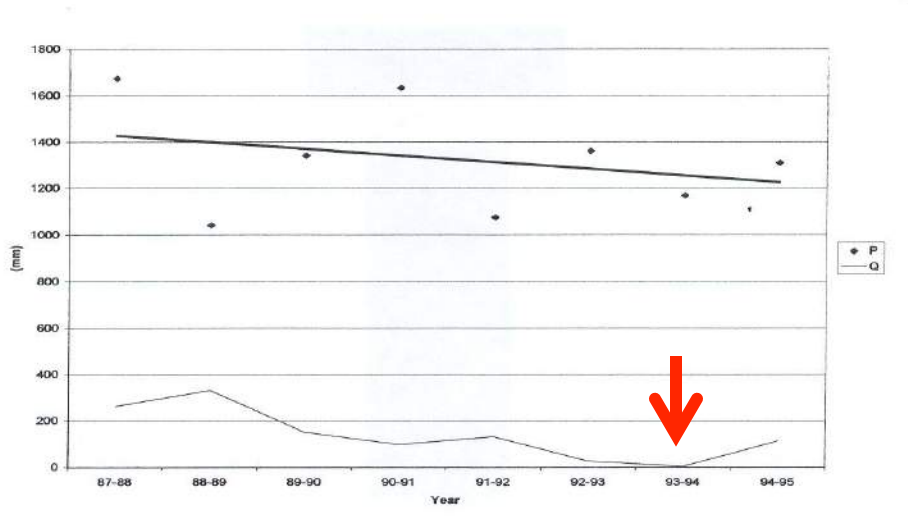
- Revisión global de resultados anuales de 504 microcuencas experimentales
- Plantaciones disminuyran el caudal anual en **227 mm** en terminos promédios globales
- El 13% de los arroyos secaram por lo menos por 1 año
- Esto ocurrió más con Eucalipto do que con Pinus
- El efecto fué observado solamente en regiones de precipitación anual menor que 1000 mm.

# Dos resultados sorprendentes !



1987

**Plantación de *E.saligna*. A los 7 años el arroyo secou , pero volveu a fluir después de la cosecha.**



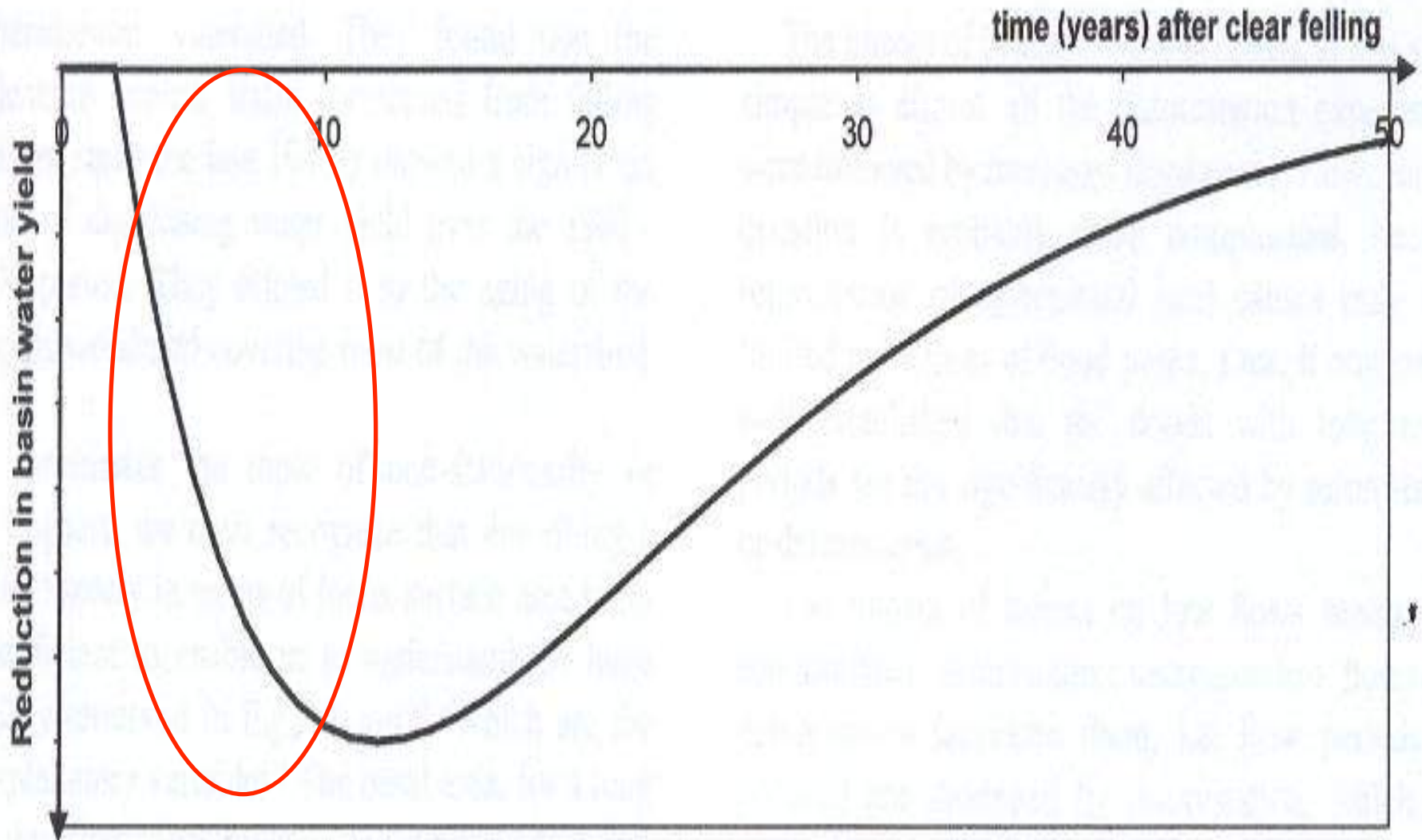
Vital et al., 1999

1991



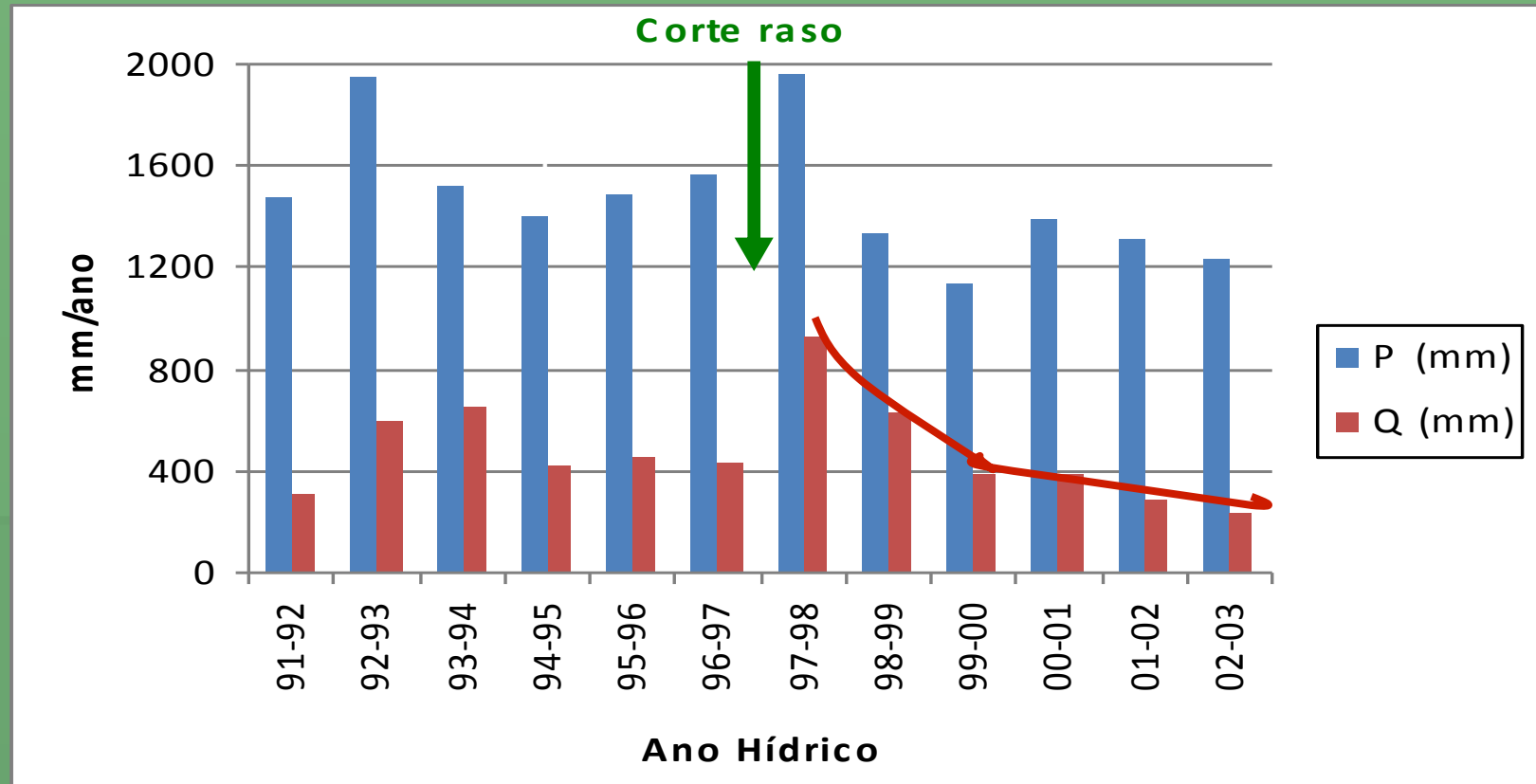
**Plantación de *E. Saligna* de 50 años: arroyo con caudal perene y regular , com total anual igual a lo Excedente Hídrico Climático de la región**

# “El efecto plantación”!

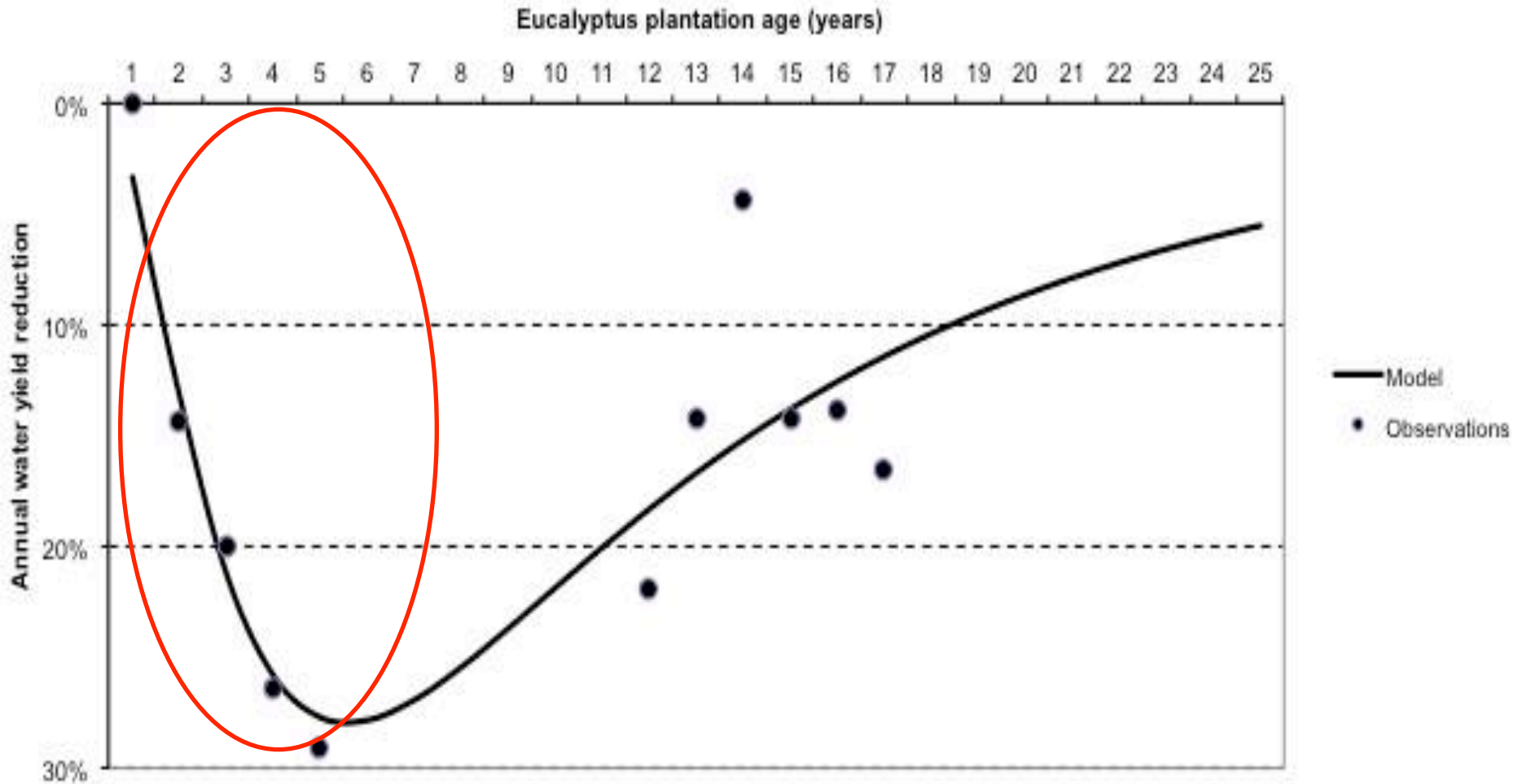




Relación lluvia x Caudal: a) antes de la tala rasa, con plantación de *E.saligna* de 50 años de edad; b) los primeros 6 años de una nueva plantación de *E.saligna*



Microcuenca Experimental de Itatinga, São Paulo  
Plantación de *Eucalyptus saligna* en dos ciclos : antes de la tala  
rasa de un bosque de más de 50 años y durante los 5 primeros  
años de una nueva plantación (Ferraz et al.,2013)



CHAPTER 5

Assessing the Hydrological Effects of Forest Plantations in Brazil

Walter de Paula Lima<sup>1</sup>, Silvio Frosini de Barros Ferraz<sup>1</sup>, Carolina Bozetti Rodrigues<sup>2</sup> and Maureen Voigtlaender<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Depto de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Brazil

<sup>2</sup>Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), Avenida Carlos Botelho, Brazil

**Table 5.1** Initial summary analyses of available catchment water balance data derived from 10 experimental catchments in the cooperative programme of hydrological monitoring of forest plantations in Brazil.

Location	Sp	N	Regional climate*				Experimental catchment				
			P <sub>RC</sub>	AE	S	S/P <sub>RC</sub>	P <sub>EC</sub>	Q	(P <sub>EC</sub> -Q)	(P <sub>EC</sub> -Q)-AE	[(P <sub>EC</sub> -Q)-AE]/AE
			—mm yr <sup>-1</sup> —			%	—mm yr <sup>-1</sup> —				%
A Eunápolis – BA	E	3	1252	1132	120	10	1379	90	1289	157	14
B Alagoinhas – BA	E	11	1233	1081	151	12	1104	32	1072	0	0
						average				average	7
C Santa Branca – SP	E	7	1239	986	252	20	1329	145	1184	198	20
D Capão Bonito – SP	E	2	1210	938	271	22	1237	145	1092	154	16
E Agual – SP	E	5	1346	946	399	30	1317	224	1093	147	16
F Luis Antonio – SP	E	3	1348	949	399	30	1226	235	991	42	4
G Itatinga – SP	E	12	1308	918	389	30	1485	476	1009	91	10
						average				ave	13
H Arapoti – PR	P	2	1500	1000	500	33	1475	170	1305	305	31
I Telêmaco Borba – PR	P	3	1500	1000	500	33	1386	76	1310	310	31
J Telêmaco Borba – PR	Na	3	1500	1000	500	33	1300	145	1155	155	16
						average				a	26

\*Sentelhas et al., (1999)

Sp = Forest Cover (E = Eucalypt; P = Pine; Na = Native Forest); N = Number of years of monitoring; P<sub>RC</sub> = regional precipitation; AE = Actual evapotranspiration; S = water surplus; P<sub>EC</sub> = experimental catchment precipitation; Q = catchment water yield; (P<sub>EC</sub> - Q) = catchment-scale evapotranspiration



## Esa característica de la Relación Plantación Forestal x Água parece ser la regla

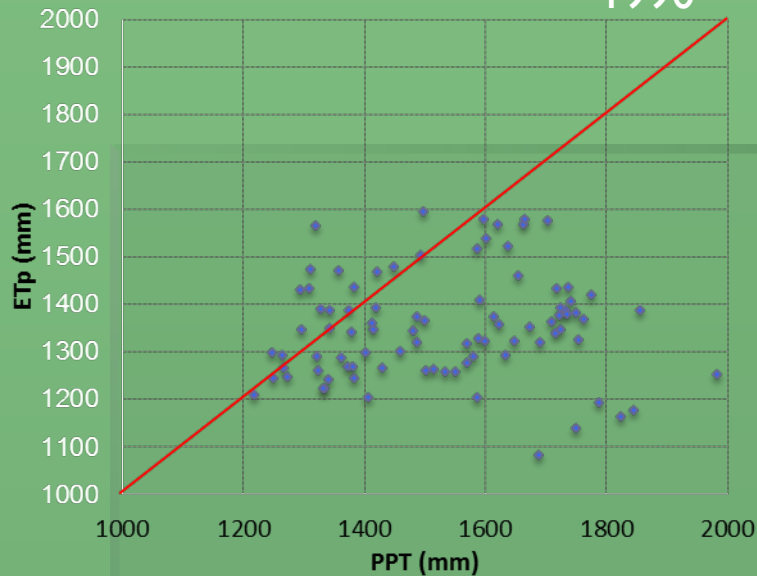
Farley et al. (2005)

Effects of afforestation on water yield: global synthesis

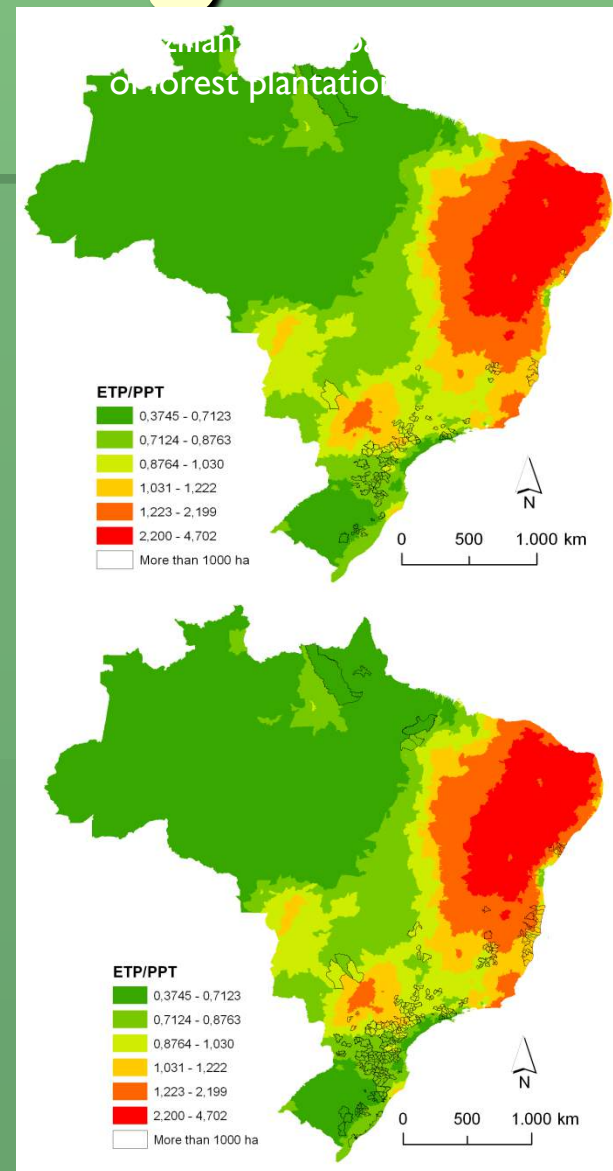
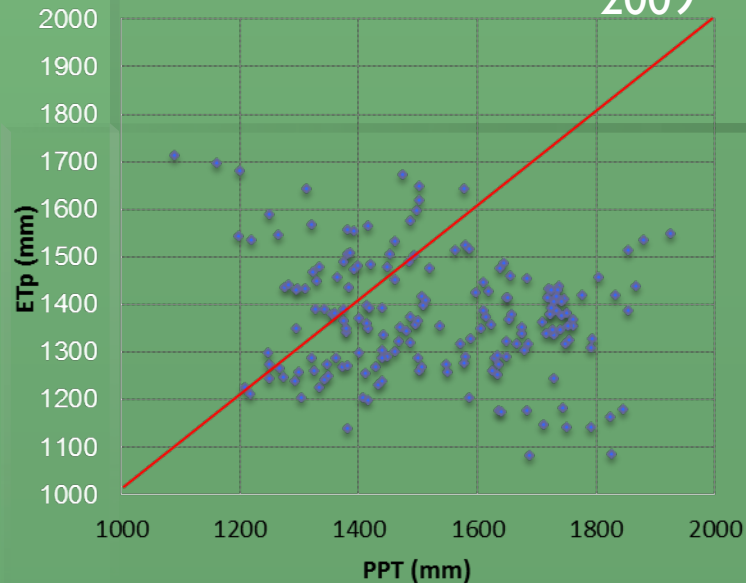
- 26 conjuntos de resultados de microcuencas experimentales, en un total de 504 observaciones.
- Eucalyptus reduce más el caudal anual que el Pinus (75% e 40%, respectivamente).
- Reducción del caudal anual aumenta con el crecimiento de la plantación, pero logra a retornar al equilibrio en edades más avanzadas.
- Em regiones donde el caudal anual promedio es menor que el 10% de la precipitación promedio anual, el arroyo puede secar.
- Donde el caudal promedio anual es alrededor de 30% de la precipitación, la reducción esperada es de alrededor de 50%.

# Disponibilidade de água

1990

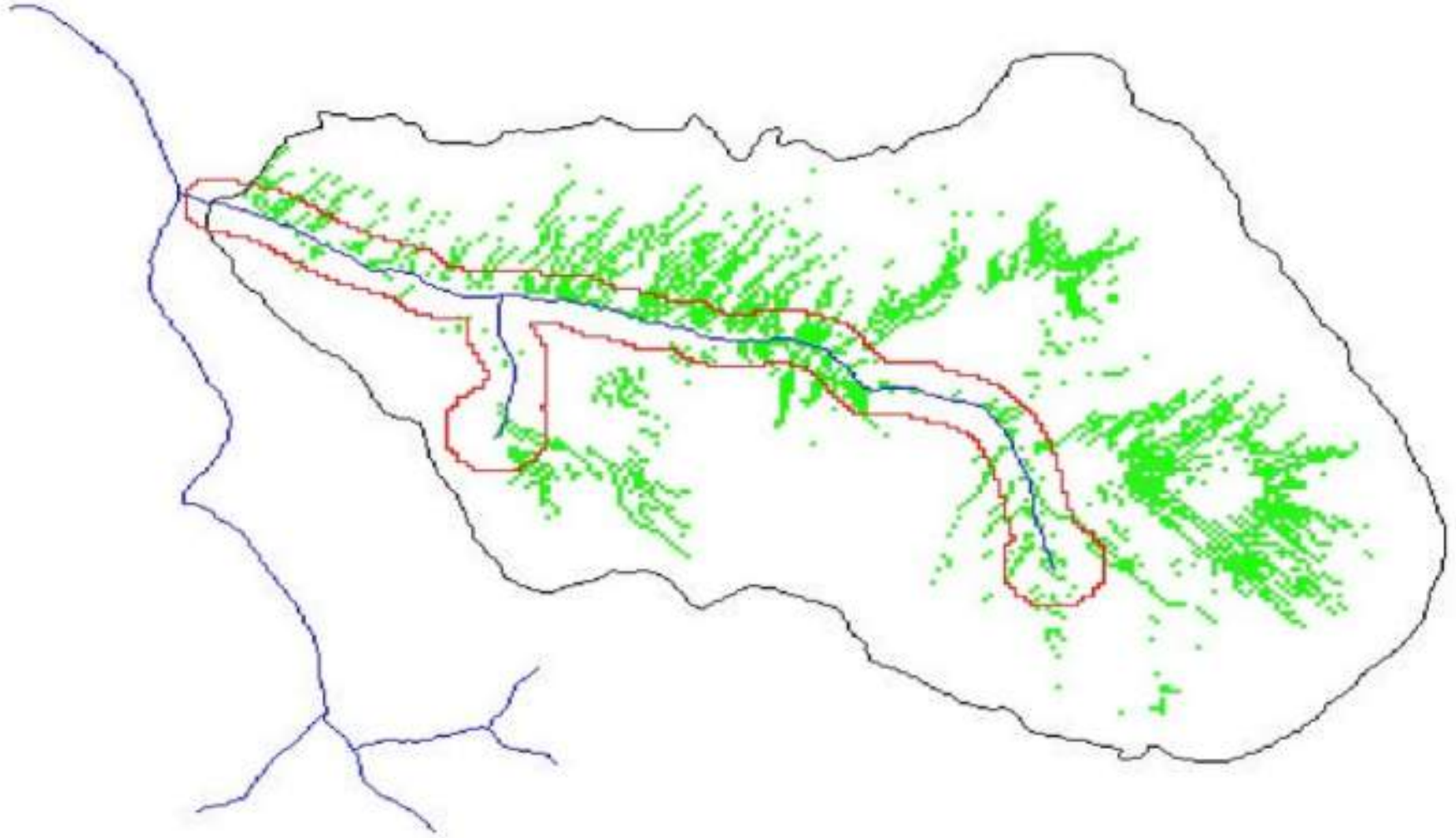


2009



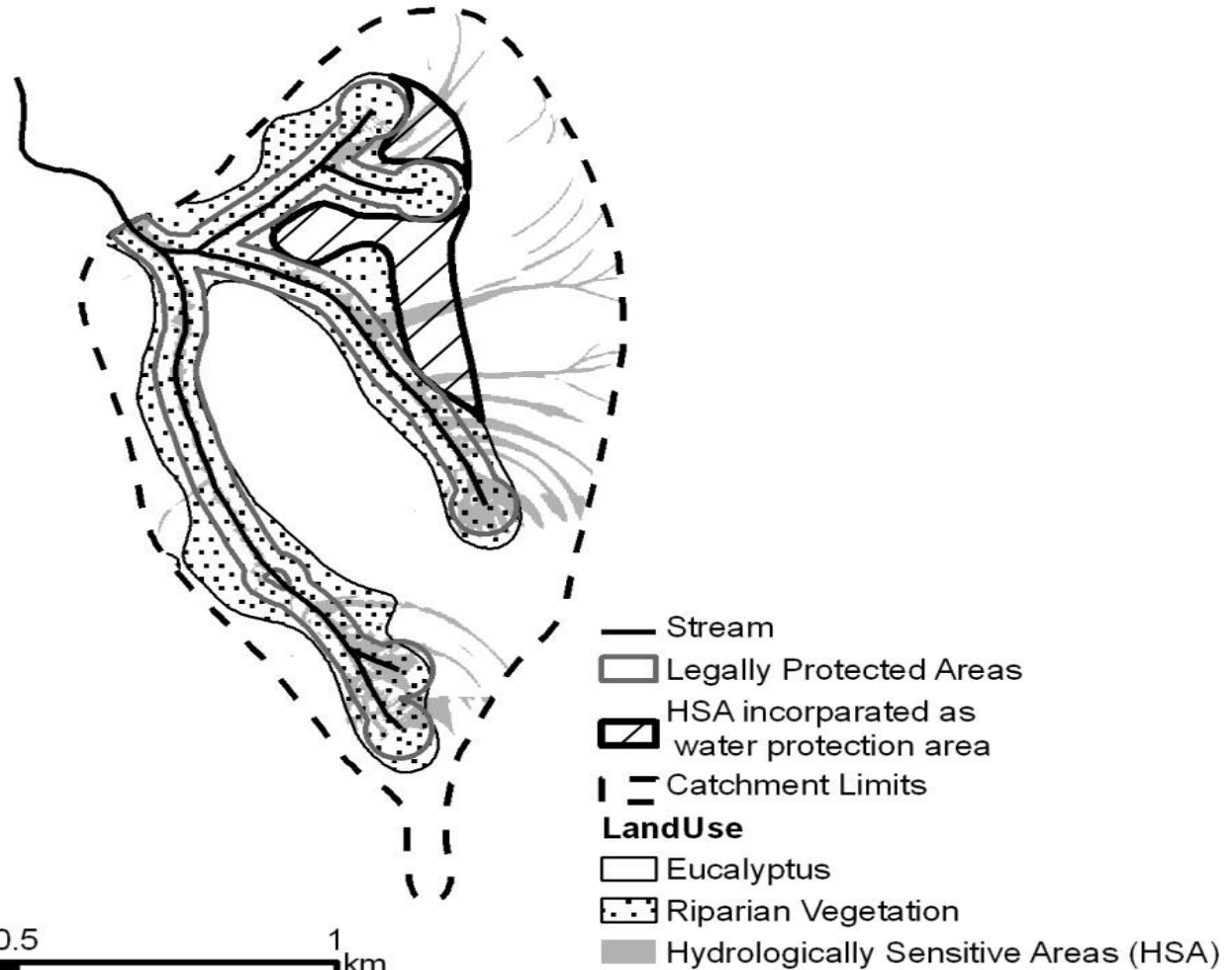
Source: IBGE (2009); Alvares (2010)

**Otro resultado importante que el estudio de microcuencas posibilita (Zakia et al., 2006)**





# Evitar el plantio em estas áreas saturadas contribuyi para la conservación de la cantidad e calidad del água



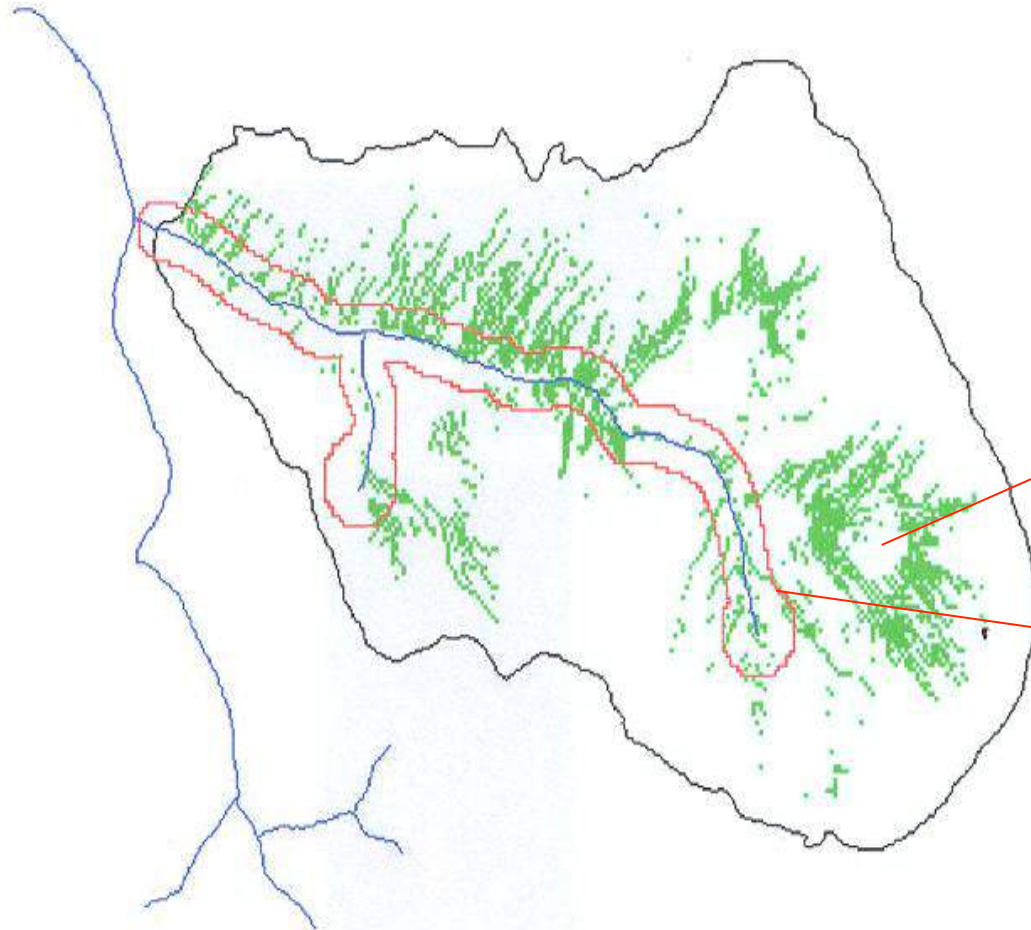
Ano Hídrico		Precipitação	Deflúvio	Evapotranspiração	ETP
Início	Término	----- (mm) -----			(%)
1-set-02	31-ago-03	1150	212	937	82
1-set-03	31-ago-04*	-	-	-	-
1-set-04	31-ago-05	1202	241	962	80
1-set-05	31-ago-06	1276	169	1108	87
1-set-06	31-ago-07	1310	241	1068	82
1-set-07	31-ago-08**	1602	267	1335	83
<b>Média (1º ciclo)</b>		1308	226	1082	83
1-set-08	31-ago-09	1553	352	1201	77
1-set-09	31-ago-10	1716	861	854	50
1-set-10	31-ago-11	1549	483	1067	69
<b>Média (2º ciclo)</b>		1606	565	1041	65

\* ausência de dados nos meses de setembro, outubro, novembro e dezembro de 2003 devido a problemas nos equipamentos;

\*\* início da colheita em julho de 2008

(Lima et al., 2012)

# El estudio de 1994 de la modelage de las áreas de saturación: un ancho fijo de 30 m establecido por ley (Brasil) o la verdad de campo ?







# Por que la Ciência parece incapaz de eliminar el mito?

- Naturaleza de los problemas ambientales:
  - Complejidad
  - Relacionados con aspectos sociales y culturales
  - Consumo de água: solo parte de un problema mas amplio
  - **Consumo de Água:**
  - **“Cuanto ?” X “Como ?”**
  - **“El consumo de agua por plantaciones de eucalipto no es diferente del consumo de água de cualquier otra espécie forestal”**
  - **“ El consumo de agua de la plantación forestal se encuentra dentro de los limites de la disponibilidad de agua? Y , se si, está o no conflictando con otras demandas por el agua?**

# ESCALAS DE LA SUSTENTABILIDAD HIDROLOGICA

**MACRO**

**MESO**

**UMF**

-Disponibilidad de  
agua  
-Precipitación  
-Evapotranspiración  
potencial  
-Balance hídrico  
climático  
-Legislación  
ambiental  
-Productividad del  
suelo

•Salud da microcuenca  
-Demanda de agua  
-Balance hídrico  
-Regime del caudal  
-Sedimentación  
-Ecosistema acuático  
  
•Planeamiento de uso  
-diseño de las carreteras  
-áreas ripárias  
-Hidrologia del suelo

**Prácticas de manejo  
adaptativo de  
plantaciones  
forestales**  
  
-Especies  
-Espaciamiento  
-Ciclo de rotación  
-Protección de la  
superficie del suelo  
-Cosecha forestal

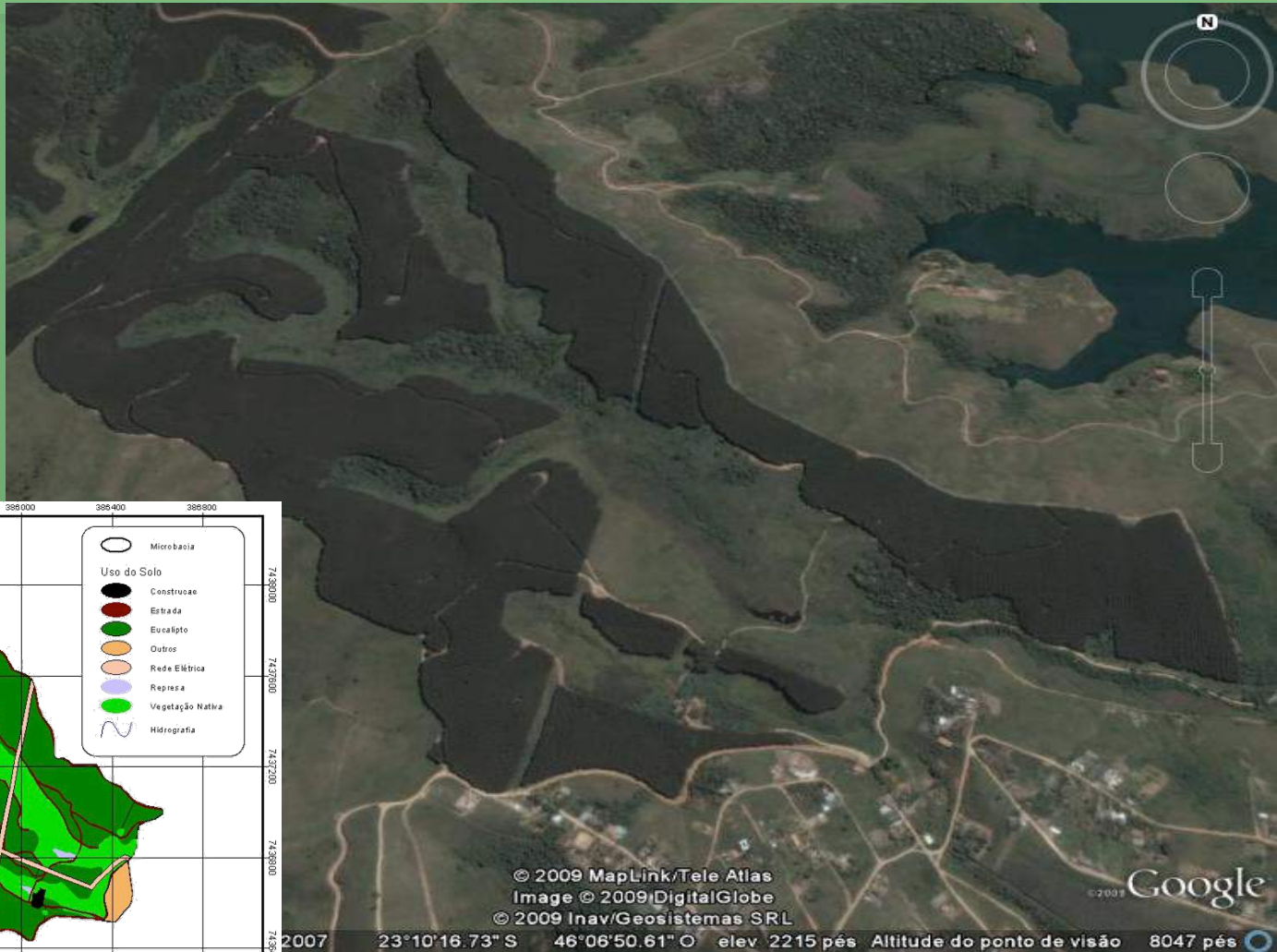
Una manera integrada para la analisis de las diferentes  
escalas envolvidas em la conservación da água para  
orientar la búsqueda del manejo sustentable de plantaciones  
forestales



# En la escala meso: salud de la microcuenca.

## “La microcuenca es la unidad del plan de manejo”

Área: 150 ha  
Eucalipto: 61%  
Nativa: 29%



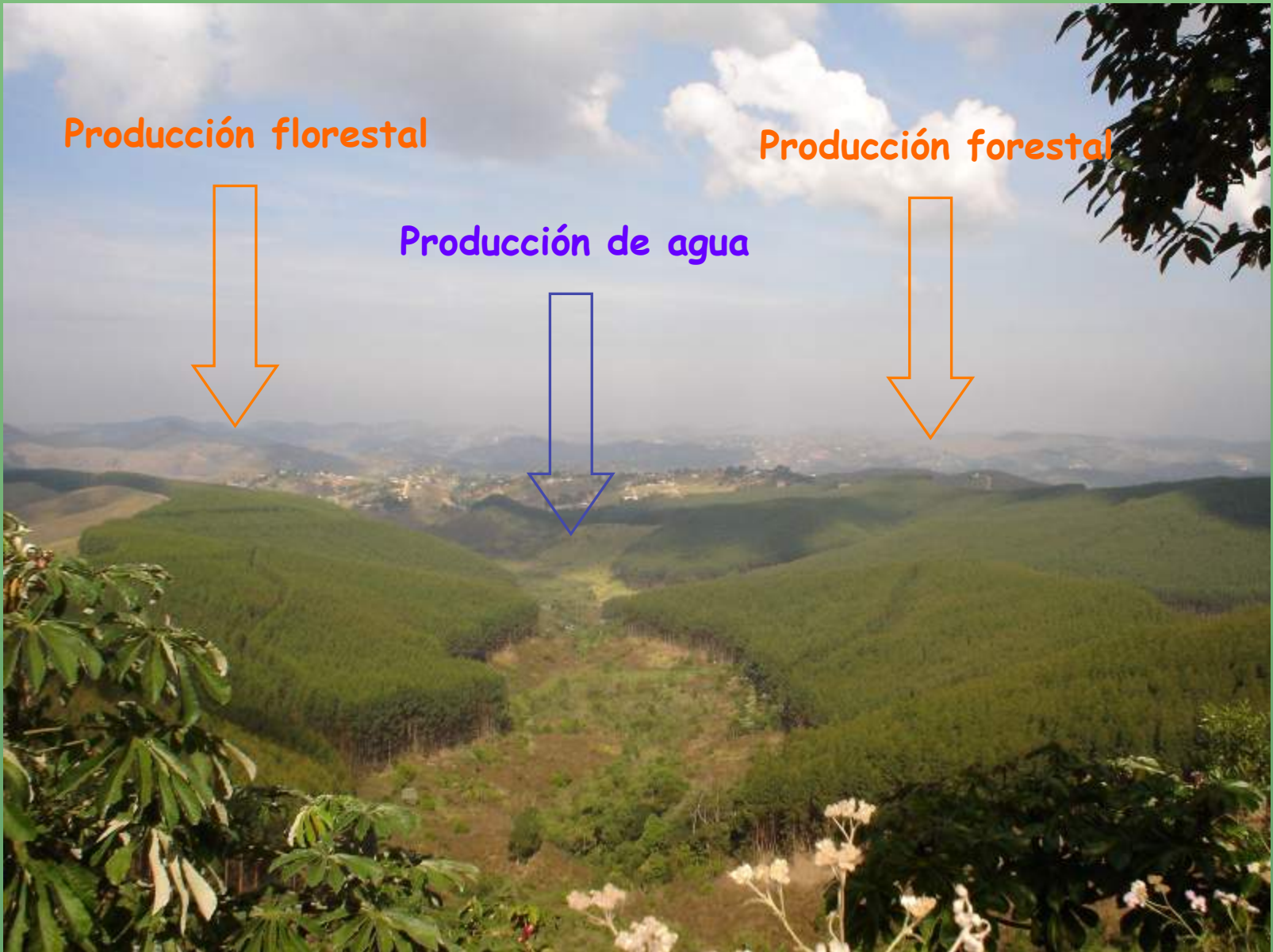
**Producción florestal**



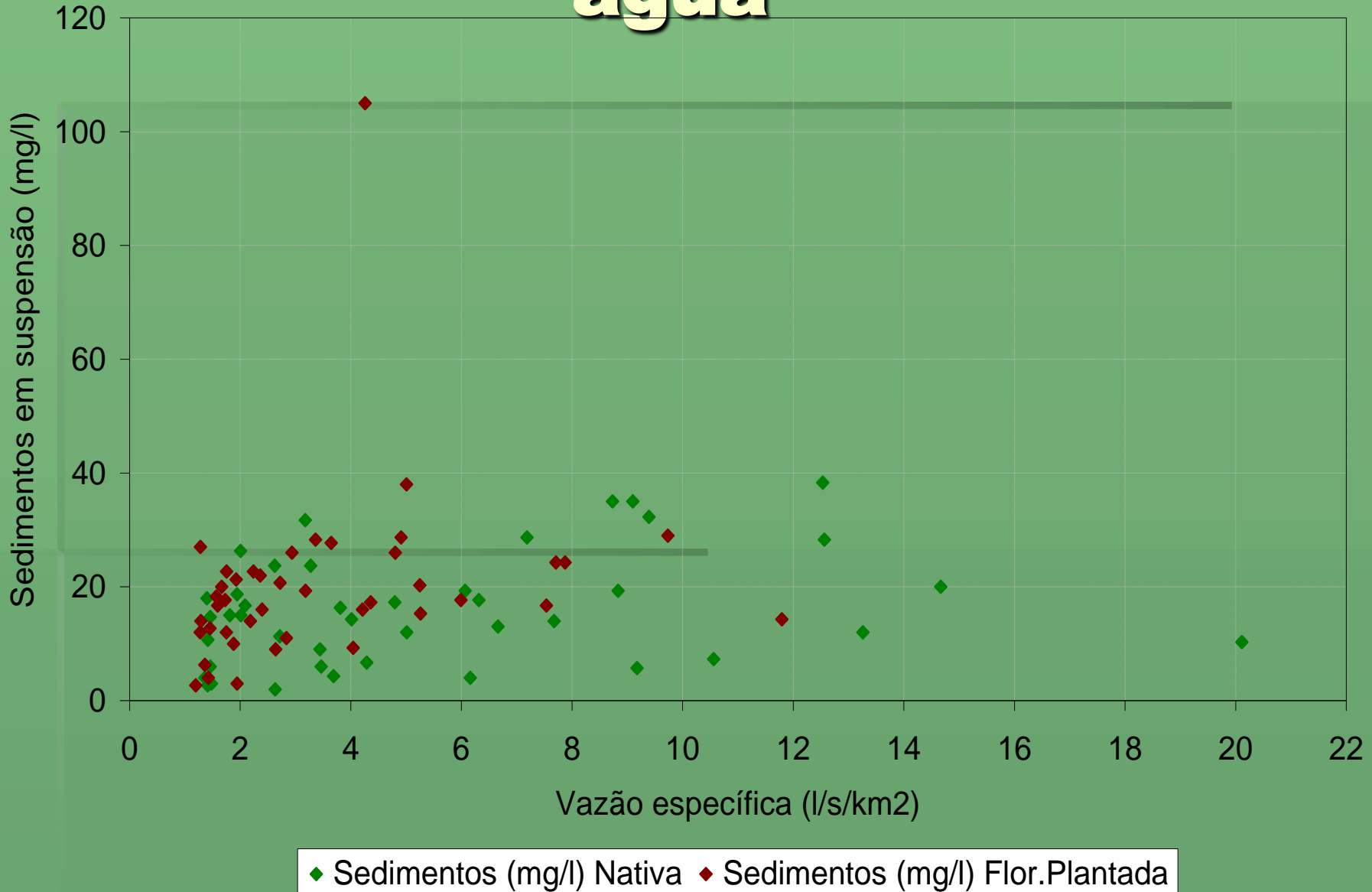
**Producción forestal**



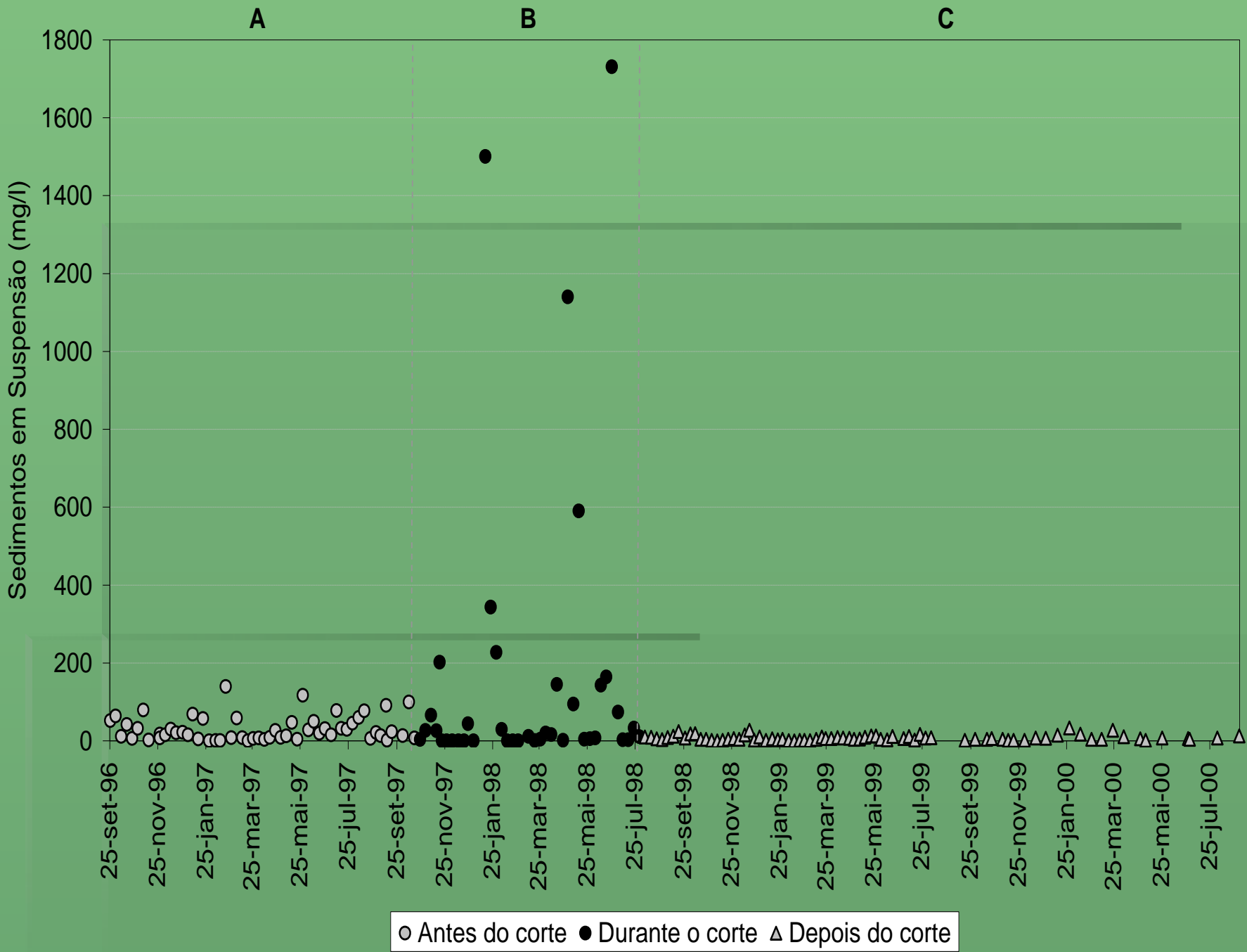
**Producción de agua**



# Impactos sobre la calidad del agua







# CONCLUSIÓN

- El entendimiento de las relaciones entre el manejo de plantaciones forestales y el agua es fundamental para la búsqueda del manejo sostenible.
- Los resultados de estudios hidrológicos en microcuencas en Brasil muestran que estos efectos son variables y guardan estrecha relación con las condiciones locales (suelo y clima).
- En este sentido, solo depender fundamentalmente de la estrategia de manejo adotada.
- **O sea, los impactos sobre el agua no son causados por las plantaciones en si misma, pero por la ausencia del concepto de manejo de cuencas en la estrategia de manejo forestal**
- Es importante, también, tener em cuenta que las investigaciones sobre el tema deben ser integradas, con foco en los indicadores mas pertinentes (balance hidrico de microcuencas)