

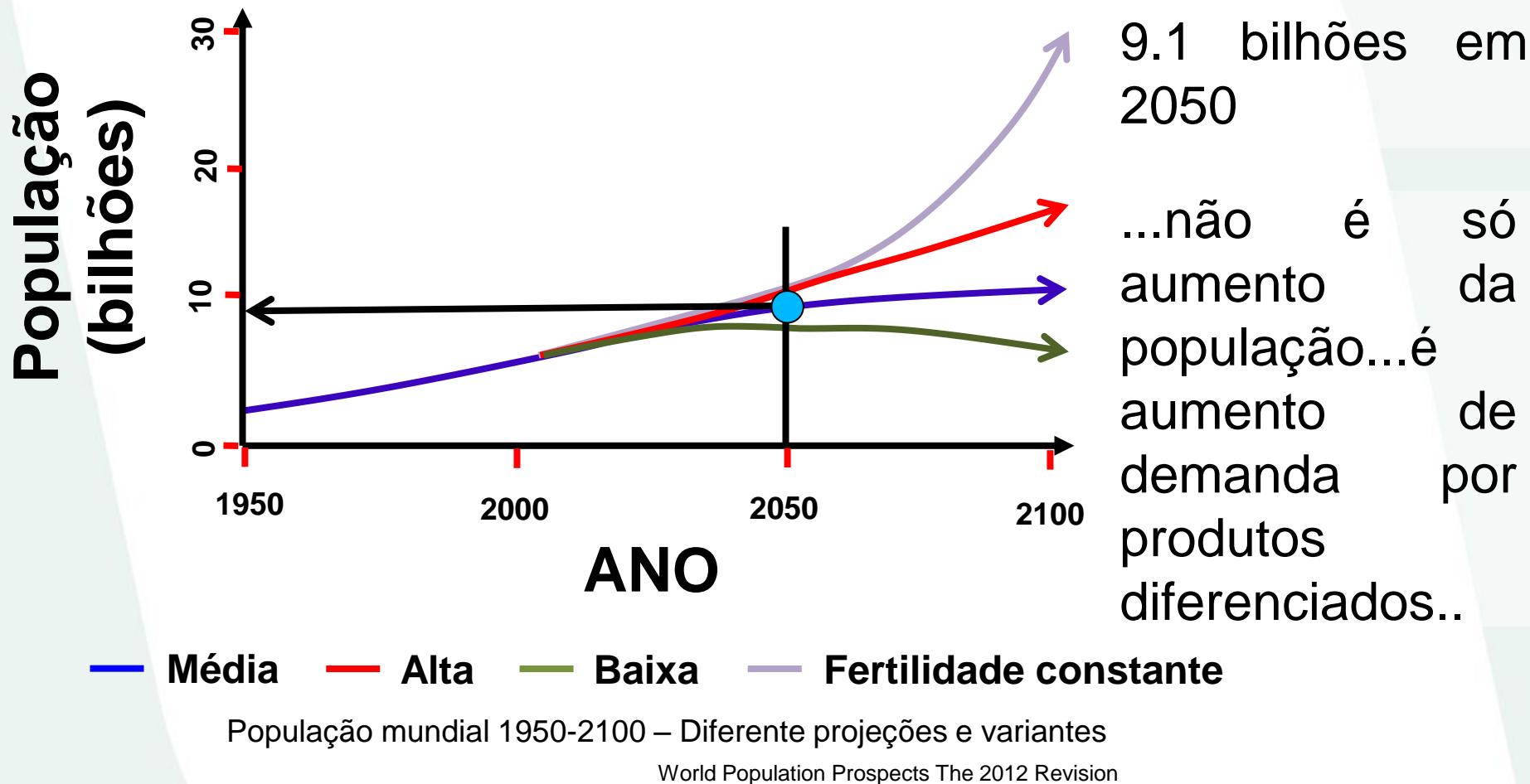


# Interação irrigação e recursos hídricos com vista a produção sustentável de alimentos

Fortaleza, 31 de agosto de 2015



# Aumento da população



Produção mundial de alimentos precisará aumentar em 70% e dobrar nos países em desenvolvimento

# Multifuncionalidade



**A Agricultura será, cada vez mais, pressionada  
na direção da multifuncionalidade**

Agricultura... Alimento – Fibras – Energia...

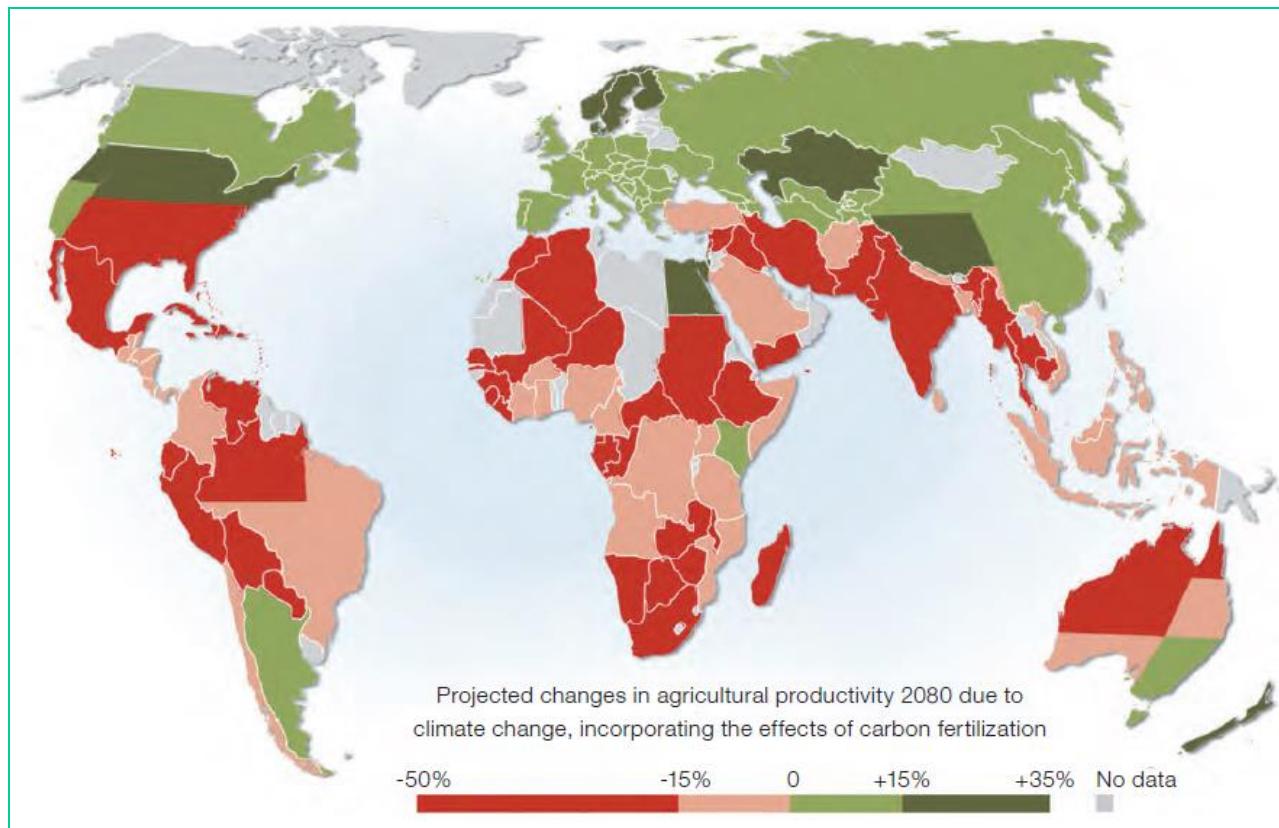
Agricultura... Alimentação – Nutrição – Saúde...

Agricultura... Serviços Ambientais – Serviços Ecossistêmicos...

Agricultura... Biomassa – Biomateriais – Química Verde...

Agricultura ...

# Forças externas

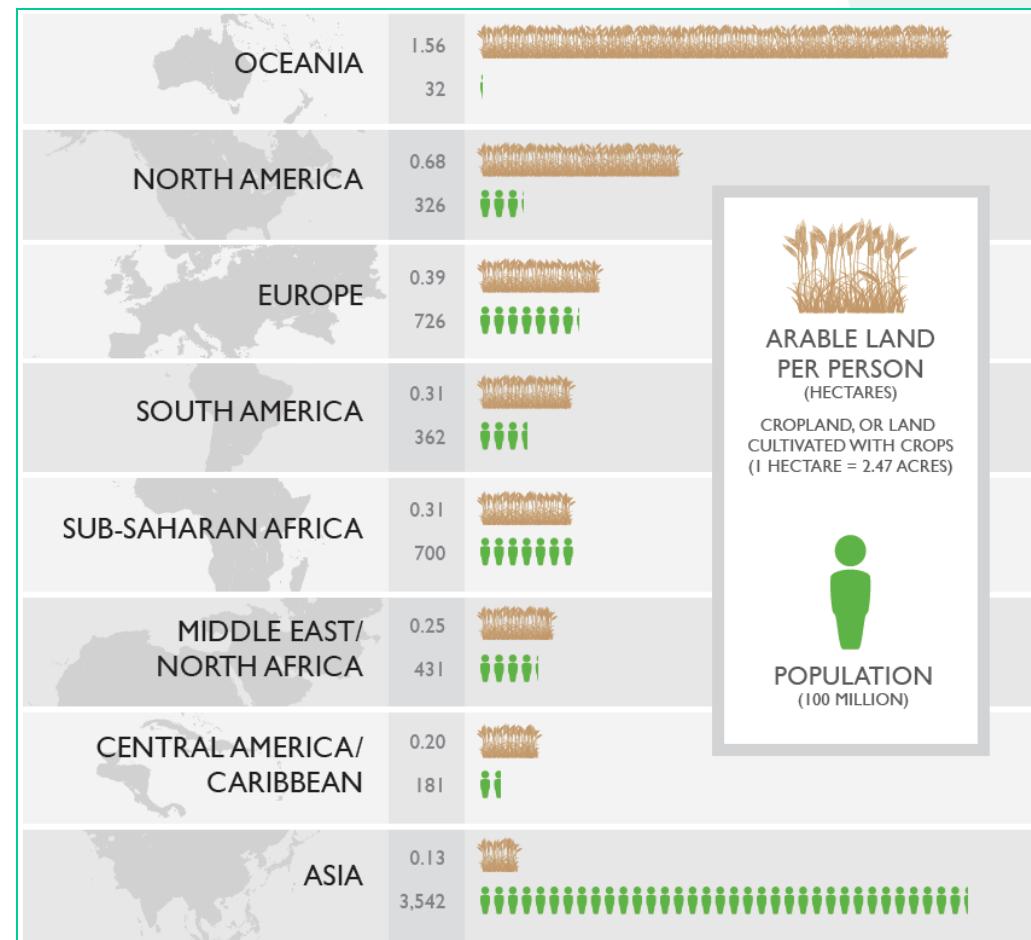
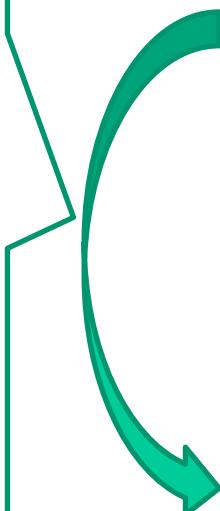


Estresses térmicos, hídricos e nutricionais tenderão a se intensificar nos trópicos

# Assimetrias no crescimento

Assimetrias no crescimento populacional e na produção de alimentos

No futuro, fração cada vez maior da produção agrícola terá de ser **mobilizada via comércio**, pois a distribuição da população mundial por região não acompanha a distribuição de terras aráveis e a capacidade de produzir alimentos.



# Água

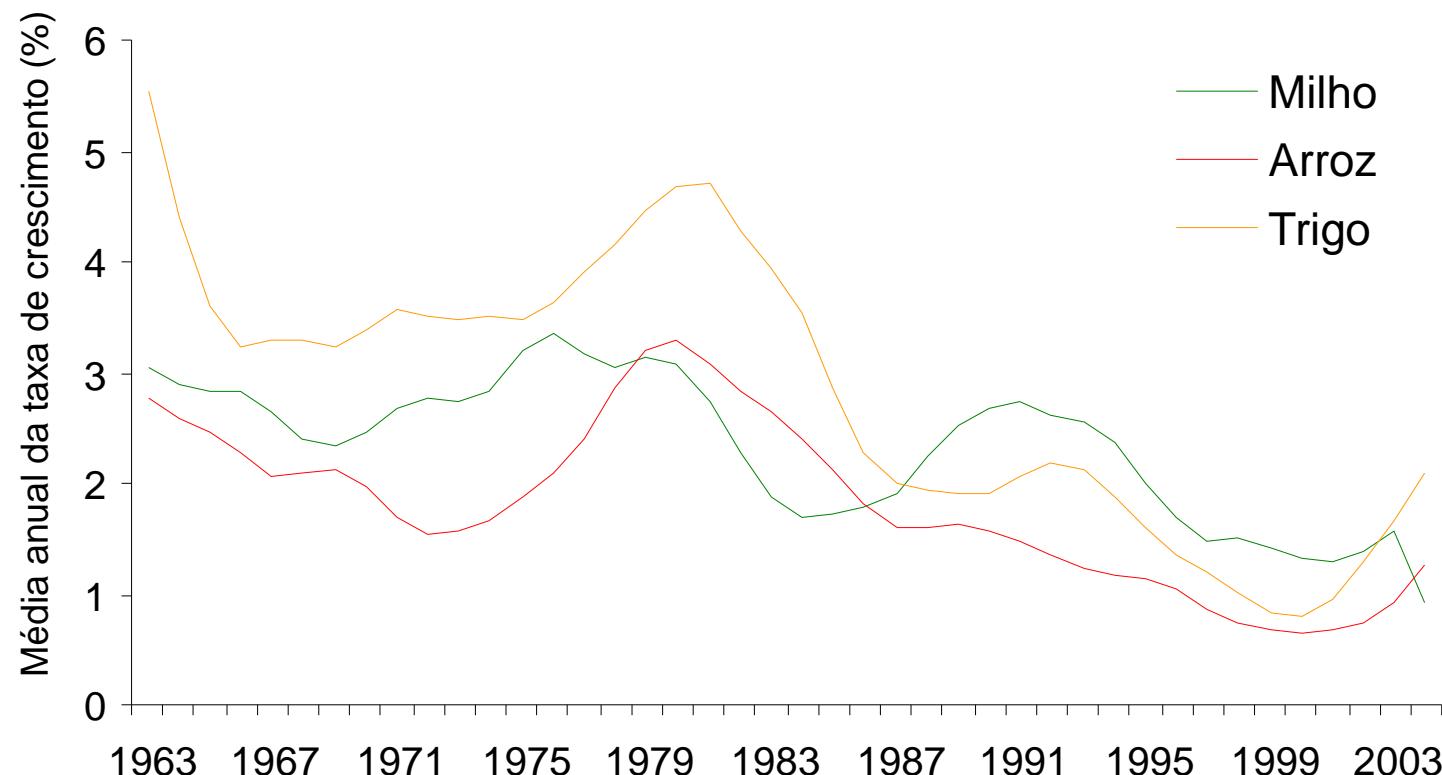
## Utilização da água em âmbito global Em bilhões de metros cúbicos, 2007



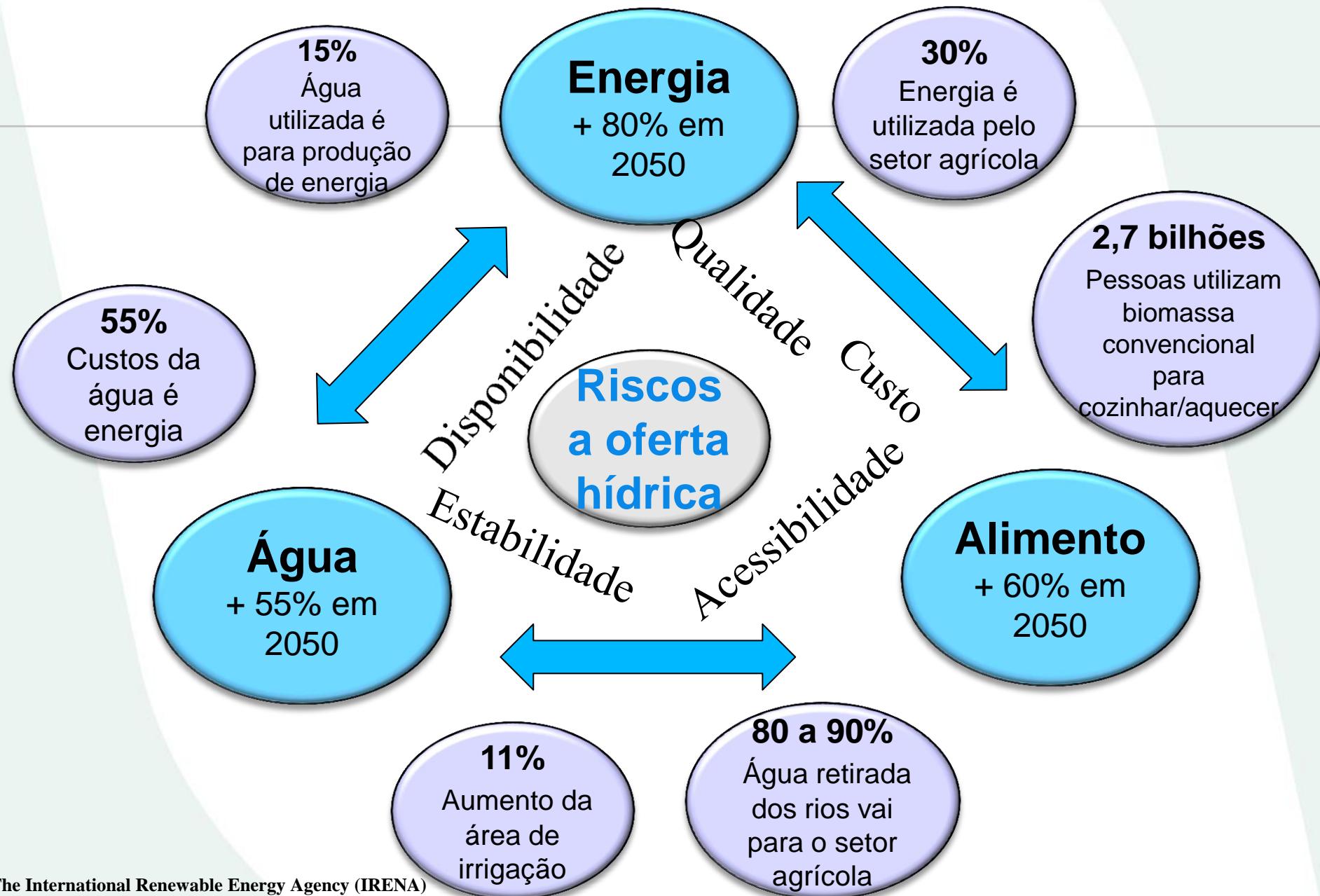
Fonte: FAO data from Global Harvest Initiative GAP Report (2011).

# Produtividade

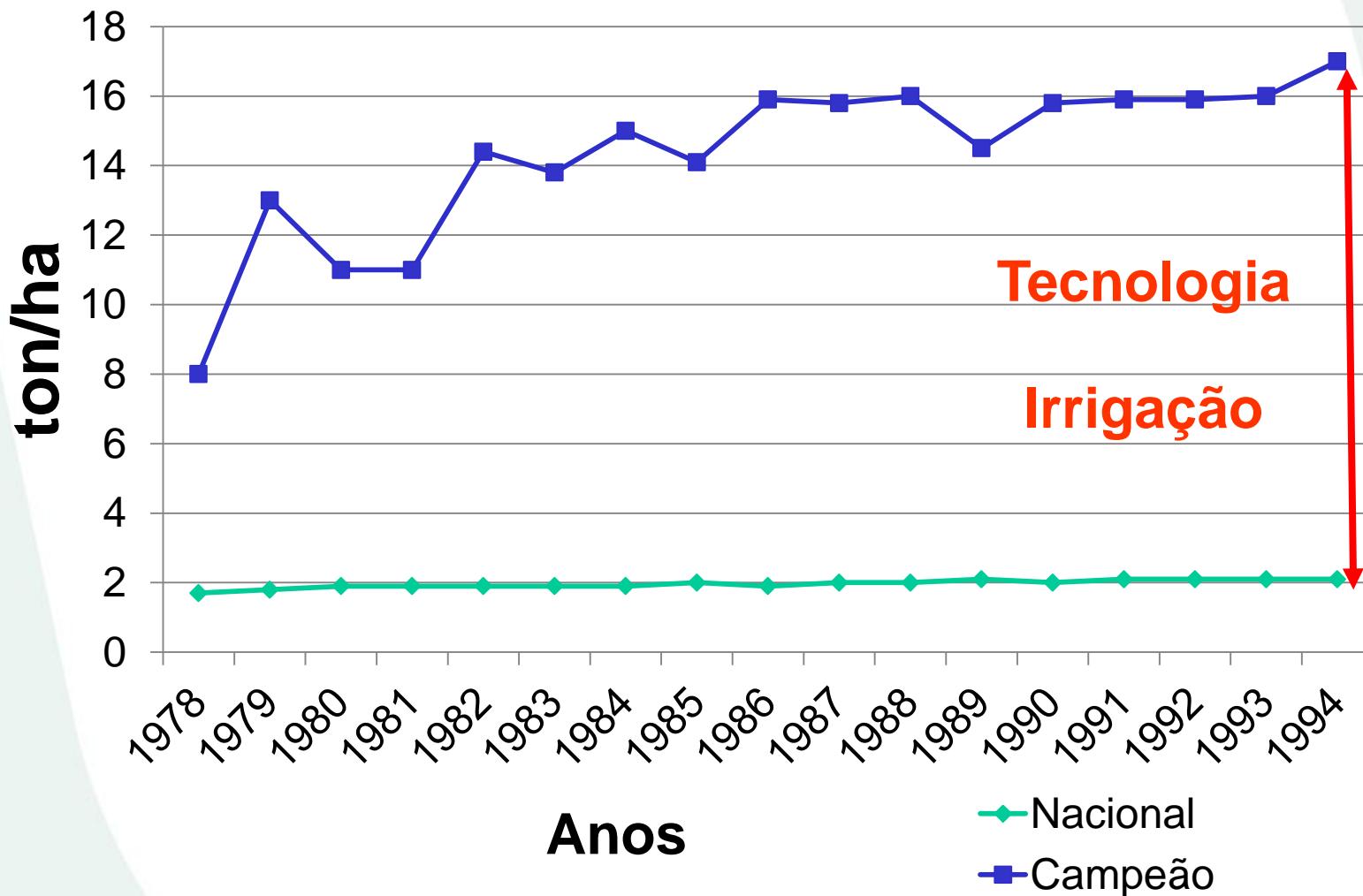
Crescimento da produtividade de cereais em declínio  
(já se observa uma “fadiga” dos métodos convencionais de elevação de produtividade)



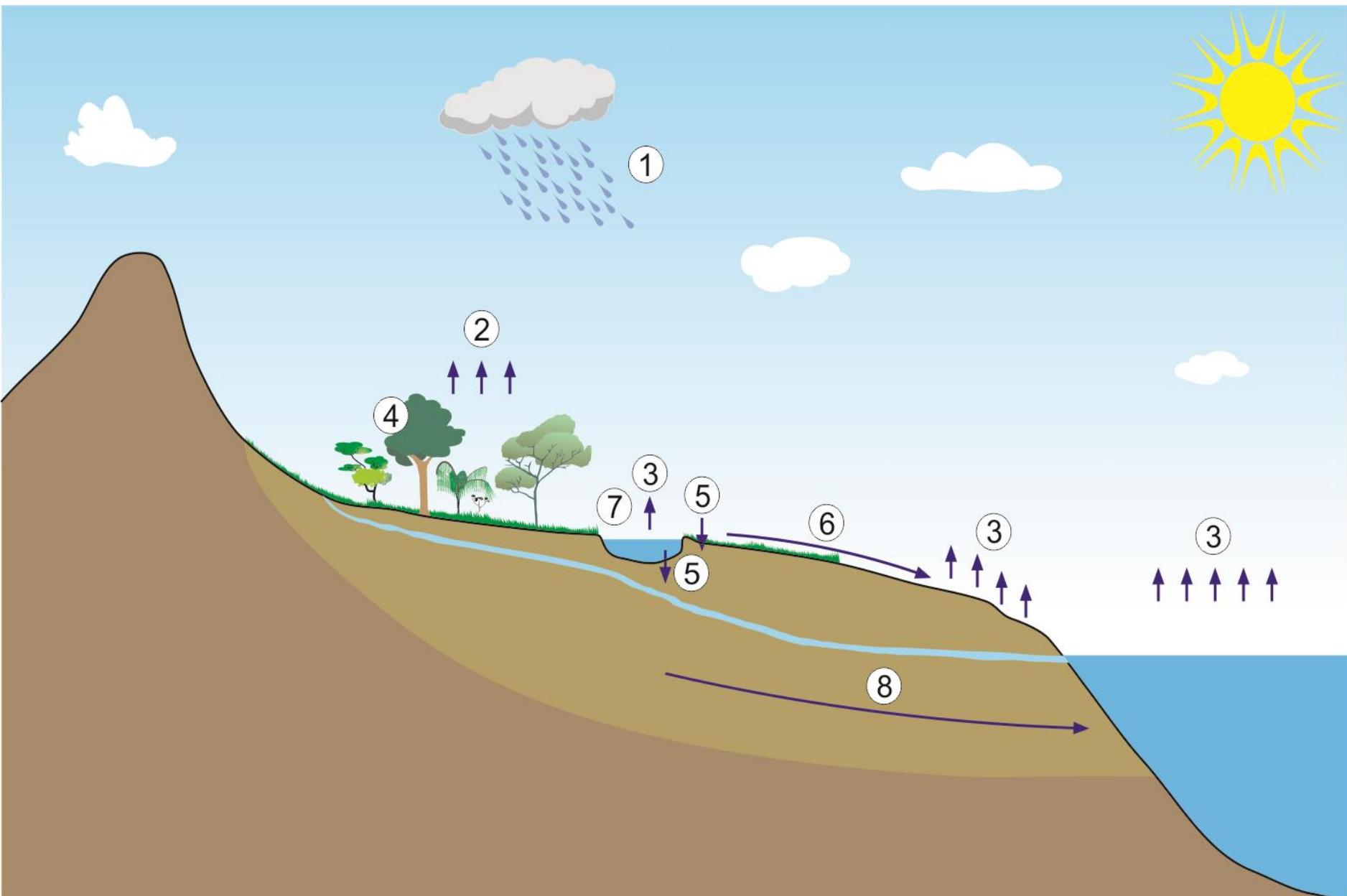
# Nexus água-alimento-energia



# Tecnologia



# Impacto nos processos hidrológicos



# Irrigação: Impactos nos RH



Uso da terra

Água

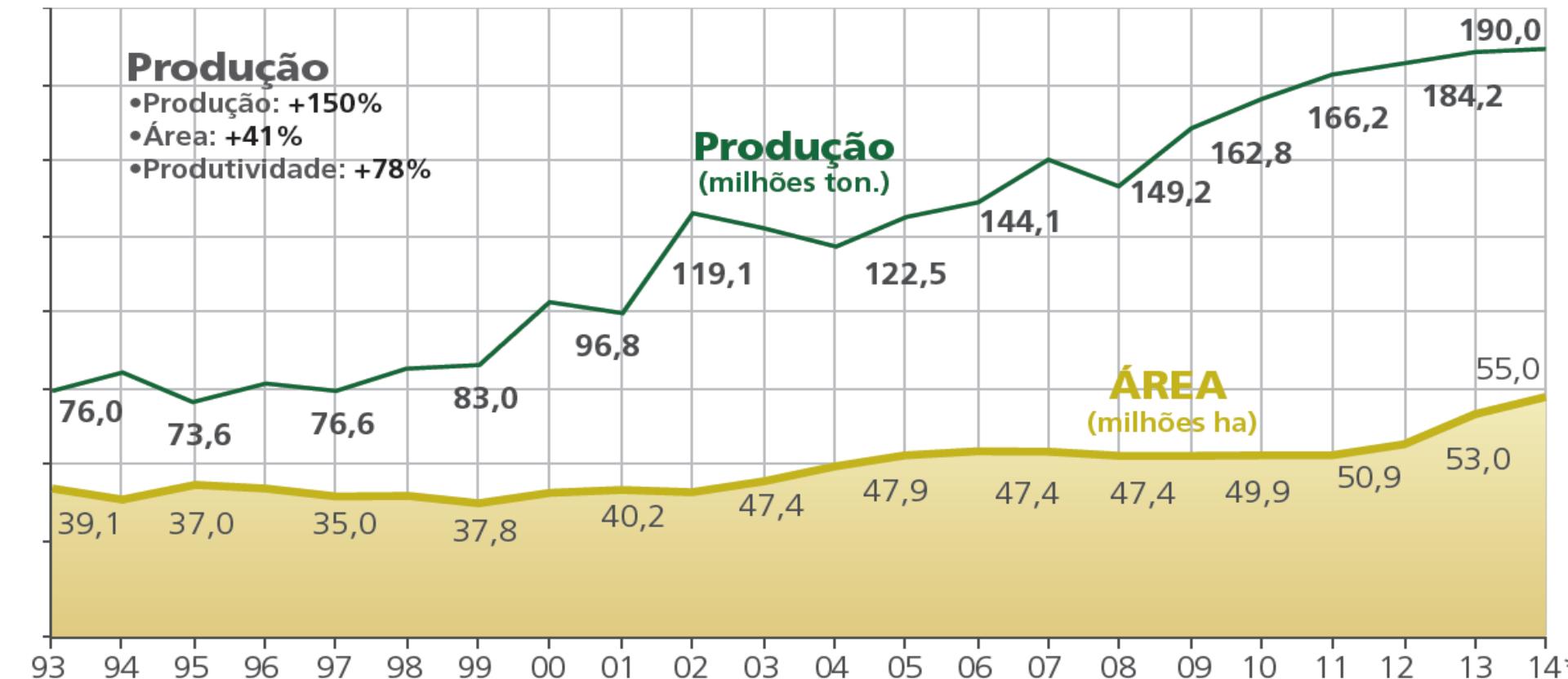
Quantidade

Infraestrutura

Qualidade

# Uso Terra

## Produção de Grãos – 1992 a 2013



Fonte: CONAB/MAPA. Elaboração: SPA/MAPA

\* Estimativa

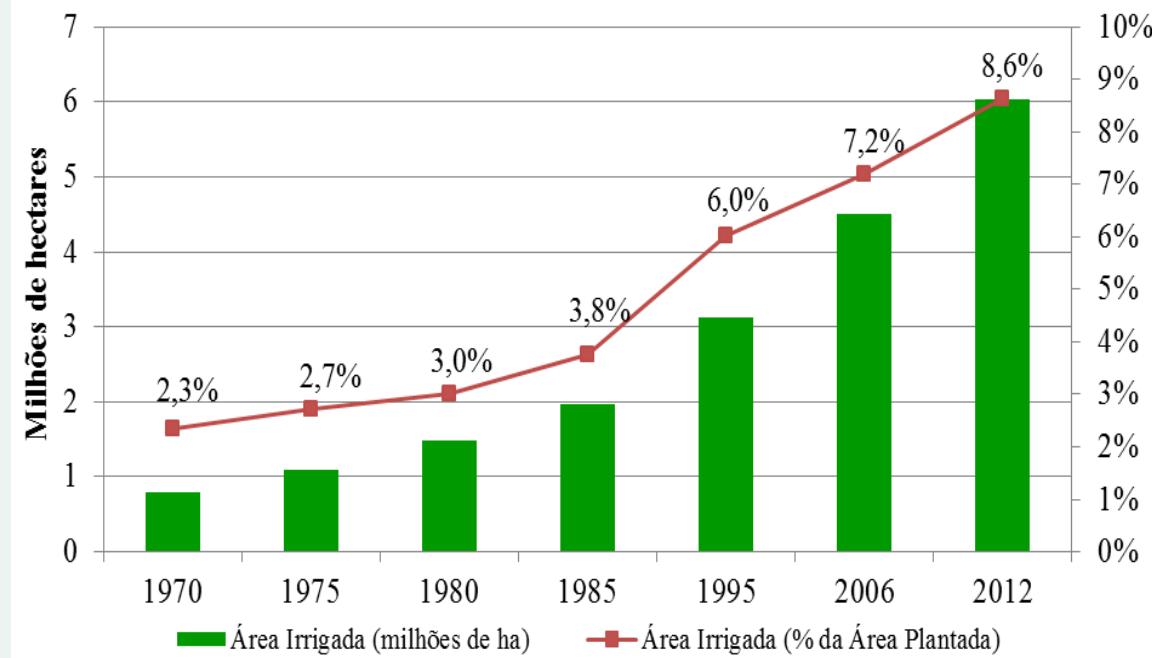
Produtos: Algodão, amendoim, arroz, feijão, girassol, mamona, milho, soja, sorgo, culturas de inverno,

# Água na agricultura

**Área Total Agricultura =  
246,9 milhões de ha**

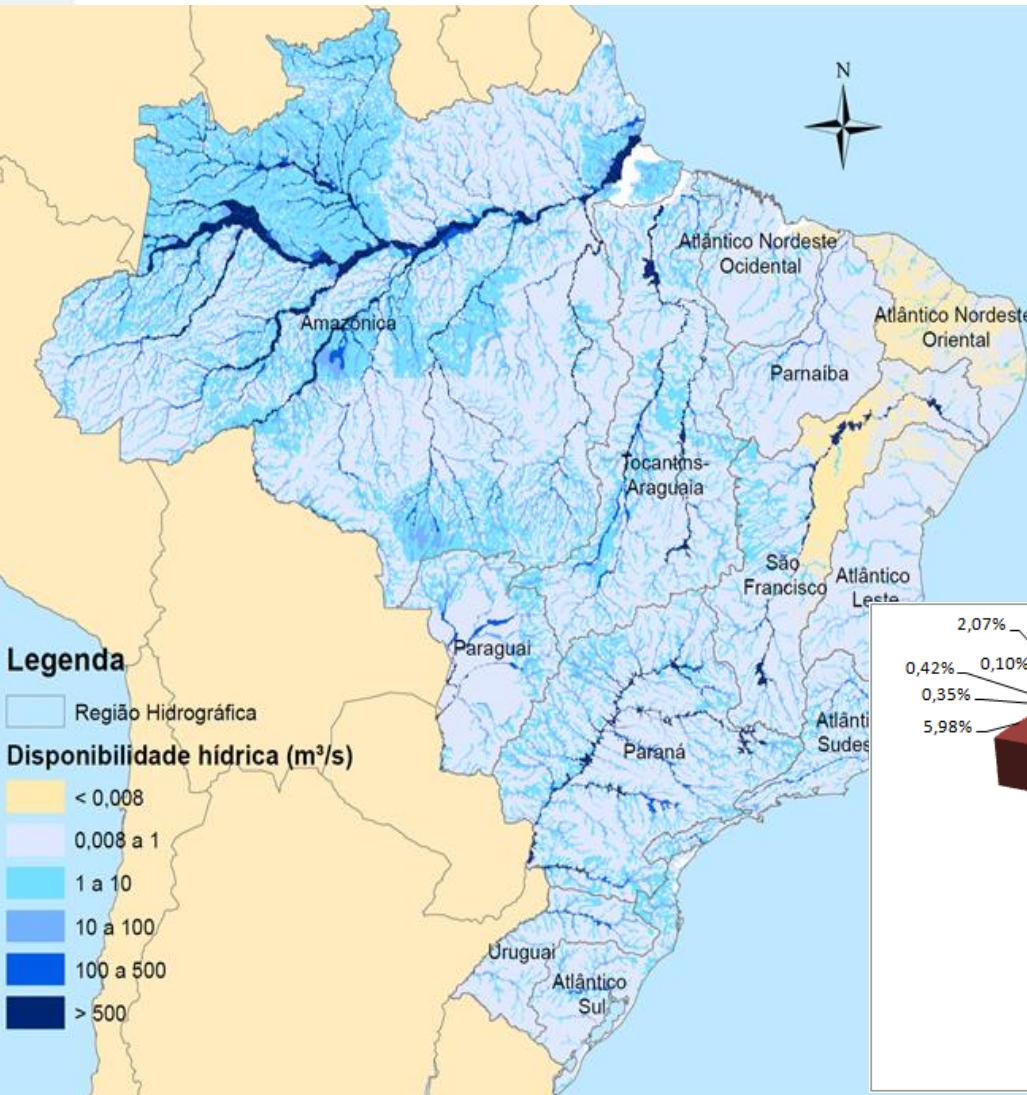
Sequeiro = 240,9  
milhões de ha  
**( 97,6%)**

Irrigado = 6 milhões  
de ha **(2,4%)**



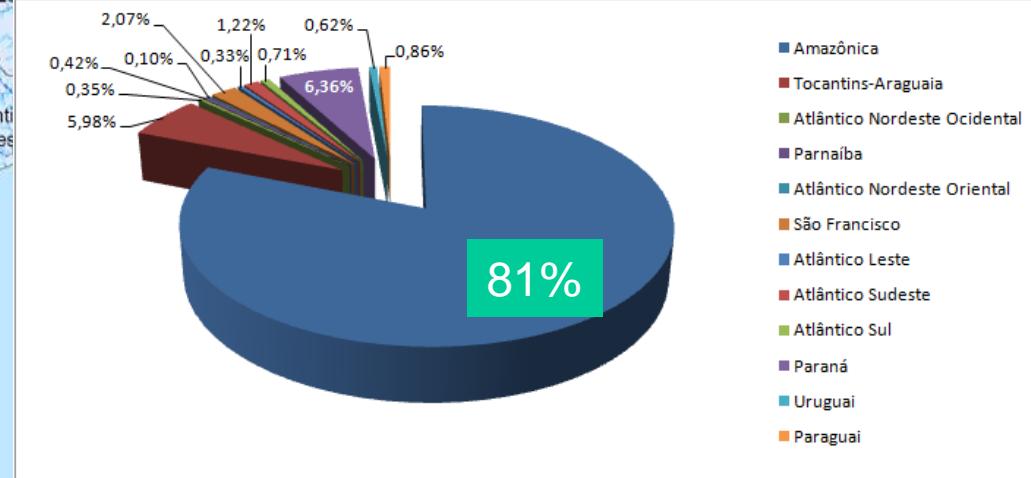
# Situação dos recursos hídricos

## Disponibilidade hídrica superficial e reservatórios da região Nordeste

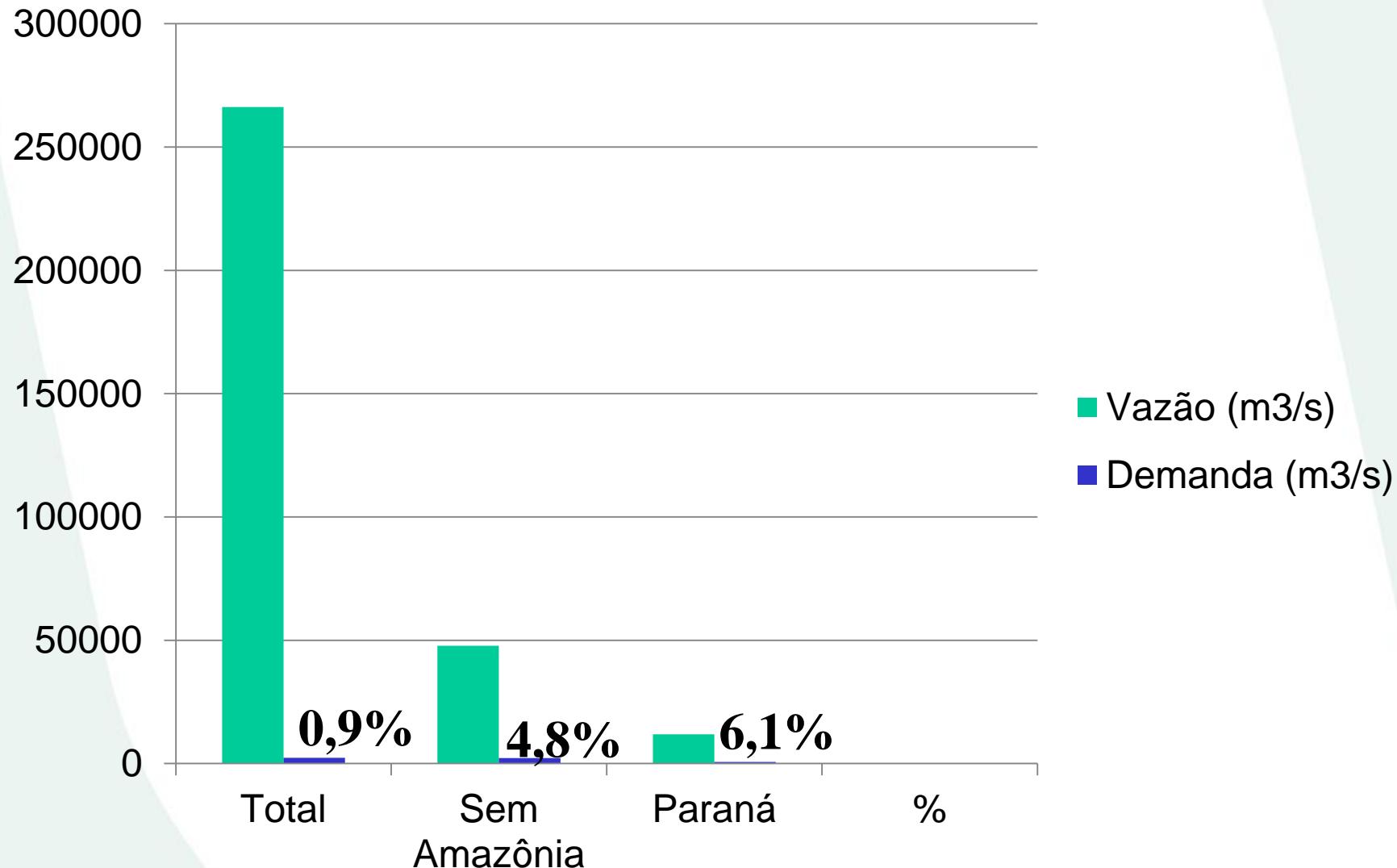


### Brasil

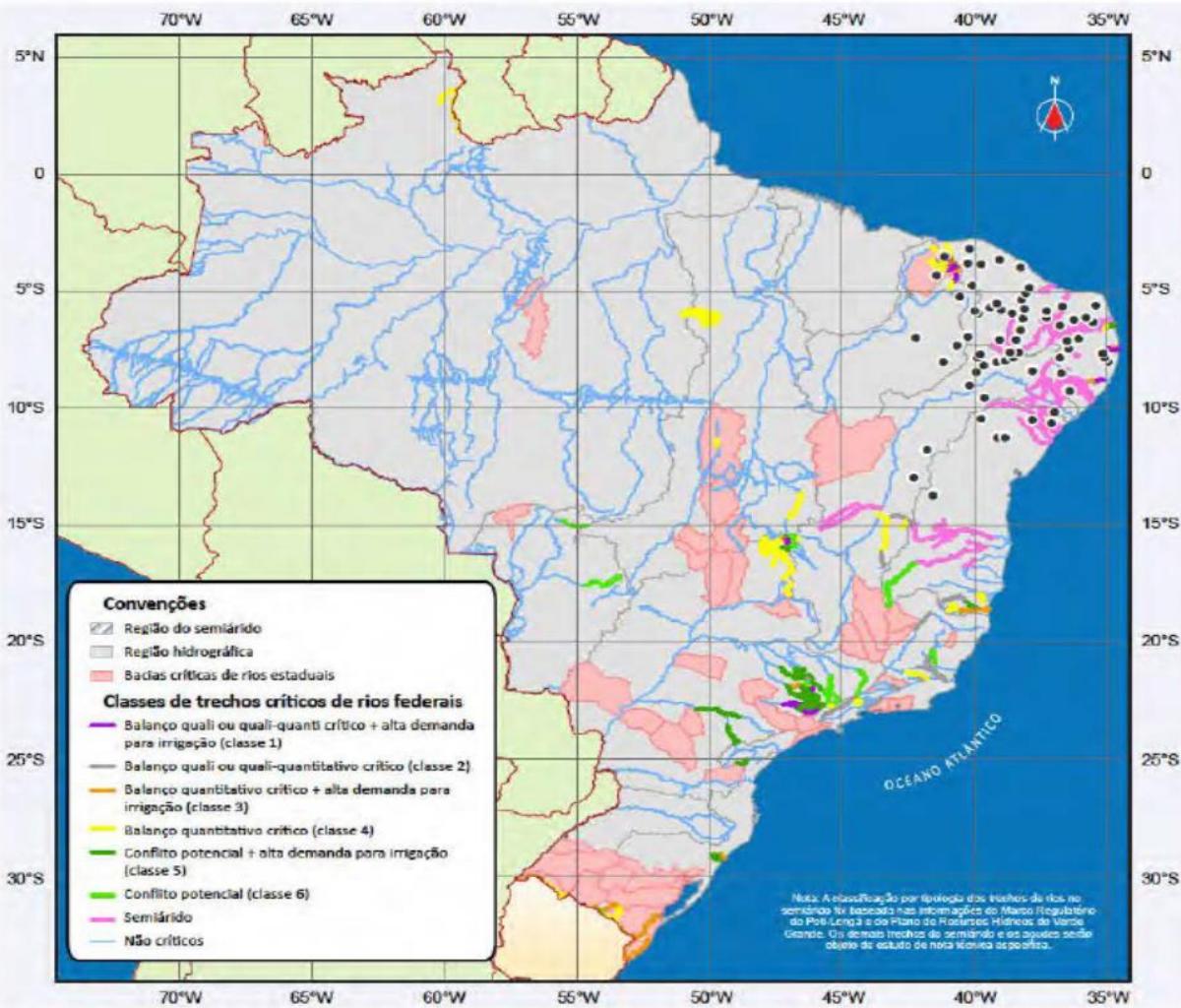
Vazão média aprox. 180 mil m<sup>3</sup>/s  
12% da disponibilidade hídrica do planeta  
Região Amazônica = 81%



# Água



# Situações críticas..

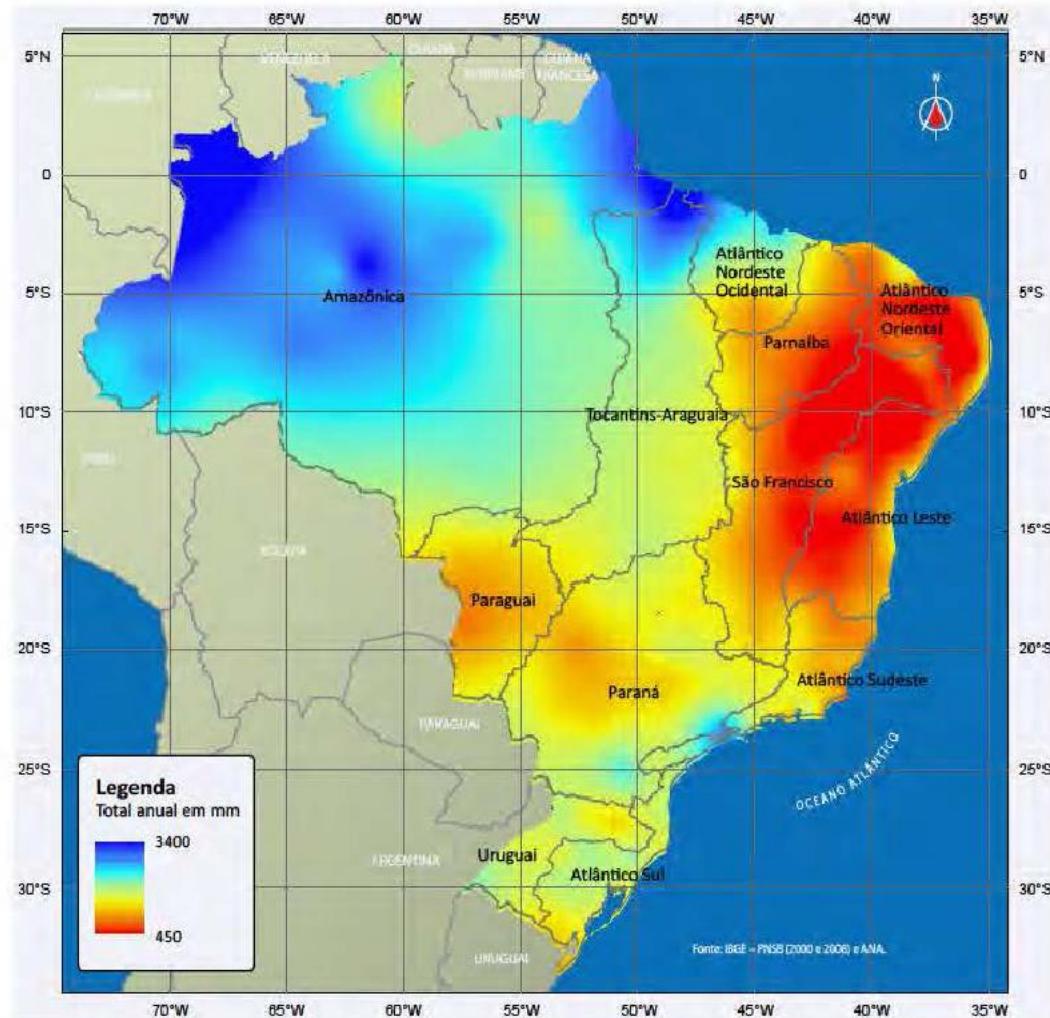


16% dos rios federais em estado crítico, com base no balanço hídrico quali-quantitativo.

# Grande variabilidade



Figura 1.3 - Chove médias mensais em postos pluviométricos - dados de 1961-1990 (ANA, 2007)



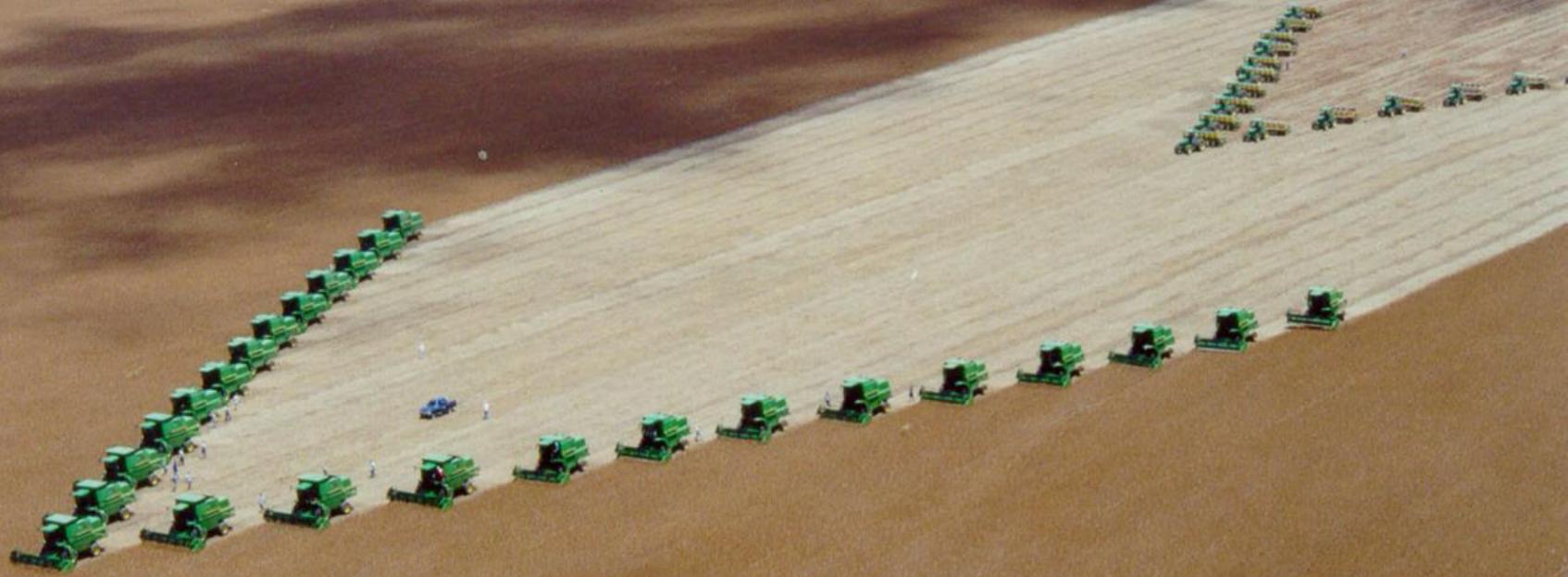






Foto: Lineu Rodrigues



Foto: Lineu Rodrigues



Foto: Lineu Rodrigues



Foto: Lineu Rodrigues



Foto: Lineu Rodrigues



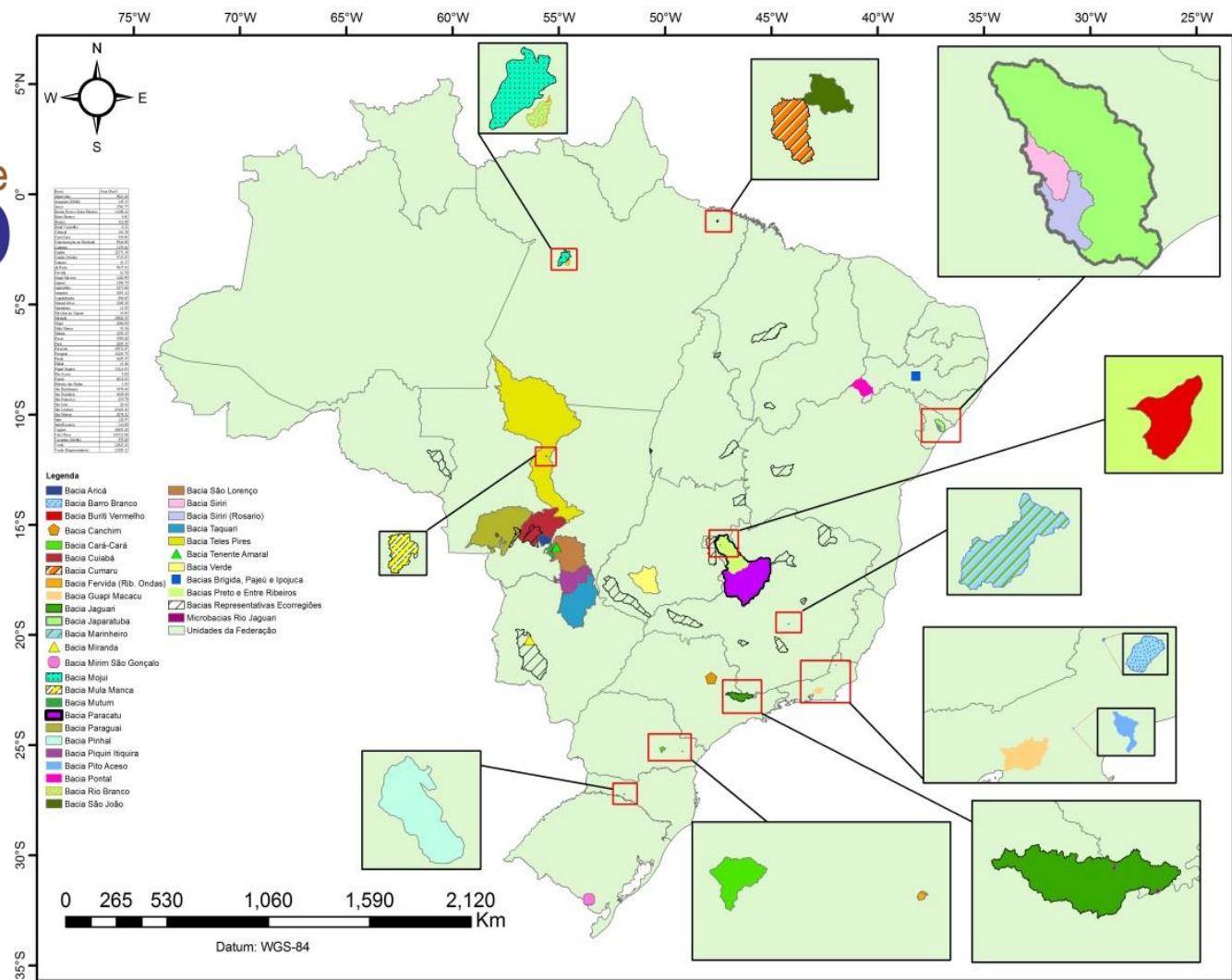
3 - 31/04

Foto: Lineu Rodrigues

# Biomas



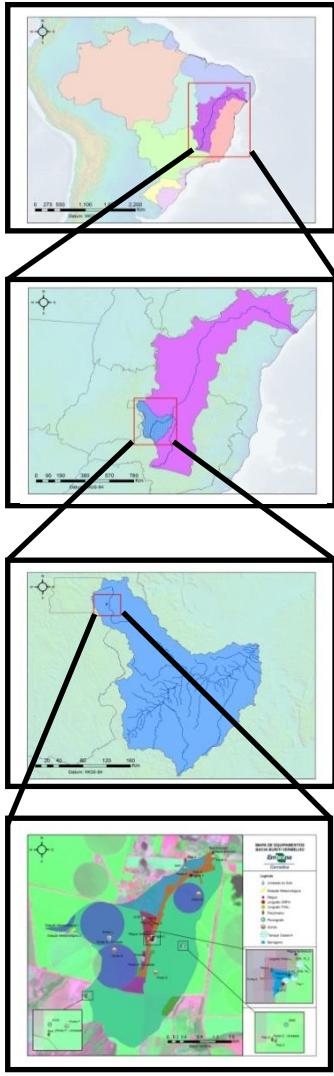
# Onde estamos trabalhando?



# Diferentes escalas: espacial e temporal

Escala espacial

10 km<sup>2</sup> 40.000 km<sup>2</sup> 640.000 km<sup>2</sup>



Horas

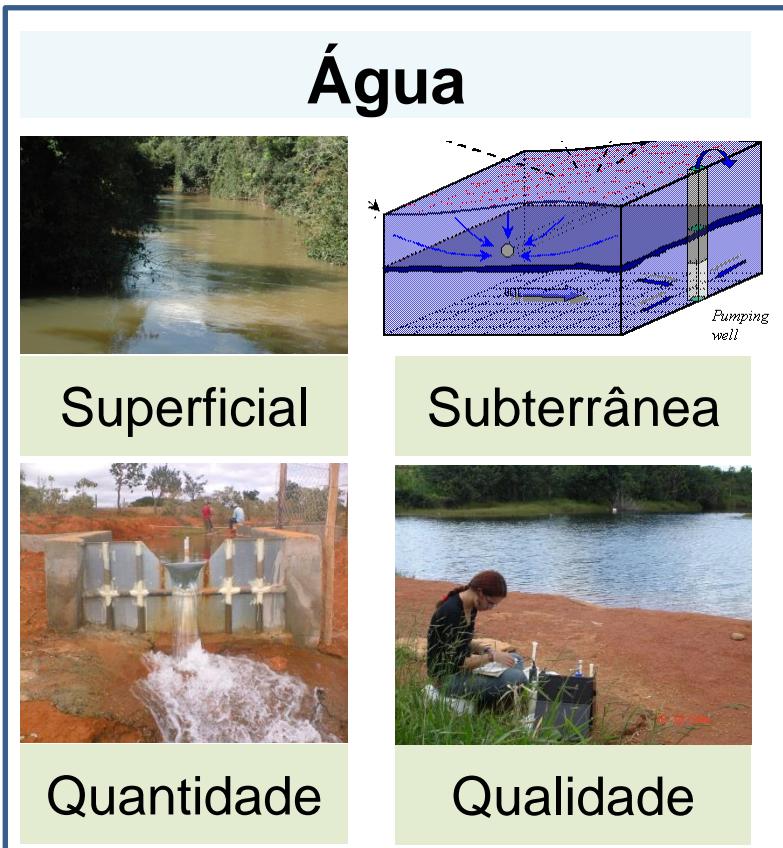
Dias

Meses

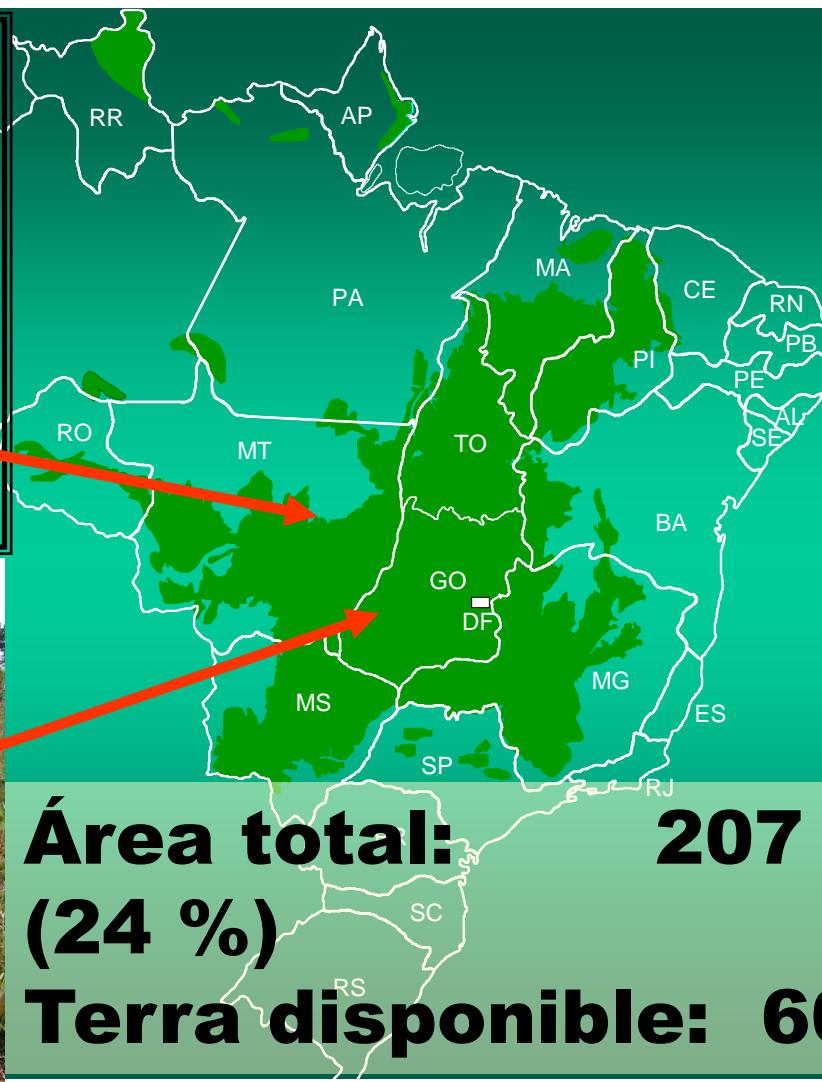
Escala temporal

- Entendimento de processos
- Base de dados primária

Transição de escala



# Cerrado brasileiro



# Produção no Cerrado

Crop	Cerrado		
	Area (Million ha)	Production (Million t)	Yield (ton/ha)
Soybean	10.61 (49%)	30.94 (54%)	2.92
Cotton	0.74 (91%)	2.74 (95%)	3.67
Beans	0.76 (19%)	1.25 (36%)	1.63
Corn	4.35 (32%)	21.5 (42%)	4.94
Rice	0.76 (26%)	1.61 (13%)	2.13
Coffee	0.40 (19%)	0.55 (23%)	1.40

# Fonte de água para as principais bacias

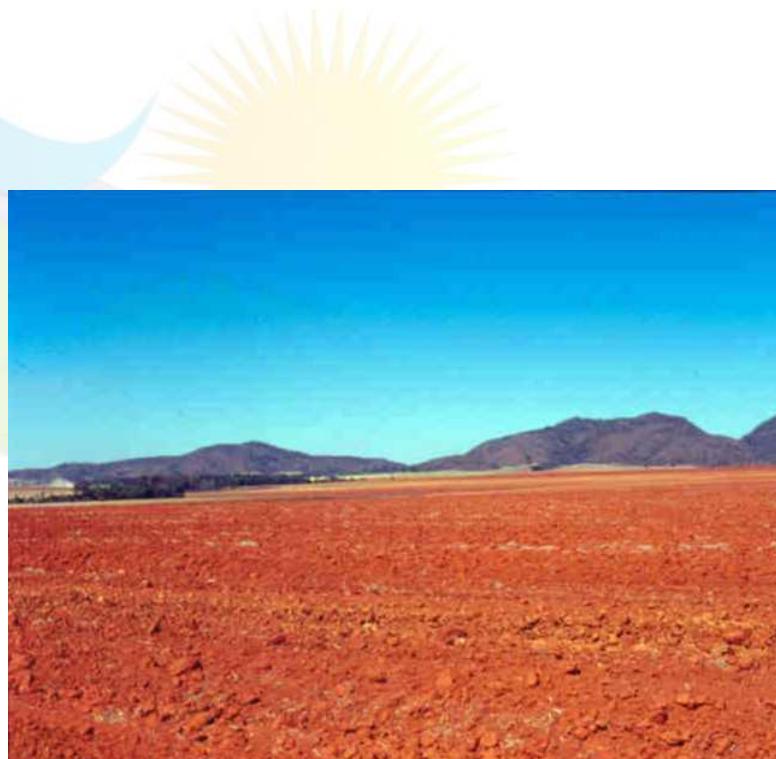


# Solos

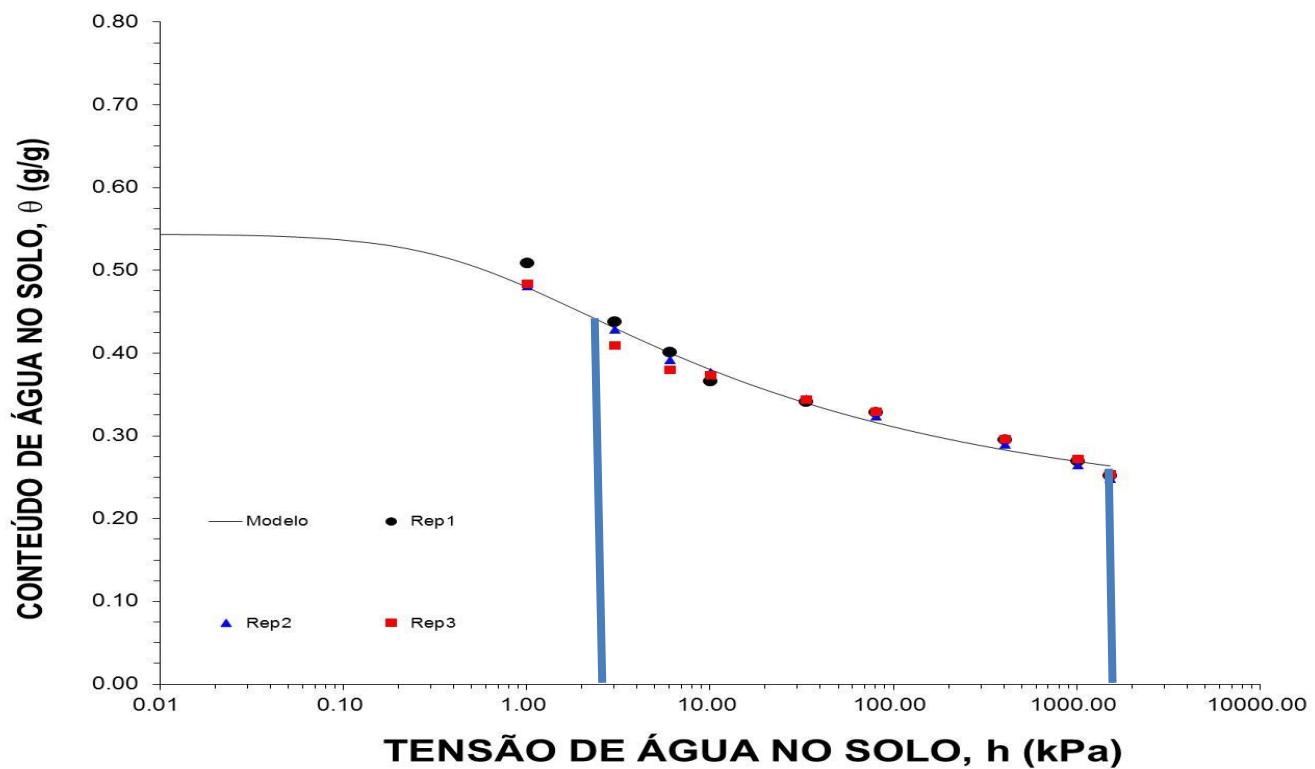
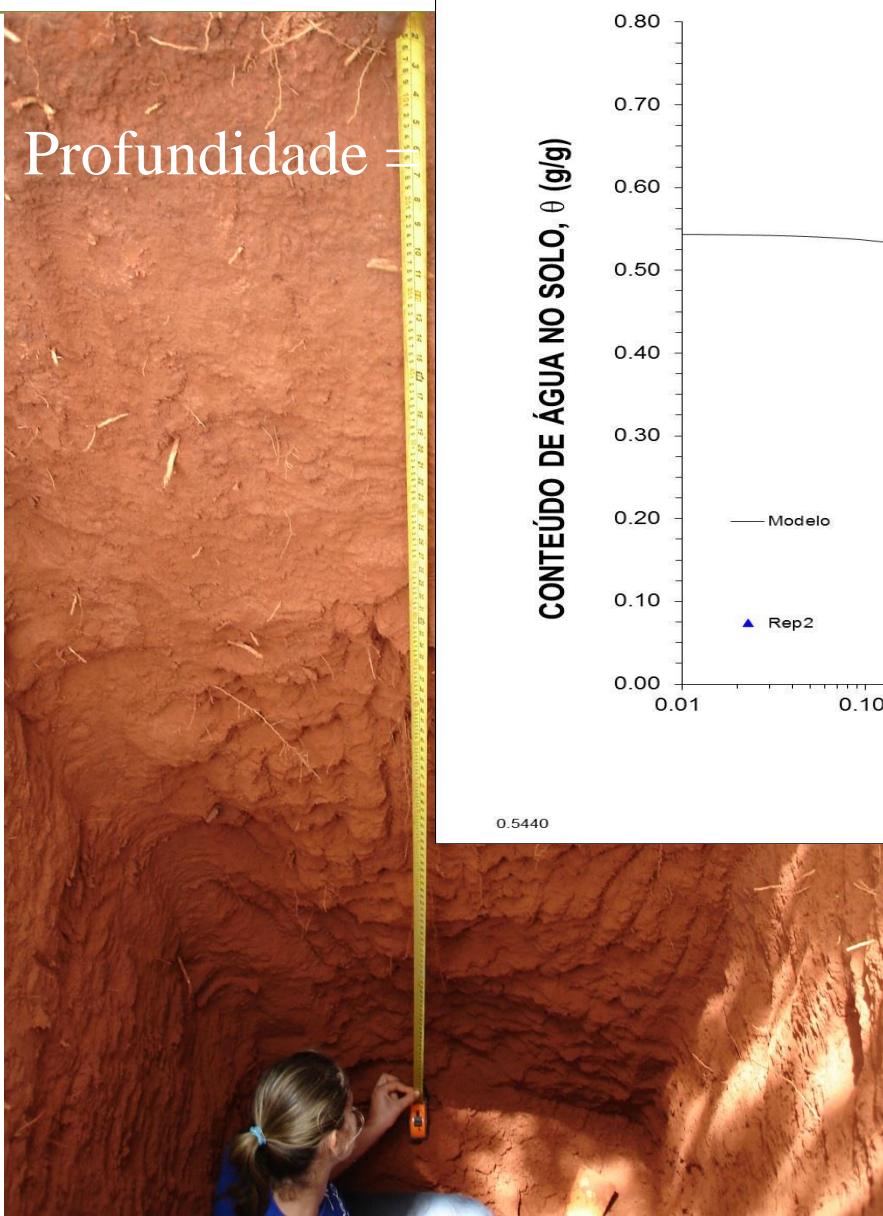
**Highly weathered, acid soils:**

- Low pH
- High Al content (toxic for plants )
- Low fertility: P, Ca, K, Mg, Zn ....

**Solos argilosos,  
bem estruturados,  
com excelente  
infiltração**



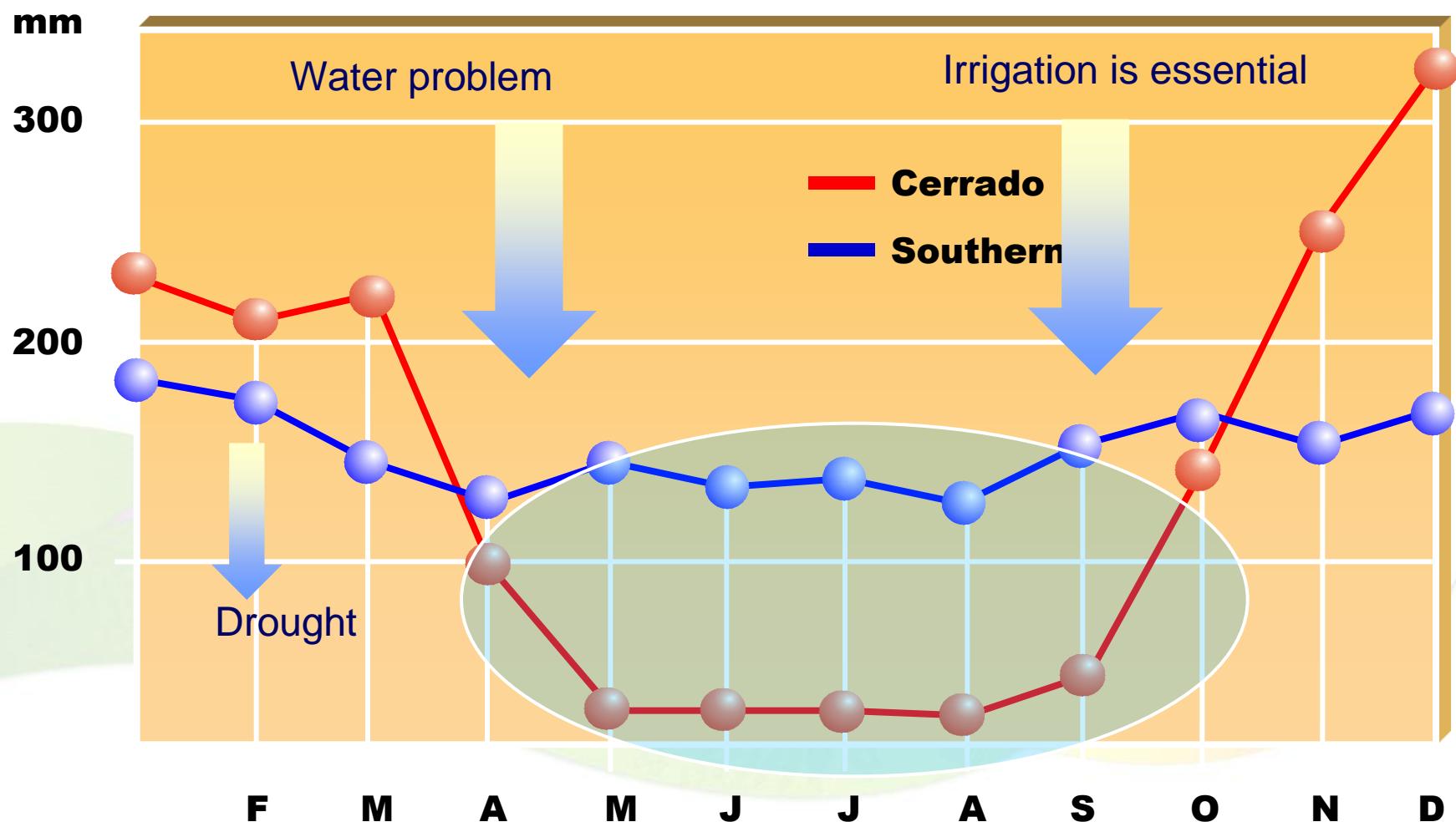
# Solos



Bacia de 1 km<sup>2</sup>

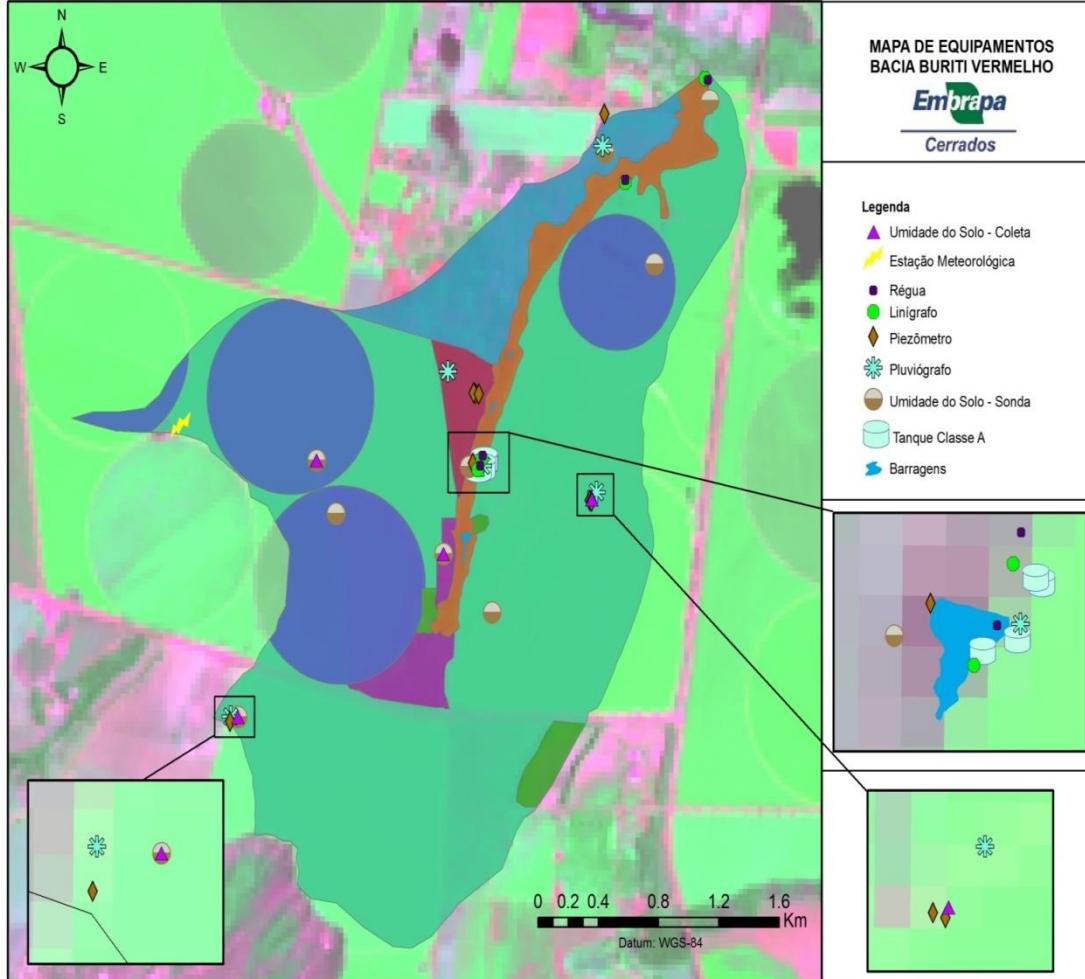
Capacidade de armazenamento na zona não saturada de 1.846.800 m<sup>3</sup>

# Chuva



# Bacia experimental do Cerrado

## Dados primários



# Qualidade de água

**Tabela 1.** Médias dos atributos físico-químicos de qualidade de água

Parâmetros amostrados	Pontos de amostragem								
	N	B1	B2	B3	B4	B5	F	VMxP <sup>1</sup>	VMx O
pH	4,6 (0,1)	4,3 (0,2)	4,4 (0,3)	4,2 (0,5)	4,5 (0,3)	4,6 (0,6)	5,0(0,2)	6,0-9,0	6,3
OD (mg/L) <sup>2</sup>	4,3 (0,6)	7,3 (0,8)	6,4 (0,7)	6,7 (0,4)	6,3 (1,0)	7,3 (0,5)	7,5 (0,2)	--	--
DBO (mg/L O <sub>2</sub> )	0,4 (0,4)	1,5 (0,9)	1,4 (0,8)	1,4 (0,8)	1,2 (0,6)	1,6 (0,8)	2,1 (1,1)	3	2,8
TDS (mg/L)	2,3 0,8)	1,4 (0,7)	1,5 (0,7)	1,5 (0,6)	1,7 (0,9)	2,0 (0,6)	2,0 (0,8)	500	3
Turbidez (UNT)	0,6 (1,1)	0,4 (0,5)	1,0 (1,3)	0,5 (0,4)	1,7 (2,8)	3,1 (1,4)	10,8 (9,2)	40	28,5
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,4 (0,4)	1,8 (0,3)	2,3 (0,5)	2,2 (0,5)	2,4 (0,5)	2,3 (0,9)	2,4 (0,5)	500	4
Cl (mg/L)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,1)	0,2 (0,5)	0,8 (1,7)	1,4 (2,6)	1,0 (1,4)	250	9
NO <sub>3</sub> (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2 (4,0)	2,2 (3,5)	10	15,5
SO <sub>4</sub> (mg/L)	0,0	0,0 (0,2)	0,3 (1,0)	0,1 (0,4)	0,0	0,0	0,0	250	4,5
Na (mg/L)	0,2 (0)	0,2 (0)	0,2 (0,1)	0,2(0,1)	0,2 (0,1)	0,5 (0,2)	0,5 (0,1)	200	0,9

Os valores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ultrapassaram o padrão de potabilidade (> 10 mg/L) na B5 e na foz do rio (F)

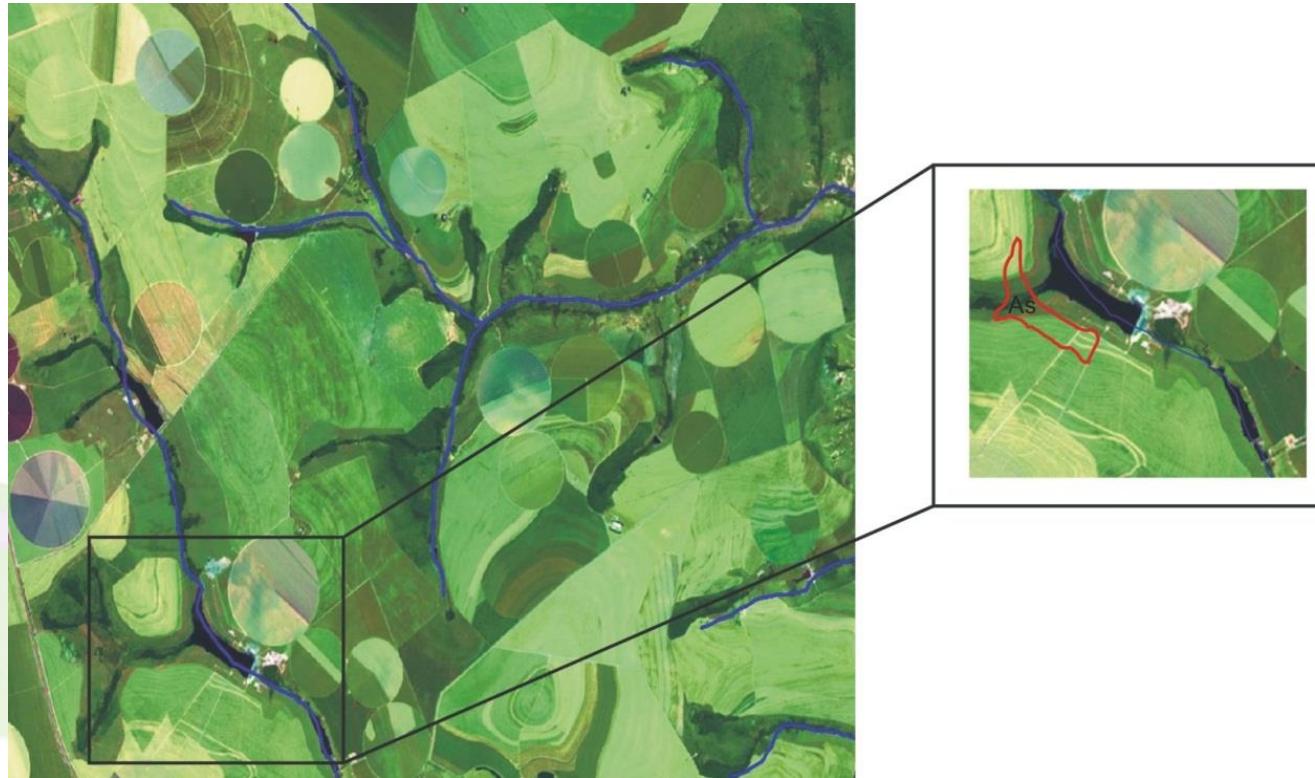
**Padrão exigido para água tipo classe 1. Isto é, que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado**

**Tabela 1.** Médias dos atributos físico-químicos de qualidade de água

Parâmetros amostrados	Pontos de amostragem								
	N	B1	B2	B3	B4	B5	F	VMxP <sup>1</sup>	VMx O
pH	4,6 (0,1)	4,3 (0,2)	4,4 (0,3)	4,2 (0,5)	4,5 (0,3)	4,6 (0,6)	5,0(0,2)	6,0-9,0	6,3
OD (mg/L) <sup>2</sup>	4,3 (0,6)	7,3 (0,8)	6,4 (0,7)	6,7 (0,4)	6,3 (1,0)	7,3 (0,5)	7,5 (0,2)	--	--
DBO (mg/L O <sub>2</sub> )	0,4 (0,4)	1,5 (0,9)	1,4 (0,8)	1,4 (0,8)	1,2 (0,6)	1,6 (0,8)	2,1 (1,1)	3	2,8
TDS (mg/L)	2,3 0,8)	1,4 (0,7)	1,5 (0,7)	1,5 (0,6)	1,7 (0,9)	2,0 (0,6)	2,0 (0,8)	500	3
Turbidez (UNT)	0,6 (1,1)	0,4 (0,5)	1,0 (1,3)	0,5 (0,4)	1,7 (2,8)	3,1 (1,4)	10,8 (9,2)	40	28,5
Alcalinidade (mg/L CaCO <sub>3</sub> )	1,4 (0,4)	1,8 (0,3)	2,3 (0,5)	2,2 (0,5)	2,4 (0,5)	2,3 (0,9)	2,4 (0,5)	500	4
Cl (mg/L)	0,2 (0,2)	0,2 (0,2)	0,2 (0,1)	0,2 (0,5)	0,8 (1,7)	1,4 (2,6)	1,0 (1,4)	250	9
NO <sub>3</sub> (mg/L)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2 (4,0)	2,2 (3,5)	10	15,5
SO <sub>4</sub> (mg/L)	0,0	0,0 (0,2)	0,3 (1,0)	0,1 (0,4)	0,0	0,0	0,0	250	4,5
Na (mg/L)	0,2 (0)	0,2 (0)	0,2 (0,1)	0,2(0,1)	0,2 (0,1)	0,5 (0,2)	0,5 (0,1)	200	0,9

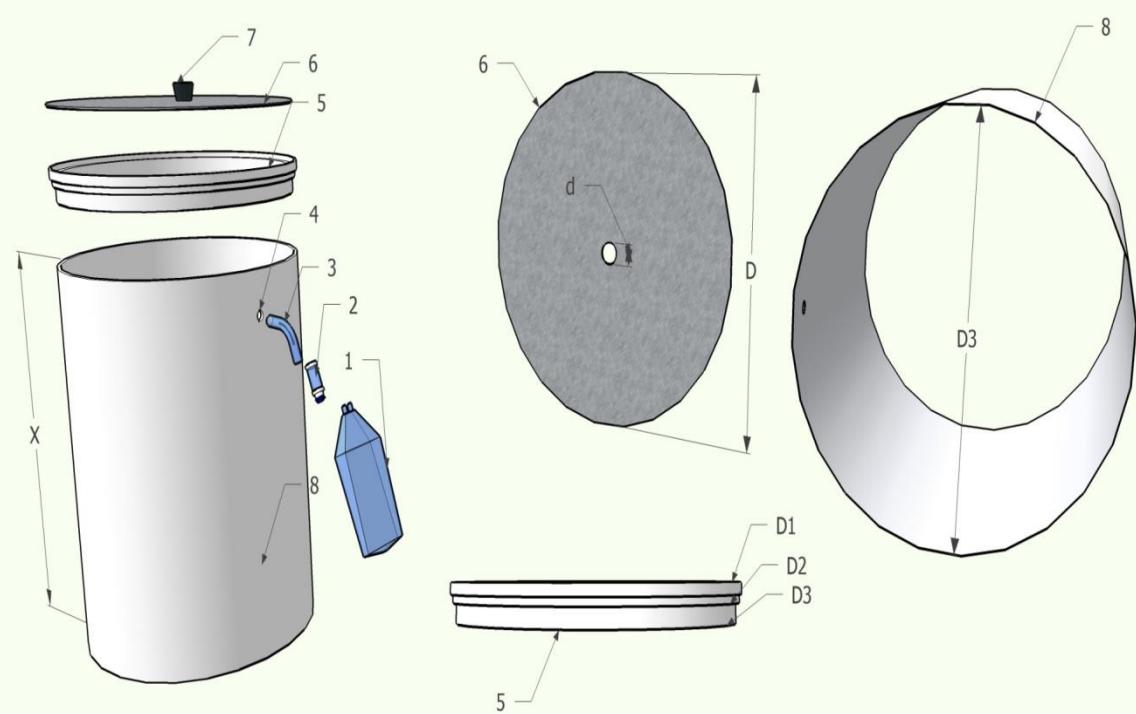
Os valores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ultrapassaram o padrão de potabilidade (> 10 mg/L) na B5 e na foz do rio (F)

# Barragens



- ◆ Área do espelho d'água variou de 1 a 413 hectares. A área total foi da ordem de 54,4 km<sup>2</sup>.

# Infiltração



# Evaporação

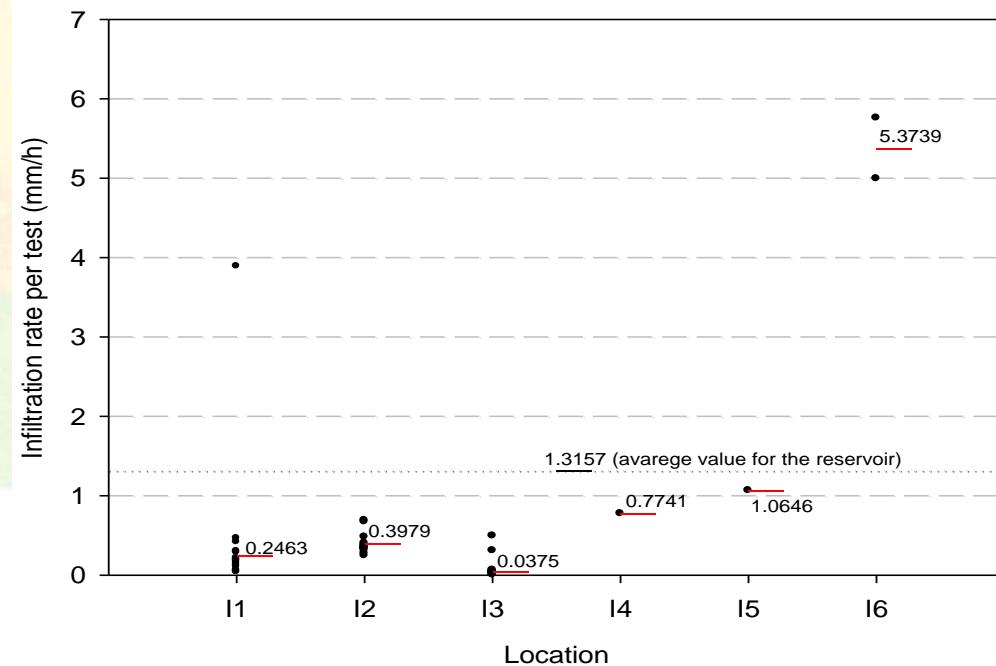
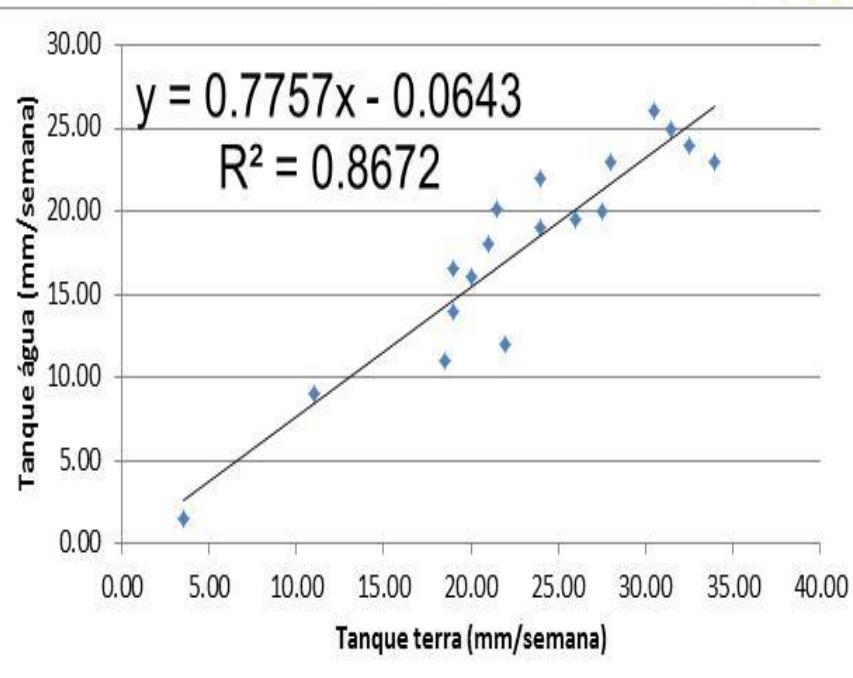


# Evaporação

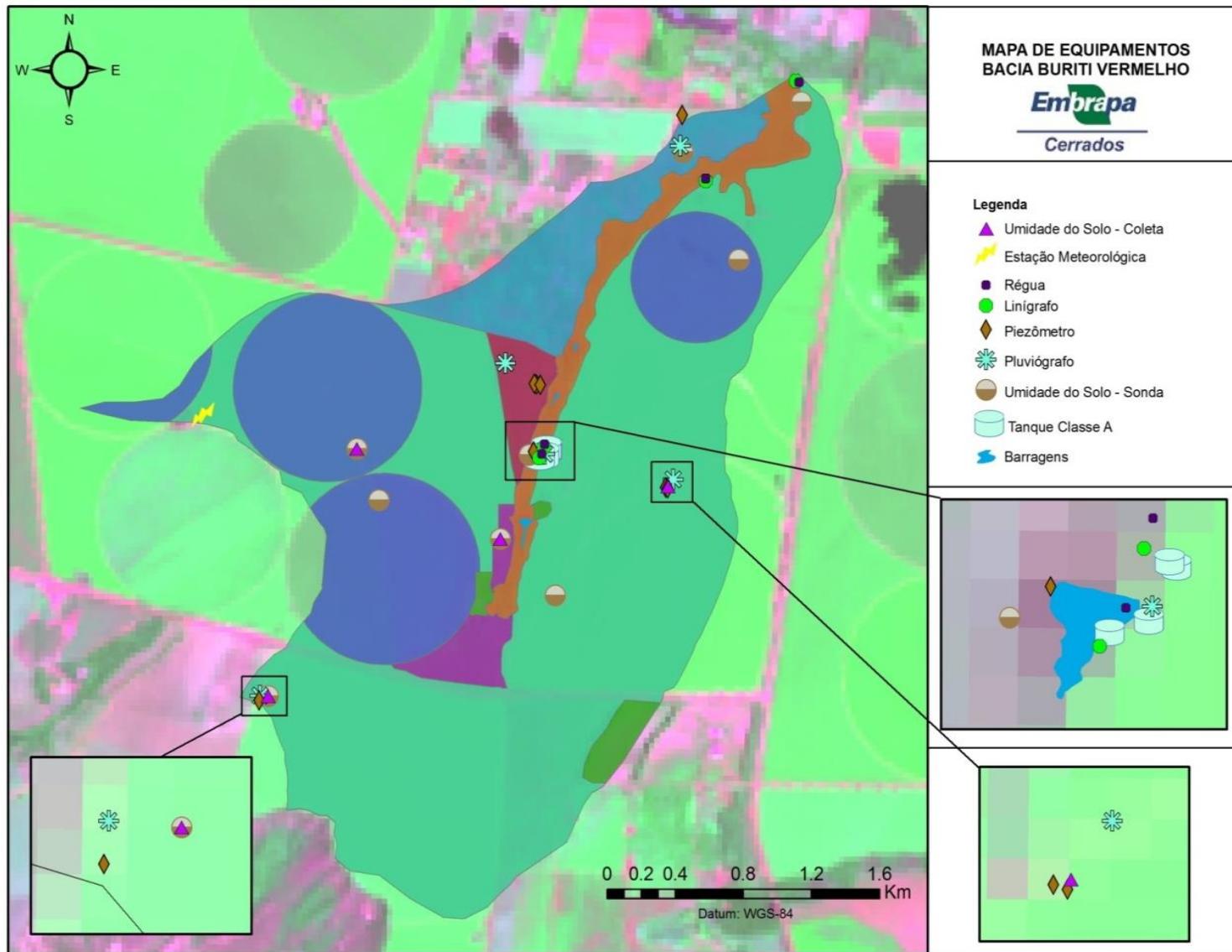


# Evaporação e Infiltração

- Evaporação + Infiltração = 2.559,2 m<sup>3</sup>/mês;
- Infiltração => 92,5%;
- Evaporação => 7,5%.



# Água subterrânea



# Água subterrânea para irrigação

## Modeling the Buriti Vermelho Catchment

*In Search of the Best Model with Low Data Availability*



MSc Thesis Tijs Dekker, August 2007

Graduation committee:  
Prof.dr.ir.T.N.Olsthoorn  
Prof.dr.ir.N.C.van de Giesen  
Dr.ir.G.J.M. Uffink  
Dr. L.N. Rodrigues

## MODFLOW

MSc Thesis Tijs Dekker August 2007

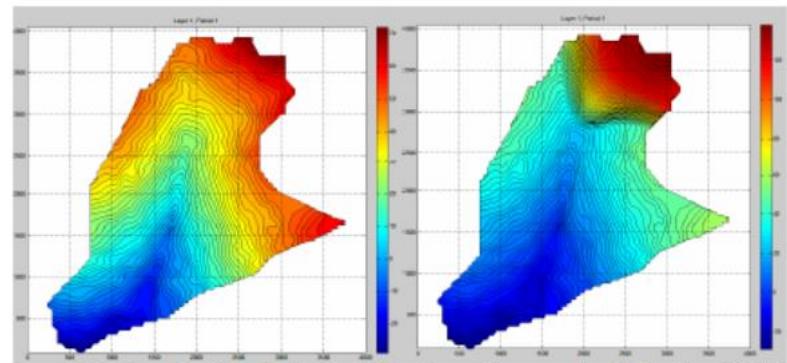


Figure 2.23: Results (heads (m)): left side uniform and right side distributed evaporation

From these figures it is clear that water accumulates in the area where the land use

## Comportamento hidrogeológico da bacia

# Água subterrânea para irrigação

WATER RESOURCES RESEARCH, VOL. 45, W11412, doi:10.1029/2008WR007534, 2009



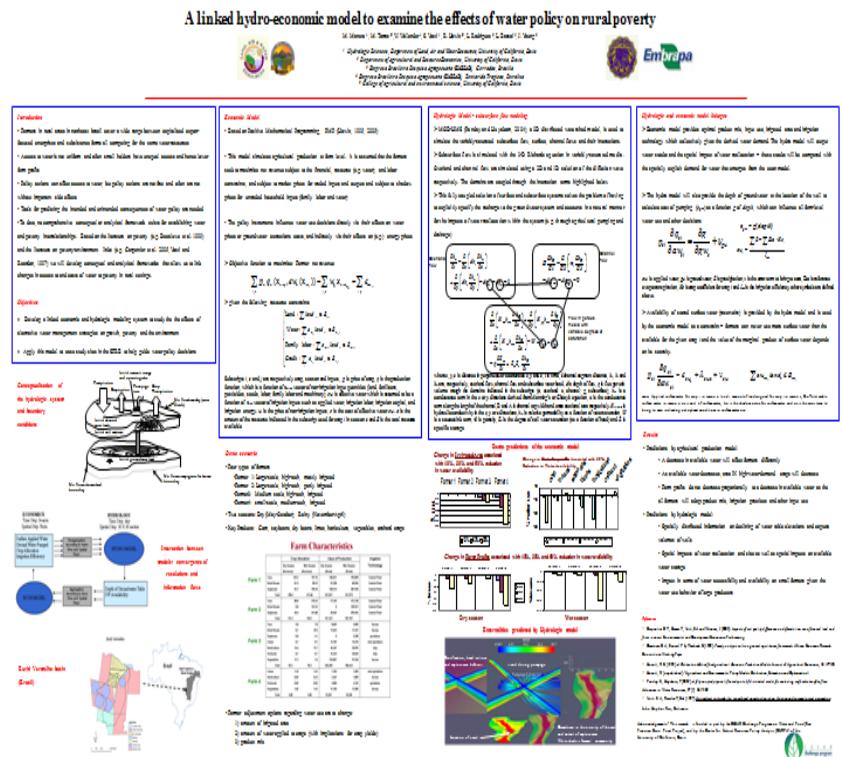
## **A spatially distributed hydroeconomic model to assess the effects of drought on land use, farm profits, and agricultural employment**

M. P. Maneta,<sup>1,2</sup> M. O. Torres,<sup>3,4</sup> W. W. Wallender,<sup>5,6</sup> S. Vosti,<sup>7,8</sup> R. Howitt,<sup>7</sup> L. Rodrigues,<sup>9</sup> L. H. Bassoi,<sup>10</sup> and S. Panday<sup>11</sup>

Received 20 October 2008; revised 21 July 2009; accepted 5 August 2009; published 11 November 2009.

[1] In this paper a high-resolution linked hydroeconomic model is demonstrated for drought conditions in a Brazilian river basin. The economic model of agriculture includes 13 decision variables that can be optimized to maximize farmers' yearly net revenues.

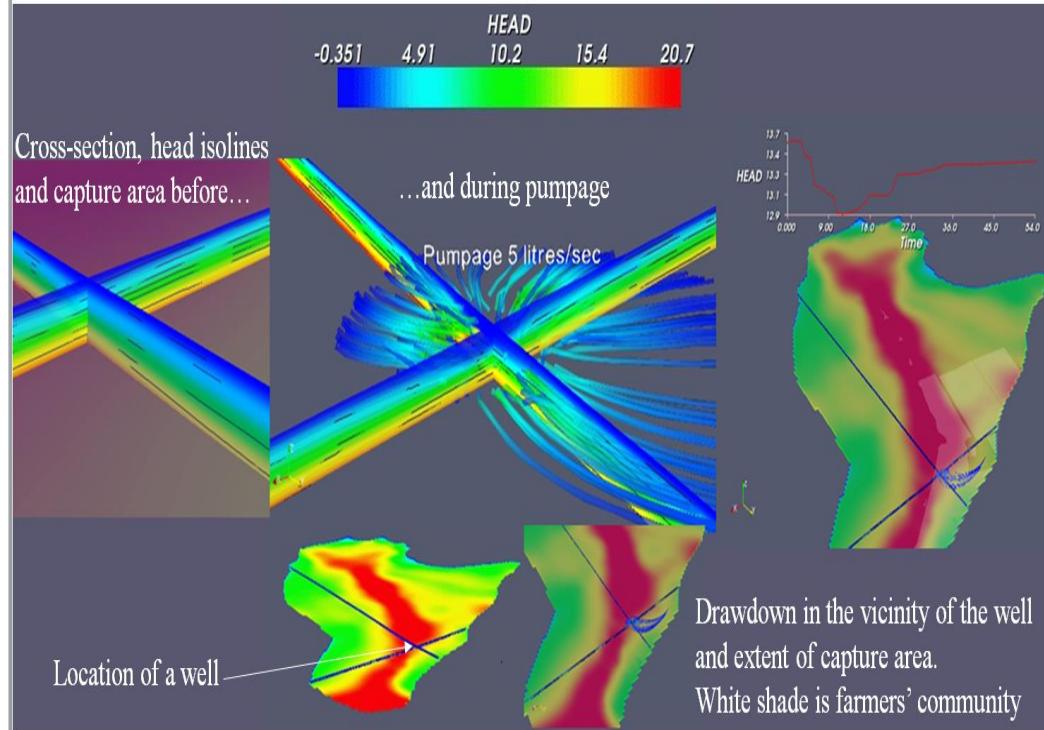
The economic model uses a multi-input multi-output production function with constant elasticities of substitution between inputs.



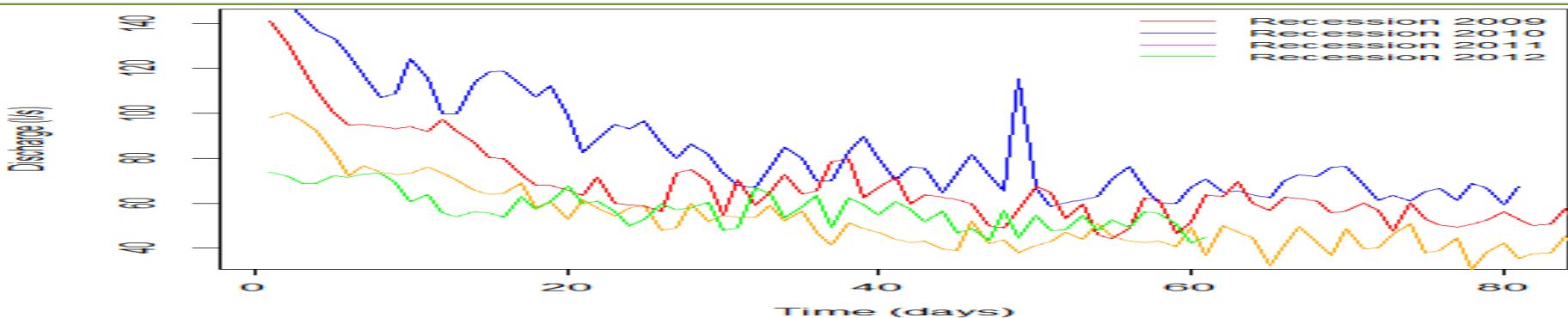
# MODHMS



# Avaliar impacto da utilização de água subterrânea



# Água subterrânea para irrigação

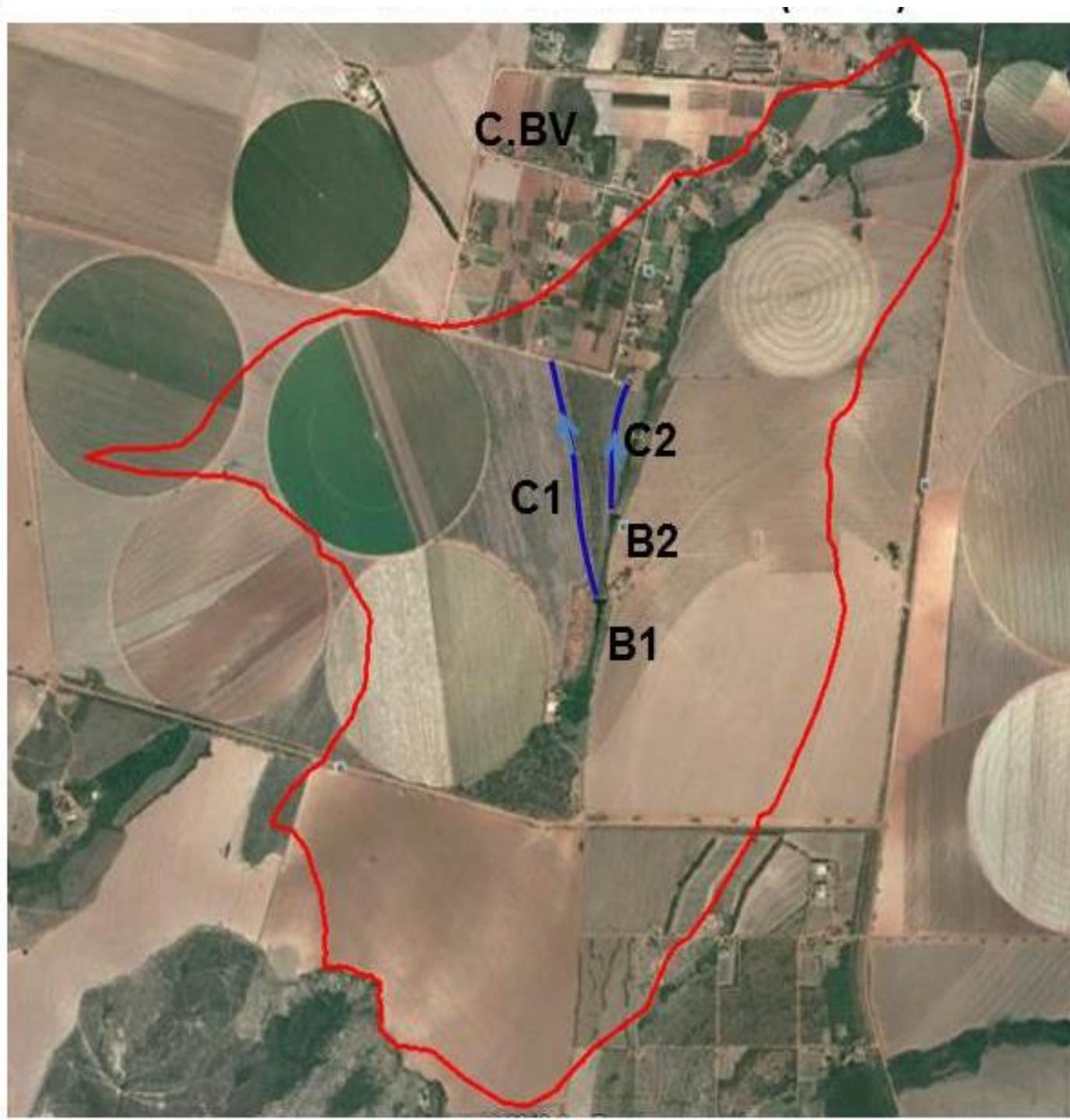


## Water balance components: Self sufficient irrigation

Total shortage	-161	mm/y
Extra Seepage	-81	mm/y
Reduced Discharge	-81	mm/y
Reduced Storage in phreatic aquifer	15	mm
Change in groundwater table	100	mm

## Water balance components Expanded irrigation

Total shortage	-440	m <sup>3</sup> /y
Extra Seepage	-220	m <sup>3</sup> /y
Reduced Discharge	-220	m <sup>3</sup> /y
Reduced Storage in phreatic aquifer	41	mm
Change in groundwater table	272	mm



Barragem (B1)



Barragem (B2)



Canais (C1 e C2)



# Vazão

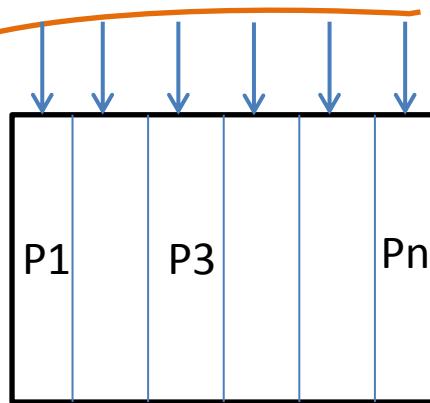


DFTV: <http://g1.globo.com/distrito-federal/dftv-2edicao/videos/t/edicoes/v/corrego-do-padf-seca-no-paranoa/3948379/>

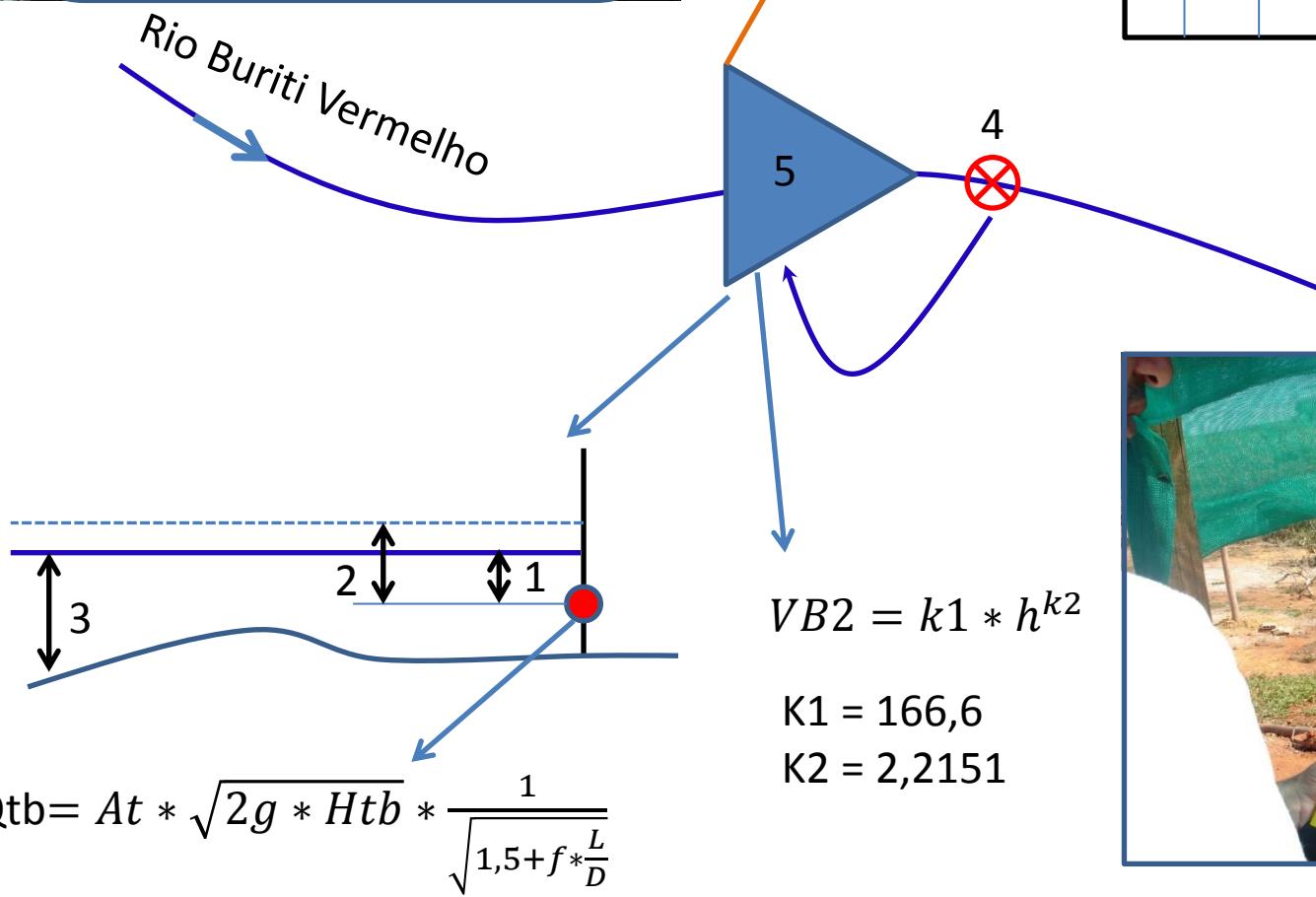


5

$$Qc = \frac{1}{n} J^{\frac{1}{2}} * Ac * R^{\frac{2}{3}}$$



Rio Buriti Vermelho



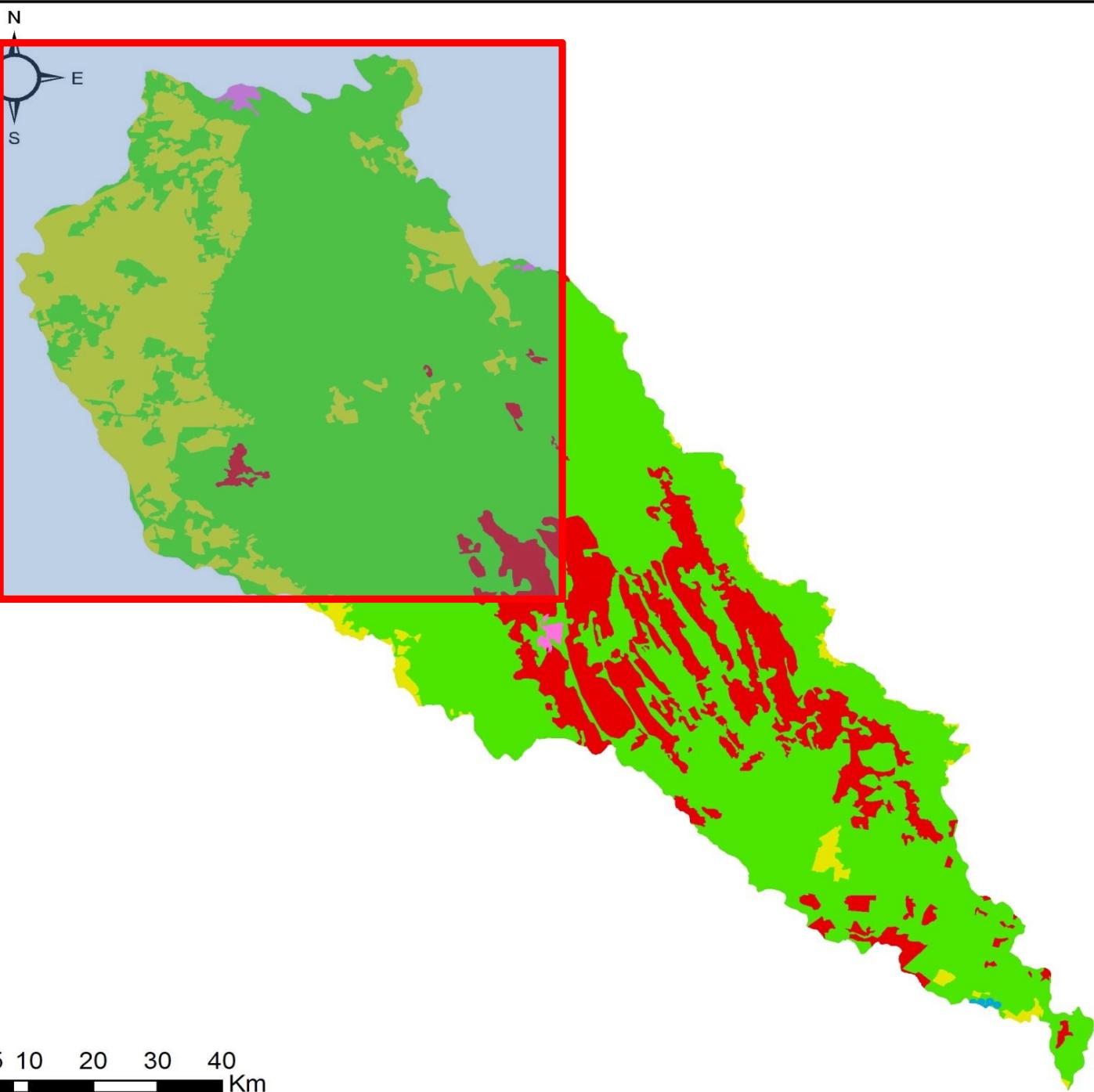
$$VB2 = k1 * h^{k2}$$

$$K1 = 166,6$$

$$K2 = 2,2151$$



4



MAPA DE COBERTURA DO  
BACIA RIO PRETO  
JUNHO DE 1984

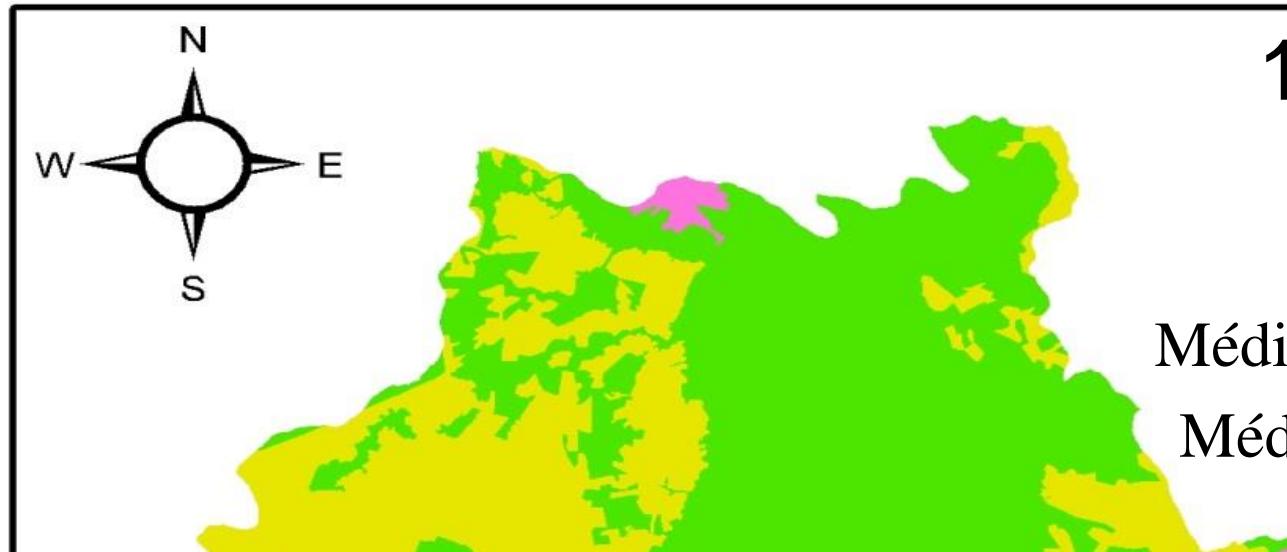
**Legenda**

**Cobertura**

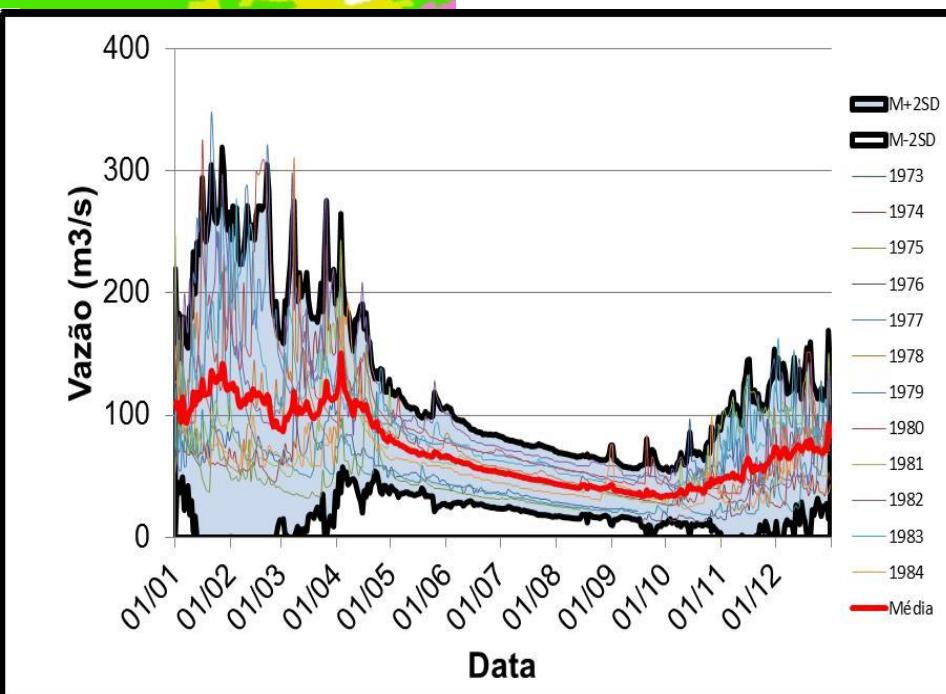
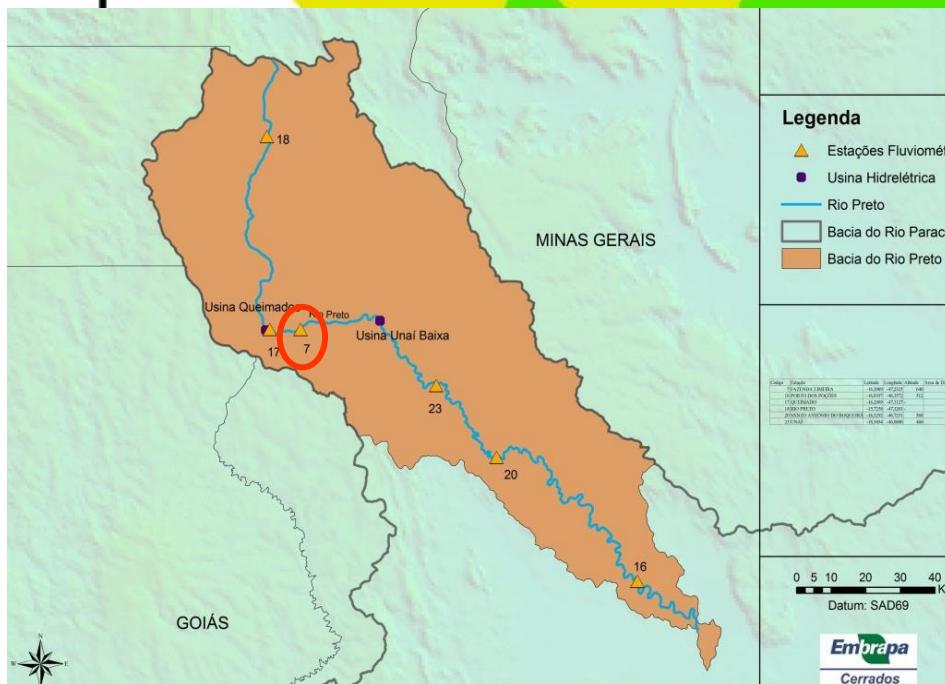
- Agricultura
- Agricultura Irrigada
- Influência Urbana
- Pecuária
- Savana



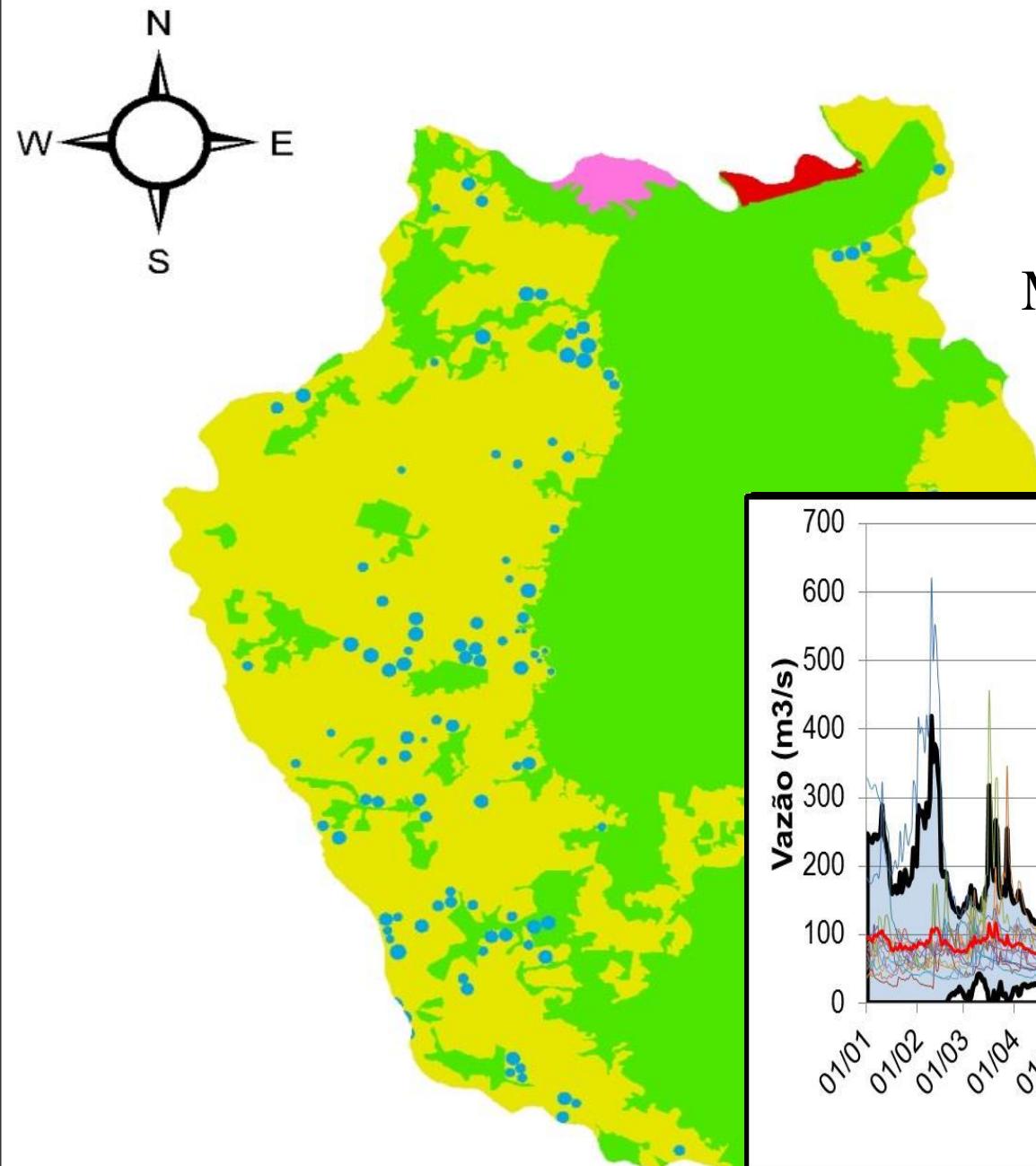
1973-1984



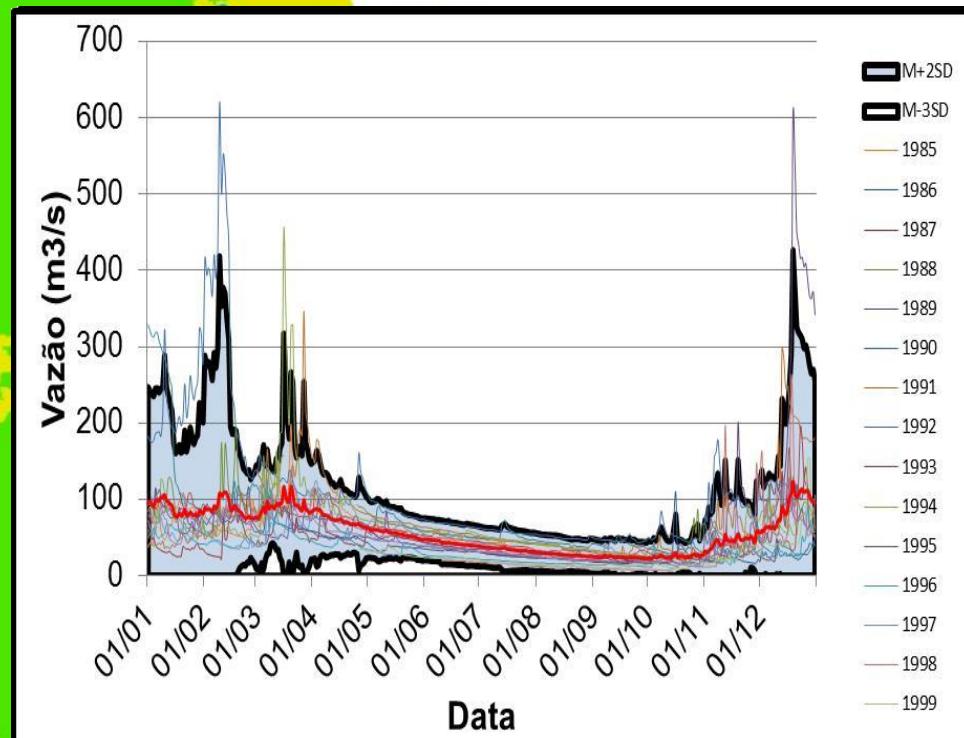
Média anual = 71,6 m<sup>3</sup>/s  
Média seco = 51,2 m<sup>3</sup>/s



1985-1999



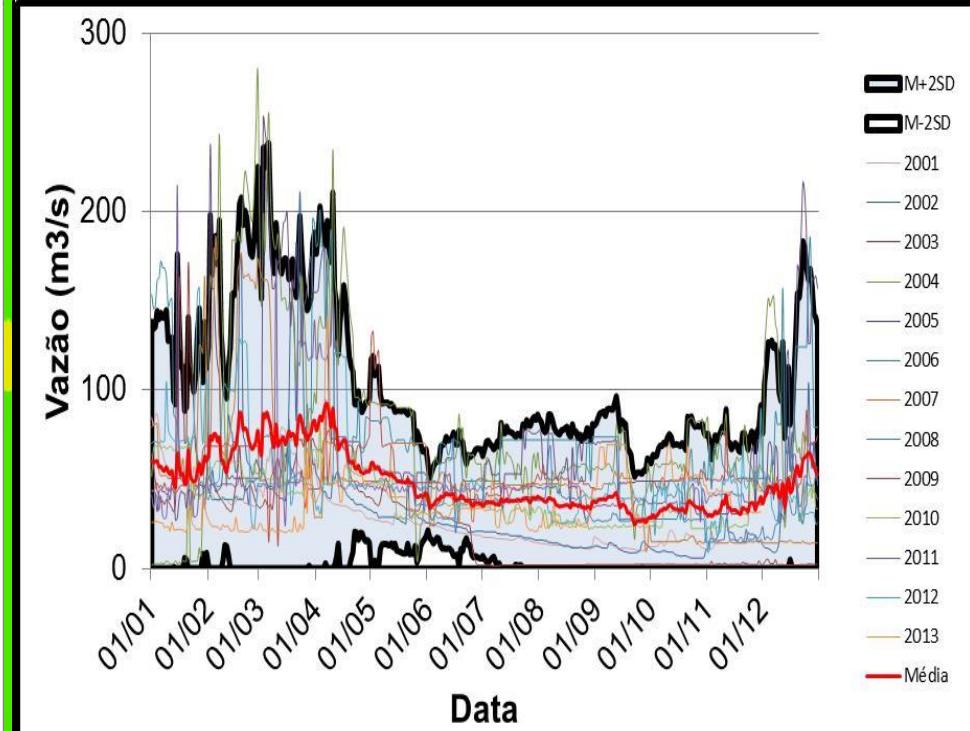
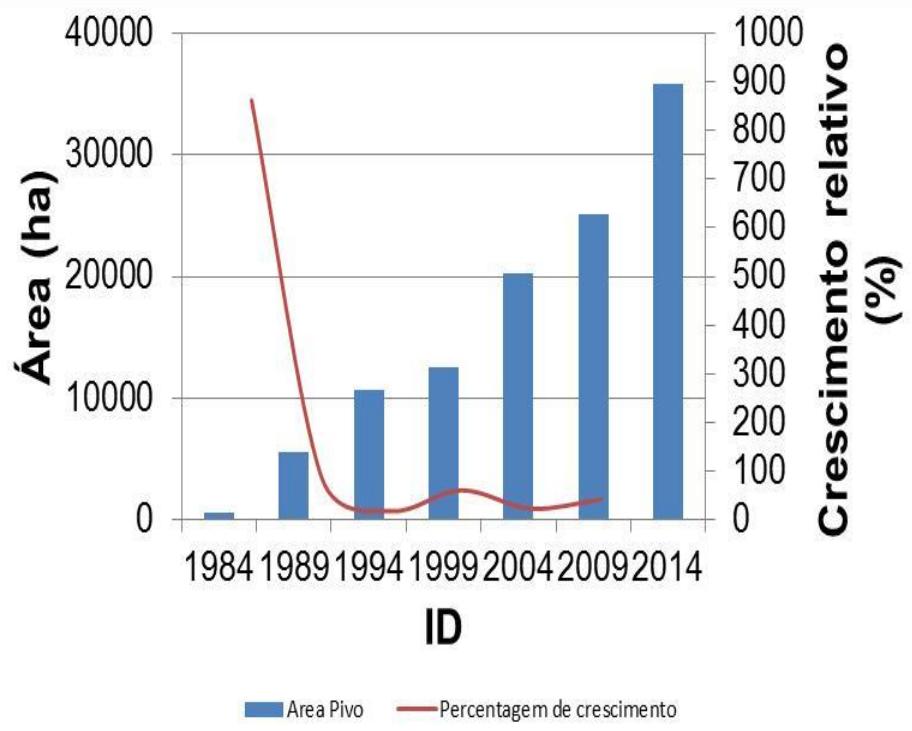
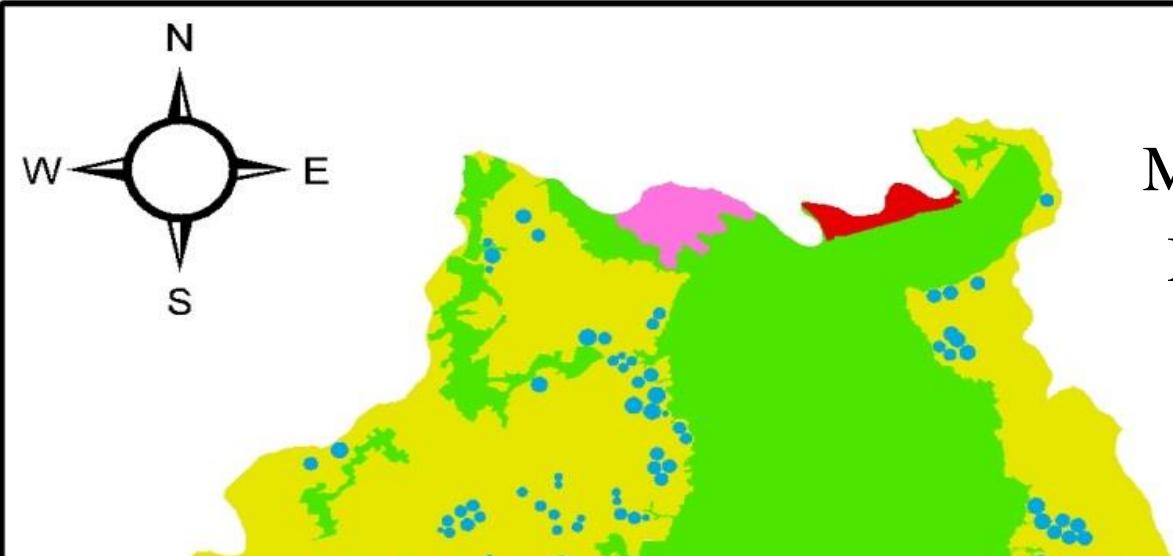
Média anual = 57,0 m<sup>3</sup>/s  
Média seco = 37,1 m<sup>3</sup>/s



2001-2013

Média anual = 48,0 m<sup>3</sup>/s

Média seco = 39,31 m<sup>3</sup>/s



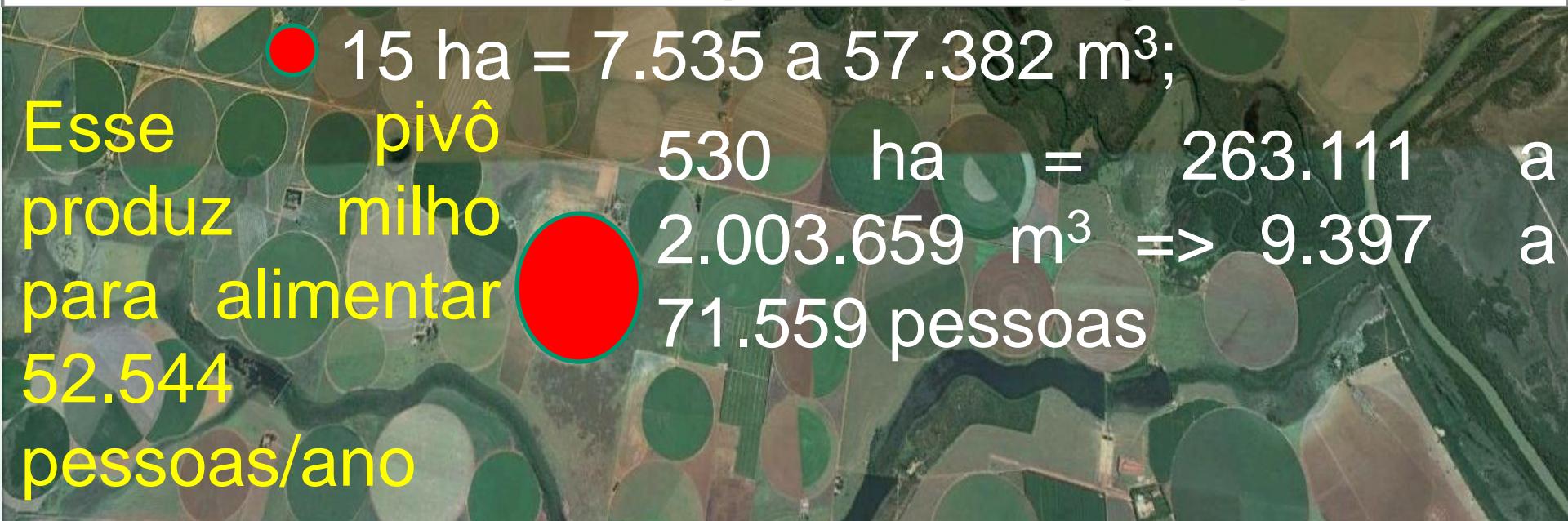
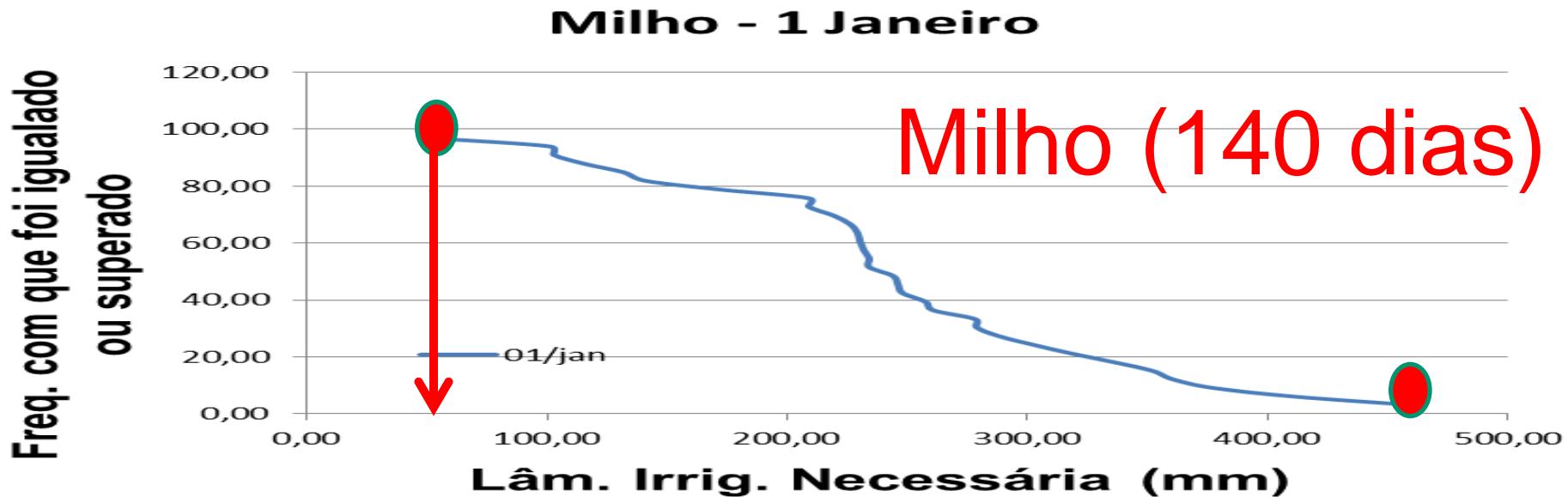
# Uso da Terra

Só no Cerrado, de 60 a 70% das pastagens se encontram em algum grau de degradação

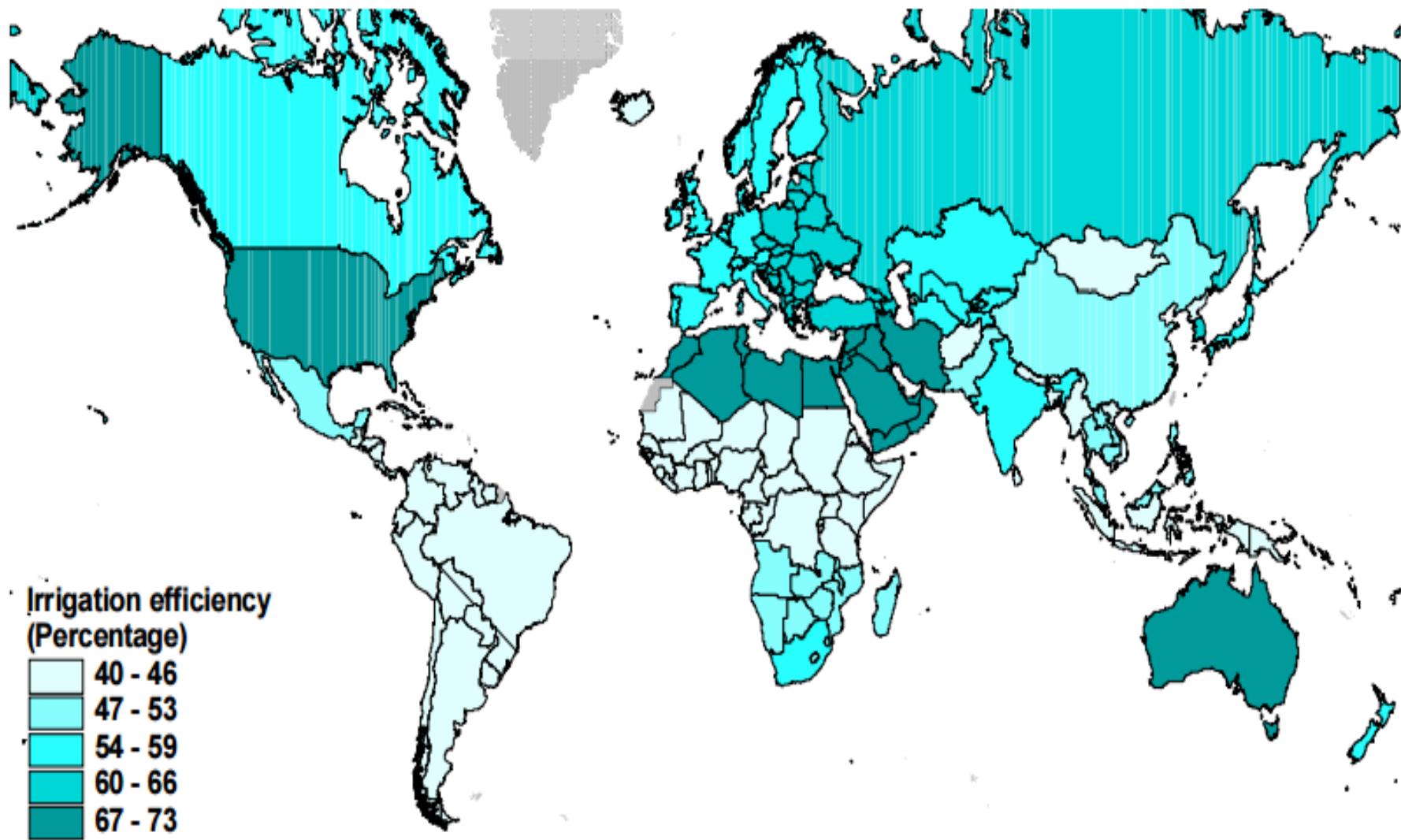


# Para produzir é necessário água

A decisão é de quanto alimento queremos produzir??

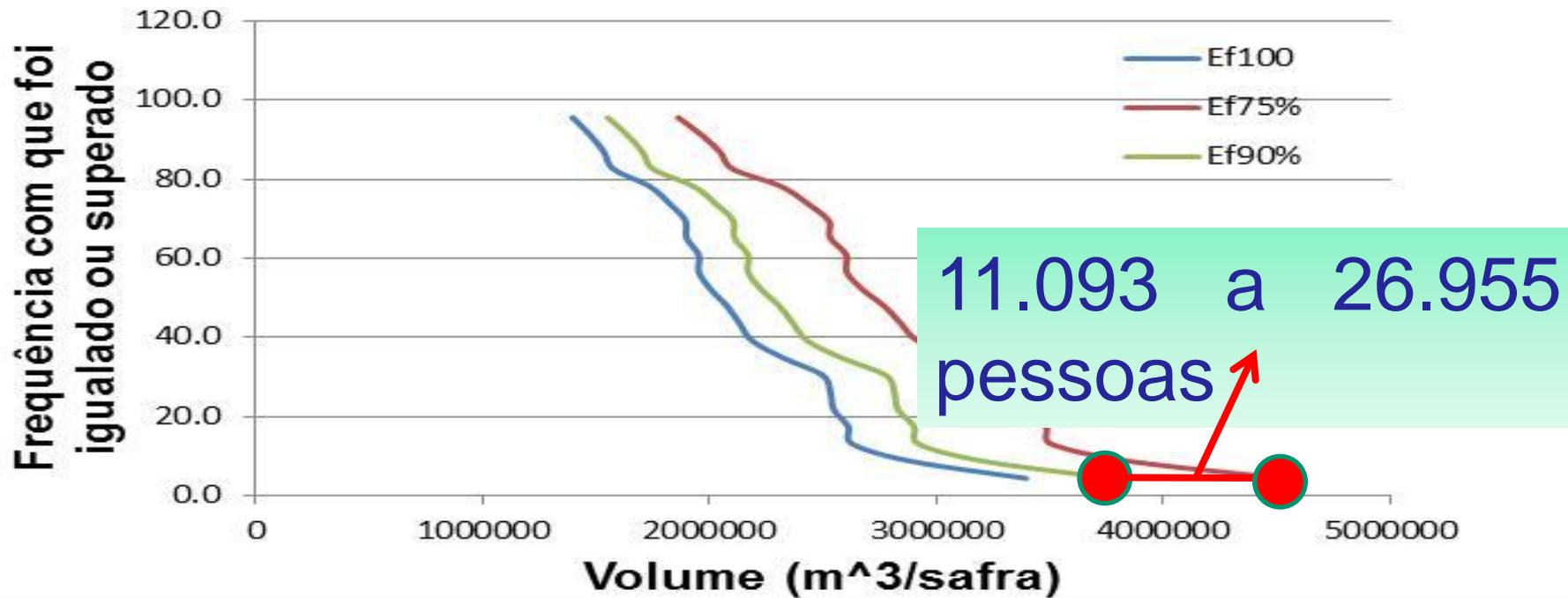


# Eficiência

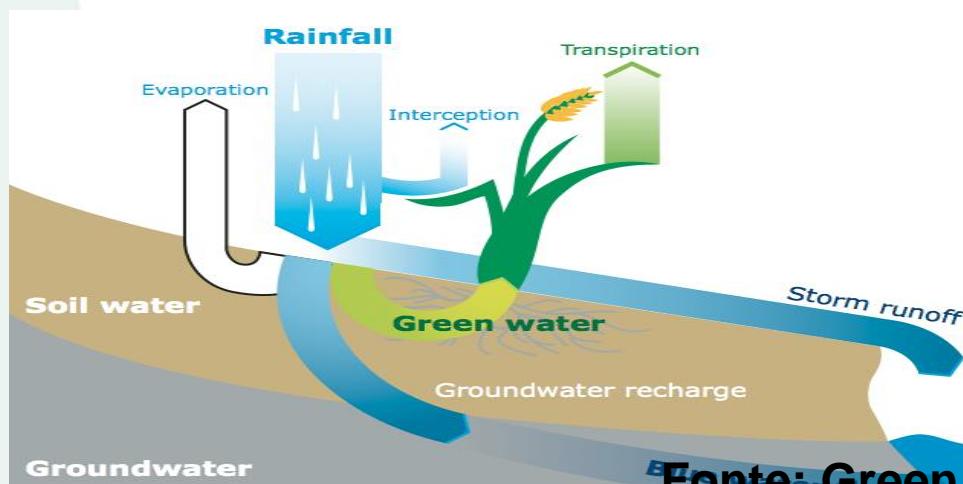
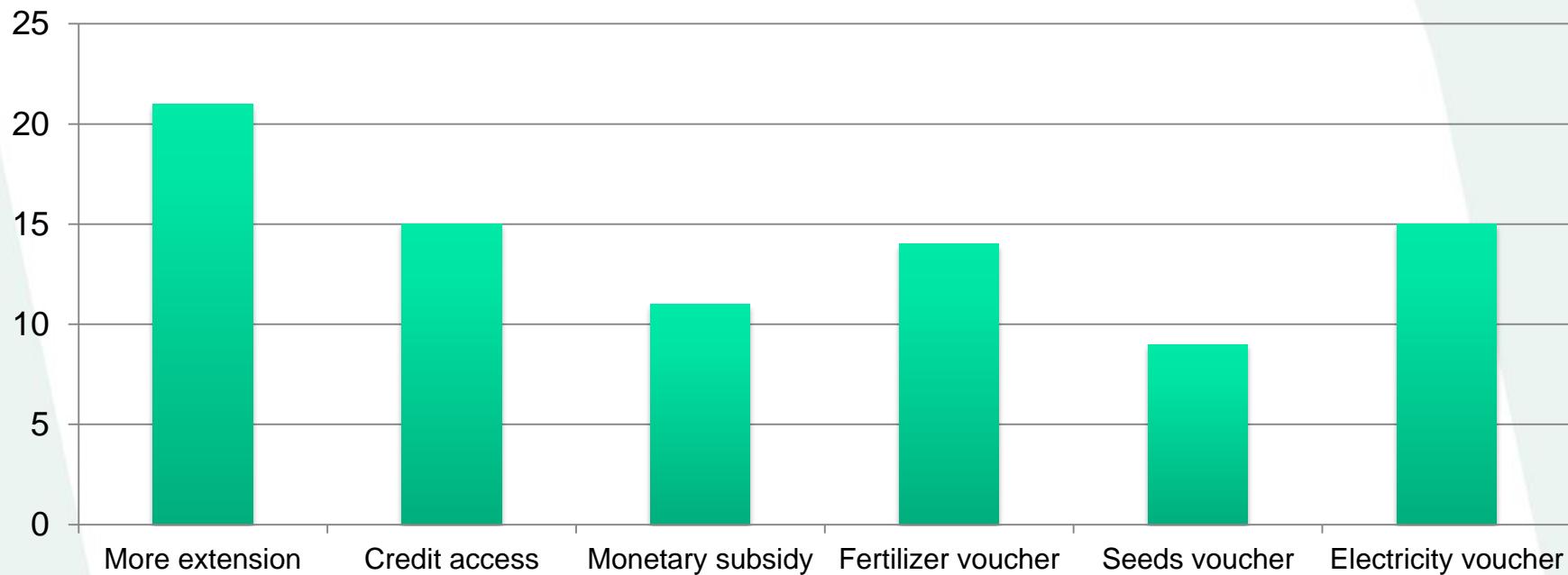


# Eficiencia

## Irrigação Milho - 1a quinzena Julho



# GREEN WATER CREDITS

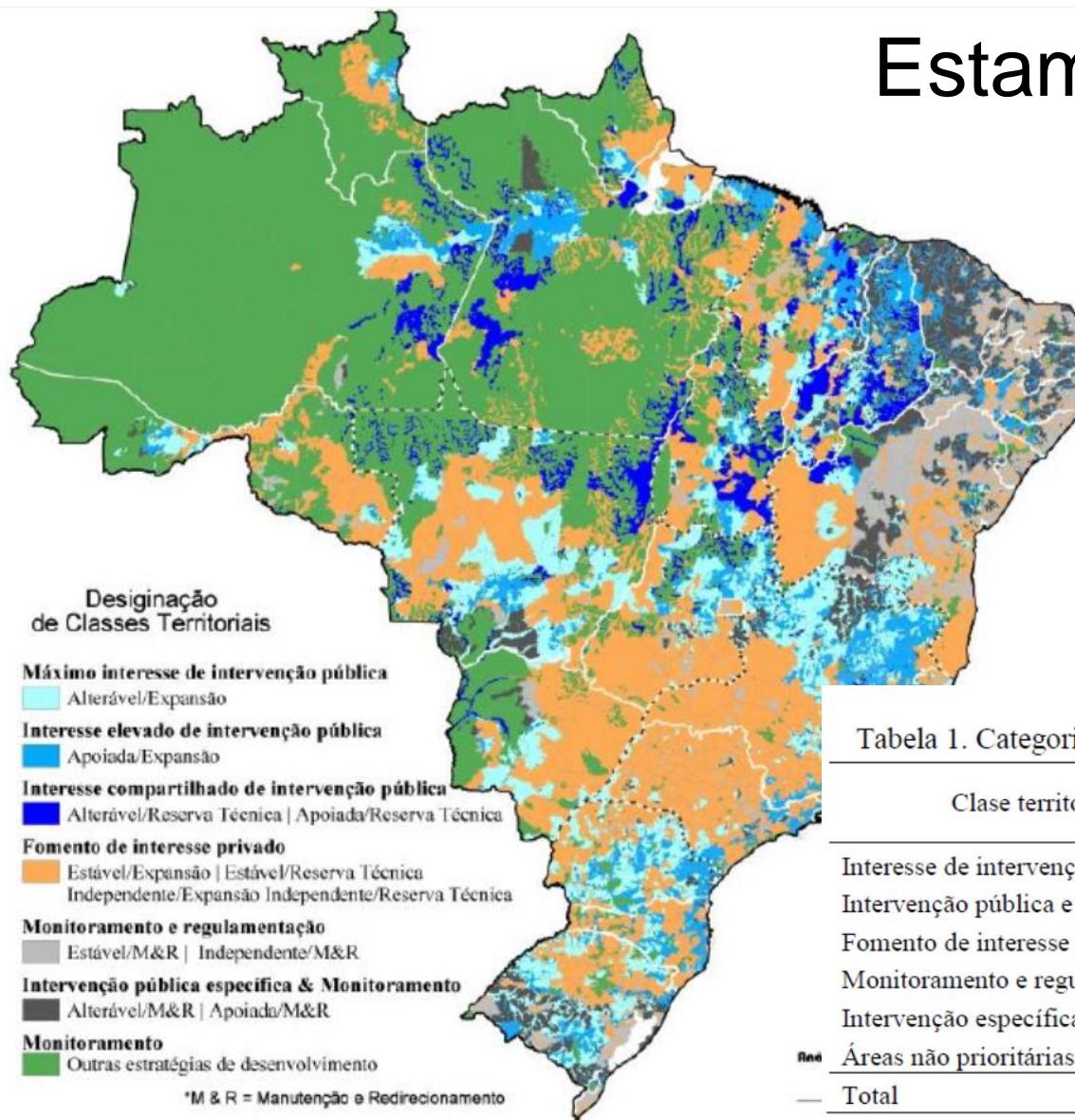


Fonte: Green Water Credits (2010)





# Área potencial irrigável



Estamos preparados?

Quais serão os impactos?

Tabela 1. Categorização das áreas de expansão da Agricultura Irrigada

Classe territorial	Área (ha)		
	Irrigada	Irrigável	Total
Interesse de intervenção pública	1.113.199	21.334.095	22.447.294
Intervenção pública e privada	670	5.940.930	5.941.600
Fomento de interesse privado	2.714.274	34.057.179	36.771.453
Monitoramento e regulação	1.438.064	10.719	1.448.783
Intervenção específica e regulação	770.333	14.765	785.098
Áreas não prioritárias	3.299	13.826.706	13.830.005
Total	6.039.839	75.184.394	81.224.233

# Eventos

[INÍCIO](#)[REVISTA ITEM](#)[CONGRESSOS](#)[ICID-CIID](#)[ASSOCIE-SE](#)[PARCERIAS](#)

# Eventos



3<sup>rd</sup> INTER-REGIONAL CIGR CONFERENCE  
ON LAND AND WATER CHALLENGES:  
"TOOLS FOR / DEVELOPMENT"

28, 29 y 30/9 DE 2015 | 27 RECEPCIÓN  
LA ESTANZUELA, COLONIA - URUGUAY



ENG

27 días 22 horas 32 minutos



[Inicio](#) [Presentación](#) [Comités](#) [Inscripción](#) [Temas y tópicos](#) [Programa](#) [Conferencistas](#) [Noticias](#) [Galería](#) [Uruguay](#) [Contacto](#)





How do you get more  
out of the same resources?

Obrigado

[lineu.rodrigues@embrapa.br](mailto:lineu.rodrigues@embrapa.br)



Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

