

Gestão Integrada de Águas

Secretaria de Meio Ambiente e Recursos
Hídricos – SEMA

Superintendência de Políticas Ambientais -
SPA

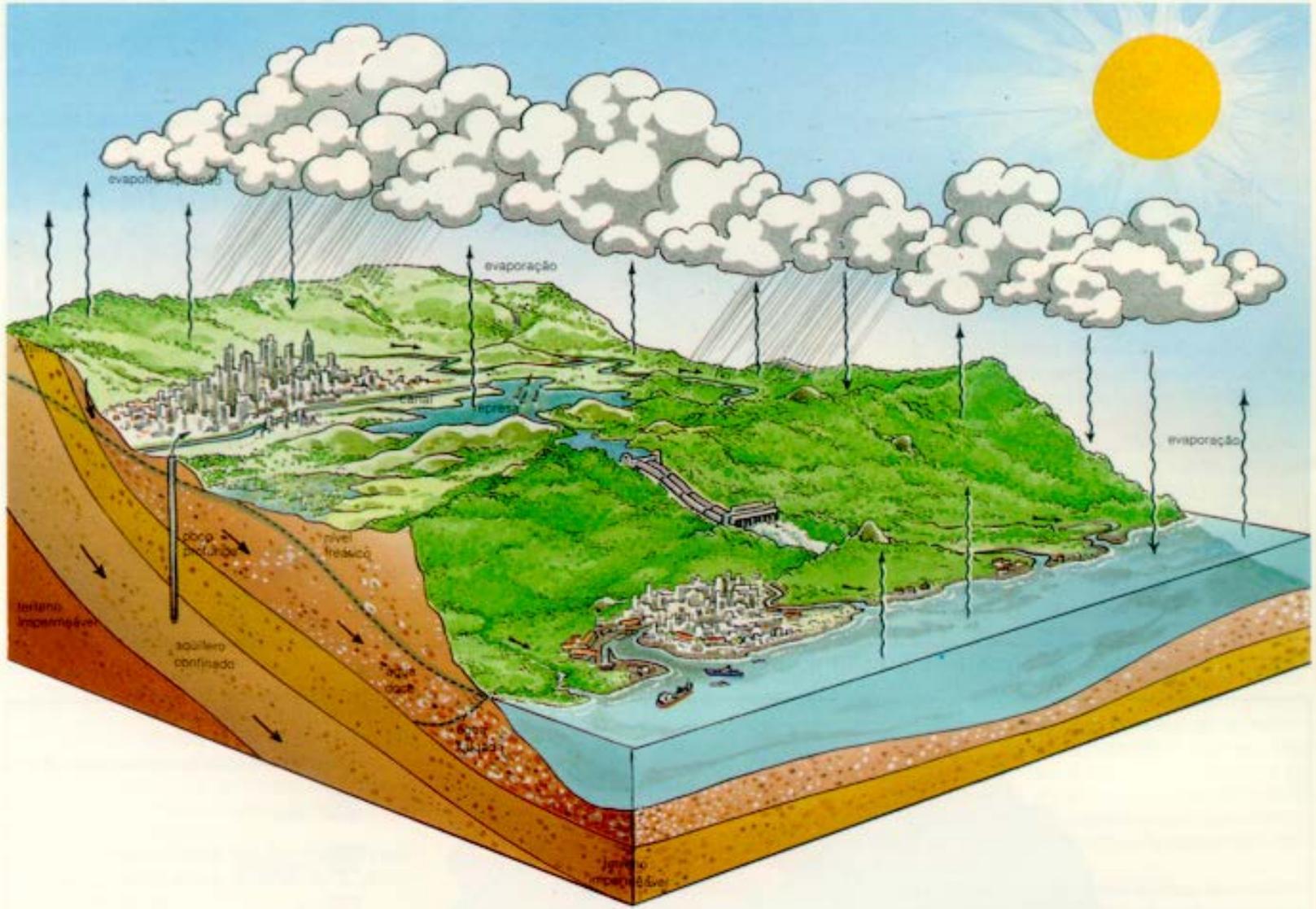
Diretoria de Estudos Avançados em Meio
Ambiente - DEAMA

Zoltan Romero C. Rodrigues – Especialista em
Gestão de Recursos Hídricos/Mestre em
Hidrogeologia

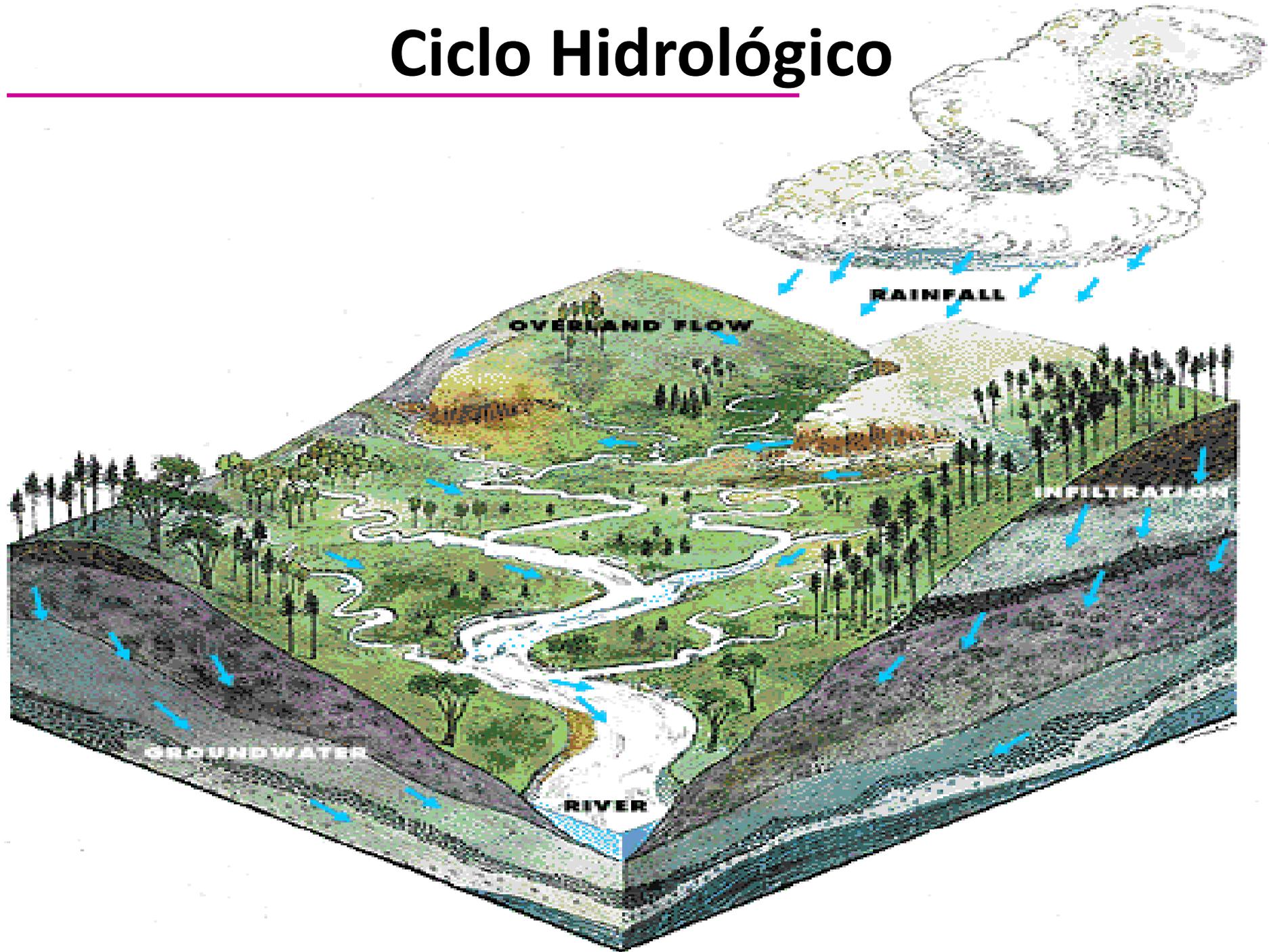
zoltan.romero@inema.ba.gov.br (9611-7222)



CICLO HIDROLÓGICO Simplificação Errônea

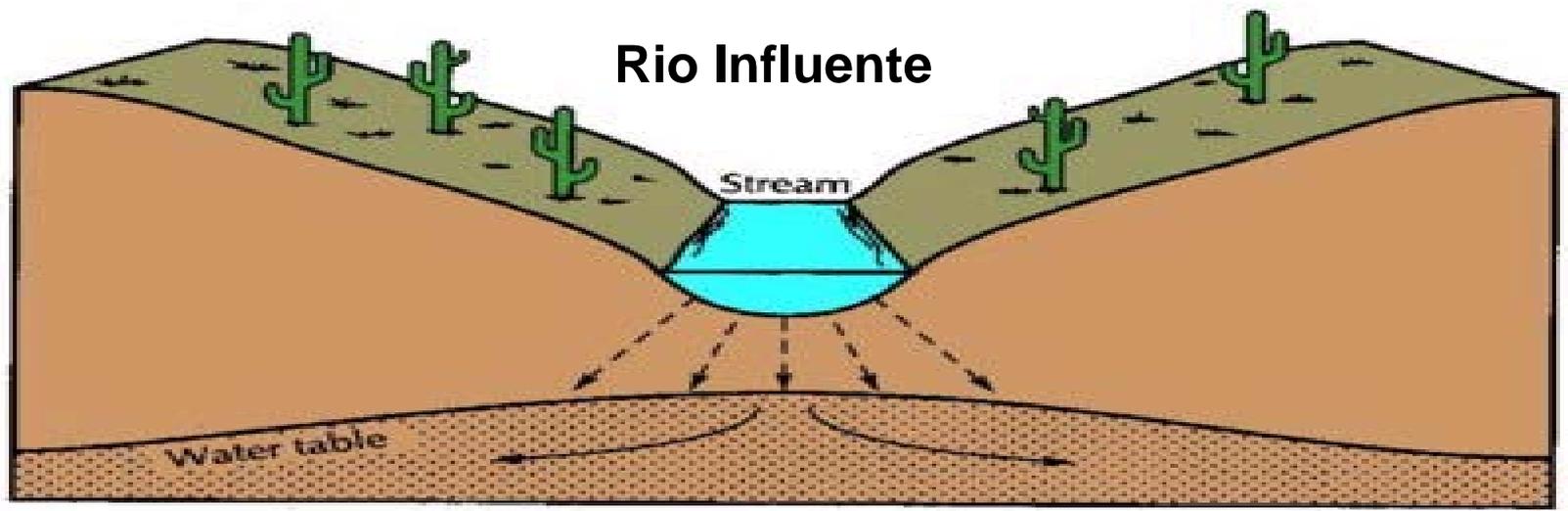
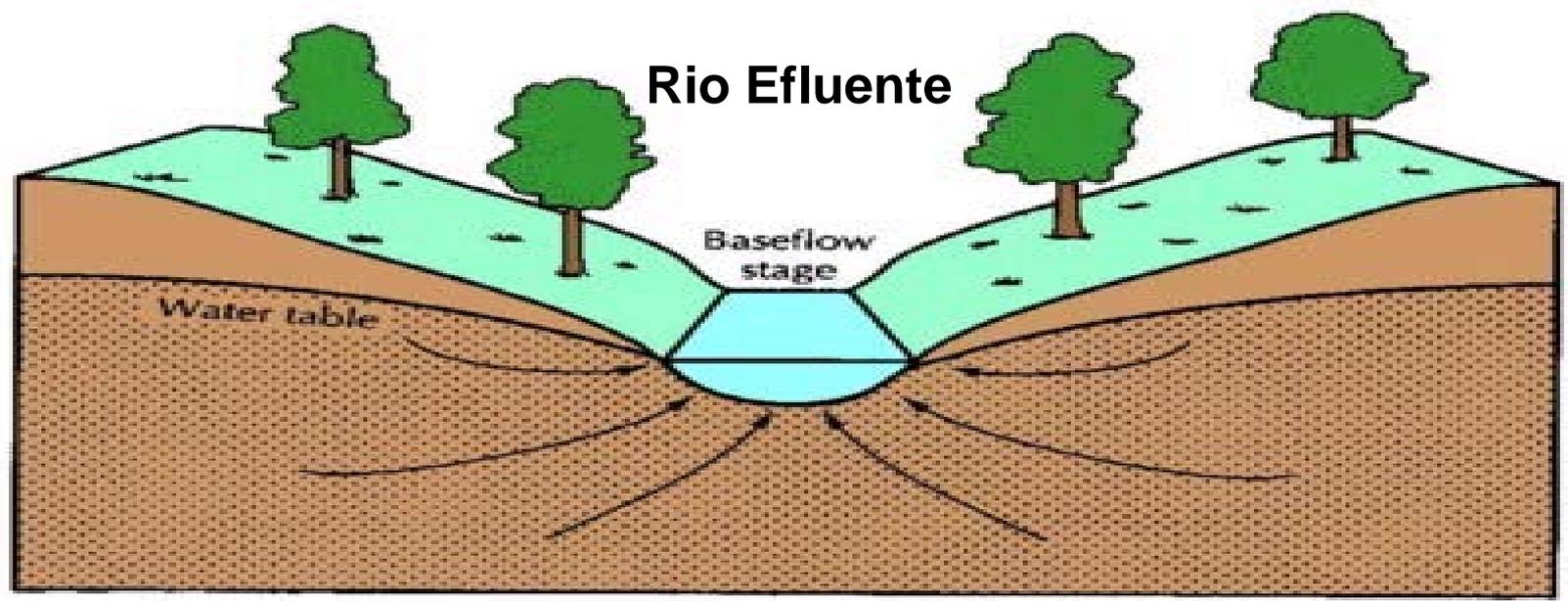


Ciclo Hidrológico





Rio Influyente / Rio Efluente





6 hours
4 cm



1 day



9 hours
6 cm

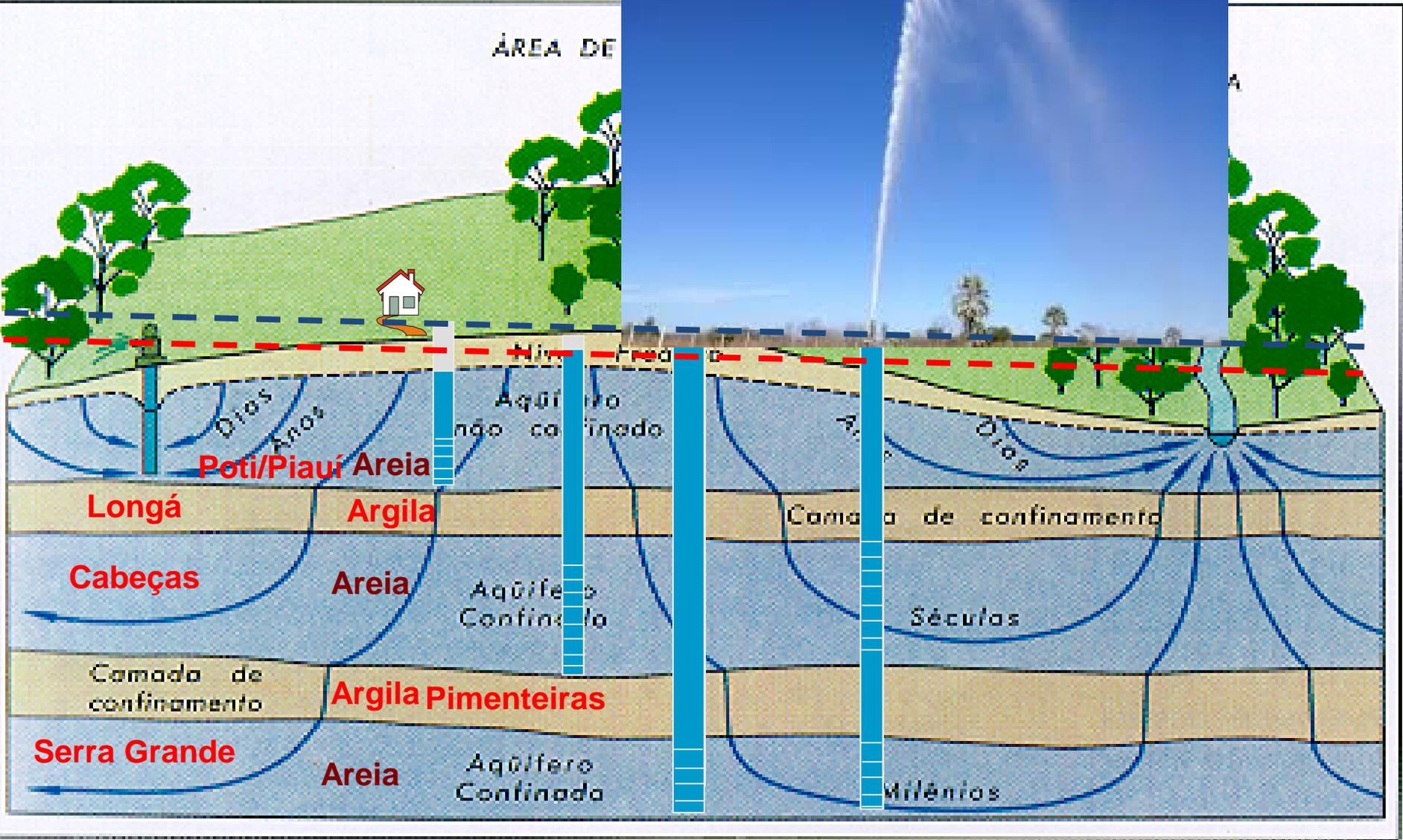


10 days



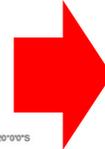
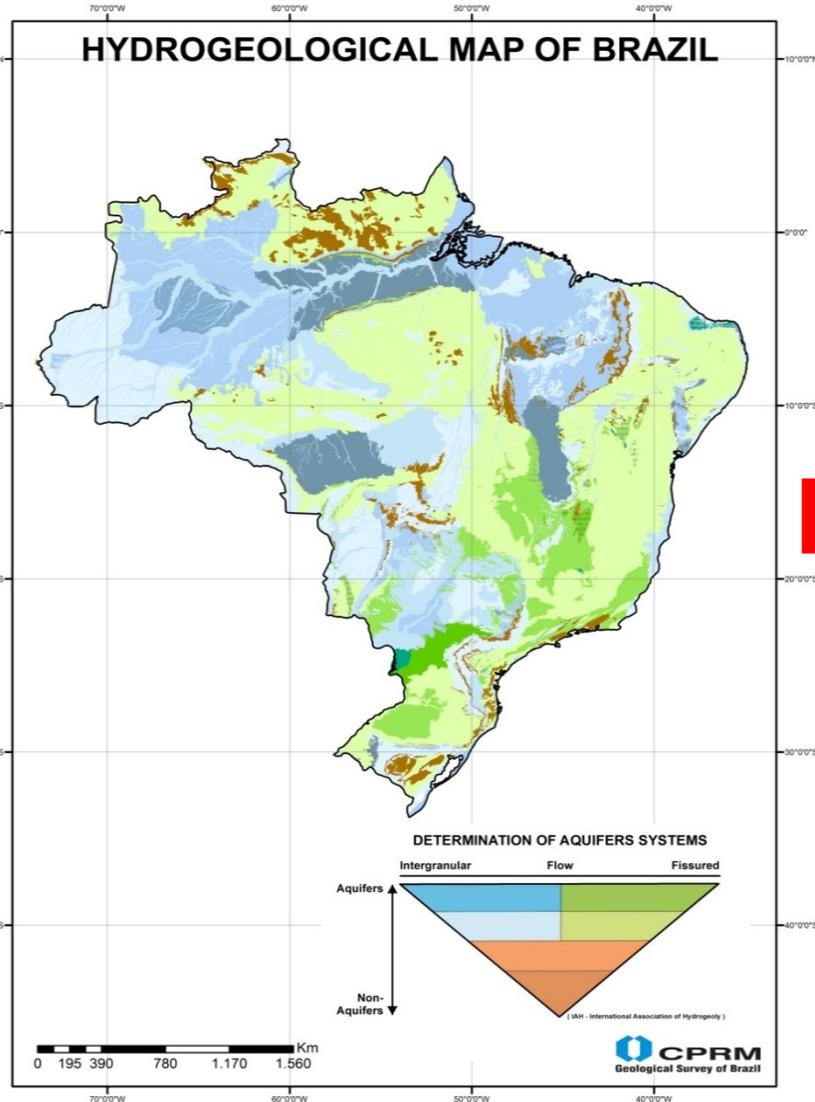


Grânea

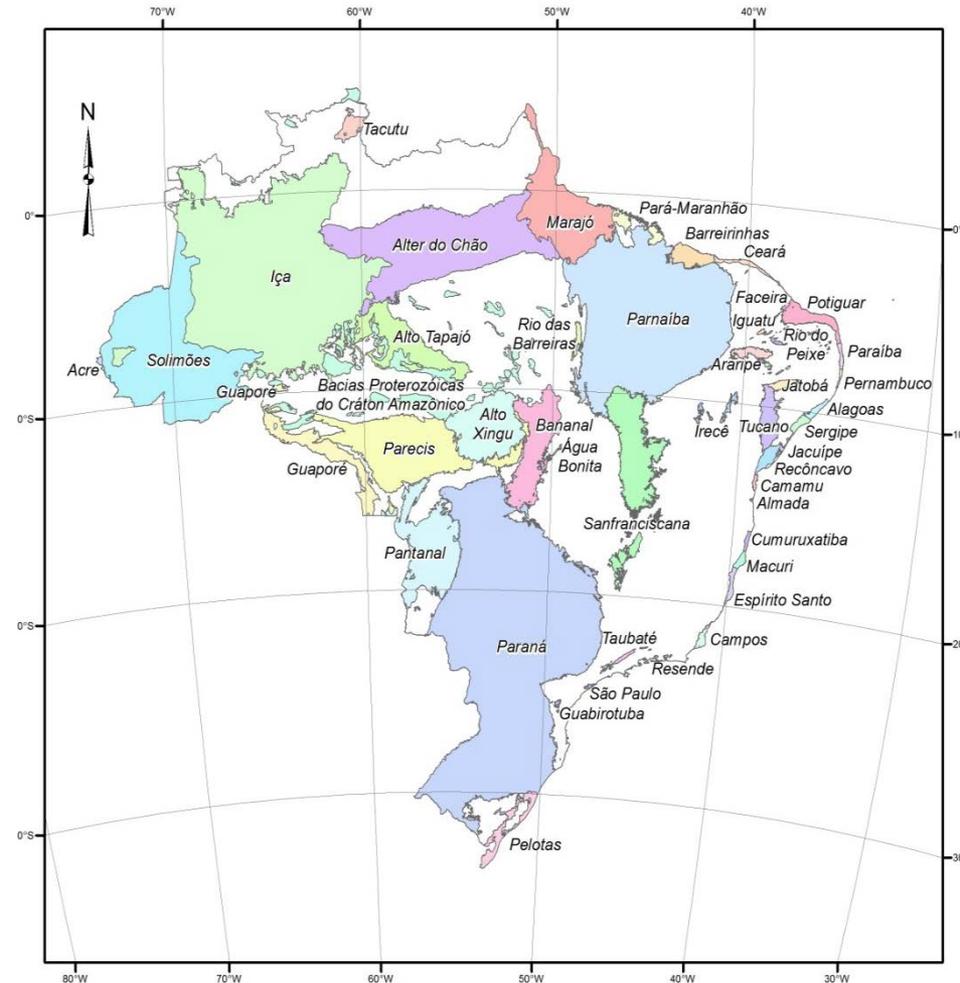




Distribuição da Água Subterrânea no Brasil



Principais Bacias e Coberturas Sedimentares



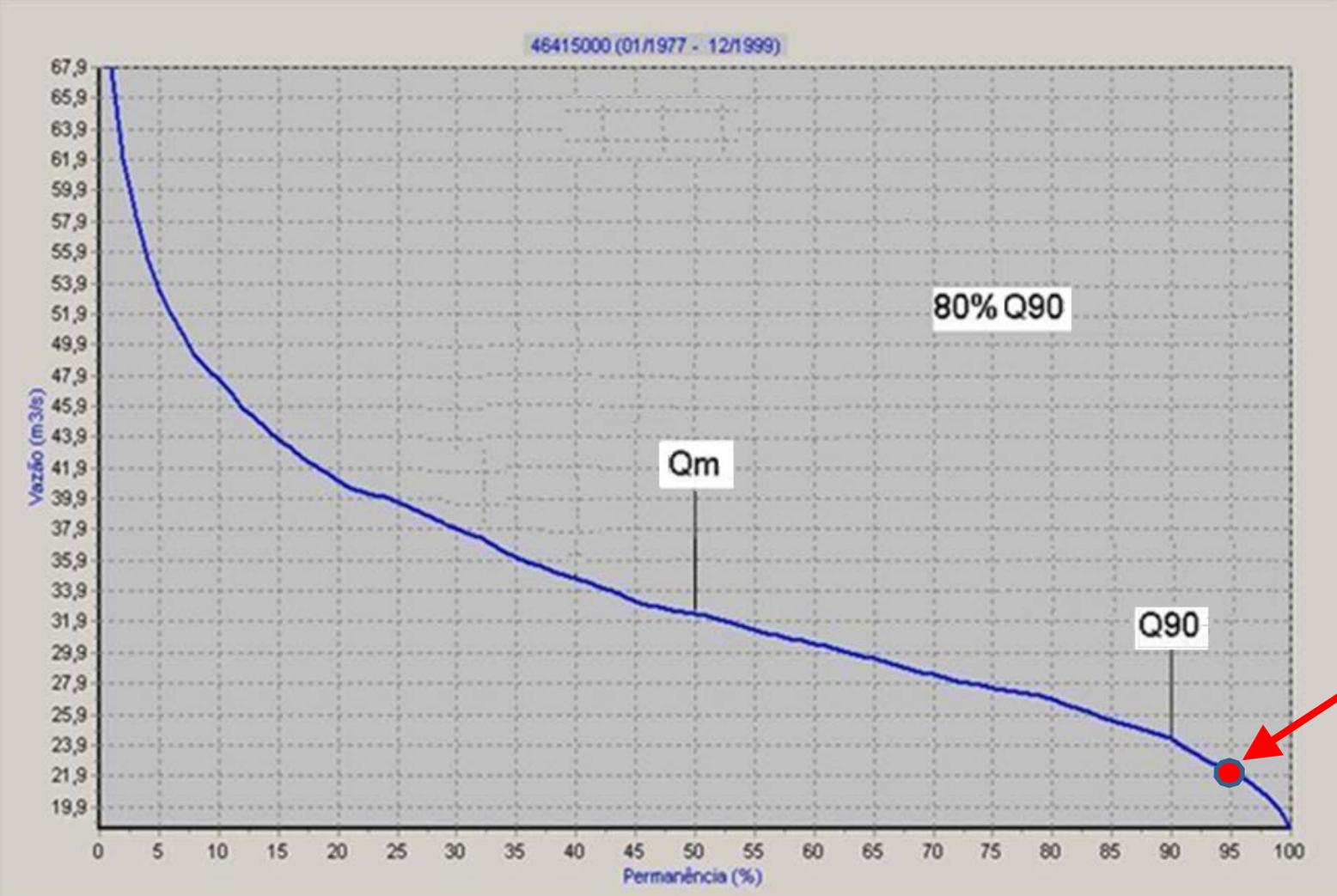


VAZÃO DE REFERÊNCIA NO ESTADO DA BAHIA

- Vazão com 90% de permanência diária no tempo (Q_{90} diária).
- até 20% da Q_{90} poderá ser outorgada no pleito individual.
- Máximo, de 80% da Q_{90} poderá ser comprometida com as outorgas.



Curva de Permanência e Q90 de Vazão nos rios do Oeste da Bahia – rio Grande em São Desidério



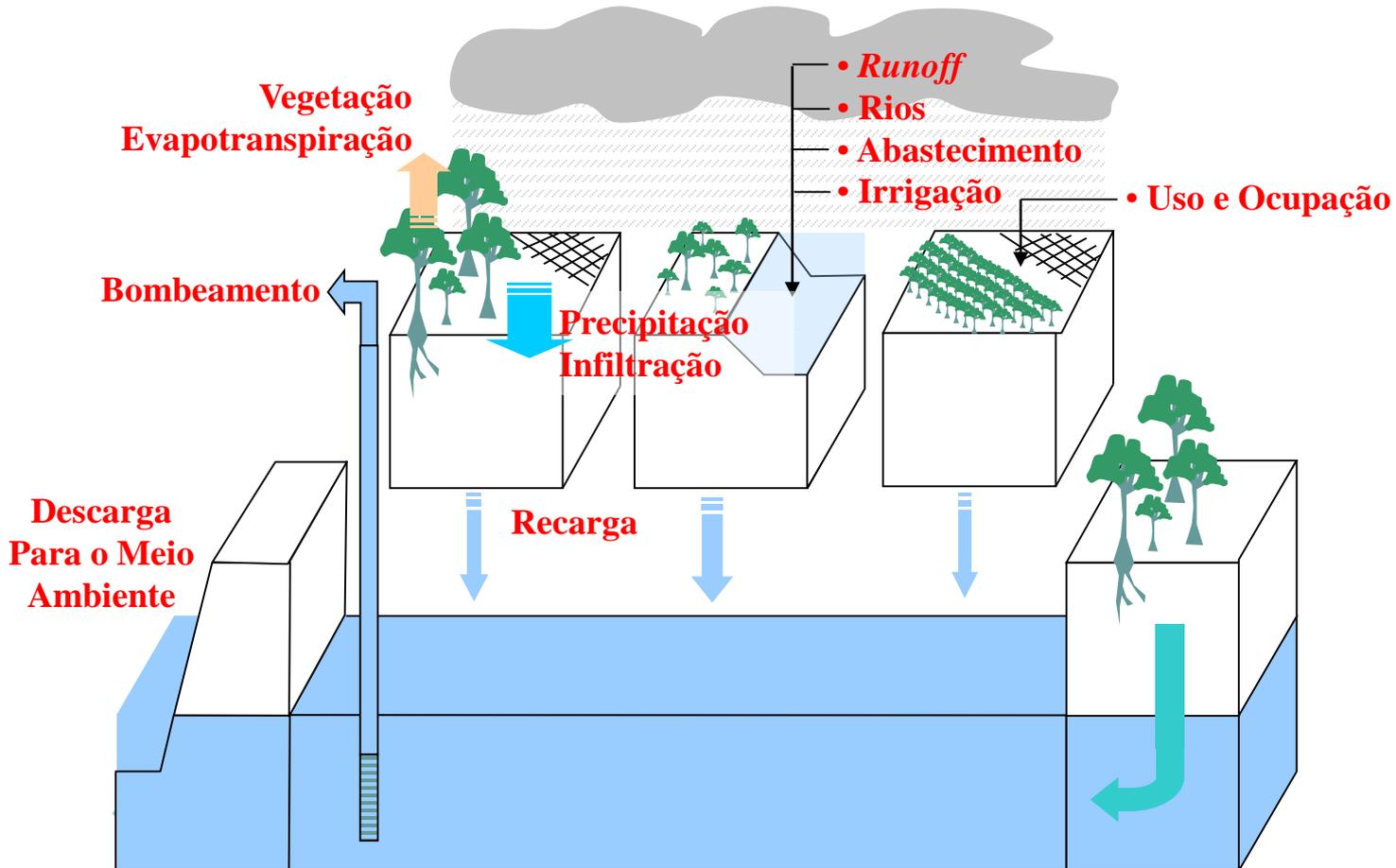


PROPOSIÇÃO P/DISCUSSÃO

- ***A exploração das água subterrâneas no SAU situado na bacia do rio Grande fica limitada a 2.800.000 m³/dia (33 m³/s);***
- ***Na bacia do rio Corrente: 3.000.000 m³/dia (35 m³/s);***
- ***Na porção baiana da bacia do Carinhanha: 1.033.151 m³/dia (23 m³/s).***

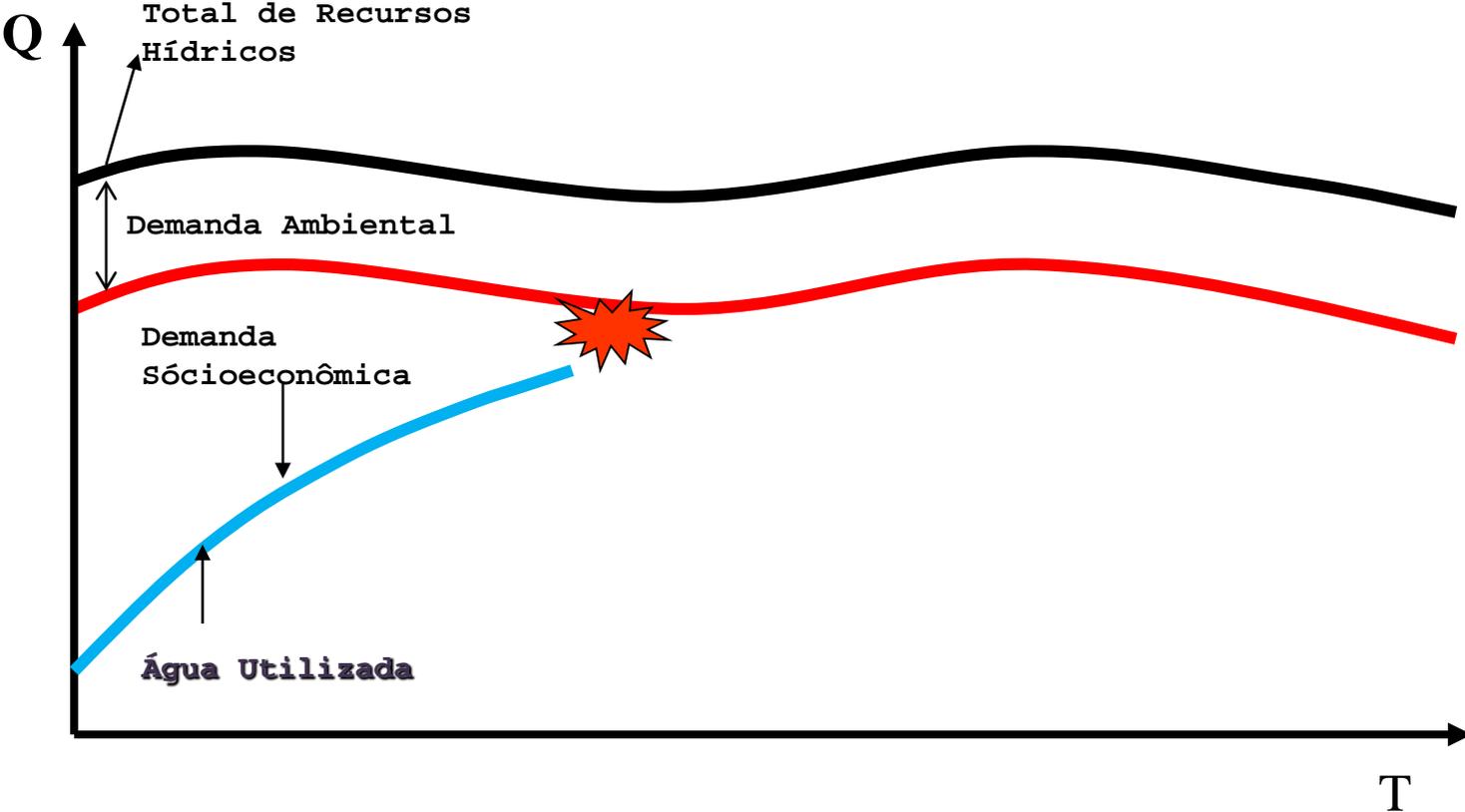


Sistema de Gestão Integrada (Água Superficial/Subterrânea/ Uso e Ocupação do Solo)



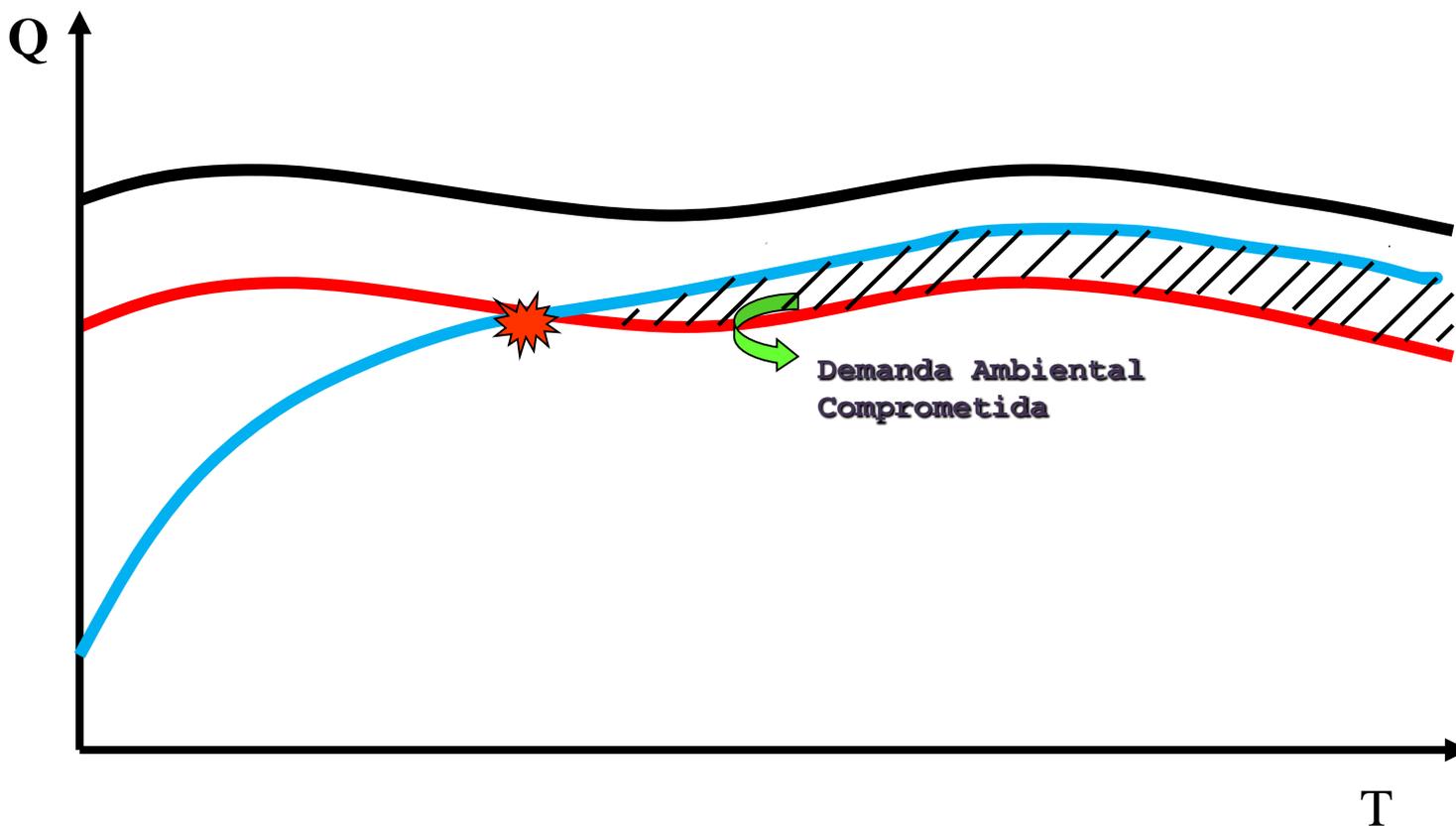


A demanda de água para atividades econômicas se aproxima da linha vermelha com o risco de comprometimento ambiental e econômico



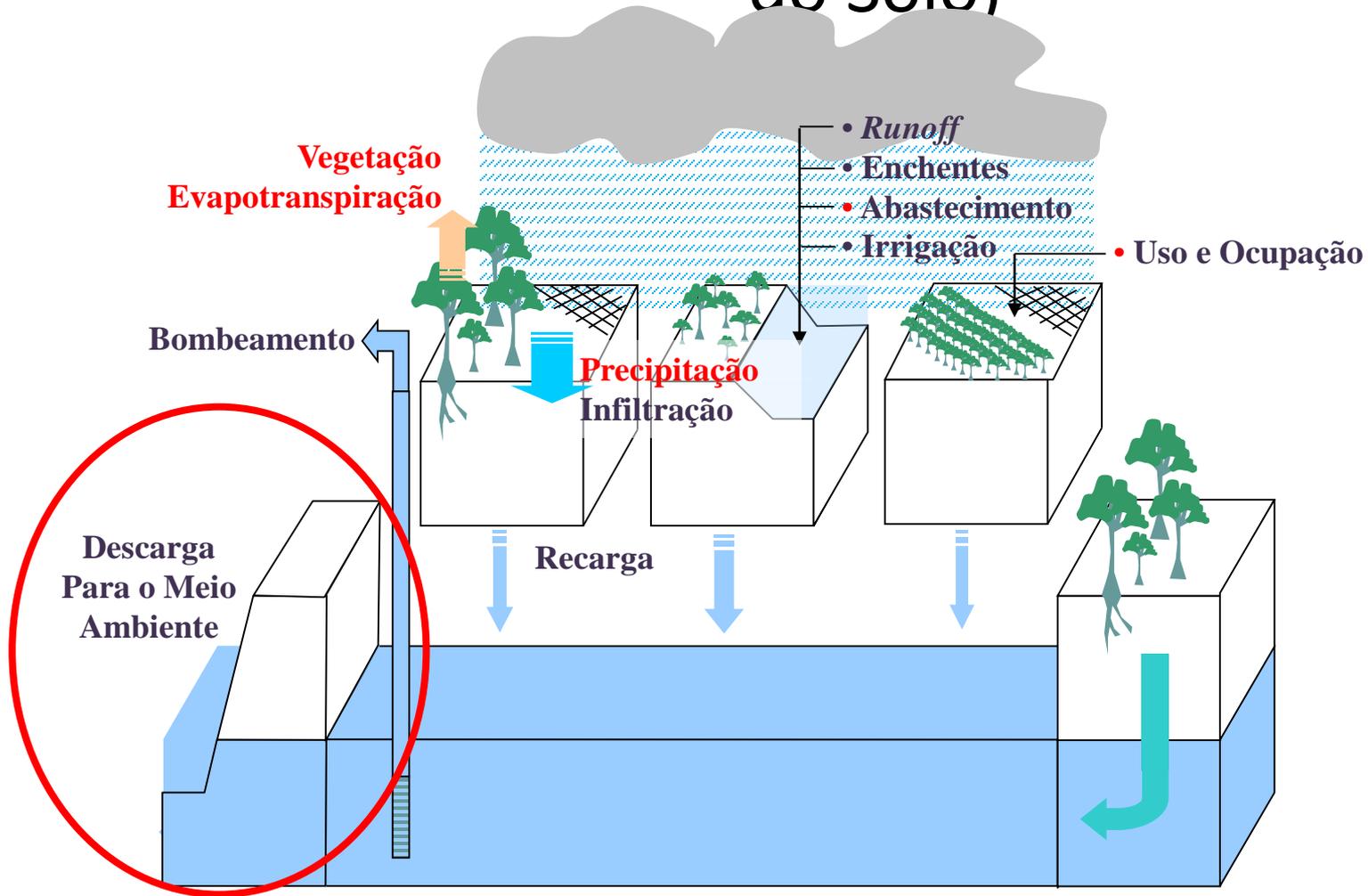


Com o desenvolvimento econômico rápido, a demanda por água aumenta rápido e os ecossistemas são penalizados. Como resultado, a gestão ambiental e de Recursos Hídricos fica mais complexa.



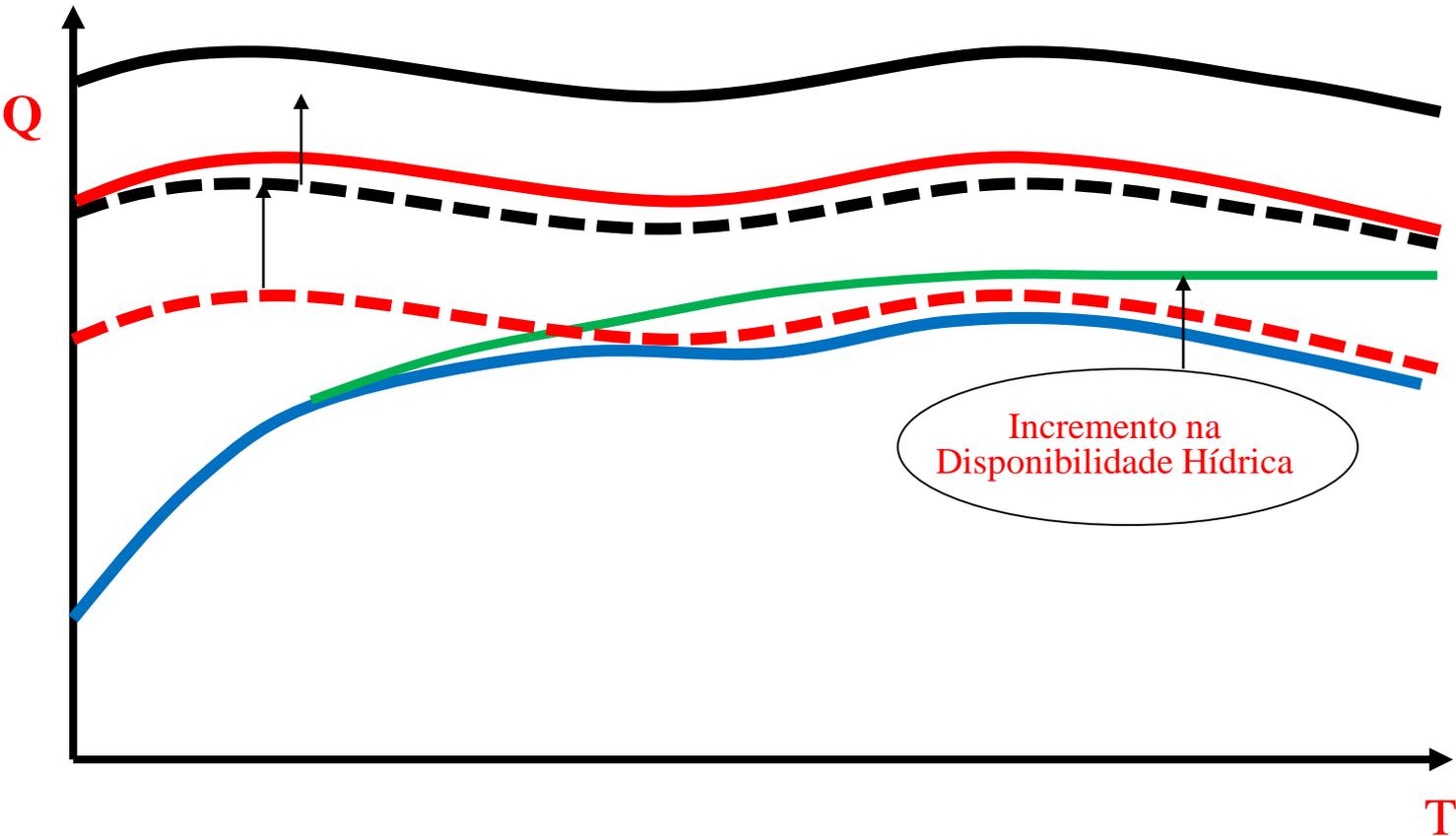


Sistema de Gestão Integrada (Água Superficial/Subterrânea/ Uso e Ocupação do Solo)





A Gestão Integrada de Água (Superficial e Subterrânea) e do Uso e Ocupação do Solo, Muda o Sistema





VANTAGENS DO PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO DE OUTORGAS

Distância Poço/Rio (metros)	Depleção no Rio Induzida Pelo Poço(%)	
	Regime de 18h/dia e 180dias/ano (ano normal)	Regime de 18h/dia e 365 dias/ano (seca severa)
1.000	25%	33%
1.500	13%	24%
2.000	7%	8%
2.500	3%	6%
3.000	1%	5%
3.500	1%	5%
4.000	0,50%	2%



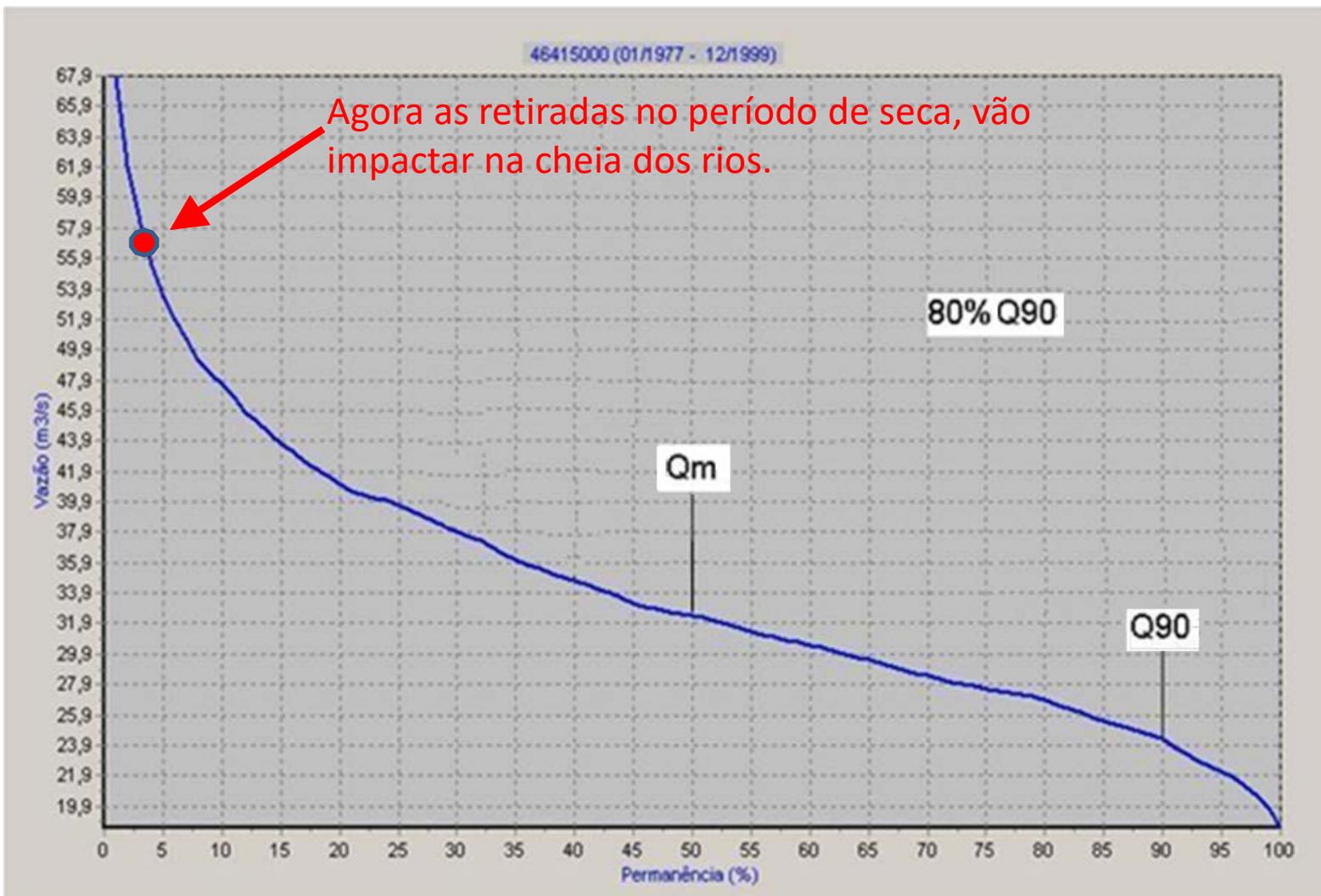
MAS NÃO SE CRIA ÁGUA, COM O TEMPO O SISTEMA VAI BAIXAR

Distância Poço/Rio (metros)	Depleção no Rio Induzida Pelo Poço(%)	
	Regime de 18h/dia e 180dias/ano (ano normal)	Regime de 18h/dia e 365 dias/ano (seca severa)
1.000	25%	33%
1.500	13%	24%
2.000	7%	13%
2.500	3%	6%
3.000	1%	5%
3.500	1%	5%
4.000	0,50%	2%

Solução : Utilizamos a água da cheia, incrementando a recarga....



Por meio da Gestão Integrada, podemos aproveitar a água da cheia no período de seca.





Como????



Programa de Gestão Integrada - PGI

- ***Primeiro Passo – substituir as outorgas superficiais por outorgas para águas subterrânea:***
 - ***Passamos a aproveitar o tempo de retardo da interferência superficial/ subterrânea em nosso benefício (o maior impacto é a retirada direta dos rios);***
 - ***Dimensionamos a distância poço/rio, para que o impacto nos rios só ocorra no período de cheia.***



VANTAGENS DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA (Mestrado)

Distância Poço/Rio (metros)	Depleção no Rio Induzida Pelo Poço(%)	
	Regime de 18h/dia e 180dias/ano (ano normal)	Regime de 18h/dia e 365 dias/ano (seca severa)
1.000	25%	33%
1.500	13%	24%
2.000	7%	8%
2.500	3%	6%
3.000	1%	5%
3.500	1%	5%
4.000	0,7%	2%

Se todas as captações ficarem a mais de 1.500 metros dos rios, e triplicando o volume outorgado, o impacto ao longo de 1 ano inteiro sem chuva, será de aproximadamente 60% do Q₉₀...



Mas não se cria água (princípio da conservação da massa), o sistema (que é apenas um) vai ter menos água.

Solução: Utilizamos a água da cheia, incrementando a recarga do aquífero nas propriedades rurais....

Isto reduz a vazão dos rios nas cheias e aumenta nos períodos de seca (retardo temporal).



Infiltração de Água no Solo e Perdas de Solo por Erosão no Urucuia

SOLO	CONDIÇÃO	INTENSIDADE DA CHUVA	Declividade	Início do Escoamento	Coeficiente de Enxurrada	Infiltração Acumulada (estimada)	Perda de solo
		mm/hora	%	minutos	%	Litros/m ²	g/0,7 m ²
LA típico	VEGETAÇÃO NATURAL	89,6	2	43	22	<u>125</u>	0,1
LA típico	SISTEMA CONVENCIONAL	95	5	20	36	<u>56</u>	99,3
LA típico	PLANTIO DIRETO DE QUALIDADE	104	5	75	0,1	<u>135</u>	0

Testes conduzidos na fazenda seis irmãos em latossolo amarelo com vegetação natural do cerrado, com sistema convencional (aração e gradagem) e com o sistema plantio direto de qualidade (EMBRAPA).

Dissertação apresentada em junho de 2004 por André Luiz Coelho Matos sob a orientação do professor doutor Heraldo Peixoto da Silva Relo



Resultados Esperados do PGI - 1

- **Substituindo as outorgas superficiais por subterrâneas:**
 - **Tirar o impacto dos rios nas secas.**
- **Incrementando a recarga (reduzindo o escoamento superficial):**
 - **Incrementar a vazão dos rios nas secas.**
- **Tudo isto ao custo da vazão dos rios nos períodos de cheia.**



Resultados Esperados do PGI - 2

- ***Maiores volumes disponíveis para outorga, beneficiando a economia e a sociedade***
- ***Rios com maiores volumes nos períodos de seca, beneficiando a economia, a sociedade e o meio ambiente***
- ***Menor assoreamento e contaminação dos rios, além de menos enchentes***



Consequências do PGI na Gestão

- *Renovação do conceito de outorga, para um processo mais eficiente, do ponto de vista econômico, social e ambiental*
- *Alteração do conceito da cobrança, com o usuário podendo abater do uso sua contribuição para a recarga*
- *O usuário recebedor seria recompensado pelo incremento de água*

Aquífero Granular

- Depósito Litorâneo
- Depósito Aluvionar
- Depósito Eólico
- Barreiras
- Urucuia
- Areado
- Exu
- Corda
- Pastos Bons
- Sambaíba
- Pedra de Fogo
- Piauí
- Poti
- Cabeças
- Serra Grande

Aquífero Cárstico

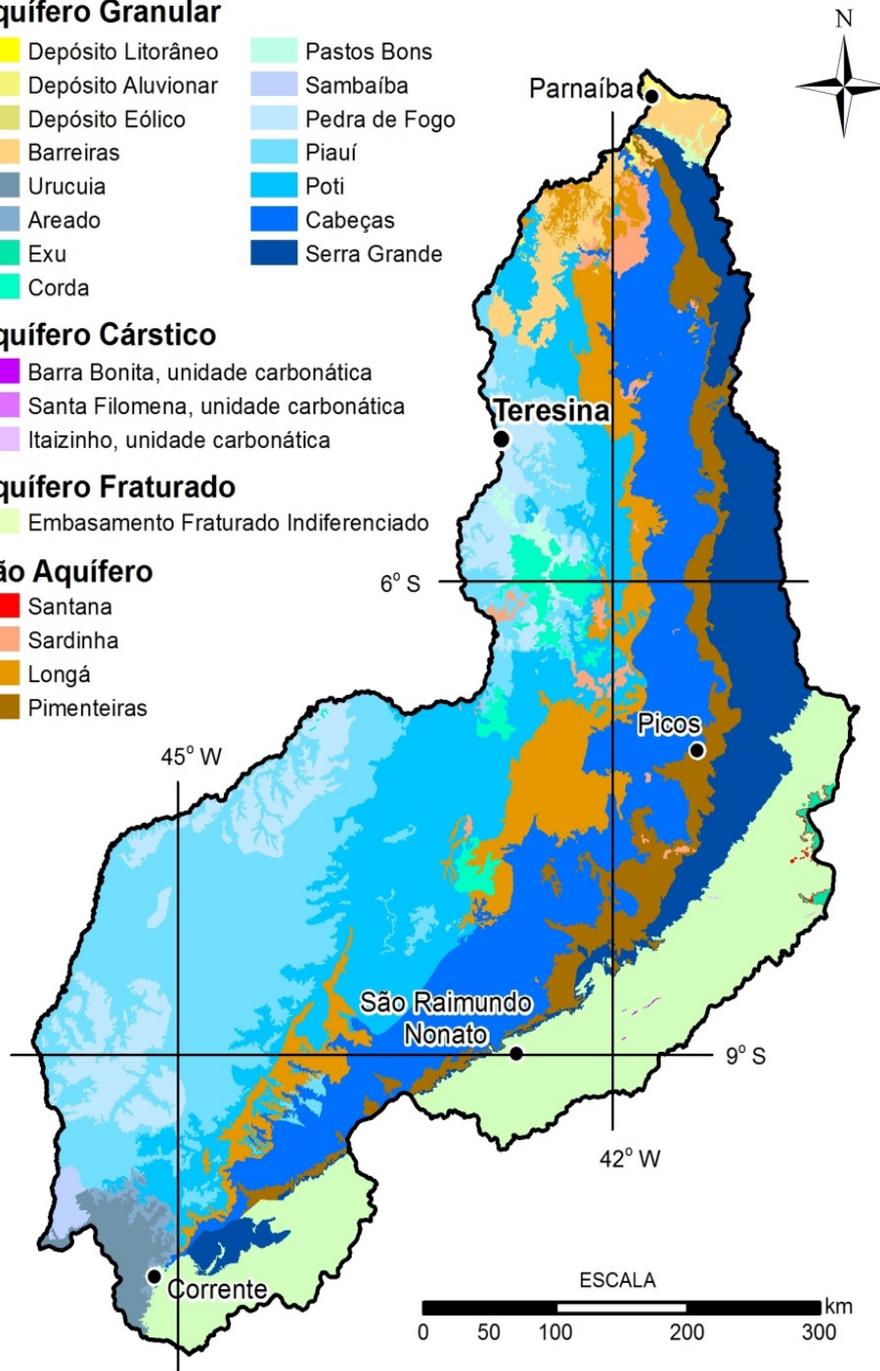
- Barra Bonita, unidade carbonática
- Santa Filomena, unidade carbonática
- Itaizinho, unidade carbonática

Aquífero Fraturado

- Embasamento Fraturado Indiferenciado

Não Aquífero

- Santana
- Sardinha
- Longá
- Pimenteiras



*Água Subterrânea
no Estado do Piauí*



Poço Violeto e seu piezômetro

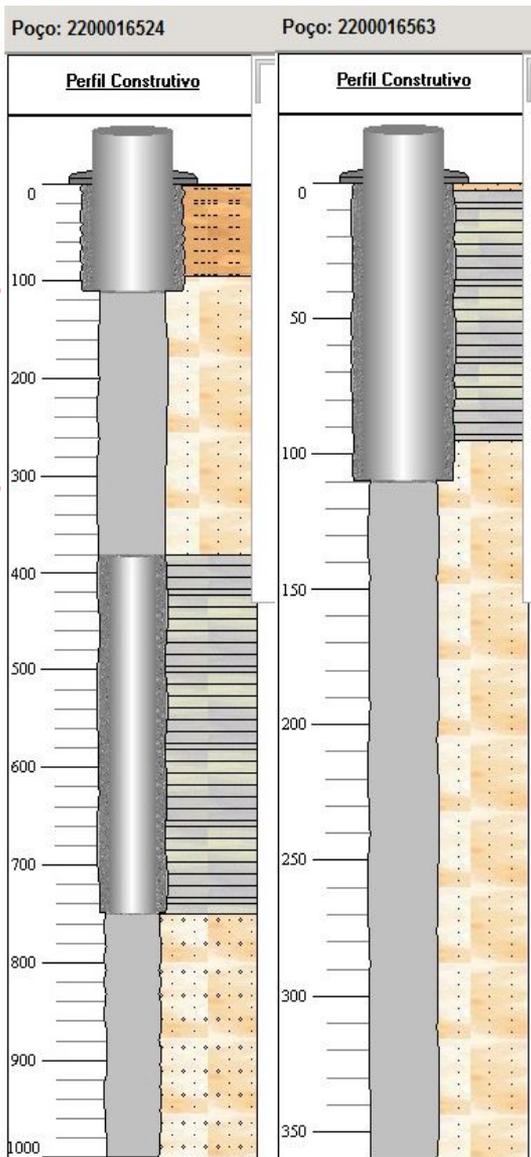




Poço Santa Fé



Os Poços



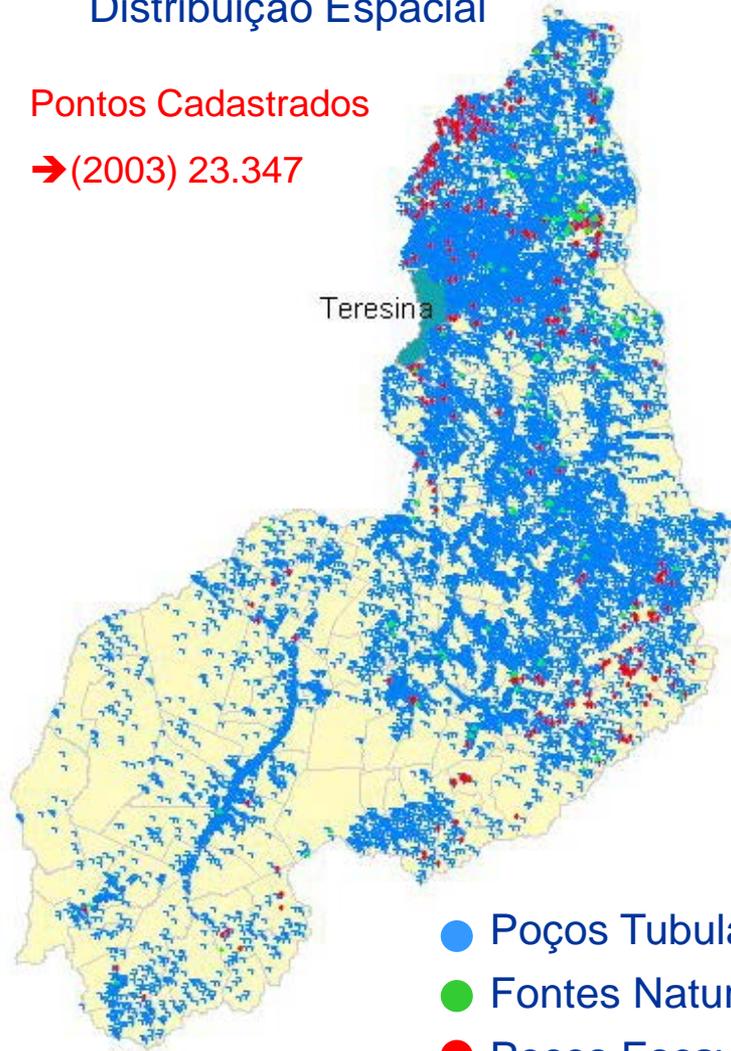


Antecedentes 2003/2004

Distribuição Espacial

Pontos Cadastrados

→ (2003) 23.347



- Poços Tubulares → 23.347
- Fontes Naturais → 140
- Poços Escavados → 355

Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea

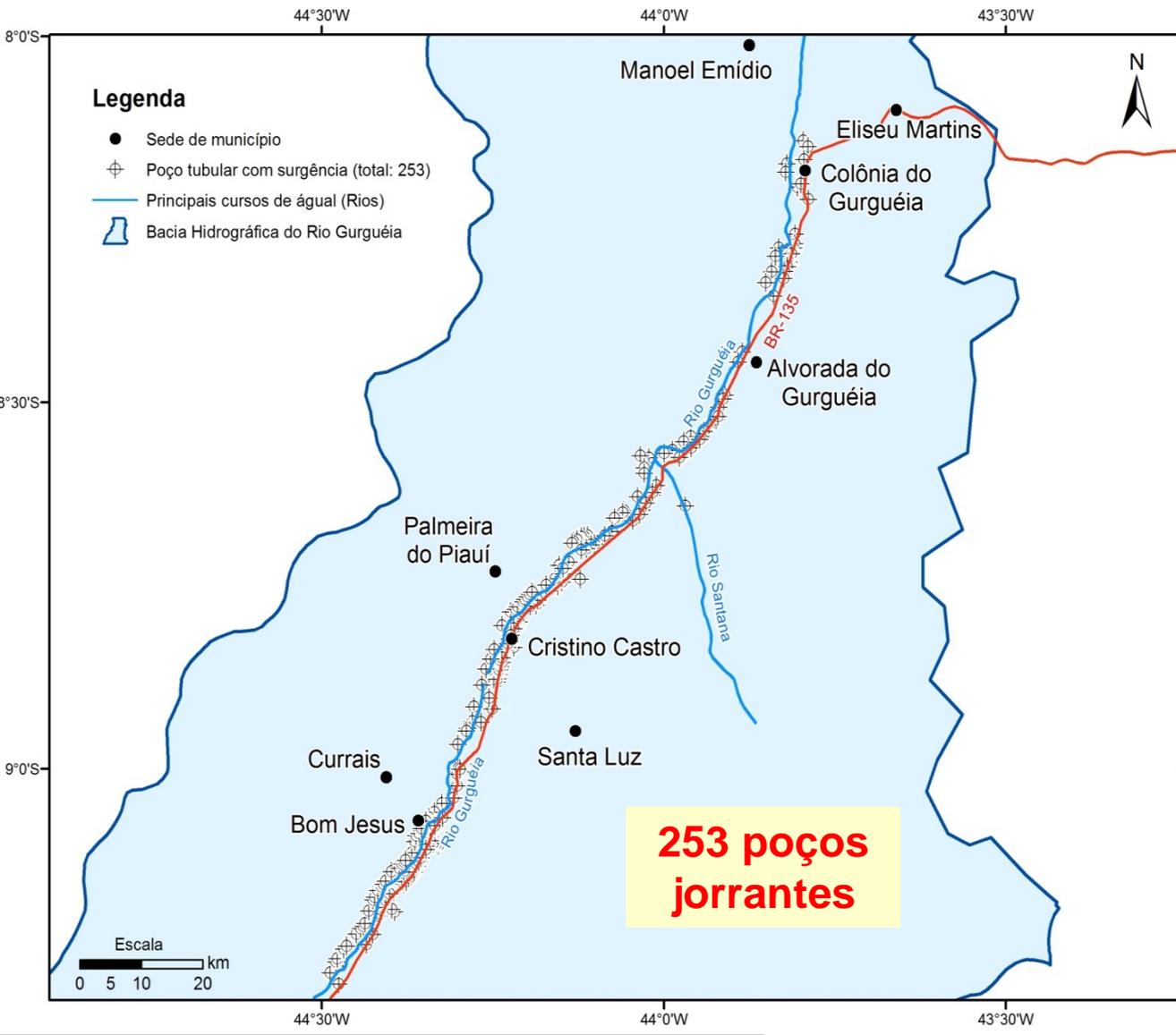
Realizado através de um convênio da CPRM com a Secretaria de Energia do MME, cadastrou cerca de 87.000 poços na região nordeste do Brasil (excetuando o estado do Maranhão e incluindo o vale do Jequitinhonha em MG).

As informações mais consistentes e relevantes foram a medida da coordenada do ponto com GPS e análise *in loco* da Condutividade Elétrica da Água que permite uma avaliação da qualidade da água.





Antecedentes 2003/2004



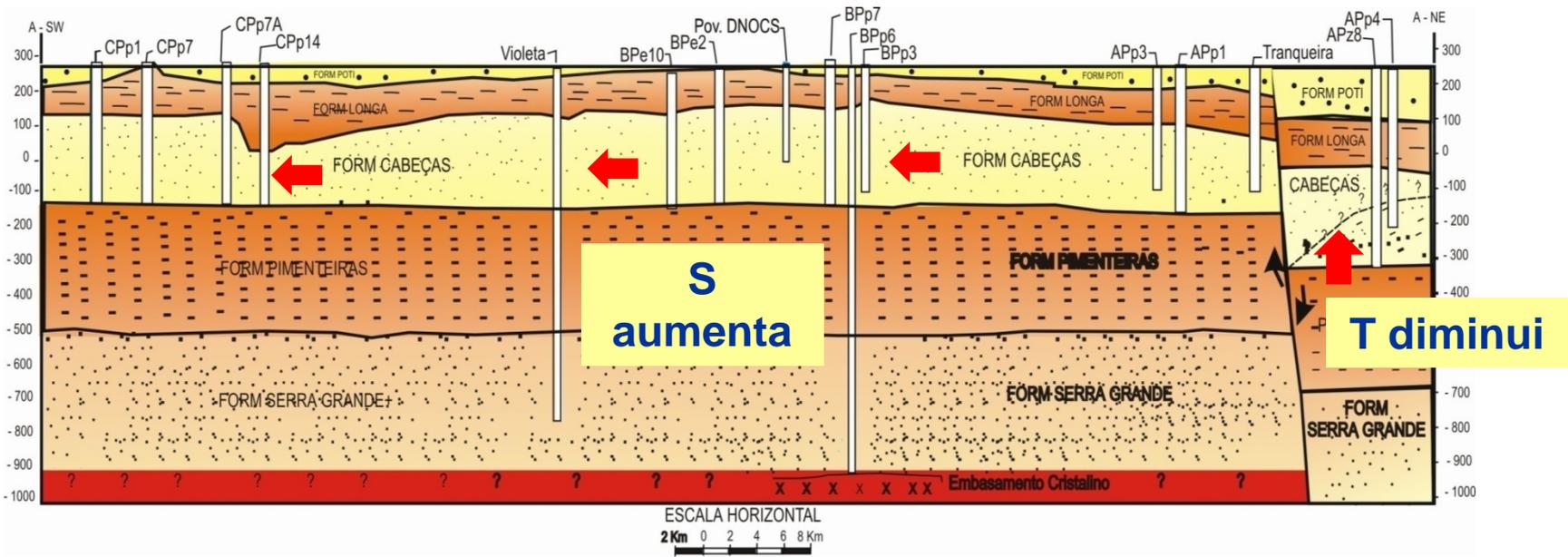
Desde o sul de Bom Jesus até Eliseu Martins foram cadastrados **253** poços surgentes.

Estes poços, em quase sua totalidade, são de particulares e muitos são utilizados para re





Estado da Arte do Conhecimento



Aquífero	T (m ² /s)	S	Qualidade
Cabeças	1,2.10 ⁻²	3.10 ⁻⁴ a 5,4. 10 ⁻⁴	C ₁ S ₁
Serra Grande	1.10 ⁻²	1.10 ⁻⁴	C ₁ S ₁ a C ₂ S ₁
Poti-Piauí	10 ⁻³ a 10 ⁻⁴	10 ⁻² a 10 ⁻³	C ₁ S ₁



Situação dos Poços - 2009

Violeta

1973



1987



2006



Retirado da solicitação do inquérito civil público...

<http://www.mppi.mp.br/internet/phocadownload/artigos/36.htm>

“II.8 O Poço Violeta (que na realidade são dois) é de propriedade do DNOCS, órgão federal, mas está localizado em área particular. Com a notificação feita ao DNOCS (Doc. 44, fl. 522), descobriu-se que os poços poderiam ser fechados com registros, mas isso não acontecia por que tais registros se quebravam facilmente, seja pela ação da água, seja por pessoas. O DNCOS colocou registros novos e fez-se acordo informal com o dono do restaurante do local, para que o mesmo “vigiasse” os registros, promovesse sempre a sua limpeza e só abrisse um poço aos sábados, domingos e feriados. Posição definitiva sobre os poços deverá ser feita através do Ministério Público Federal (Docs. 44-A a H, fls. 522 a 536)”





Integração da água subterrânea e superficial no planejamento

- Inicialmente precisamos discutir a legislação, que muitas vezes separa e não integra;
- As instituições ainda carecem de pessoal, recursos e capacitação;
- Os agentes políticos tem uma visão restrita do assunto;
- A gestão do uso do solo interfere diretamente na recarga e na qualidade da água subterrânea;
- A distribuição espacial dos diferentes usuários precisa ser bem definida.



Ou....

ALTERNATIVA ZERO

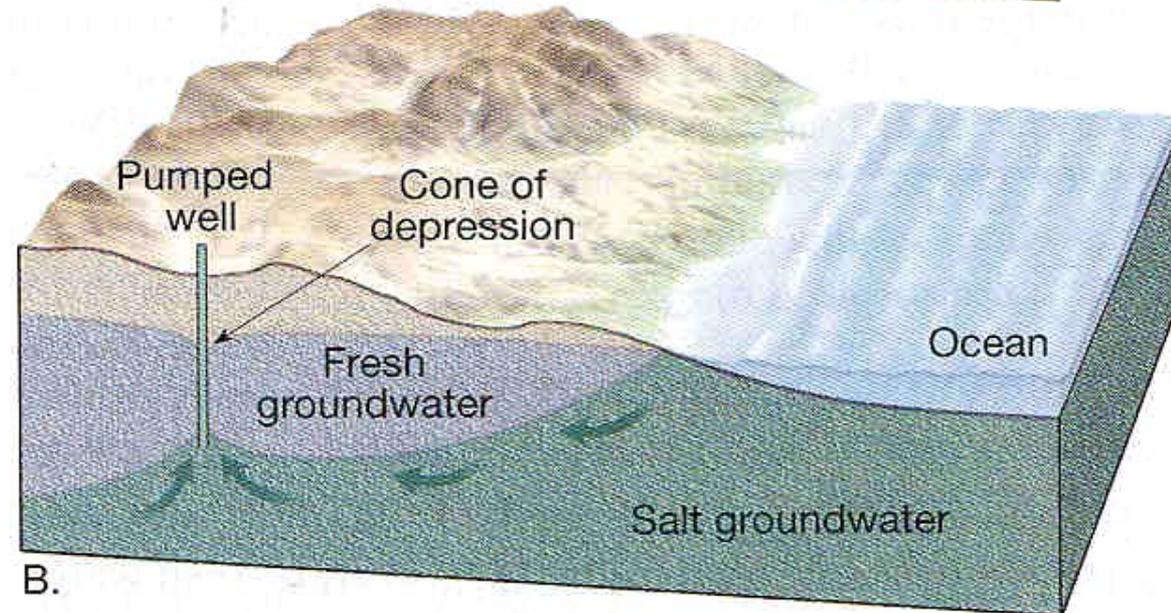
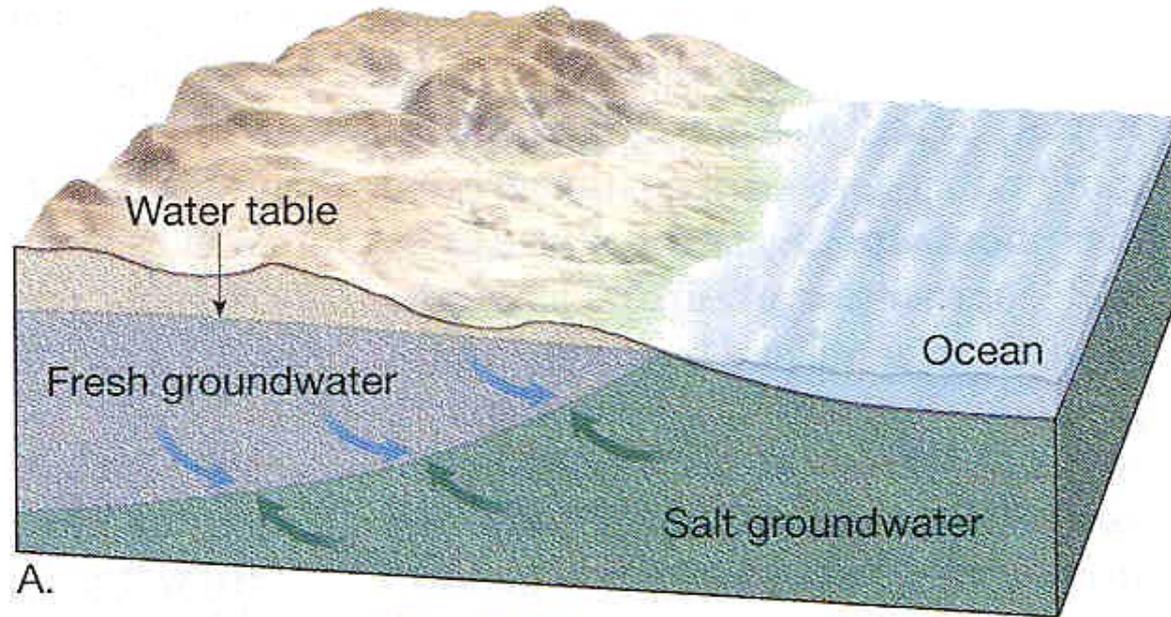
NÃO SE FAZ NADA!!!



DESVANTAJENS DA ALTERNATIVA ZERO

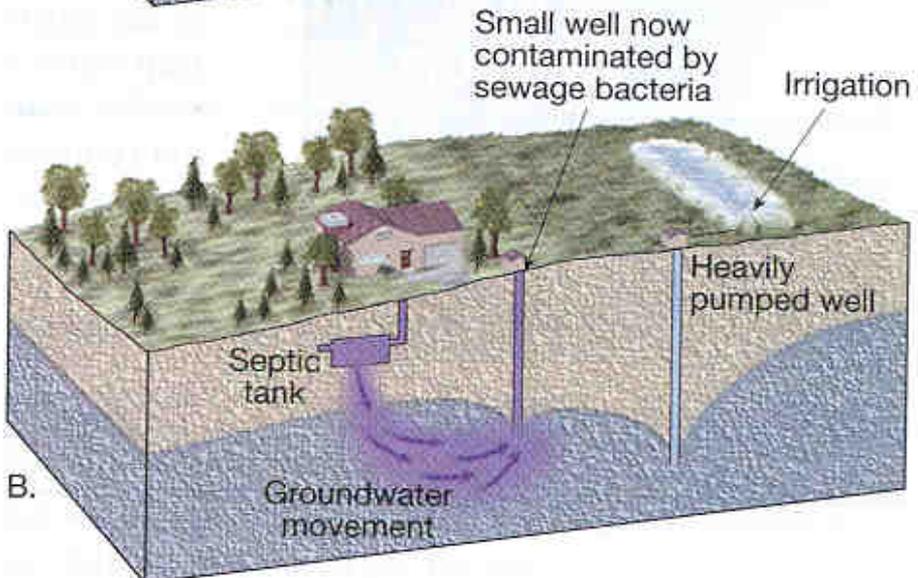
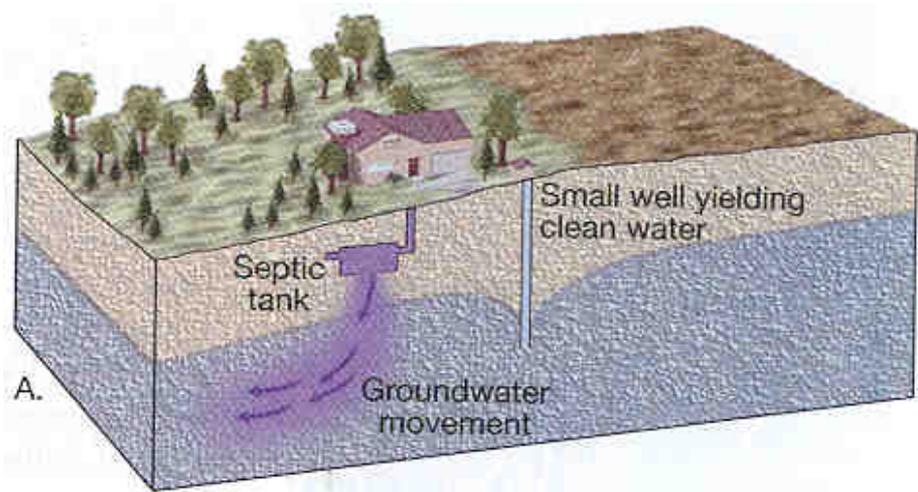
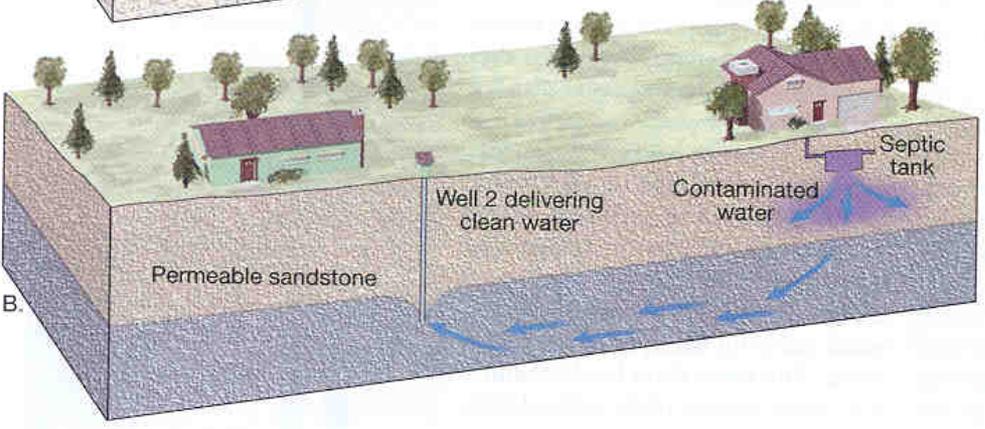
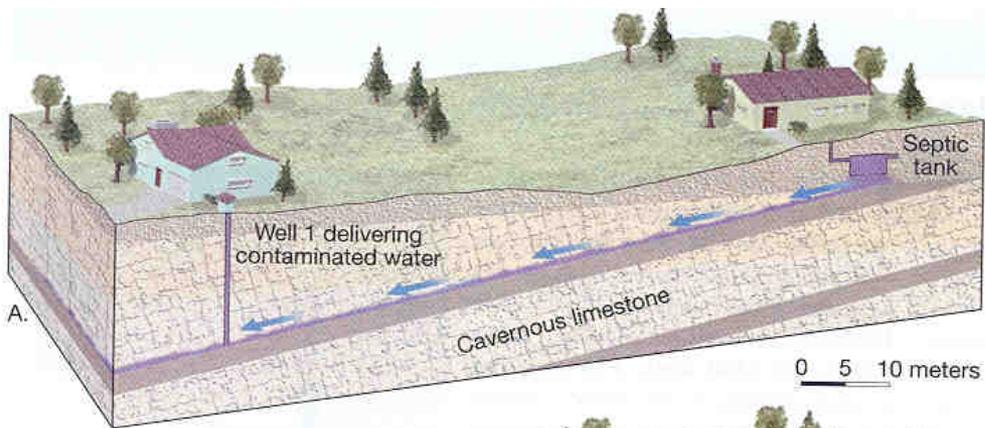


- Contaminação por água salgada (áreas costeiras)



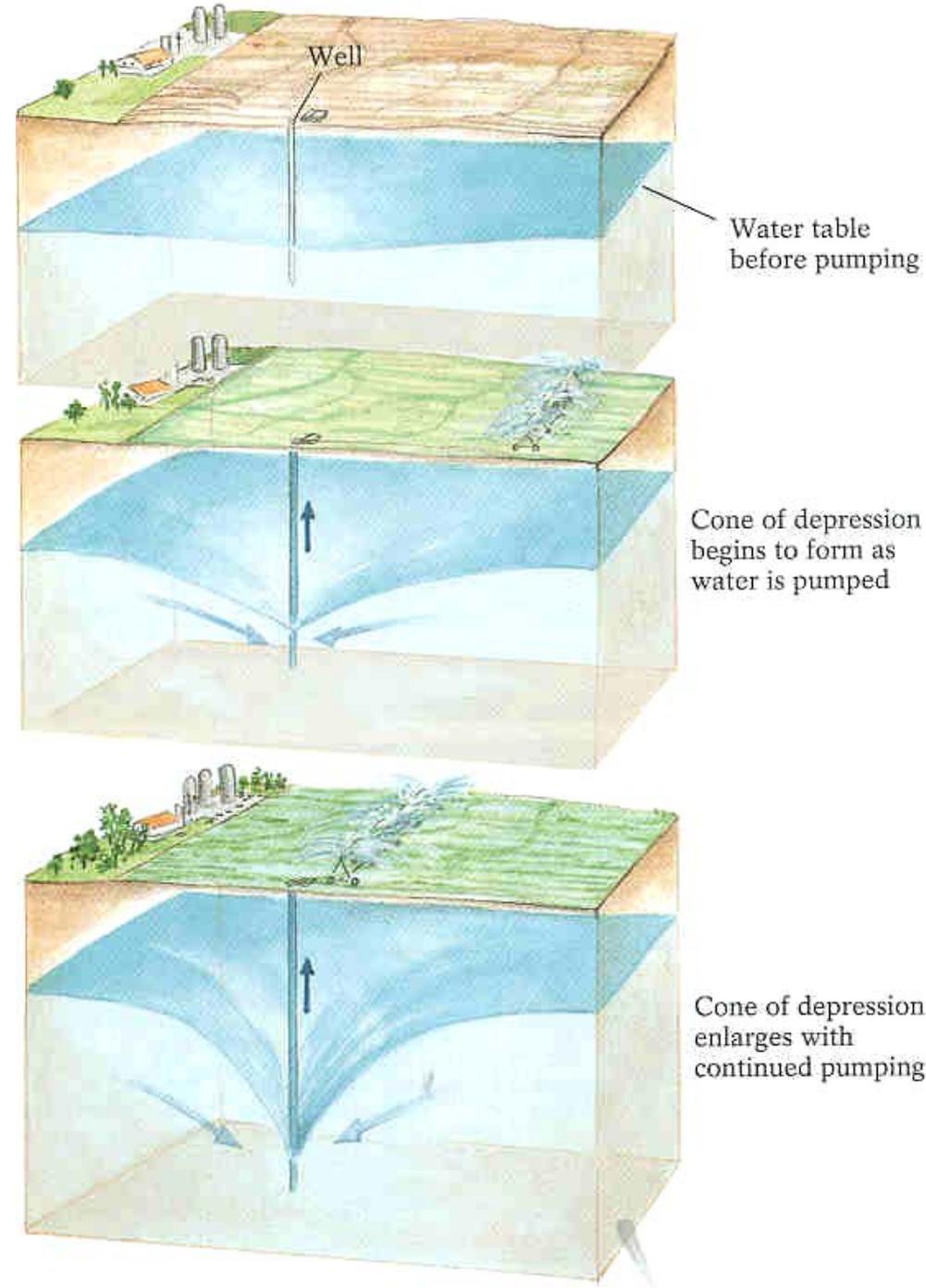


Contaminação da Água dos Poços

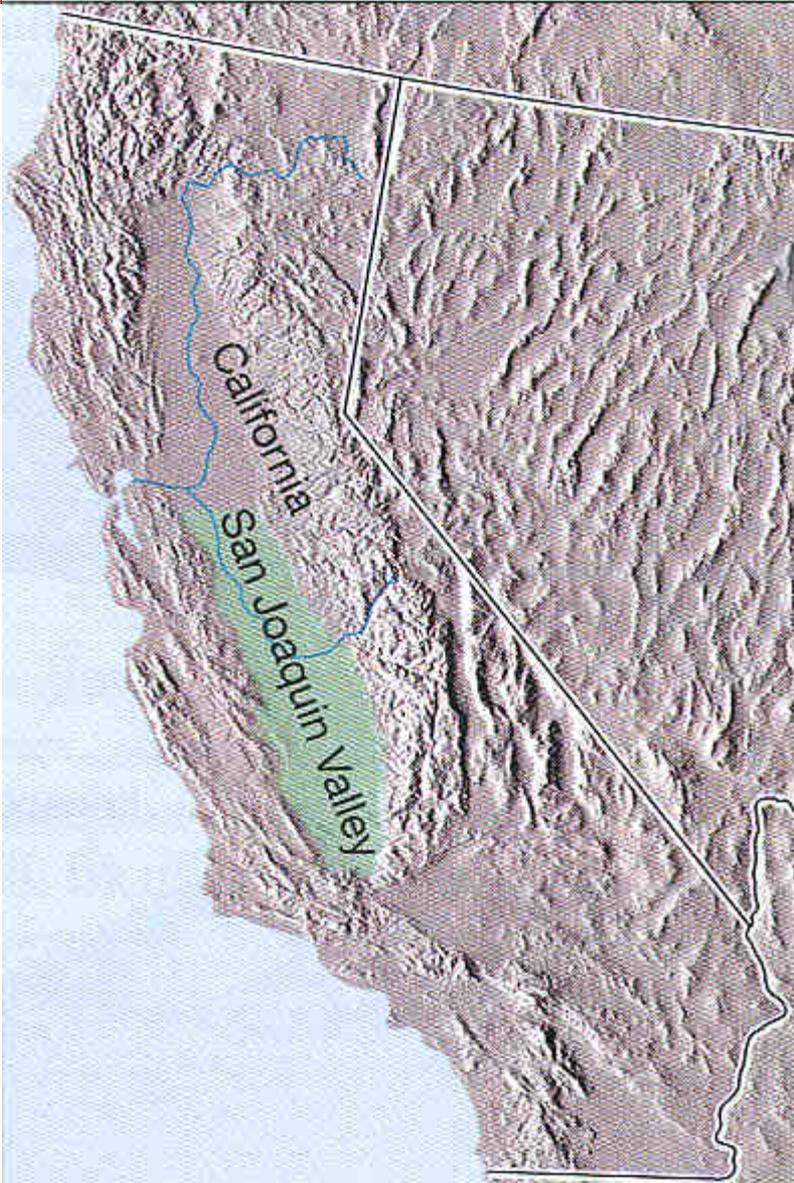




Bombeio Continuado de Poços Produz o Rebaixamento Continuado do Aquífero.

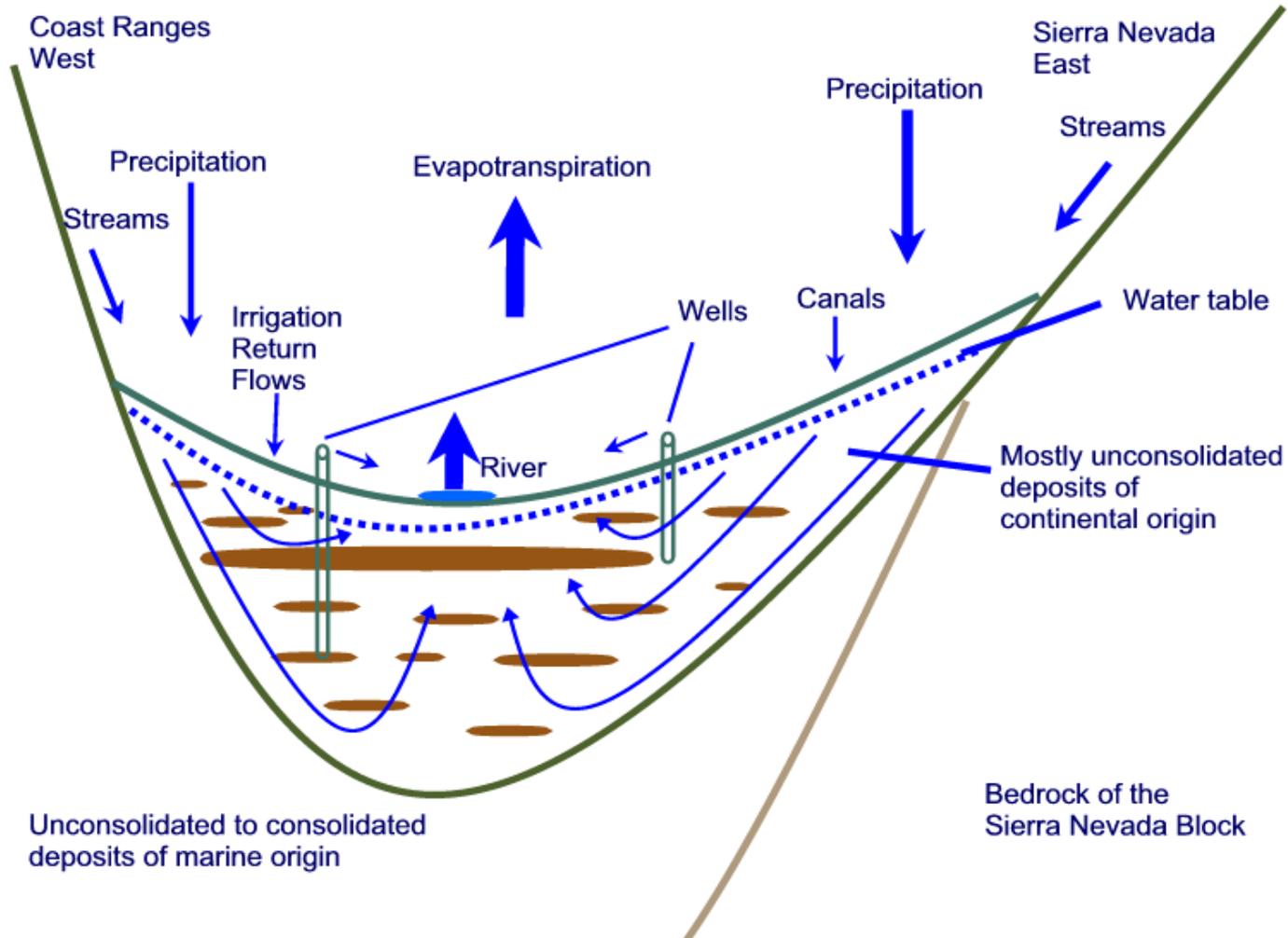


Aquífero semi-confinado profundo



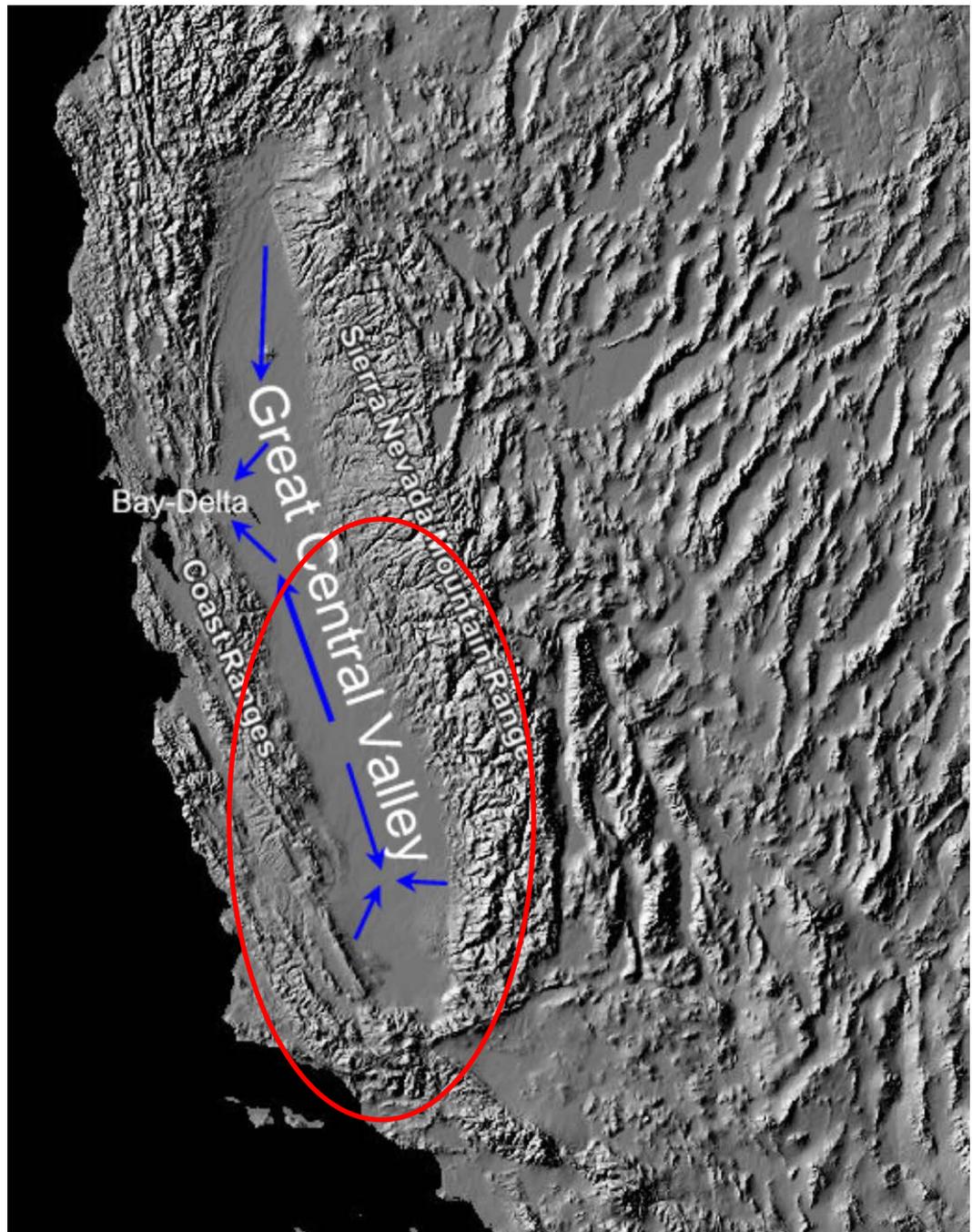


Perfil Esquemático da Bacia de San Joaquin, com indicação dos Aquitardes





Inversão das
Drenagens em
virtude do
Bombeamento da
Água Subterrânea





Para Promover a Sustentabilidade das Águas Subterrâneas

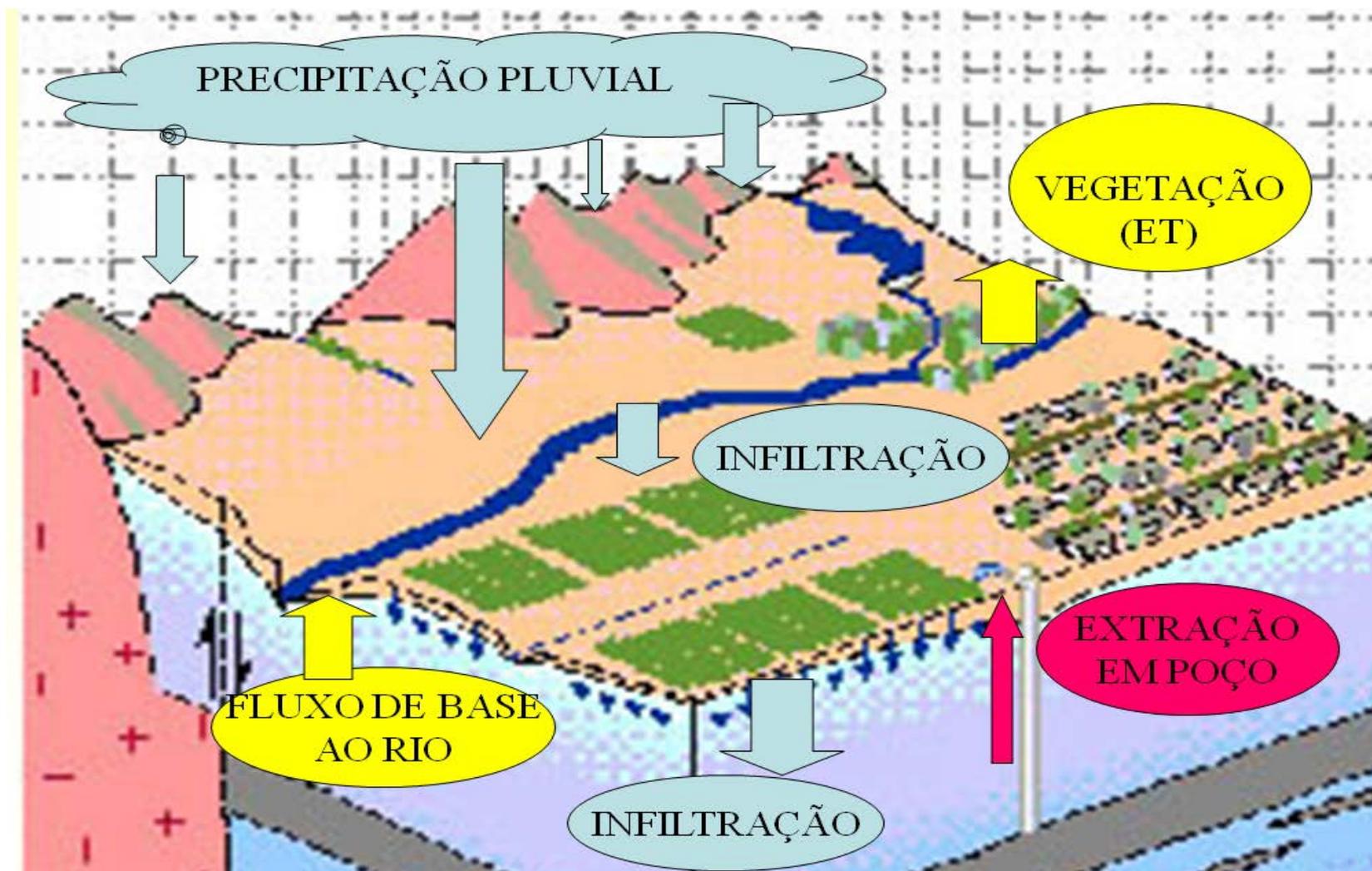
- **Avaliar como e quando usar água subterrânea e superficial**
- **Controlar os volumes e/ou o posicionamento espacial dos poços de bombeamento**
- **Incrementar a recarga de água subterrânea**
- **Utilizar os aquíferos como reservatórios**



*Nós sempre tivemos muitos
instrumentos de gestão - Por
que a visão integrada ainda é
difícil????*



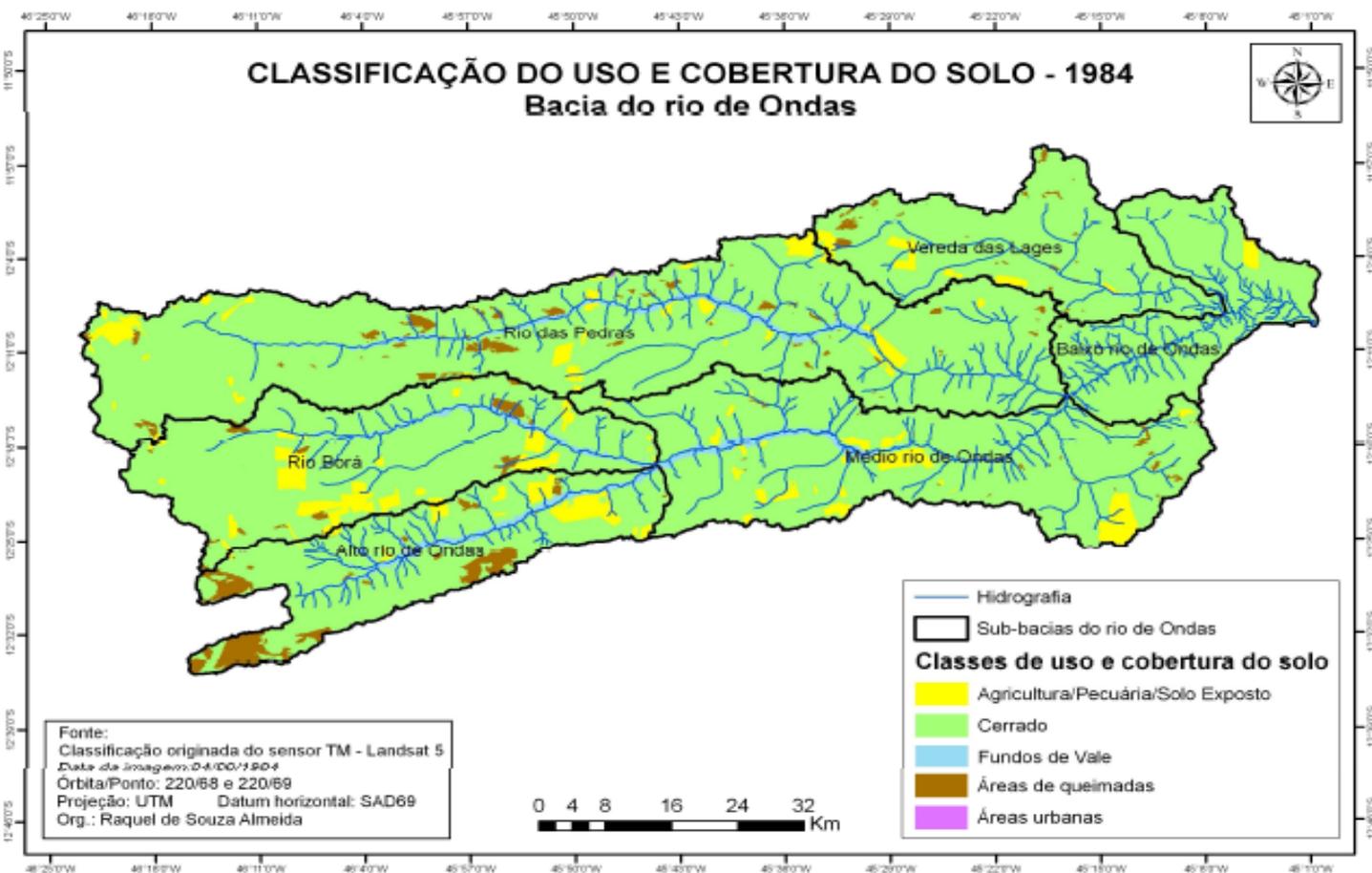
Este tipo de gestão ignora que aquíferos não são rios, mas sim reservatórios de regularização naturais. Podendo ser utilizados como reservatórios para os períodos secos.





Evolução da Área (Ex: Bacia do Rio de Ondas - 1984)

- Vegetação natural do Cerrado: 4.922,19 km² (88,2%).
- Áreas agrícolas: 295,89 km² (5,3%).

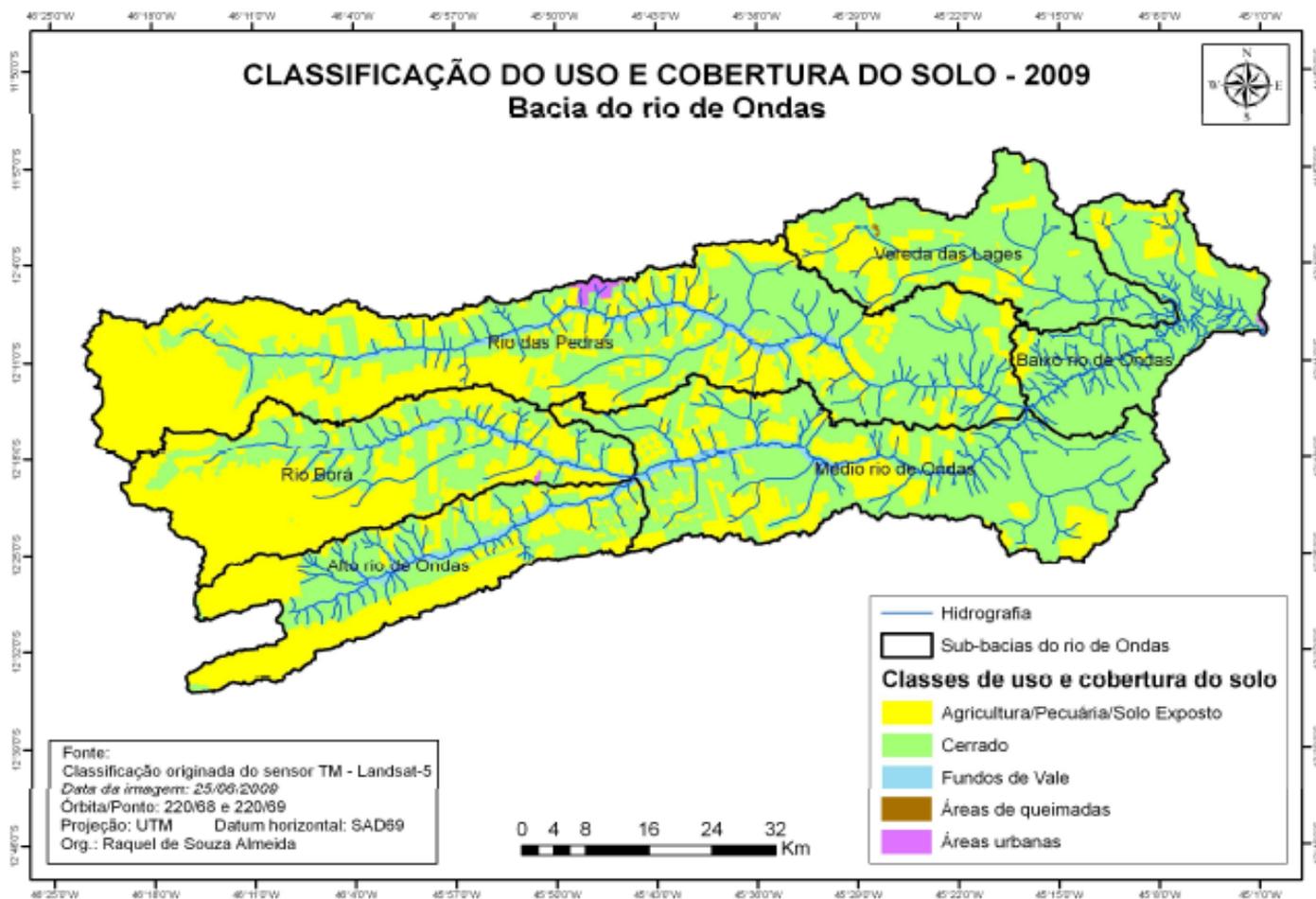




Evolução da Área (Ex: Bacia do Rio de Ondas - 2009)

Cerrado: 54,42% (3.037,06 km²).

Agricultura/pecuária/solo exposto: 41,31% (2.305,22 km²).



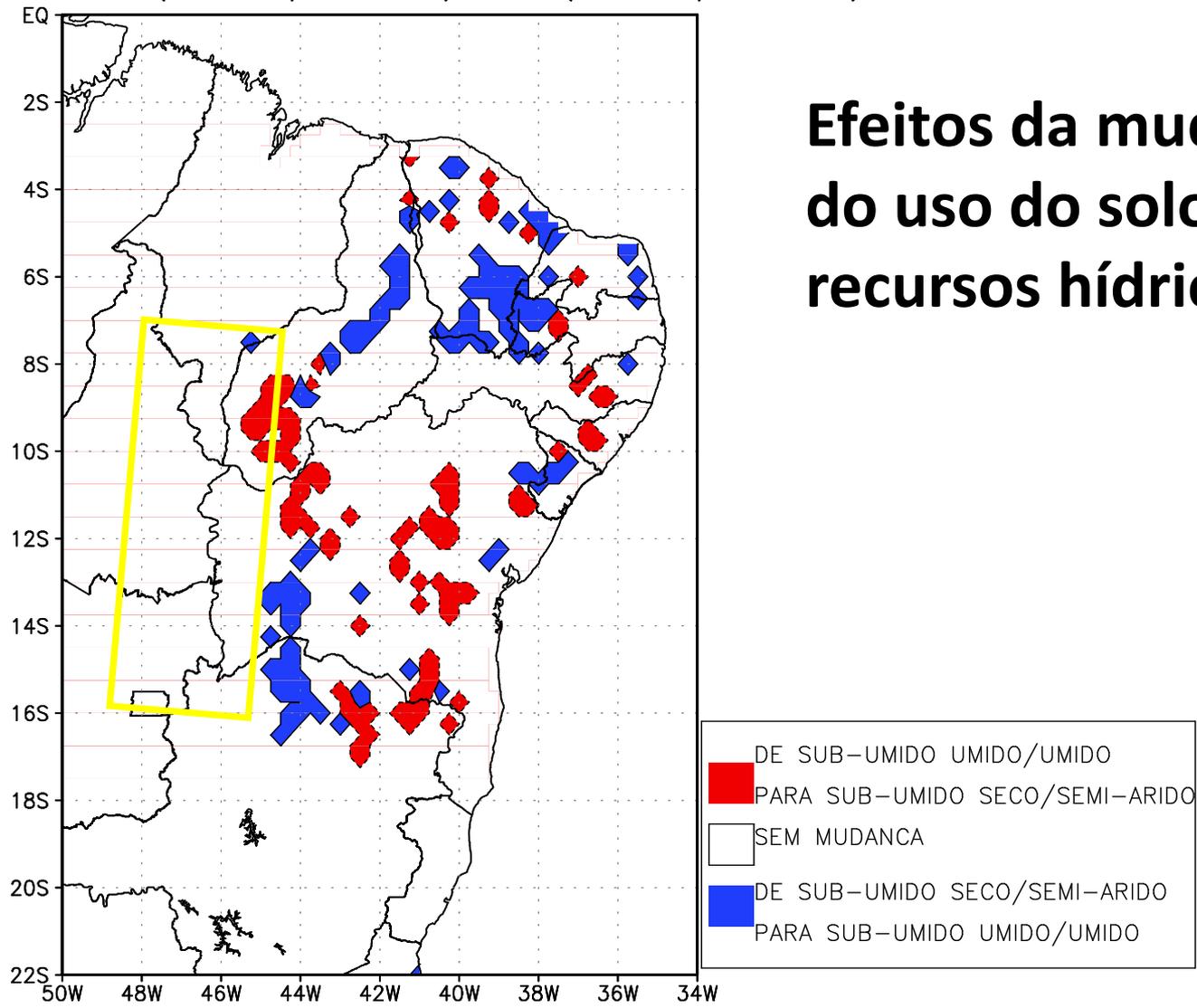


Os estudos já realizados comprovam o impacto destas alterações no uso e ocupação do solo nas disponibilidades Hídricas...

Tanto na bacia do Tocantins, quanto na do São Francisco, esta alteração já reduziu as disponibilidades hídricas...



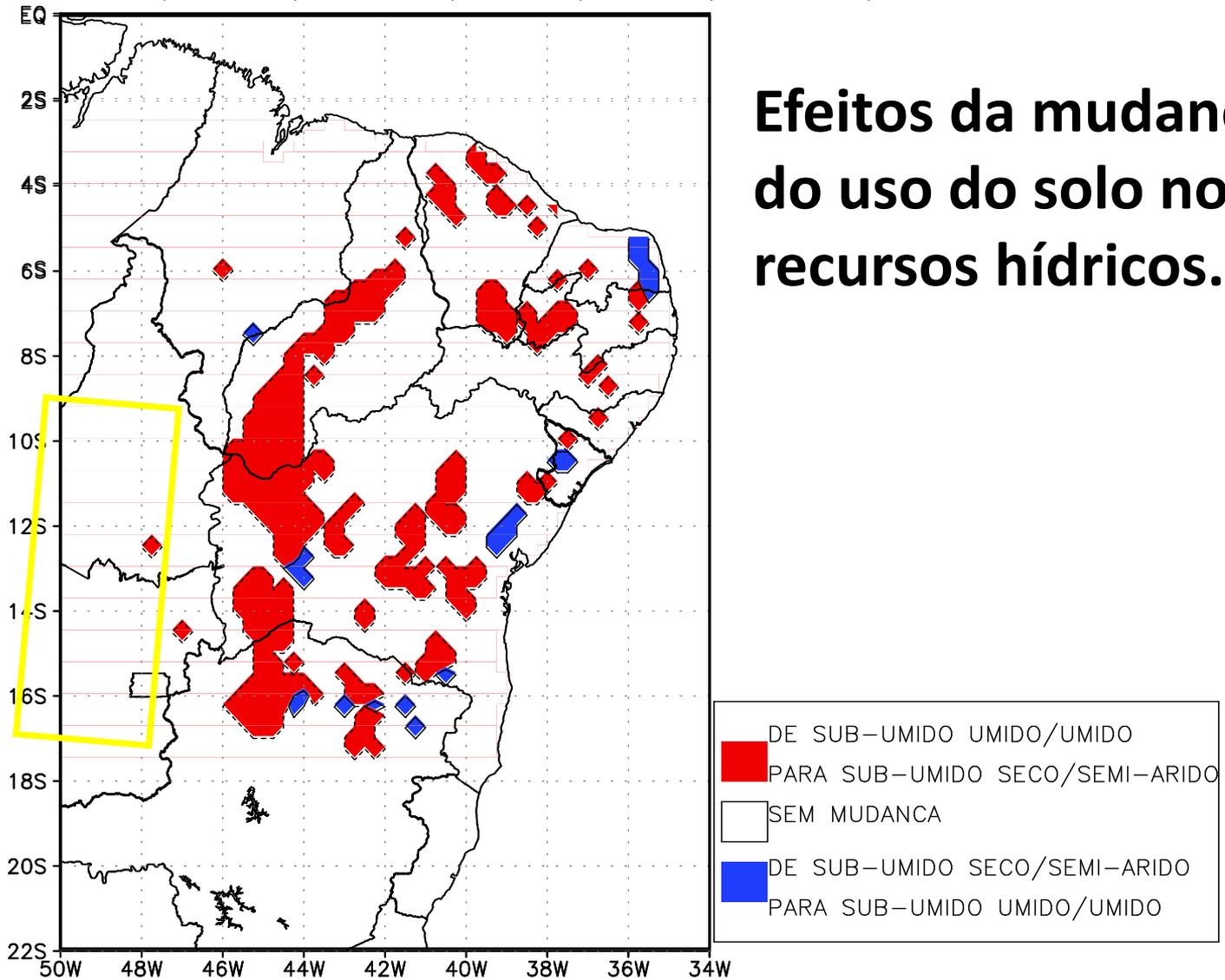
Mudanças (1982/1990) – (1970/1978)



**Efeitos da mudança
do uso do solo nos
recursos hídricos.**

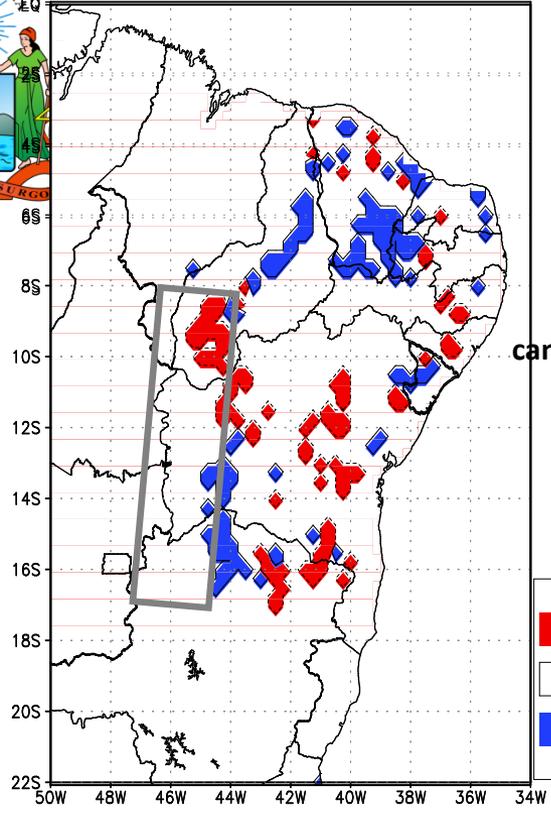


Mudanças (1994/2004) – (1970/1978)



Rodrigues e Tomasella, 2005

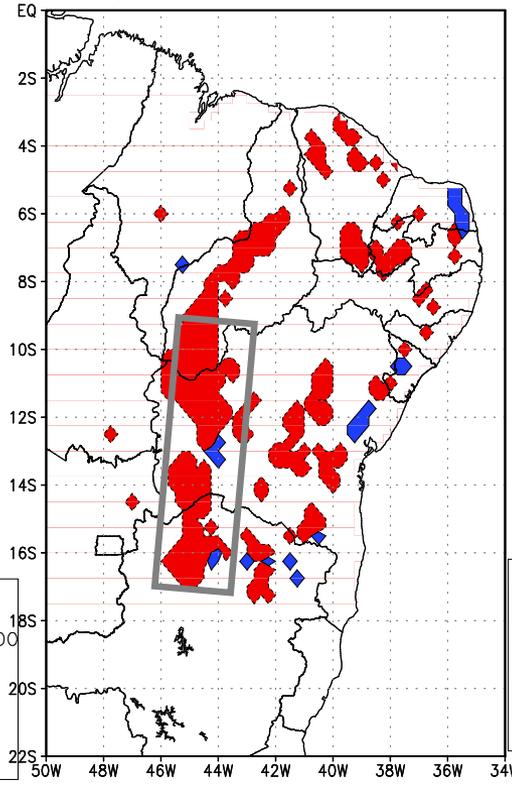
Mudanças (1982/1990) - (1970/1978)



canais para irrigação

- DE SUB-UMIDO UMIDO/UMIDO PARA SUB-UMIDO SECO/SEMI-ARIDO
- SEM MUDANCA
- DE SUB-UMIDO SECO/SEMI-ARIDO PARA SUB-UMIDO UMIDO/UMIDO

Mudanças (1994/2004) - (1970/1978)



- DE SUB-UMIDO UMIDO/UMIDO PARA SUB-UMIDO SECO/SEMI-ARIDO
- SEM MUDANCA
- DE SUB-UMIDO SECO/SEMI-ARIDO PARA SUB-UMIDO UMIDO/UMIDO

Rodrigues e Tomasella, 2005

$$I_s = P / E$$

Índice de Severidade de Seca de Palmer

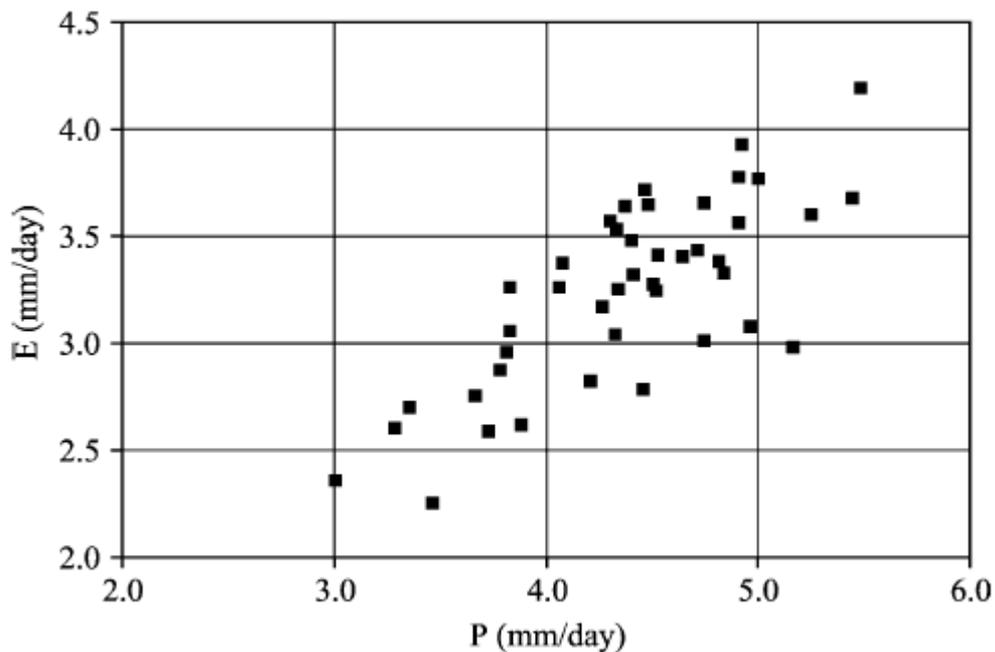
Hiper-árido	< 0,03
Árido	0,03 - 0,20
Semi-árido	0,21 - 0,50
Sub-úmido seco	0,51 - 0,65
Sub-úmido úmido	> 0,65



Efeitos da mudança do uso do solo na bacia do Tocantins



Land-surface changes are accompanied by alterations in climate and consequently, on the hydrological cycle (Marengo, 2006)



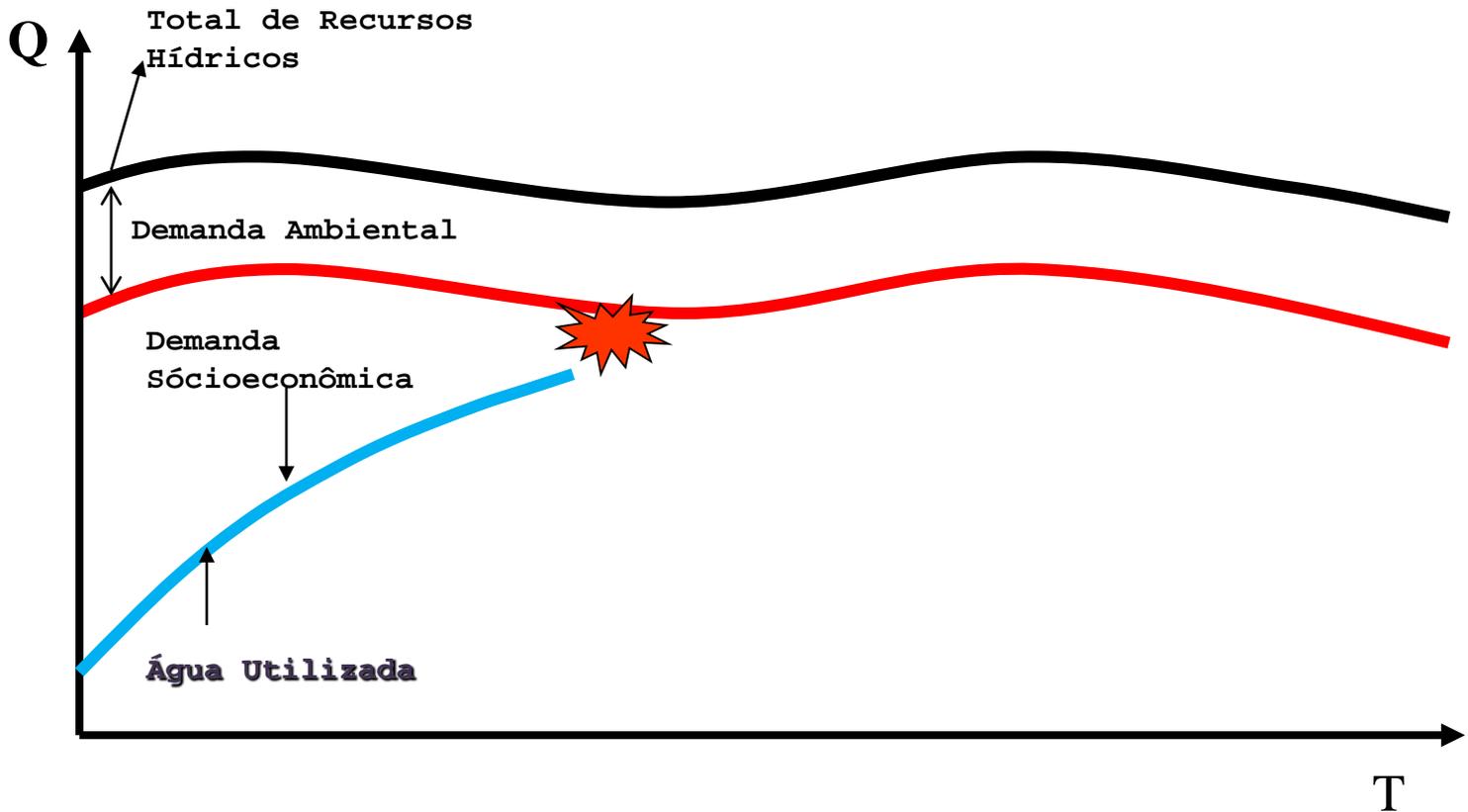
Rio Tocantins



Outros estudos: Yangtze (Yin and Li, 2001; Yang et al., 2002); Mekong (Goteti and Lettenmaier, 2001); Amazon and Tocantins River basins (Marengo and Nobre, 2001; Costa et al. 2003)



A demanda de água para atividades econômicas se aproxima da linha vermelha com o risco de comprometimento ambiental e econômico





Gestão não é tão difícil, mas precisa ser feita...

É preciso pensar na recarga do aquífero nas propriedades...

Ela é possível em áreas urbanas, por que não aqui?



Importância da vegetação no ciclo da água

- Dificulta o escoamento superficial (*Run-off*) e aumenta a infiltração.



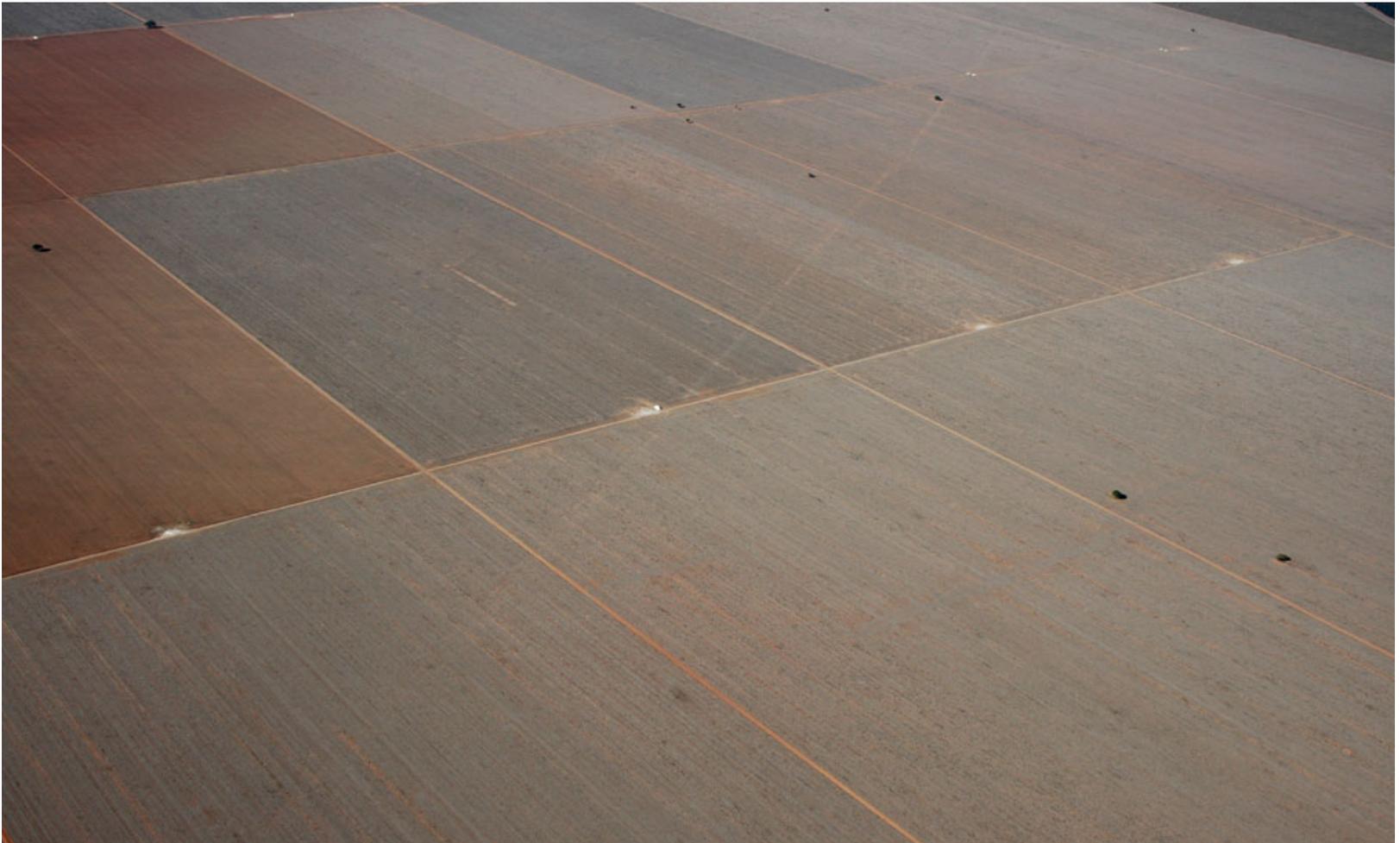


É tanta água que a transpiração – a umidade evaporando das matas pode ser vista...





**Campos preparados para monocultura de soja –
O que vai segurar o escoamento superficial?
Como a água vai infiltrar para recarregar o
aquífero e garantir a água dos rios nas secas?**





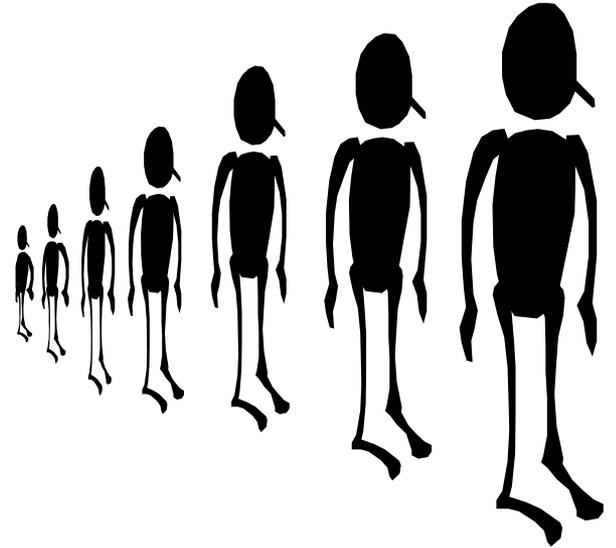
A água que sai de uma propriedade no período de chuvas é uma água perdida por toda a sociedade, inclusive o dono da propriedade...

A água infiltrada nas propriedades, estará disponível para todos, incluindo os rios nos períodos de secas...

Situação Hídrica(m ³ /hab.ano)	Estados Brasileiros	Disponibilidade Hídrica percapita (m ³ /hab.ano)
Abundância > 20.000	Roraima	1.747.010
	Amazonas	878.929
	Amapá	678.929
	Acre	369.305
	Mato Grosso	258.242
	Pará	217.058
	Tocantins	137.666
	Rondônia	132.818
	Goiás	39.185
	Mato Grosso do Sul Rio Grande do Sul	39.185 20.798
Muito Rico > 10.000	Maranhão	17.184
	Santa Catarina	13.662
	Paraná	13.431
	Minas Gerais	12.325
Rico > 5.000	Piauí	9.608
	Espírito Santo	7.235
Situação correta > 2.500	Bahia	3.028
	São Paulo	2.913
Pobre <2.500	Ceará	2.436
	Rio de Janeiro	2.315
	Rio Grande do Norte	1.781
	Distrito Federal	1.752
	Alagoas	1.751
	Sergipe	1.743
Situação crítica <1.500	Paraíba	1.437
	Pernambuco	1.320

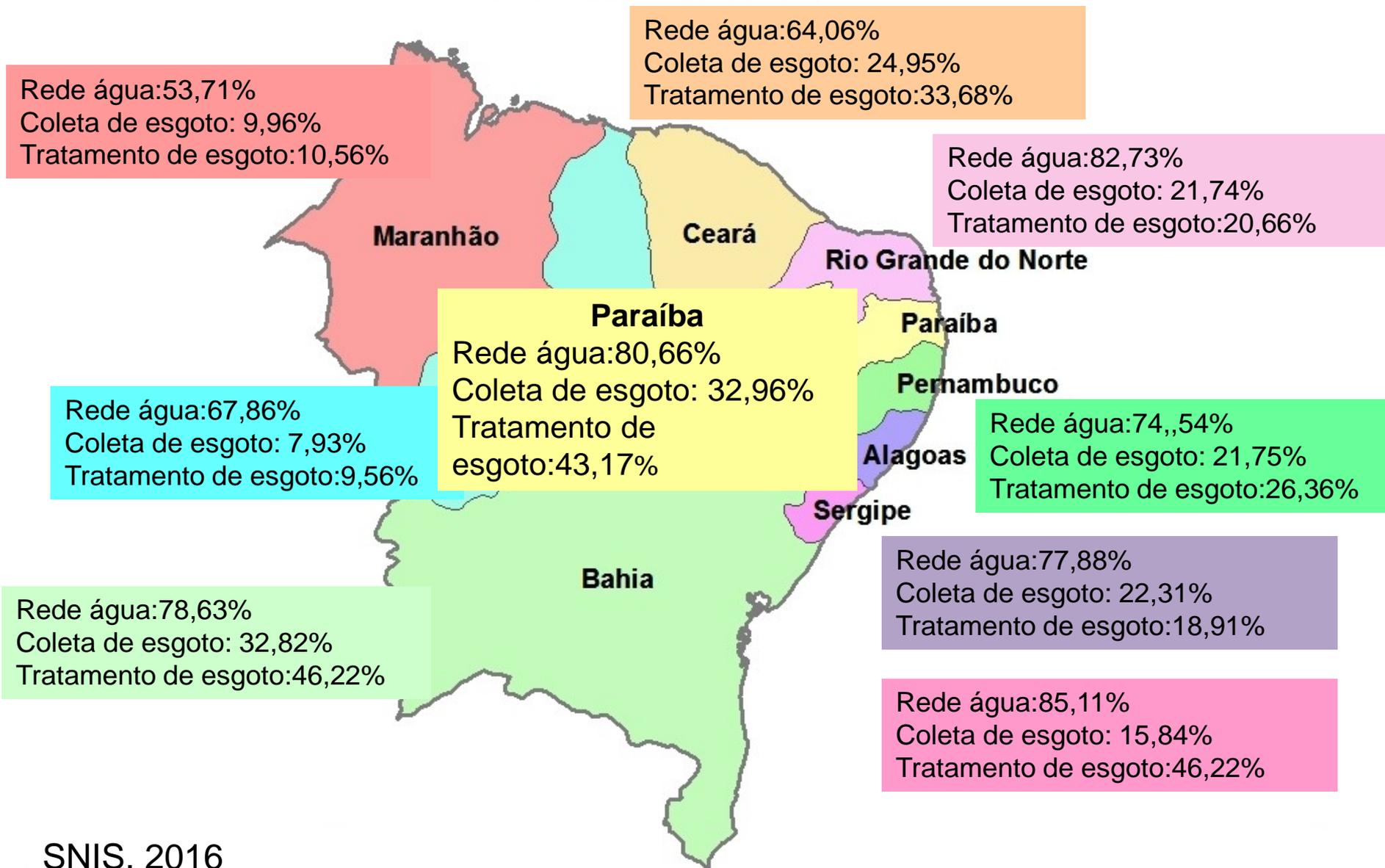


- Condições climáticas.
- Crescimento populacional.
- Poluição das águas.





REGIÃO NORDESTE





- A ONU estima que a falta de saneamento resulte em 1 morte infantil a cada 20s ou 1,6 milhões por ano.

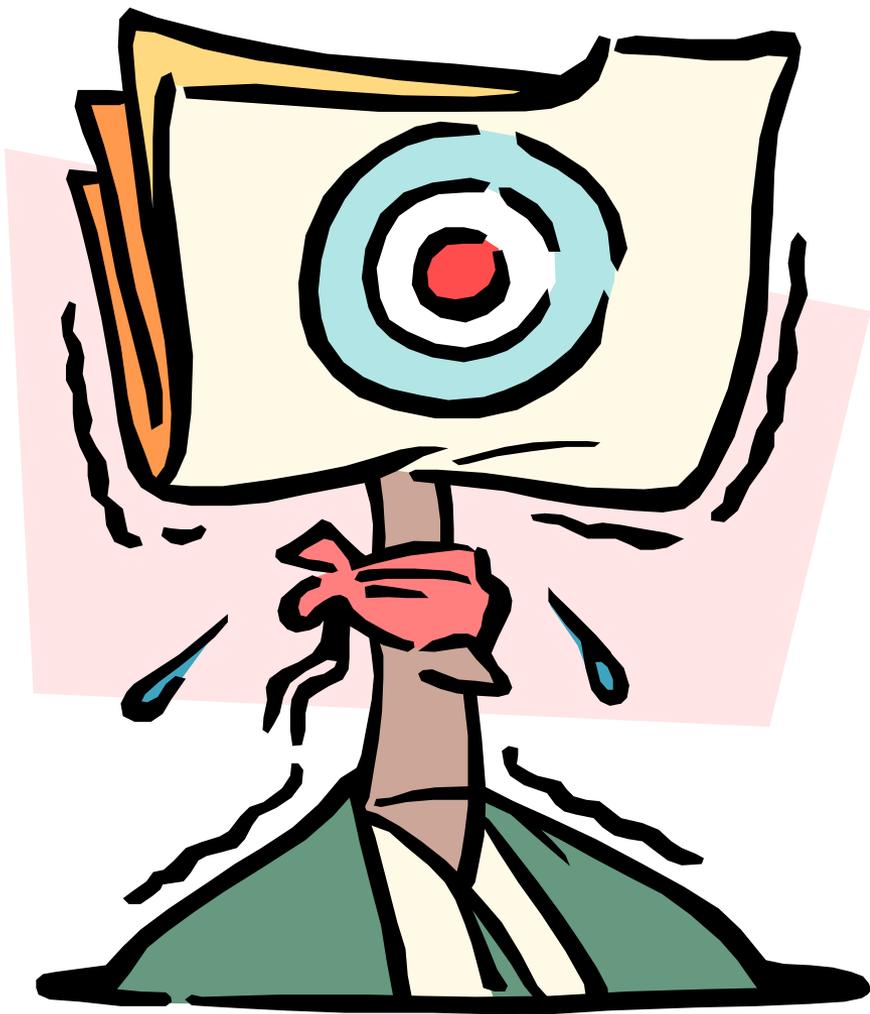
- Segundo a FUNASA 68% das internações na rede hospitalar pública são decorrentes de doenças provocadas por doenças de veiculação hídricas que resulta num custo para os cofres públicos de R\$ 250 milhões mensalmente.

- A estimativa de custo para resolver o problema de saneamento (água e esgoto) do Brasil é de 15 bilhões de reais por ano por um período de 20 anos.





Por que tudo não colapsou e o que fazer ?





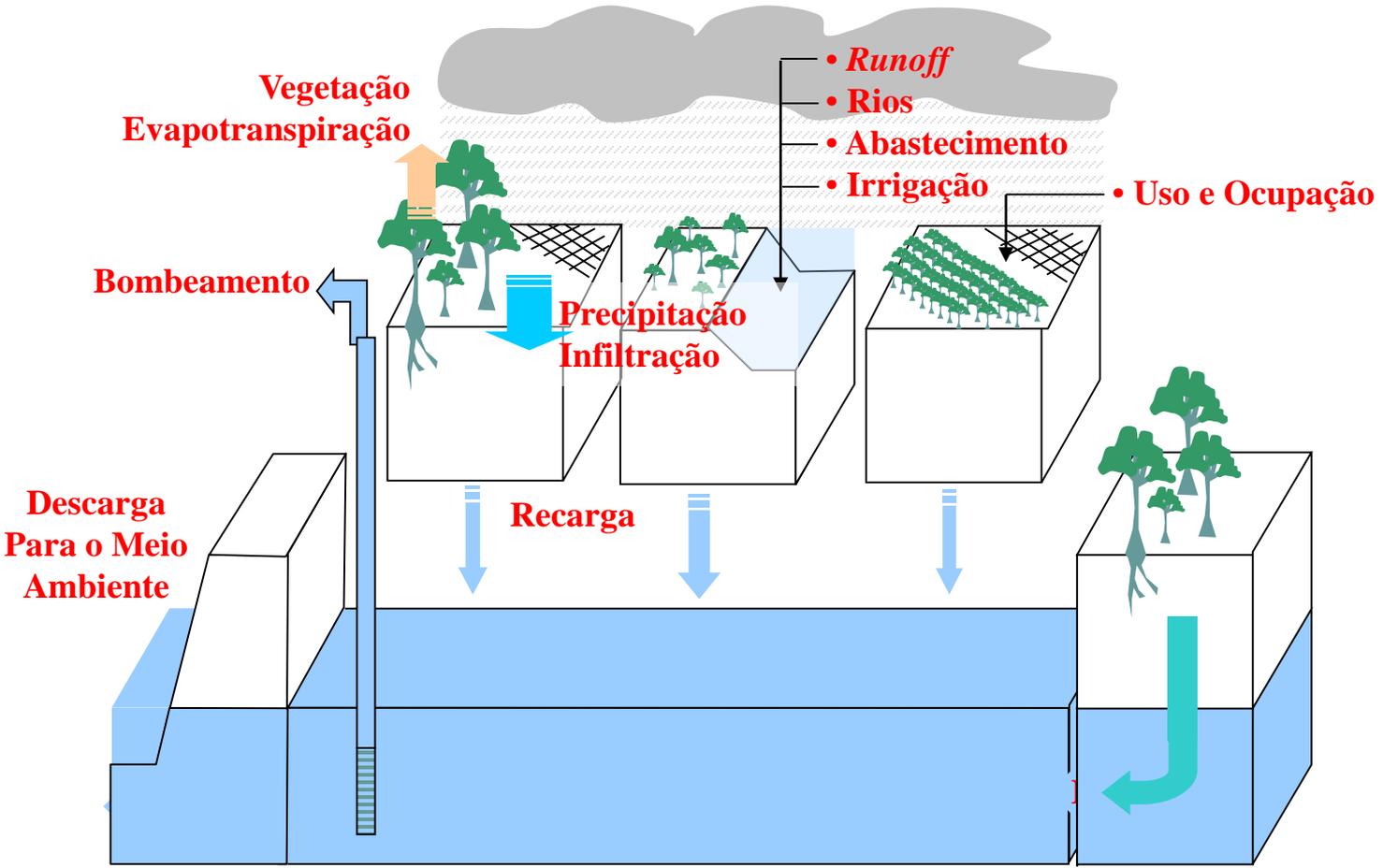
Gestão Integrada de Recursos Hídricos

➤ *“Um processo que promove o desenvolvimento e gerenciamento coordenado da água, solo e outros recursos correlatos, no sentido de maximizar de forma equitativa, o resultante bem-estar econômico e social sem comprometer a sustentabilidade dos ecossistemas.”*

(GWP, 2000)



Aquíferos não são rios, são reservatórios de regularização naturais.





Áreas onde a visão integrada apoia a gestão de água

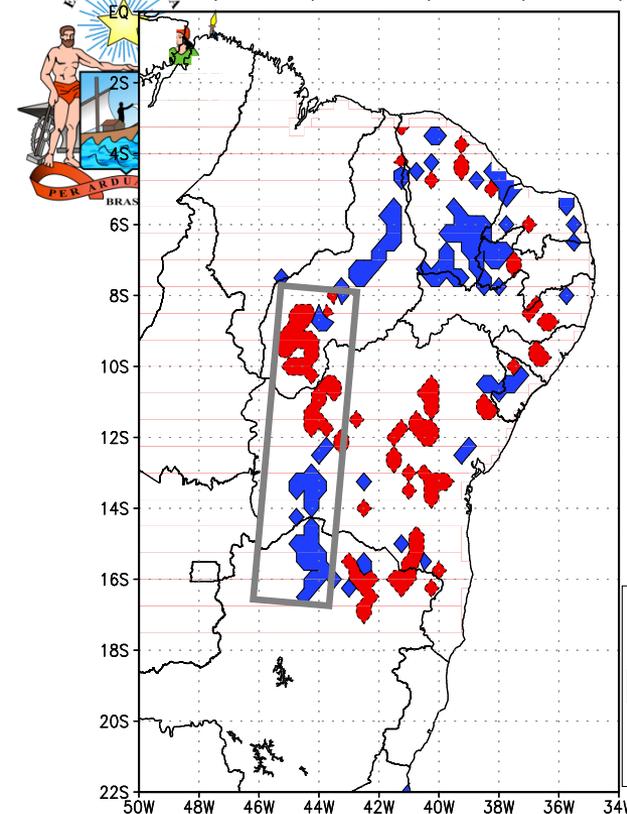
- Minimiza a tradicional **separação institucional** da água superficial e subterrânea que resulta fundamentalmente em **barreiras de comunicação e entendimento**.
- Reconhece que para haver sustentabilidade **deve-se permitir incrementos na demanda de água** para atividades econômicas e desenvolvimento humano.



Áreas onde a visão integrada apóia a gestão de águas

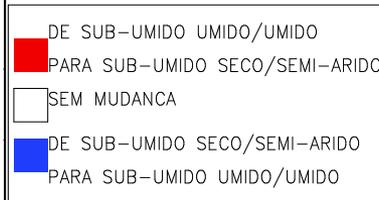
- Reduz **riscos nas decisões de gestão** – Qual a disponibilidade real de água na bacia? Como responder a retiradas excessivas? Como se preparar para secas prolongadas e severas???
- Reduz **problemas institucionais**, como fundos limitados, pouco pessoal, falta de capacitação ou simplesmente, **barreiras políticas** para a gestão.

Mudanças (1982/1990) – (1970/1978)

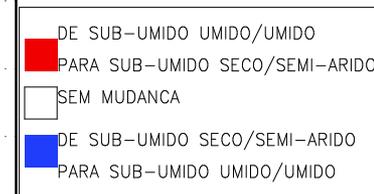
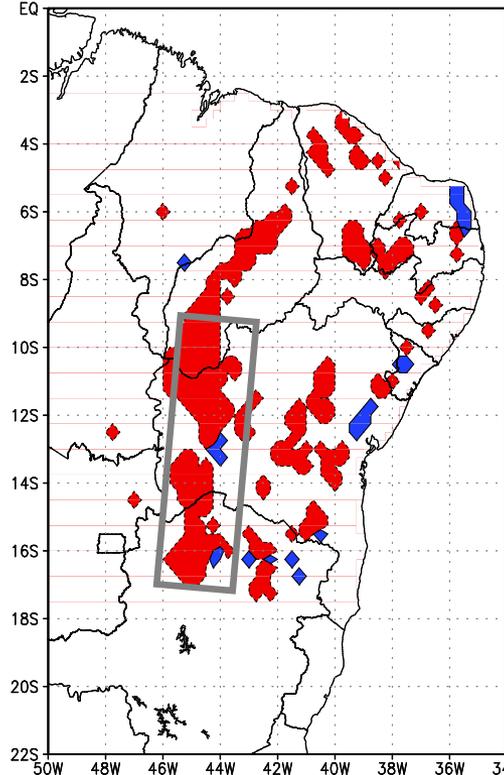


canais para irrigação

mudança do uso da terra



Mudanças (1994/2004) – (1970/1978)



Rodrigues e Tomasella, 2005

Índice de Severidade de Seca de Palmer

$$I_s = P / E$$

Hiper-árido	< 0,03
Árido	0,03 - 0,20
Semi-árido	0,21 - 0,50
Sub-úmido seco	0,51 - 0,65
Sub-úmido úmido	> 0,65

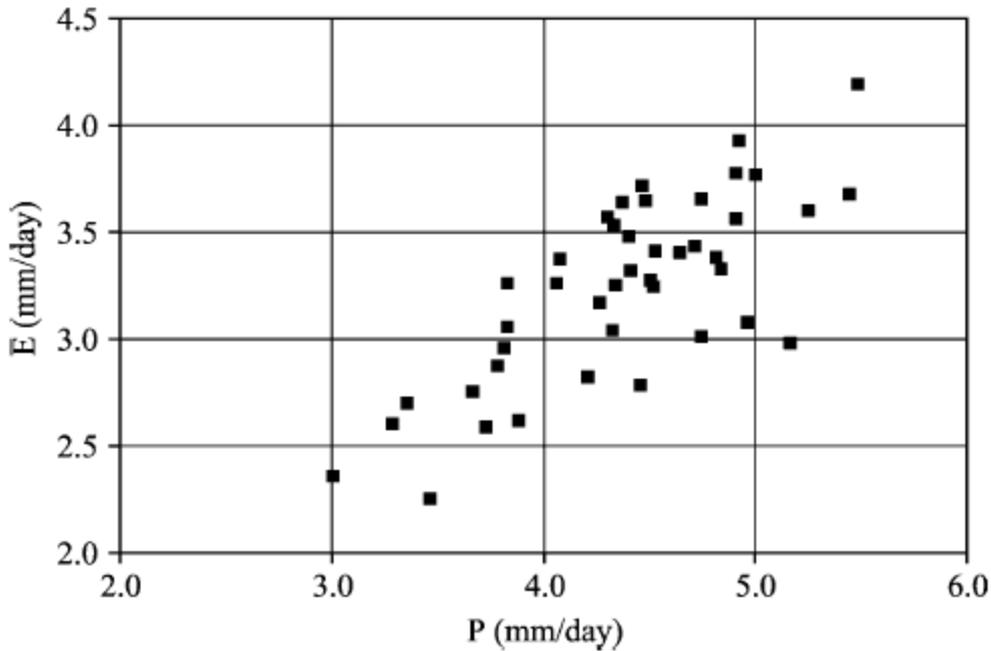




Land-surface changes are accompanied by alterations in climate and consequently, on the hydrological cycle (Marengo, 2006)

Yangtze (Yin and Li, 2001; Yang et al., 2002),
Mekong (Goteti and Lettenmaier, 2001),
Amazon and Tocantins River basins (Marengo and Nobre, 2001; Costa et al. 2003)

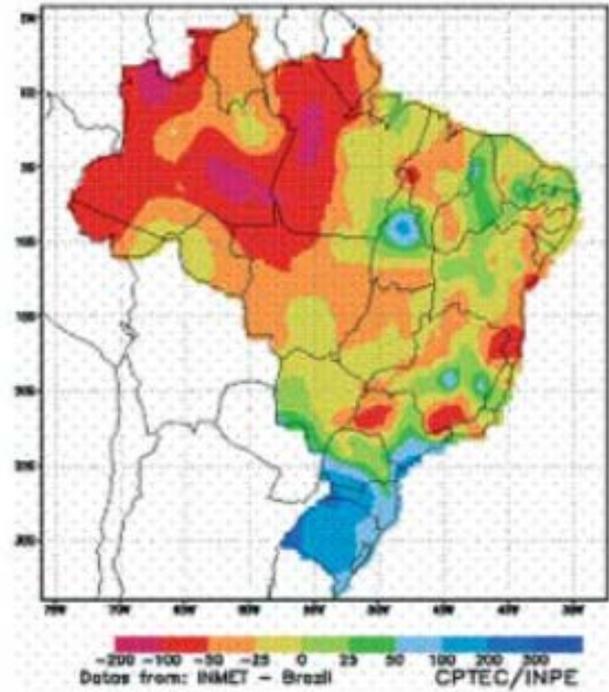
Rio Tocantins



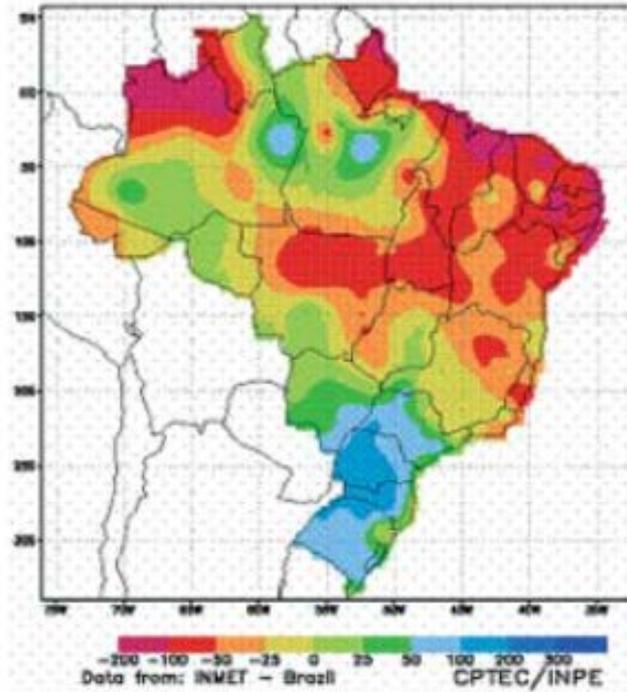
(Costa et al. , 2003)



Precipitation Anomalies (mm)
DJF 1997/98



Precipitation Anomalies (mm)
MAM 1998



Anomalias de chuvas no Brasil durante DJF 1997-1998 e outono MAM 1998.
Fonte: CPTEC/INPE e INMET.

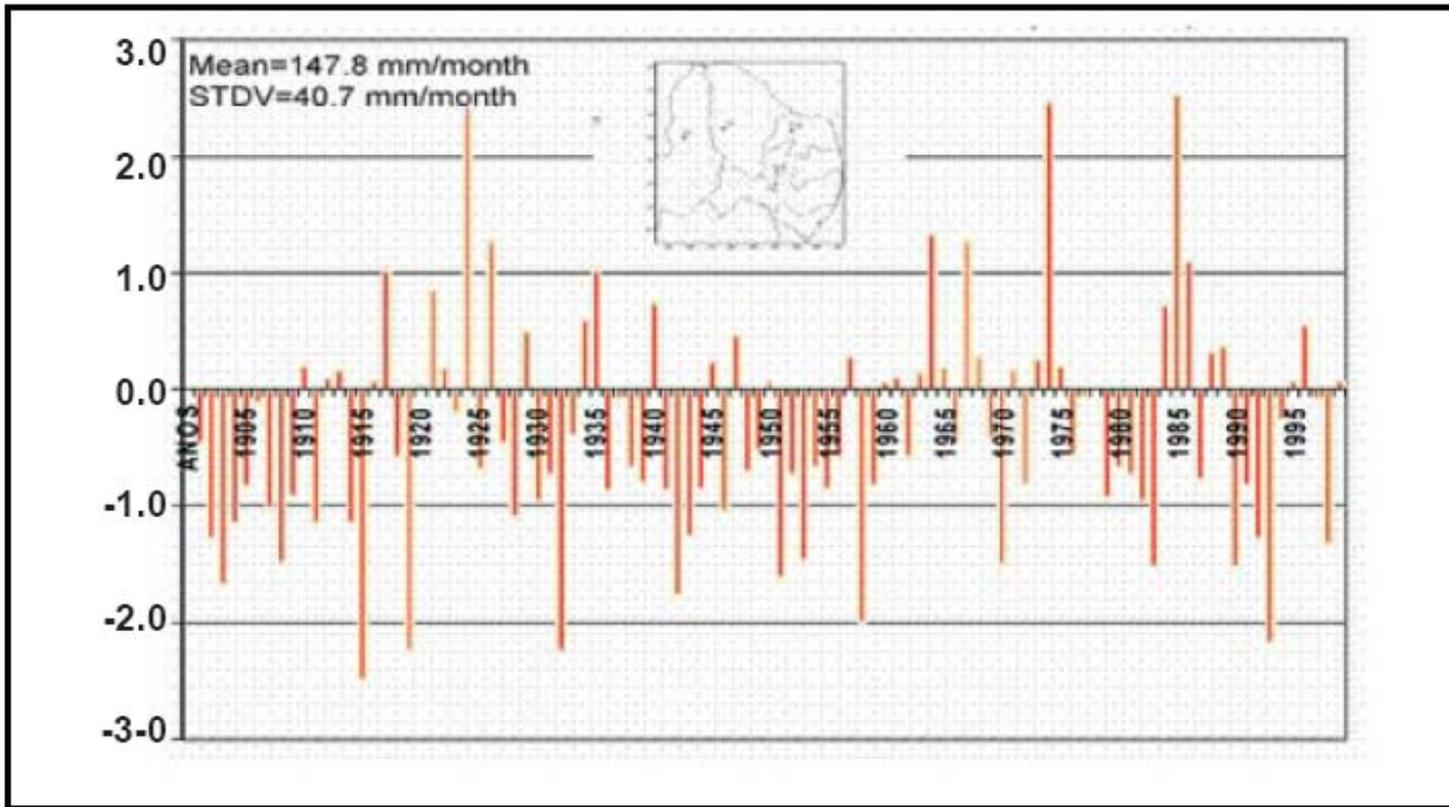


Variabilidade interdecadal e de longo prazo

- Nordeste
- Região afetada por grandes cheias e secas ao longo dos séculos.
- Hastenrath (2001) identificou tendência de longo prazo no aumento das chuvas no NEB devido ao deslocamento mais para o sul da ZCIT e da banda de chuvas da sua posição climatológica.

SÉCULO XVII	SÉCULO XVII	SÉCULO XIX	SÉCULO XX
1603	1711	1804	1900
1614	1721	1809	1902
1692	1723-24	1810	1907
	1736-37	1816-17	1915
	1744-46	1824-25	1919
	1754	1827	1932-33
	1760	1830-33	1936
	1772	1845	1941-44
	1776-77	1877-79	1951
	1784	1888-89	1953
	1790-94		1958
			1970
			1979-80
			1981
	1790-94	1891	1982-83
		1898	1986-87
			1991-92
			1997-98

Tabela 2. Anos de seca no Nordeste brasileiro, coincidentes com anos de *El Niño*, durante os últimos quatro séculos (Magalhães et al. 1988, Caviedes 2001), atualizado para 1998.



Anomalias de chuva na região Nordeste do Brasil para o período de fevereiro a maio. As anomalias foram calculadas em relação ao período de referência 1961-1990.

Fonte: CRU Climate Research Unit desde 1901 a 1998.



Variabilidade interdecadal e de longo prazo

- Amazônia
- A Seca de 2005 (Marengo et al., 2006) foi ocasionada pelo aquecimento anormal de quase 1°C nas águas tropicais do Atlântico Norte.
- Choveu “apenas” 2.000 mm na média regional de 2005.



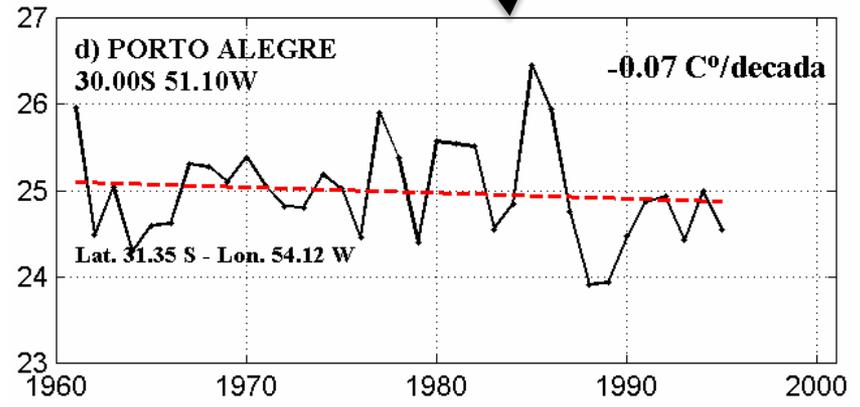
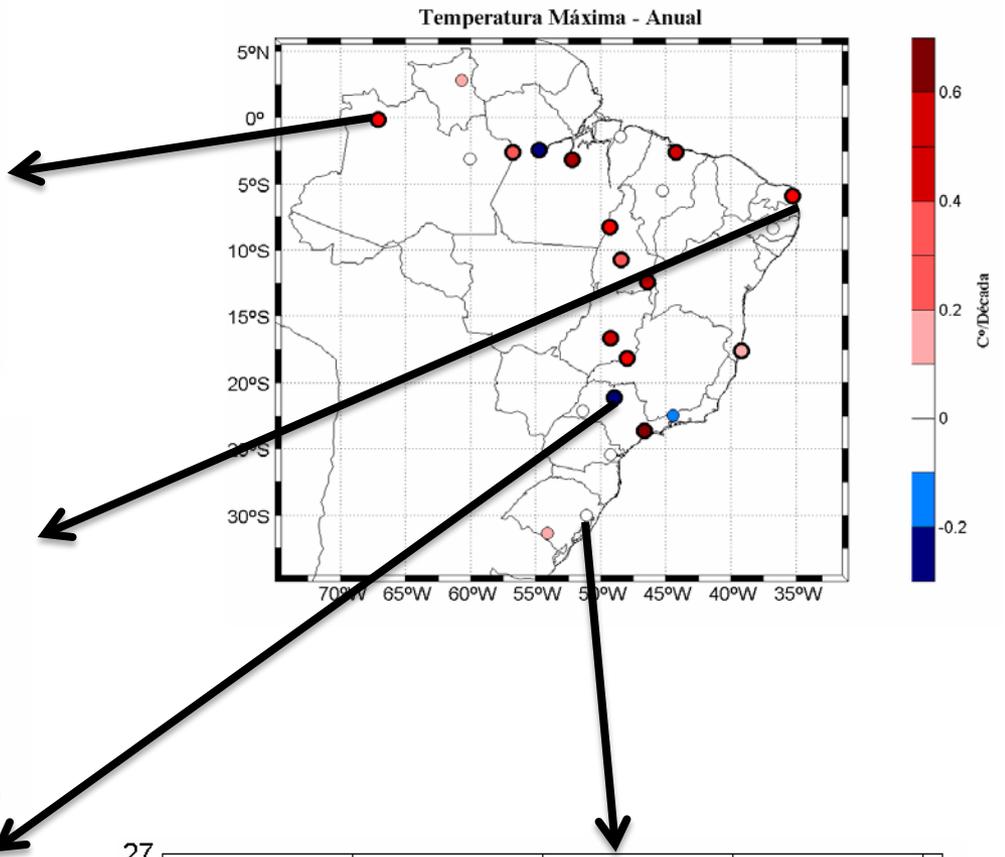
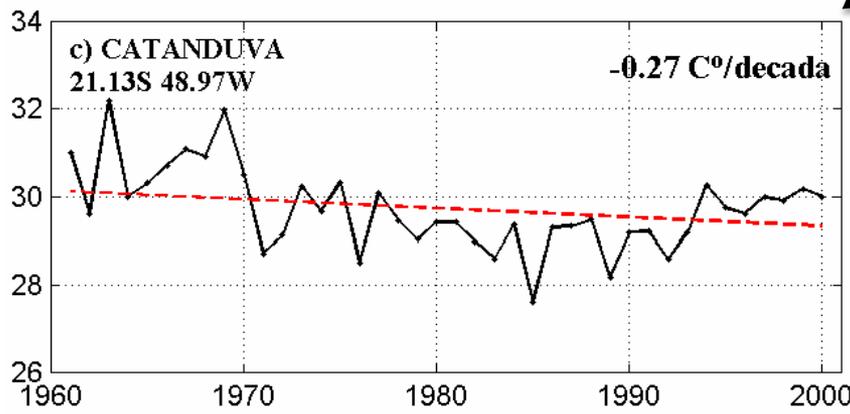
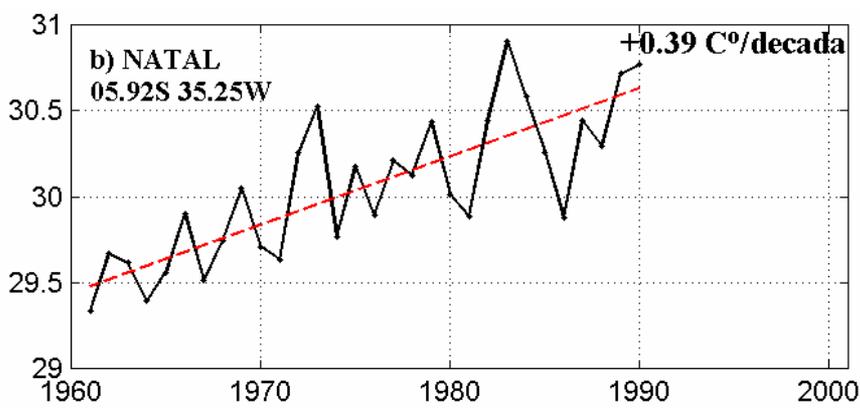
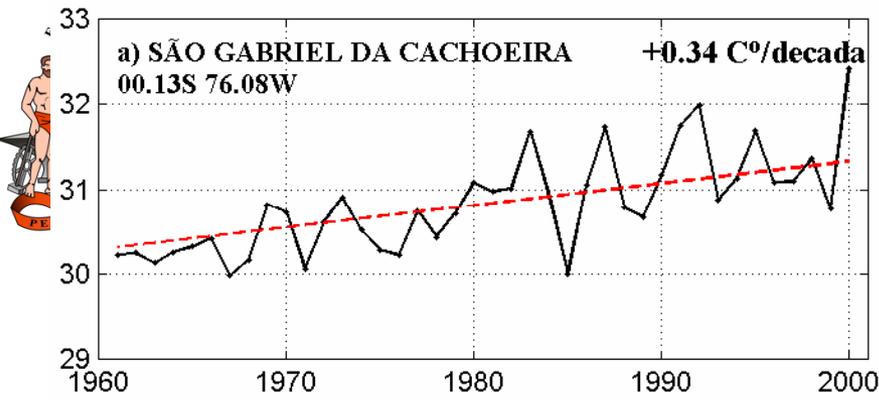
Variabilidade interdecadal e de longo prazo

- Sudeste e Centro-Oeste do Brasil
- Mudanças no uso solo modificam o ciclo hidrológico que por sua vez, altera o regime de precipitação regional. Esta ação pode ser responsável por até 20% na redução da precipitação.
- Presença do JBN ao Leste dos Andes que transporta umidade para o sul e sudeste do Brasil.
- Perda da floresta amazônica pode interferir na quantidade de precipitação.



Tendências na temperatura do ar

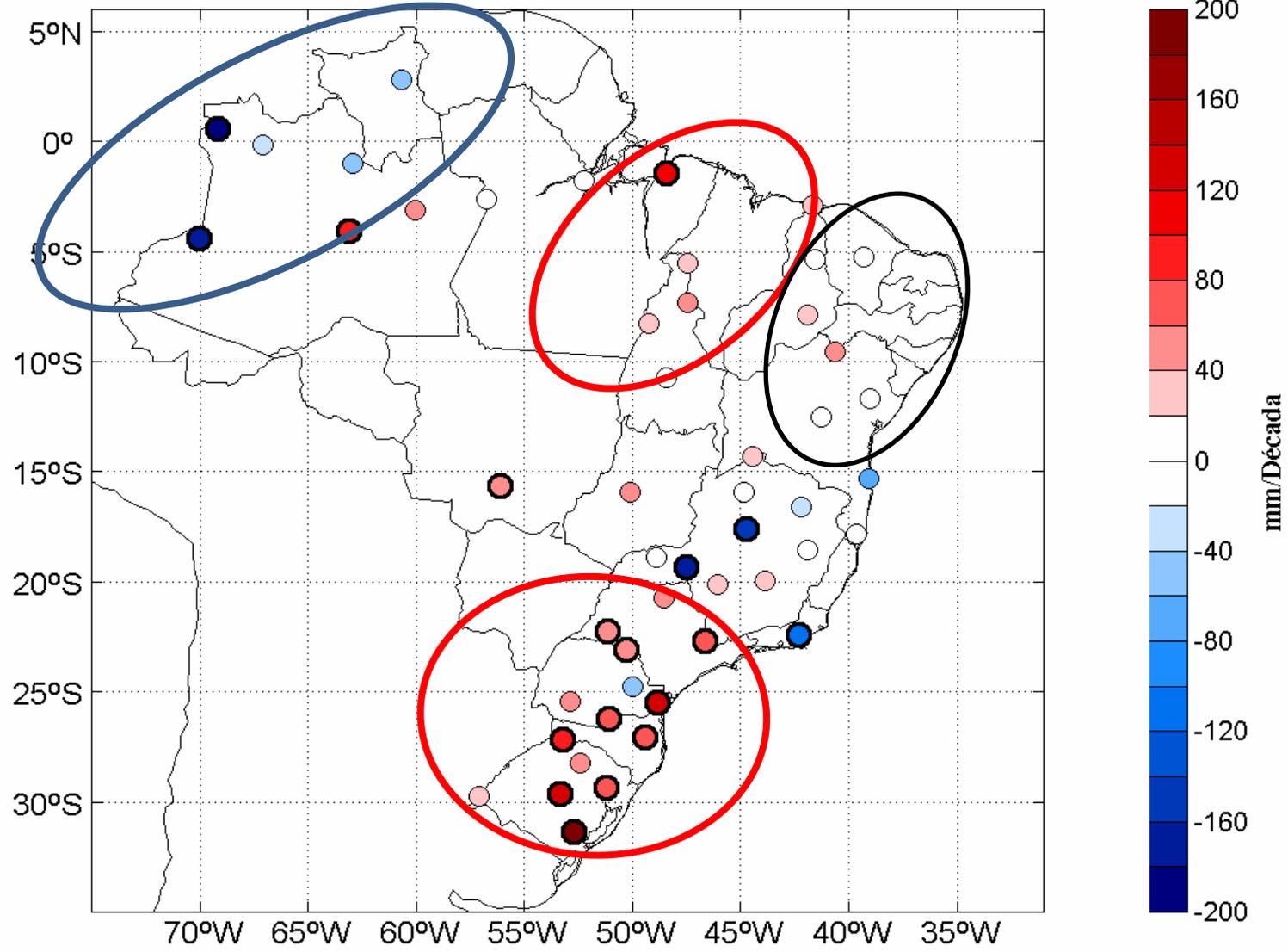
- Duursma (2002) → mostrou tendência de aquecimento nos últimos 100 anos nas principais cidades da América do Sul. Por exemplo, Quito (+0,12°C) e São Paulo (+0,60°C/100 anos).
- Marengo (2003) estimou um aquecimento na Bacia Amazônica de +0,60°C/100 anos.
- Marengo (2002) mostrou que há um aumento na tendência da temperatura em algumas cidades brasileiras. Este aumento varia por região, e as causas podem ser devido a mudanças naturais de clima ou decorrente da atividade humana.



Fonte: Obregon & Marengo, 2007 / Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas!

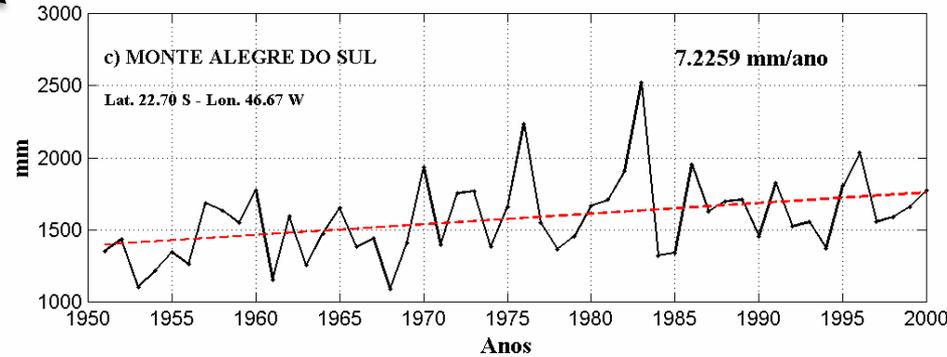
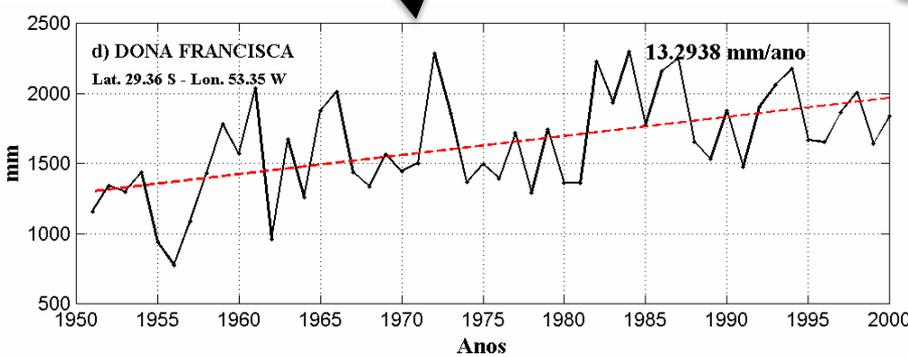
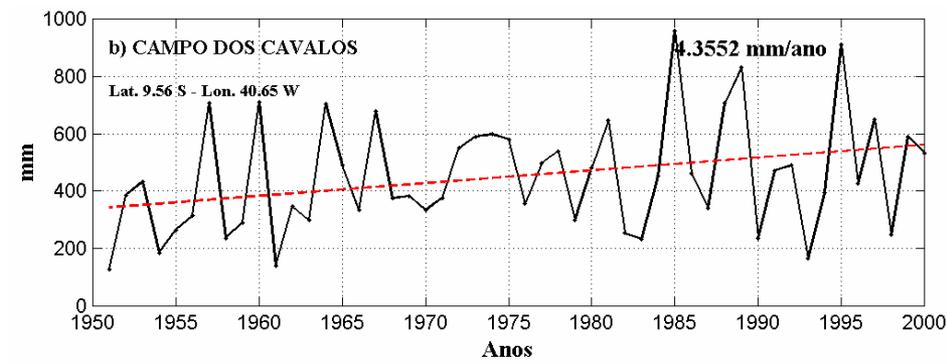
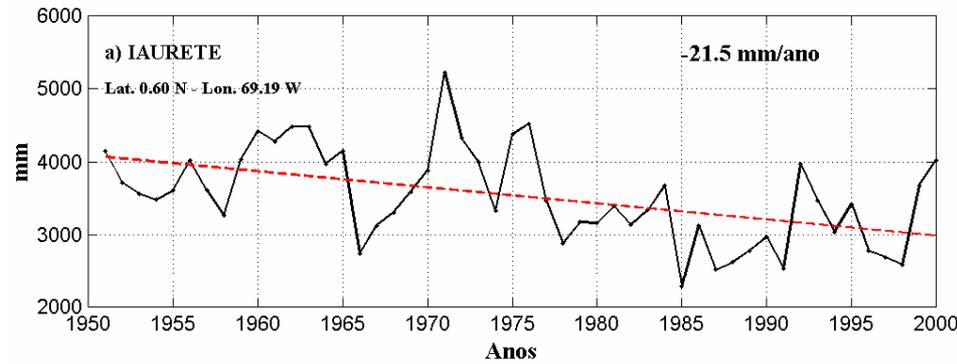
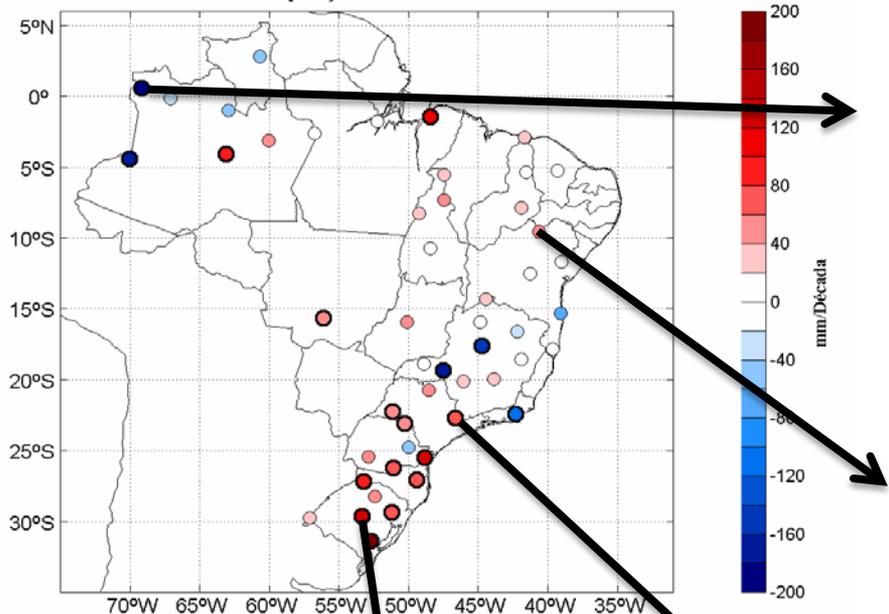


Precipitação Total- Anual

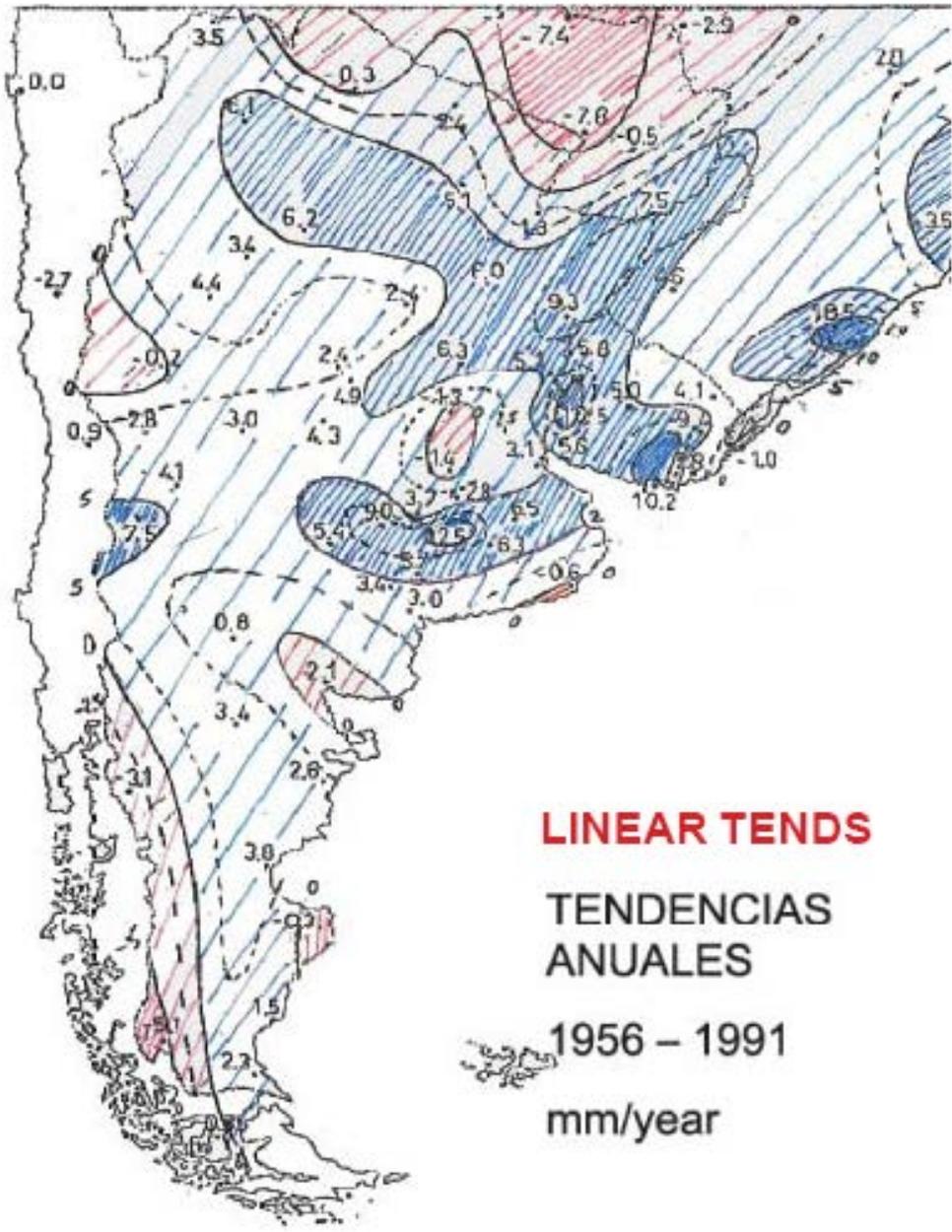


Fonte: Obregon & Marengo, 2007 / Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas

Precipitação Total- Anual

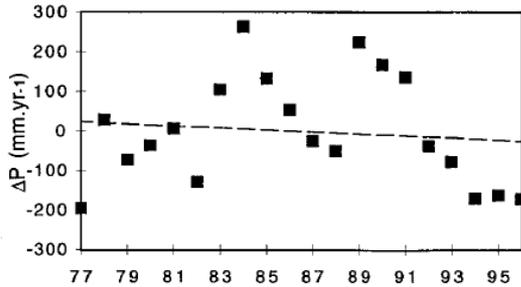


Fonte: Obregon & Marengo, 2007 / Caracterização do clima no Século XX no Brasil: Tendências de chuvas e Temperaturas médias e extremas

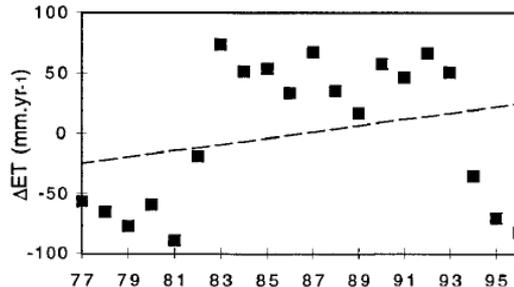


Tendência de chuva no sudeste da América do Sul no período 1951-1991. Anomalias aparecem em mm ano⁻¹. Azul/vermelho mostram anomalias positivas/negativas. Fonte: Barros e Doyle 1996

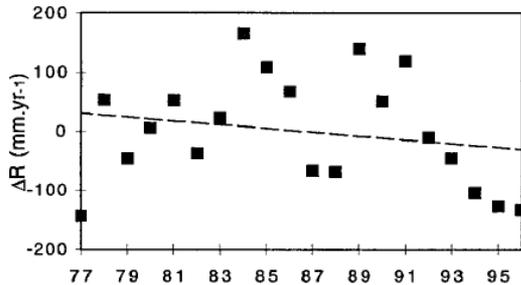
Trend of Precipitation



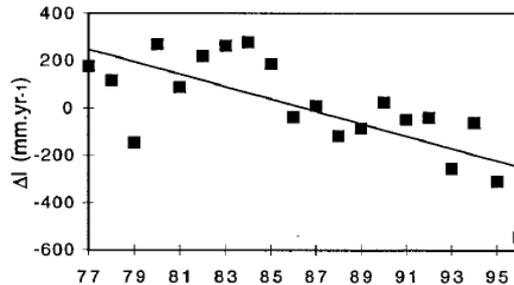
Trend of Evapotranspiration



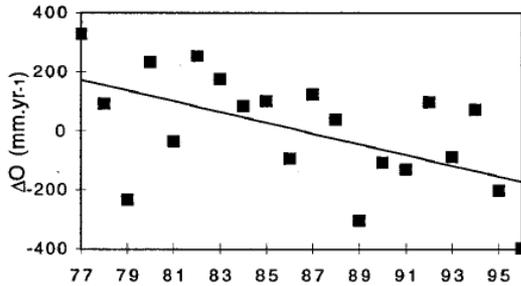
Trend of Runoff



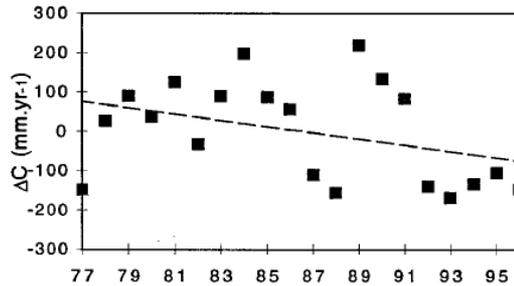
Trend of Input of Water Vapor



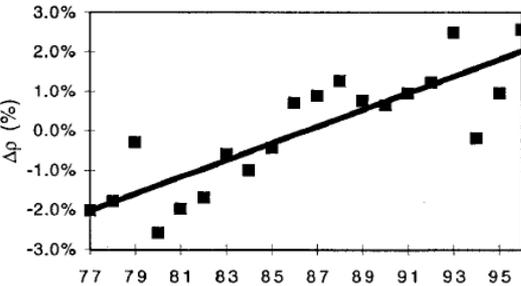
Trend of Output of Water Vapor



Trend of Convergence of Water Vapor



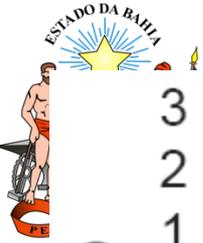
Trend of Precipitation Recycling Ratio



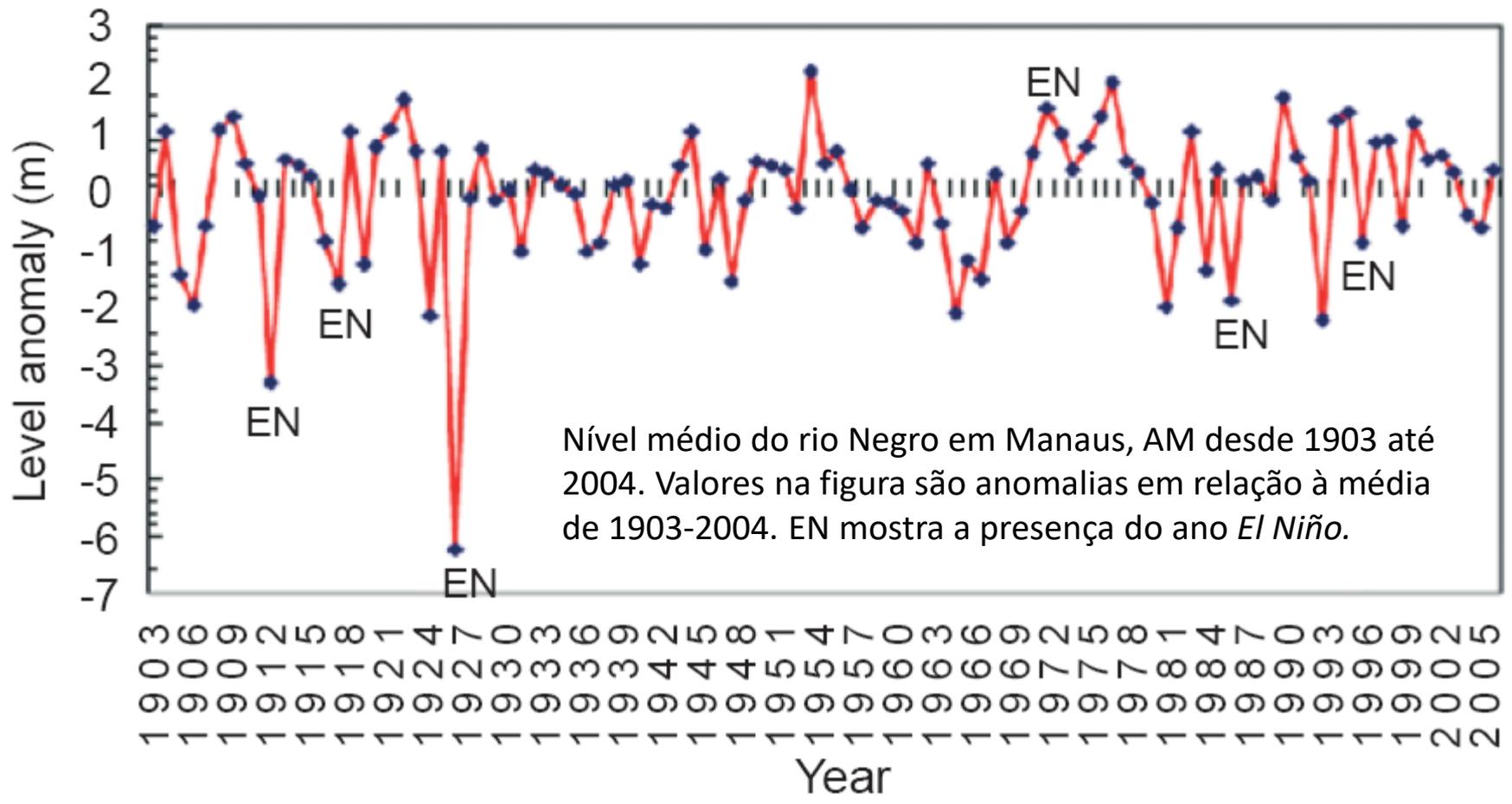
Tendências no ciclo hidrológico na Amazônia

Alinha tracejada indica que a tendência não é significativa a nível de 5%. uma fina linha sólida (grossa) indica que a tendência é significativa no nível de 1% (0,01) de acordo com para o teste de Mann-Kendall

Fonte: Costa & Foley, 1999 Trends in the hydrologic cycle of the Amazon basin



Amazônia

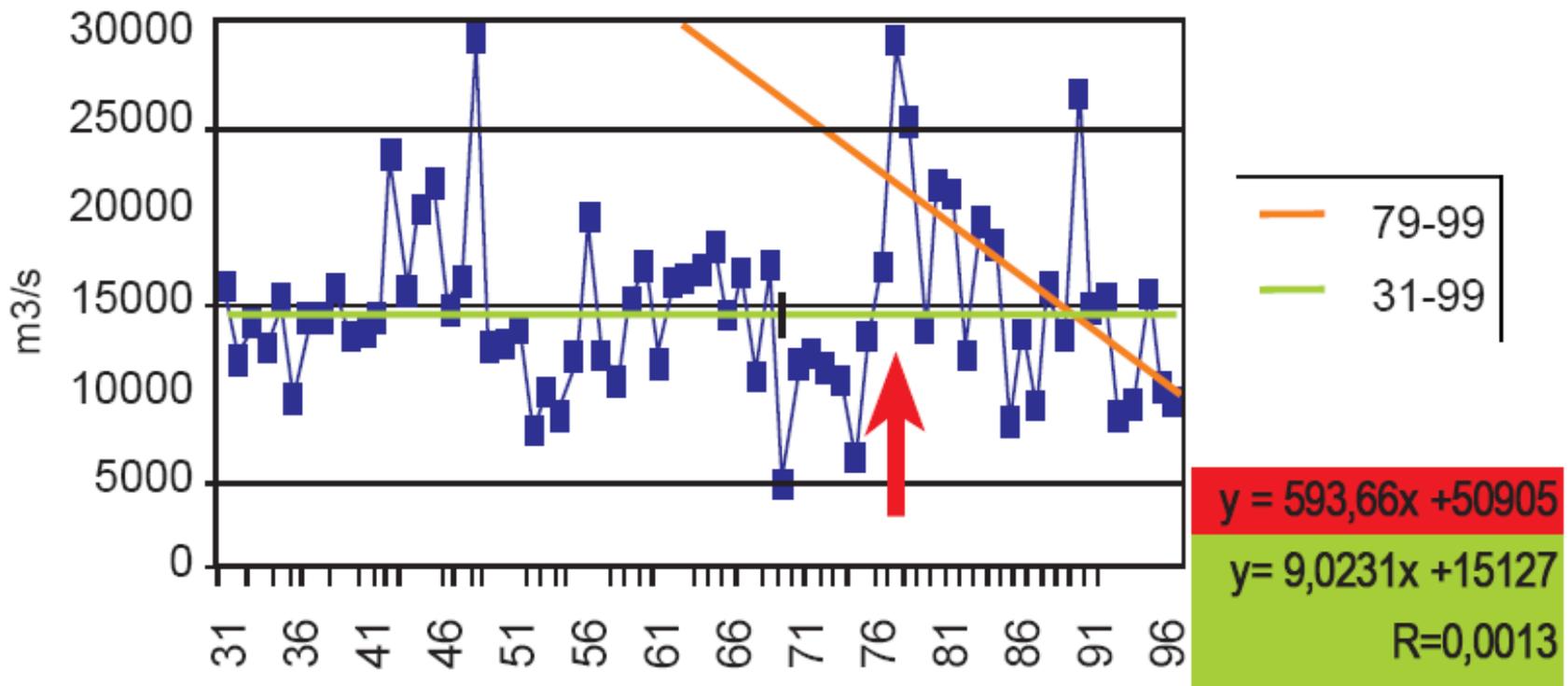


Fonte: Marengo 2006. Mudanças Climáticas Globais e seus efeitos sobre a biodiversidade

As variações a longo prazo da vazão são mais característica dos modos de variabilidades multi-decadal (variações climáticas naturais), do que qualquer tendência unidirecional para condições mais secas. Marengo 2009



Nordeste do Brasil



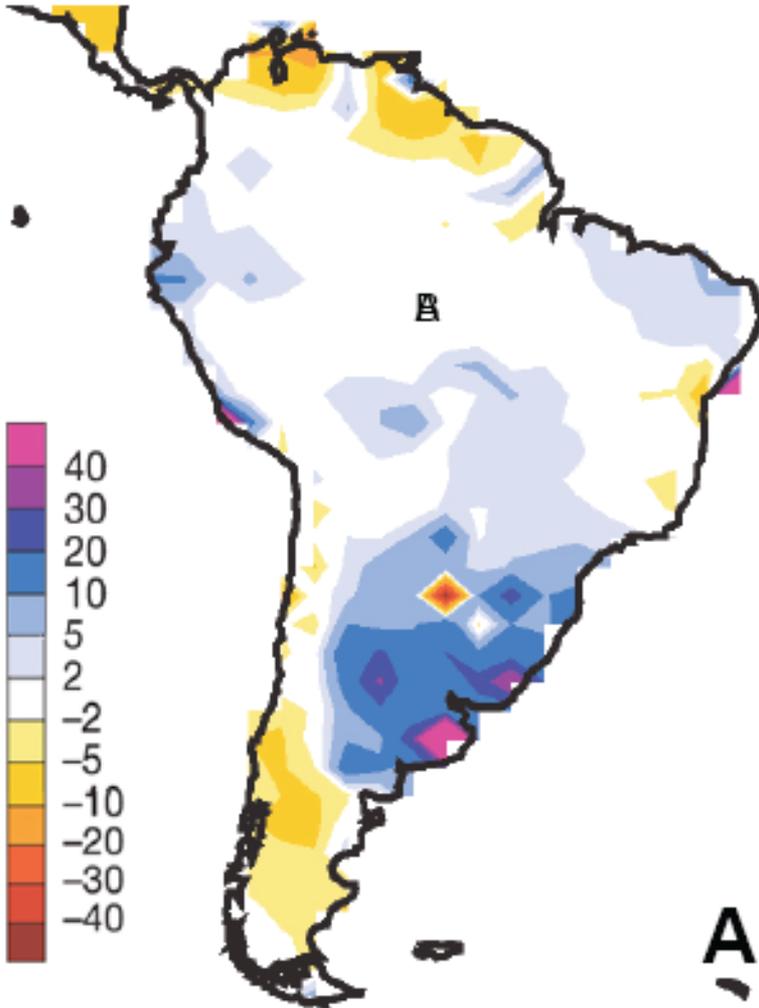
Vazões do rio São Francisco em Sobradinho durante dezembro-janeiro-fevereiro no período 1931-1998. A linha verde representa a tendência durante 1931-99 e a linha vermelha representa a tendência durante 1978-99. (Fonte: G. Sampaio, CPTEC/INPE).

A diminuição a partir da década de 70 pode estar associada em parte a variabilidade de chuva e também poderia estar associada ao uso de água para irrigação e outras formas de uso.



Resumo dos estudos das vazões no século XX

- Clara tendência de aumento nas vazões do Rio Paraná e outros rios no Sudeste da América do Sul
- Na Amazônia, no Pantanal e no Nordeste não foram observadas tendências sistemáticas em longo prazo em direção a condições mais secas ou chuvosas, sendo mais importantes variações interanuais e interdecadais, associadas à variabilidade natural do clima
- As análises de vazões de rios na América do Sul e no Brasil (Milly et al., 2005) apontam para aumentos entre 2% e 30% na bacia do Rio Paraná e nas regiões vizinhas no Sudeste da América do Sul.
- Tendências hidrológicas nas vazões e cotas não são consistentes com uma redução ou aumento na chuva nas bacias. Assim, é possível que as variações observadas na hidrologia do rio Paraíba do Sul sejam provocadas pelo gerenciamento regional da água e causas relacionadas à atividade humana.



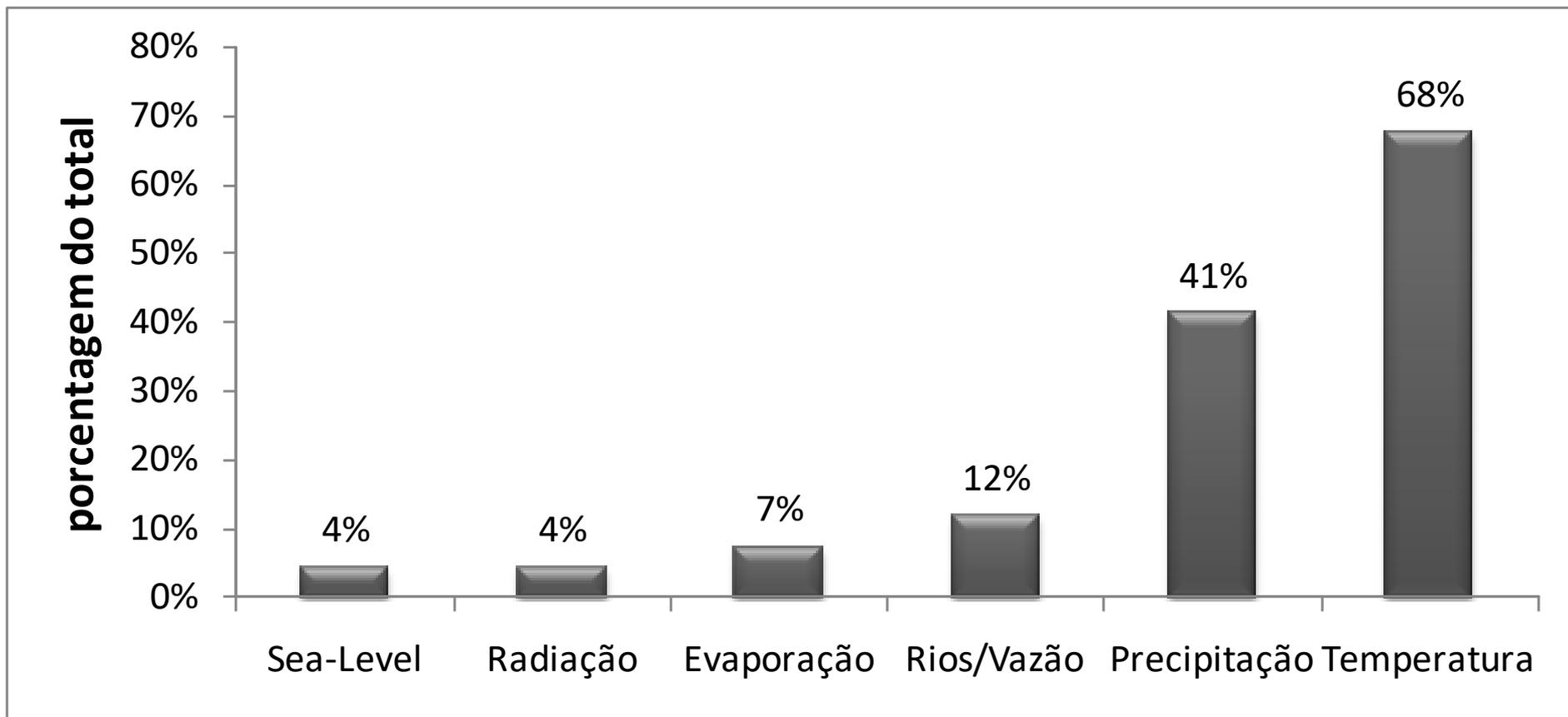


Análise dos Artigos publicados sobre mudanças climáticas no Brasil

- 520 artigos relacionados com mudanças climáticas no Brasil. (Web of Science/ISI)
- Maior parte dos artigos estão relacionados com impactos das Mudanças Climáticas.
- Como esperado, dos artigos que evidenciam tendências e mudanças em parâmetros atmosféricos e hidrológicos, maior parte trata de mudanças de temperatura e regime de chuvas

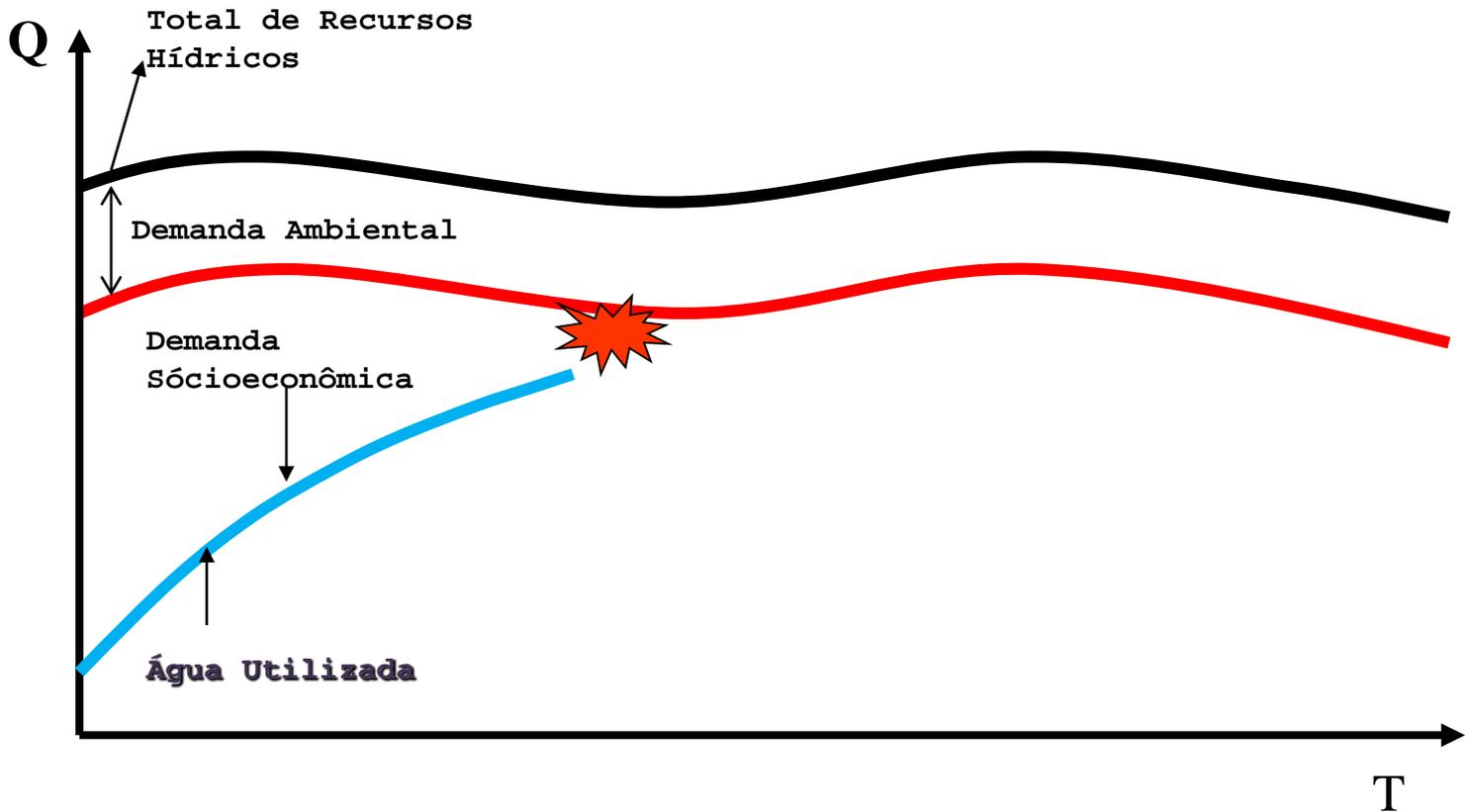


Artigos analisados separados por Assuntos





A demanda de água para atividades econômicas se aproxima da linha vermelha com o risco de comprometimento ambiental e econômico





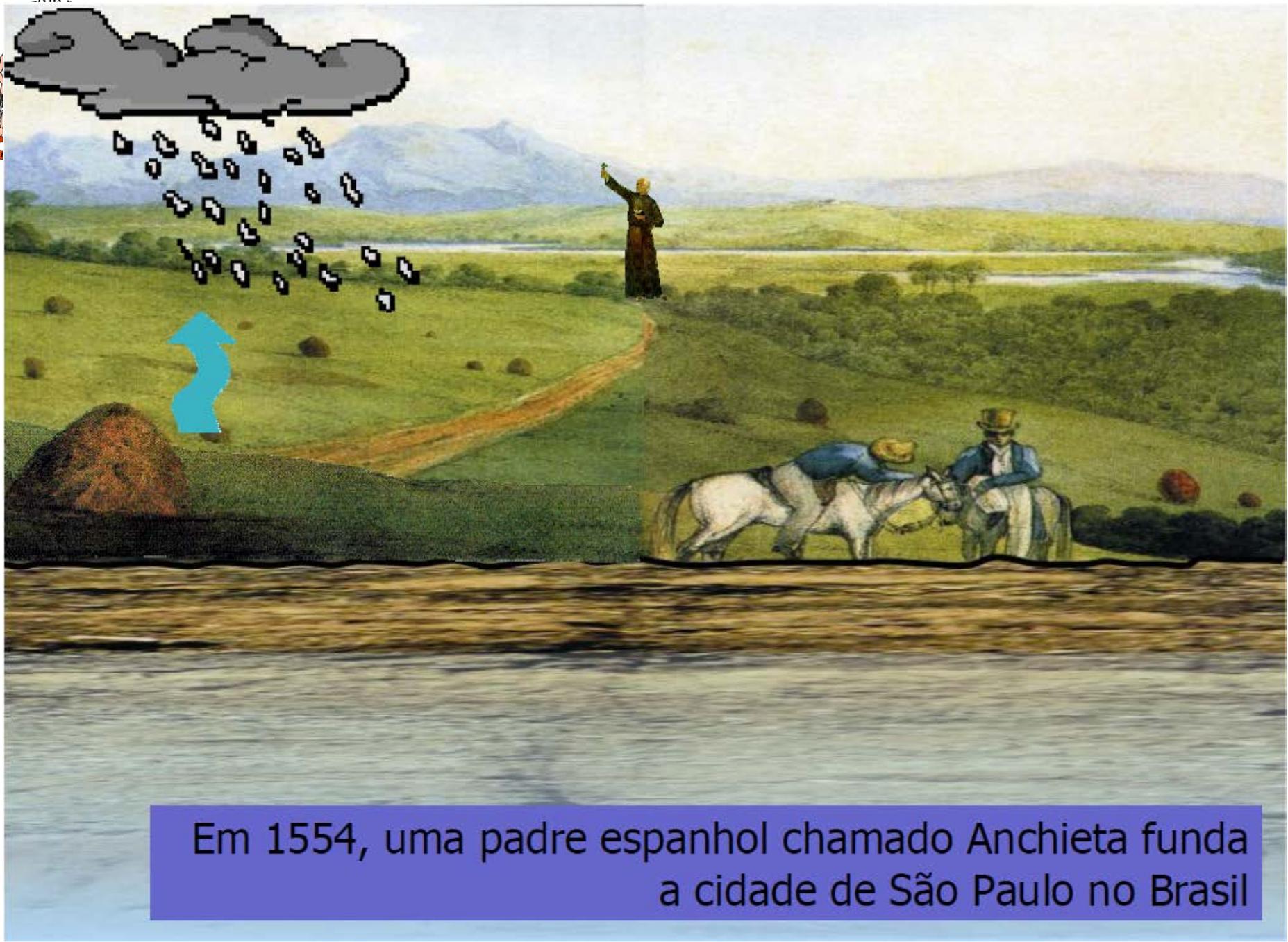
Porque Mudar Agora????

- a proximidade do caos;**
- um ponto de inflexão;**
- desejo de mudar;**
- viver com dignidade;**
- desprendimento;**
- coragem;**
- vontade política;**
-**



Gestão não é tão difícil, mas precisa ser feita...

(1) - Repensar a recarga dos aquíferos



Em 1554, um padre espanhol chamado Anchieta funda a cidade de São Paulo no Brasil

São Paulo em 1554

Precipitação
1536 mm/a

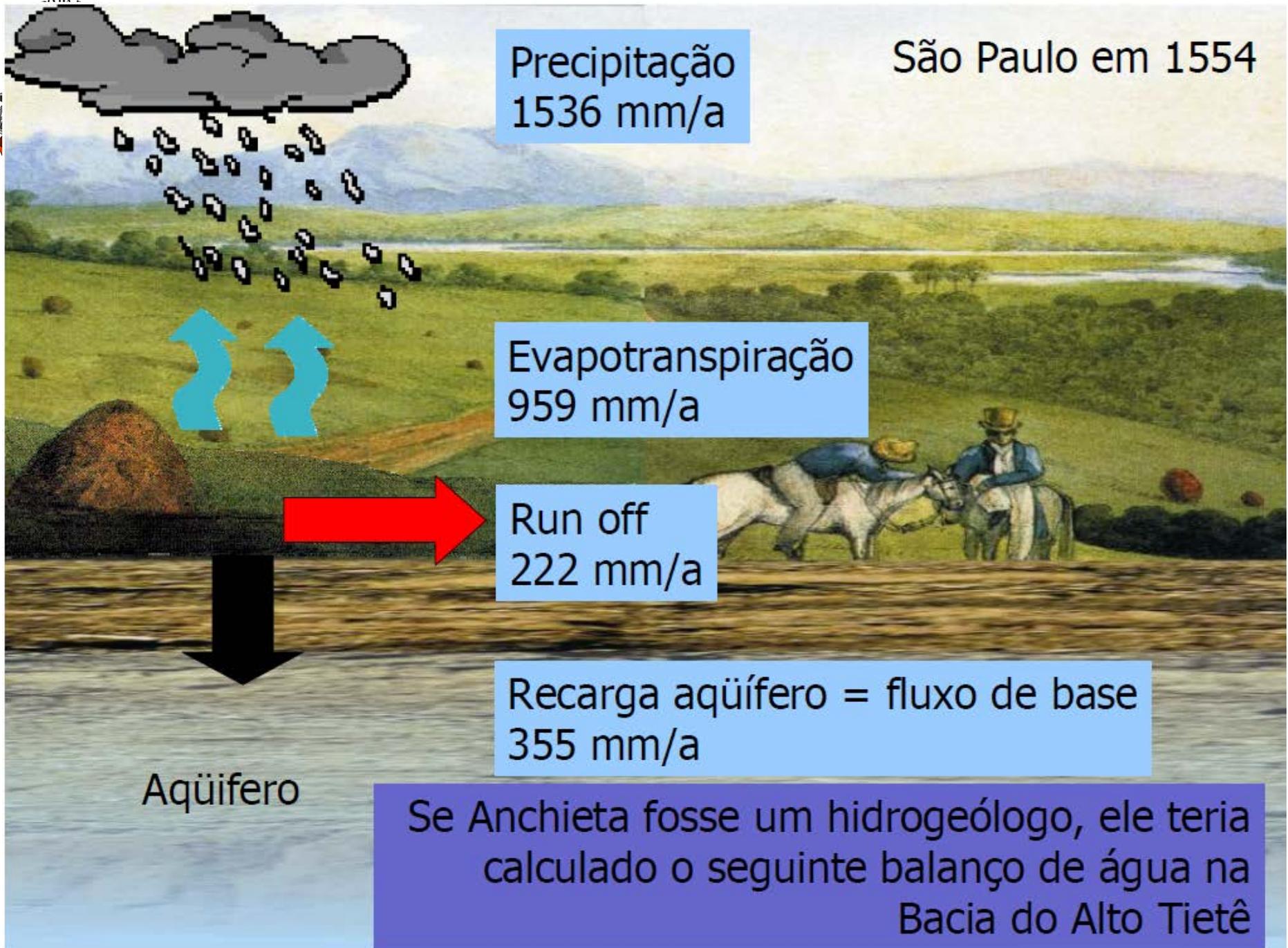
Evapotranspiração
959 mm/a

Run off
222 mm/a

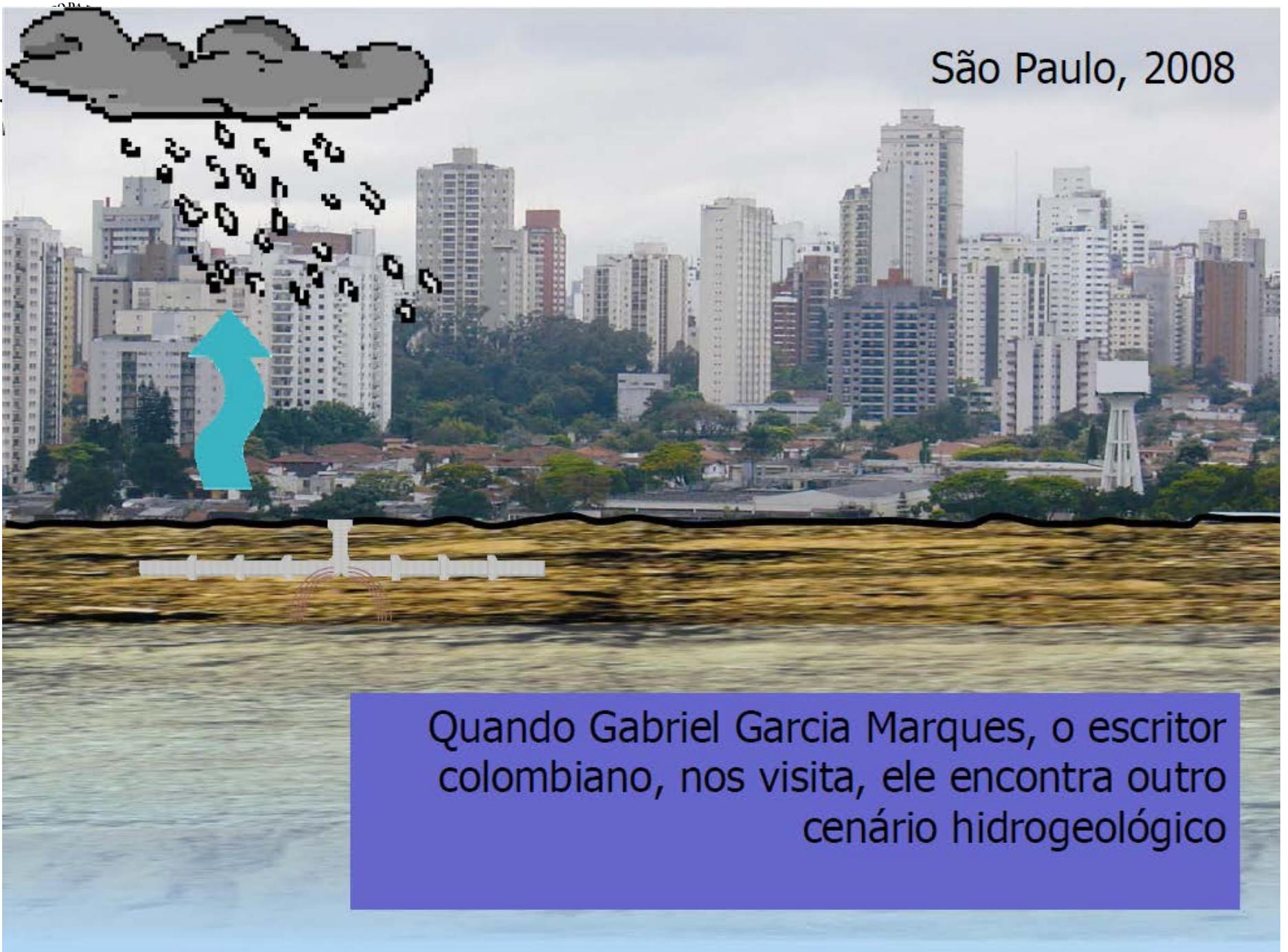
Recarga aquífero = fluxo de base
355 mm/a

Aquífero

Se Anchieta fosse um hidrogeólogo, ele teria calculado o seguinte balanço de água na Bacia do Alto Tietê



São Paulo, 2008



Quando Gabriel Garcia Marques, o escritor colombiano, nos visita, ele encontra outro cenário hidrogeológico

São Paulo 2008

Precipitação
1536 mm/a

Evapotranspiração
959 mm/a

Run off (interceptação)
397 mm/a (*antes 222 mm/a*)

Recarga urbana	180 mm/a
Fugas da rede de água(*)	+ 270 mm/a
Recarga total	= 450 mm/a

A recarga aquífera
não mudou
expressivamente

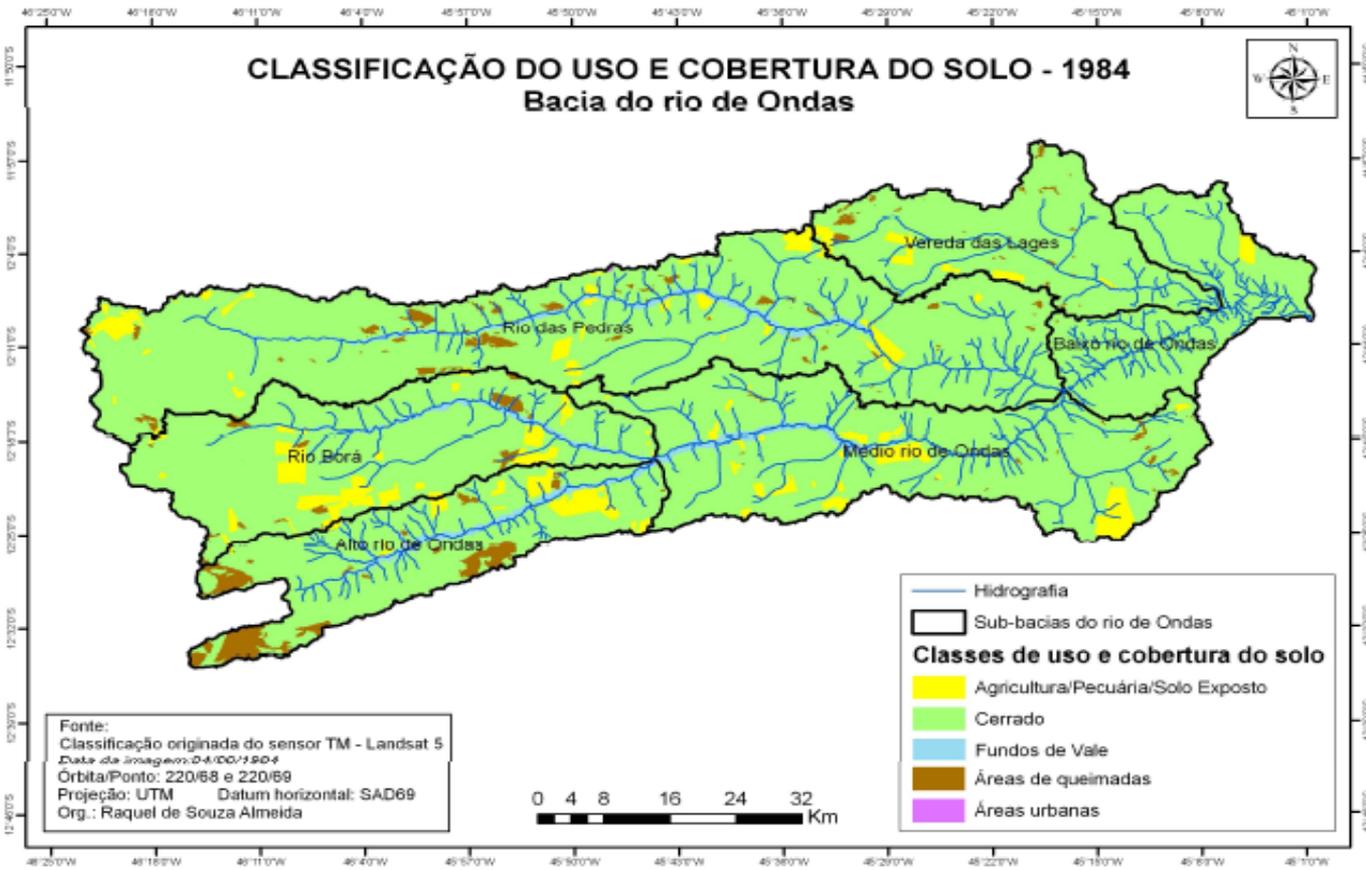
(*antes = 355 mm/a*)

(*) hoje a bacia importa
água



Evolução da Área (Ex: Bacia do Rio de Ondas - 1984)

- Vegetação natural do Cerrado: 4.922,19 km² (**88,2%**).
- Áreas agrícolas: 295,89 km² (**5,3%**).



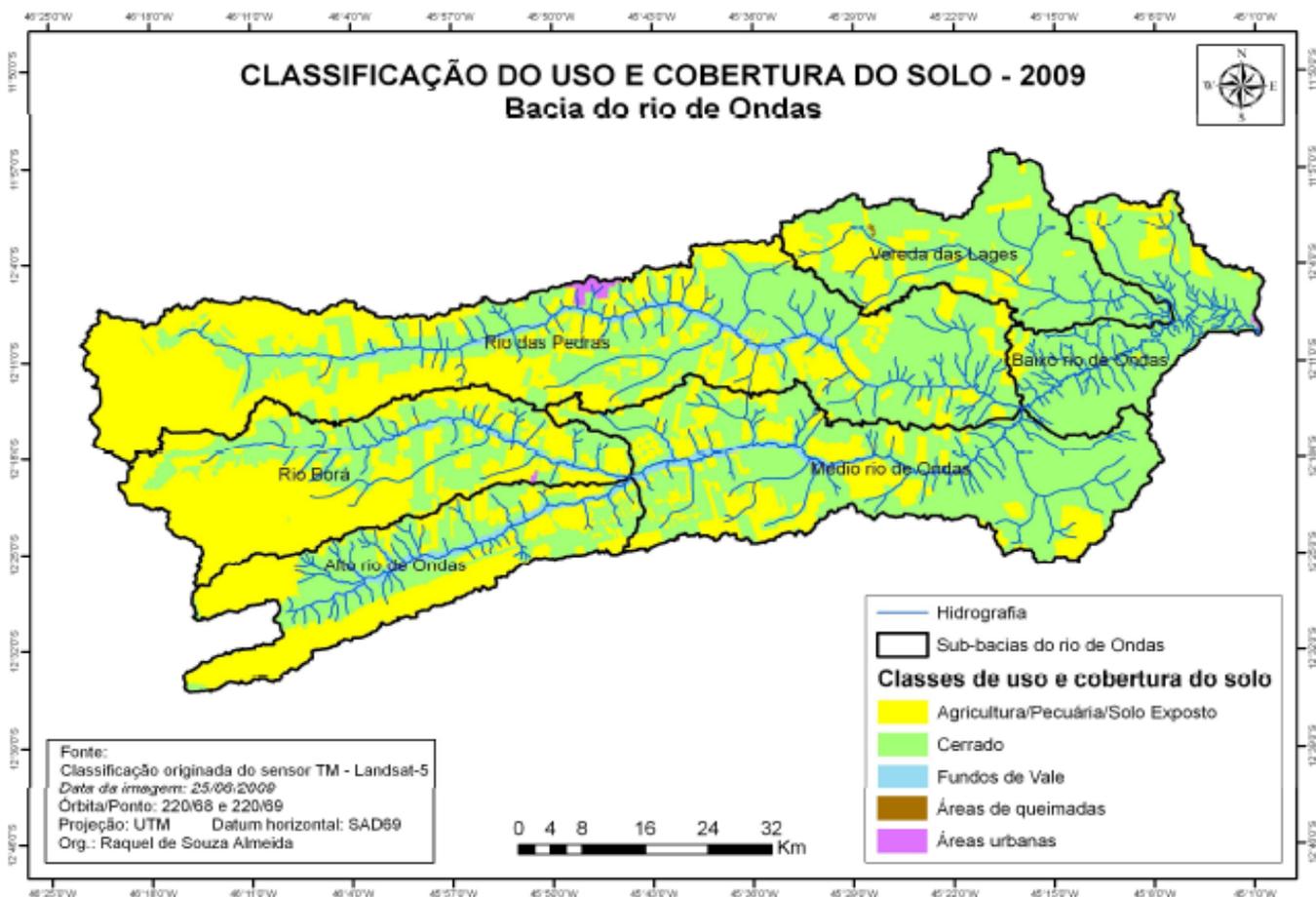


Evolução da Área (Ex: Bacia do Rio de Ondas -

2009)

Cerrado: 54,42% (3.037,06 km²).

Agricultura/pecuária/solo exposto: 41,31% (2.305,22 km²).





Infiltração de Água no Solo e Perdas de Solo por Erosão no Urucuia

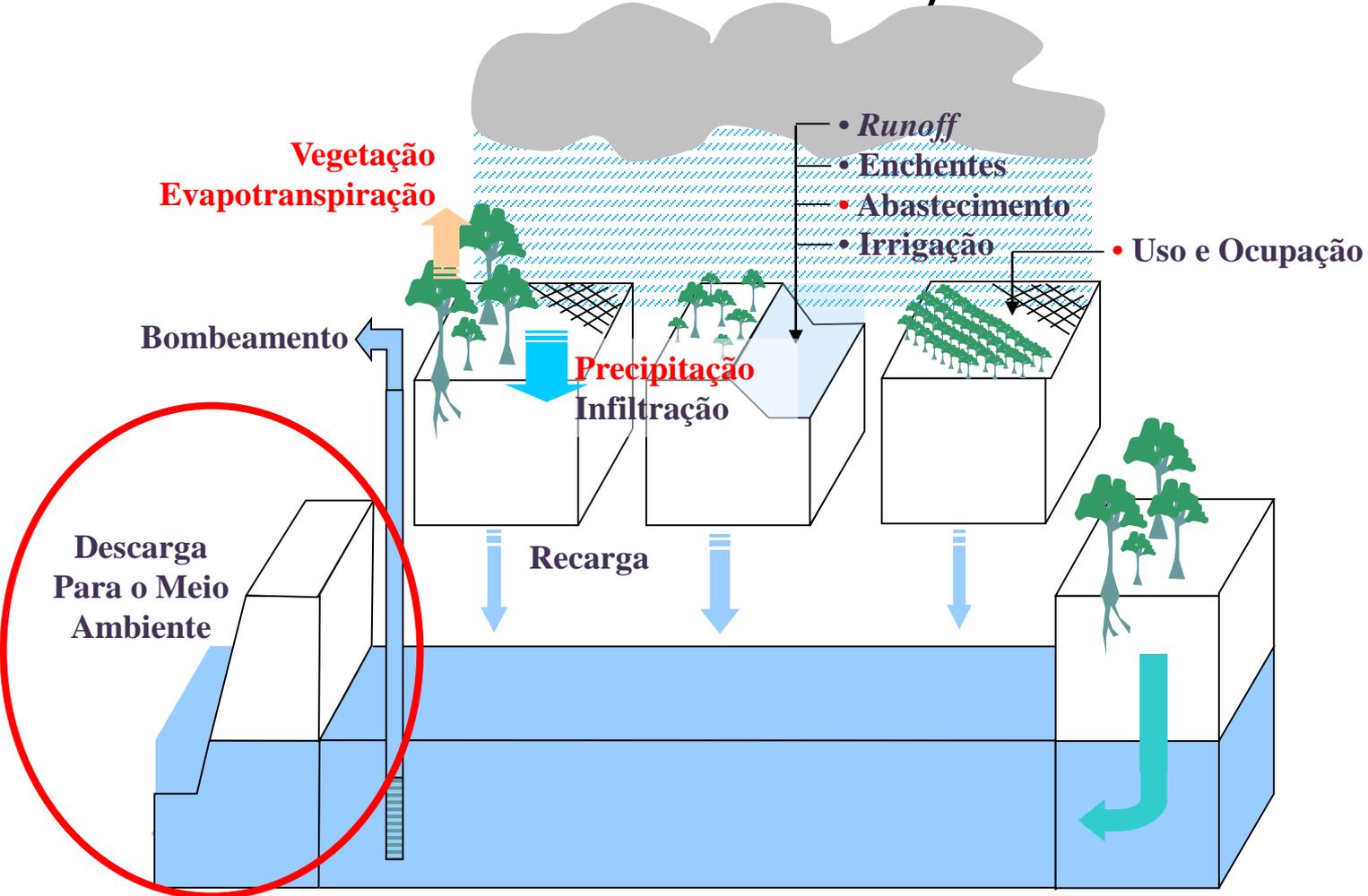
SOLO	CONDIÇÃO	INTENSIDADE DA CHUVA	Declividade	Início do Escoamento	Coefficiente de Enxurrada	Infiltração Acumulada (estimada)	Perda de solo
		mm/hora	%	minutos	%	Litros/m ²	g/0,7 m ²
LA típico	VEGETAÇÃO NATURAL	89,6	2	43	22	<u>125</u>	0,1
LA típico	SISTEMA CONVENCIONAL	95	5	20	36	<u>56</u>	99,3
LA típico	PLANTIO DIRETO DE QUALIDADE	104	5	75	0,1	<u>135</u>	0

Testes conduzidos na fazenda seis irmãos em latossolo amarelo com vegetação natural do cerrado, com sistema convencional (aração e gradagem) e com o sistema plantio direto de qualidade (EMBRAPA).

Dissertação apresentada em junho de 2004 por André Luiz Coelho Matos sob a orientação do professor doutor Heraldo Peixoto da Silva Relo

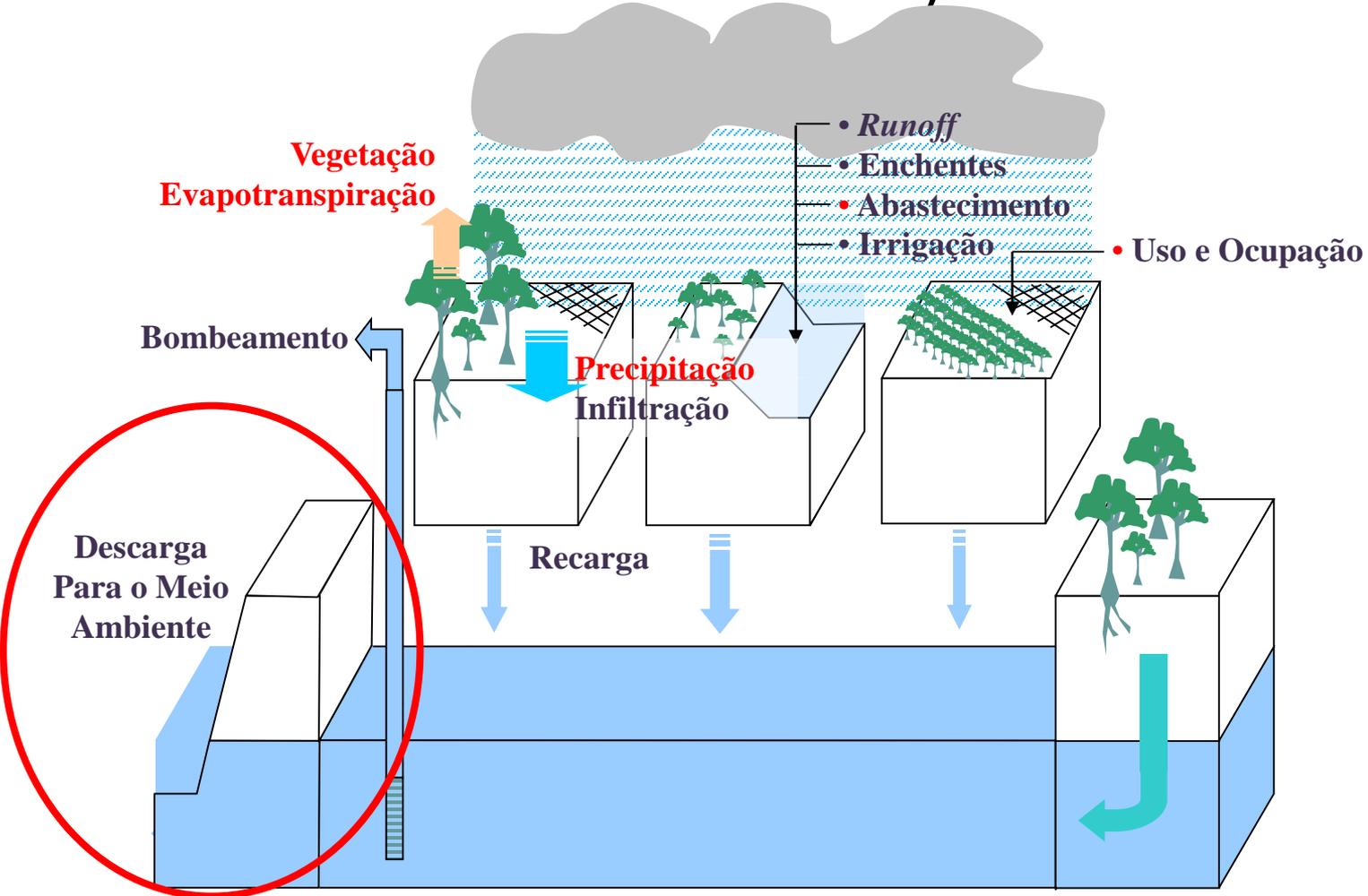


Sistema de Gestão Integrada (Água Superficial/Subterrânea/ Uso e Ocupação do Solo)





Sistema de Gestão Integrada (Água Superficial/Subterrânea/ Uso e Ocupação do Solo)





Resultados Esperados do PGI - 1

- **Incrementando a recarga (reduzindo o escoamento superficial):**
 - **Incrementar a vazão dos rios nas secas.**
- **Substituindo as outorgas superficiais por subterrâneas:**
 - **Tirar o impacto dos rios nas secas.**
- **Tudo isto ao custo da vazão dos rios nos períodos de cheia.**



Resultados Esperados do PGI - 2

- *Maiores volumes disponíveis para outorga, beneficiando a economia e a sociedade*
- *Rios com maiores volumes nos períodos de seca, beneficiando a economia, a sociedade e o meio ambiente*
- *Menor assoreamento e contaminação dos rios, além de menos enchentes*



Consequências do PGI na Gestão

- *Renovação do conceito de outorga, para um processo mais eficiente, do ponto de vista econômico, social e ambiental*
- *Alteração do conceito da cobrança, com o usuário podendo abater do uso sua contribuição para a recarga*
- *O usuário recebedor seria recompensado pelo incremento de água*



Para Promover a Sustentabilidade das Águas Superficiais e Subterrâneas

- **Avaliar como e quando usar água subterrânea e superficial**
- **Controlar os volumes e/ou o posicionamento espacial dos poços de bombeamento e das captações superficiais**
- **Incrementar a recarga de água subterrânea**
- **Utilizar os aquíferos como reservatórios**
- **Preservar os rios**



*Nós sempre tivemos muitos
instrumentos de gestão - Por
que a visão integrada ainda é
difícil????*



Integração da água subterrânea e superficial no planejamento

- Inicialmente precisamos discutir a legislação, que muitas vezes separa e não integra;
- As instituições ainda carecem de pessoal, recursos e principalmente capacitação;
- Os agentes políticos tem uma visão restrita do assunto;
- A gestão do uso do solo interfere diretamente na recarga e na qualidade da água subterrânea;
- A distribuição espacial dos diferentes usuários precisa ser bem definida.



Objetivo

Avaliar um modelo simples para quantificar os volumes retirados dos rios por poços, em virtude da conectividade hidráulica entre as águas superficiais e subterrâneas, com a finalidade de gerenciar as águas de forma integrada, evitando conflitos e maximizando o potencial para o desenvolvimento sustentável da região.



A solução que vem do céu

A chuva é a única
água capaz de
alimentar todas
as outras!





Como na novela *Crônica de uma morte anunciada* (*Crónica de una muerte anunciada*) do prêmio Nobel **Gabriel Garcia Marques**, todos na cidade de Aracataca (Colômbia) sabiam que uma pessoa seria assassinada, mas ninguém pode evitar.....



Prevenção da degradação & Conservação do solo



Governo do
Estado da Bahia

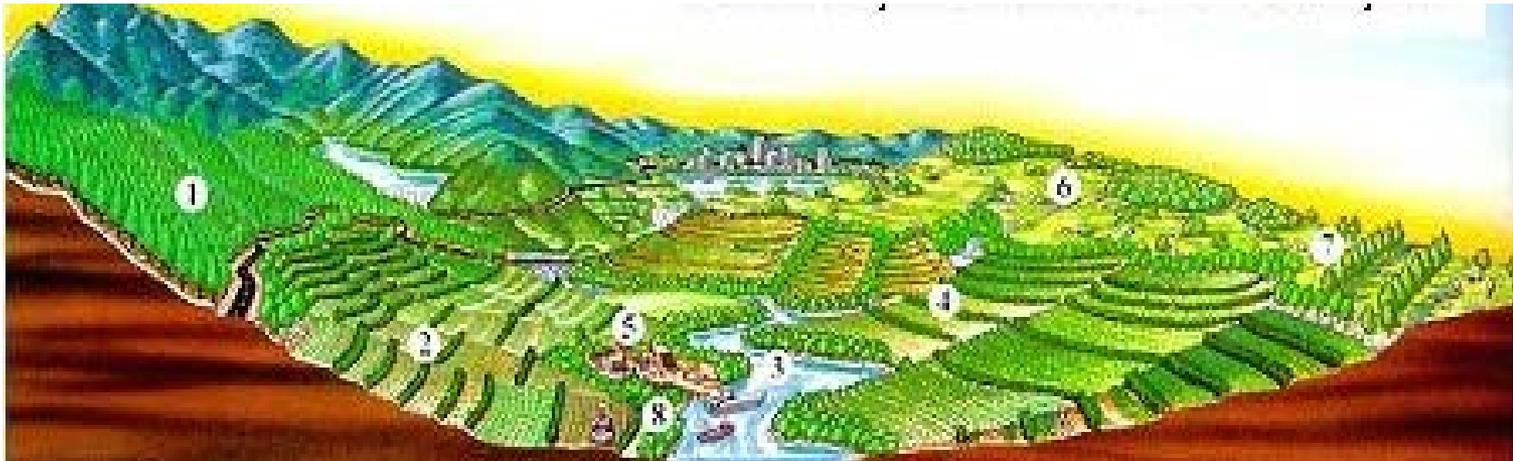
Secretaria do Meio Ambiente

Práticas conservacionistas

Conceito

Classificação

- ✓ Práticas conservacionistas vegetativas
- ✓ Práticas conservacionistas edáficas
- ✓ Práticas conservacionistas mecânicas.



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Práticas conservacionistas vegetativas

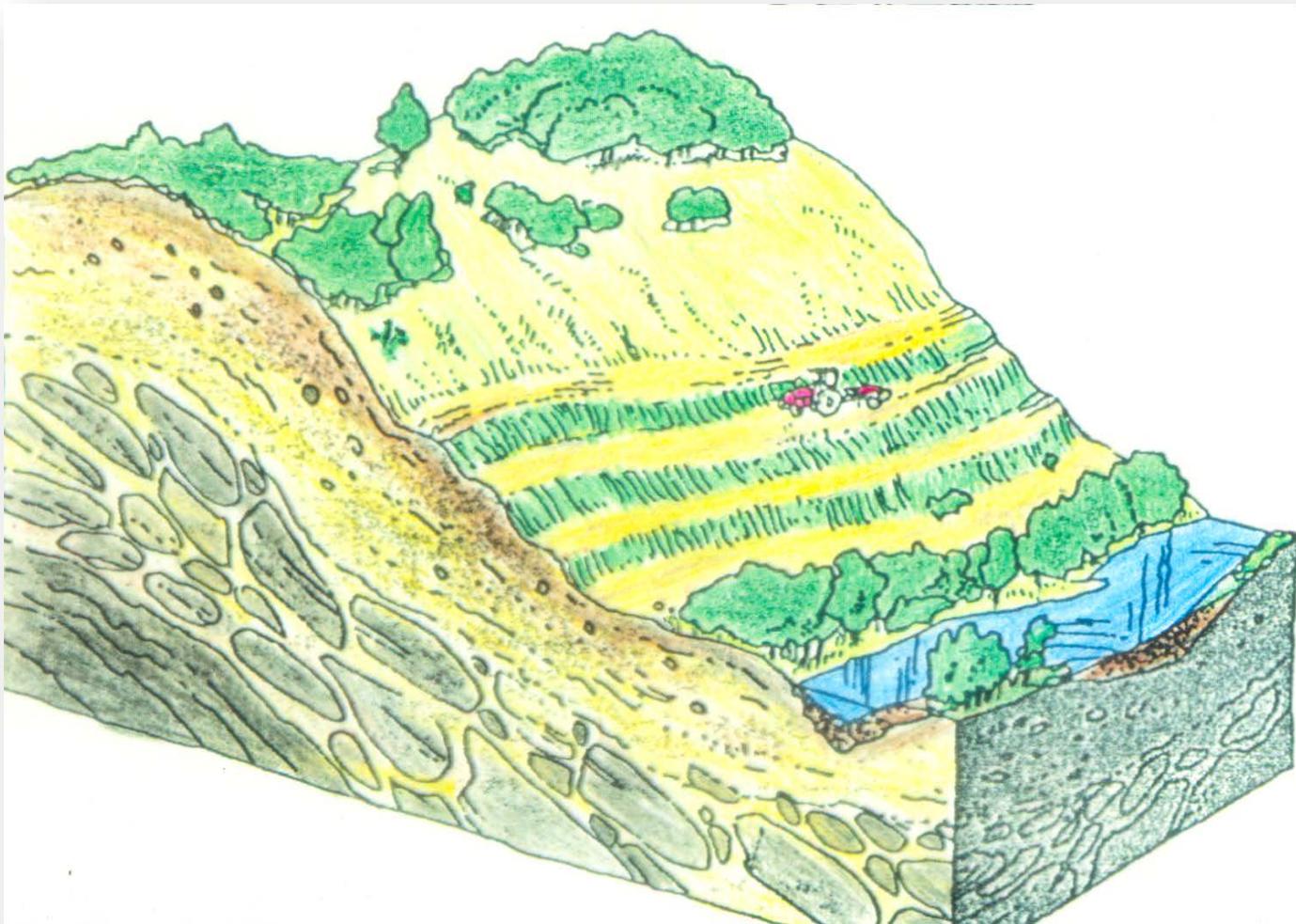
✓ Conceito

✓ Práticas

- Florestamento e reflorestamento
- Uso racional de pastagens
- Plantas de cobertura
- Culturas em faixas
- Cordões de vegetação permanente
- Alternância de capinas
- Ceifa do mato
- Cobertura morta
- Faixa de bordadura



Florestamento e Reflorestamento



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Florestamento e Reflorestamento



13/09/2007



Governo do
Estado da Bahia

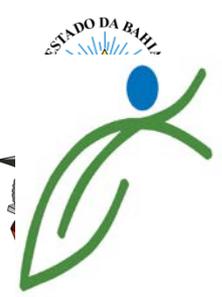
Secretaria do Meio Ambiente

Florestamento e Reflorestamento



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Florestamento e Reflorestamento



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Uso racional de pastagens



- ✓ Dividir em piquetes
- ✓ Rotacionar o pastejo
- ✓ Associar gramíneas com leguminosas
- ✓ Respeitar a capacidade de suporte
- ✓ Restituir nutrientes



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Plantas de cobertura do solo





Plantas de cobertura do solo



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Plantas de cobertura do solo: tipos

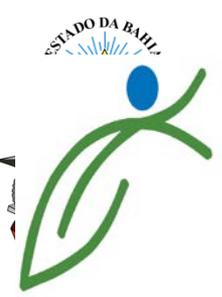


- ✓ Feijão de porco
- ✓ Crotalária
- ✓ Guandu
- ✓ Mucuna preta
- ✓ Milheto
- ✓ Braquiária
- ✓ Coquetel.

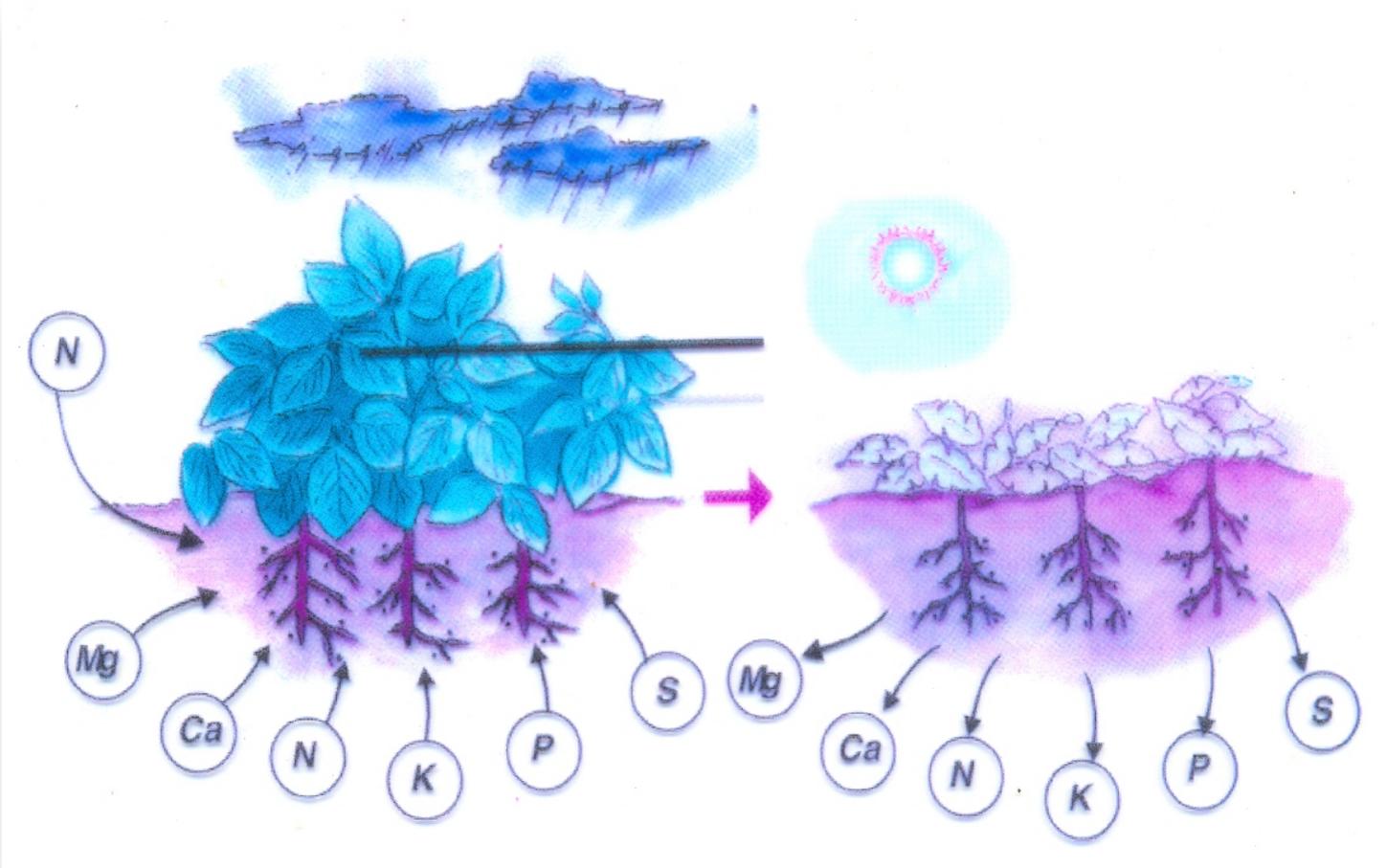


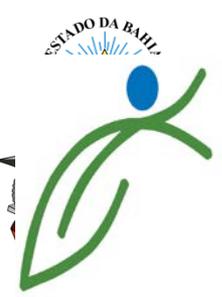
Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Plantas de cobertura do solo: efeitos



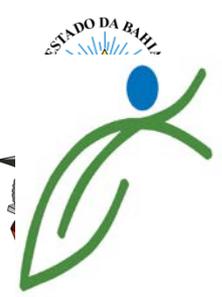


Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

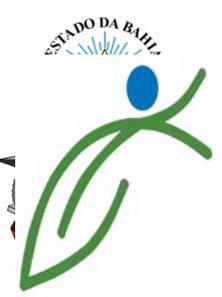


Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

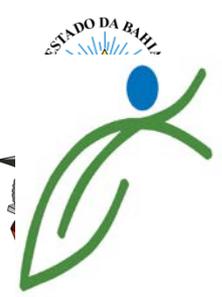


Culturas em faixas



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Cordão de vegetação permanente

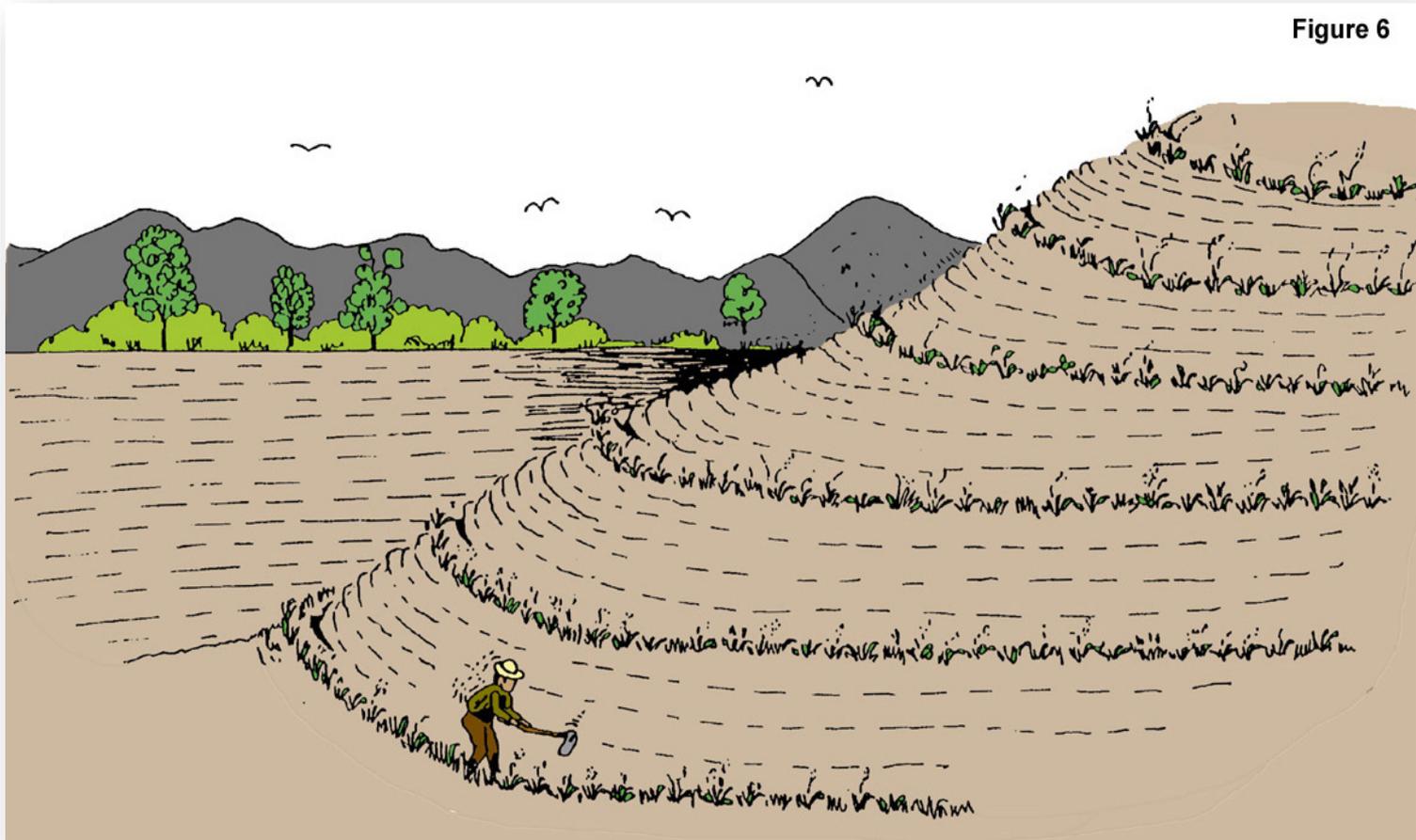
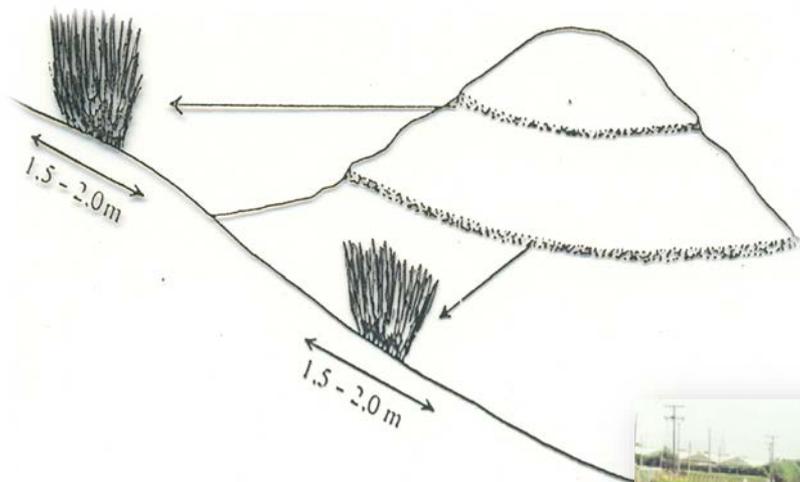


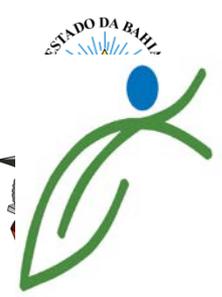
Figure 6





Cordão de vegetação permanente

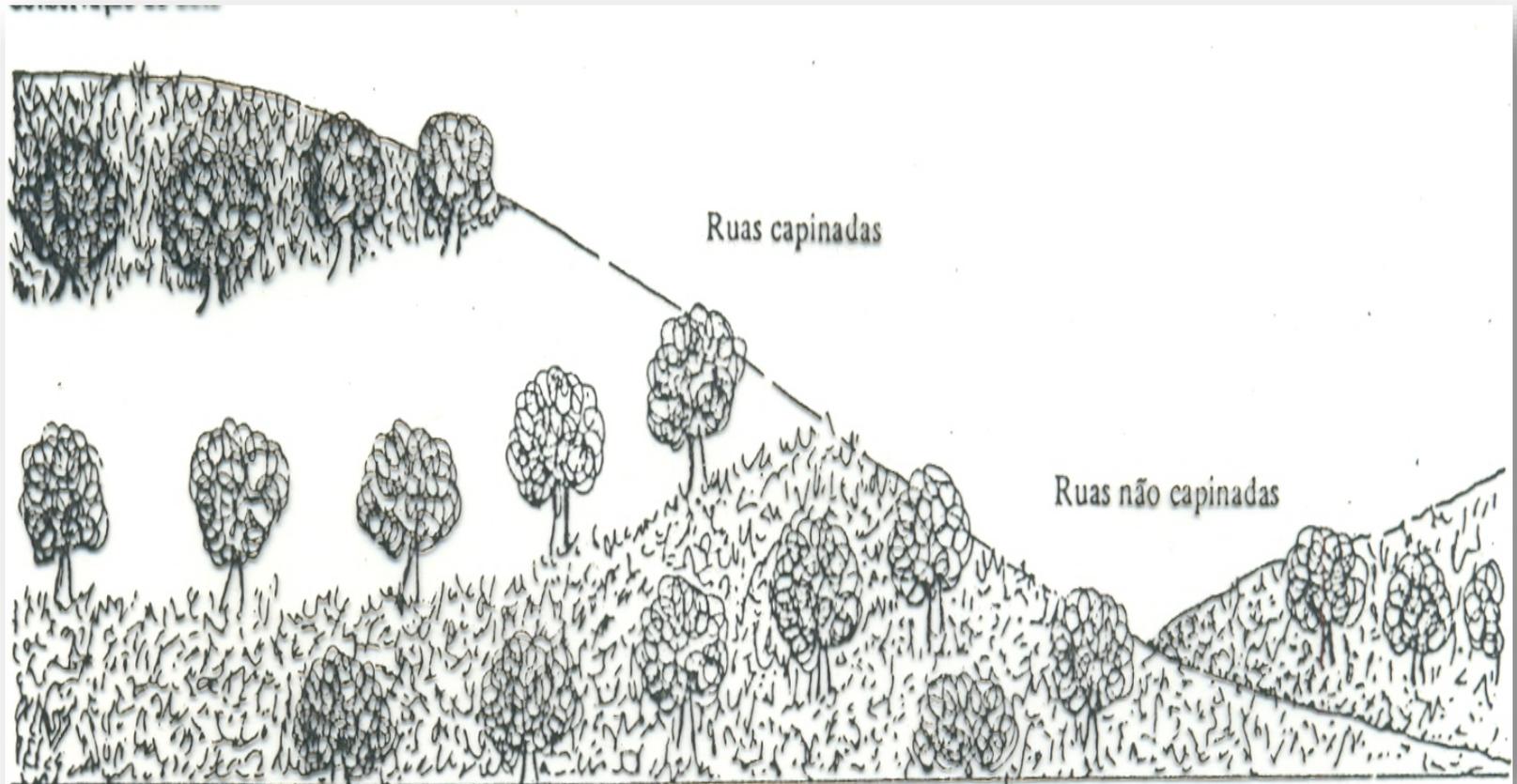




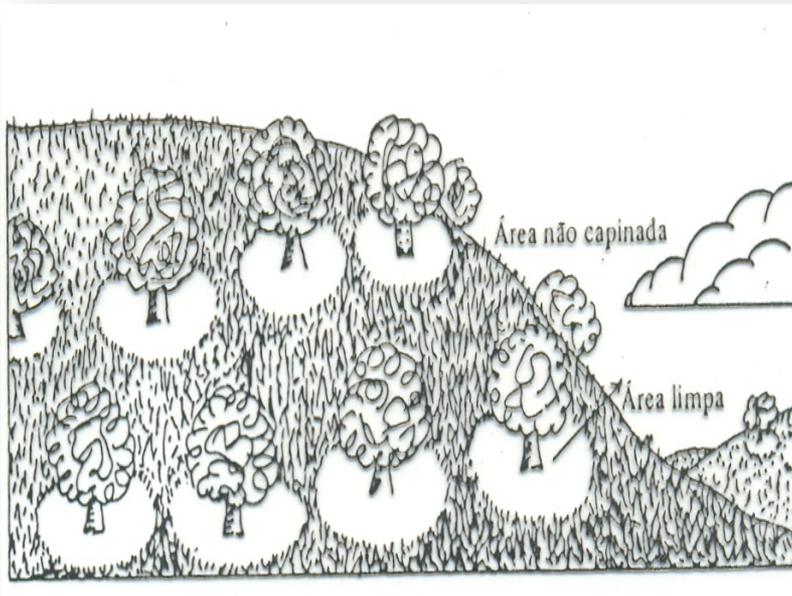
Cordão de vegetação permanente

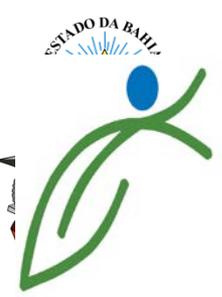


Alternância de capinas



Ceifa do mato



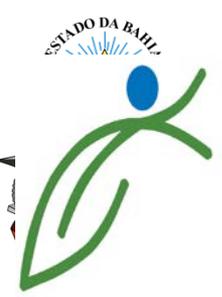


Ceifa do mato



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Cobertura morta



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

Cobertura morta



**Governo do
Estado da Bahia**

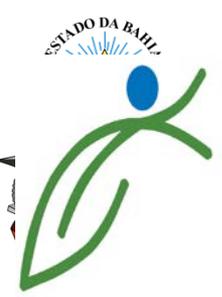
Secretaria do Meio Ambiente

Cobertura morta



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente

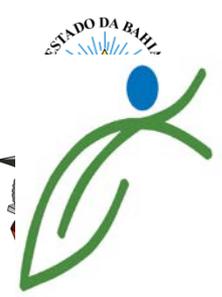


Cobertura morta



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Cobertura morta



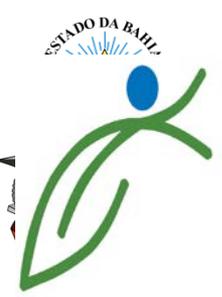
**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Faixa de bordadura





Faixa de bordadura



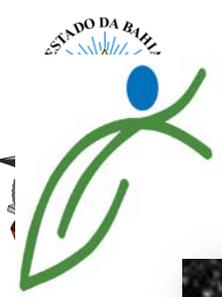
**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Quebra ventos





Malha vegetal



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



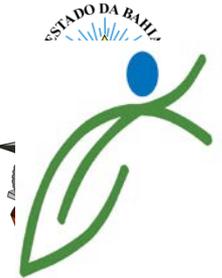
Práticas conservacionistas edáficas

Conceito

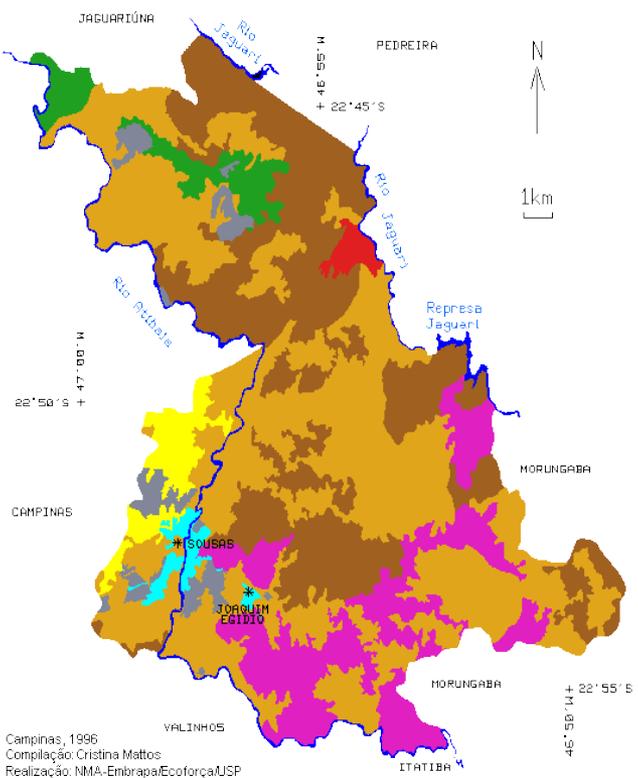
Práticas

- Uso e manejo do solo de acordo com sua capacidade de uso.
- Adubação verde.
- Preservação da vegetação natural em áreas interditadas pelo código florestal brasileiro.
- Eliminação e controle do fogo.
- Calagem.
- Adubação química.
- Adubação orgânica.





Uso do terra de acordo com sua capacidade de uso



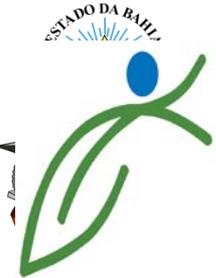
- Grupo A**
- III - Próprias para culturas anuais e perenes, com limitações moderadas a fortes
IIIe (Yellow)
IIIef (Green)
 - IV- Ocasionalmente próprias para culturas anuais, mais apropriadas para culturas perenes e pastagens
IVe (Orange)
- Grupo B**
- VI- Muito acidentados e/ou com solos rasos, indicados para pastagens e reflorestamentos
VIe (Brown)
 - VII- Demasiadamente acidentadas, com declives > 40%, podendo-se para reflorestamentos e restritas para pastagens
VIIe (Red)
VIe + VIIe (Purple)
- áreas urbanizadas densas (Cyan)
 - áreas urbanizadas pouco densas (Grey)
 - Rios Principais (Blue)

USOS

- Culturas anuais
- Culturas perenes
- Pastagens
- Reflorestamento
- Preservação ambiental

Campinas, 1996
Compilação: Cristina Mattos
Realização: NMA-Embrapa/Ecoforça/USP





Adubação verde



- ✓ Feijão de porco
- ✓ Crotalária
- ✓ Guandu
- ✓ Mucuna preta
- ✓ Milheto
- ✓ Coquetel



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente

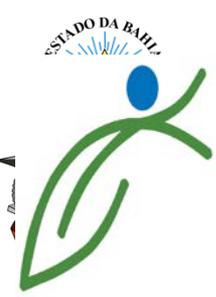


Adubação verde

Quantidade de massa verde produzida por algumas leguminosas

Nome comum	Nome científico	Produção de massa verde (kg/1000m ²)
Mucuna-preta	<i>Stizolobium atterinum</i>	4.300
Mucuna-anã	<i>Stizolobium spp</i>	800
Crotalaria	<i>Crotalaria juncea</i>	6.100
Feijão-de-corda	<i>Vigna unguiculata</i>	2.100
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>	2.200
Feijão-de-porco	<i>Canavalia ensiformis</i>	900



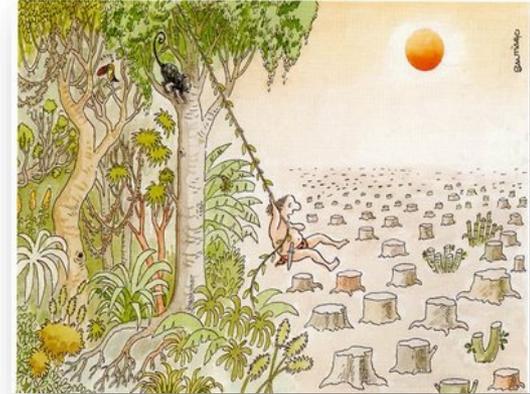
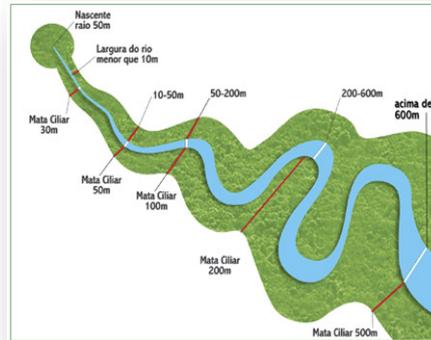


Uso do código florestal: Lei nº 12.651/12

- ✓ Condiciona o exercício do direito da propriedade ao cumprimento de sua **função social e ambiental**
- ✓ Qualifica as florestas e demais formas de vegetação nativa como bens de interesse comum a todos, impondo uma série de limitações à exploração de tais recursos.
- ✓ Estabelece uma área mínima imune ao corte raso – **reserva legal**.
- ✓ Define as Áreas de Preservação Permanente – **APP's**
- ✓ Define **regras para exploração** econômica de **florestas nativas e plantadas**.



Uso do código florestal: Lei nº 12.651/12



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente

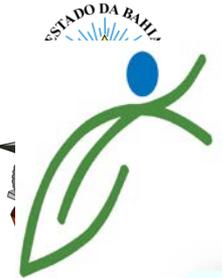


Uso do código florestal: **Lei nº 12.651/12**



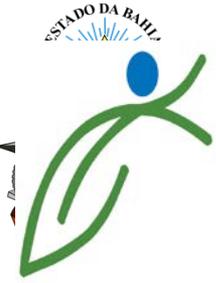
**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Eliminação e controle do fogo





Efeitos do fogo

- ✓ Elimina a matéria orgânica do solo
- ✓ Afeta negativamente a biota do solo, matando macro e microorganismos
- ✓ Contribui para o efeito estufa e aquecimento global
- ✓ Aumenta a erosão do solo

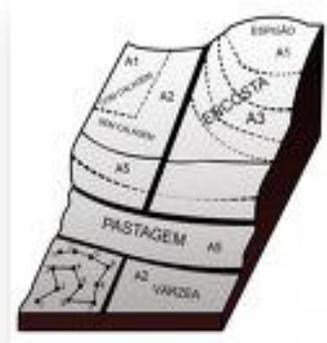


Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente

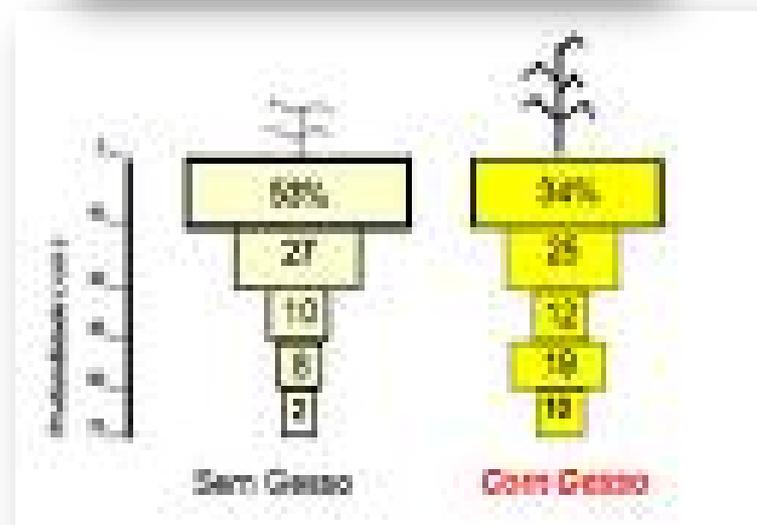
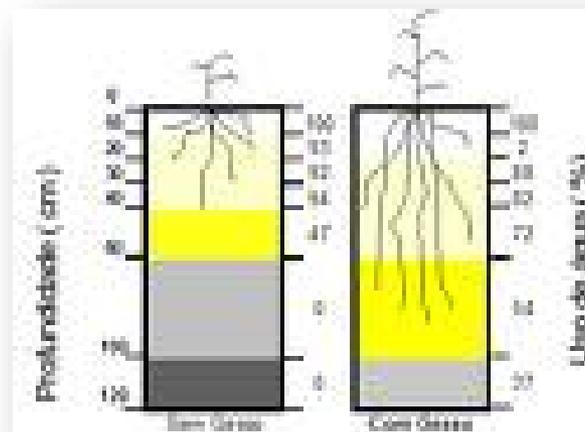


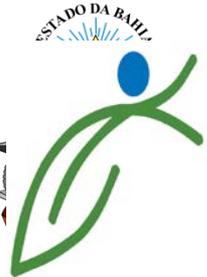
Calagem





Gessagem





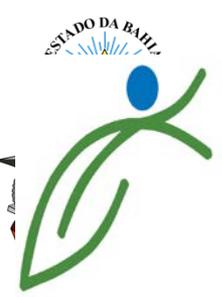
Adubaçã o

Química Orgânica



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Dúvidas?





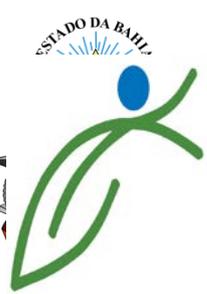
Práticas conservacionistas mecânicas

Conceito

Práticas

- Preparo do solo e plantio em nível ou contorno
- Distribuição racional de caminhos e carregadores
- Sulcos e camalhões em pastagens
- Canais divergentes
- Canais escoadouros
- Patamares
- Banquetas individuais





Preparo do solo e plantio em nível ou contorno



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

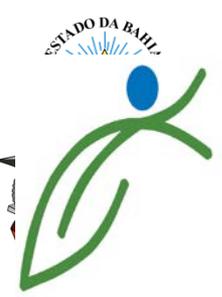


Preparo do solo e plantio em nível ou contorno



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Preparo do solo e plantio em nível ou contorno



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

Preparo do solo e plantio em nível ou contorno



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Sulcos e camalhões em pastagens

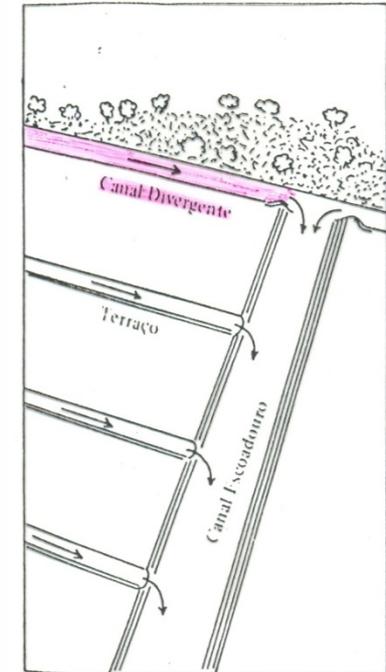


Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



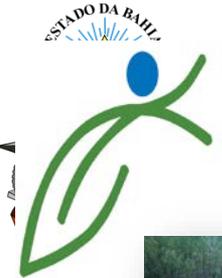
Canais divergentes





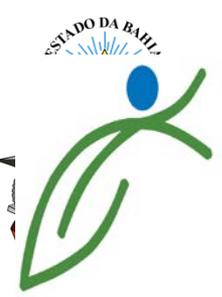
Canais escoadores





Canais escoadores



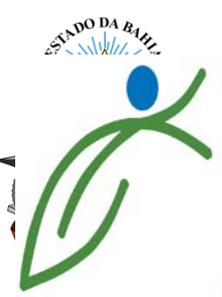


Patamares



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

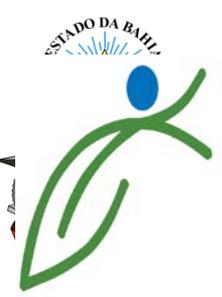


Patamares



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

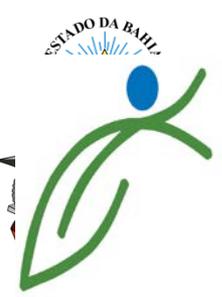


Patamares



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

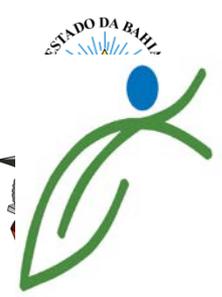


Patamares

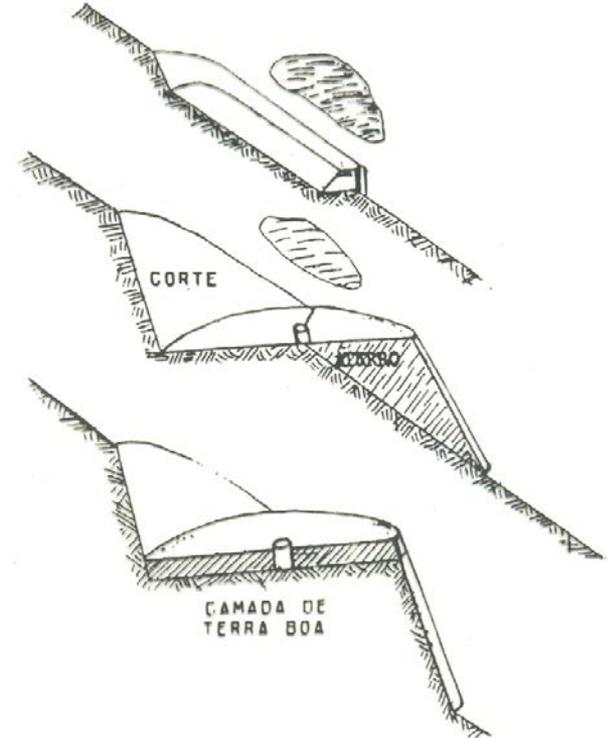
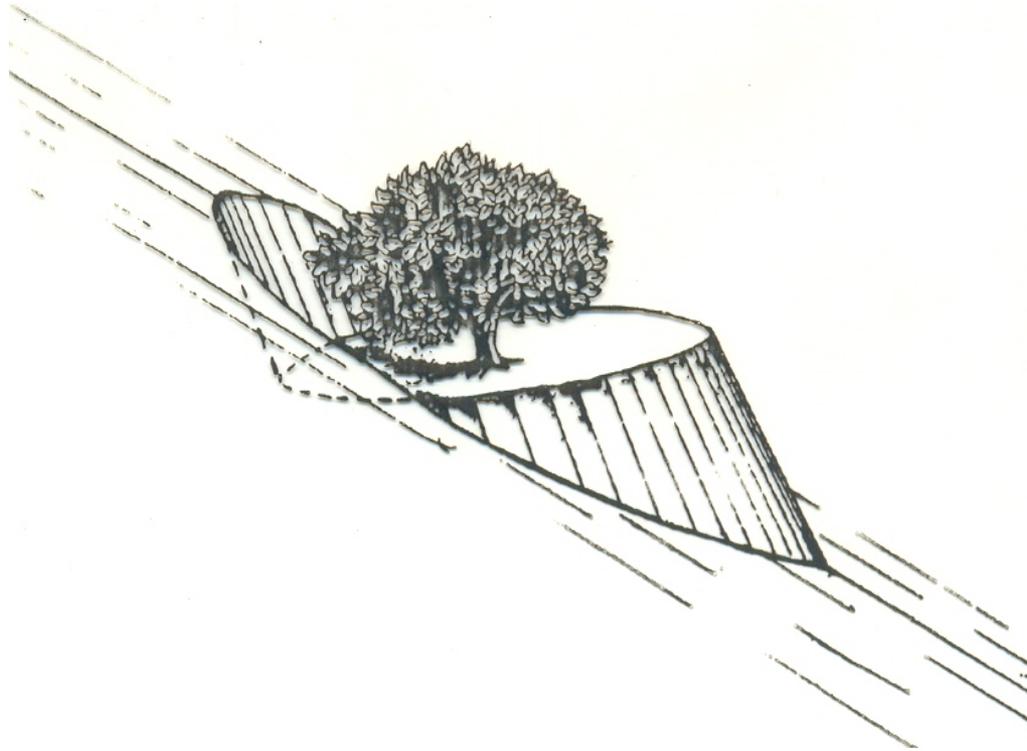


**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

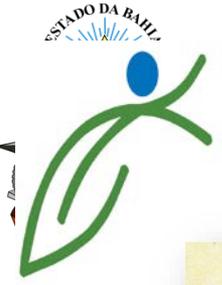


Banquetas individuais

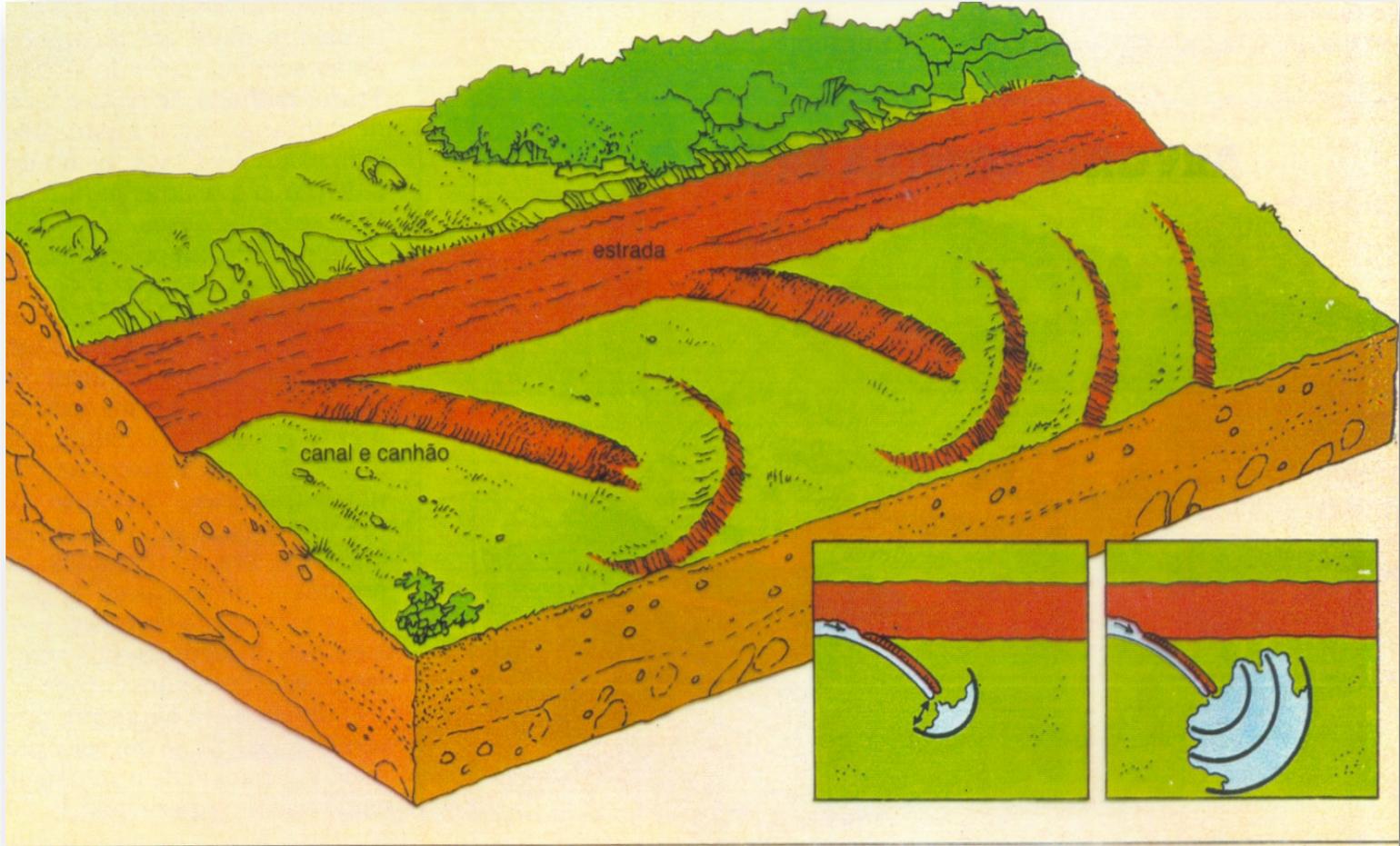


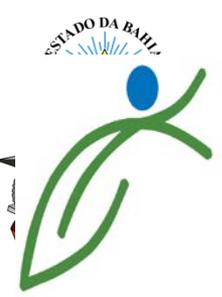
Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Bacias de retenção



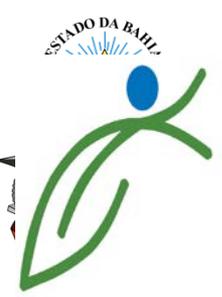


Bacias de retenção



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Bacias de retenção



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

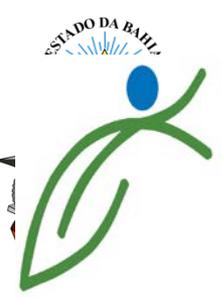


Bacias de retenção



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Terraços

- ✚ Introdução
- ✚ Definição



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

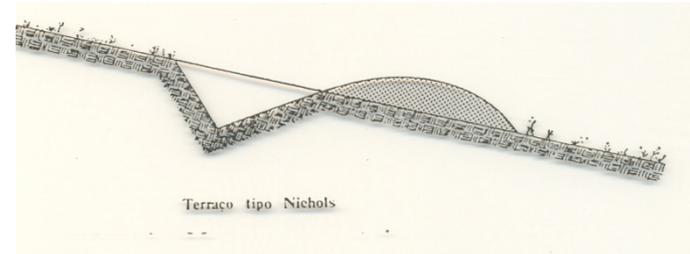
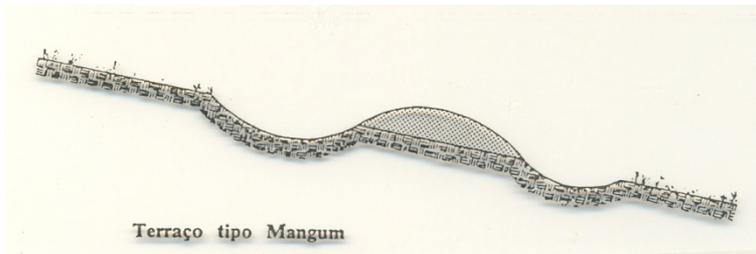
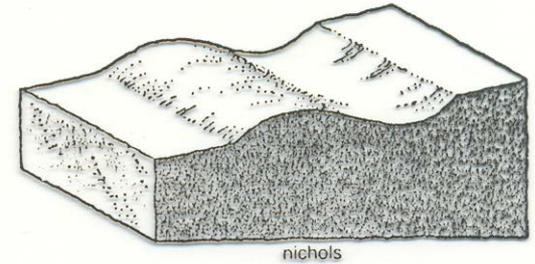
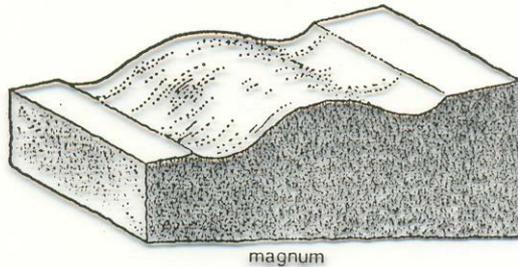


Classificação de Terraços

- QUANTO A CONSTRUÇÃO

Tipo Mangum

Tipo Nichols





Classificação de Terraços

- **QUANTO A LARGURA**

Base estreita

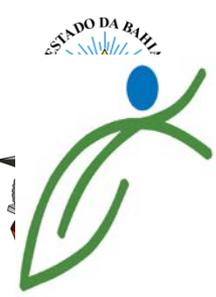
Base média

Base larga



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



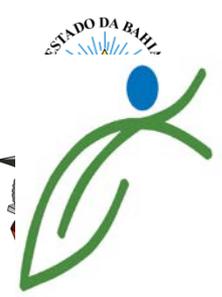
Características de um bom terraço

- Canal bem dimensionado e capacidade para receber enxurrada
- Lados com inclinação suave para facilitar o transito de máquinas
- Facilidade e economia de construção.



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Terraços



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

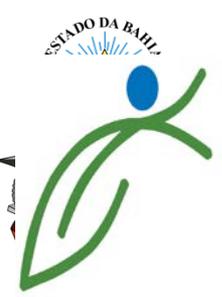


Terraços



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente

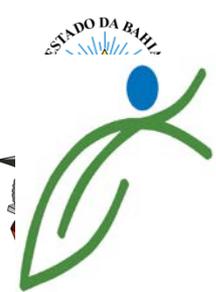


Terraços



**Governo do
Estado da Bahia**

Secretaria do Meio Ambiente



Construção de Terraços

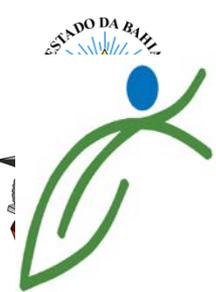
CONSTRUÇÃO DE TERRAÇOS

- Equipamentos
- Revisão de terraços



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Captação de água de chuva

CISTERNAS DE CAPTAÇÃO





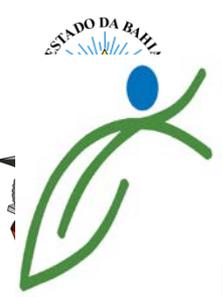
BARREIROS

Captação de água de chuva



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



Captação de água de chuva

BARRAGEM SUBTERRÂNEA



Governo do
Estado da Bahia

Secretaria do Meio Ambiente



DÚVIDAS?





Muito Obrigado



Zoltan Romero C. Rodrigues

***Diretoria de Estudos Avançados em Meio
Ambiente
(SEMA/SPA/DEAMA)***

zoltan.romero@inema.ba.gov.br

zoltanr@gmail.com

[071-9611-7222](tel:071-9611-7222)