

“Aguas para el Futuro”

“Parte I:

Ejemplos y posibilidades en aguas urbanas”

Eduardo Mario Menciondo

Escola de Engenharia de Sao Carlos

Universidade de Sao Paulo

Miembro CapNet Brasil

[emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br)

[www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica](http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica)

Saneamento:  
da Lei Federal 11.445...



...ao jogo de  
Chapeuzinho  
Vermelho, Vovôzinha, Caçador e Lobo-  
Mau



# Costos

- UNESCO: cada USD 100 pagos para atender desastres de saneamento urbano (\*)
  - USD 96 son para atender emergencia y reconstrucción,
  - USD 4 para prevención.

## Corolario:

**cada US\$ 1 invertidos em prevencion  
ahorra de US\$ 25 a 30 de reconstruccion.**

Moradores caminham por bairro alagado pelas águas do rio Paraíba do Sul no município de Campos, no norte fluminense, uma das regiões mais afetadas pela chu

(\*) Fonte: Int. Conf. Monitoring, Prediction and  
Managing Disasters, Kyoto, 2005



Detalle de revista *O Cabrião*, de 24 de debrero de 1867, con CHISTE presentando actores “Pipelet y Cabrião” embarcados en el medio de la “Rua do Imperador” (Praça da Sé, centro de la ciudad de Sao Paulo).



...pero el “chiste” se repite en el siglo XXI



**Improvviso** – Alheios ao caos da enchente, dois garotos se divertem, usando uma caixa-d'água como canoa.

# Comparando escenarios retro- y prospectivos de desastres de inundaciones urbanas

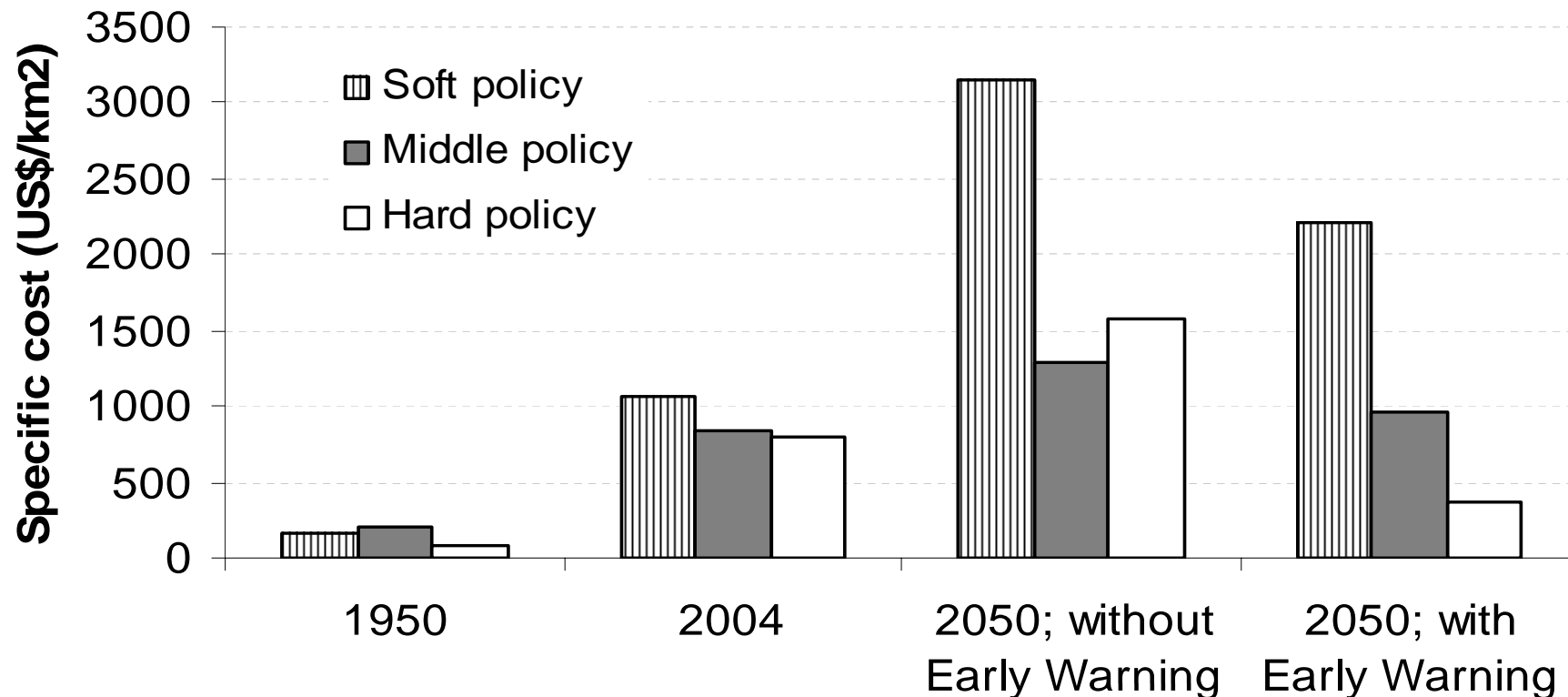


Figure 5. Evolution of O&M costs for a 2-year flood and according to scenario simulation survey for reactive scenarios. Disparity of costs increase for flood policies with proactive scenarios aided by early warning systems (2050\_PP), due to prevention, capacity building and contingency plan. Source: NIBH/EESC/USP (2004) [www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica](http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica).

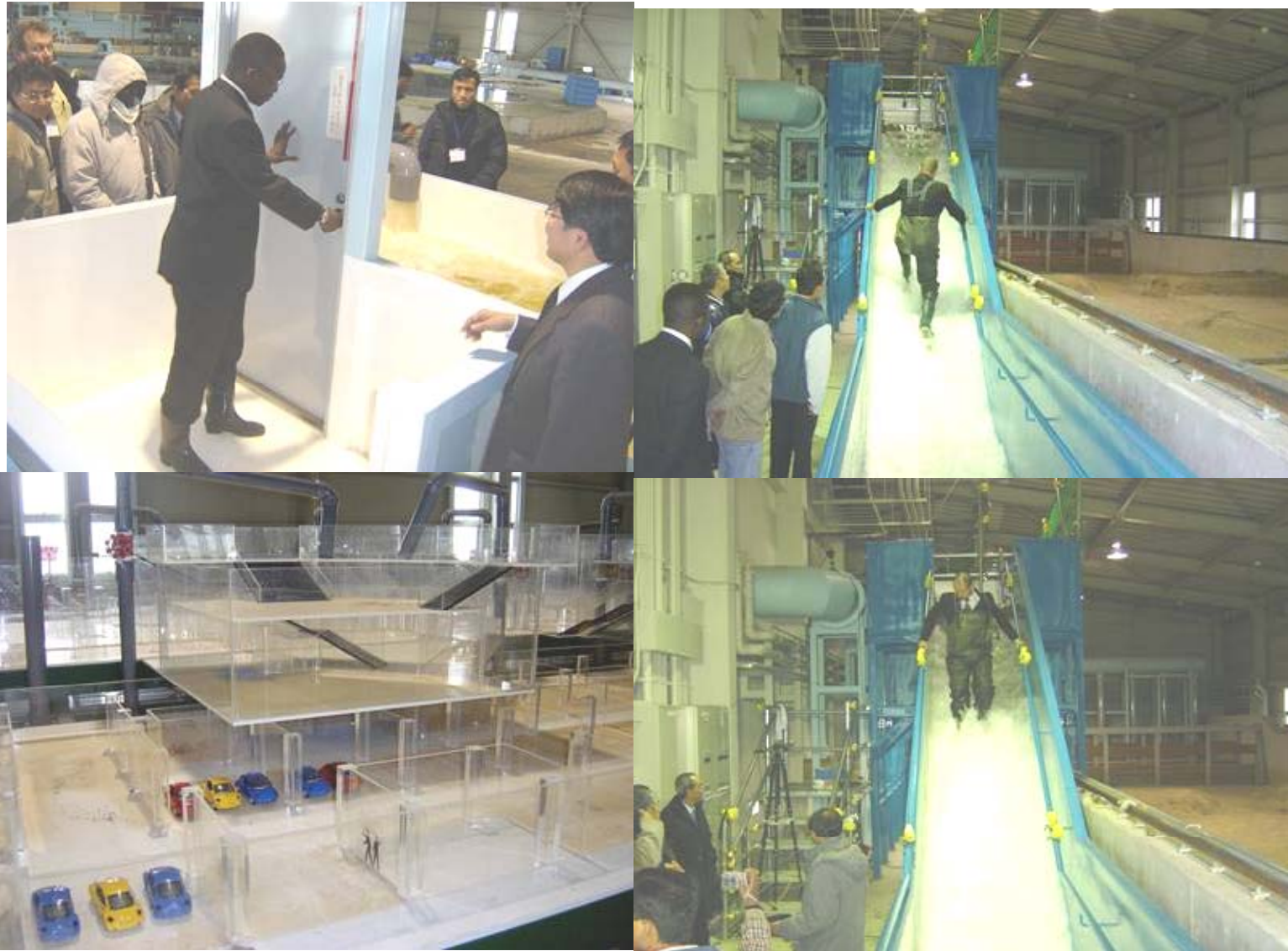




Morador amarra carro em árvore para evitar prejuízo maior

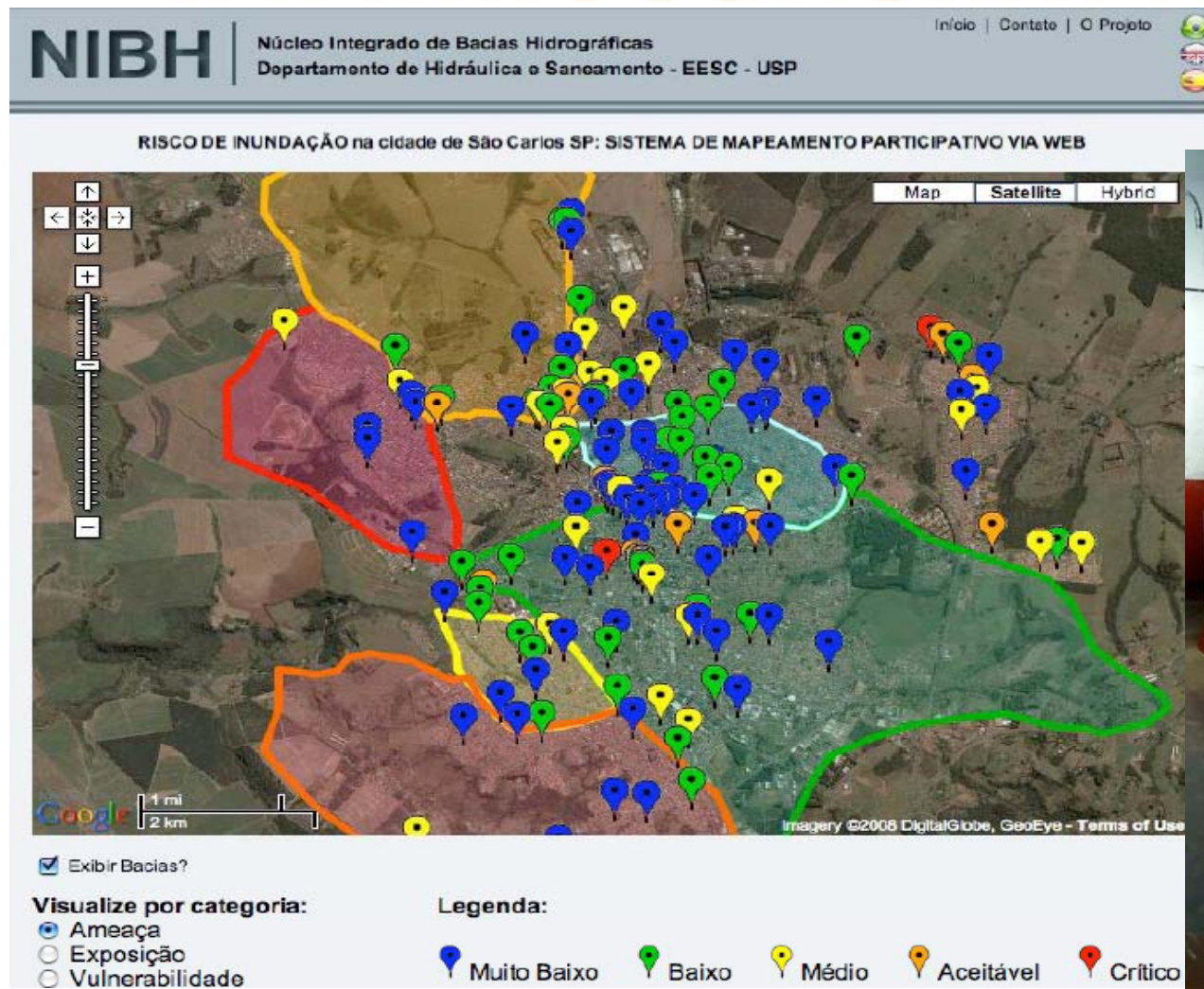


# Gestion del riesgo de inundaciones y anegamientos a partir de demandas públicas de comunidades...



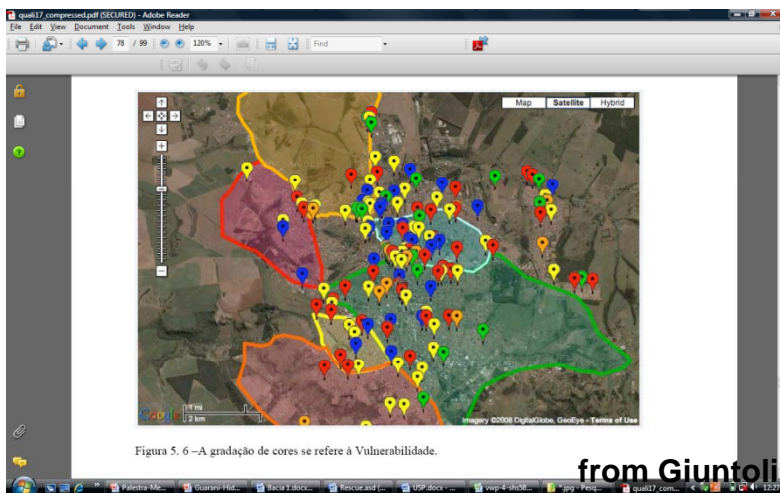
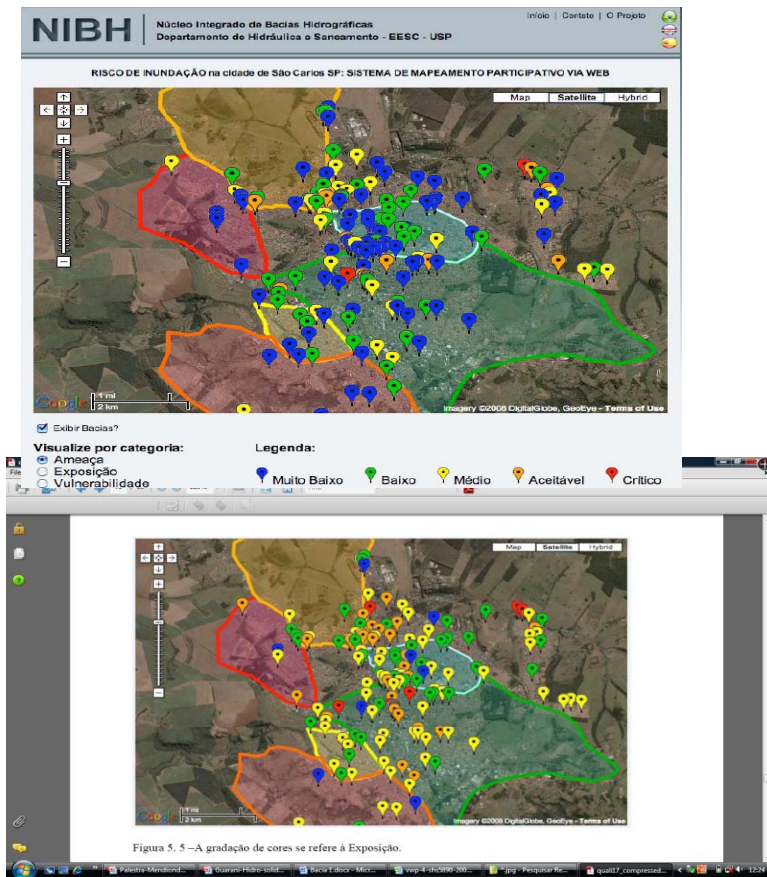
VWP4 > f10 0 days

www.floodrisk.w1host.com



from Giuntoli & Mendingo (2008)



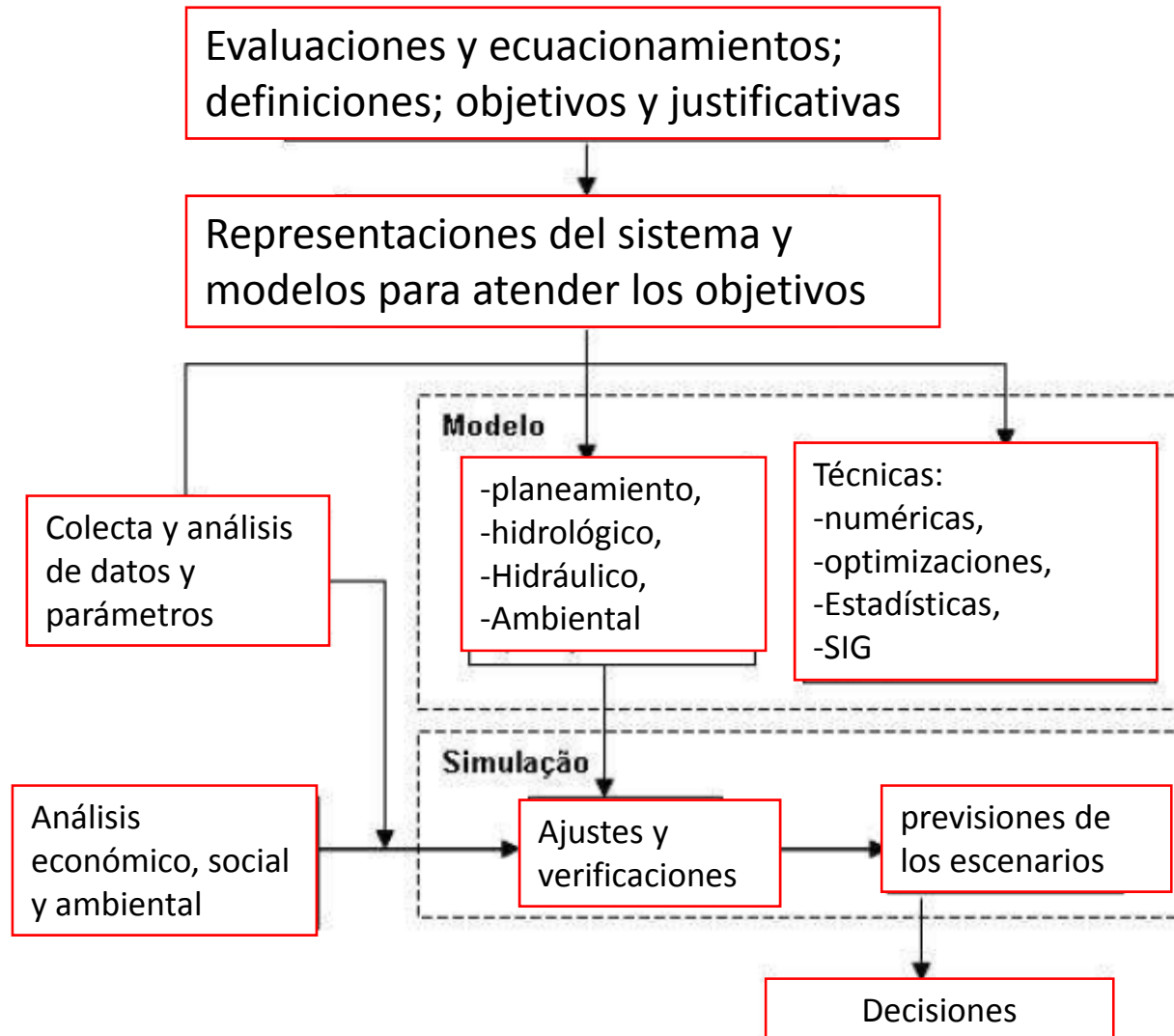


from Giuntoli & Mendes (2008)





# Etapas de trabajo para “decisiones de futuros”



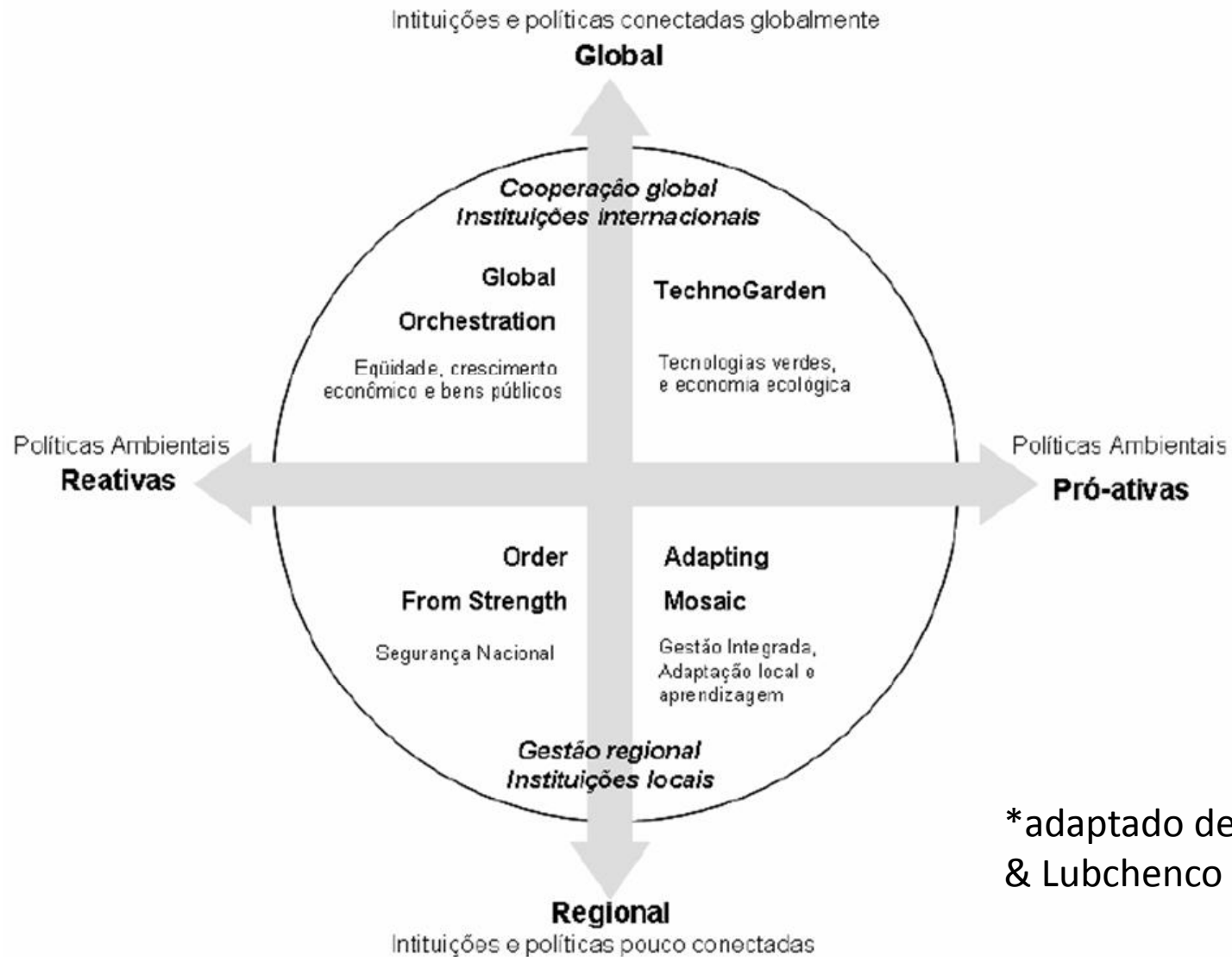
# Ejemplos de estudios de futuro

Autor	Estudo	Ano	Metodologia
Thomas Robert Malthus	"Essay on the Principle of Population"	1798	Extrapolativa
Henry George	"Progress and Poverty"	1879	Extrapolativa
Ester Boserup	"The conditions of Agricultural Growth"	1965	Extrapolativa
O Clube de Roma	"Limits to the Growth"	1972	Prospectiva
OECD	"INTERFUTURES"	1979	Prospectiva
Berendt et al	"Global 2000 report to the President"	1980	Extrapolativa
Comissão Brundtland	"Our Common Future"	1987	----- *
Meadows et al	"Beyond the Limits"	1992	Prospectiva
WRR	"Ground for Choices"	1992	Prospectiva
FAO	"Agriculture Towards 2010"	1995	Prospectiva
UNEP	"Global Environmental Outlook"	1999	Prospectiva
IPCC	"Special Report on Emission Scenarios (SRES)"	2000	Prospectiva
WSG	"The Great Transition"	2001	Prospectiva
MA	"Millenium Ecosystem Assesment"	2005	Prospectiva
The Millennium Project	"State of the Future"	2006	Prospectiva
CIA	"O relatório da CIA – Como será o mundo em 2020"	2006	Prospectiva
MMA - PNRH	"Águas para o Futuro: Cenários para 2020"	2006	Prospectiva

\* Informação não disponível.

Fonte: Leemans, 2007 (modificado).

# Estruturas de cenários\*



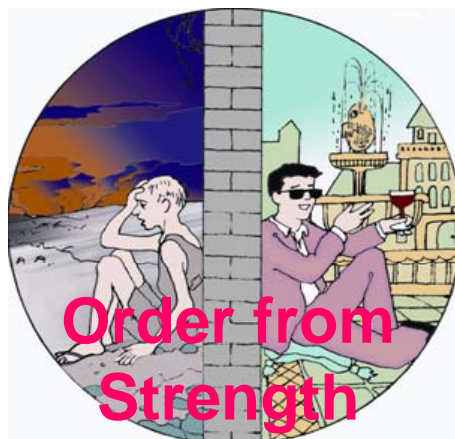
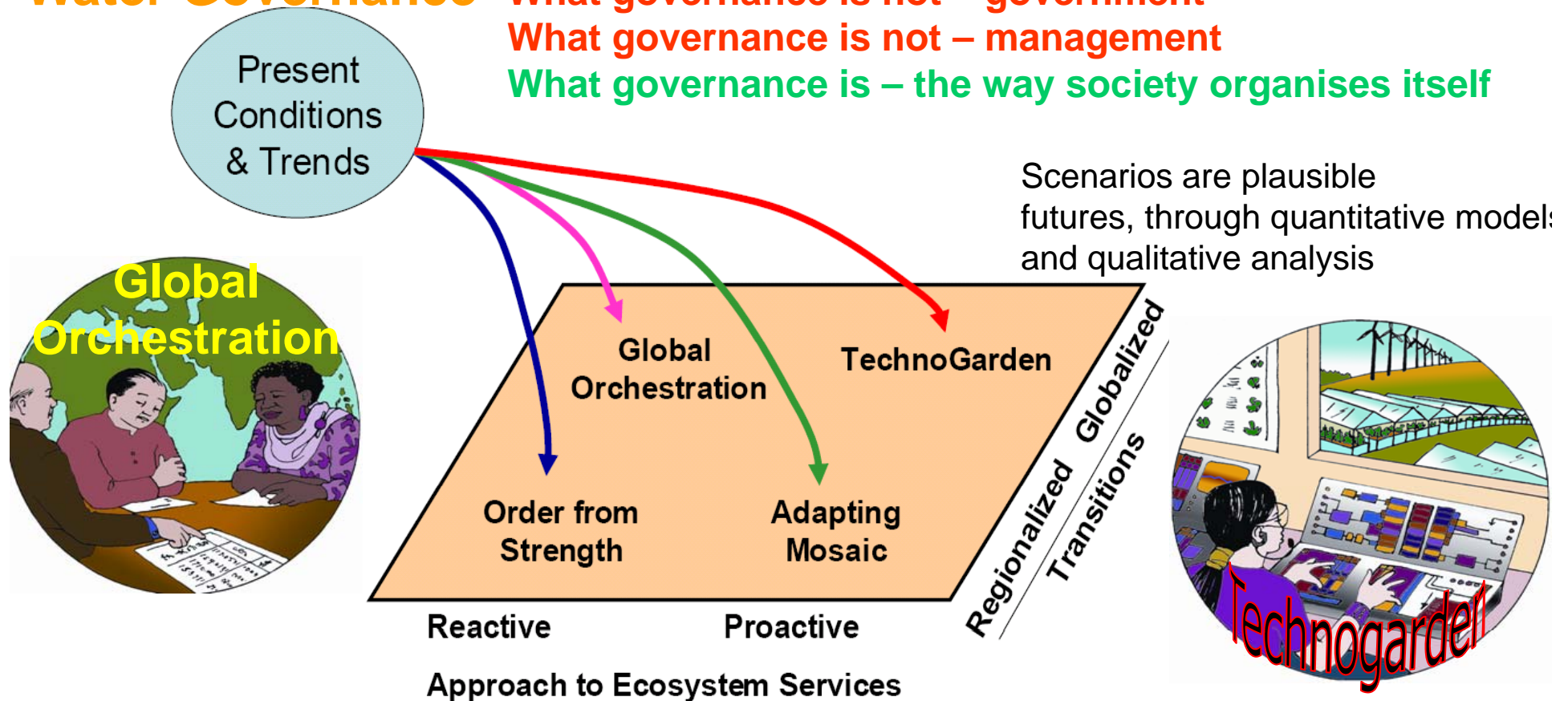


# Water Governance

What governance is not – government

What governance is not – management

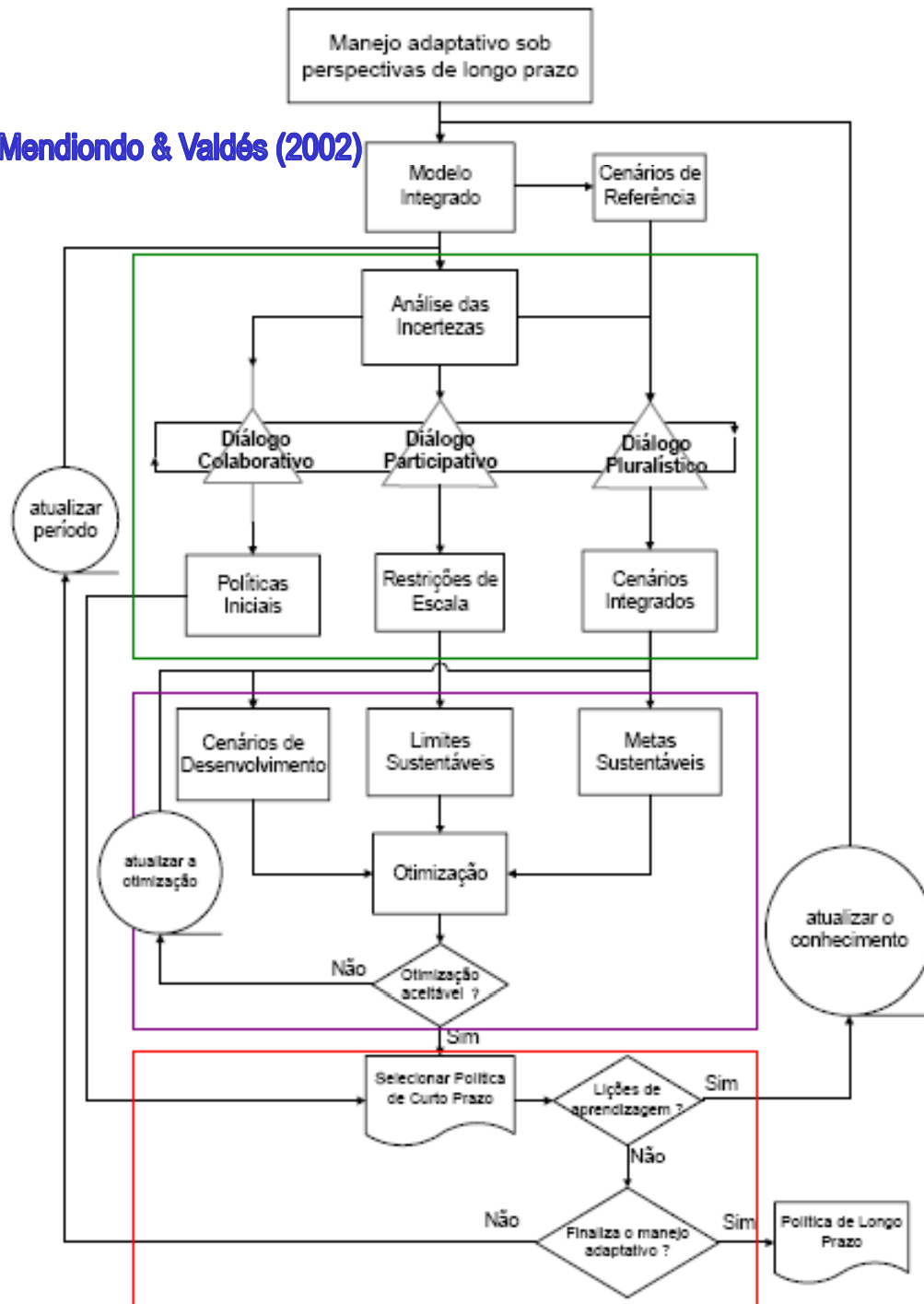
What governance is – the way society organises itself



Technogarden

# PROTOCOLO DE TOMA DE DECISIONES

Mendiondo & Valdés (2002)

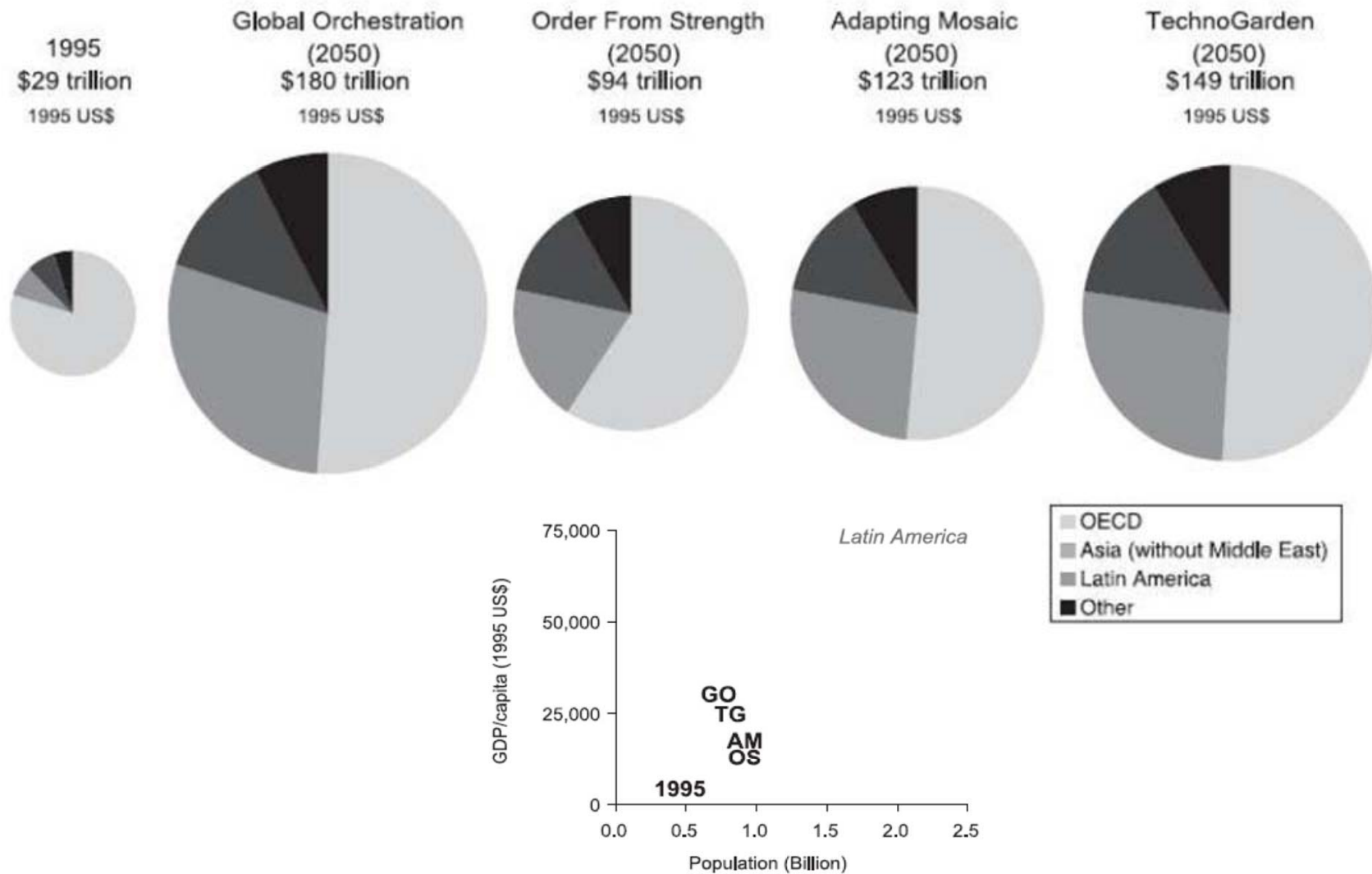


1º Módulo: diálogo integrado que adapan los escenarios y políticas de estado iniciales.

2º Módulo: simulação de escenarios, com múltiples objetivos y restricciones con cambios continuos.

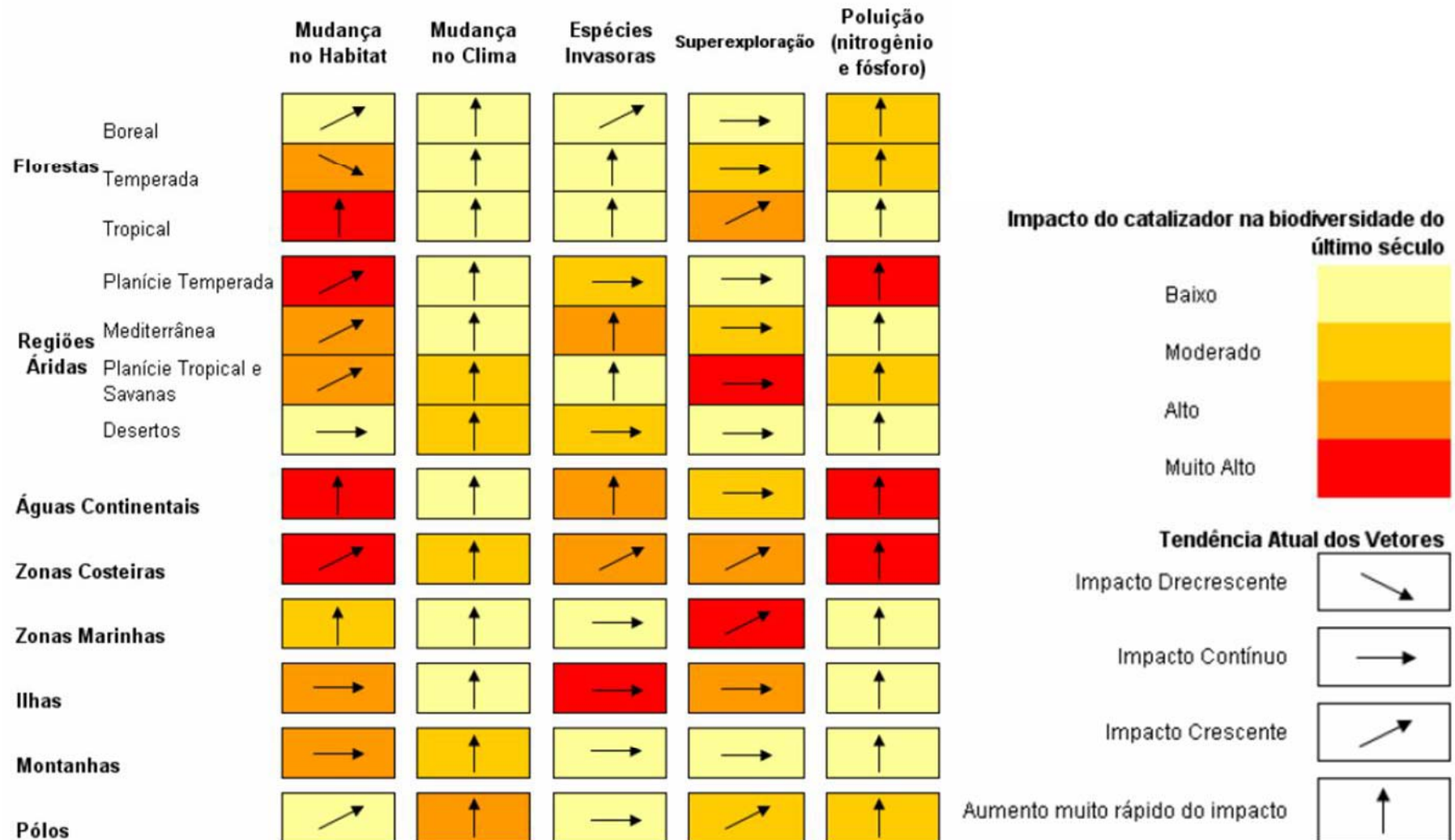
3º Módulo: capacidad adaptativa (flexible) de actualizar y corregir los modelos integrados.

# Previsiones económicas de escenarios globales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)





# Principales vectores de cambio en biodiversidad de ecosistemas y tendencias (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)



## Servicios ambientales de escenarios

	Global Orchestration		Order From Strength		Adapting Mosaic		TechnoGarden	
	Países Desenvolvidos	Países em Desenvolvimento	Países Desenvolvidos	Países em Desenvolvimento	Países Desenvolvidos	Países em Desenvolvimento	Países Desenvolvidos	Países em Desenvolvimento
<b>Serviços de provisão</b>								
Alimento (extensão para a qual a demanda é encontrada)	↑	↑	↔	↓	↔	↓	↑	↑
Combustível	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Recursos genéticos	↔	↔	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Descobertas bioquímicas/farmacêuticas	↓	↑	↓	↓	↔	↔	↑	↑
Recursos ornamentais	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↔	↔
Água potável	↑	↑	↔	↓	↑	↓	↑	↔
<b>Serviços de regulação</b>								
Regulação da qualidade do ar	↔	↔	↔	↓	↔	↔	↑	↑
Regulação do clima	↔	↔	↓	↓	↔	↔	↑	↑
Regulação da água	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Controle de erosão	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Purificação de água	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↑
Controle de doenças: humanos	↔	↑	↔	↓	↔	↑	↑	↑
Controle de doenças: pestes	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↔
Polinização	↓	↓	↓	↓	↔	↔	↓	↓
Proteção à tempestades	↔	↓	↔	↓	↑	↑	↑	↔
<b>Serviços Culturais</b>								
Valores espirituais/religiosos	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↓	↓
Valores estéticos	↔	↔	↔	↓	↑	↑	↔	↔
Recreação e ecoturismo	↓	↑	↓	↑	↓	↓	↑	↑
Diversidade cultural	↓	↓	↓	↓	↑	↑	↓	↓
Sistemas de aprendizagem (diversidade e memória)	↔	↓	↓	↓	↑	↑	↔	↔





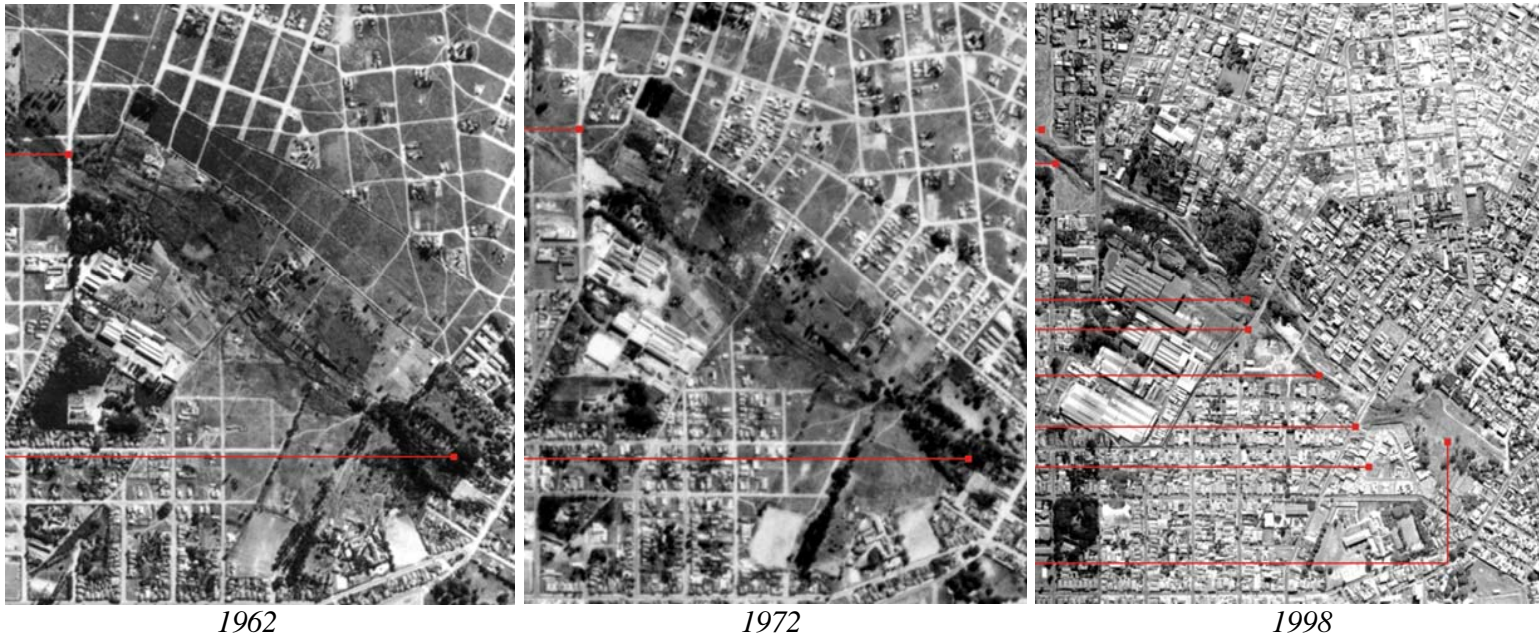






# Urbanisation grows, floods increase

Past scenarios



● ————— 1 km ————— ●



“Local” inundation” from urbanisation – 30 Jan. 2004, Experimental Basin, São Carlos, SP, Brazil; Area = 10 km<sup>2</sup> i = 60 mm/h;  
Source: USP/EESC - CT-HIDRO/FINEP - 01.02.0086.00 [www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica](http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica)





**Tam ! Tam! Tam!**  
**Flood is coming...**

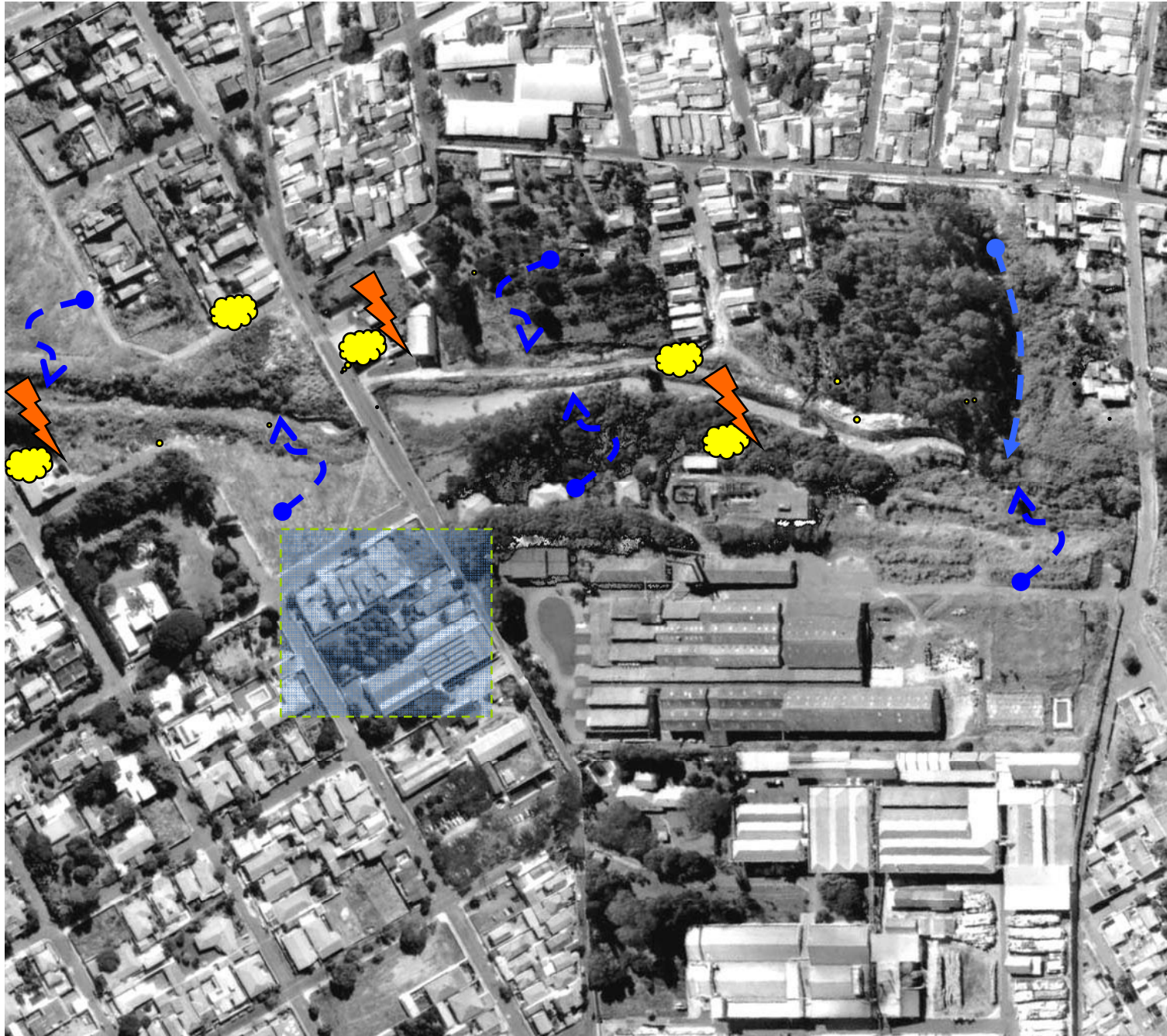
Bus Station:  
"Warning Flood"

**"On-site flood  
protection"**

6 4'32"

- |                        |                       |                       |                                  |                       |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------|
| 1. Runoff potencial    | 2. Channel rugosity   | 3. Channel slope      | 4. Channel sinuosity             | 5. Floodplain width   |
| 6. Floodplain rugosity | 7. Detention basin    | 8. Infiltration basin | 9. Connected paved areas in lots | 10. ...To storm sewer |
| 11. Population density | 12. Population growth | 13. Street vegetation | 14. Residential BMP              |                       |





15. Enhanced spring

16. Drainage density

17. Flood proofing

18. Early warning





19. Vegetation in lots

20. Paved areas in lots

21. Bare soil in lots

22. Grass in lots

Ejemplo 1:  
indicadores de “futuro de corto plazo”

## **Desenvolvimento de cenários de recuperação como instrumento ao planejamento ambiental e urbano**



**bases  
conceituais e  
experiências  
práticas.**

**Renata Bovo Peres  
Eduardo Mario Mendiondo**



# 1. Apresentação



**Este trabalho objetiva apresentar uma proposta de**

**recuperação ambiental em uma sub bacia urbana com alto impacto ambiental**

**a partir de uma experiência prática**

*"Protijuco - recuperação ambiental das várzeas do alto tijuco preto visando o plano diretor na sua bacia hidrográfica"*

**desenvolvida em parceria**

**governo - universidade – ongs**

## 2. Ações e metas



**Busca-se implantar medidas de recuperação ambiental de córregos, áreas de várzeas e bacia de drenagem degradadas visando um Plano Diretor para o manejo integrado.**

**medidas de combate e prevenção a inundações;**

**revitalização de espaços urbanos - preservação histórico-ambiental;**

**Experimento piloto - subsídios e diretrizes para Planos Diretores em bacias hidrográficas no Brasil – gestão adaptativa.**



### 3.

## Localização

**Estado de São Paulo**

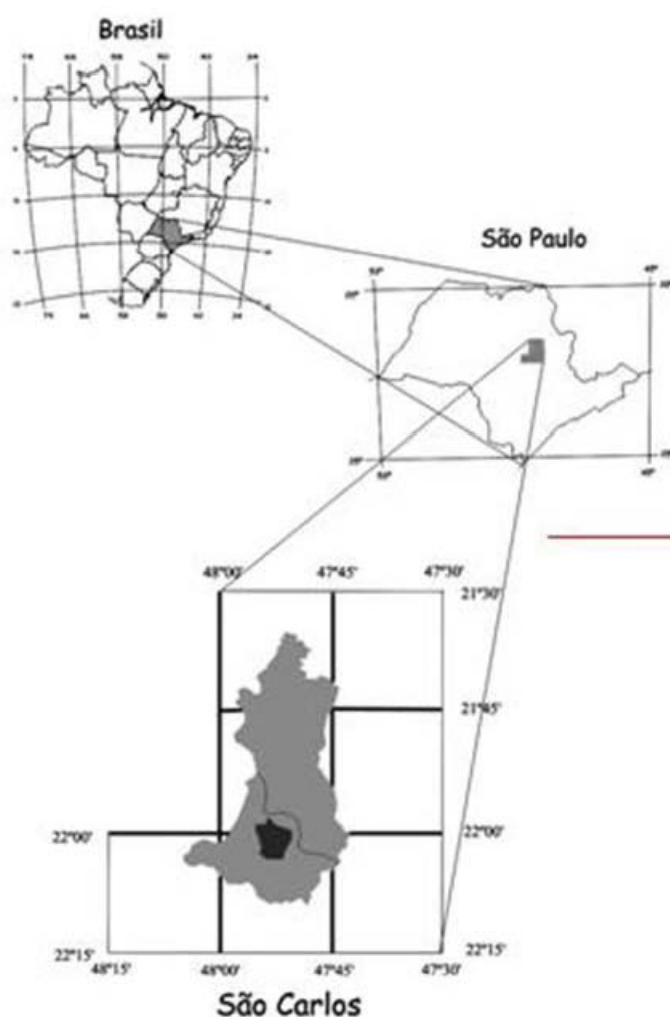
**Município de São Carlos**

**Área: 1.132 km<sup>2</sup>**

**População: 200 mil habitantes**

**Taxa de urbanização: 95%**

**Taxa de crescimento anual: 2,06%**

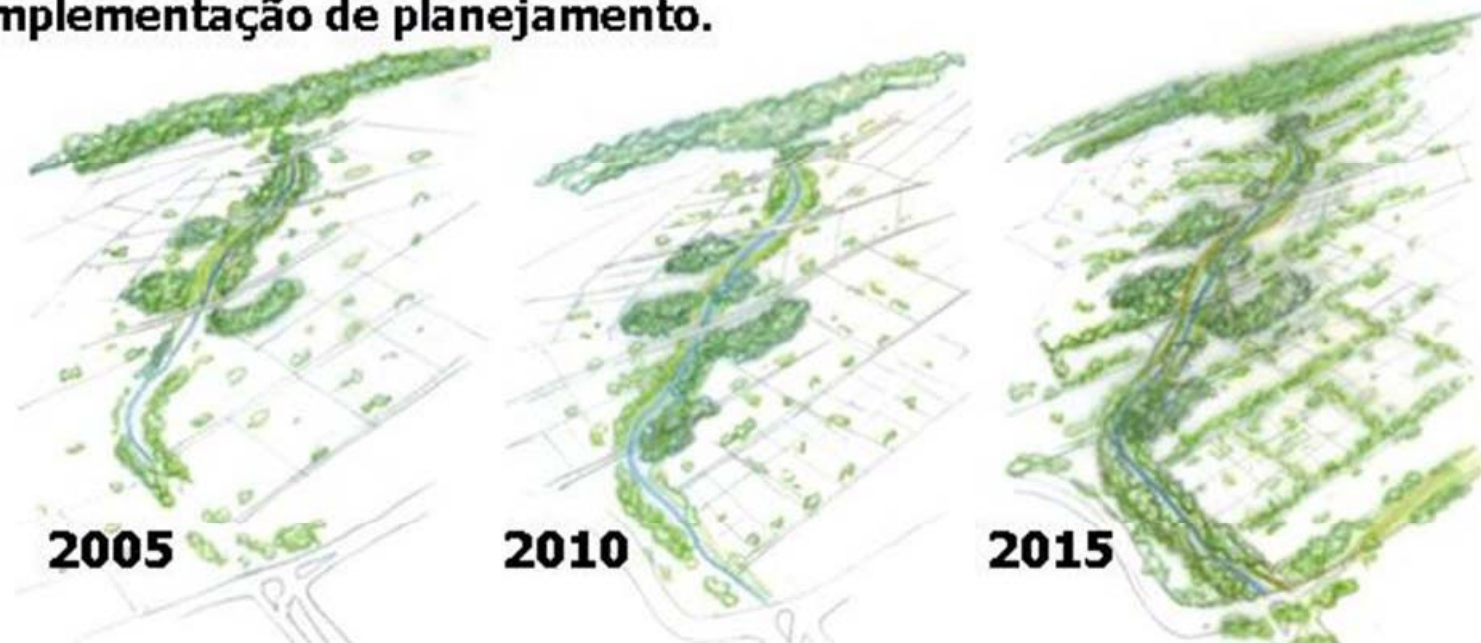


## 4.

# Metodologia

### elaboração de cenários ambientais;

- Representações gráficas - diagnósticos / prognósticos;
- Instrumentos que contribuem ao planejamento;
- Imagens alternativas do futuro e ricas em indicadores;
- Contribuem na tomada decisões;
- Demonstram o impacto que ocorreria devido à ausência / implementação de planejamento.







## 5.2 Diagnóstico da área

a montante





## 5.2

a jusante



## 5.2

1960



1998





## 5.3

# Diretrizes Gerais



## 5.4 Cenários

2003



2005





## 5.4

## Cenários

2010



2015



## 6. Resultados espaciais

**ATUAL**

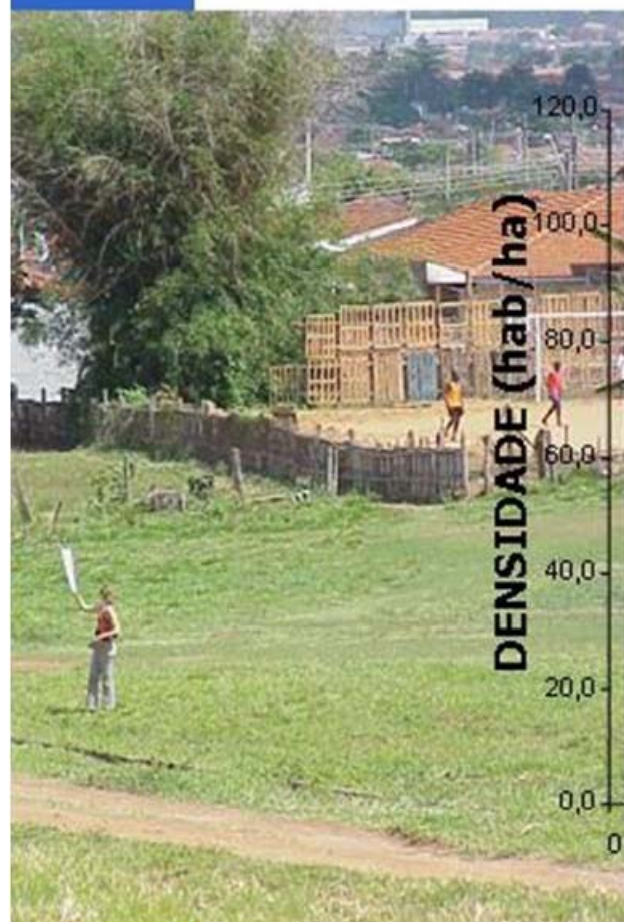


**2010 COM PLANO DIRETOR**

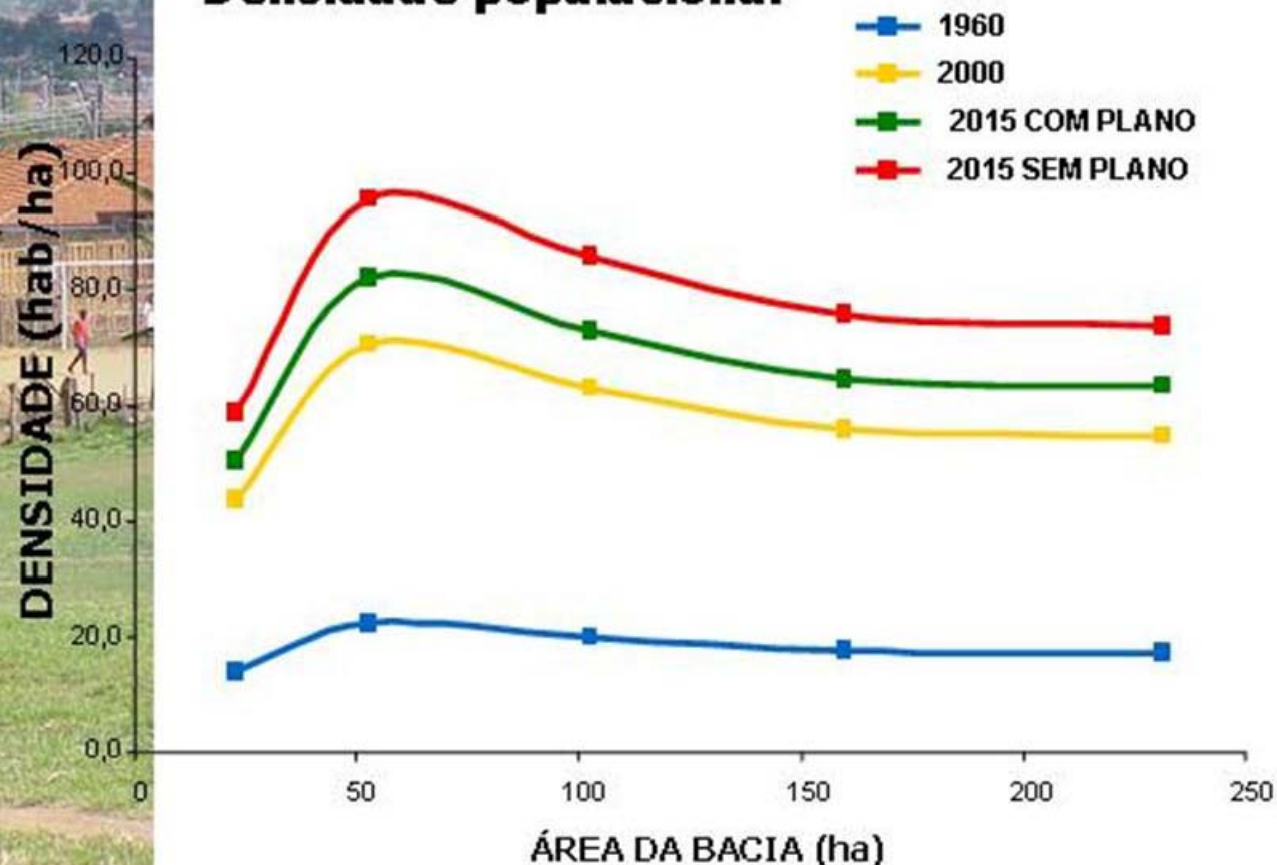




## 6. Resultados quantitativos



Densidade populacional

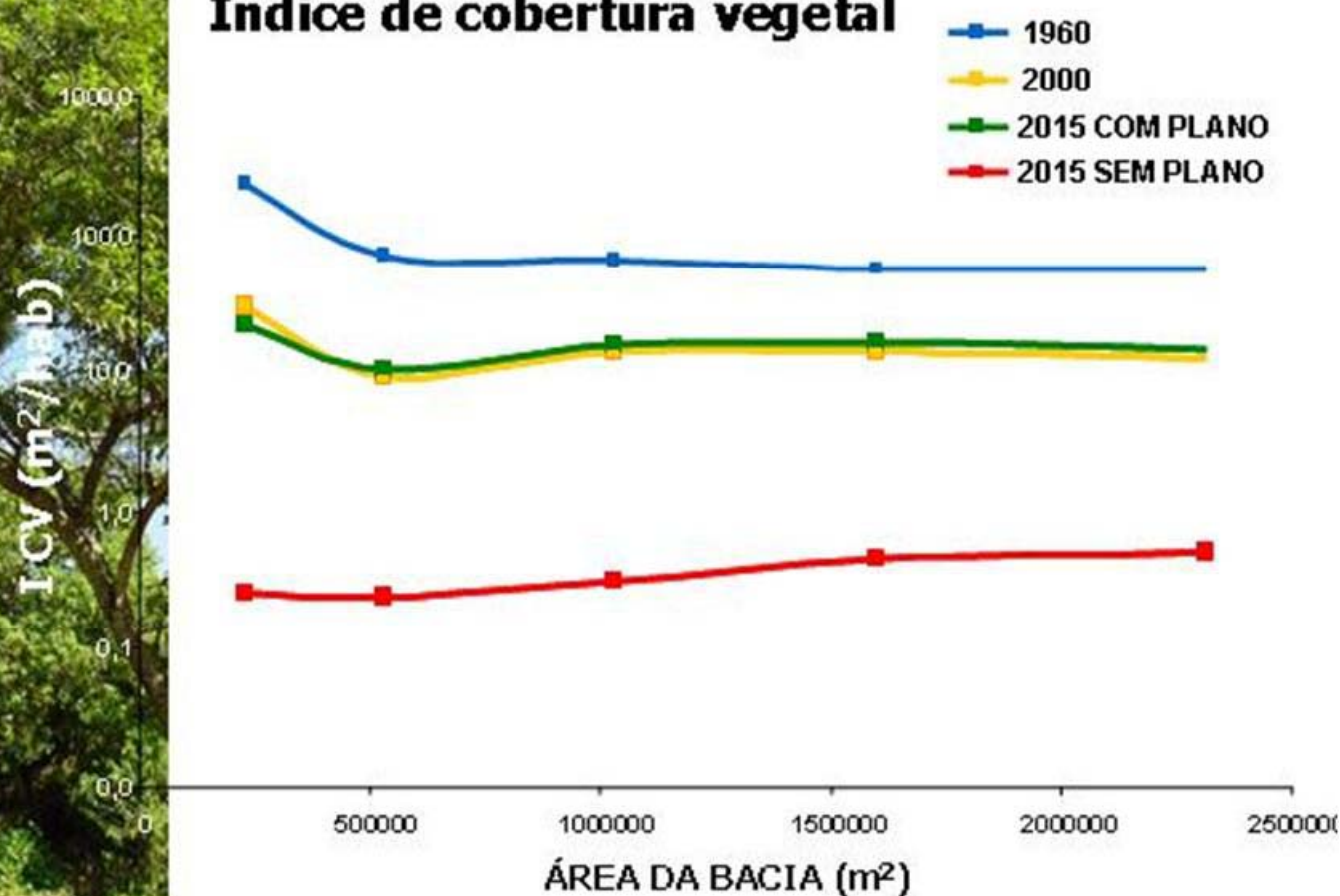


**1960=4007 / 2000=12.587 / 2005 com 13.229 / 2005 sem=17091**

## 6. Resultados quantitativos



Índice de cobertura vegetal



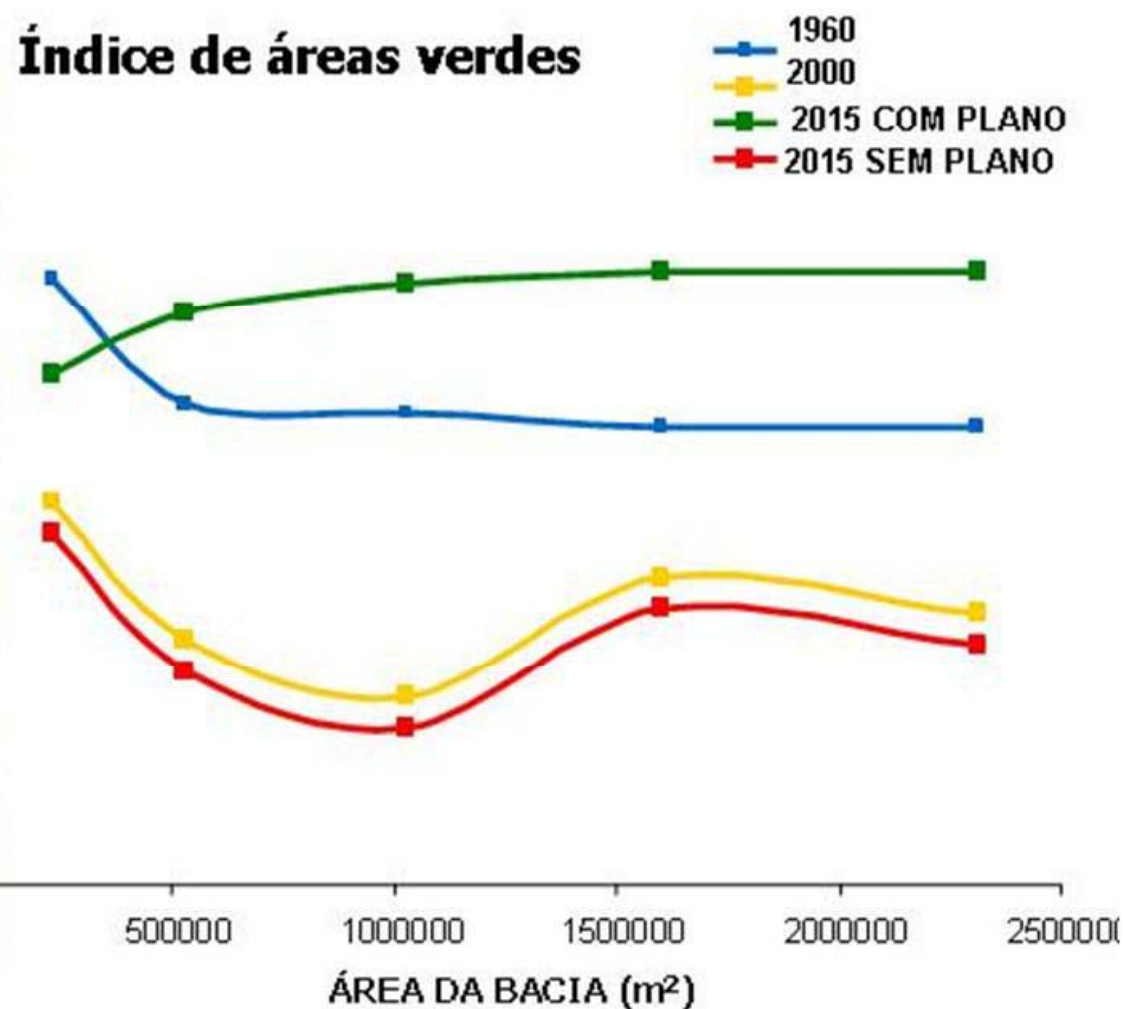
**1960=60%    2000=37%    2005com=48%    2005sem=1,7%**



## 6. Resultados quantitativos



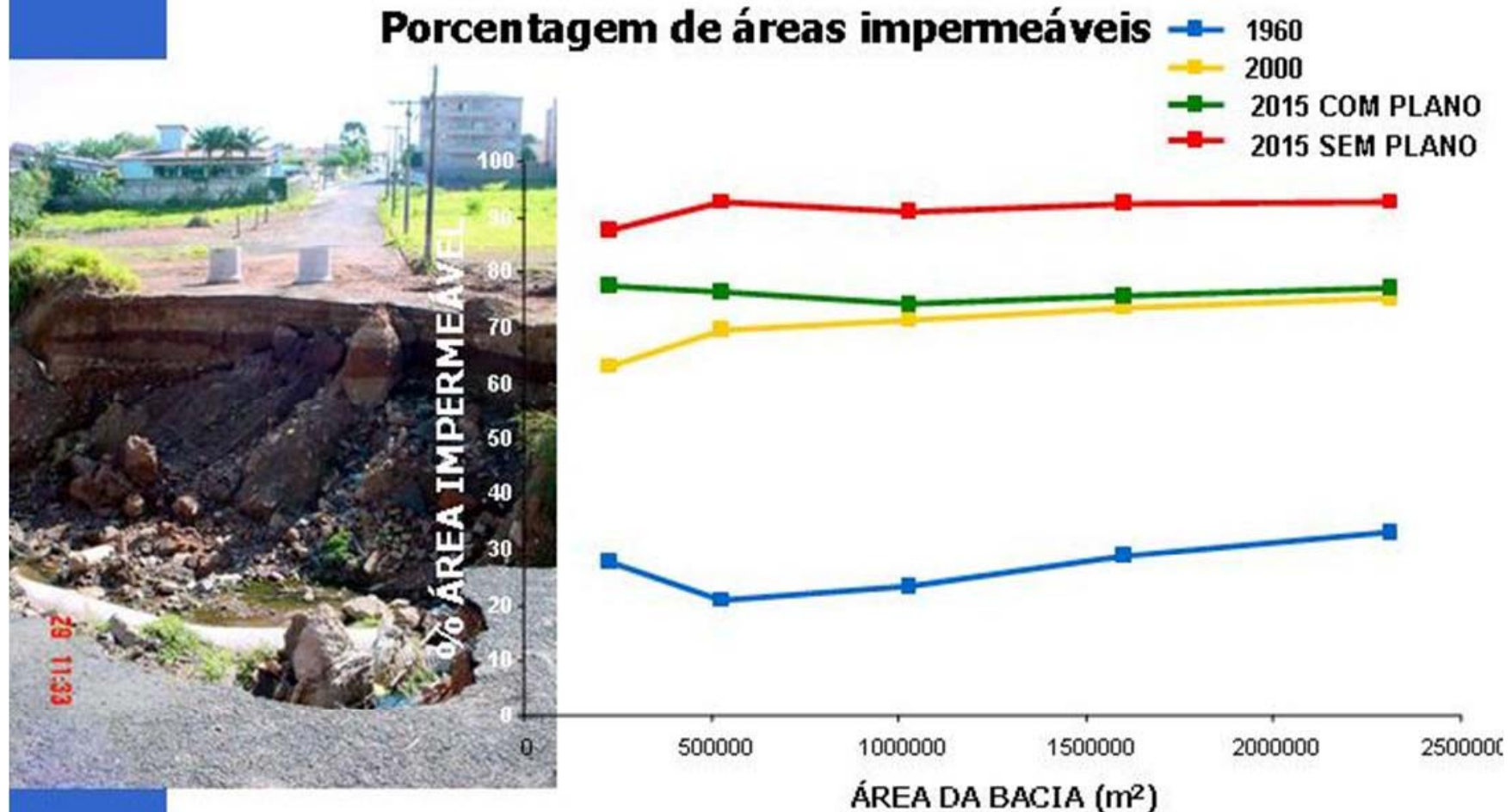
Índice de áreas verdes



**1960=1,1    2000=0,15    2005com=3,7    2005sem=1,1m²/hab**

## 6.

# Resultados quantitativos



**1960=33%    2000=75%    2005com=77%    2005sem=95%**



## 6. Resultados quantitativos

Custo total da intervenção:

**U\$ 3,3 milhões** intervenção e **U\$ 975mil** de manutenção.

Indicadores de custos para recuperação ambiental em sub-bacias urbanas da ordem de

**U\$ 1,4 milhões/km<sup>2</sup>** de intervenção e **U\$ 55 mil/km<sup>2</sup>** de manutenção anual.

Esses custos estão relacionados à pequenas sub-bacias urbanas e devem ser comparados com bacias maiores.

Ejemplo 2:  
indicadores de “futuro de largo plazo”



## Representaciones del sistema: Cuenca experimental en Sao Carlos, SP, Brasil

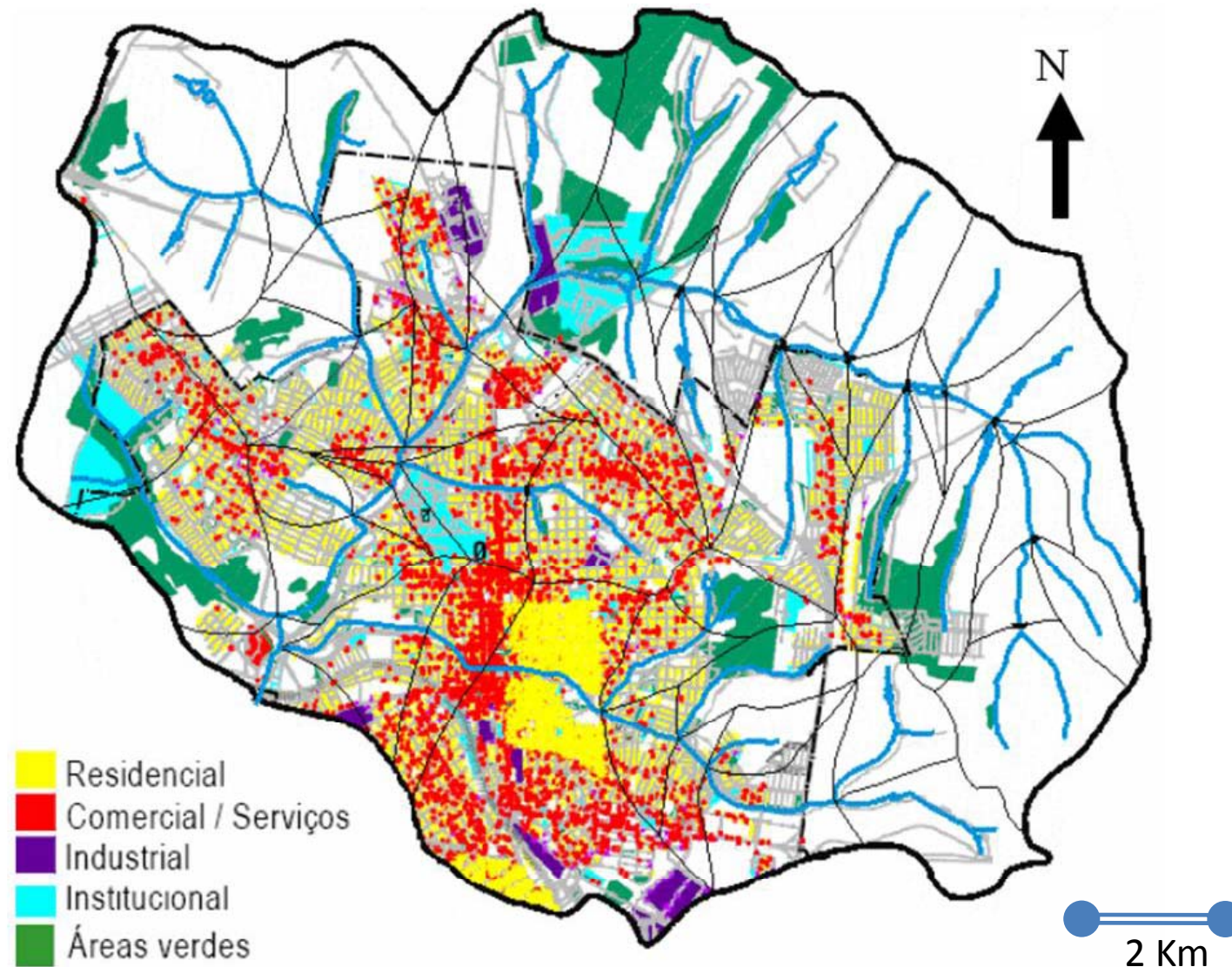
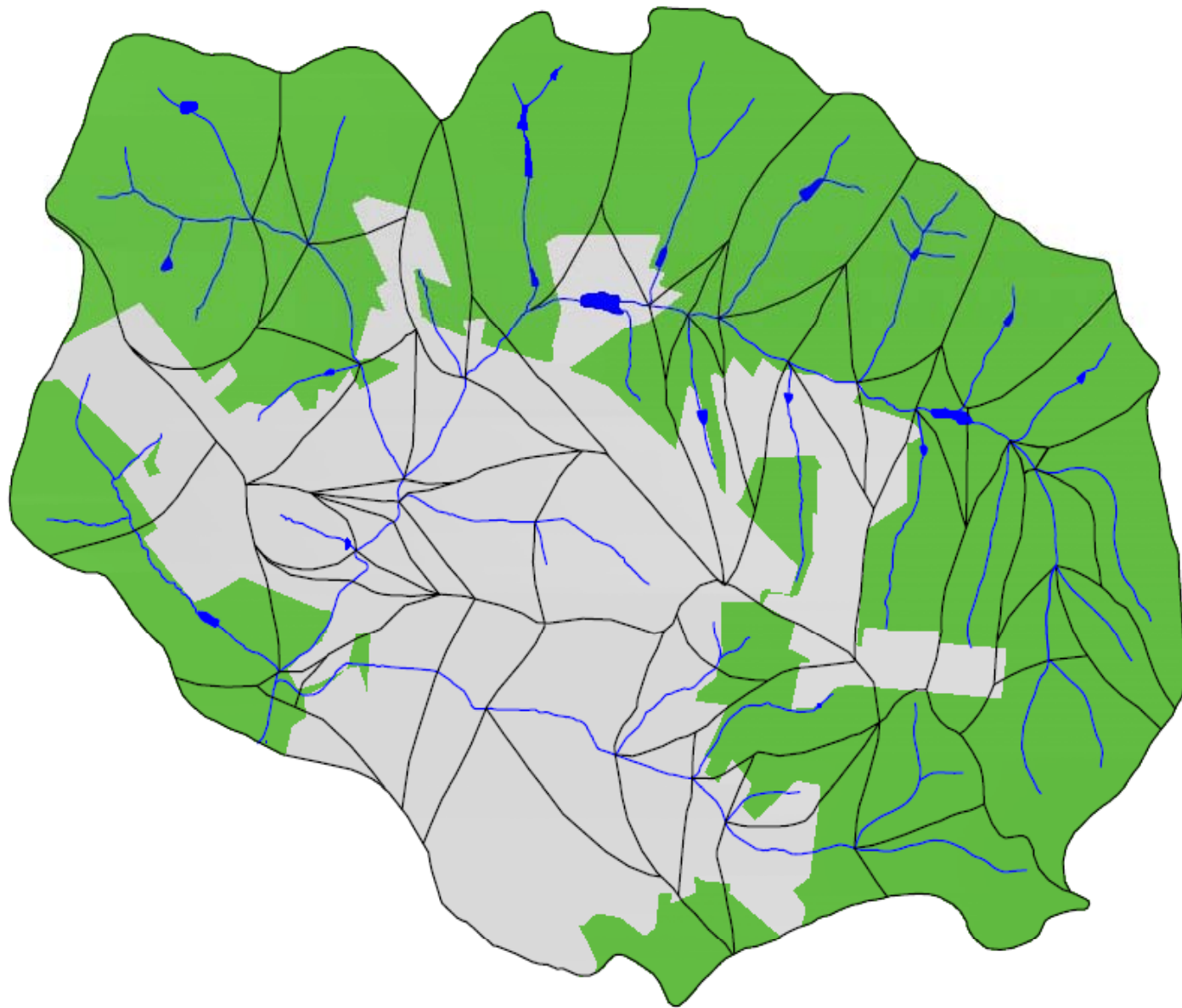


Figura 16: Uso e ocupação do solo urbano.  
Fonte: Relatório Polis, 2002 (adaptado).

## Escenario 2000





Objetivos

Área de Estudo

Eventos  
Pluviométricos

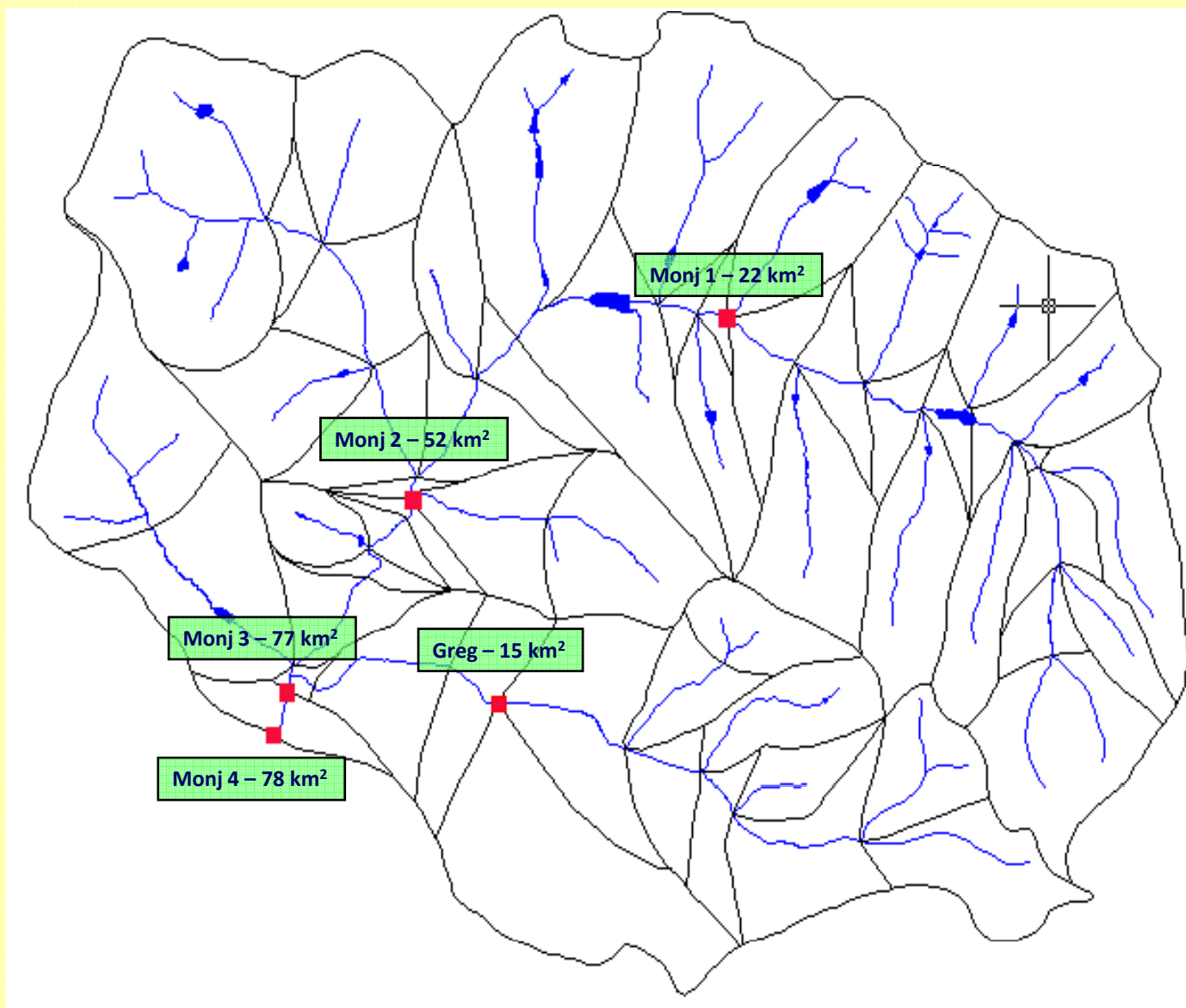
Calibração  
Validação

Cenários (BH)  
Simulações

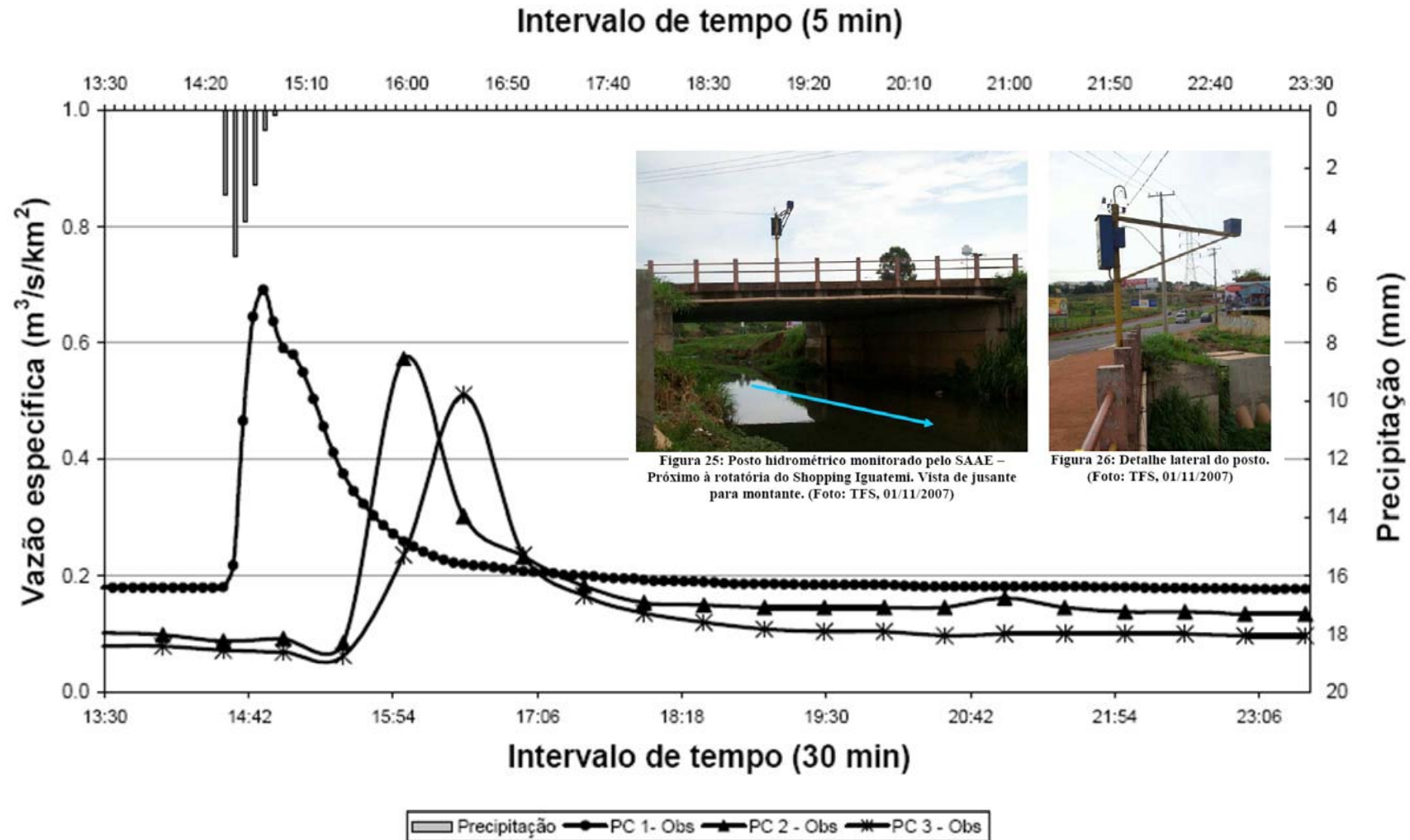
Incentivos  
Ambientais

Conclusões

Sugestões



# Colecta y análisis de datos y parámetros: Monitoreo de caudales urbanos...



**Figura 32: Precipitação observada (15,2 mm) e hidrogramas observados em função das vazões específicas e utilizados na fase de validação. Dia: 27/12/2003, evento (e).**



Simulaciones... para ejercitar “ajustes” de parámetros de referencia

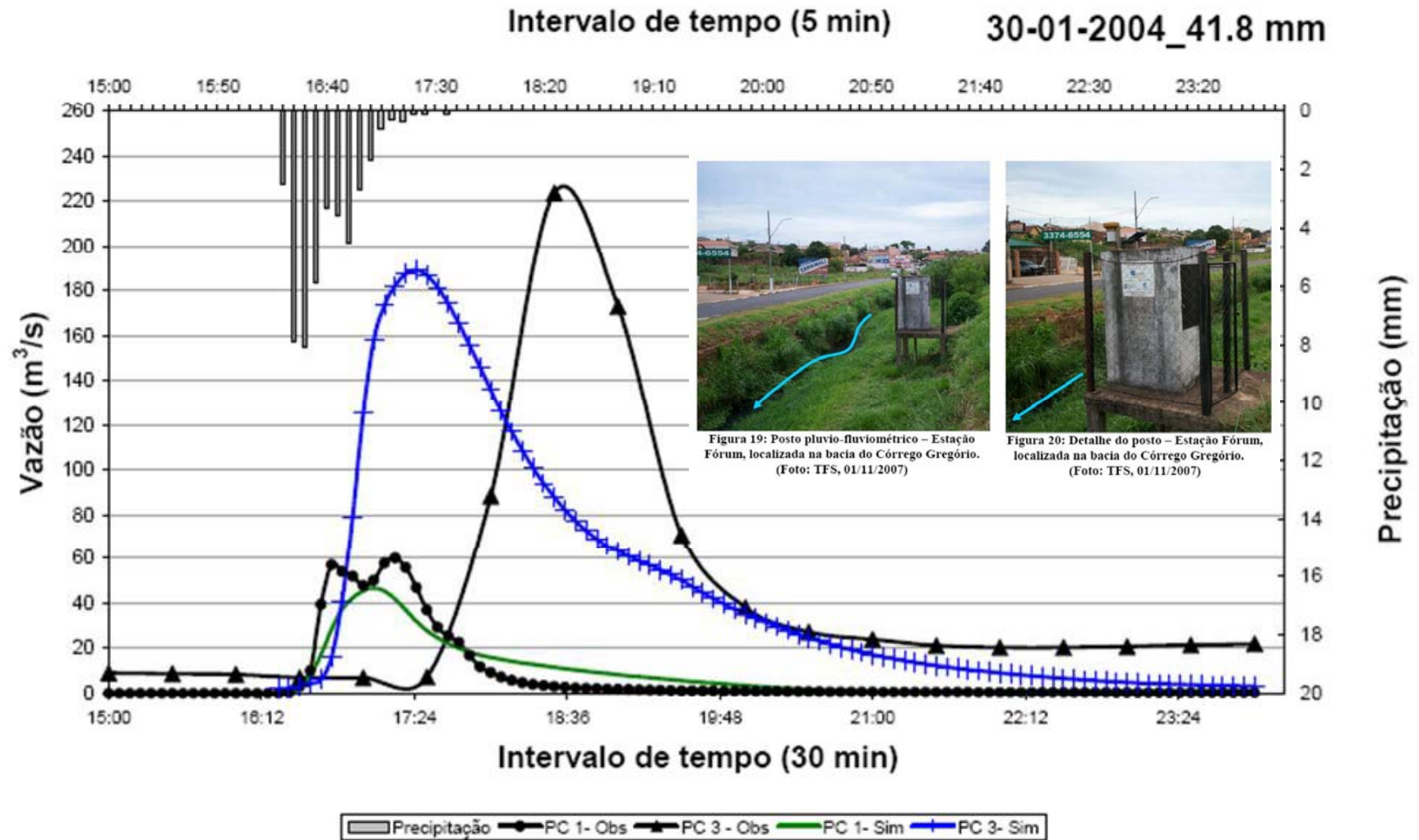


Figura 49 Gráfico das vazões simuladas e observadas nos três pontos de controle para efeitos de calibração do modelo de simulação, relativo ao evento “c”.

# Indicadores para imaginar... integrados!

Tabela 6: Indicadores utilizados na construção dos cenários.

Escala	Indicador
Macro drenagem	Crescimento populacional (% /ano)
	Densidade Populacional (Hab/km <sup>2</sup> )
	Potencial de escoamento (adm)
	Declividade do canal (m/m)
	Sinuosidade do canal (m/m)
	Rugosidade do canal (adm)
	Área impermeável diretamente conectada à rede pluvial (%)
	Largura da planície de inundação (m)
	Rugosidade da planície de inundação (adm)
	Bacia de retenção (N°/km <sup>2</sup> )
	Bacia de infiltração (m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
Lote	Melhoramento de manancial urbano (N°/km <sup>2</sup> )
	Densidade de drenagem (km/km <sup>2</sup> )
	Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos (%)
	Áreas impermeáveis em lotes urbanos (%)
	Solo descoberto nos Lotes (%)
	Tecnologias apropriadas de manejo na escala de lote - BMP- (m <sup>3</sup> /lote)
	Vegetação nos Lotes (%)
	Taxa do imposto de lote sobre a descarga máxima (%)
	Taxa do imposto de lote sobre o armazenamento pluvial (%)
	Gramma nos Lotes (%)

“Cuales indicadores simples pueden ser propuestos para que profesionales y técnicos, en su ambiente de trabajo\*, puedan evaluar, proyectar, fiscalizar (y disfrutar) de una urbanización sostenible?”

\*públicos, privados; mixtos



# Previsões de cenários...

## projectando incentivos ambientais em políticas de longo prazo

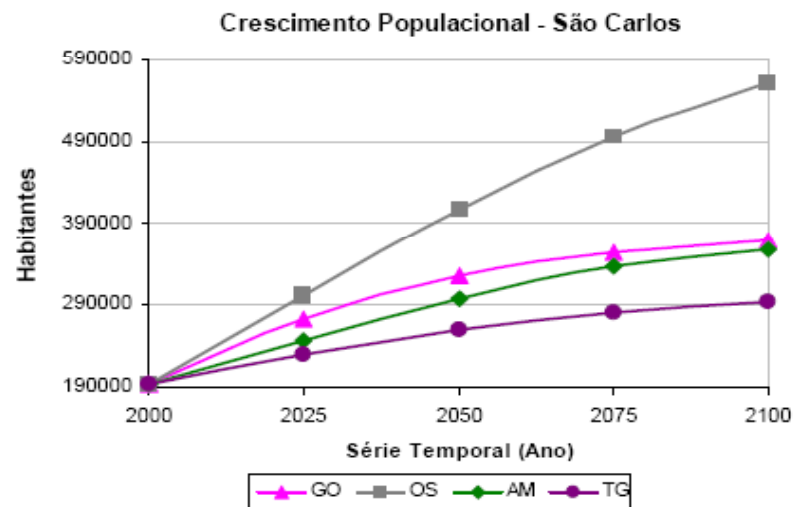
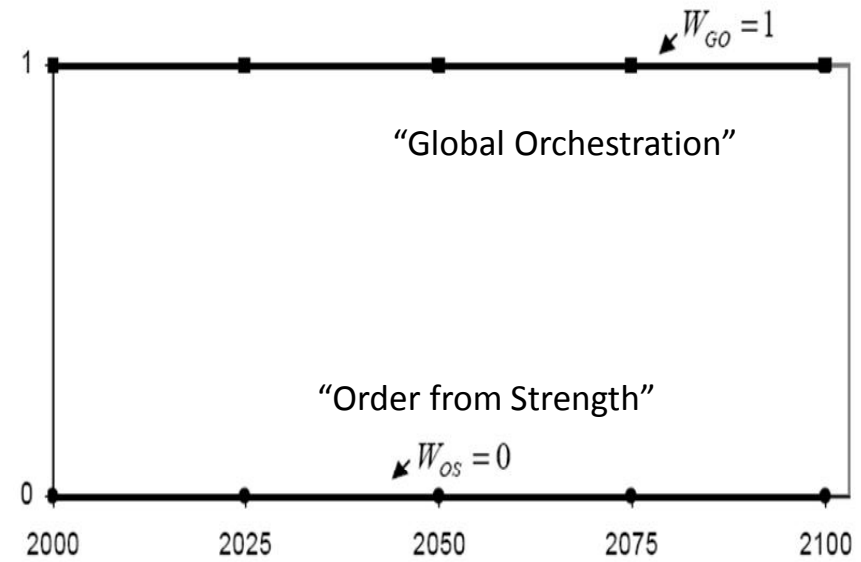
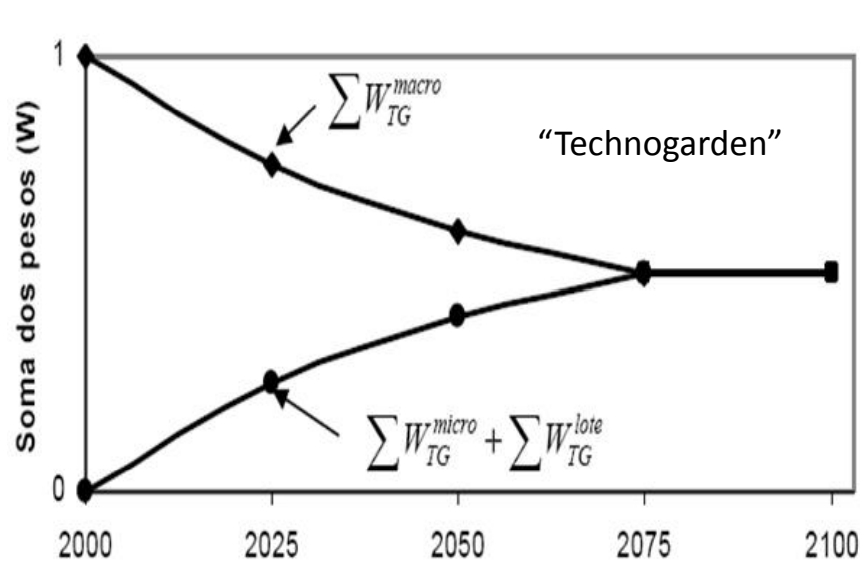
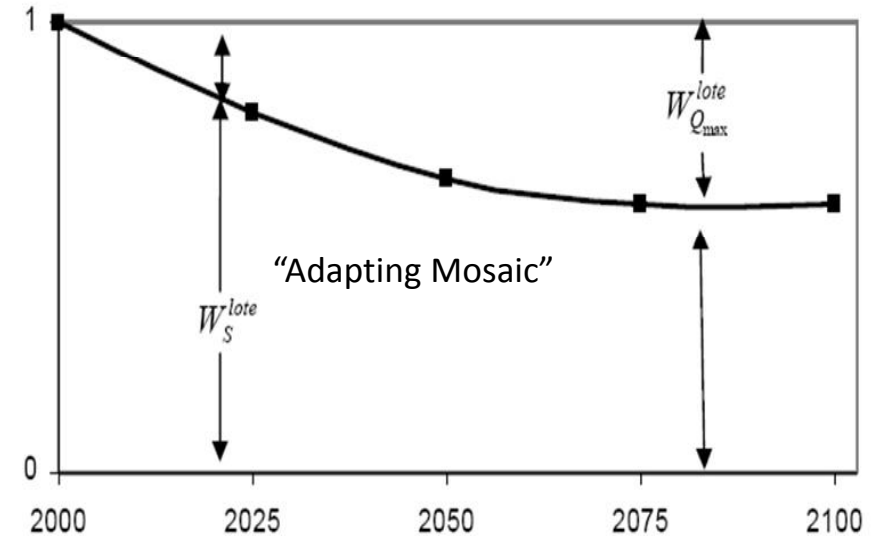


Figura 53: Crescimento populacional para os cenários



## Ejemplos de variabilidad de indicadores “macro” urbanos (2000-2100), ...

Indicador	Unid.	AM				OS				GO				TG			
		2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100
Crecimiento Populacional	%/ano	-	-	-	-	+	-	-	-	0	-	-	-	--	-	-	-
Densidade Populacional	Hab/km <sup>2</sup>	+	+	0	0	++	++	+	+	++	++	+	0	++	++	0	0
Potencial de Escoamento	-	+	0	0	0	++	++	+	0	++	+	0	0	0	0	-	--
Declividade do Canal	m/m	0	-	-	-	++	+	+	0	+	+	0	-	-	--	0	-
Sinuosidade do Canal	m/m	+	+	+	0	--	-	0	-	-	-	0	+	+	++	+	0
Rugosidade do Canal		0	+	+	0	--	--	-	0	--	-	0	+	+	++	+	0
Áreas impermeáveis conectadas à rede pluvial	%	+	0	0	0	++	++	+	+	++	+	+	0	+	0	0	0
Largura da Planície de Inundação	m	0	0	-	-	--	-	-	0	-	-	0	0	++	+	0	0
Rugosidade da Planície de Inundação		0	+	+	+	--	-	0	0	-	-	0	0	+	++	+	0
Bacia de Detenção	Nº/km <sup>2</sup>	0	-	-	-	++	+	+	+	+	+	+	0	-	--	-	-
Bacia de Infiltração	m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	+	+	+	+	--	-	-	0	-	-	0	0	++	+	+	+
Melhoramento de manancial urbano	Nº/km <sup>2</sup>	+	+	0	0	--	-	-	0	-	0	0	+	++	++	+	+
Densidade de Drenagem	km/km <sup>2</sup>	0	+	+	+	--	-	0	0	-	0	0	0	+	+	++	++

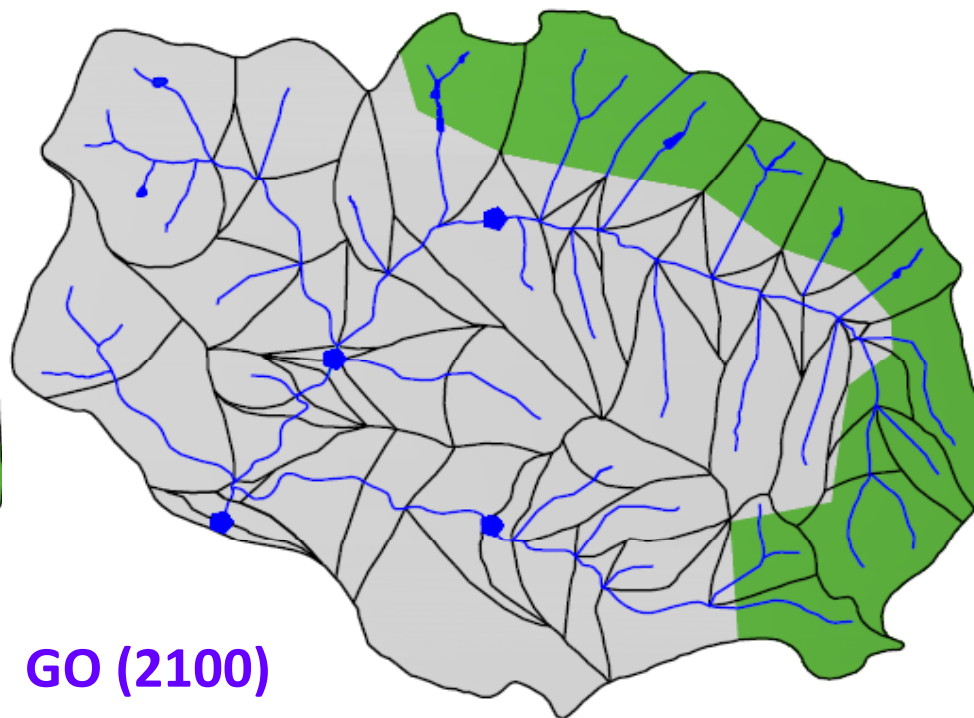
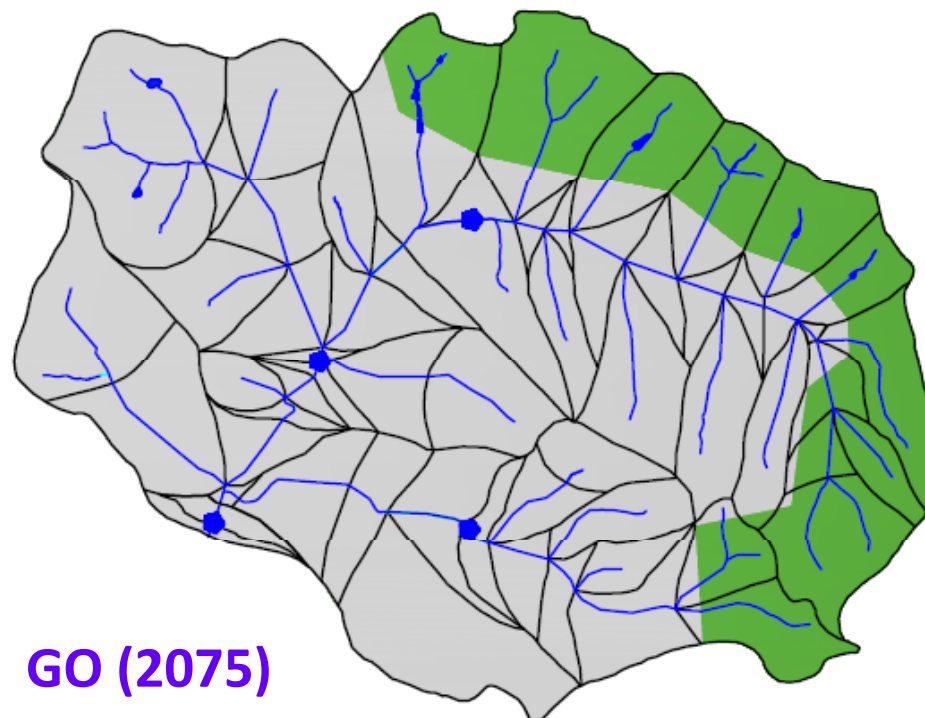
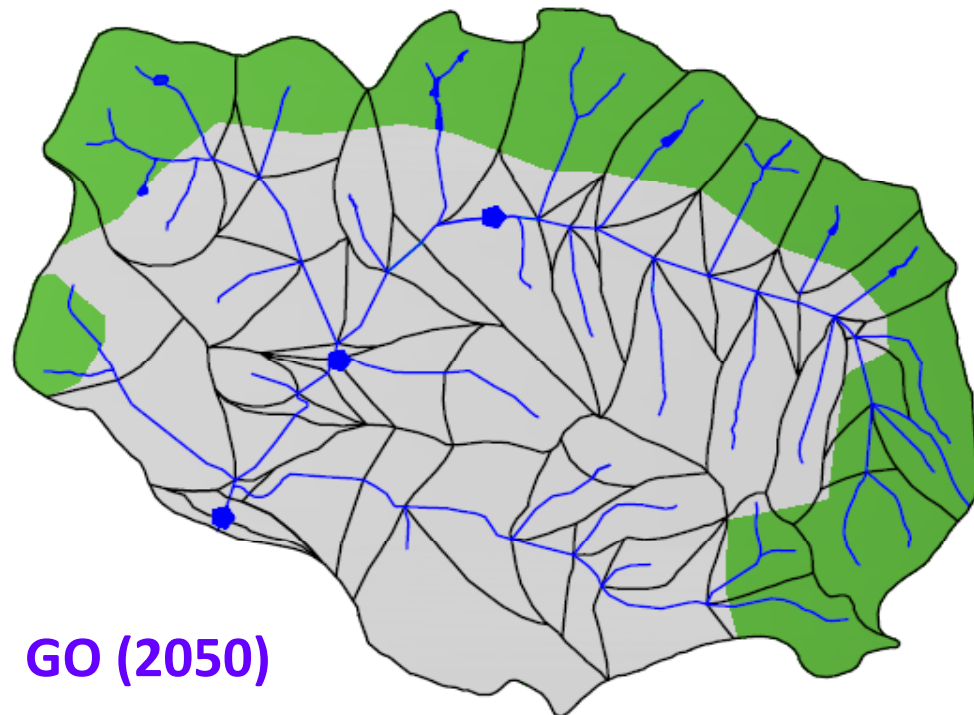
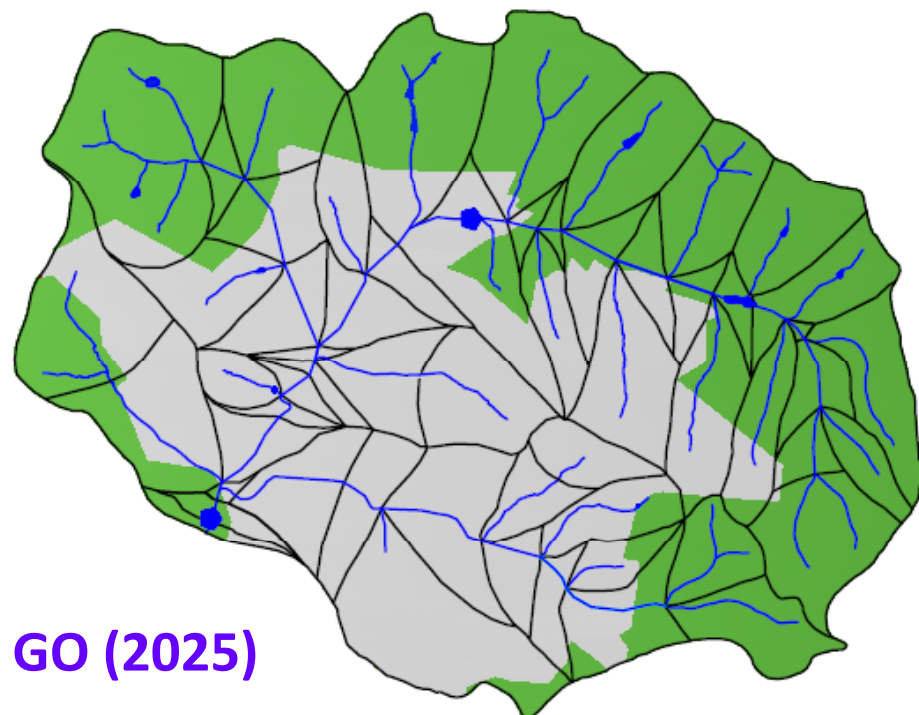
## ...Índices de ocupación en lotes urbanos 2000-2100, ...

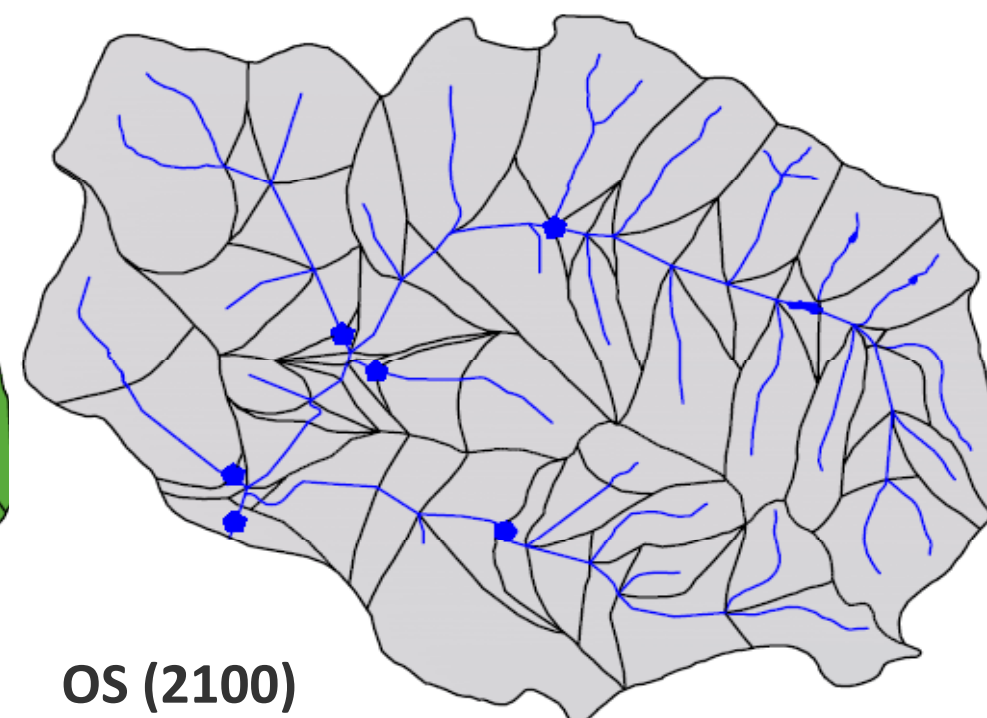
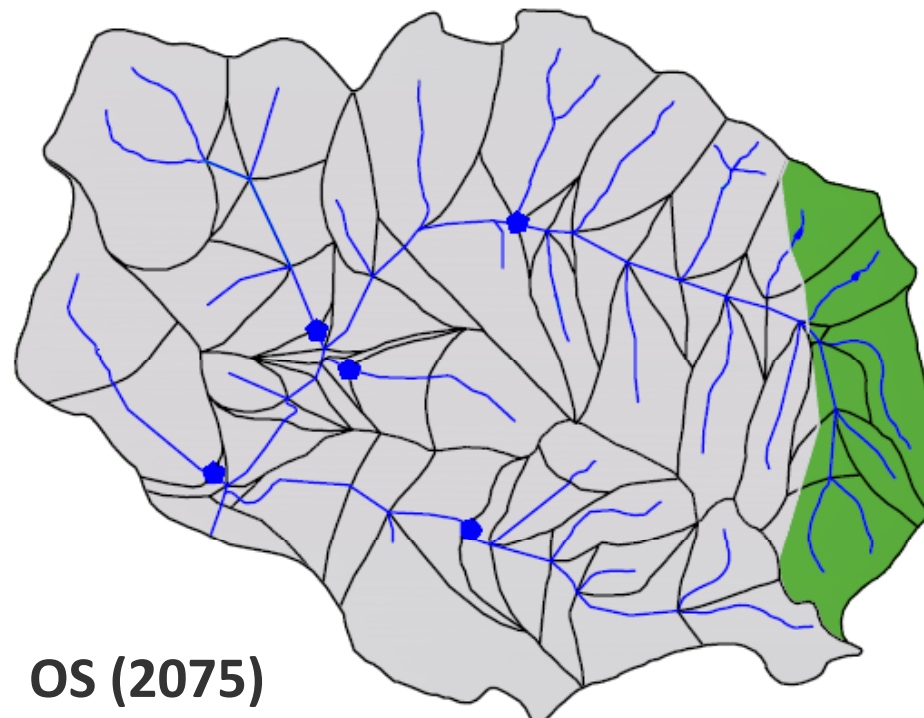
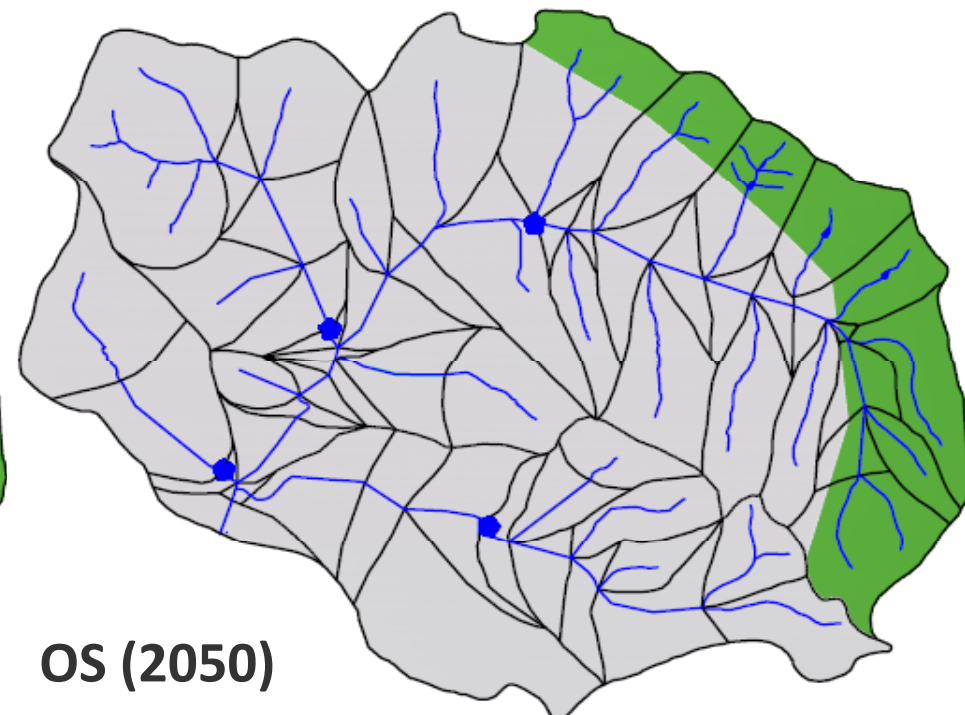
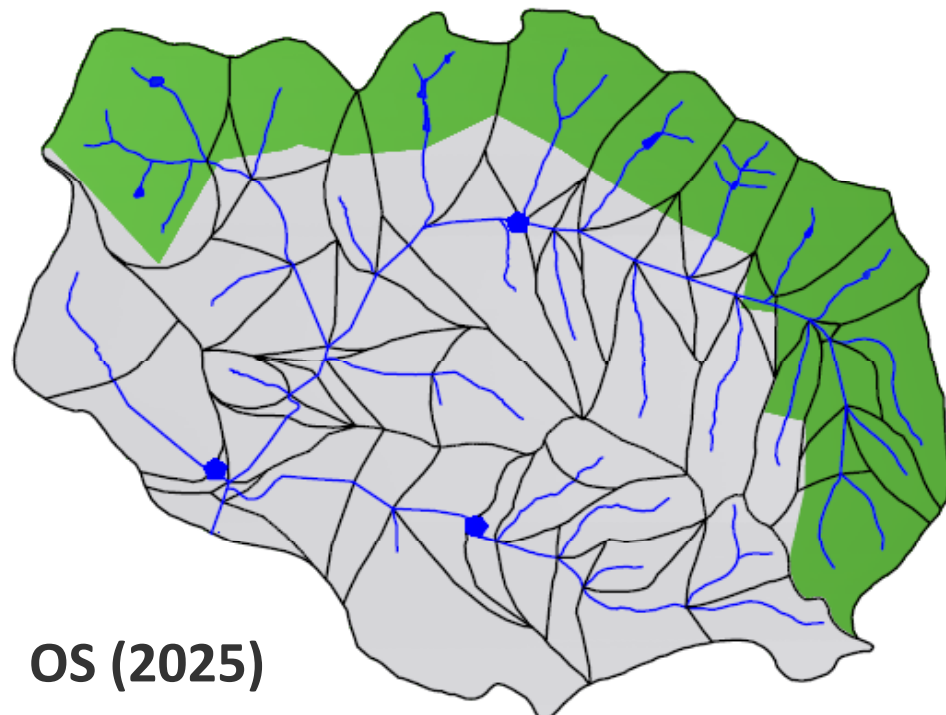
Tabela 13: Evolução dos Indicadores para o Lote Típico – Cenário AM – Cenário OS – Cenário GO – Cenário TG																	
Adapting Mosaic – regional, proativo																	
Indicador	Unid.	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100	2025	2050	2075	2100
Áreas impermeáveis conectadas aos lotes urbanos	%	0	-	-	-	++	++	+	+	+	+	+	0	0	--	-	-
Áreas impermeáveis em lotes urbanos	%	0	-	-	0	++	+	0	-	+	+	-	0	0	-	--	0
Solo descoberto nos Lotes	%	-	-	0	0	+	+	0	0	+	0	0	0	--	0	0	0
Tecnologias de manejo apropriadas para a escala de lote	m <sup>3</sup>	+	+	+	0	--	-	-	0	0	0	+	+	++	++	+	0
Vegetação nos Lotes	%	+	+	+	+	--	-	-	0	-	0	0	+	+	++	++	+
Gramma nos Lotes	%	0	+	0	0	0	-	-	0	+	-	0	-	0	-	0	0

## ...y abordajes de “incentivos \$ ” (pago/compensación por servicios...)

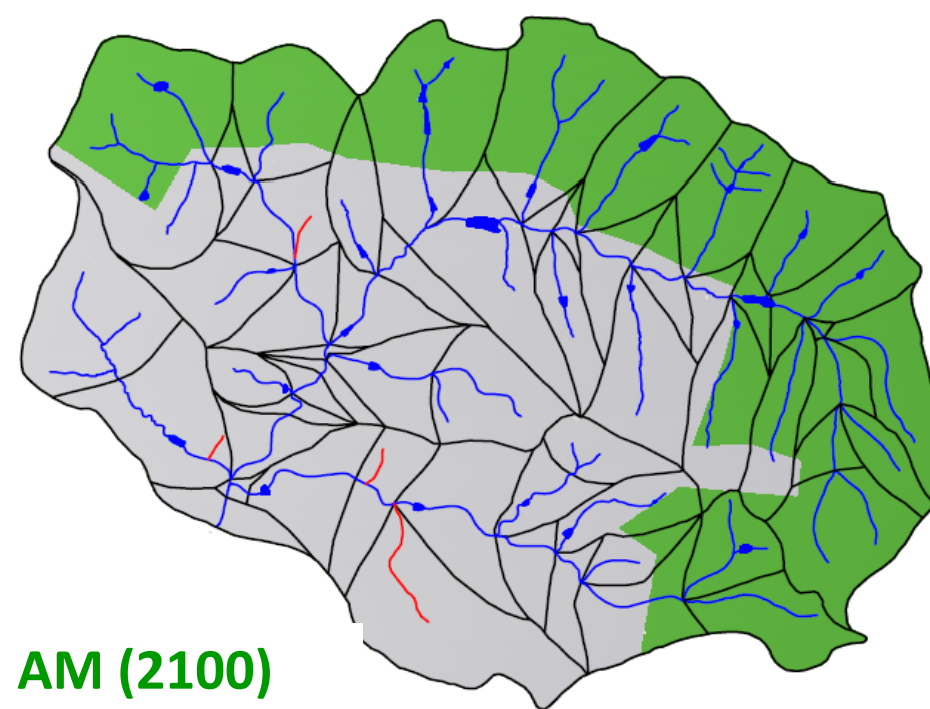
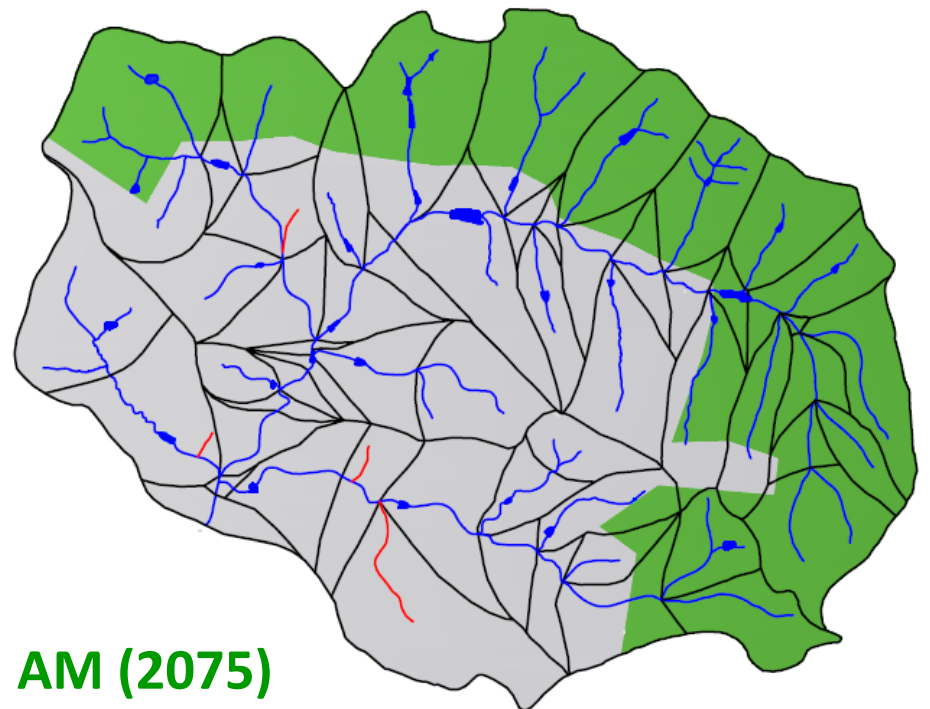
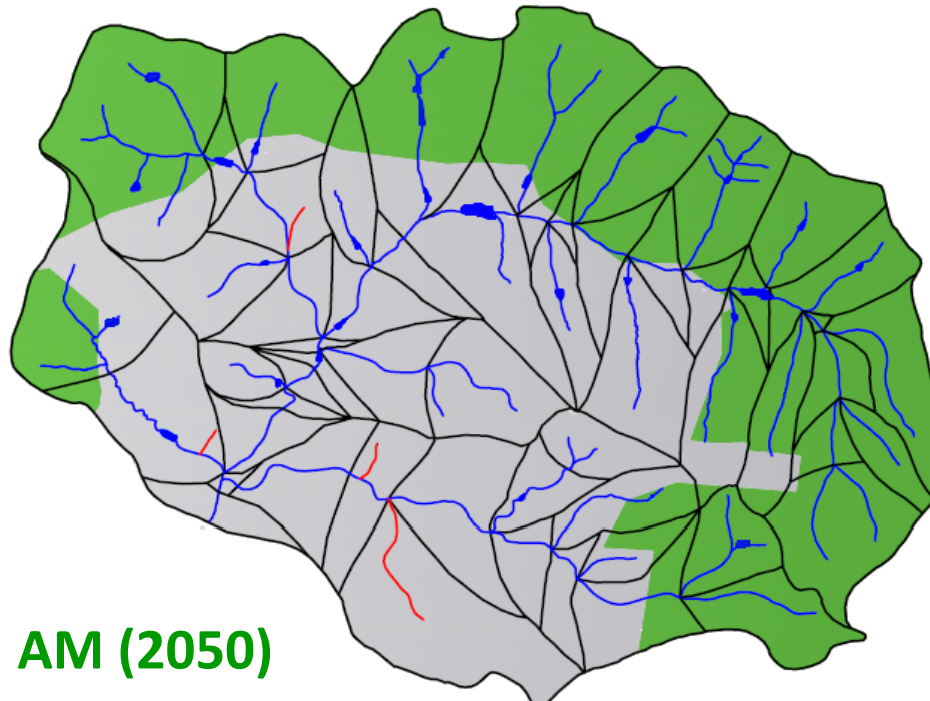
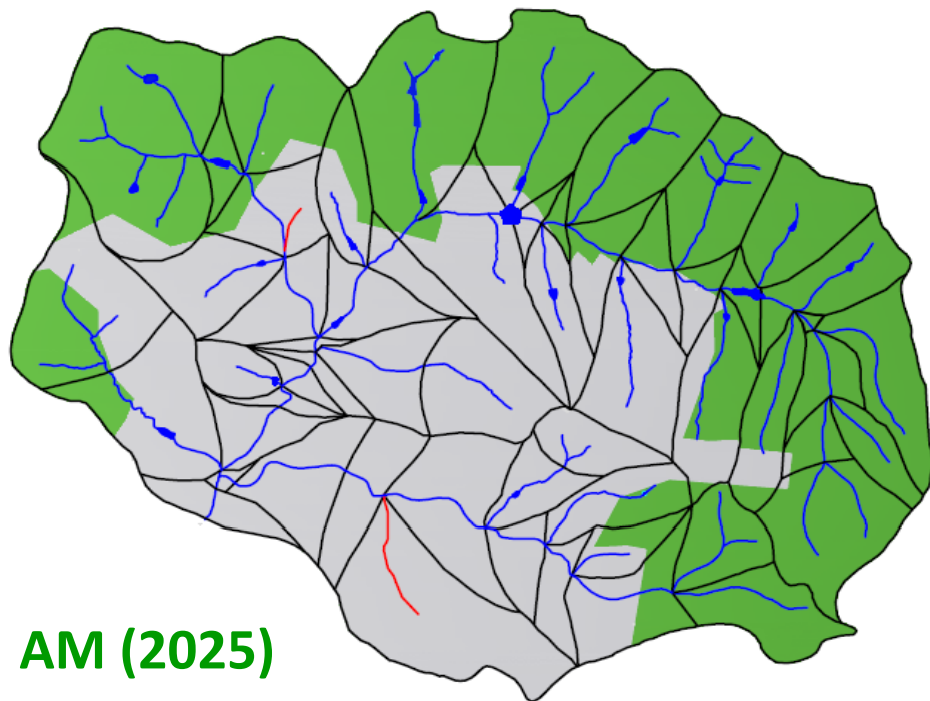
$$IA_{cen}(t, t_0) = I_o \cdot \left\{ \underbrace{\sum_{i=1}^{NT_{cen}^{lote}} w_{cen}^i \cdot V_{cen}^i(t, t_0)}_{\text{Escala de Lote}} + \underbrace{\sum_{j=1}^{NT_{cen}^{micro}} w_{cen}^j \cdot V_{cen}^j(t, t_0)}_{\text{Escala de Microdrenagem}} + \underbrace{\sum_{k=1}^{NT_{cen}^{macro}} w_{cen}^k \cdot V_{cen}^k(t, t_0)}_{\text{Escala de Macrodrenagem}} \right\}.$$

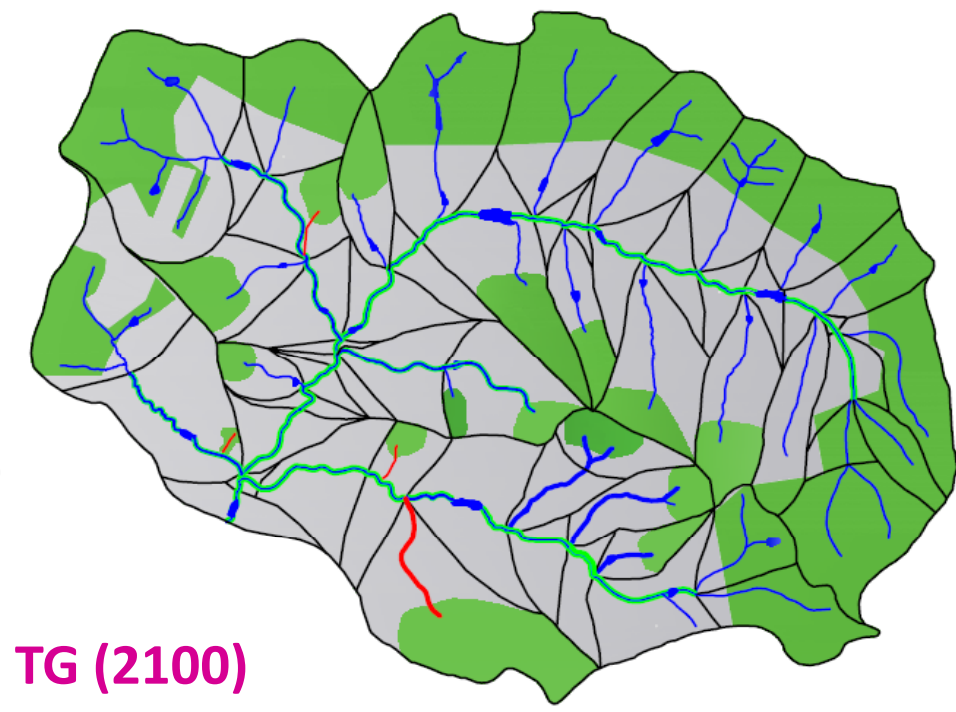
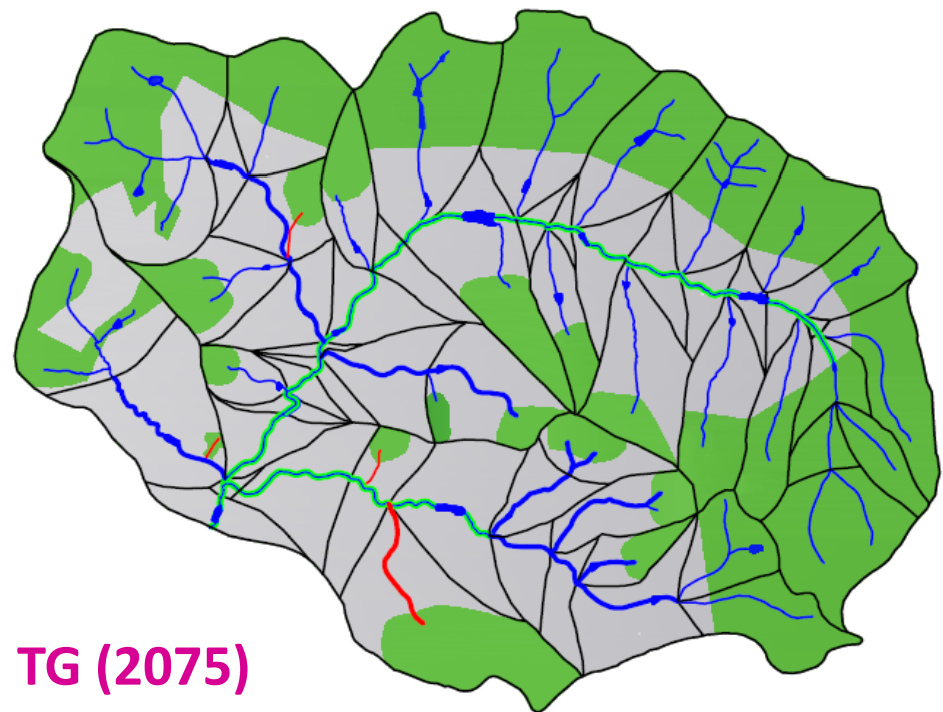
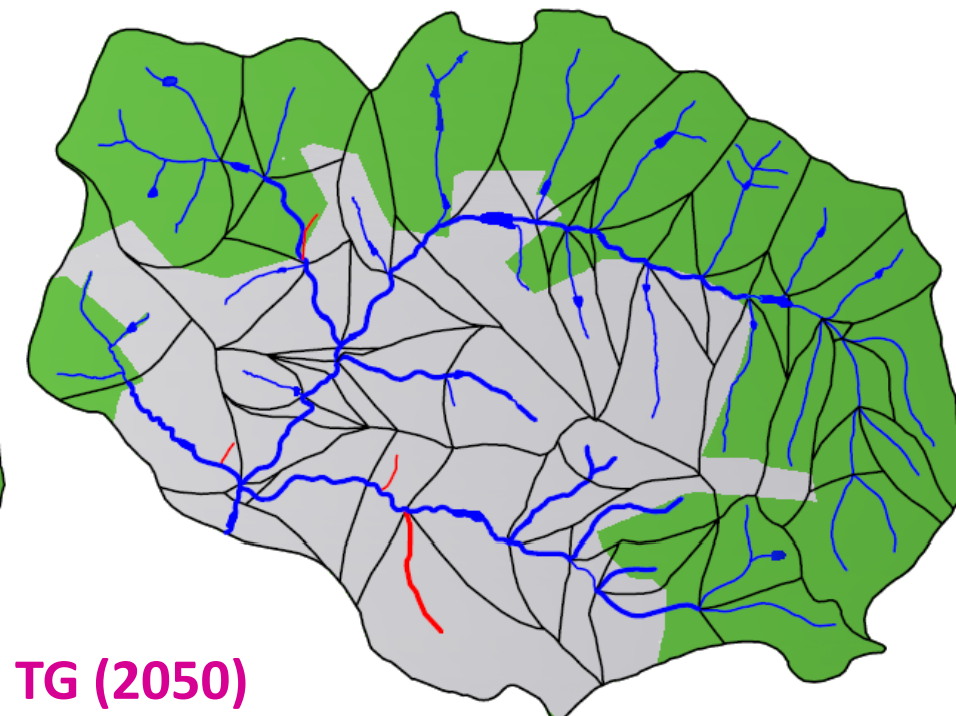
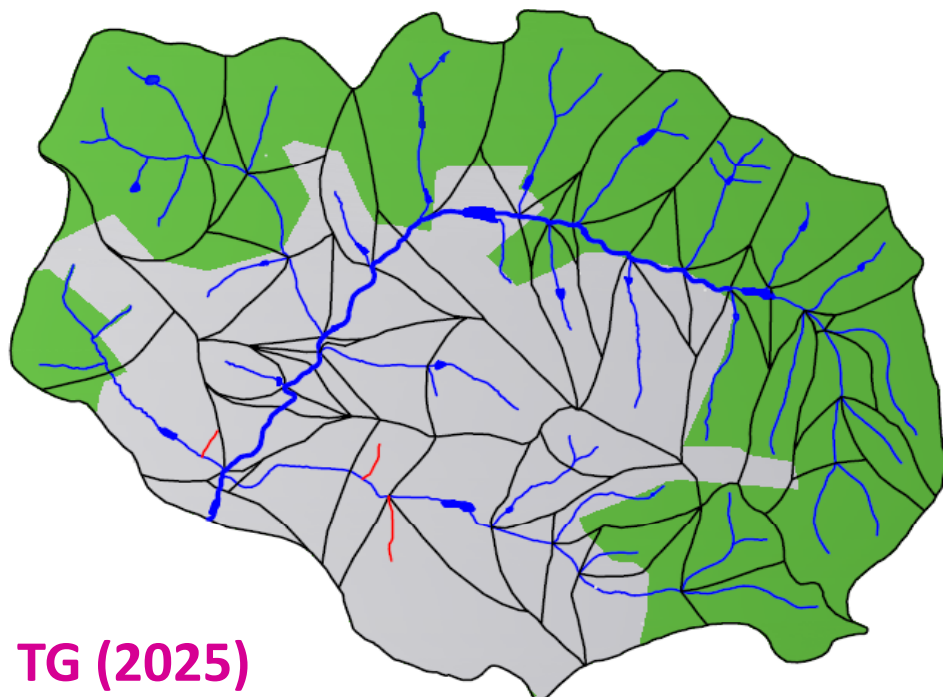














## Ejemplo de lote urbano de referencia para análisis de planificación entre 2000 y 2100

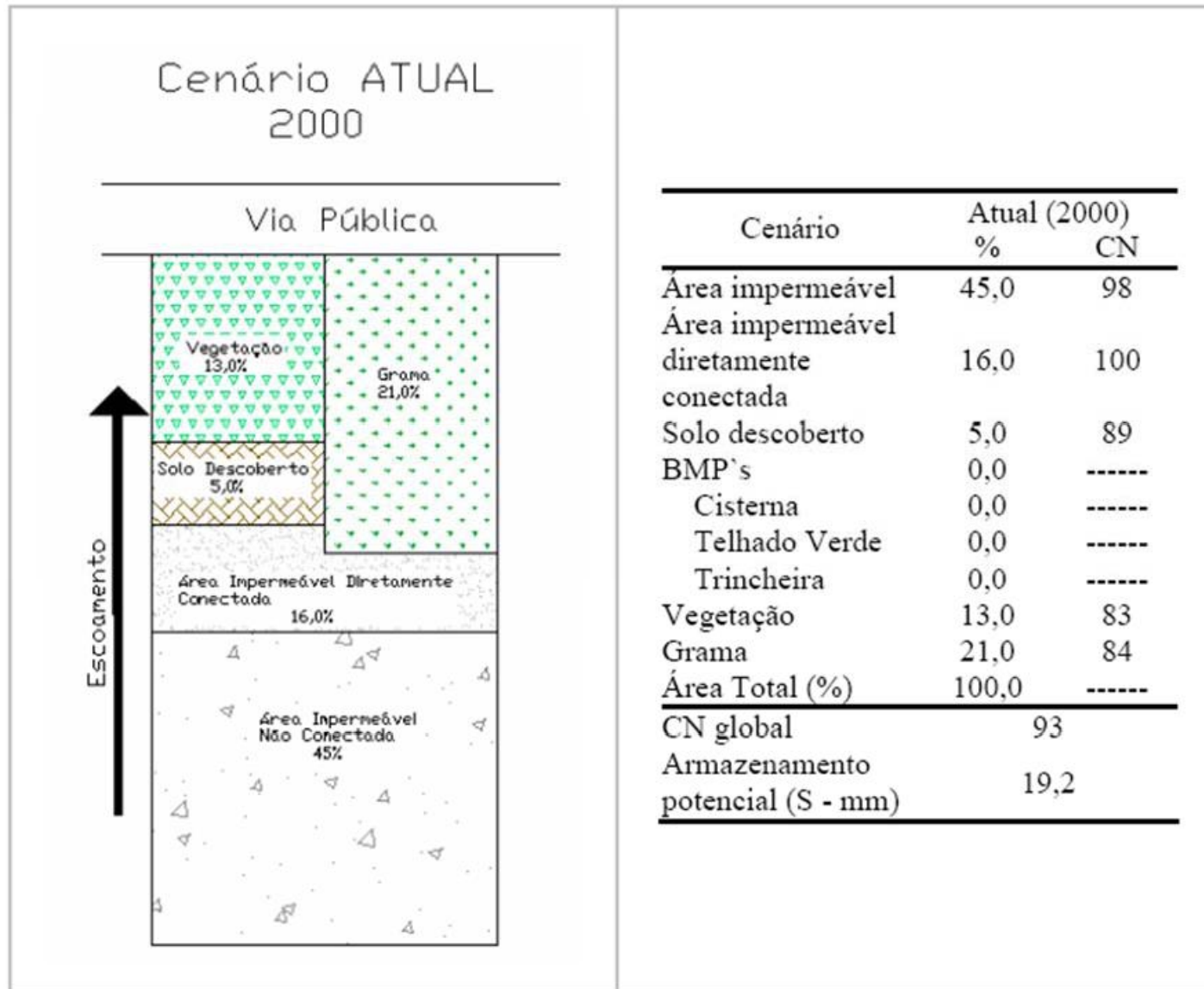
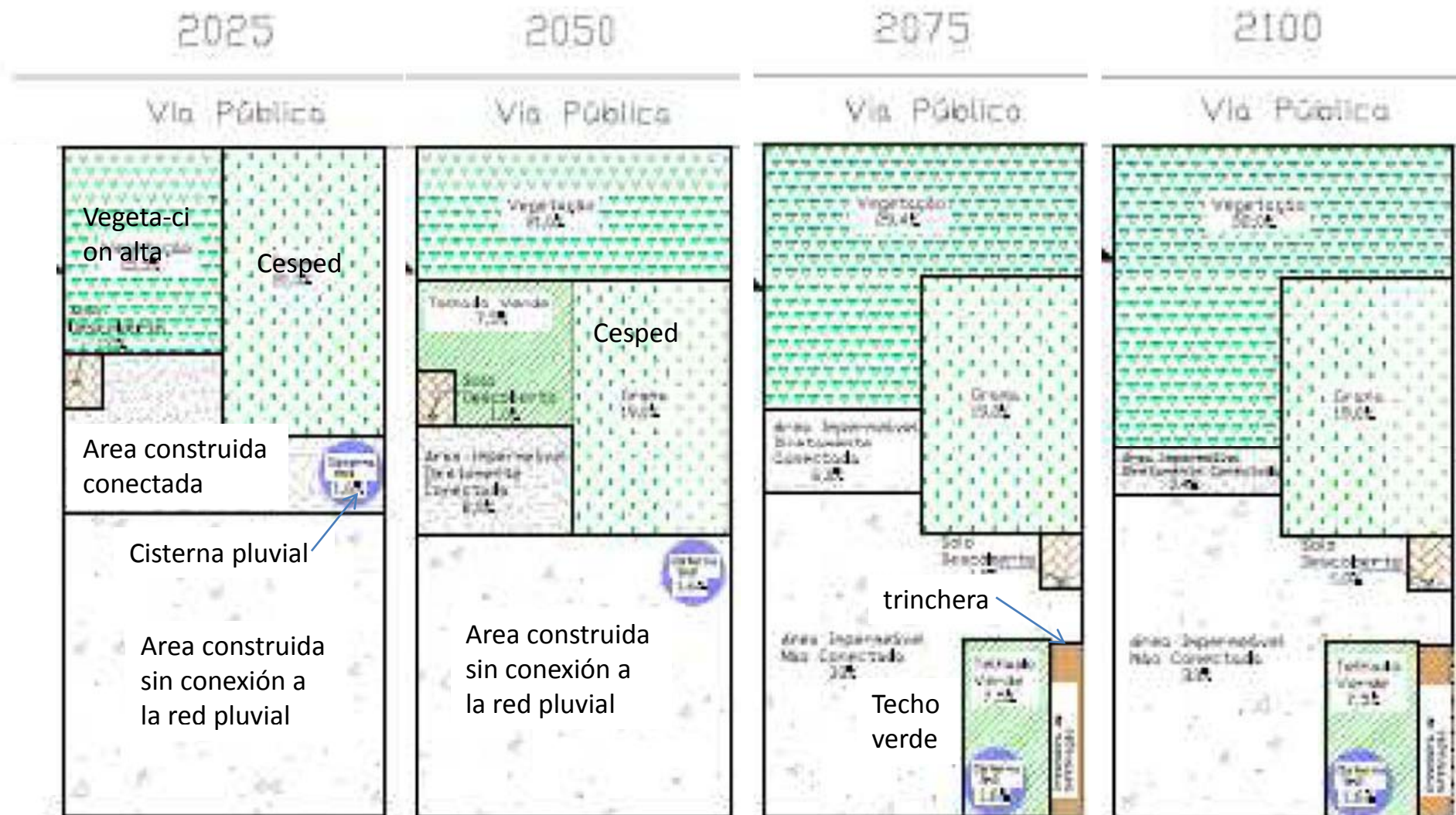


Figura 55: Características do lote de referência.

# Posibles cambios de ocupación del lote urbano

Como hacer una “planificación familiar” que incluya el lote donde vivimos?





# Impactos “macro” en los caudales de referencia (2000)

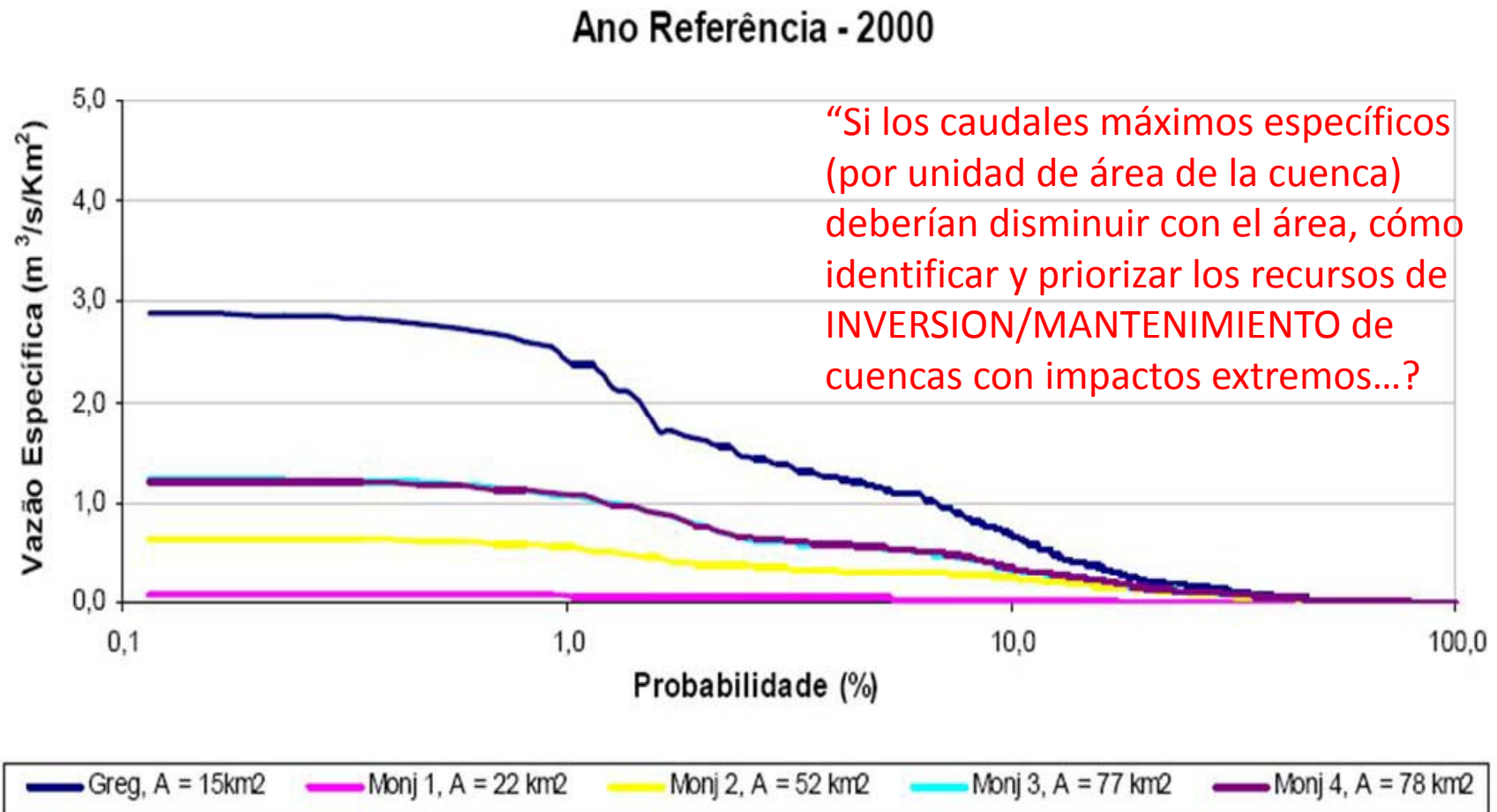


Figura 56: Curva de permanência para o ano de referência (2000).

# Caudales máximos urbanos 2025-2100

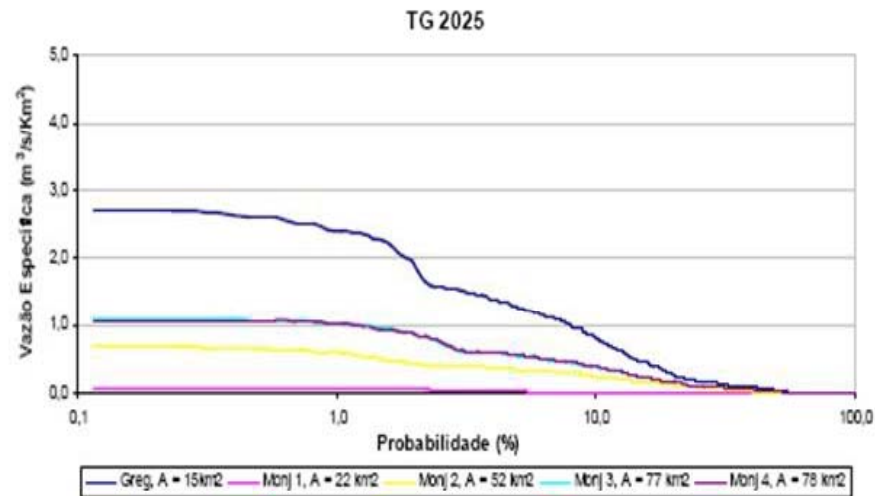


Figura 69: Curvas de permanência do cenário TG 2025.

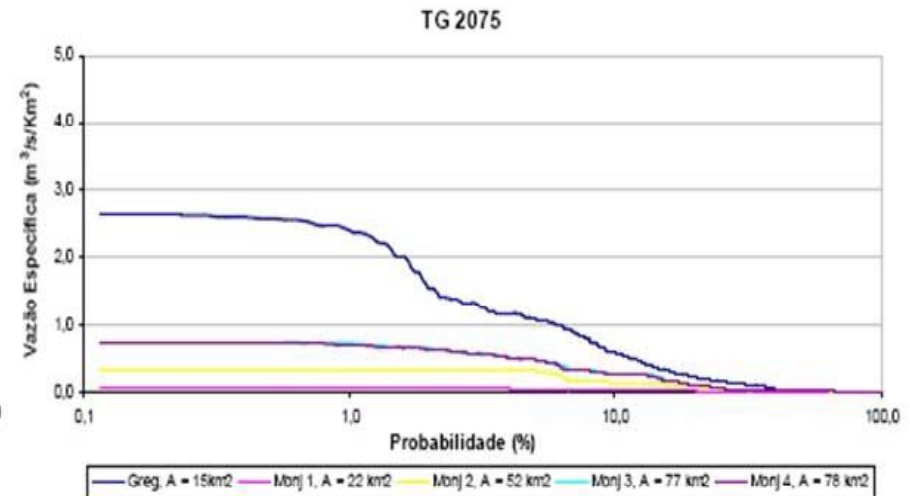


Figura 71: Curvas de permanência do cenário TG 2075.

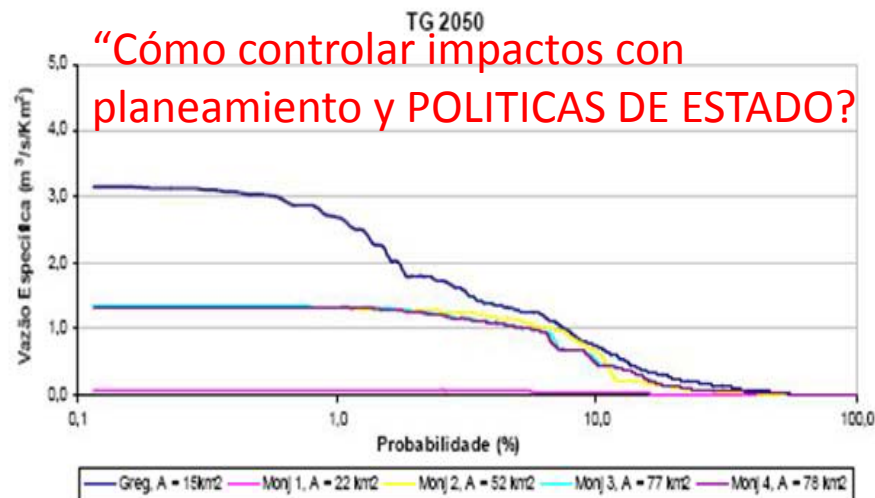


Figura 70: Curvas de permanência do cenário TG 2050.

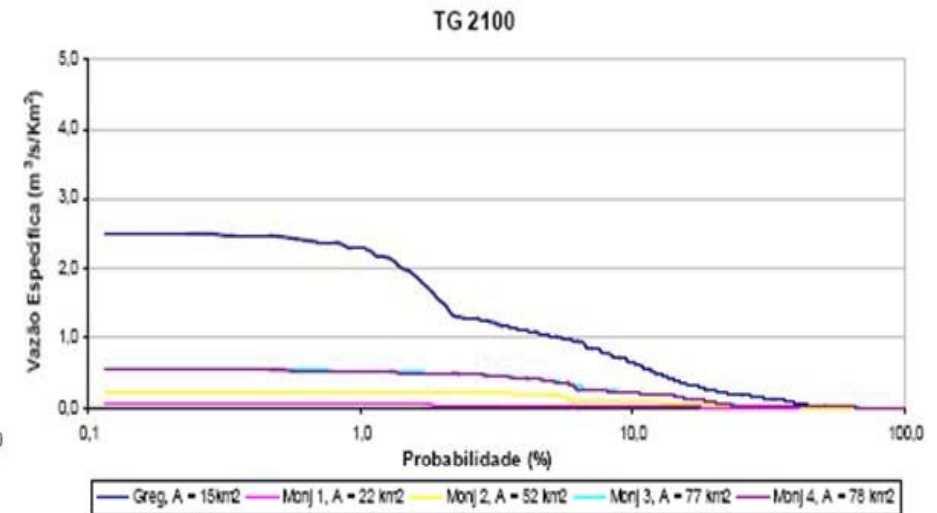


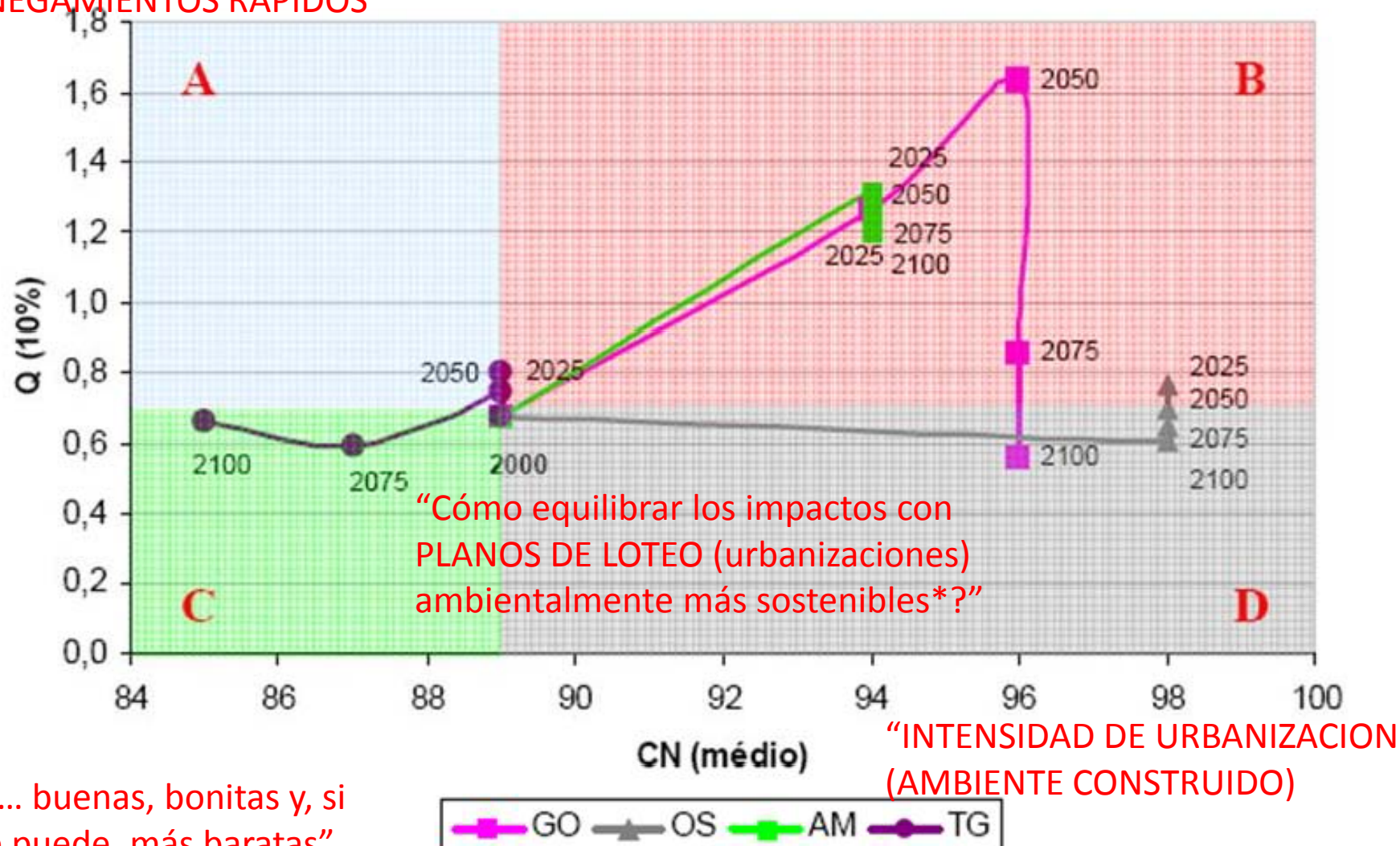
Figura 72: Curvas de permanência do cenário TG 2100.



## Impactos “macro” en los caudales de referencia (2000-2100)

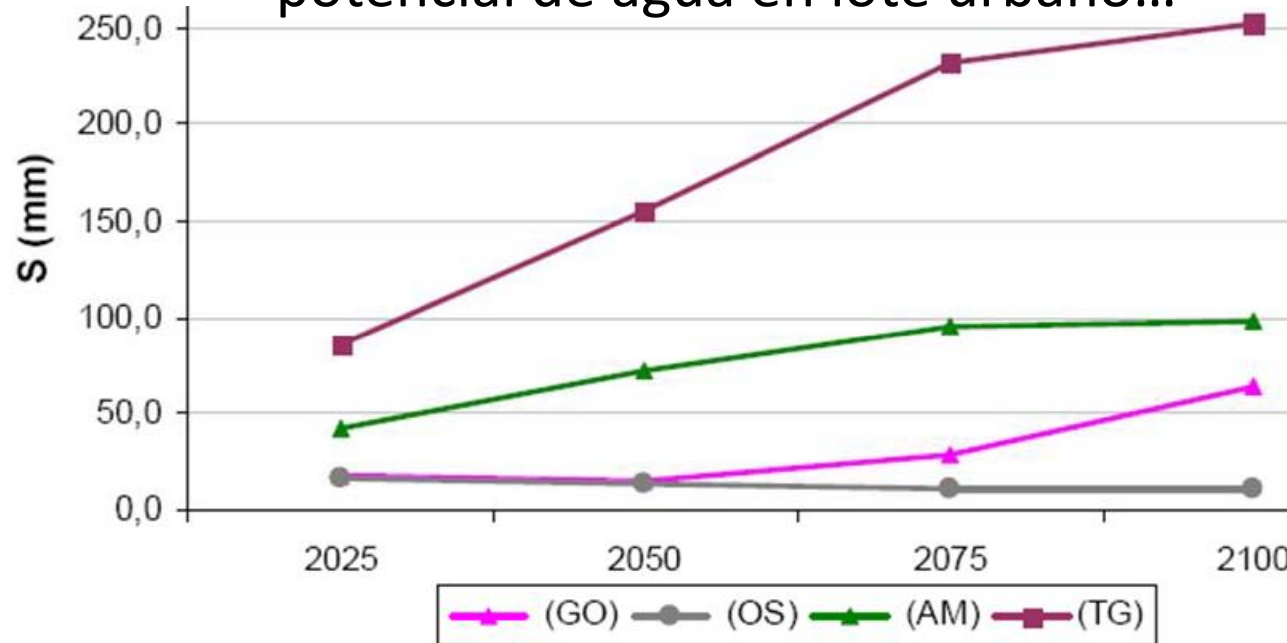
IMPACTOS DE INUNDACIONES  
Y ANEGAMIENTOS RAPIDOS

Bacia Gregório - 17 km<sup>2</sup>



\* ... buenas, bonitas y, si  
se puede, más baratas”

## Evolución futura del almacenamiento potencial de agua en lote urbano...



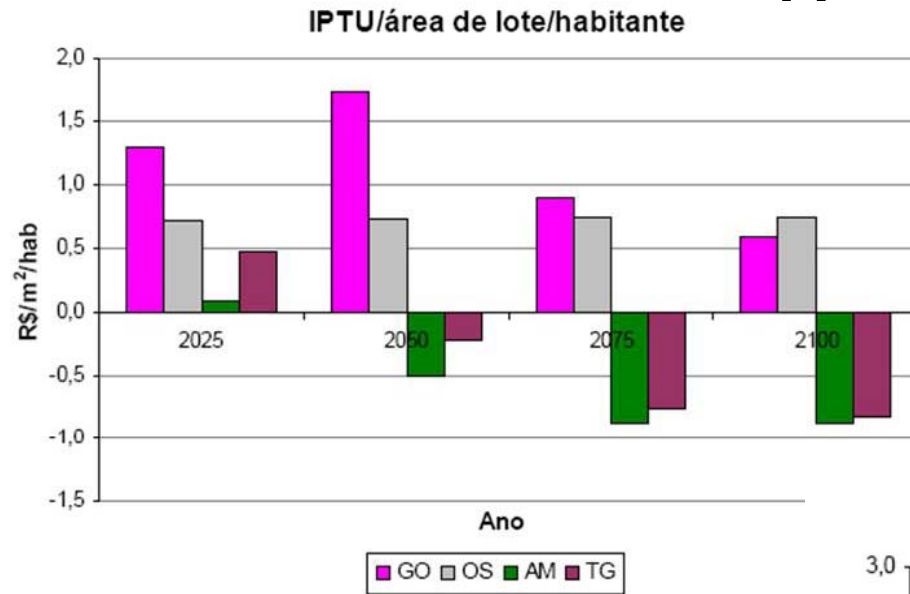
“Cuáles mecanismos de compensación entre las formas de ocupar el lote urbano y los impactos de ese tipo de urbanización en la cuenca hidrográfica donde él está inserido?”

“De qué manera introducir nuevas oportunidades de EMPLEO, nuevos oficios y FUENTES DE TRABAJO, para acompañar estos cambios?”

... y la correspondiente evolución del potencial de escorrentía en la cuenca urbana

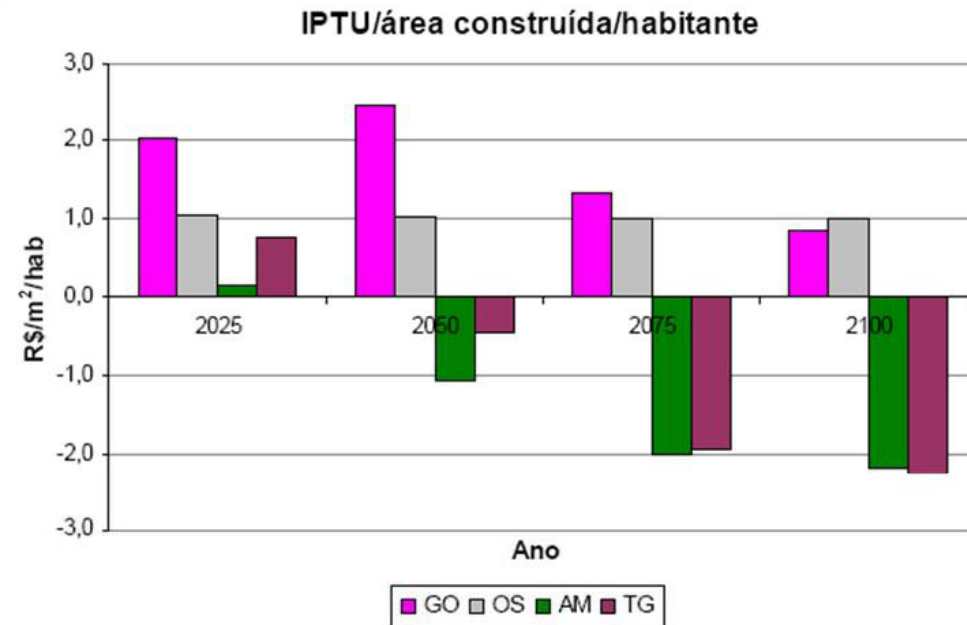


# Y los incentivos\* económicos con base en las aguas urbanas...



“Cómo obtener beneficios mutuos, la Municipalidad y el Contribuyente, con un urbanismo sustentable y que colabore con los cofres públicos y el poder adquisitivo familiar?”

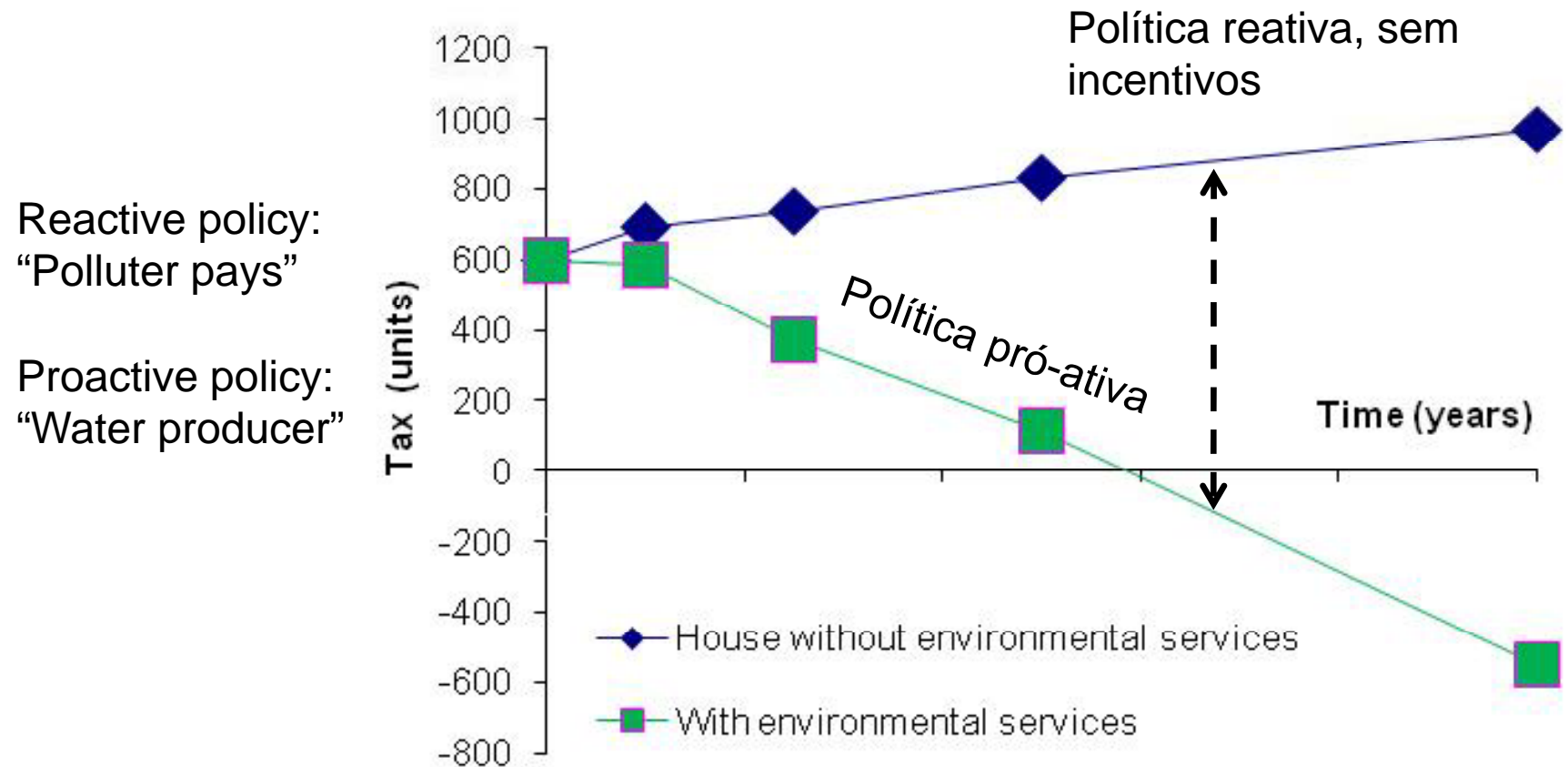
\*valores nominales





VWP3 > WI SE-UP

Water Insurance, Security & Incentives for User Permits



virtual water permits with  
“trading” (cap-and-trade)

# P.E.S.

- The more important the environmental service, the more valued is

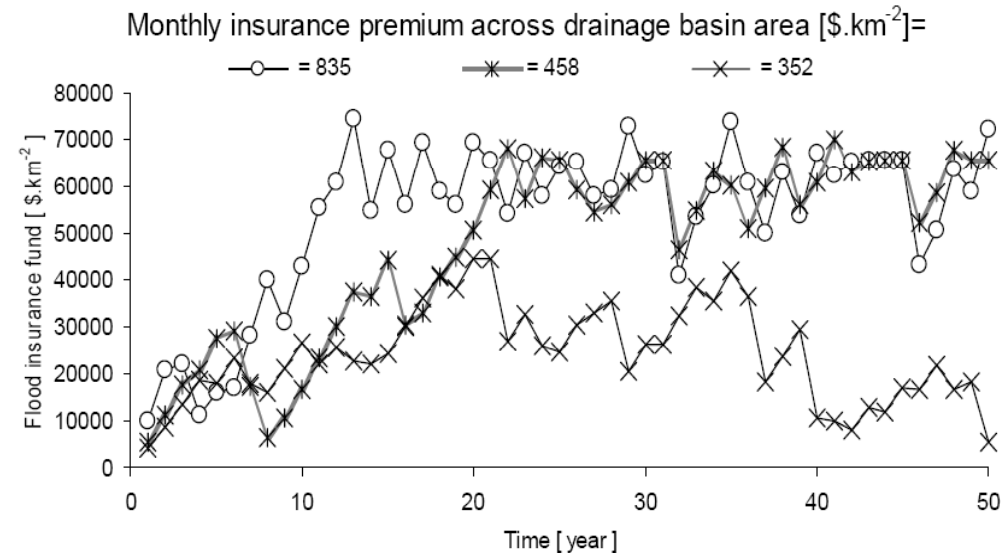
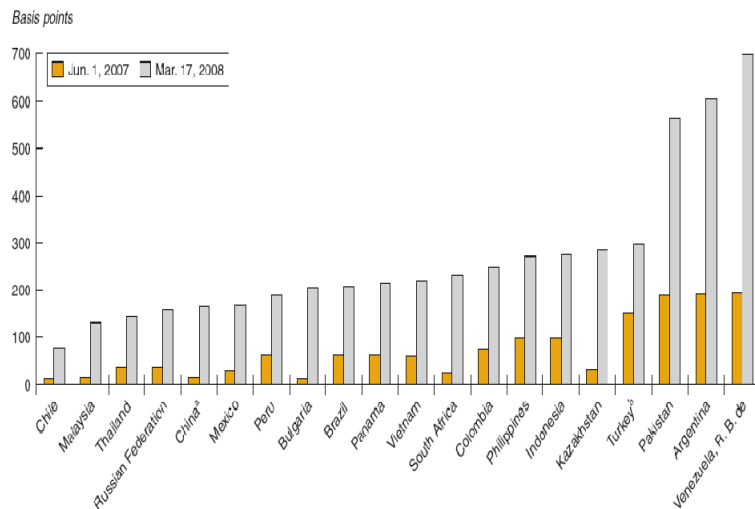


Figure 1- Model runs of performance of insurance fund, at nominal values, to cope with flood hazards in urban subtropical basin. Monthly premiums are depicted in monetary values per drainage area of the basin. Source: Mendiondo et al (2005).

Figure 3.18 Risk premiums have increased across emerging economies, as shown by spreads on five-year credit default swaps



Source: Bloomberg.

a. Export-Import Bank of China.  
b. As of July 19, 2007.

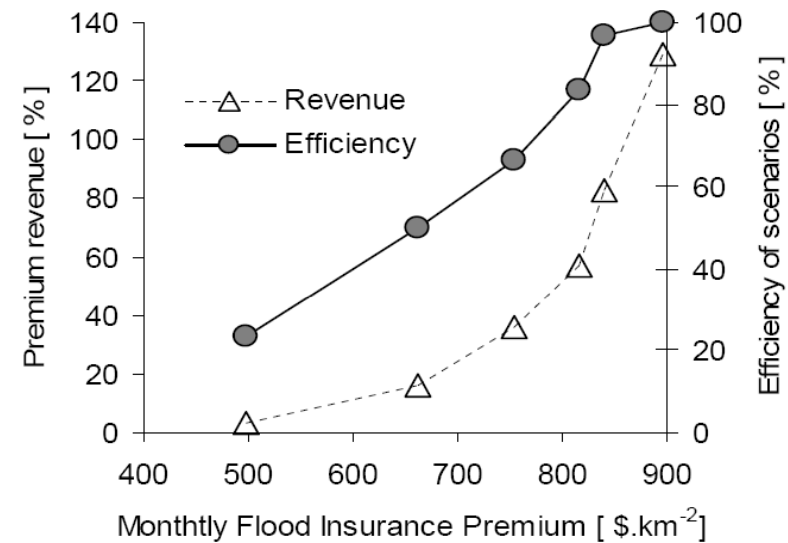


Fig. 2- Average revenue (left ordinates) and time efficiency (right ordinates) according to insurance premium to reduce flood vulnerability in urban subtropical basin. Source: Mendiondo et al (2005).

“Aguas para el Futuro”

“Parte II:

Ejemplos y posibilidades en el medio rural”

Eduardo Mario Menciondo

Escola de Engenharia de Sao Carlos

Universidade de Sao Paulo

Miembro CapNet Brasil

[emm@sc.usp.br](mailto:emm@sc.usp.br)

[www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica](http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica)



# Virtual Water

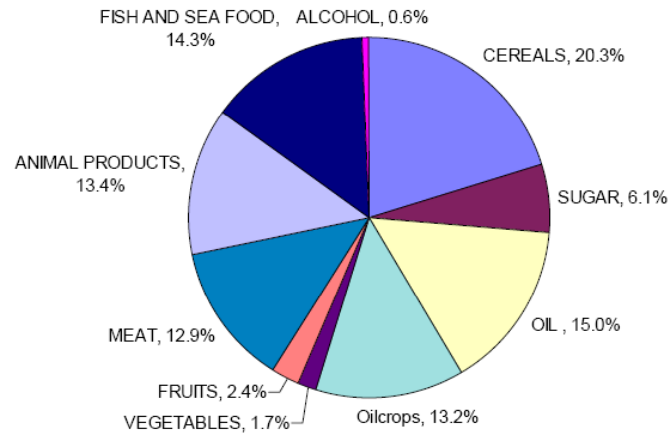
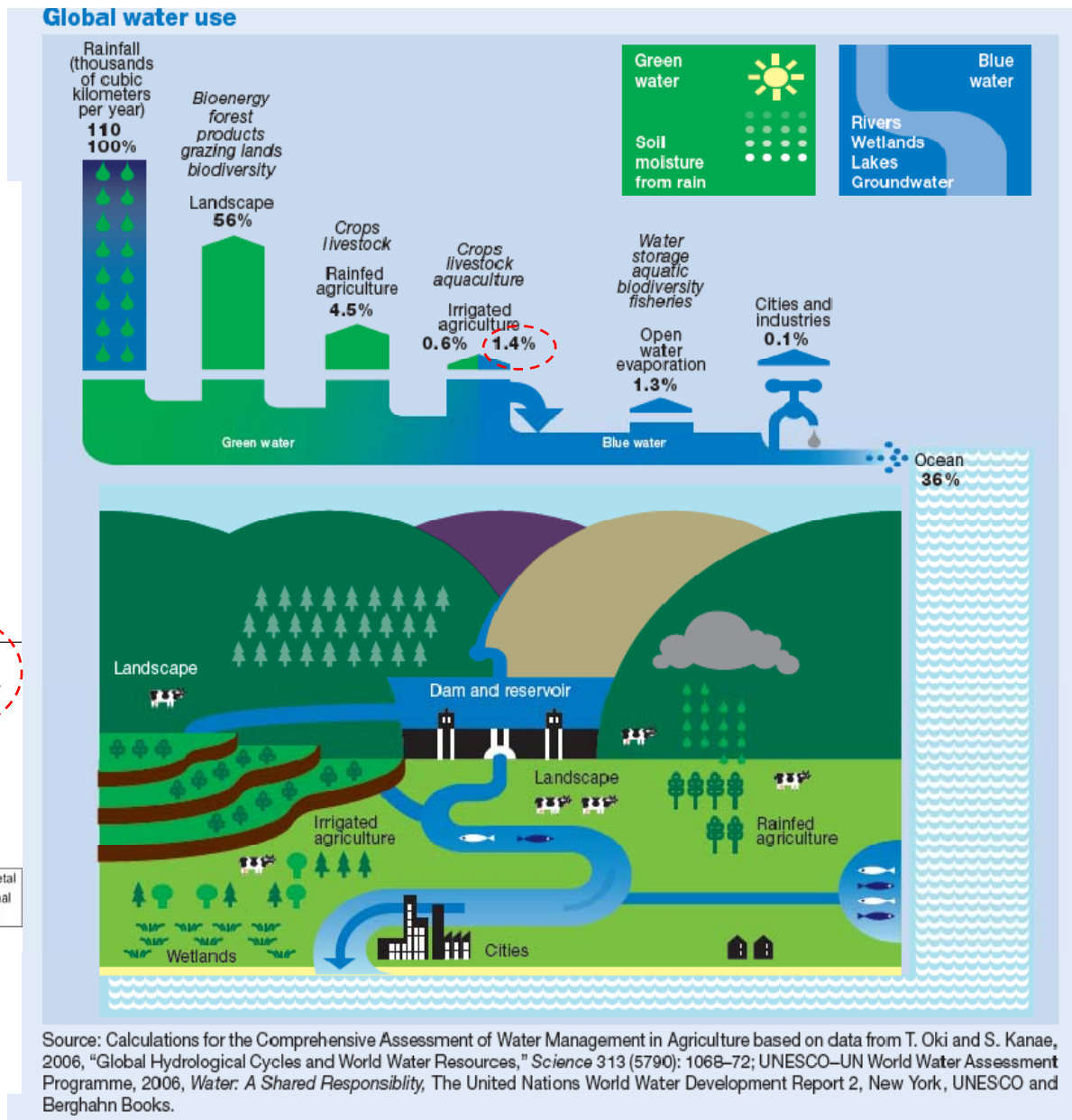
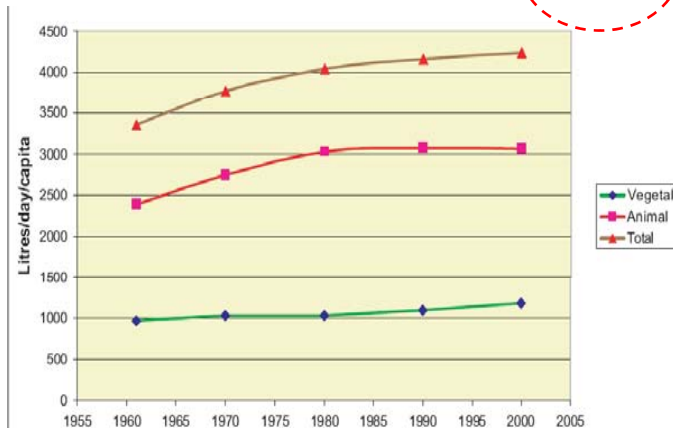


Figure 6. Global virtual water food trade in 2000 (1 340 km³).



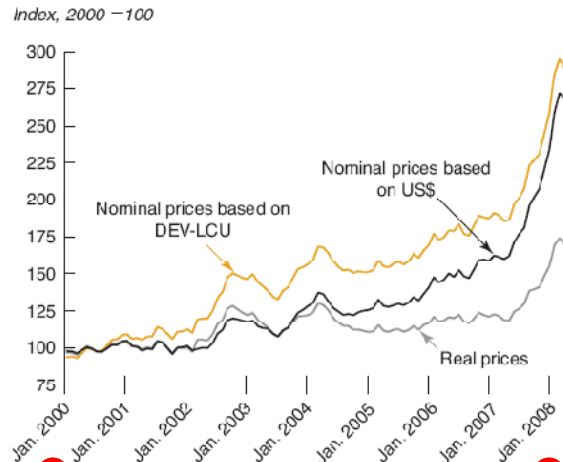
$$\text{Water savings (m}^3\text{)} = \text{Import (kg)} \times \text{VWV(local site)}$$

$$\text{Water savings (m}^3\text{/kg)} = \text{VWV(consumption site)} + \text{VWV(production site)}$$

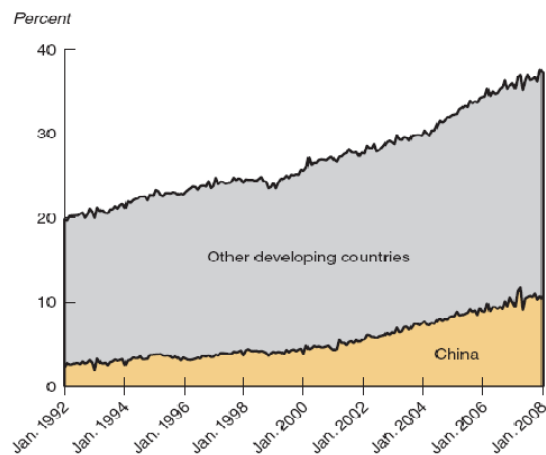
$$\text{Water savings (m}^3\text{/kg)} = \text{VWV(storing period)} + \text{VWV(using period)}$$

# Virtual water

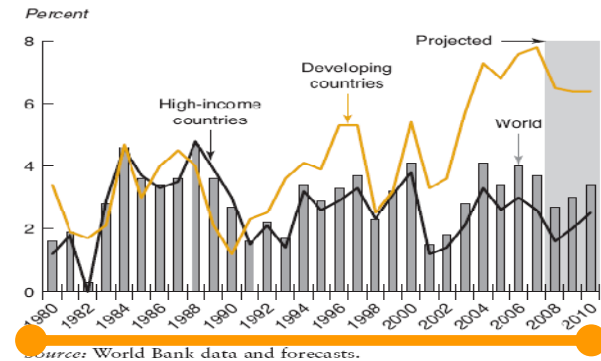
**Figure 1.23 Food prices driven up by biofuels demand**



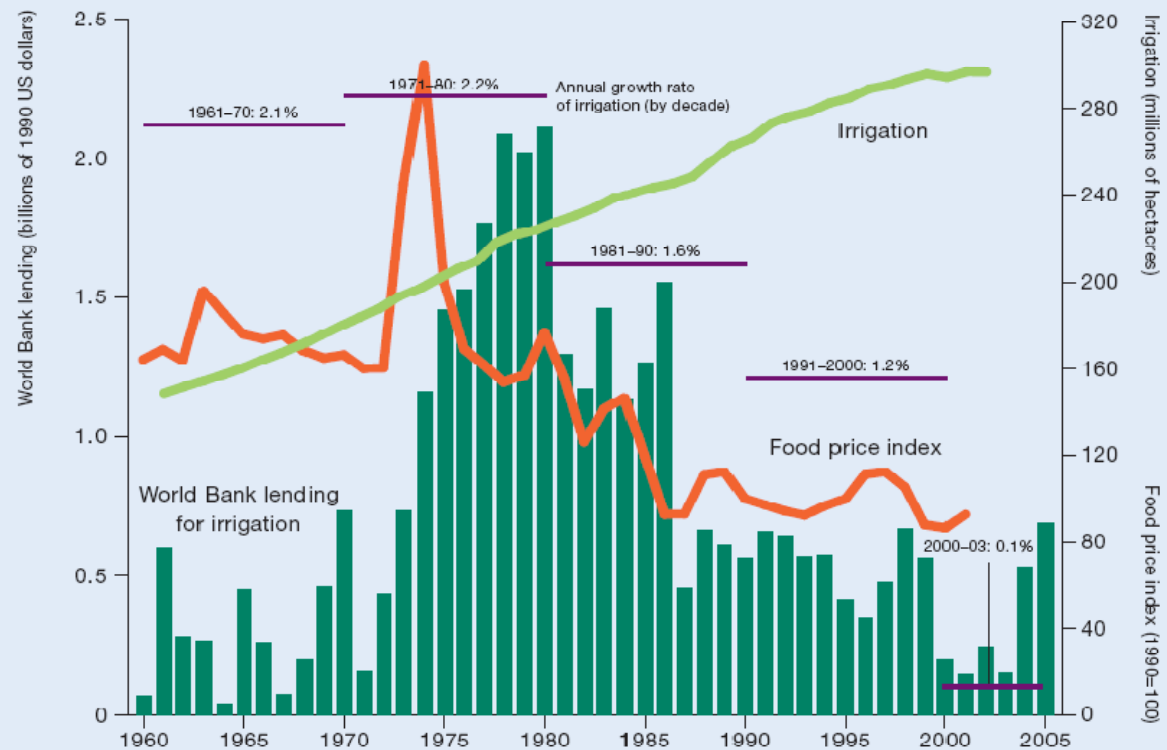
**Figure 1.15 Share of developing countries in world exports, 1992–2008**



**Figure 1.1 Real GDP growth, 1980–2010**

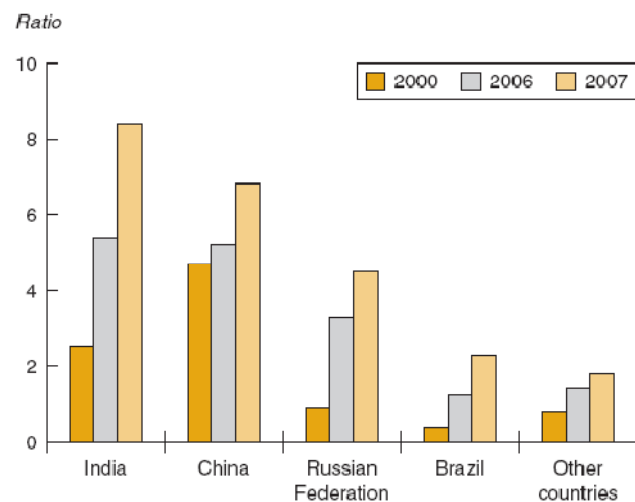


**figure 1 | Irrigation expanding, food prices falling**

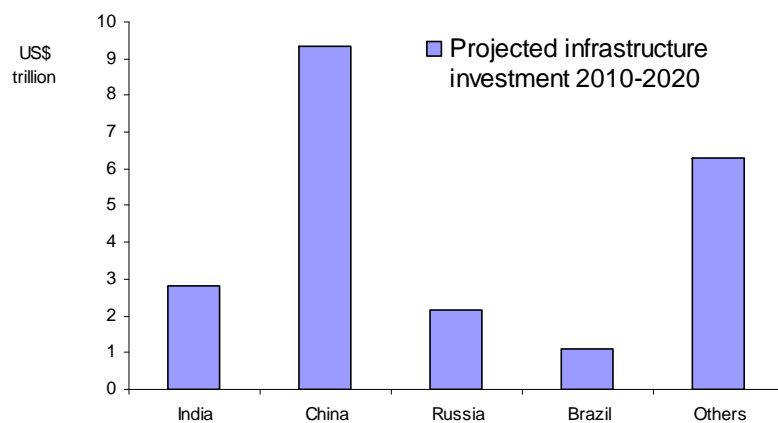


# Virtual water

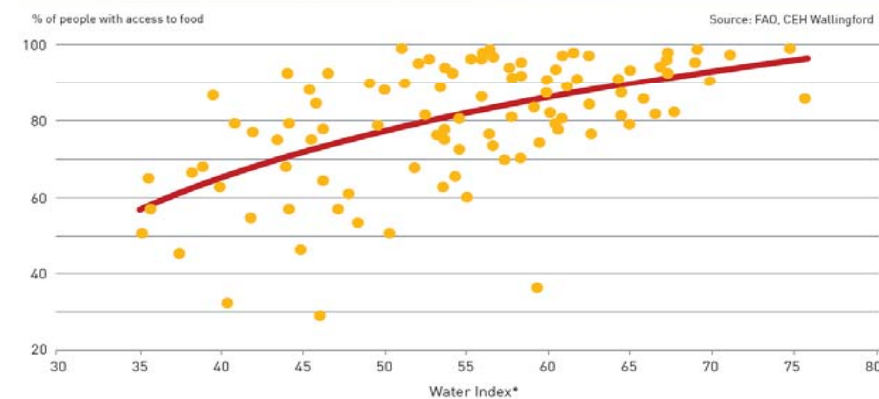
**Figure 2.4 Foreign reserves relative to principal and interest payments on debt outstanding, 2000-07**



Sources: World Bank Debtor Reporting System; IMF International Financial Statistics.

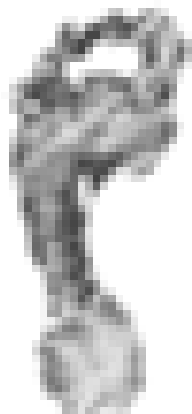


**Access to water and food security (developing countries and countries in transition)**



\* A composite indicator that incorporates measures of water resources (from rainfall, river flows and aquifer recharge), access, environmental issues (water quality) and pressure on resources.



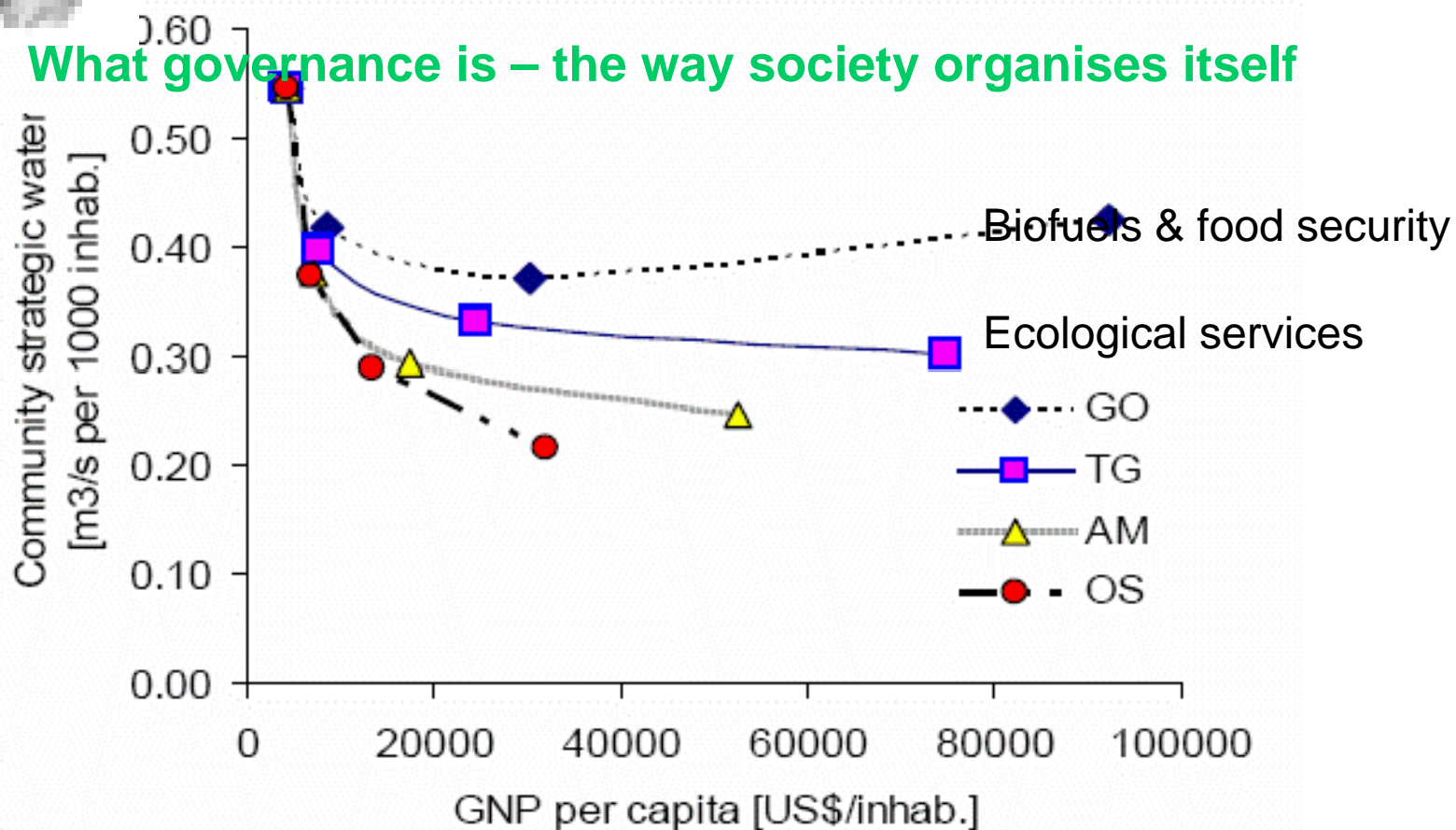


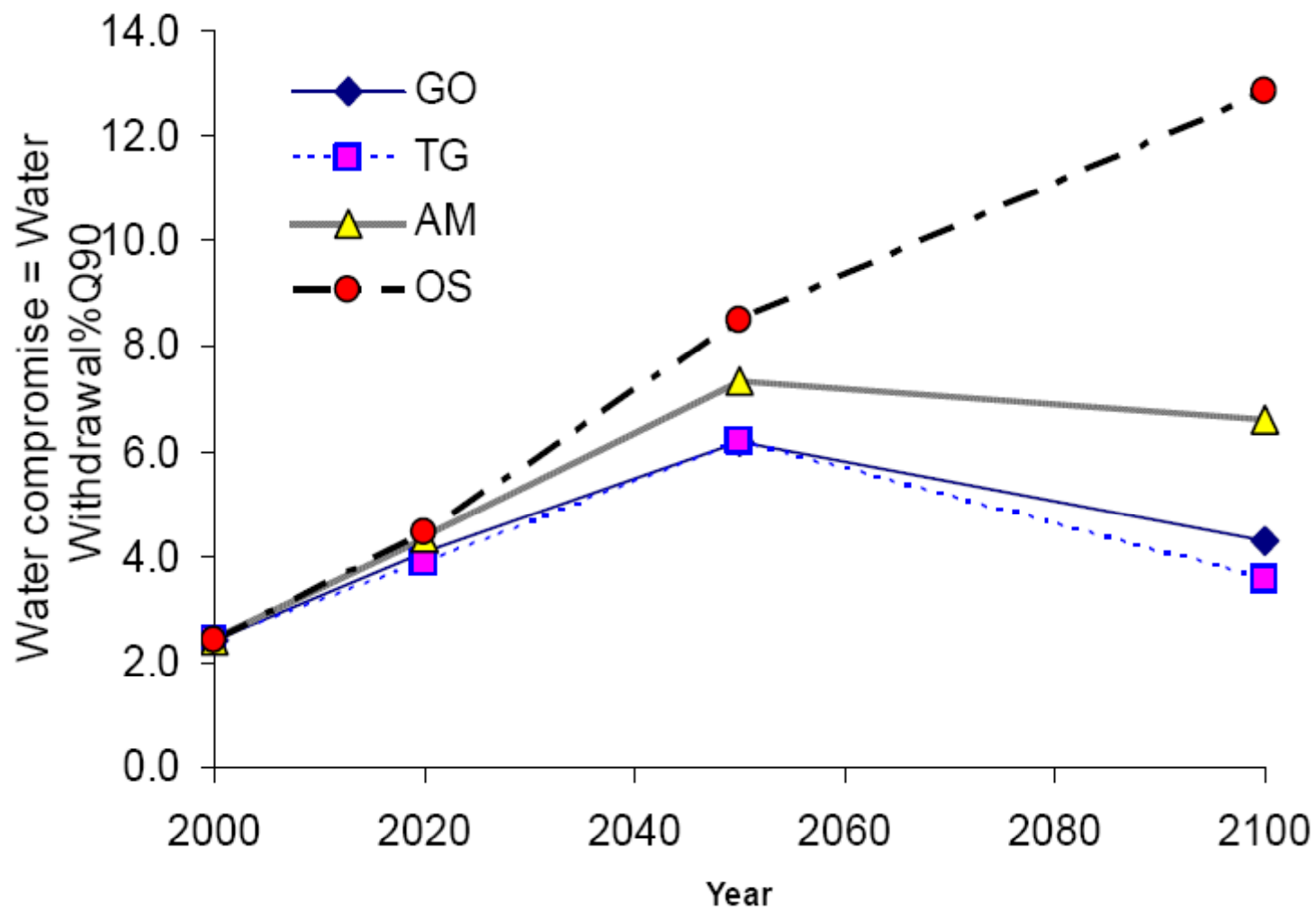
# Water governance in perspective

! governance is not – government

! governance is not – management

What governance is – the way society organises itself





# In year 2008...

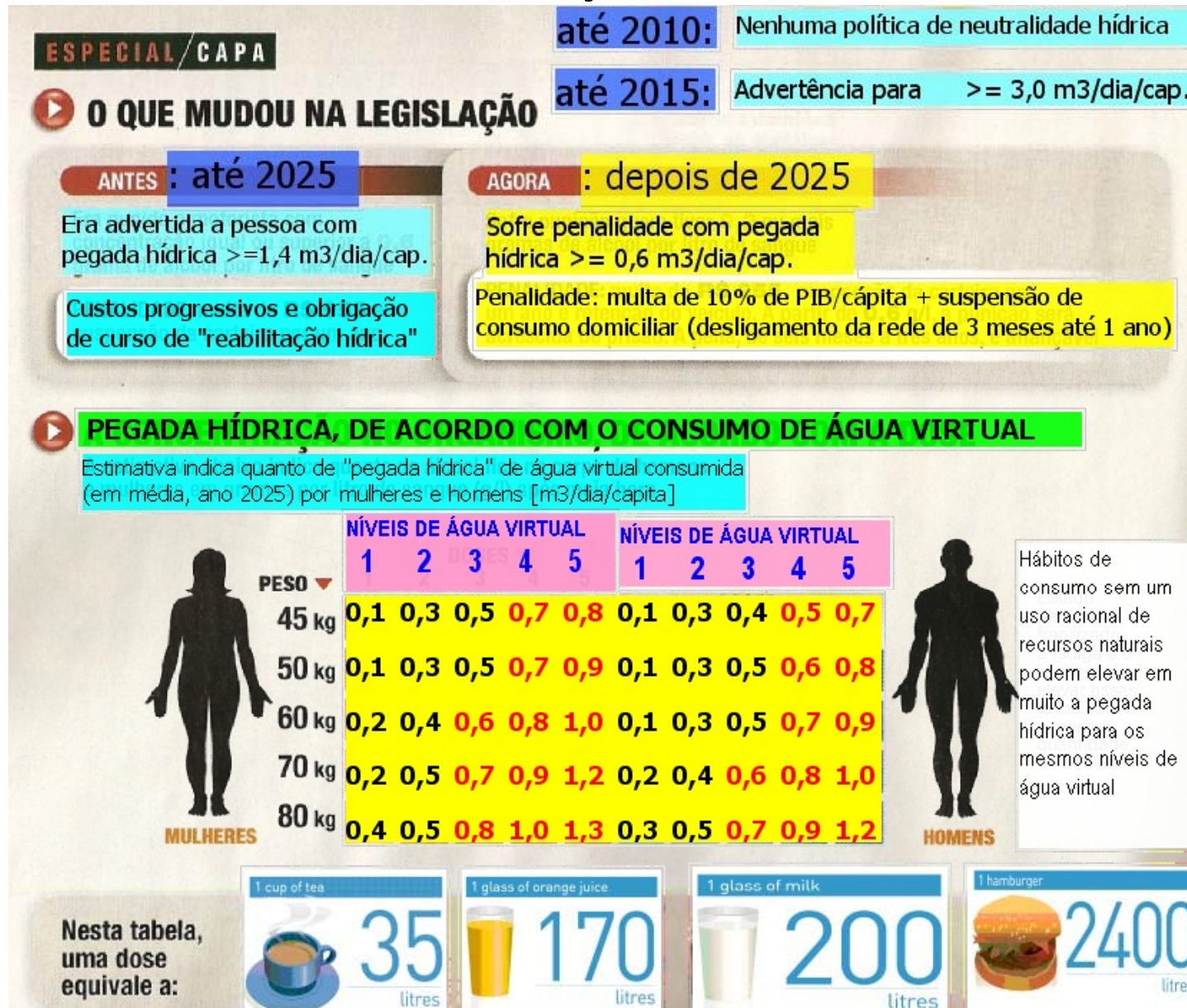
Present situation:

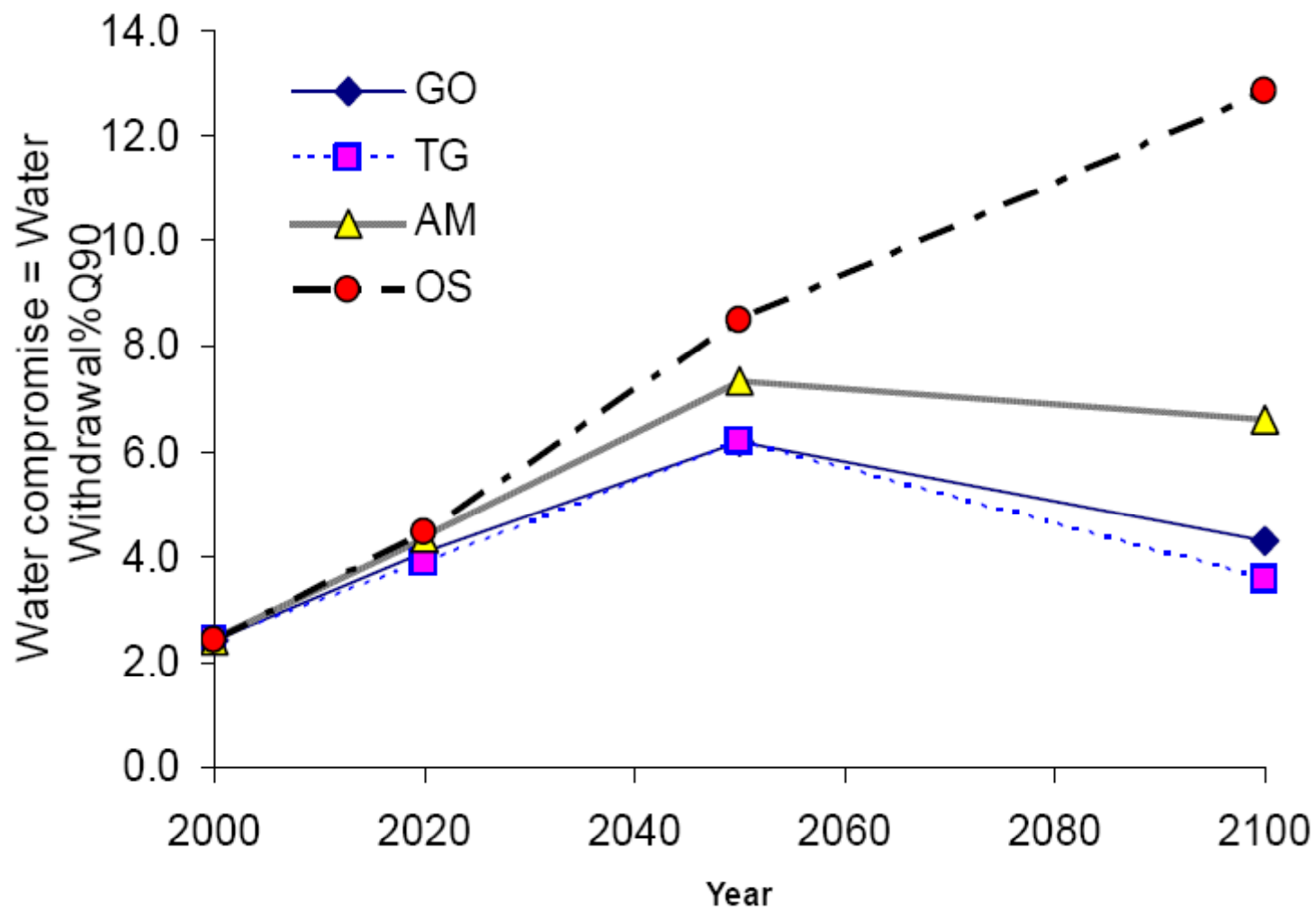
2008 Brazilian Driving Permit of with Alcohol



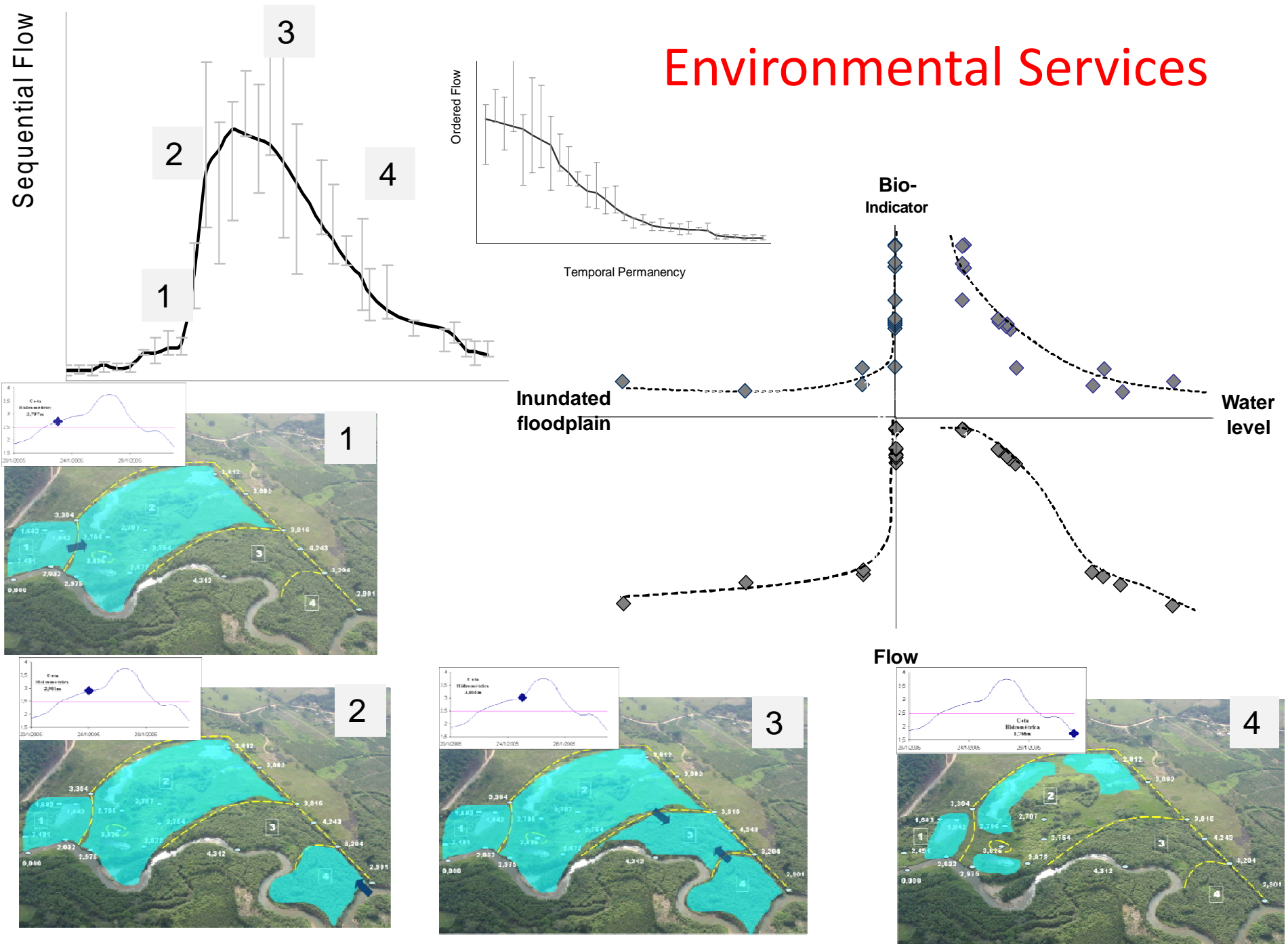


# ...and in year 2025...



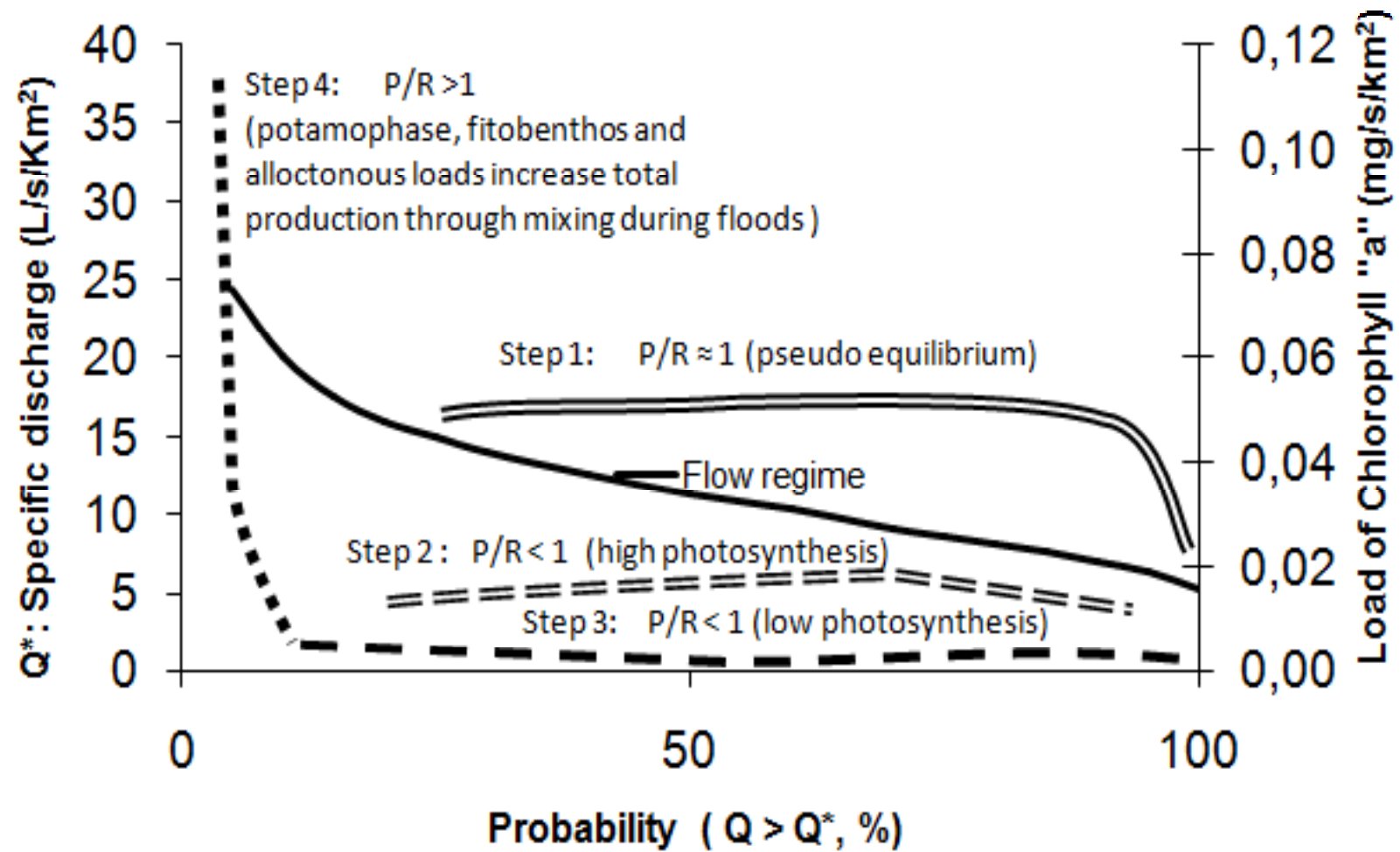


# Environmental Services



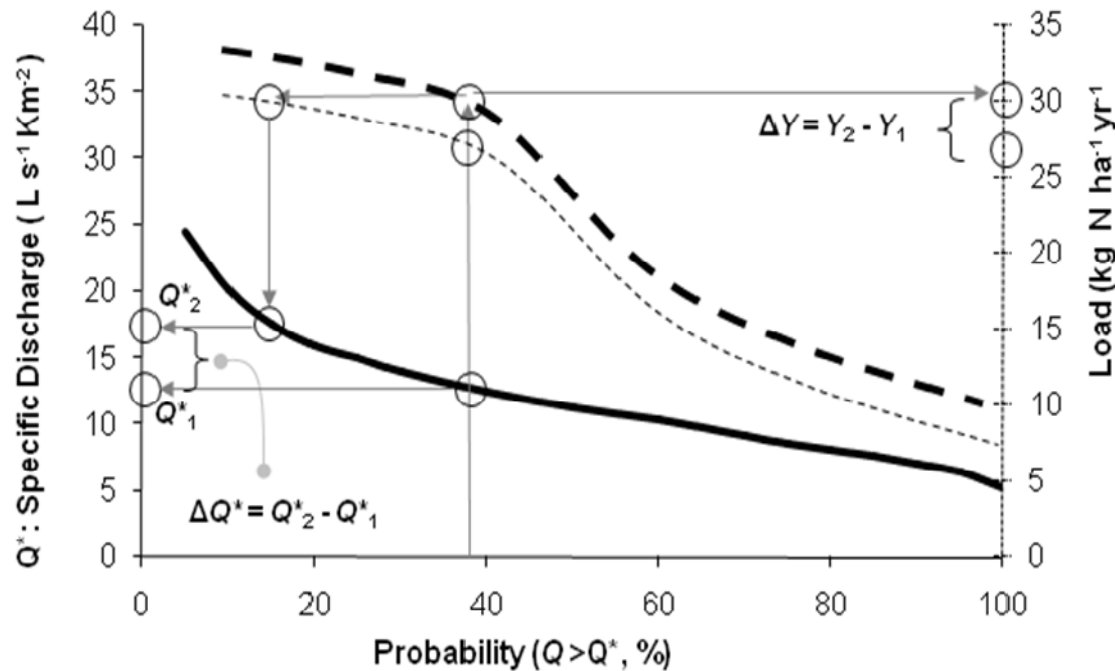
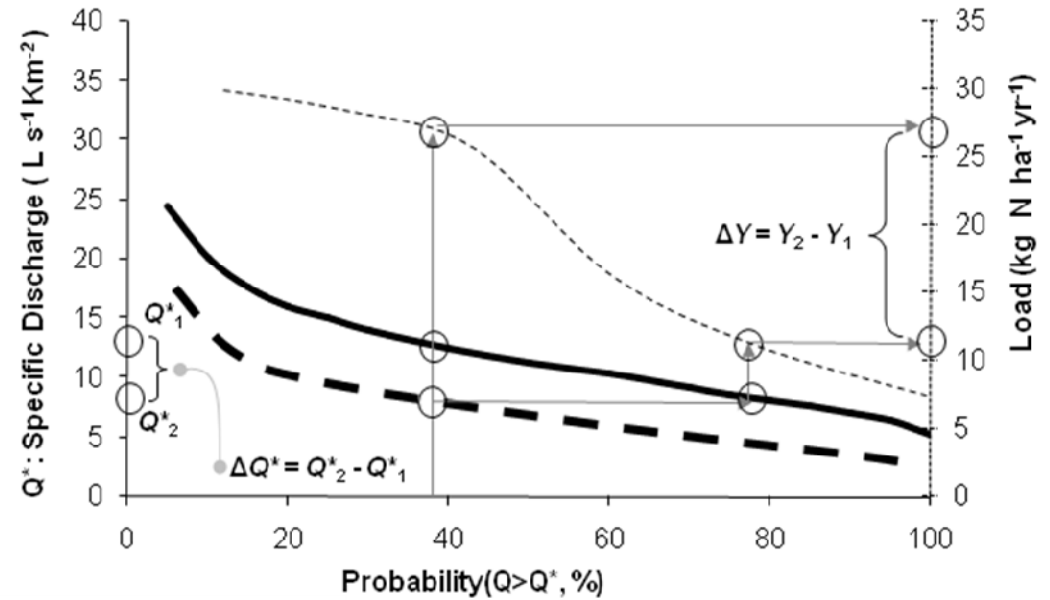


# Valuation of Environmental Services



What happens if...

...“climate change...”



...“land-use  
conversion...”

# Change in water treatment cost due to climate change...

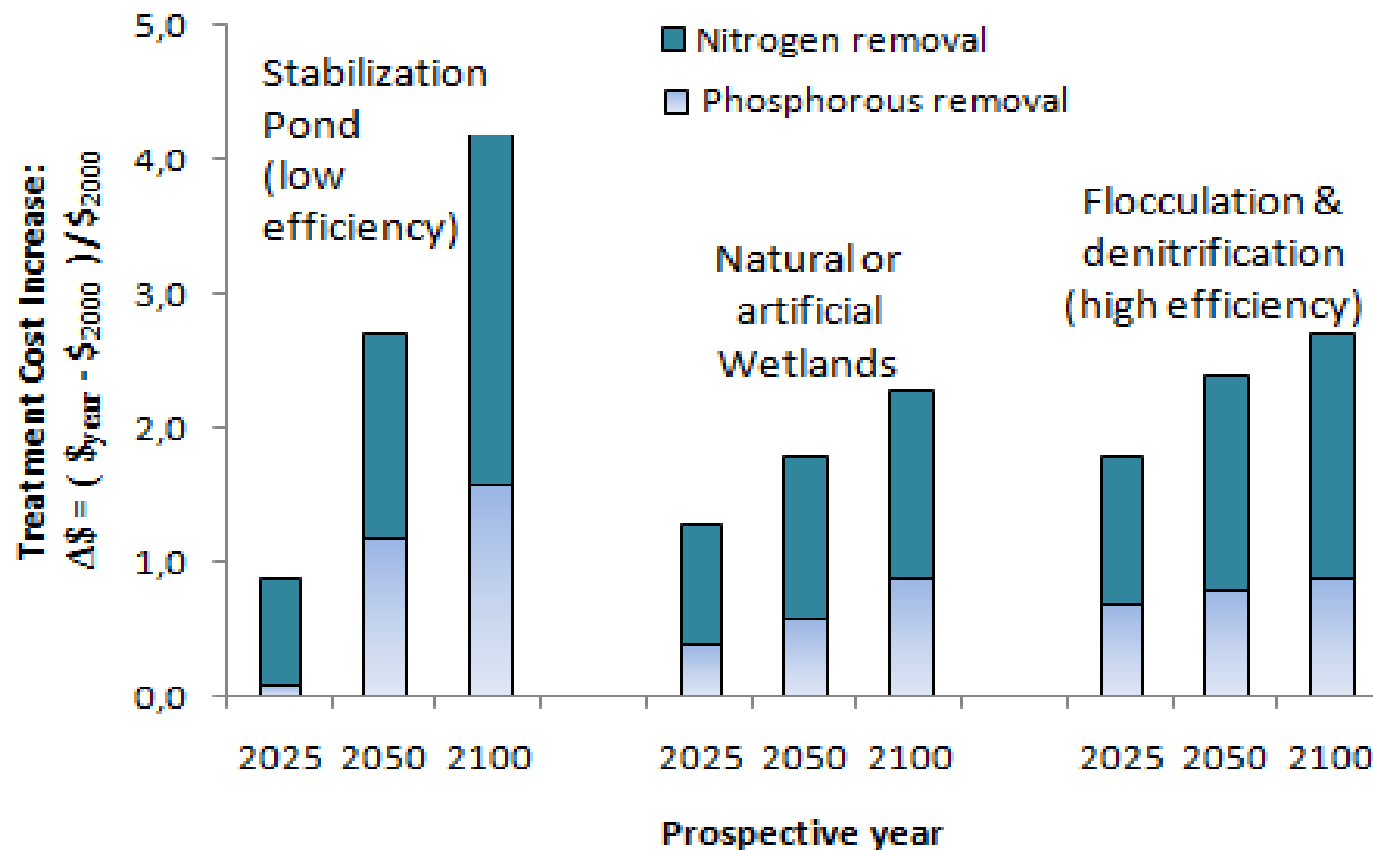
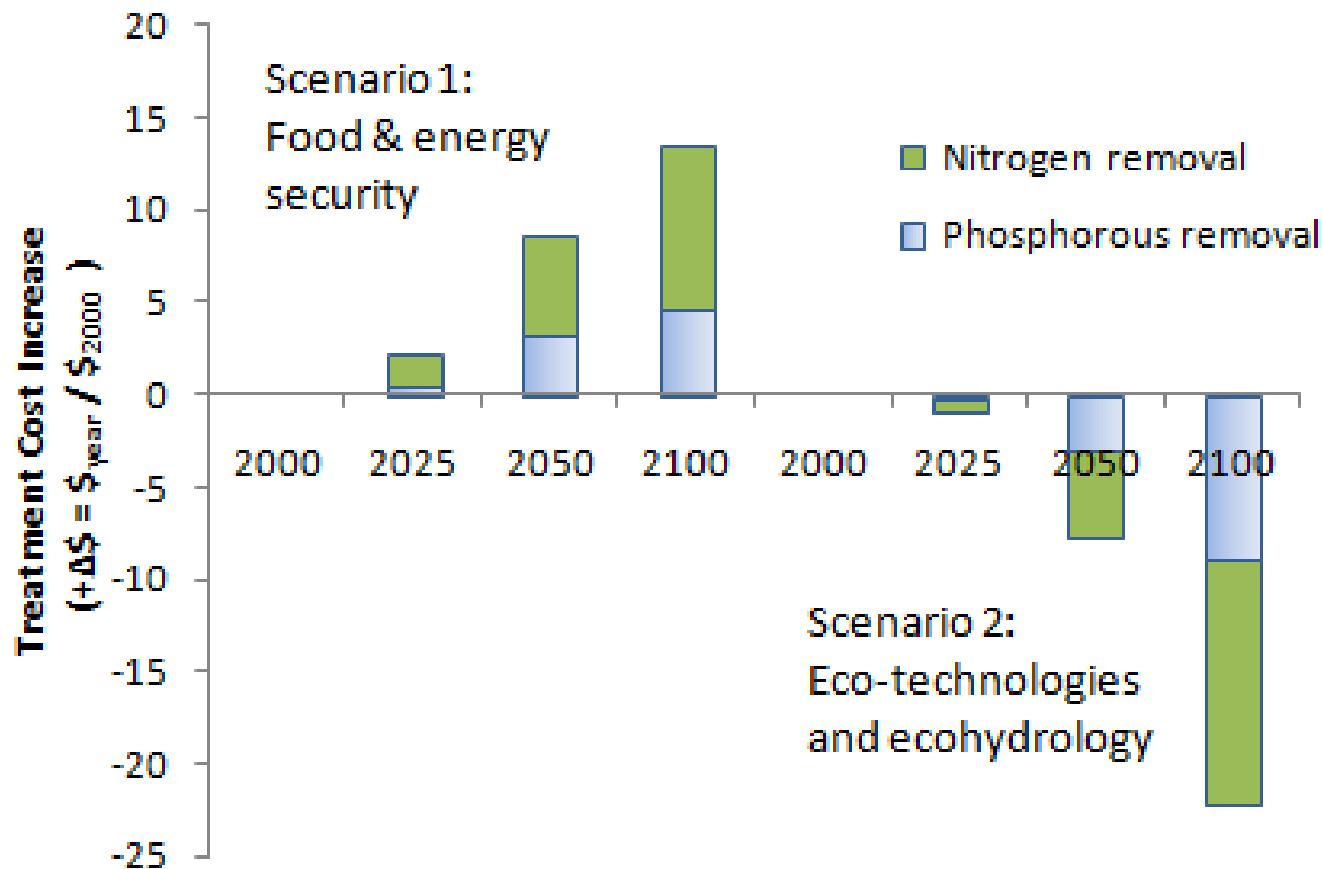


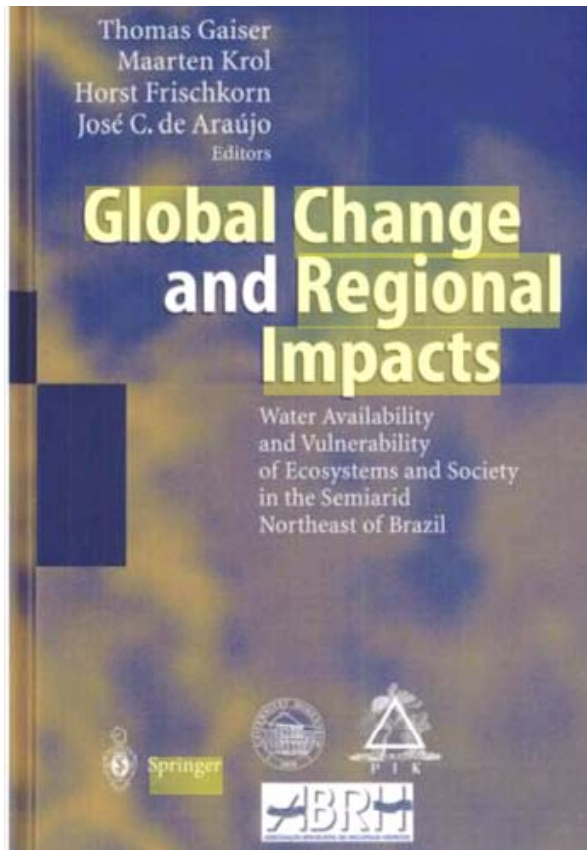
Figure – Estimation of treatment costs needed from efficiency increase in order to adapt for altered regimes due to climate variability. No change of land use is assessed in these figures.



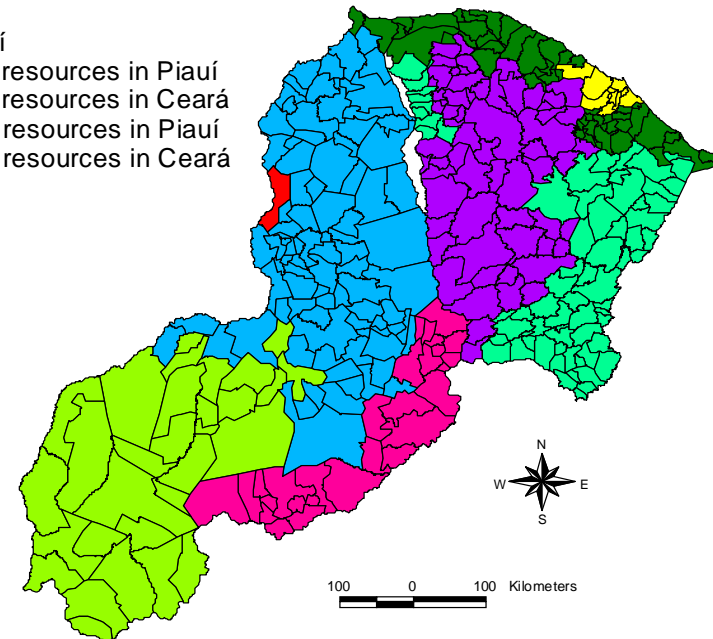
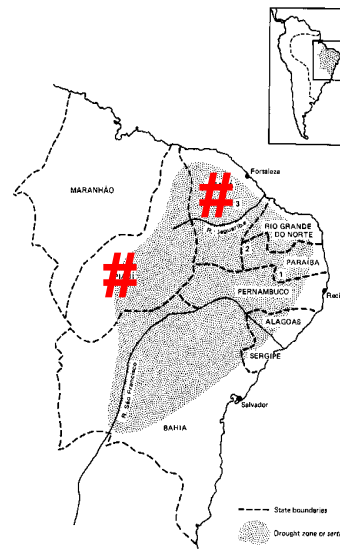
# Change in water treatment cost due to unmanaged land-conversion



# Water Social Availability



- Southern part of Piauí
- Small potential water resources in Piauí
- Small potential water resources in Ceará
- Large potential water resources in Piauí
- Large potential water resources in Ceará
- Teresina
- Fortaleza and Pecém
- Coastal region

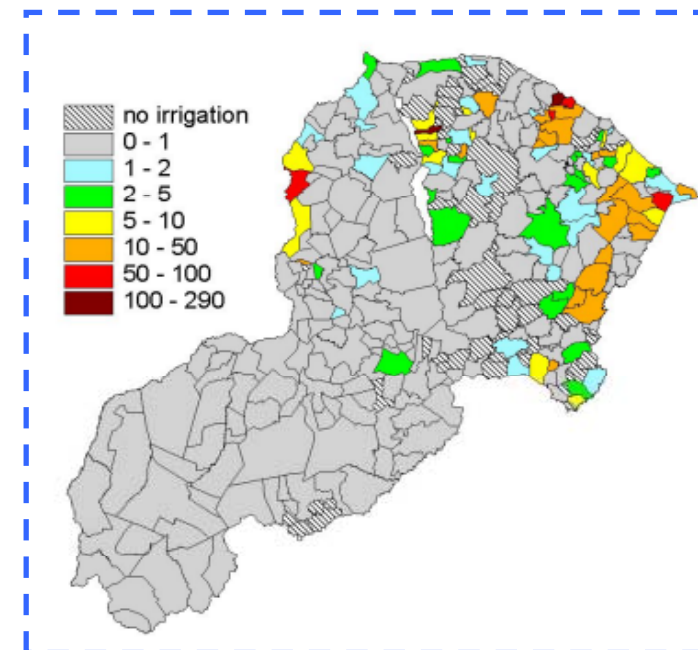
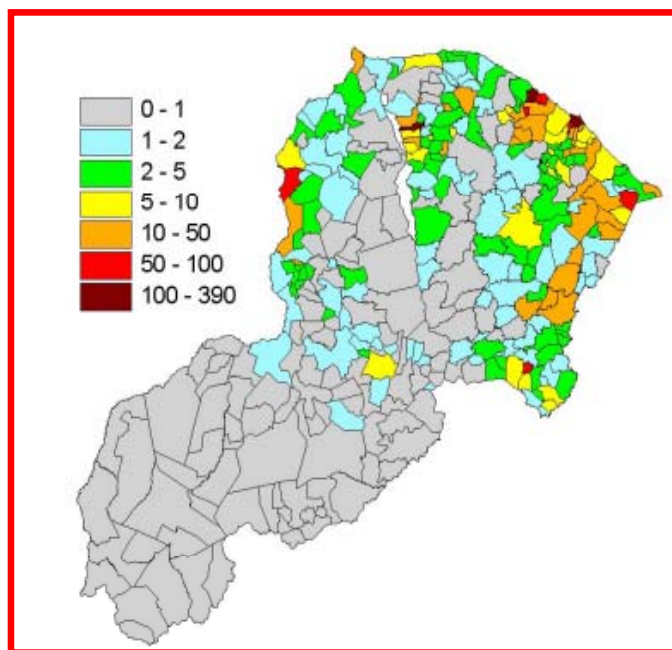
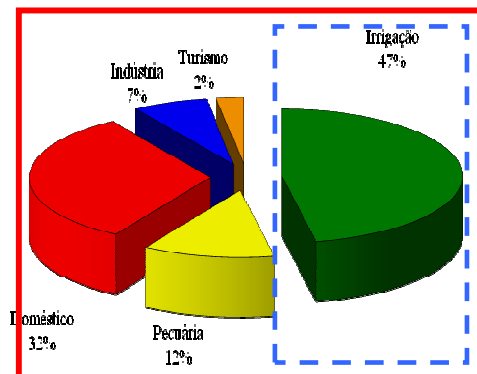


Mundo	m³/hab/ano	Brasil	m³/hab/ano
Kuwait	10	PB	1.394
Arábia Saudita	140	DF	1.555
Israel	330	RN	1.654
Síria	550	RJ	2.189
Holanda	660	SP	2.209
Bélgica	840	CE	2.279
Polônia	1.500	BA	2.872
Índia	2.100	ES	6.714
China	2.800	PI	9.185
França	4.300	PR	12.600
EUA	10.000	MA	16.226
Brasil	35.000	GO	63.089
Canadá	110.000	AM	773.000

“Water Availability & Vulnerability of Ecosystems & Society”  
[www.usf.uni-kassel.de/waves](http://www.usf.uni-kassel.de/waves)

Total water use 1996/98 [mm/yr]  
(Piauí & Ceará)

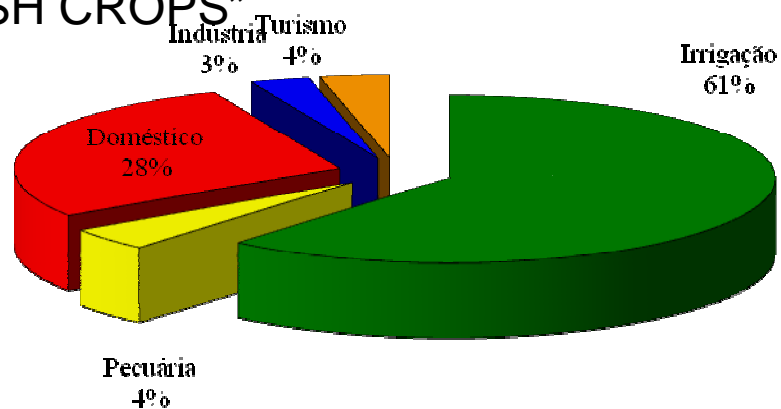
Household use 1996/97\* [mm/yr]  
(Piauí & Ceará)



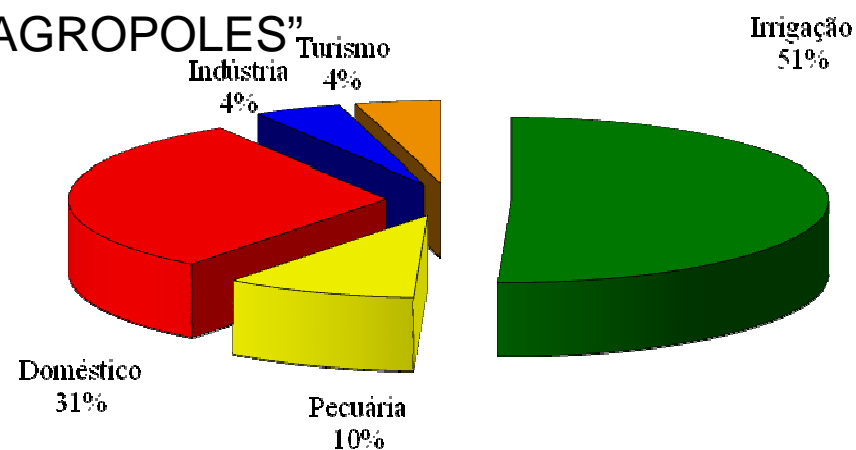
Ano 2025: Cenário A “Globalização”

Ano 2025: Cenário B “Descentralização”

“CASH CROPS”

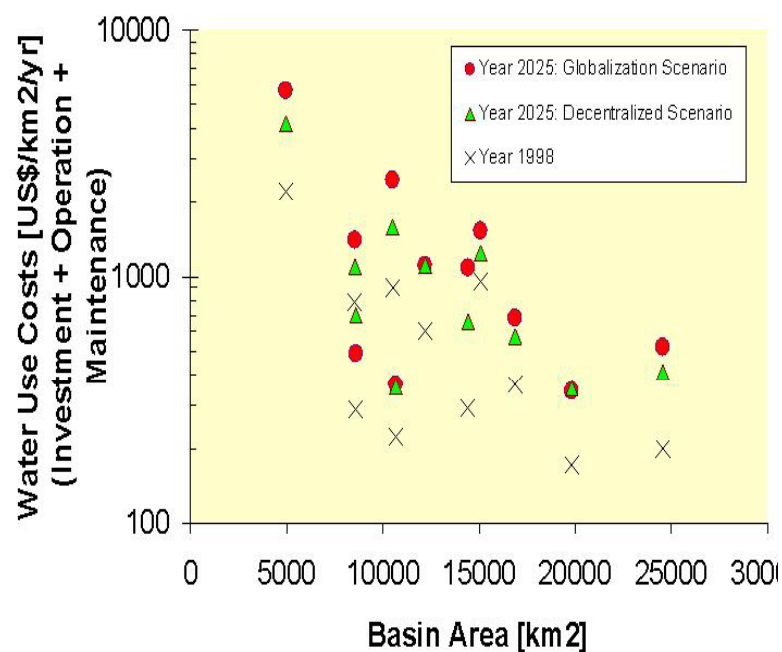
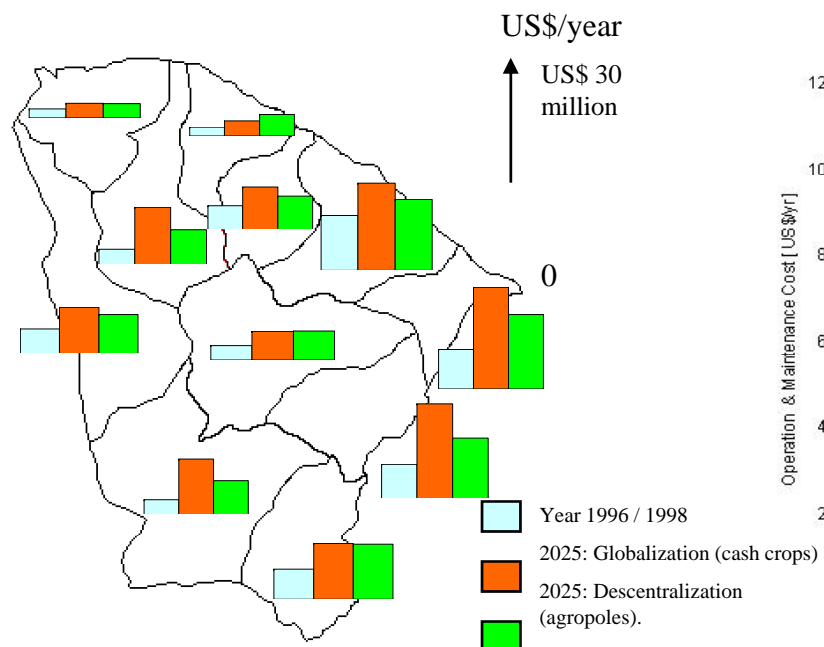


“AGROPOLES”

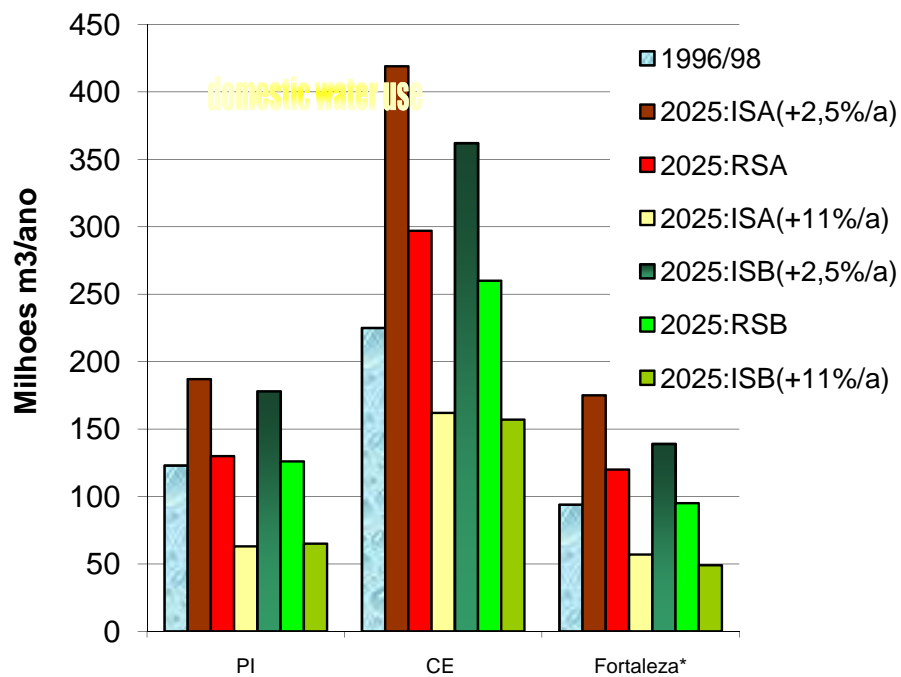
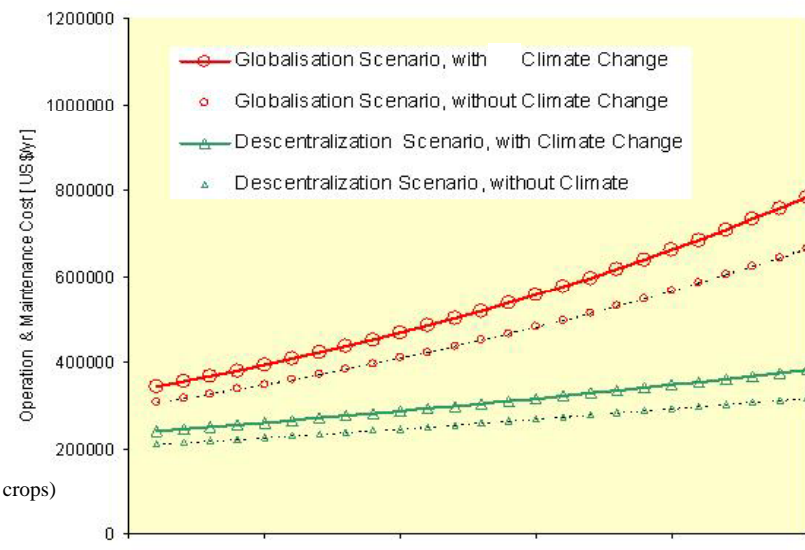




# Water Governance



Operation & Maintenance Costs in Basin #1 (2001-2025, WAVES Program)



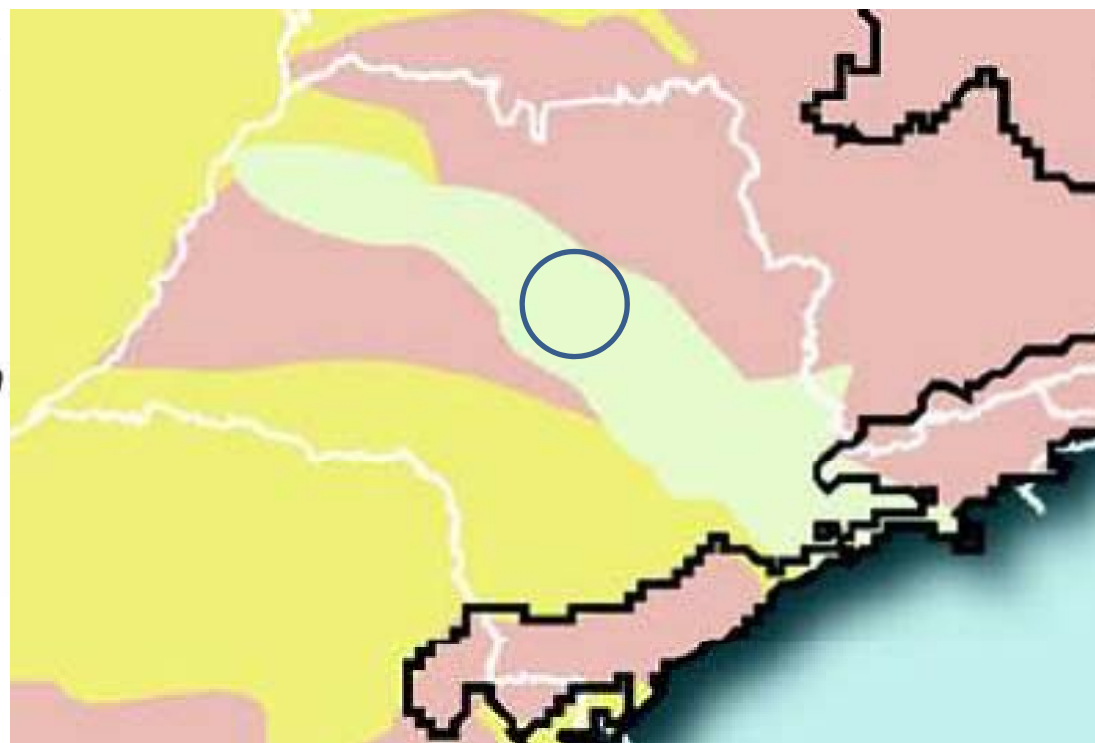
\* Fonte: E. M. Mendiondo & Valdés (2002) Sustainable Development Strategies for Water Systems, In: II Int. Conf. New Trends in Environmental and Safety, Capri, Italy

(\*) Mendiondo (2002, adapted from WAVES,

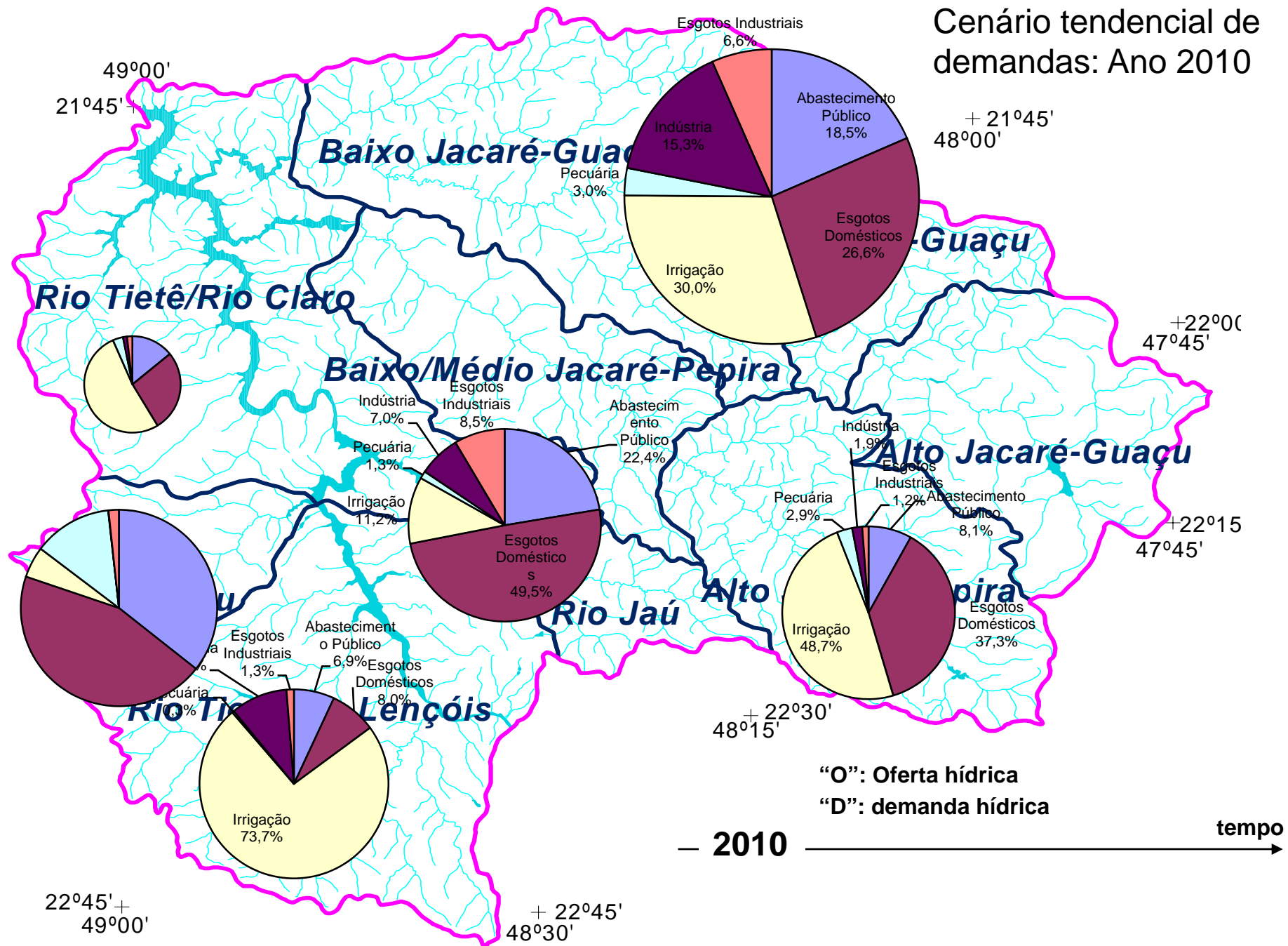
DISPONIBILIDADE HÍDRICA m<sup>3</sup>/hab.ano /  
WATER AVAILABILITY m<sup>3</sup>/inhab.y

- Muito pobre / Very Poor < 500
  - Pobre / Poor 500 a 1.000 / 500 to 1.000
  - Regular / Regular 1.000 a 2.000 / 1.000 to 2.000
  - Suficiente / Sufficient 2.000 a 10.000 / 2.000 to 10.000
  - Rico / Rich 10.000 a 100.000 / 10.000 to 100.000
  - Muito Rico / Very Rich > 100.000
- BRASIL/BRAZIL 33.900m<sup>3</sup>/hab.ano

A.N.A.(2002)

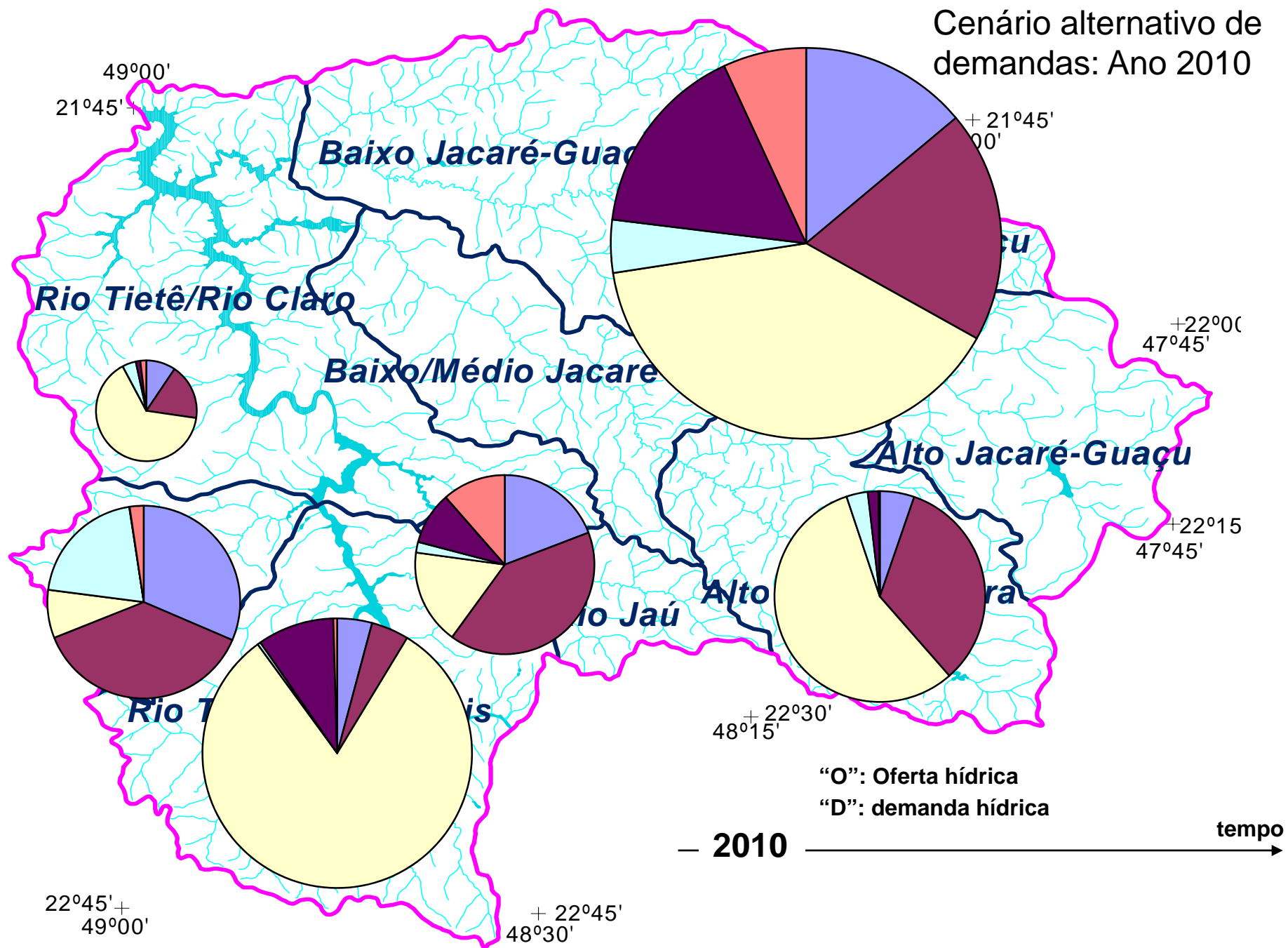


# Cenário tendencial de demandas: Ano 2010

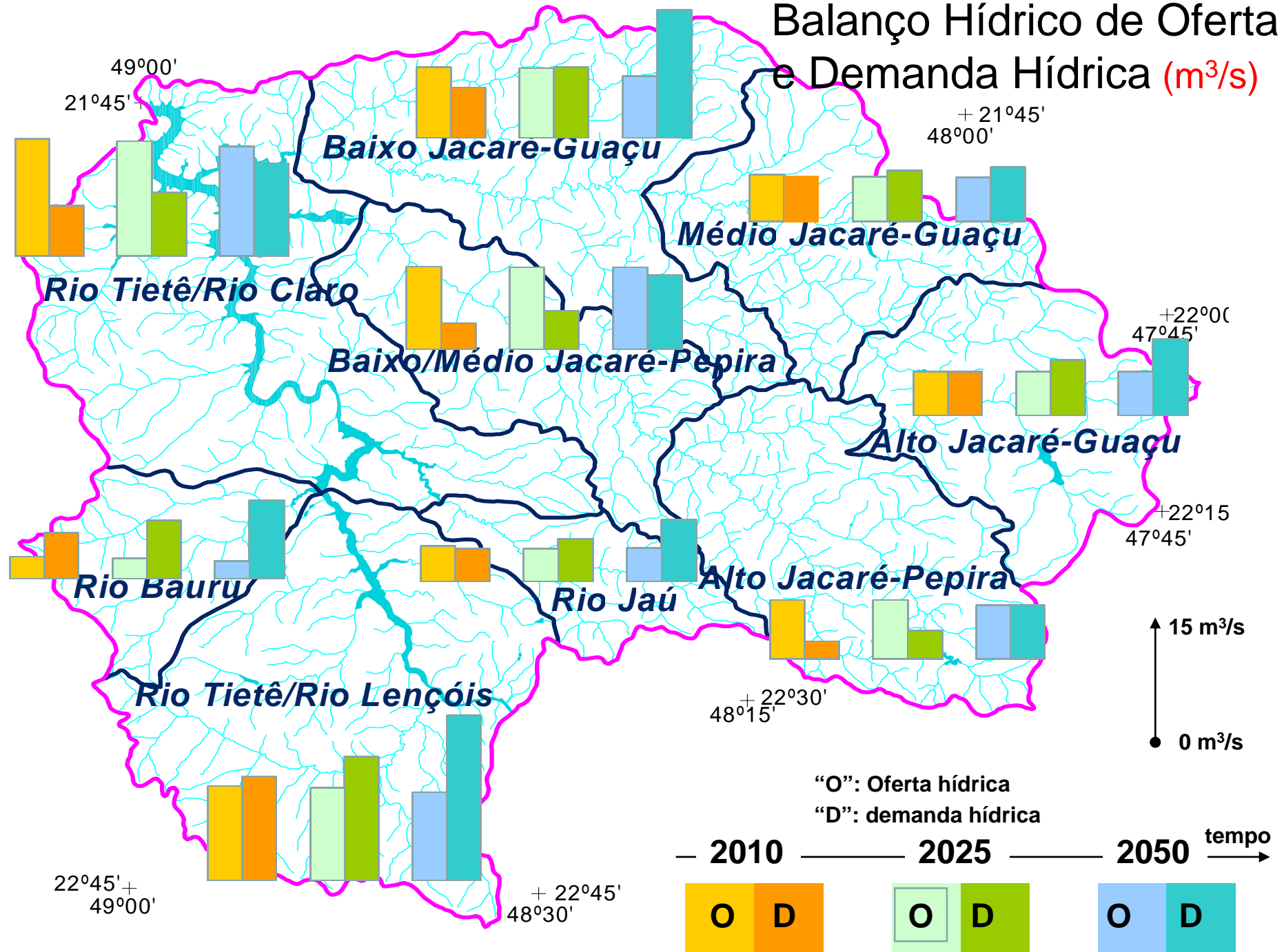


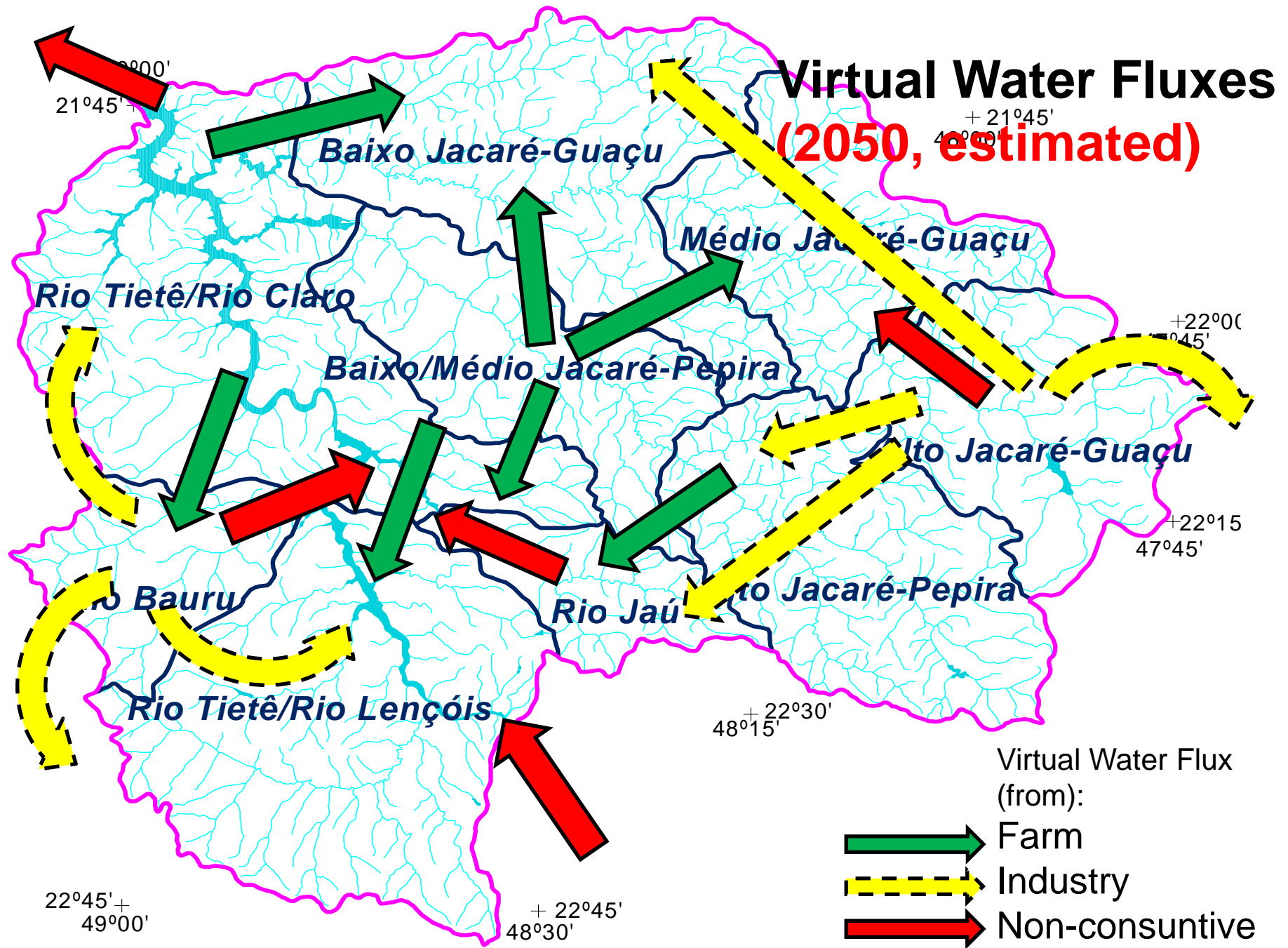


# Cenário alternativo de demandas: Ano 2010



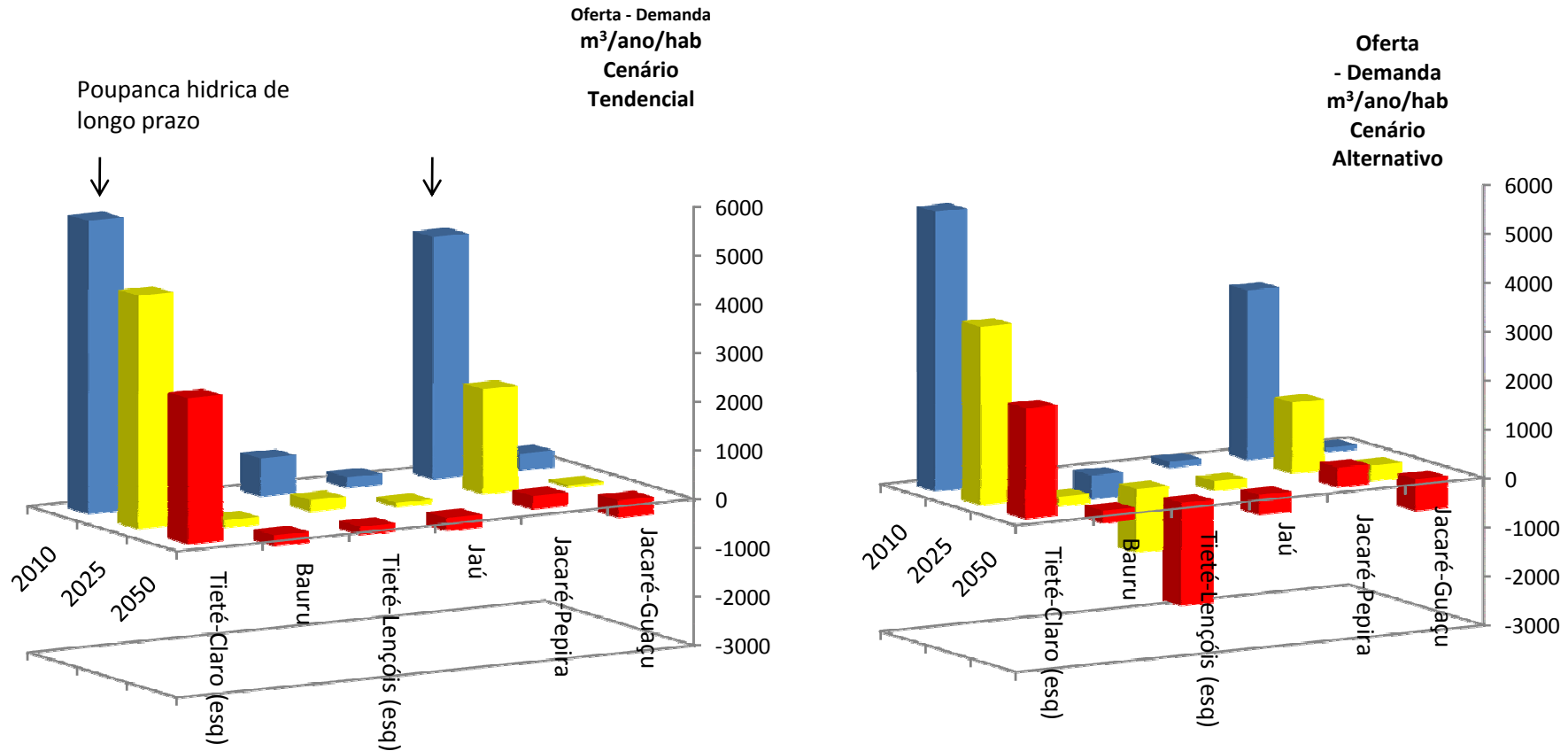
# Balanço Hídrico de Oferta e Demanda Hídrica (m<sup>3</sup>/s)







# Water Balance Scenarios de (Availability – Demand)/inhabitant



Como relacionar os serviços ambientais?

## “ Neutralidade” do balanço de oferta e demanda

	Bacia 1		Bacia 2	
Demanda (Q), L.	11.000		11.000	
“Foz Neutra”: 20.000 L				
<b>Demanda Neutra*</b> , L	10.000		10.000	*Sem comércio
Custos p/Reduzir Q, R\$/L	*5.000		*9.000	de Direitos de
Custos totais: R\$ 14.000=	5.000	+	9.000	Demanda
<b>Demanda Neutra**</b> , L	9.000		11.000	**Com comércio
Custos p/Reduzir Q, R\$/L	10.000		0	de Direitos de
Custos com comércio, R\$	** -7.000		7.000	Demanda
Custos totais: R\$ 10.000	3.000	+	7.000	

\*: valor de reduzir excedente de demanda de 1.000 L a um custo de 5 R\$/L = R\$ 5.000

\*\* : venda de excedentes de 2.000 L (de bacia 1 para bacia 2) a um valor de 35 R\$/L = R\$ 7.000

**Un ejercicio para reflexionar ...**

- 1. Defina un escenario ambiental.**
- 2. Cite 3 ejemplos de utilización de escenarios ambientales.**
- 3. Indique 5 variables directas y 5 indirectas que son indicadores.**
- 4. Evalúe el escenario retrospectivo (serie histórica) de cada variable.**
- 5. Haga la narración de 3 escenarios prospectivos.**
  - a. Escala espacial**
  - b. Escala temporal**
- 6. Haga la narración de las metas ambientales para los indicadores. Justifique.**
- 7. Indique (min.) 3 políticas públicas prospectivas para atender las metas.**
- 8. Indique el grado de eficiencia de políticas de estado para atender metas**
- 9. Presente sus resultados en Seminario de Escenarios y Políticas de Estado**





[www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica](http://www.shs.eesc.usp.br/laboratorios/hidraulica)

Núcleo Integrado de Bacias Hidrográficas,  
Departamento de Hidráulica e Saneamento,  
Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo,  
Av. Trabalhador São Carlense, 400. São Carlos, SP CEP 13566-590. Brasil.



Ano 2008 - de esquerda à direita: • Richard Pehovaz Alvarez • E. Mario Mendiondo • Flavia Bottino • Ignazio Giuntoli • Micheli Gonçalves • Tatiane F Souza • Pedro F Caballero Campos • Valter C G Rocha Lima • Alfredo A Ohnuma Jr • Fernando Simão e Silva • Anaí Floriano Vasconcelos • Diogo Martino Fernandes Almeida • Martin Greggersen (intercâmbio) • Silvia Muchacho (intercâmbio) • Ricardo Camilo Galavoti • Melissa C Graciosa (no exterior)