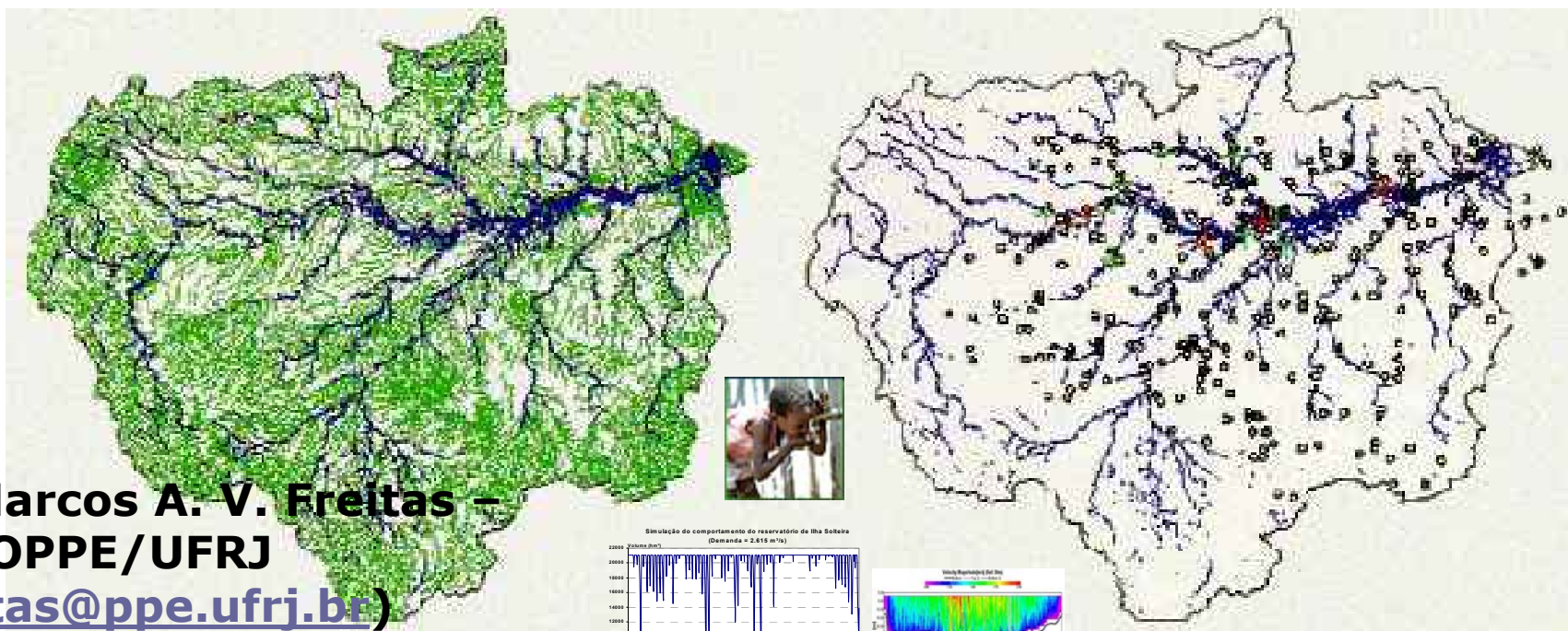


Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas da Bacia Amazônica – Desafios para a Gestão Integrada da Água



Prof. Marcos A. V. Freitas –
PPE/COPPE/UFRJ
(mfreitas@ppe.ufrj.br)
Assesor Especial Projeto GEF - A



Equador - Quito, 18 de junho de 2006.

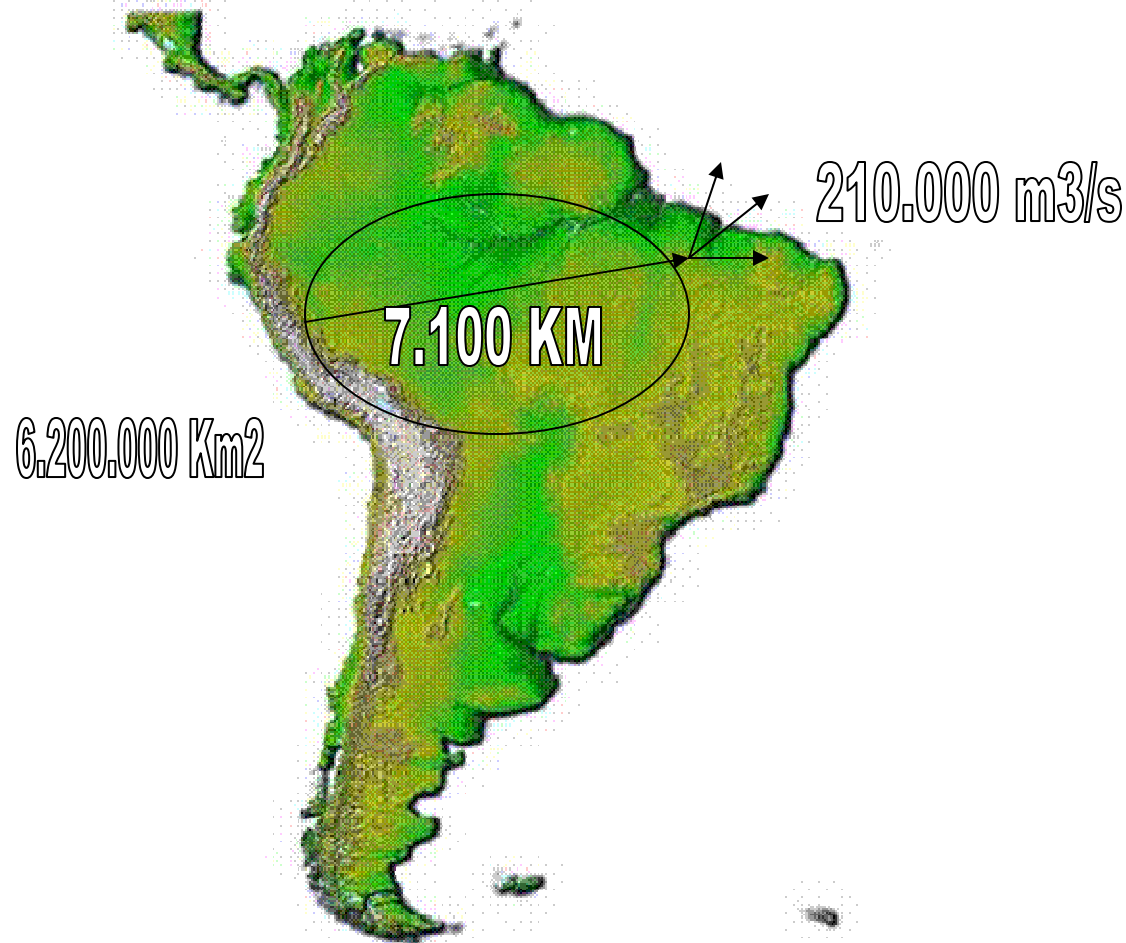


Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas da Bacia Amazônica – Desafios para a Gestão Integrada da Água

1. Maior Bacia Hidrográfica do Planeta – Extensão e Volume de Água
 - Modelo Digital de Terreno
 - Maiores Descargas Líquidas do Mundo
2. Maior aquífero do Planeta – Aquífero Amazonas (11/05 Reunião ISARHM, São Paulo) (2 a 3 aquífero Guarani)
3. Gestão Integrada de 8 países, 4 idiomas e inúmeras populações indígenas
 - Divisão Transfronteiriça da Bacia
 - Gestão de Zonas Andinas e Zonas de Planície (fluxo da água)



Modelo Digital de Terreno - América do Sul - SRTM



1. Maior Bacia Hidrografica do Planeta – Extensão e Volume de Água



Map 1- Amazon Basin



Pointer 7°12'05.00" S 62°35'27.14" W

Streaming 100%

Eye alt 2288.68 mi

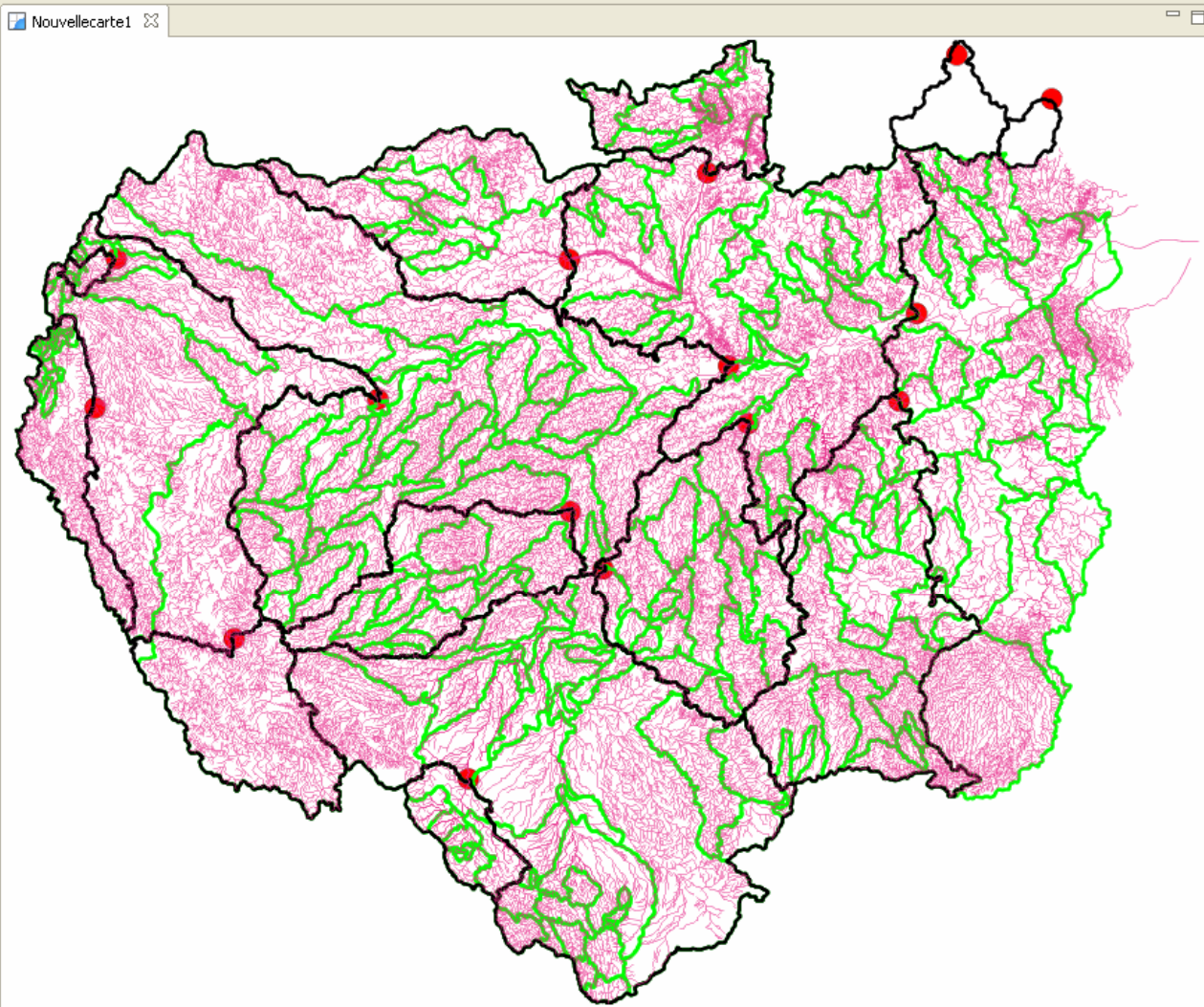


Projets



Couches

- reseau1511
- bassins_ore
- bacias_corr
- stations_ore



Welcome Style

Style configuration panel with options for Line, Fill, Marker, and Label.

Line: [Black line] 1 100%

Fill: [Red fill] 100%

Marker: [Red circle] circle

Label: [] Set Fo

Catalogue Rechercher Default: Feature Editor

- Dvecteur\bacias_corr.shp
- Dvecteur\bassins_ore.shp
- Dvecteur\stations_ore.shp
- Dvecteur\reseau1511.shp

3. Bacia Amazônica
- Gestão de Zonas Andinas e Zonas de Planície (fluxo da água)

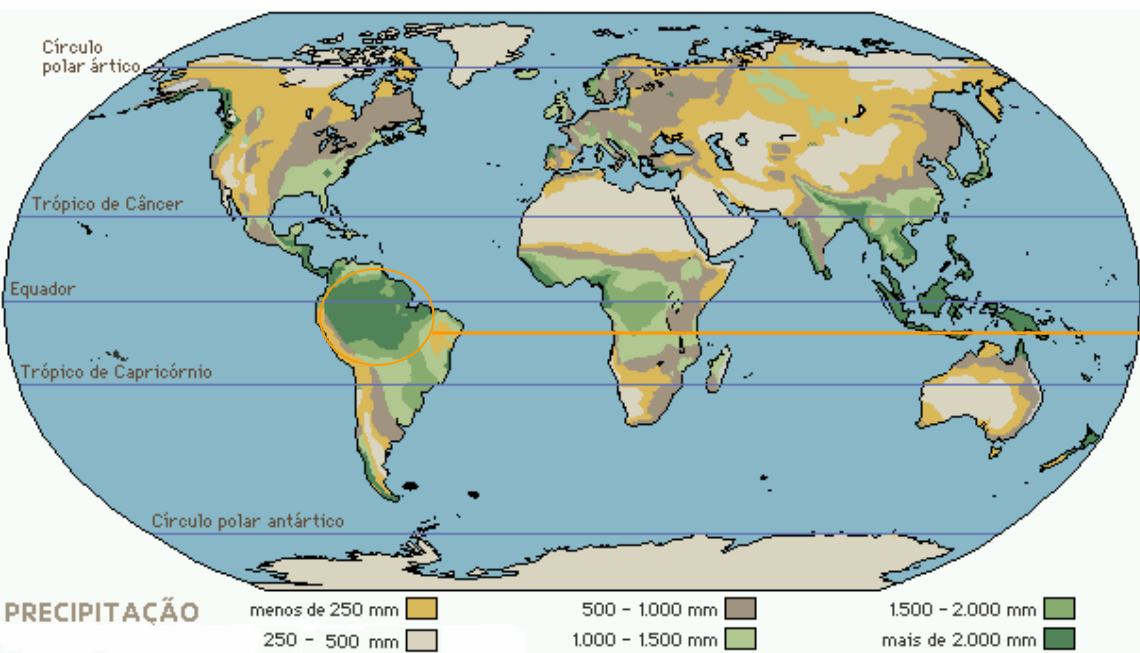
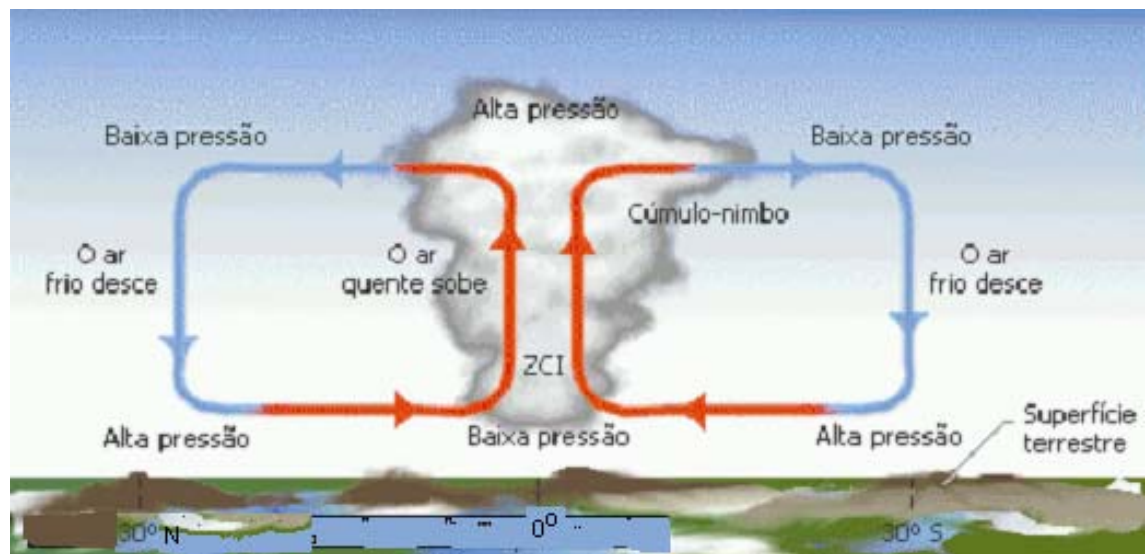


Desafios da Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços e Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

4. Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

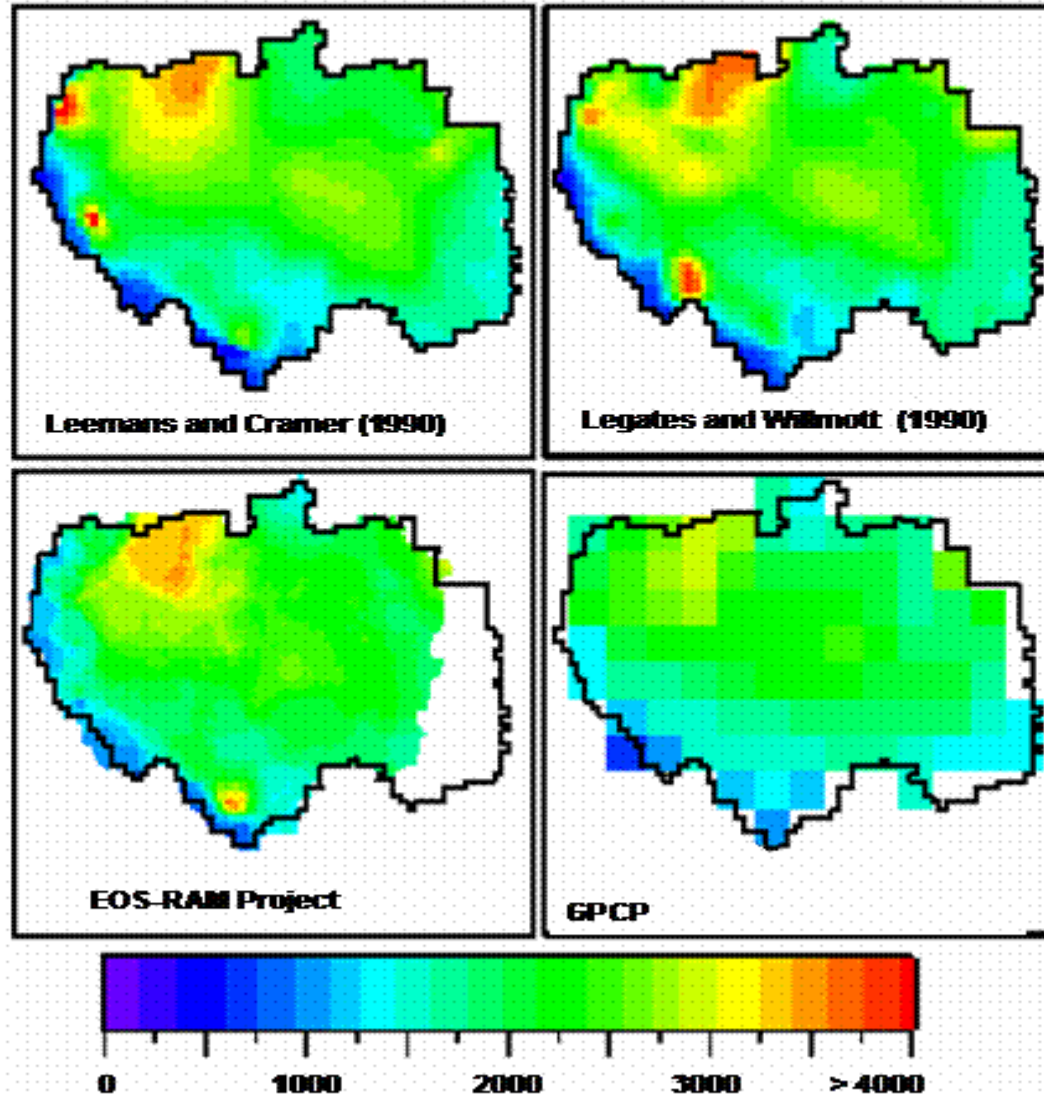
- Eventos Extremos - Secas e Cheias (Variabilidade e Vulnerabilidade Climática)
 - VARIABILIDADE CLIMÁTICA:
 - Zona de Convergência Intertropical (ZCTI & Chuvas)
 - Efeitos do Oceano Pacífico no Clima Regional – El Niño e La Niña
 - Efeitos do Oceano Atlântico no Clima Regional – Anomalia de Aquecimento do Atl. Norte em 2005
 - Bacia Amazônica em território brasileiro Municípios em Estado de Emergência, Estado Calamidade Pública e Estado de Calamidade Pública – mais grave, em 19/10/2005

Zona de Convergência Tropical (ZCT)

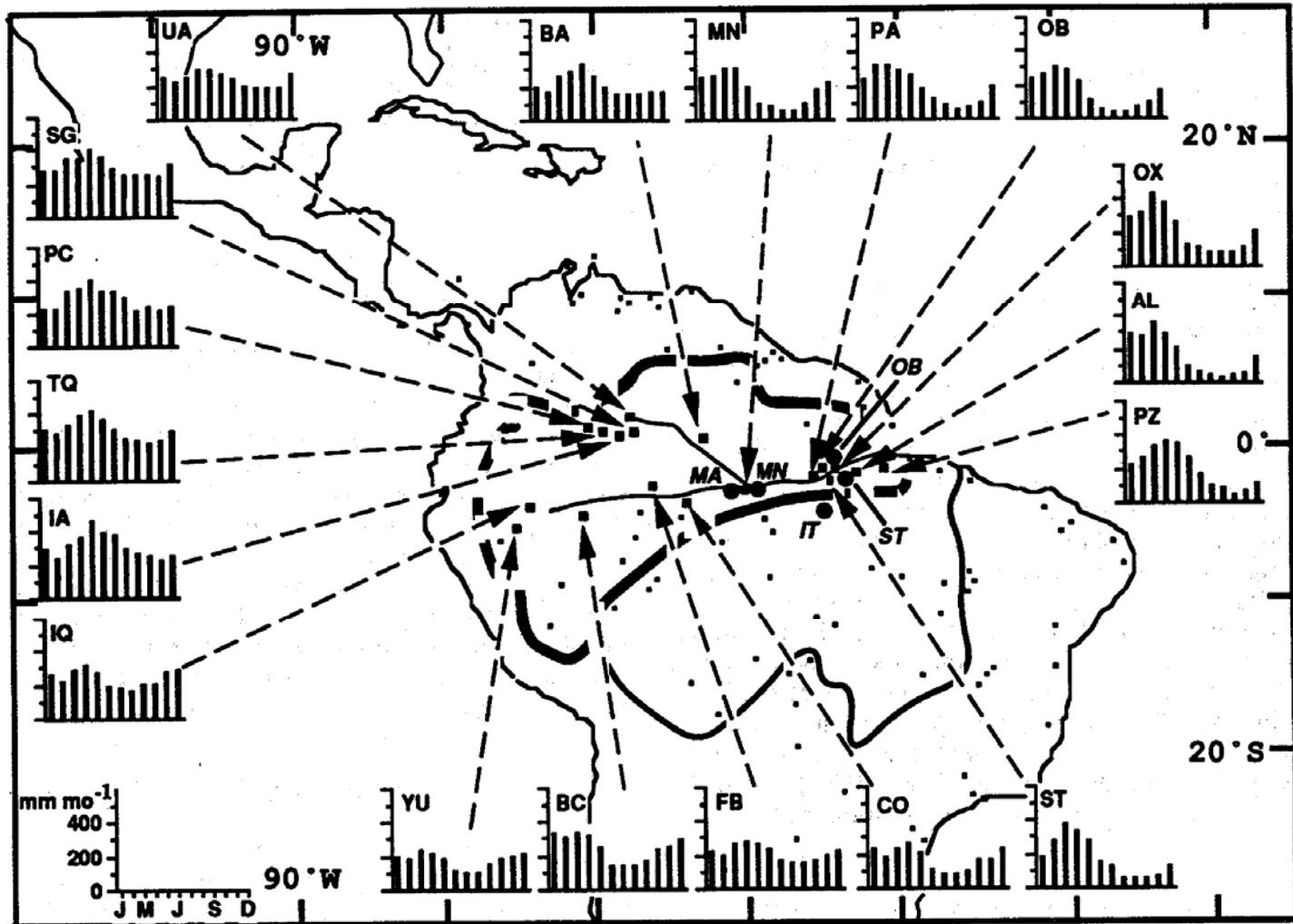


Precipitação

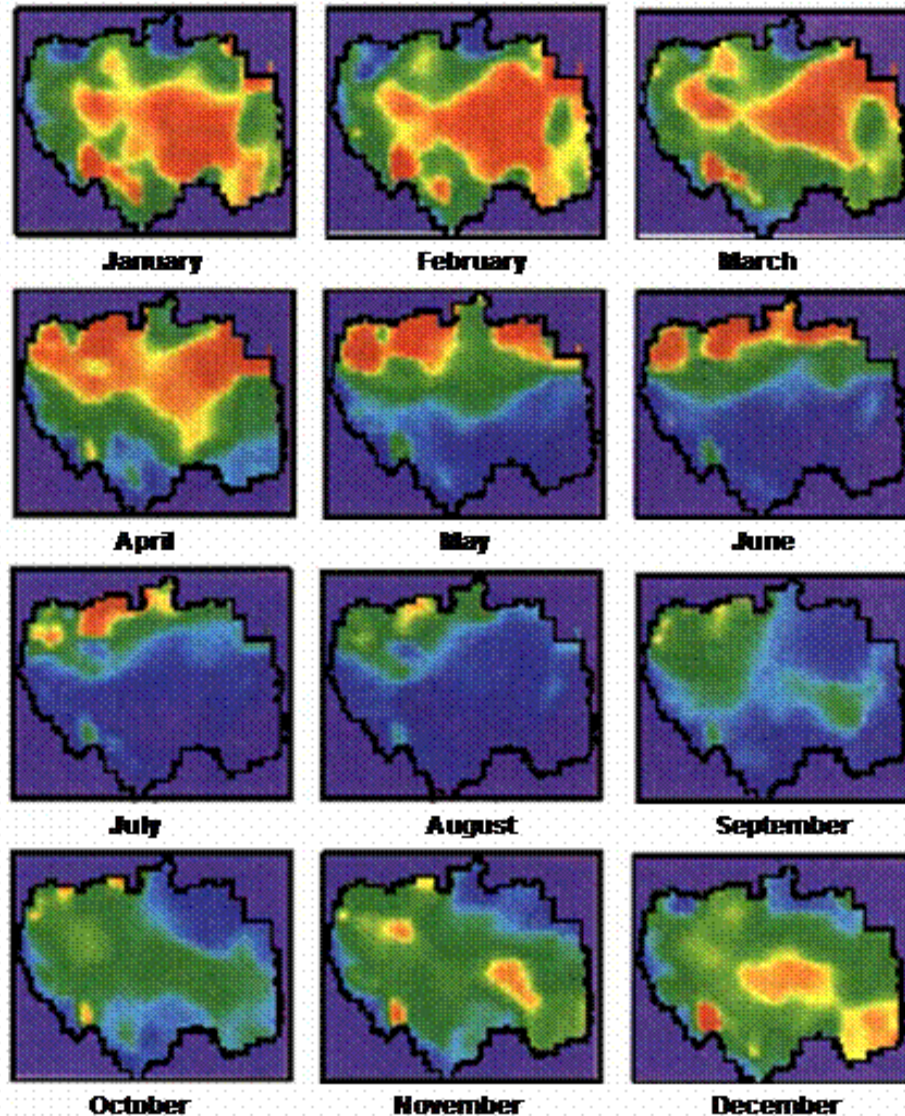
Annual rainfall in Amazonia from various data sets:



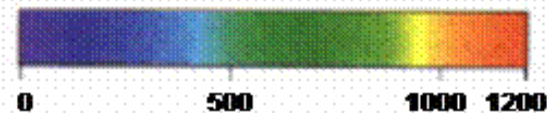
Annual cycle of rainfall in Amazonia



Annual cycle of rainfall in Amazonia

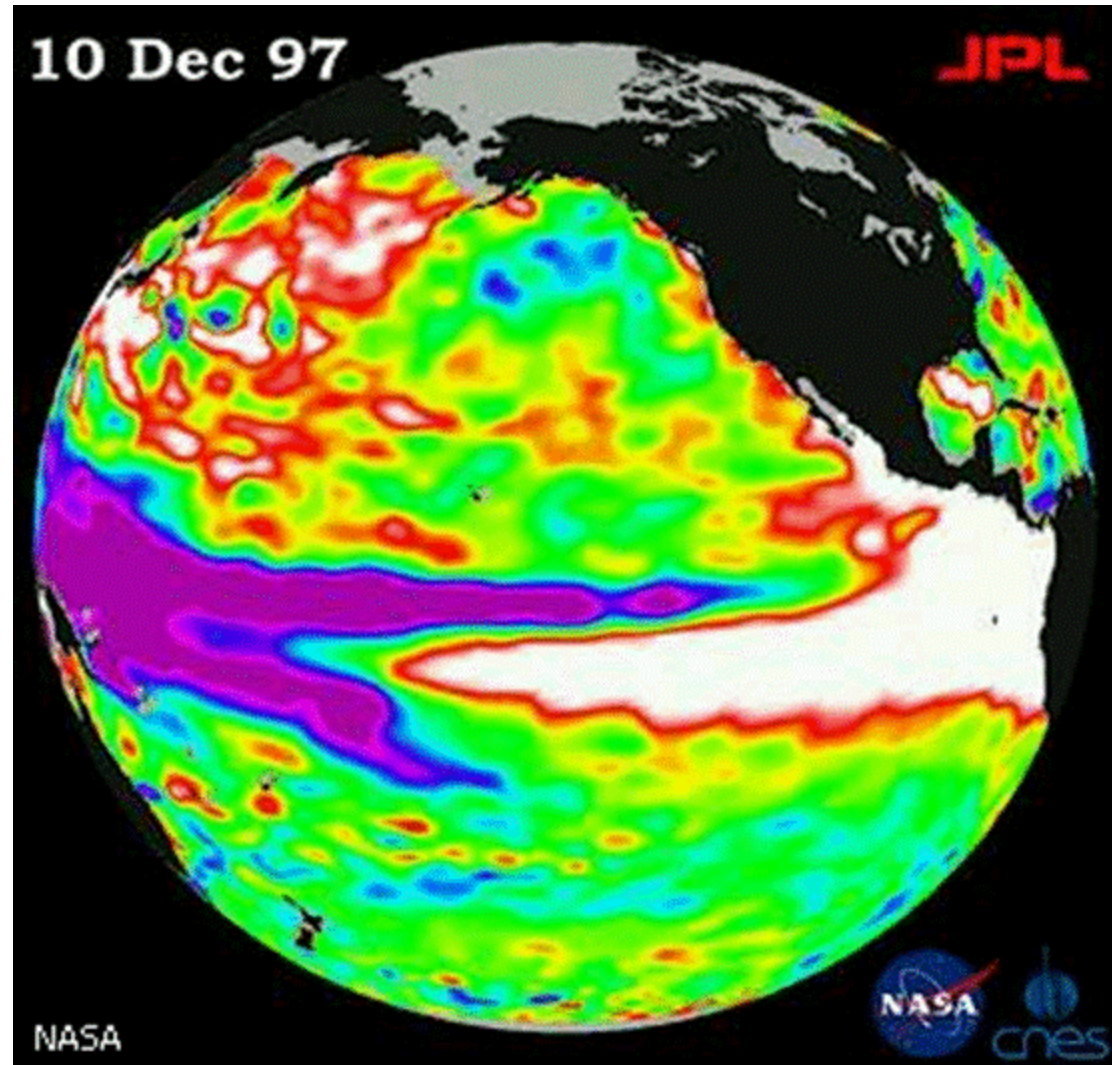


Color bar shows rainfall scale in mm/month.



Amazônia - Clima

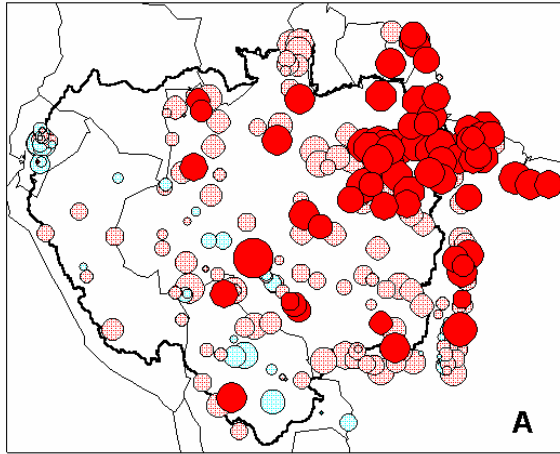
**El Niño visto do satélite
(TOPEX-Poseidon)**



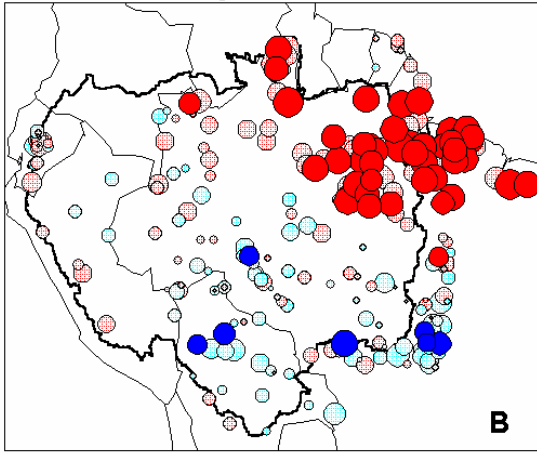


El impacto de la variabilidad climática sobre las lluvias

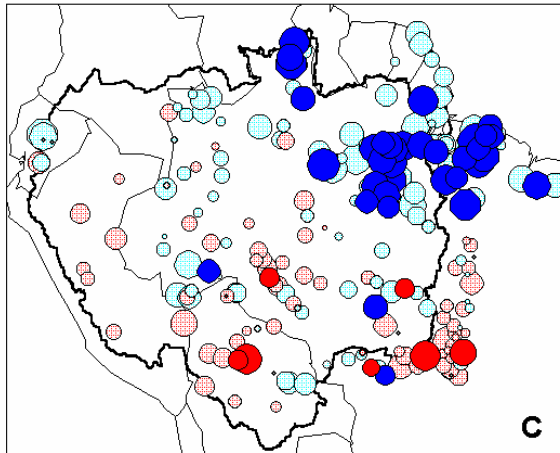
EI NINO



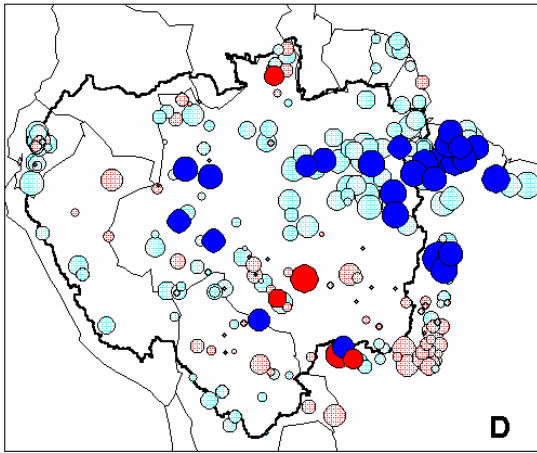
Southern tropical Atlantic cold



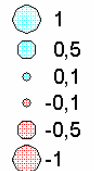
Northern tropical Atlantic cold



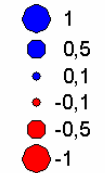
La NINA

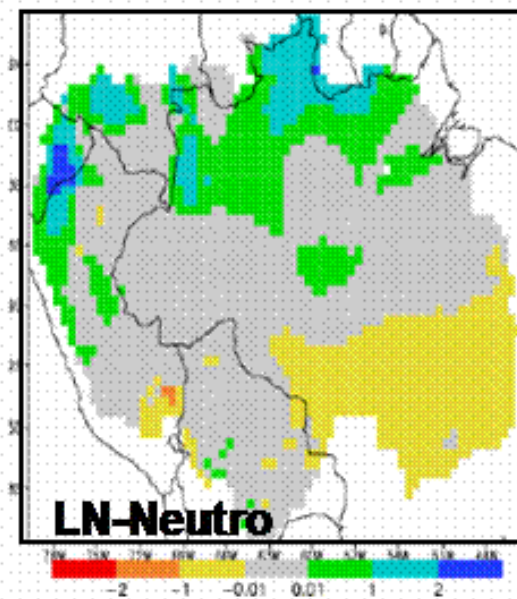
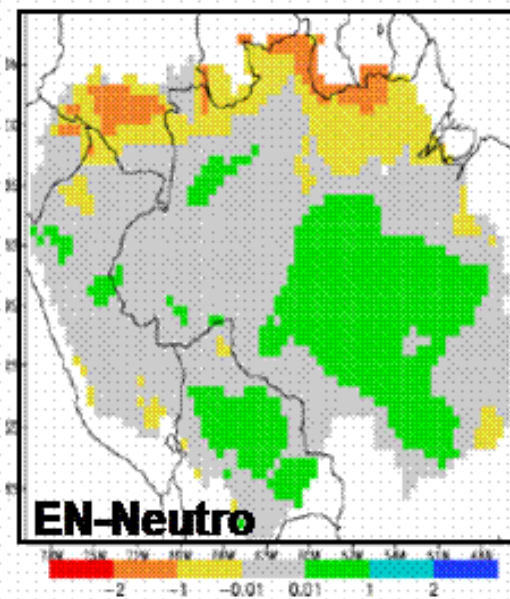
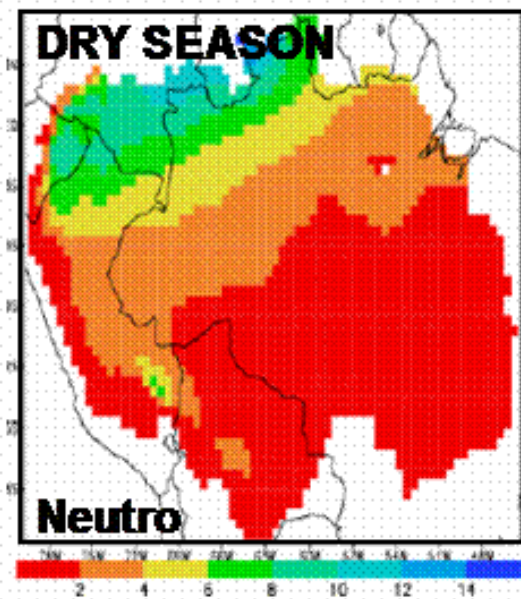
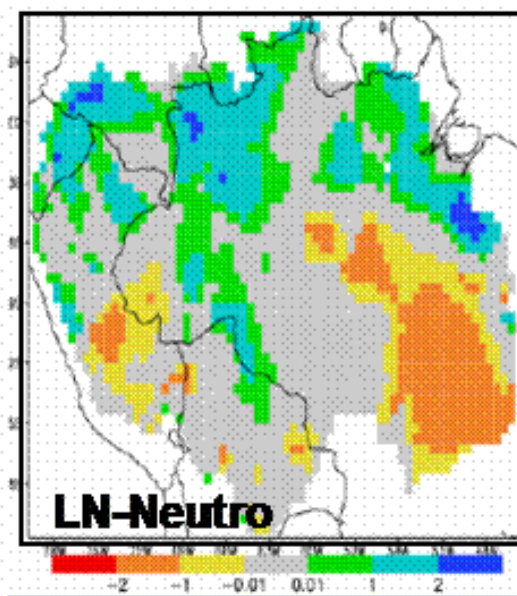
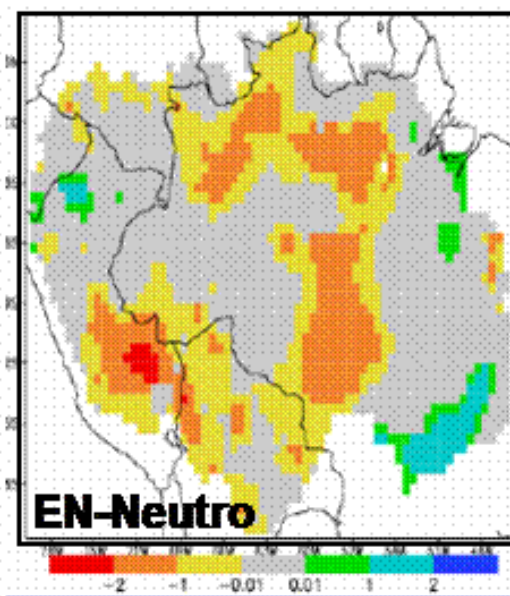
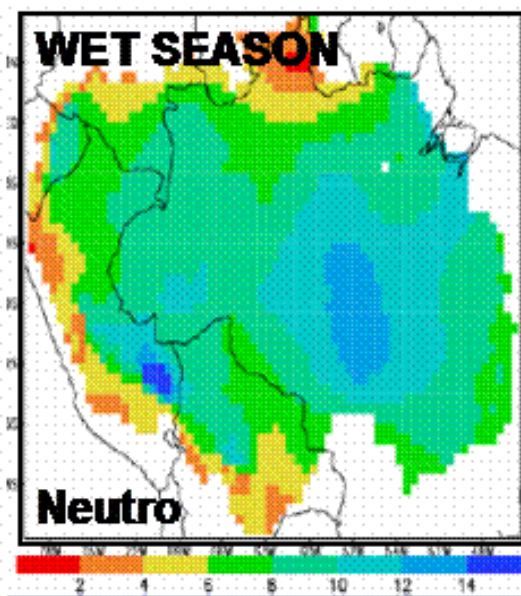


Non significant anomalies
(standard deviation)



Significant anomalies
(standard deviation)





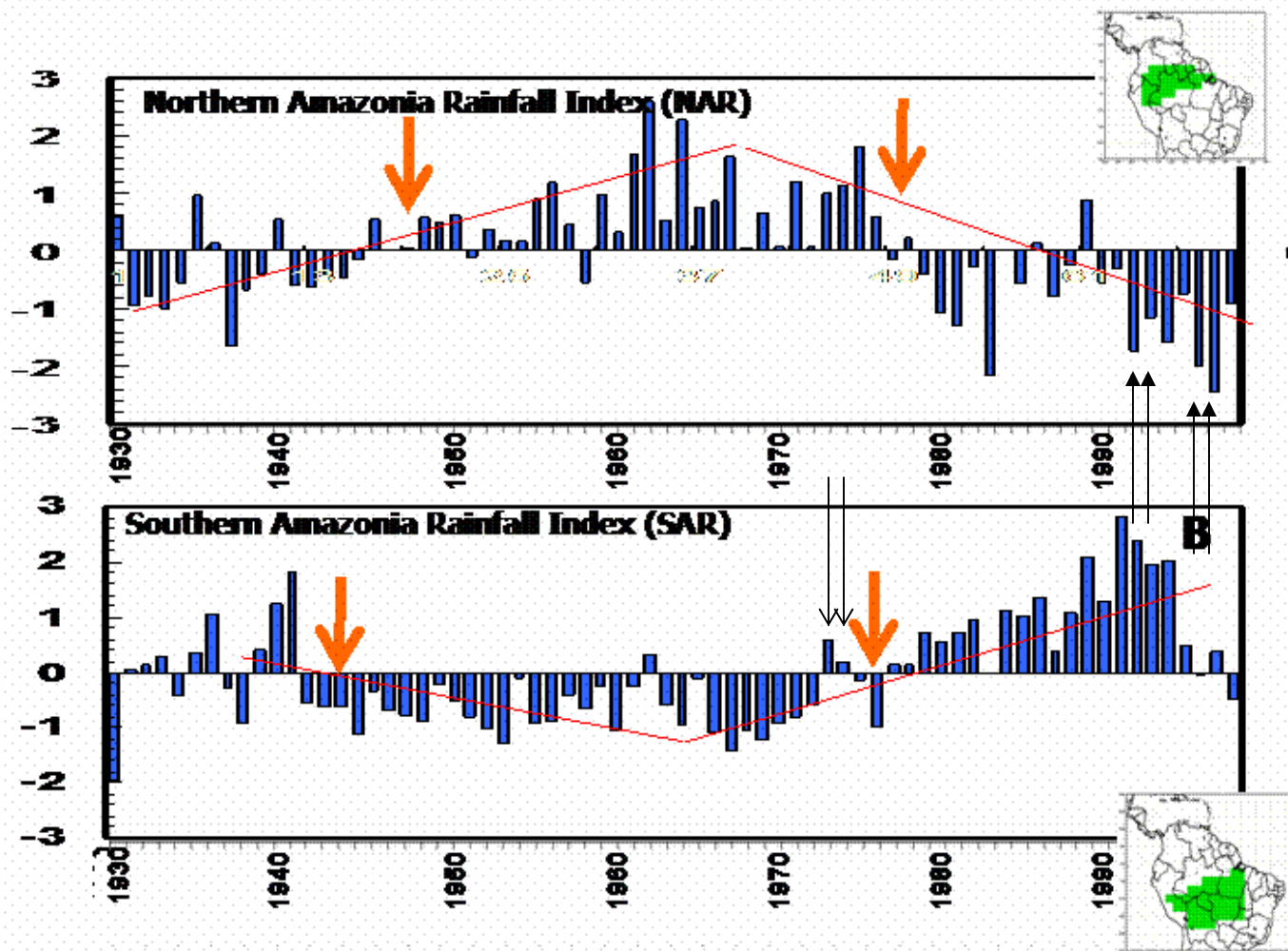
Rainfall anomalies during El Niño years (EN-Neutro), La Niña years (LN-Neutro) during the wet season (upper panel) and the dry season (lower panel).

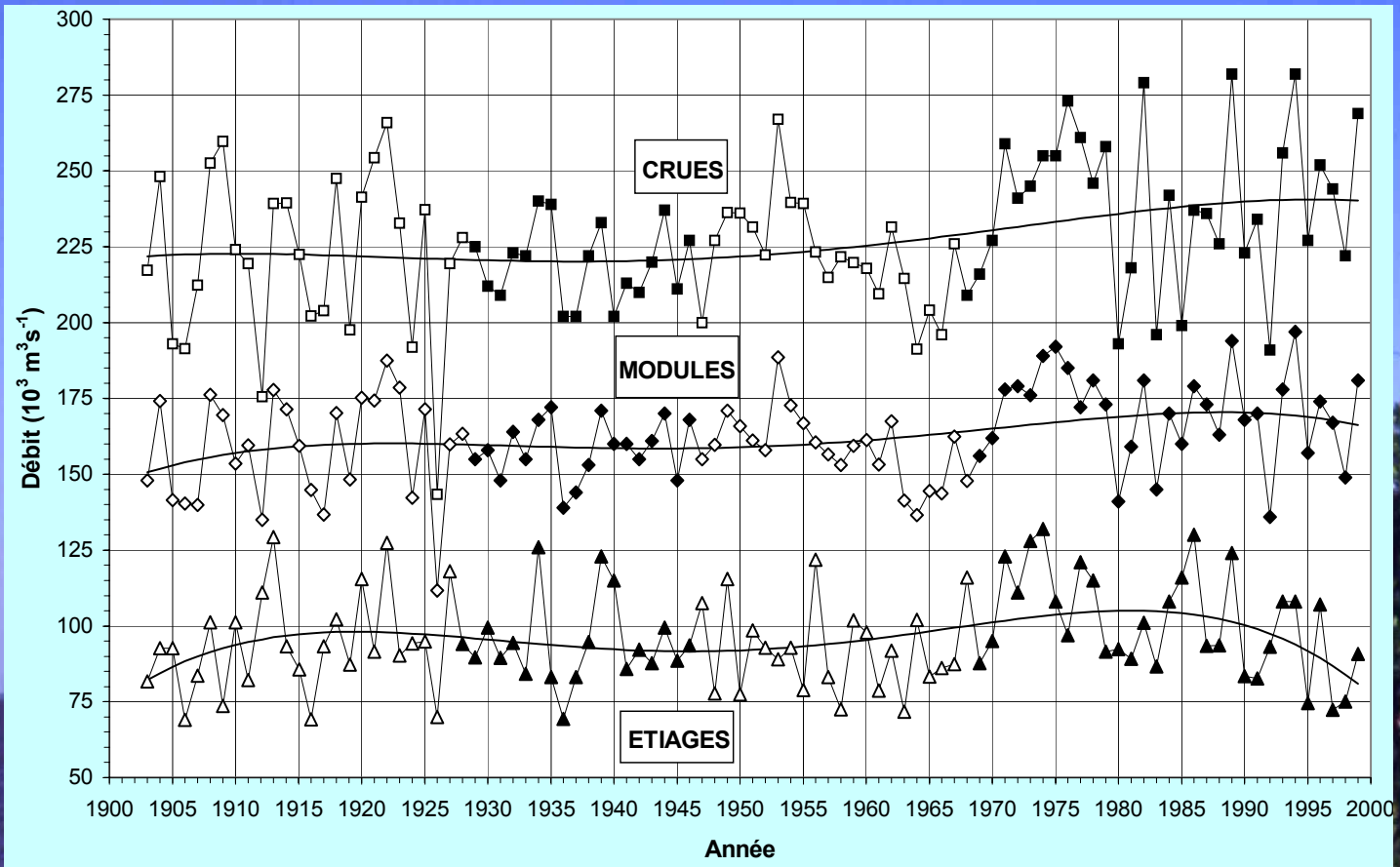
Climatological water budget 1970-99 for the Amazon basin

Comparisons are made for the 1982/83 El Niño and the 1988/89 La Niña. P is derived from observations (Marengo 2004b), E and C are derived from the NCEP/NCAR reanalyses, R is runoff from historical discharge records of the **Amazon River at Óbidos**. Units are in mm/day. $+C$ denotes convergence.

Component	Mean	El Niño 1982/83	El Niño 1997/98	La Niña 1988/89
P	5.8	4.9	5.2	6.7
E	4.3	4.5	4.1	4.4
R	2.9	2.1	2.5	2.9
C	1.4	1.3	1.2	3.1
$P-E$	+1.5	+0.4	+0.9	+2.3
$P-E-C$	+0.1	-0.9	-0.1	-0.8
$Imbalance = [((C/R) - 1)]$	51%	38%	52%	6%

Variations of river discharge/level in Amazonia during 2 El Niño (EN 1982-83 and 1986-87) and La Niña (NN 1975-76, 1988-89) events (Marengo et al. 1998b)



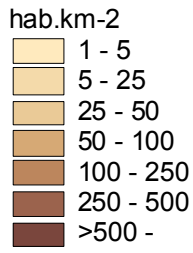
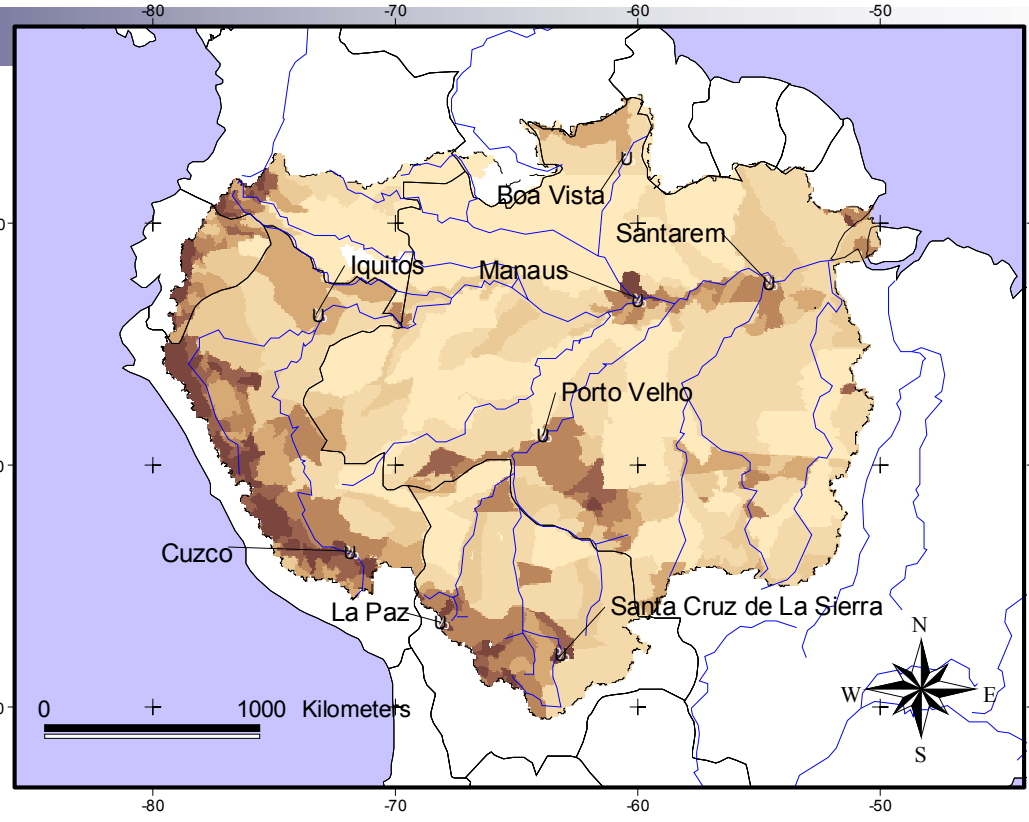


Los datos hidrológicos existían para la desembocadura de los grandes ríos tropicales, y muestran la sensibilidad de estas cuencas a la variabilidad climática

Por el contrario, los datos de caudales son inexistentes o incompletos, en la parte aguas arriba de la cuenca Amazónica, en los países andinos (Bolivia, Perú, Ecuador)



La presión antrópica



Comparison of climate simulation experiments of Amazon deforestation.

≠ between deforested minus control run.

□E is change in evapotranspiration (mm/day),

□T is the change in surface air temperature (0K),

□P is the change in precipitation (mm/day),

□R is runoff, calculated as the difference of □P and □E (□R=□P-□E).

Experiment	□E	□T	□P	□R
1. Dickinson and Henderson-Sellers (1988)	-0.5	+3.0	0.0	+0.5
2. Dickinson and Kennedy (1992)	-0.7	+0.6	-1.4	-0.7
3. Henderson-Sellers et al. (1993)	-0.6	+0.5	-1.6	-1.0
4. Hahman and Dickinson (1995)	-0.4	+0.8	-0.8	-0.4
5. Zeng et al. (1996)	-2.0		-3.1	-1.1
6. Hahmann and Dickinson (1997)	-0.4	+1.0	-1.0	-0.6
7. Costa and Foley (2000)	-0.6	+1.4	-0.7	-0.1
8. Lean and Warrilow (1989)	-0.9	+2.4	-1.4	-0.5
9. Lean and Warrilow (1991)	-0.6	+2.0	-1.3	-0.7
10. Lean and Rowntree (1993)	-0.6	+1.9	-0.8	-0.3
11. Lean, Rowntree (1997)	-0.8	+2.3	-0.3	+0.5
12. Lean et al. (1996)	-0.8	+2.3	-0.4	+0.4
13. Manzi and Planton (1996)	-0.3	-0.5	-0.4	-0.1

Comparison of climate simulation experiments of Amazon deforestation.

≠ between deforested minus control run.

□E Evapotranspiration (E) is ↓ in all 21 experiments between 0,3 to 2,7 (mm/day),

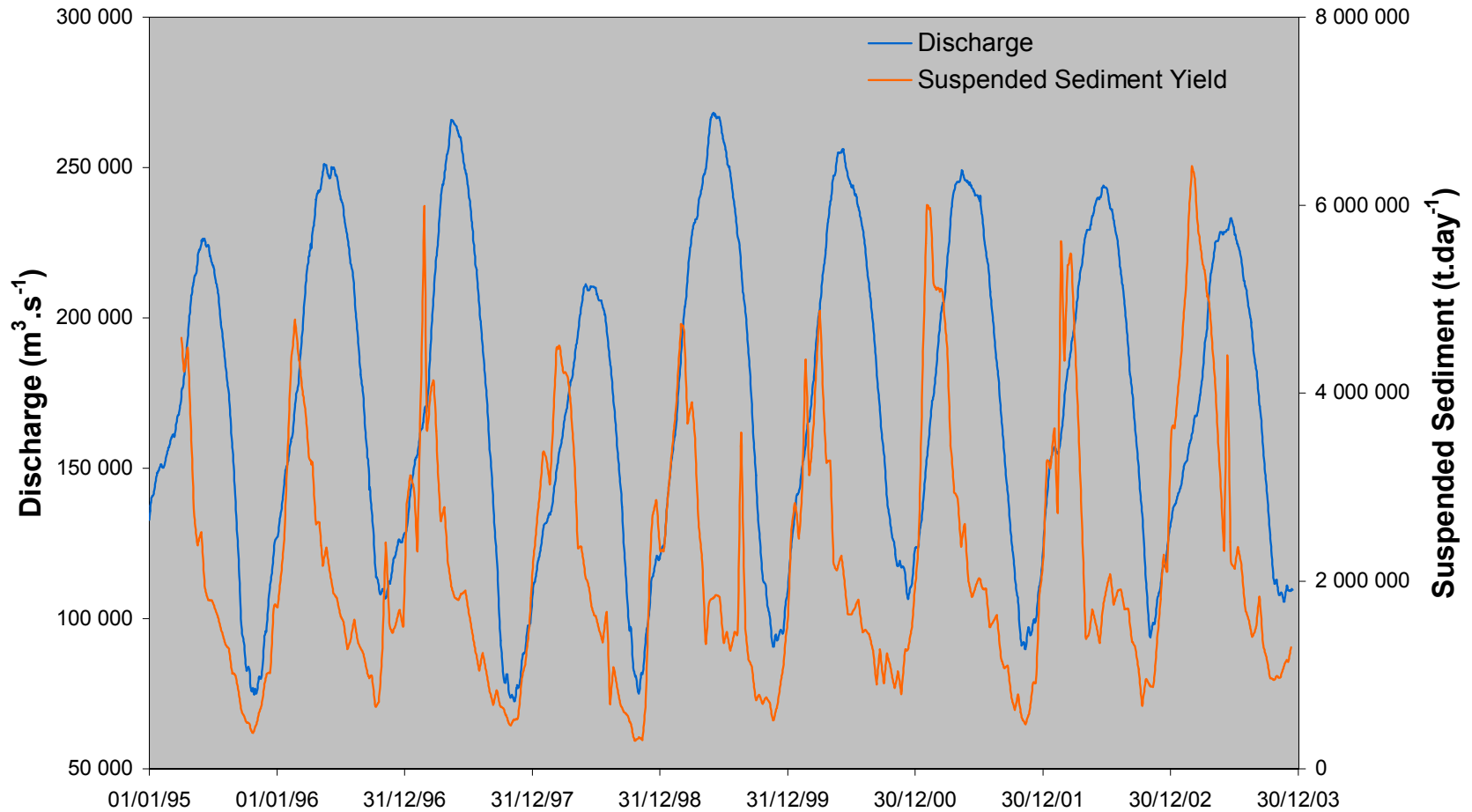
□T in surface air ↑ in 18 experiments + 0.1 to + 3 (° K),

□P the change in precipitation is ↓ - 0.1 to - 3.1 in 19 experiments, one exp. ↑ + 1.0 (mm/day),

□R runoff = 16 experiments registred ↓ between - 0.1 to - 1.1, (□R=□P-□E).

Experiment	□E	□T	□P	□R
14. Nobre et al. (1991)	-1.4	+2.5	-1.8	-0.4
15. Shukla et al. (1990), Nobre et al. (1991)	-1.4	+2.5	-1.8	-0.4
16. Dirmeyer and Shukla (1994)	-0.4		-0.7	-0.3
17. Sud et al. (1990)	-1.2	+2.0	-1.5	-0.3
18. Sud et al. (1996b)	-1.0	+3.0	-0.7	+0.3
19. Walker et al. (1995)	-1.2		-1.5	-0.3
20. Polcher and Laval (1994a)	-2.7	+3.8	+1.0	+3.7
21. Polcher and Laval (1994b)	-0.4	+0.1	-0.5	-0.1

La estación de Óbidos - Flujo de sedimentos, de 1995 hasta 2003 : $803 \cdot 10^6 \text{ t.año}^{-1}$



Variabilidad temporal del flujo de sedimento :

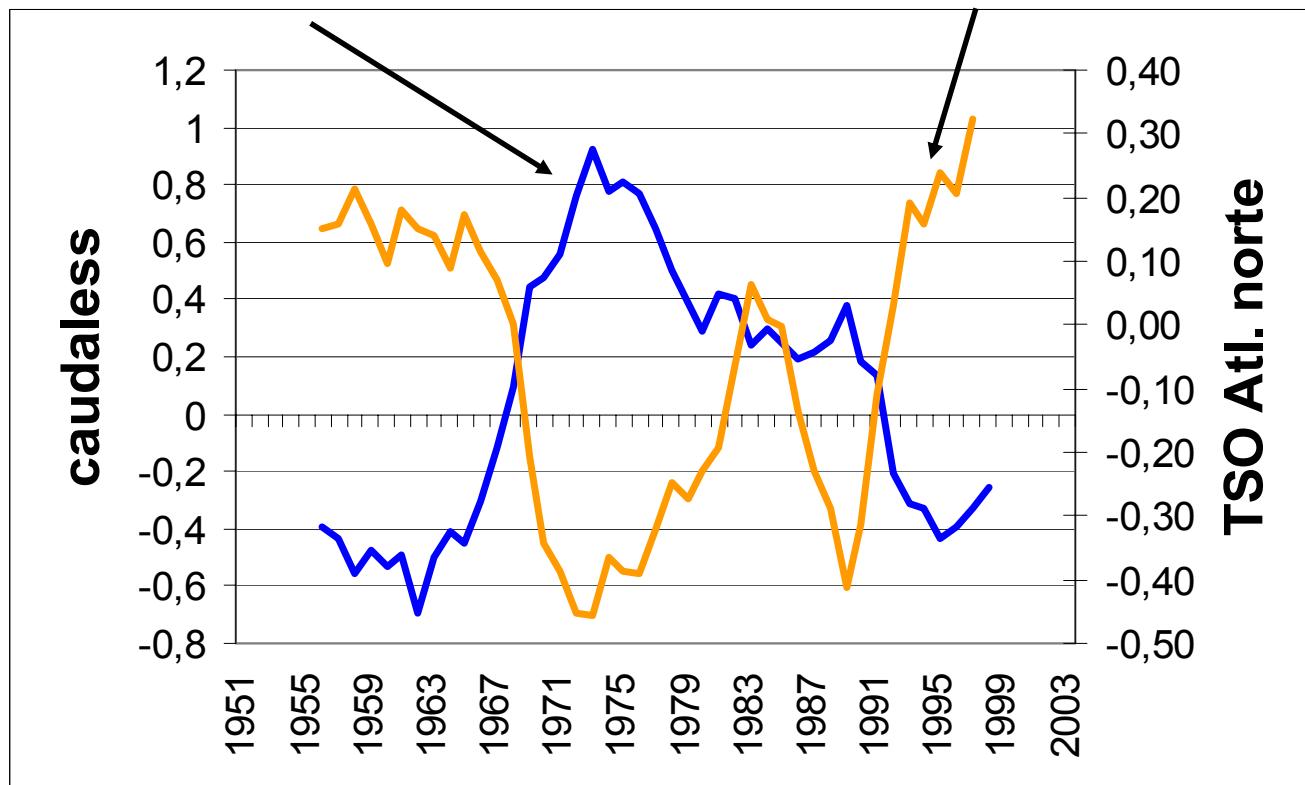
* fuerte variabilidad estacional

* aumento del flujo de sedimentos : ¿2000-2003?

AMANCAÿ: Variabilidad a largo plazo

T. Atlántico Norte tropical

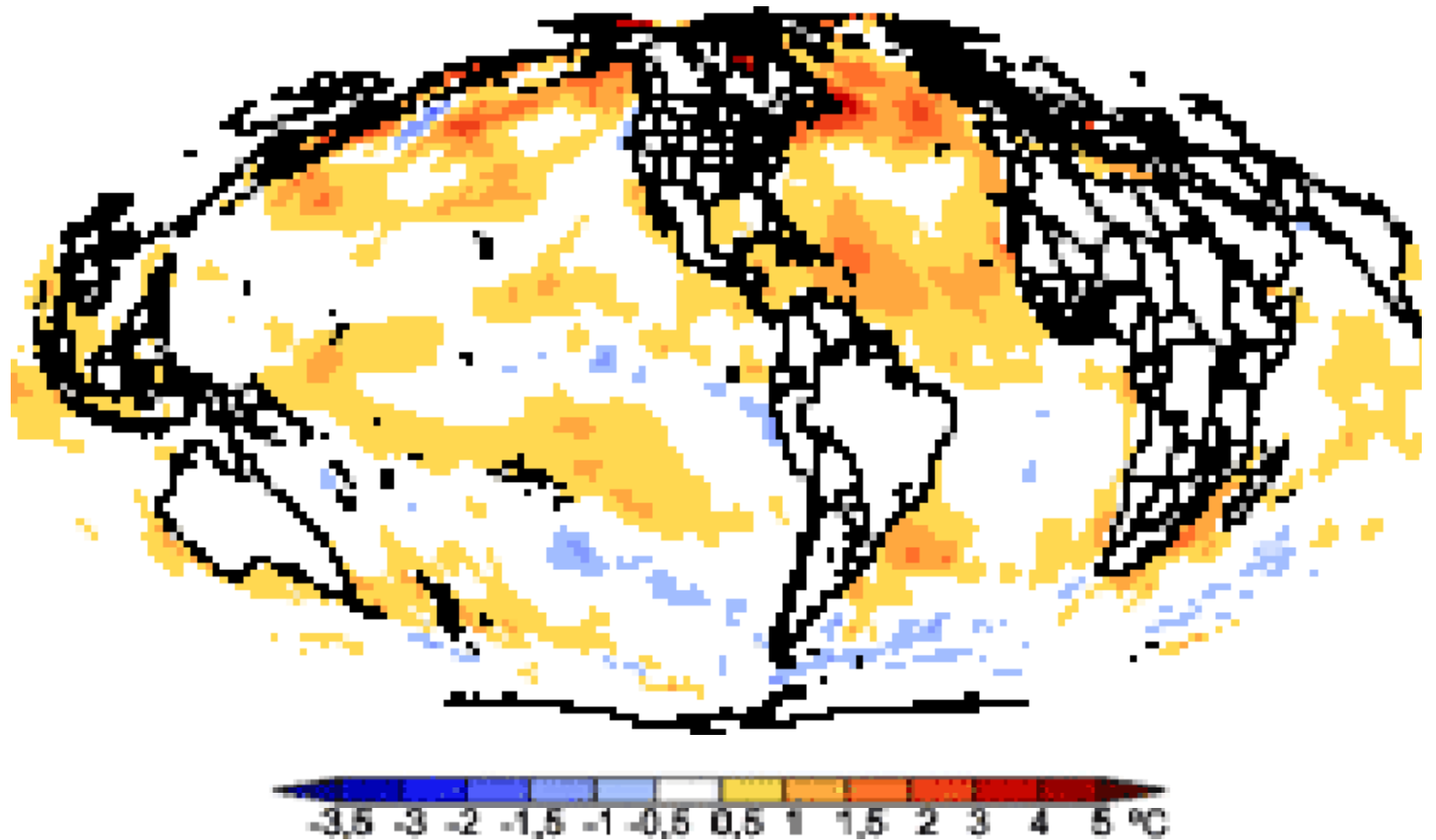
Óbidos- caudales mínimos



Una variabilidad a largo plazo se observa también en las Temperaturas de Superficie del Océano (TSO) del Atlántico tropical norte (Labat et al. 2004)

Cual es la relación entre la variabilidad a largo plazo de la hidrológica en la cuenca amazónica y la de los océanos ?

Amazônia – Clima (09 e 10/2005)



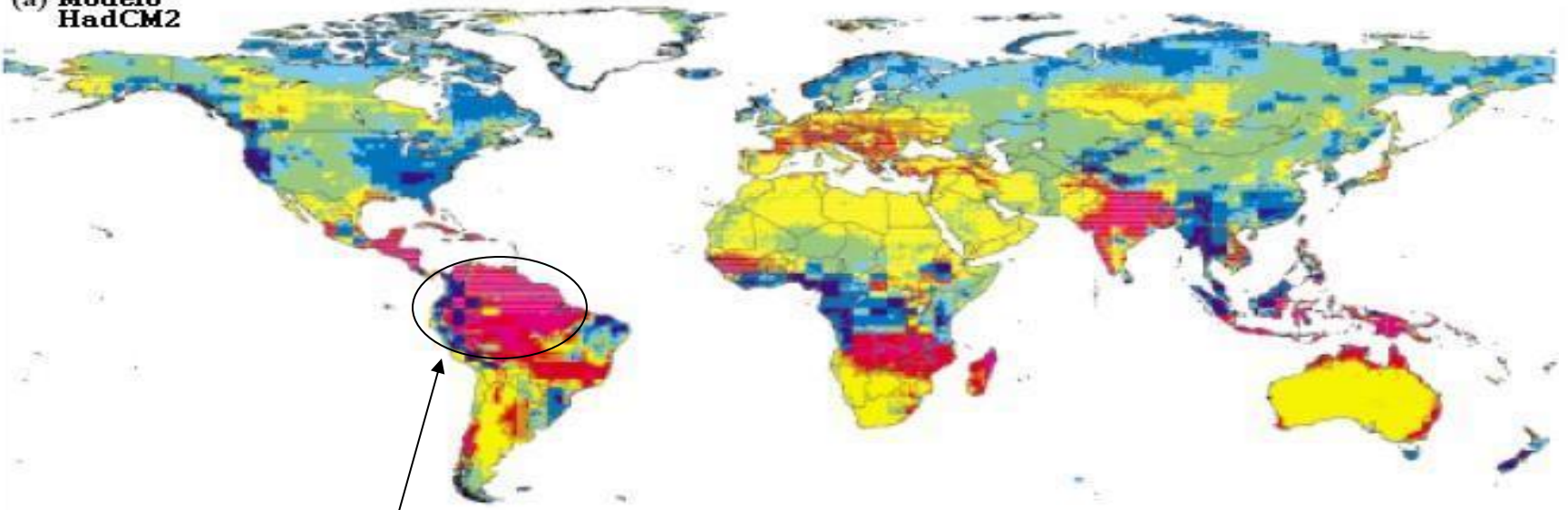
Desafios da Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia Amazônica e a OTCA

Sumário

4. Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

- **Eventos Extremos - Secas e Cheias (Variabilidade e Vulnerabilidade Climática)**
 - **VULNERABILIDADE CLIMATICA**
 - **Efeitos possíveis da Mudança Climática Global (MODELOS HADLEY CENTER)**

(a) Modelo HadCM2



Modelo (b) HadCM3

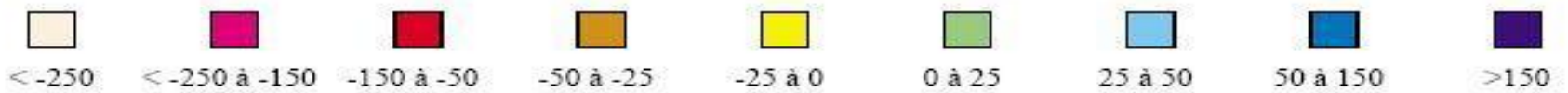
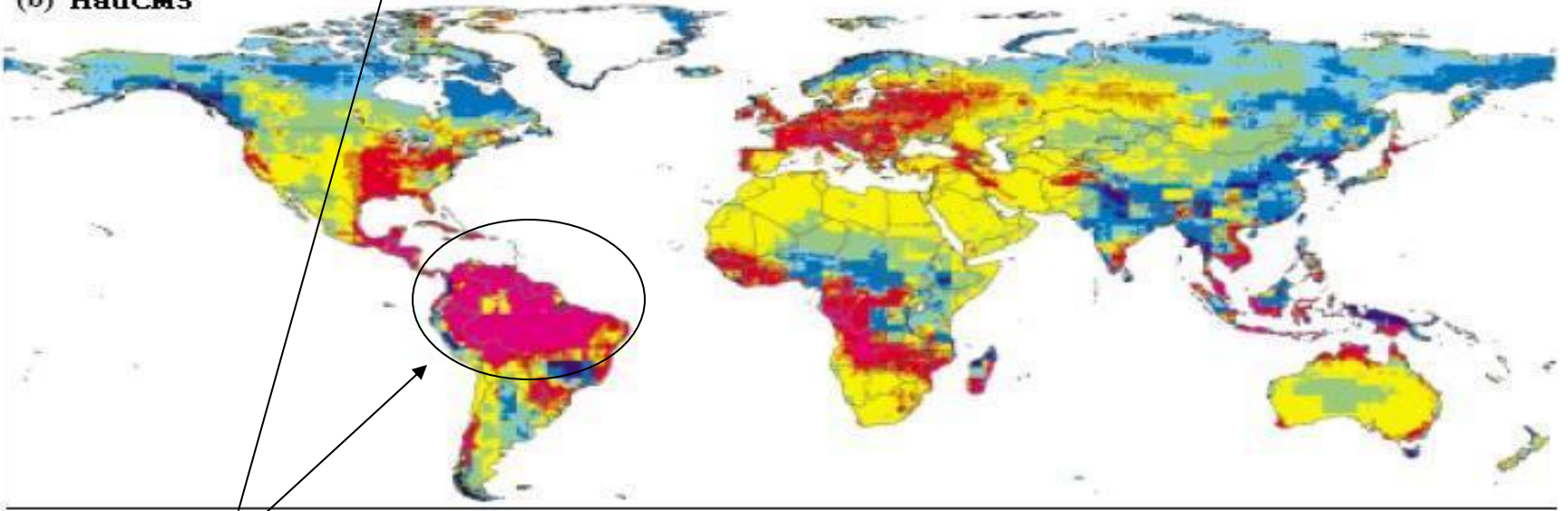


Figura 4 - Previsões de Mudanças no Escoamento Superficial Anual - 1961/90 - 2050 (mm/an)
Fonte: Hadley Center in IPCC (2003).

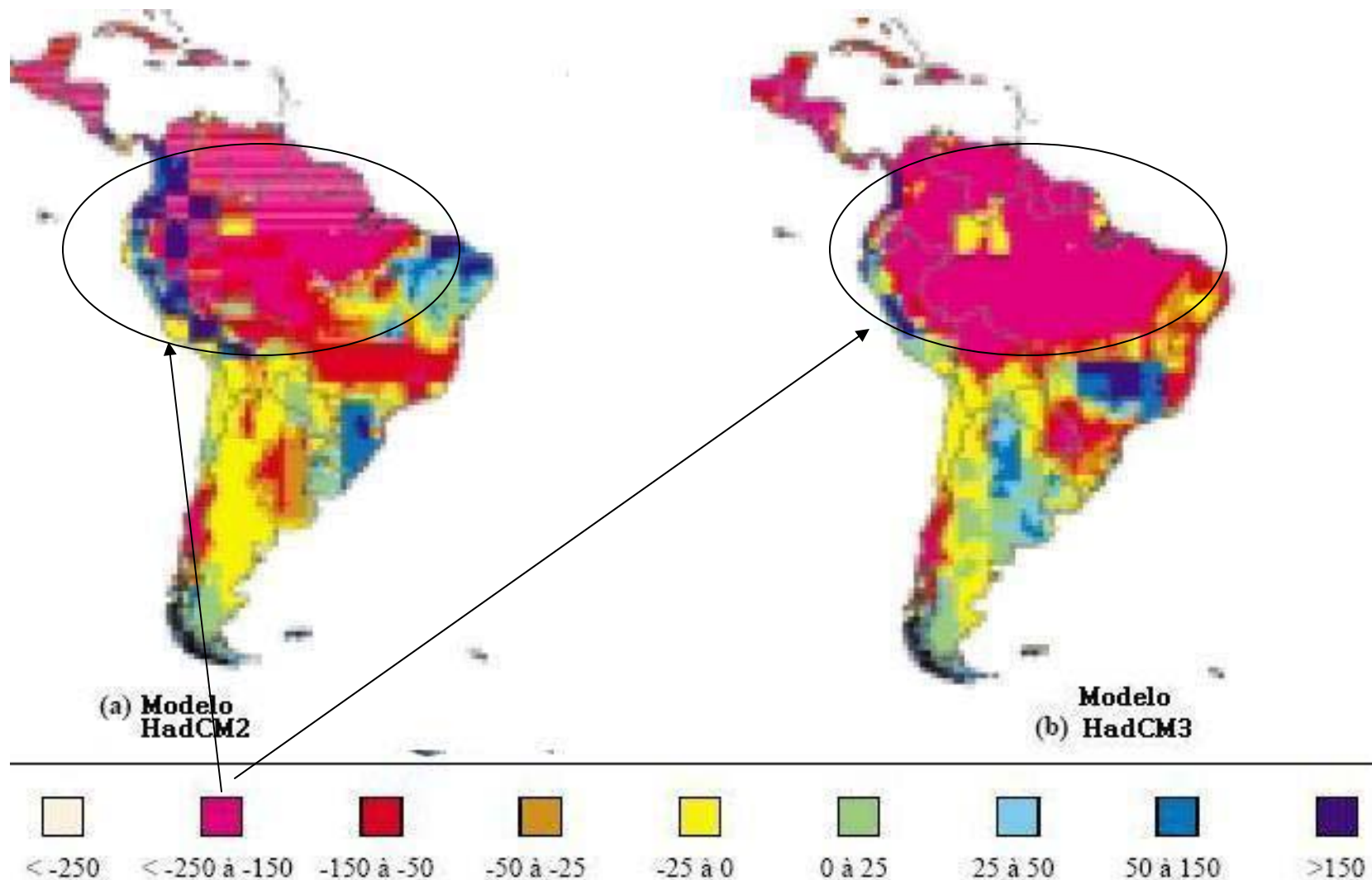


Figura 5 América Latina - Previsões de Mudanças no Escoamento Superficial Anual 1961/90 - 2050 (mm/an)

Fonte: Hadley Center in IPCC (2003).

Desafios da Gestão Integrada e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços e Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

Sumário

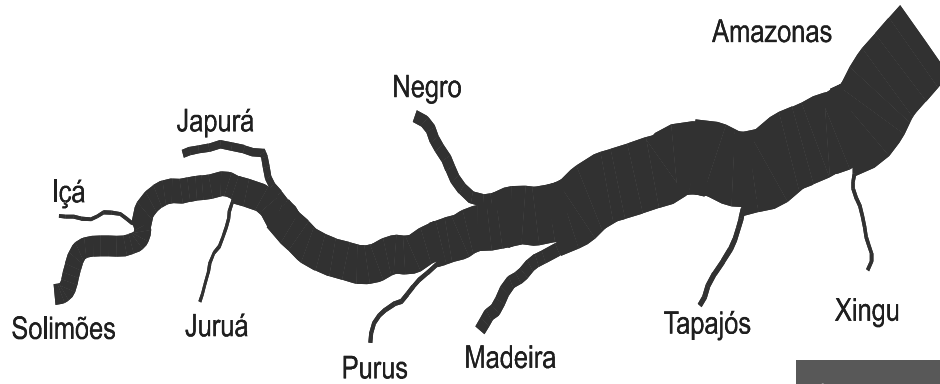
4. Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

- **SEDIMENTAÇÃO DO LEITO DOS RIOS (USO DO SOLO /rápidas alterações + chuvas intensas nos Andes):**
 - Brasil – Bacia Amazônica – Ecossistemas e Desmatamento
 - Descarga Sólida e Descarga Líquido dos Rios da Bacia Amazônica
 - Descarga de Sedimentos por Sub-Bacia
- **POLUIÇÃO:**
 - Grandes Cidades – Baixo Tratamento de Esgoto
 - Metais Pesados - Mercúrio

Bacia Amazônica – Descarga líquida e sólida

Descarga líquida

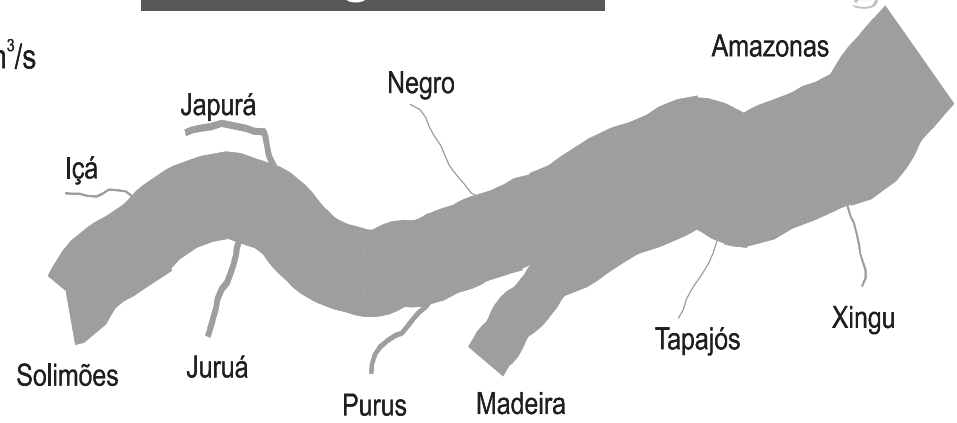
Water Discharge



100 000 m³/s

Descarga sólida

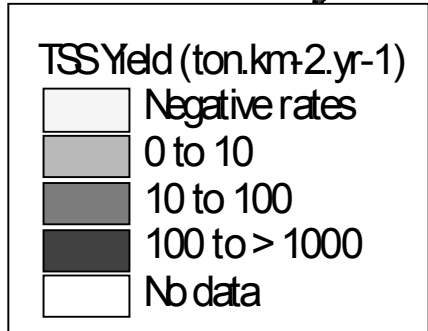
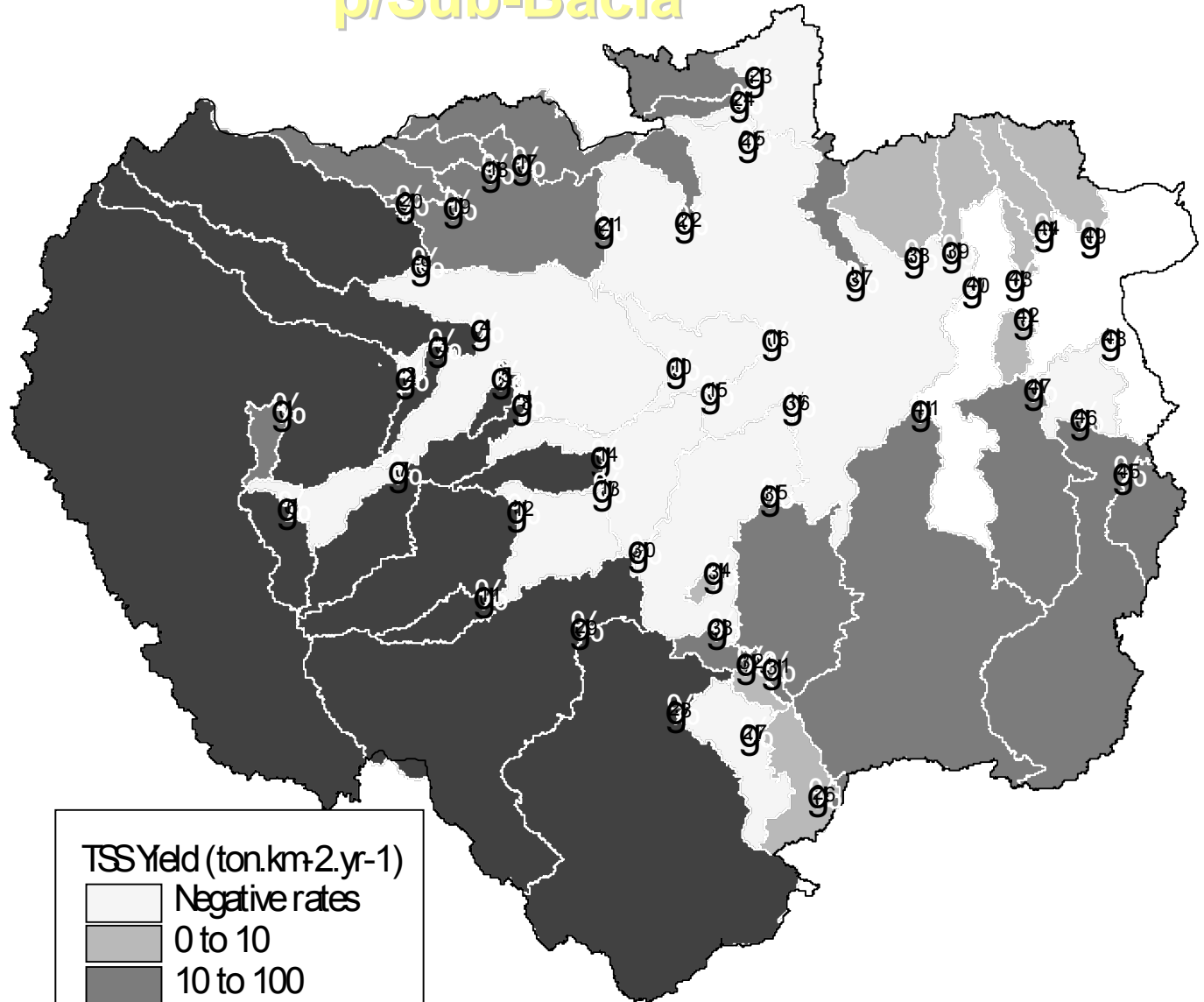
Sediment Discharge



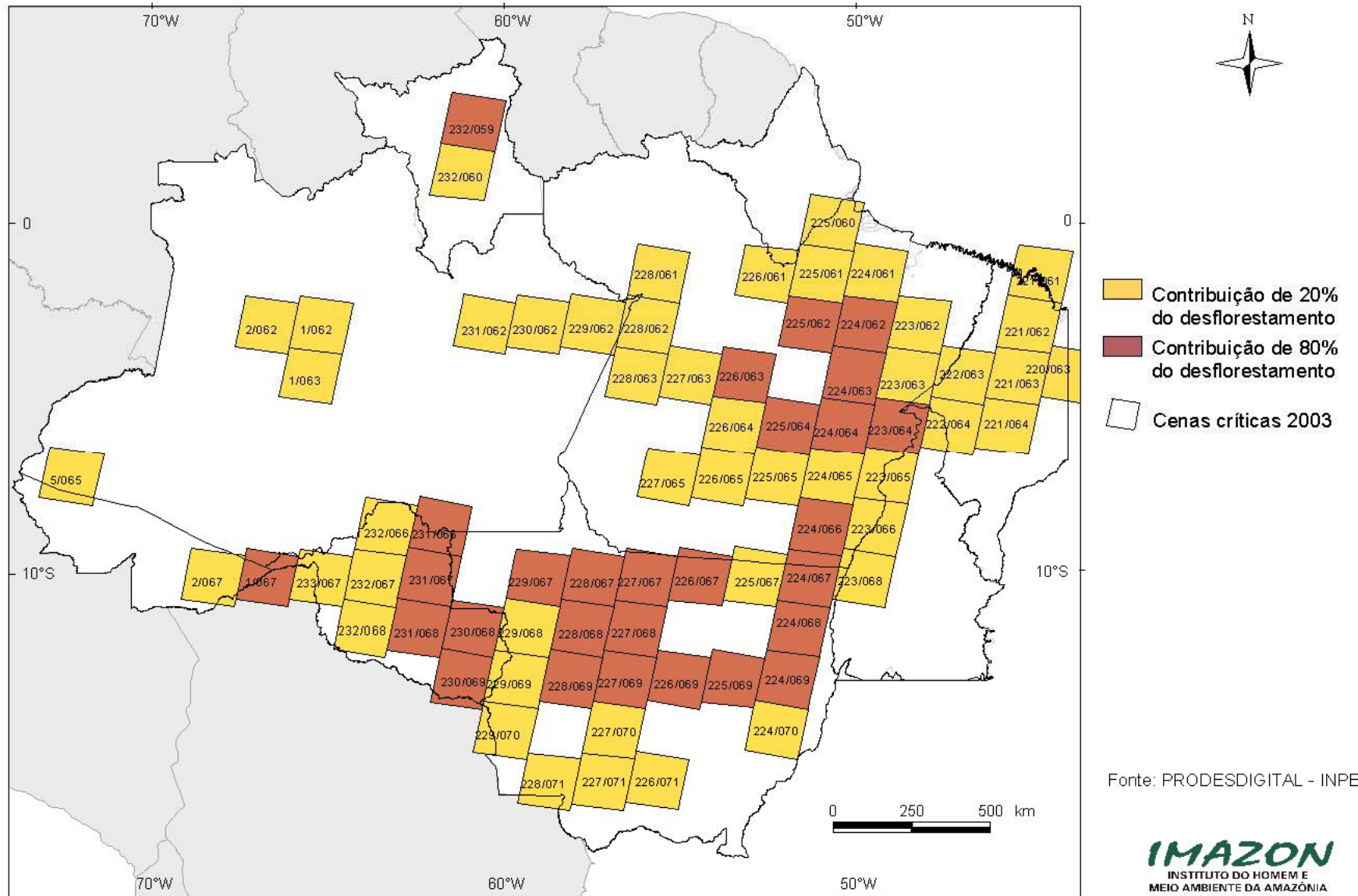
200 10⁶ t/an

Bacia Amazônica – Descarga de Sedimentos p/Sub-Bacia

► Sediment Discharge per Year 1980-2000



Áreas Críticas - 2003



Descarga sólida



Fluxo total média

- MES: $930 \cdot 10^6$ t/ano (Guyot, 93) com grandes transferências internas $1570 \cdot 10^6$ t/ano de erosão e $2070 \cdot 10^6$ t/ano de depósito mais $350 \cdot 10^6$ t/ano delta (Dunne, 99)
- Os Andes trazem a quase totalidade
- MD: $290 \cdot 10^6$ t/ano

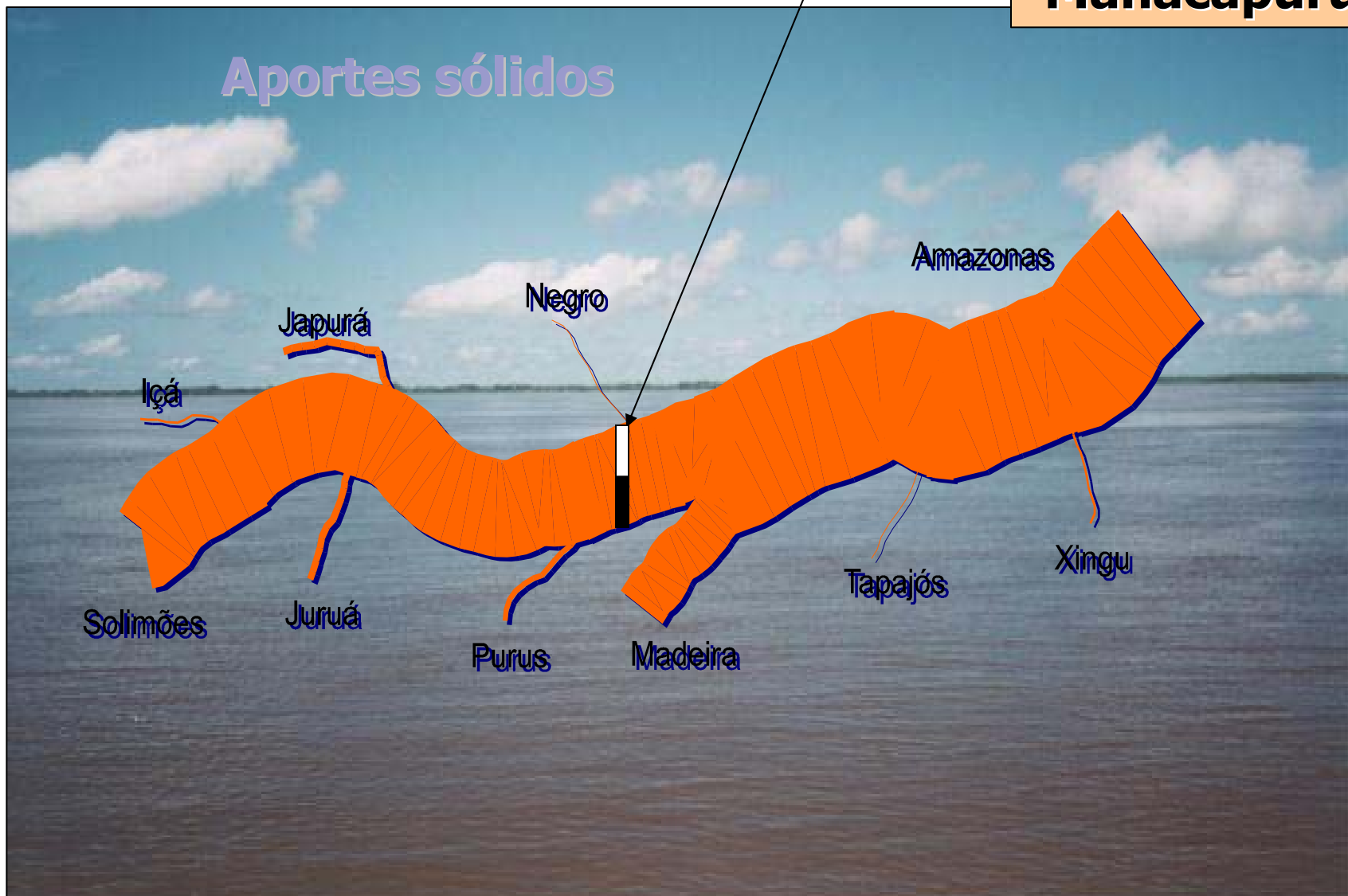
Manacapuru

Aportes líquidos

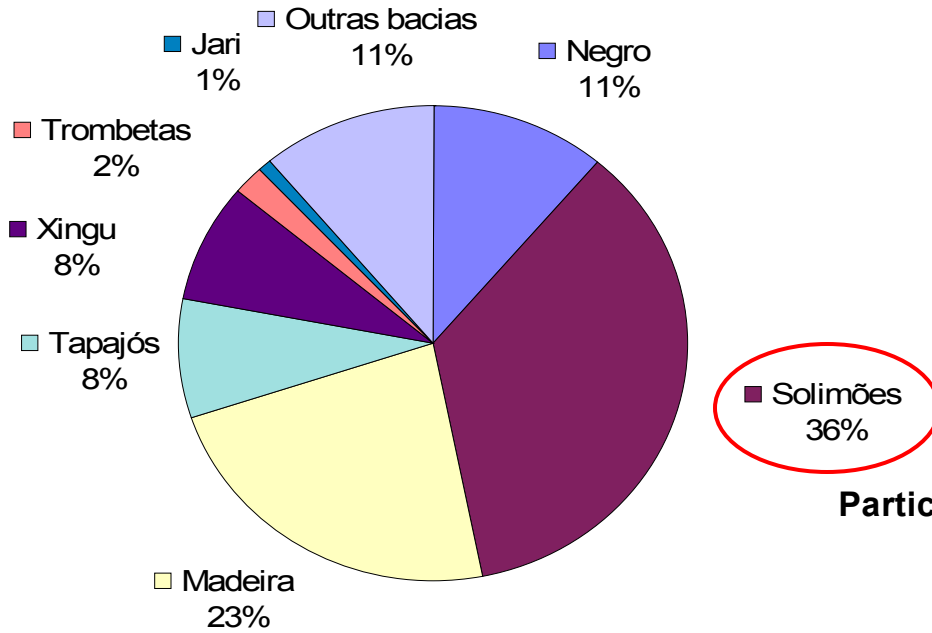


Manacapuru

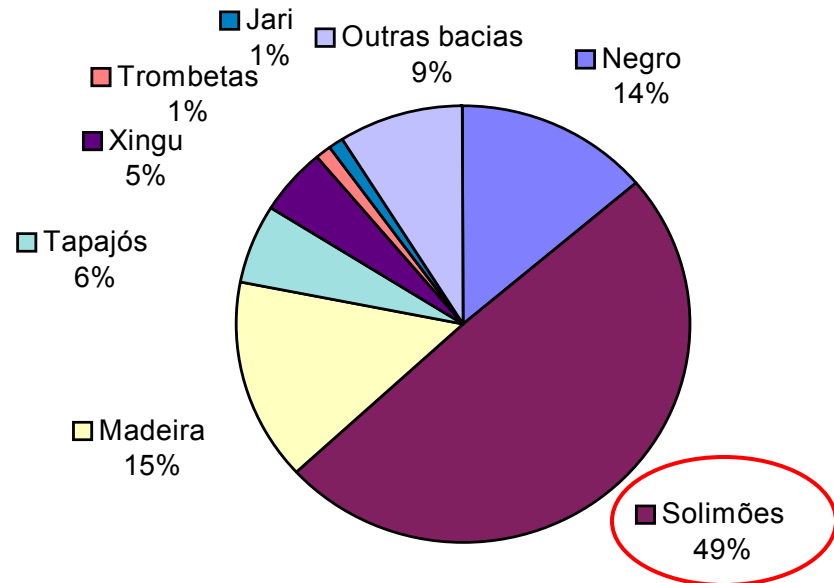
Aportes sólidos



Participação na Área Total da Bacia



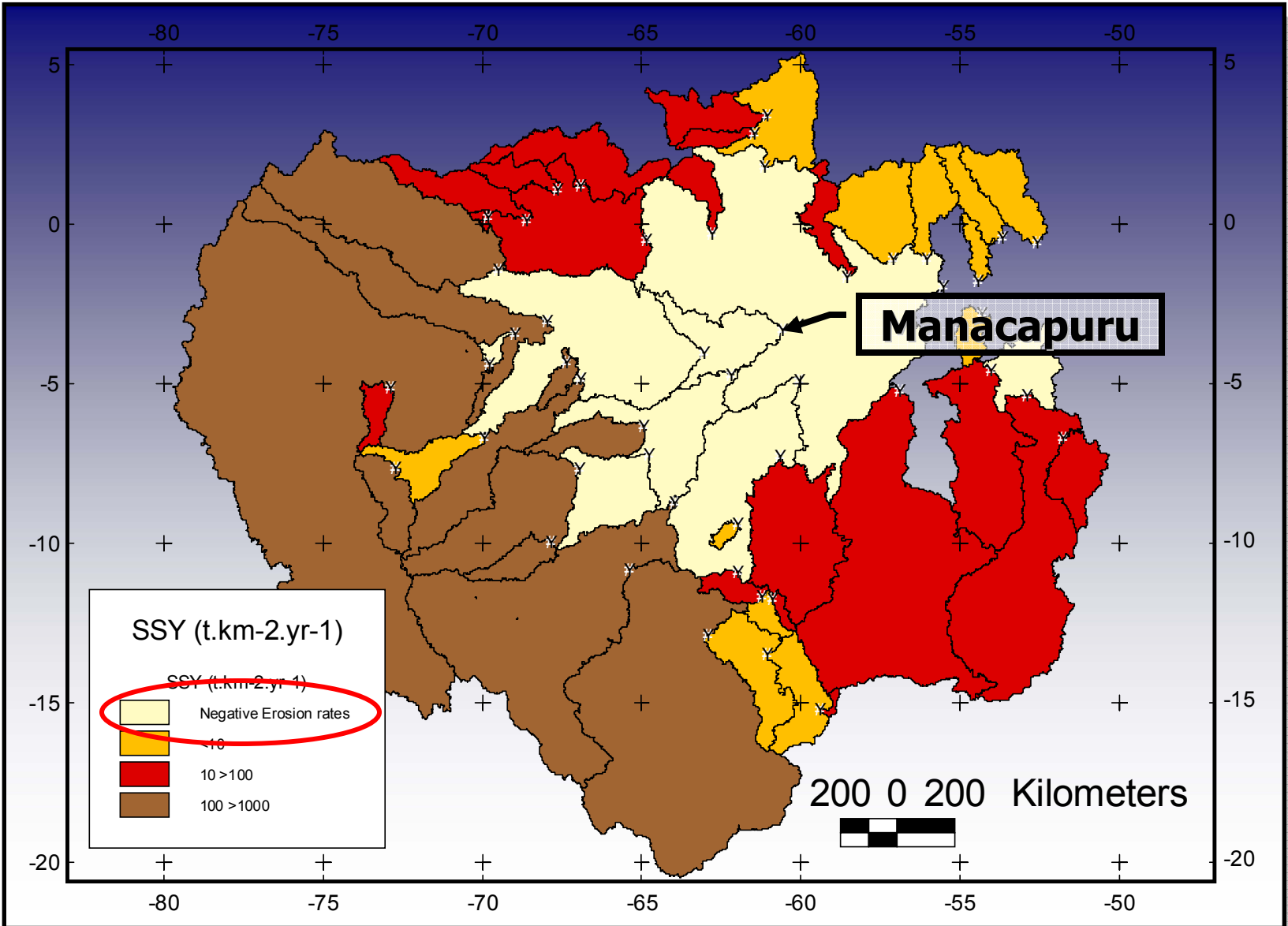
Participação na Descarga Líquida Total Estimada para o Amazonas

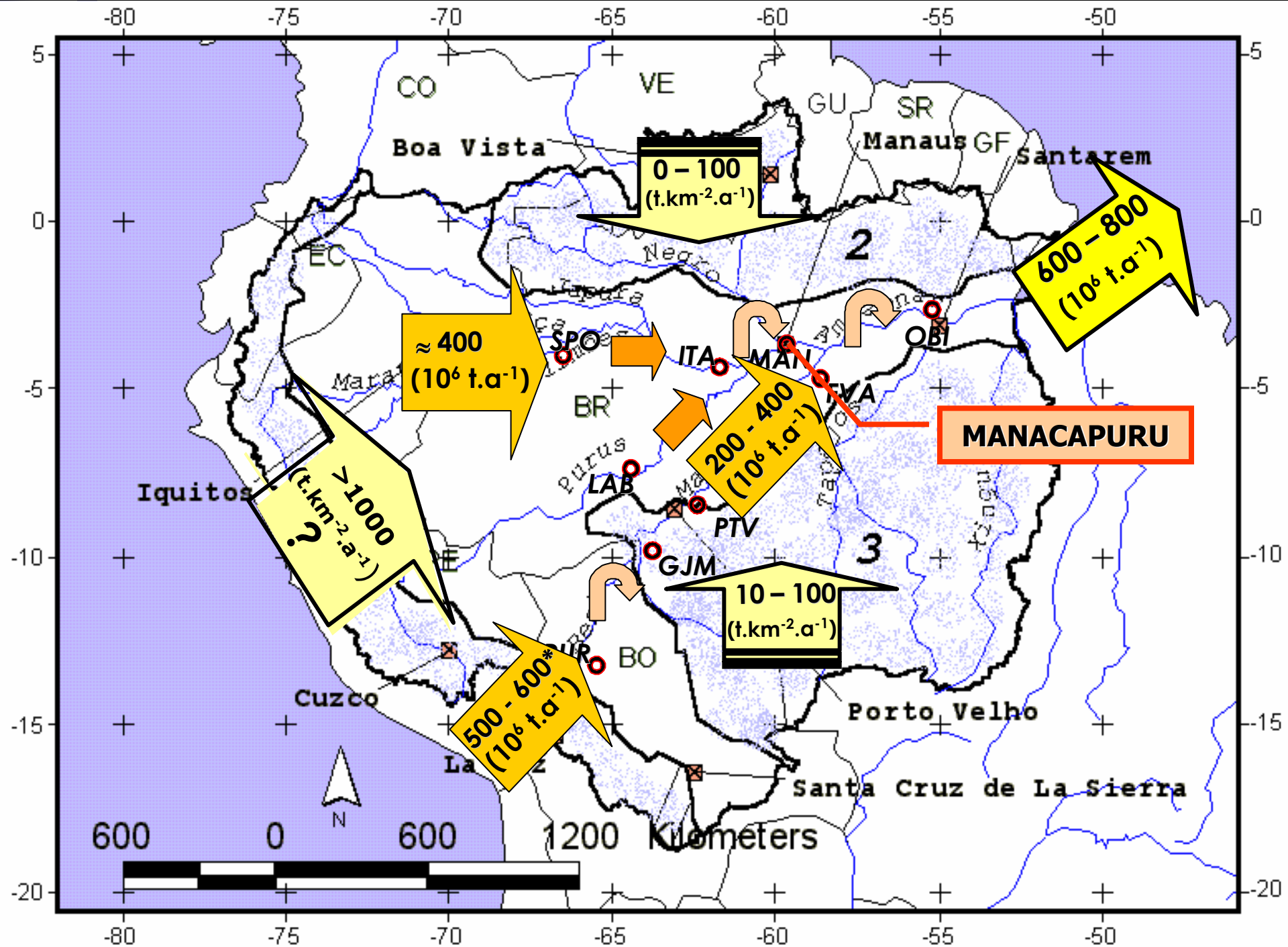


Desde os anos 1960, diversas estimativas de descarga sólida do Rio Amazonas ao Oceano Atlântico têm sido apresentadas. Para obtenção dessas estimativas vários modos de amostragem e de cálculo têm sido utilizados.

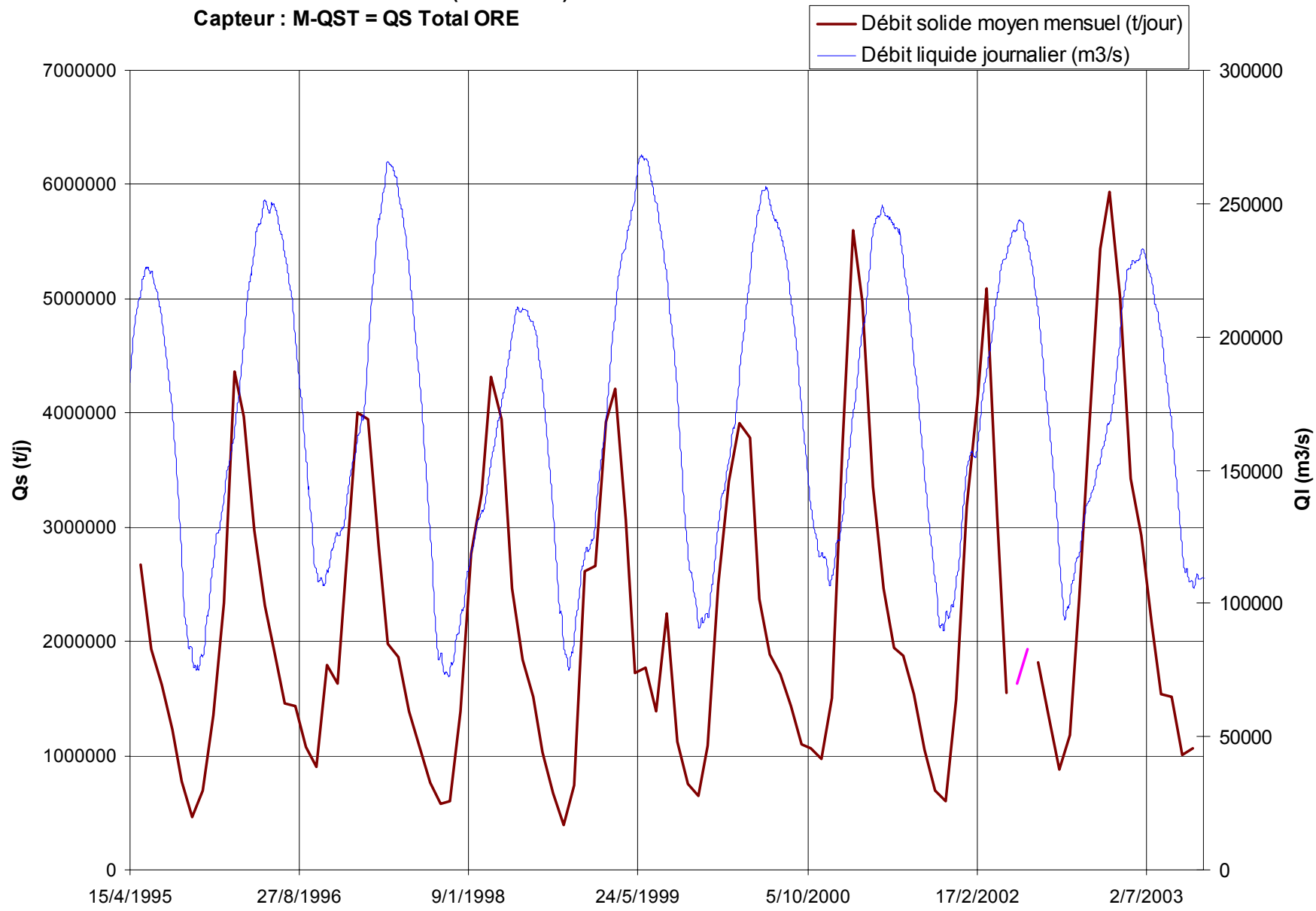


Estimativa de QS (10⁶ t.an⁻¹)	Método	Fonte
500	Pontual e Superfície	(Gibbs, 1967)
600	Pontual	(Oltman, 1968)
900	Integrador e Superfície	(Meade et al., 1979)
1100 à 1300	Integrador	(Meade et al., 1985)
550 à 1000	Perfis CTD	(Nittrouer et al., 1995)
600 à 800	Integrador	(Bordas 1988; Filizola,1999)

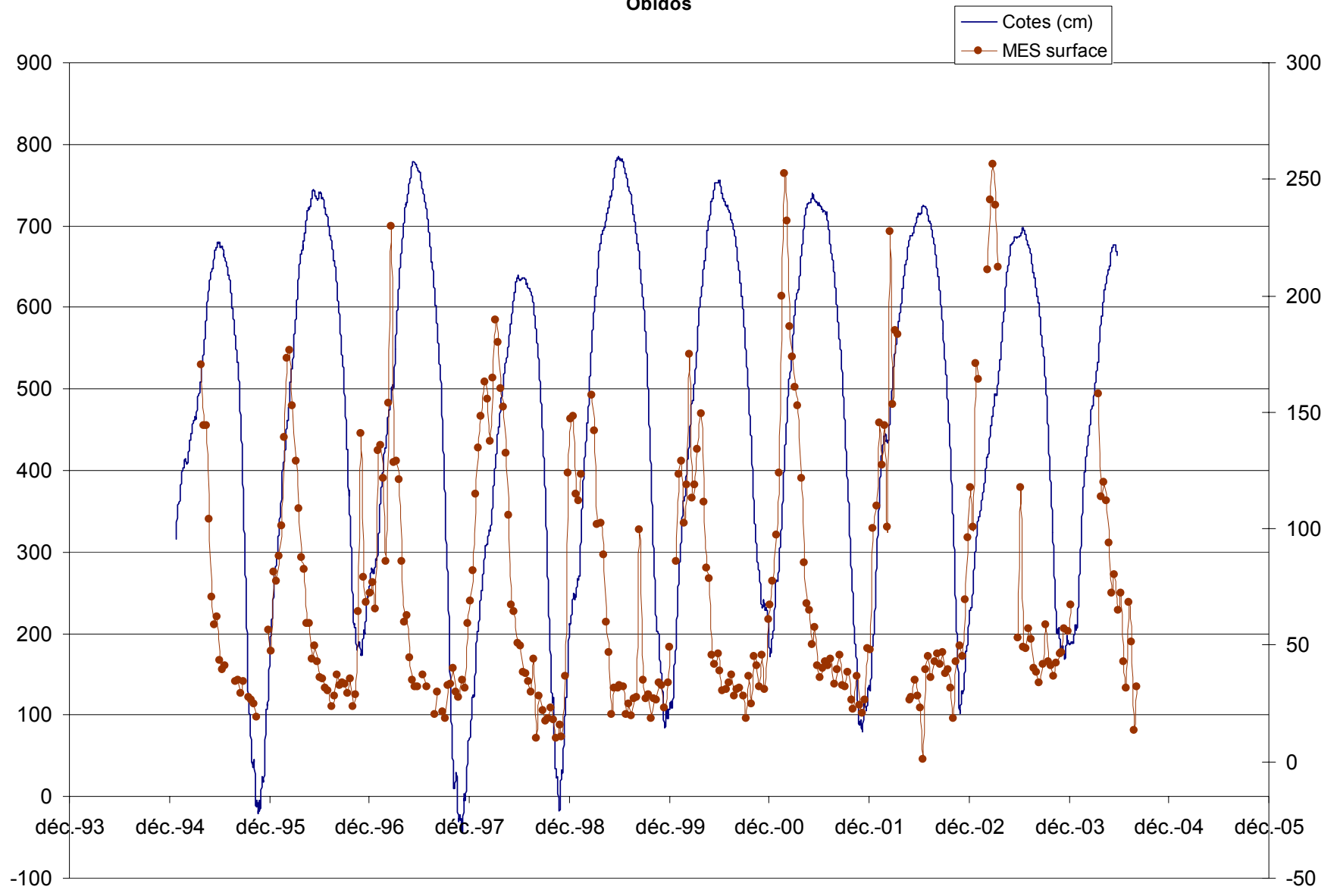




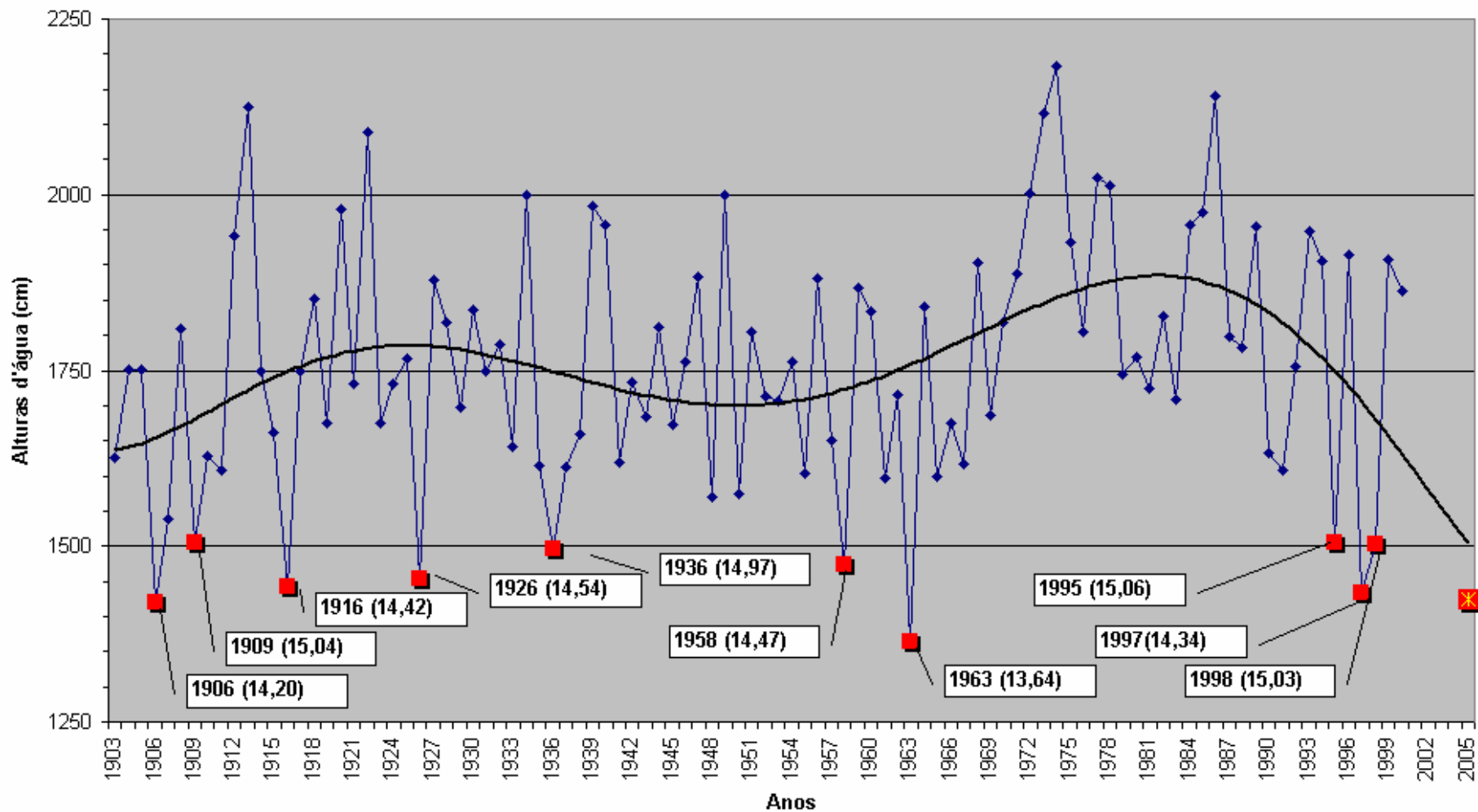
Station : 17050001 = OBIDOS (AMAZONE)
Capteur : M-QST = QS Total ORE



Obidos



Cotas Mínimas do Rio Negro em Manaus



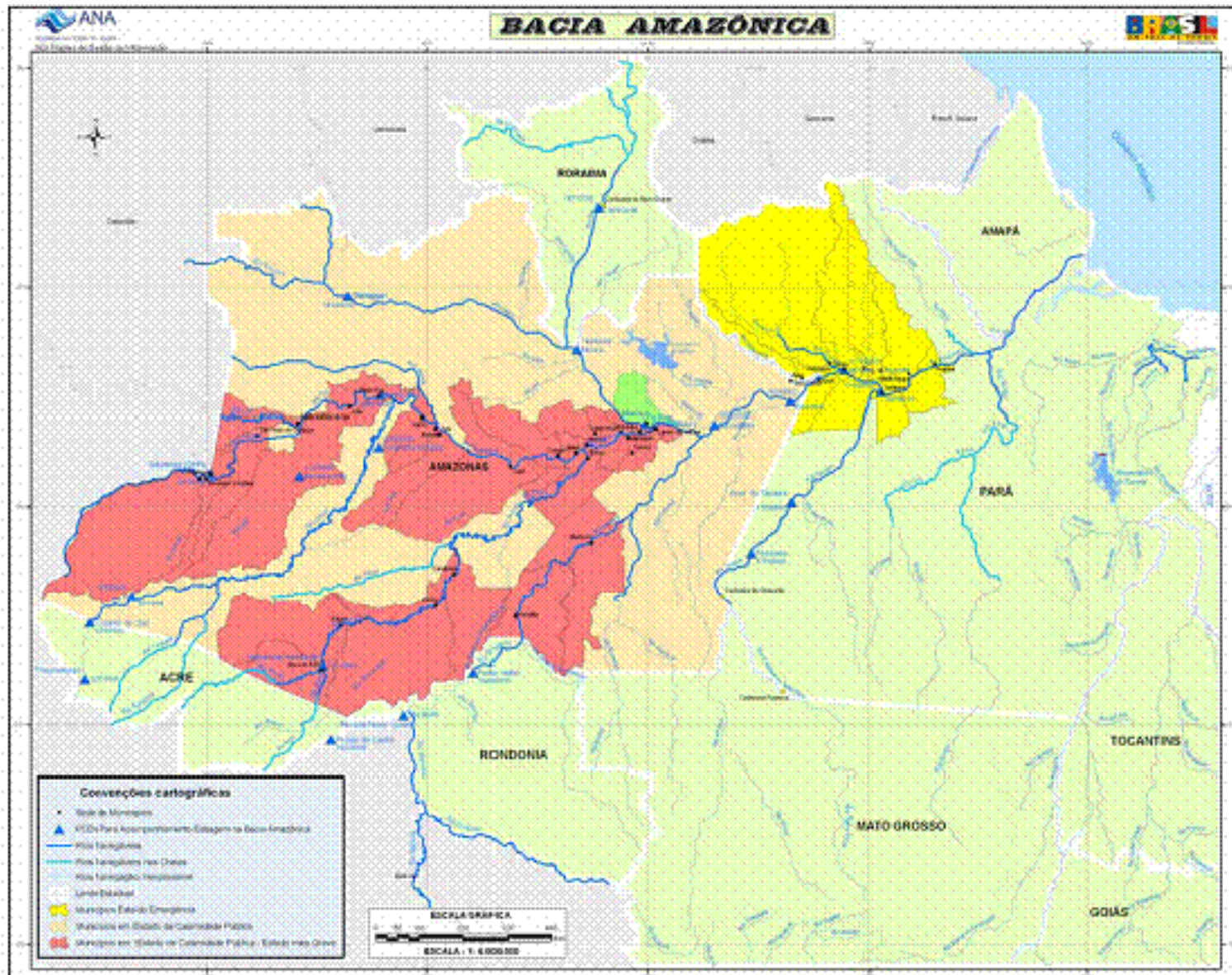


Margem do Rio Negro em frente Manaus

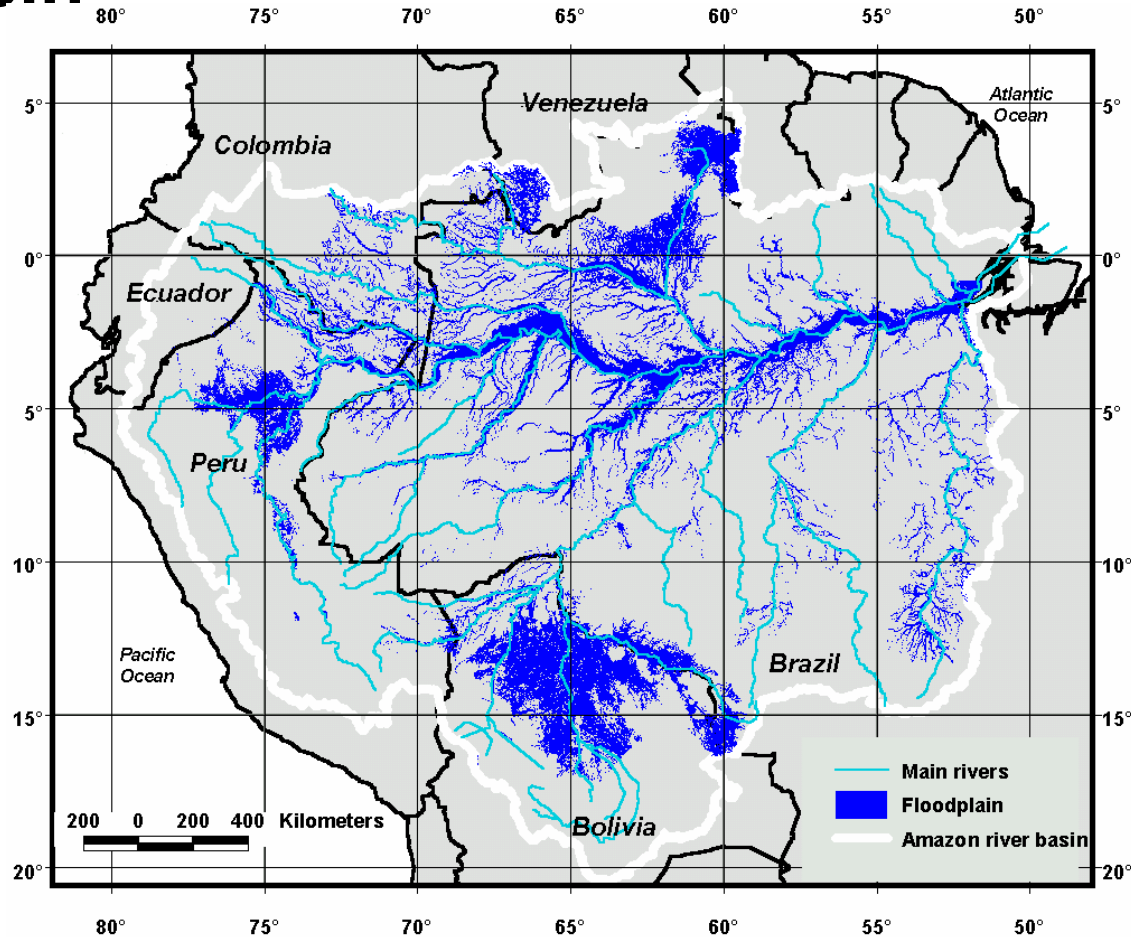
21/10/2005, nível 14,41 metros

Bacia Amazônica em brasileiro Municípios em Estado de Emergência, Estado Calamidade Pública e Estado de Calamidade Pública – mais grave, em

19/1

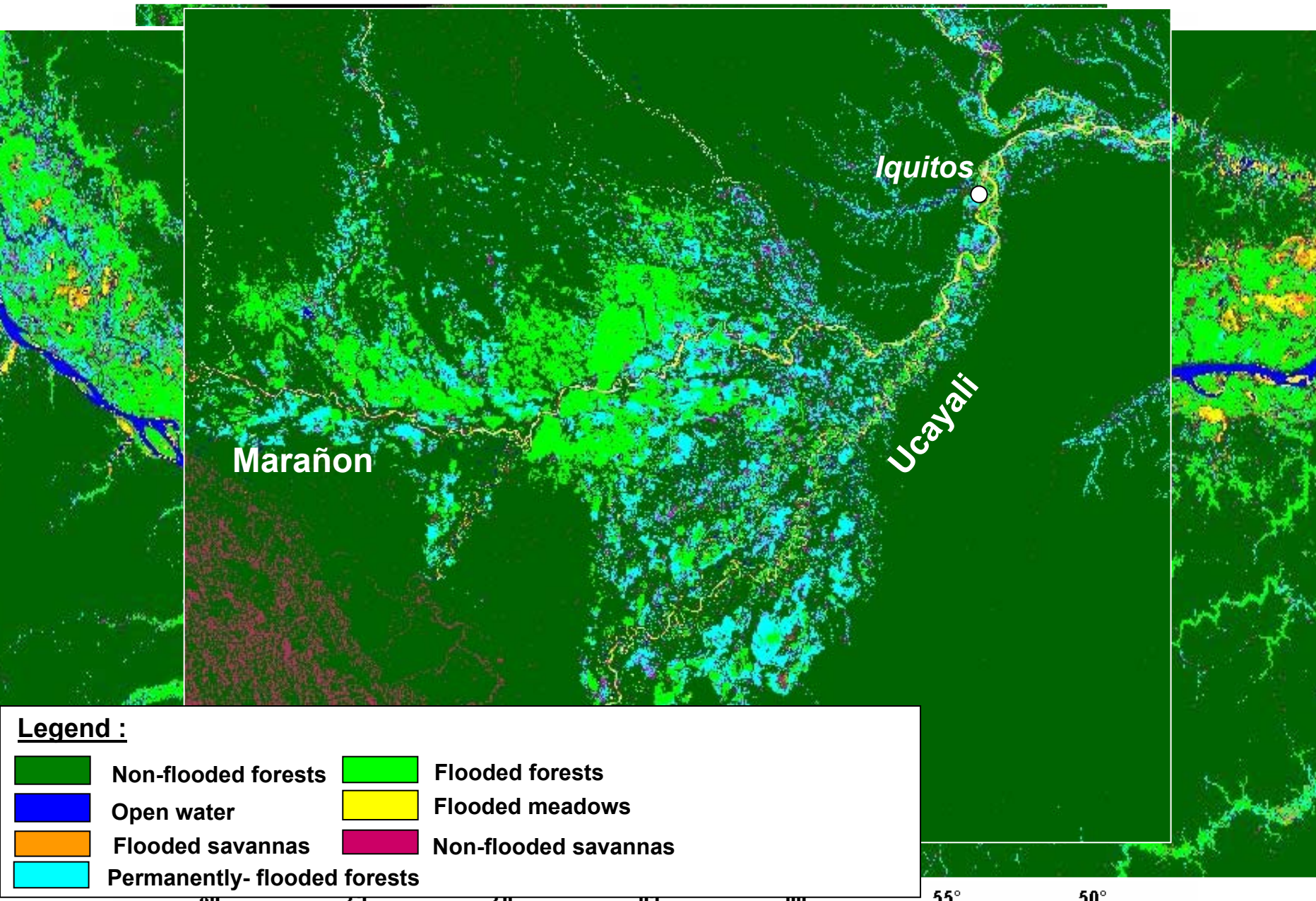


Mapping of the areas exposed to floods in the whole basin







- Flooded areas (Monomodal flood) : **500 000 km² ± 50 000 km²**
- Water storage capacity of the floodplain during the flood peak
 - **2750 ± 360 km³** (representing ~ 40 % of the Amazon annual liquid flow)

Mapping of the main vegetation type in the floodplains

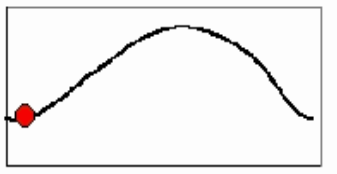
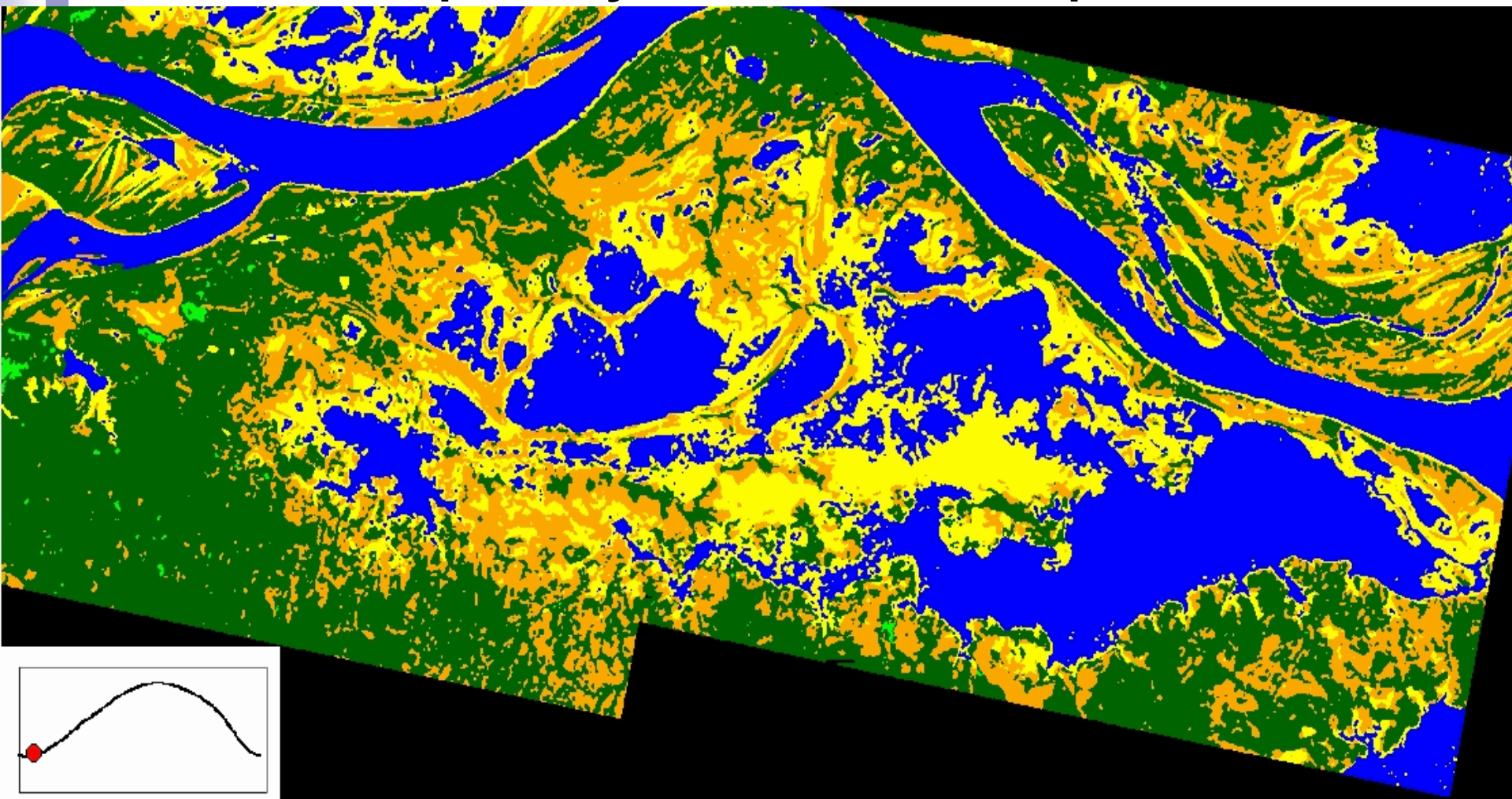


Legend :

- | | | | |
|--|-----------------------------|---|----------------------|
|  | Non-flooded forests |  | Flooded forests |
|  | Open water |  | Flooded meadows |
|  | Flooded savannas |  | Non-flooded savannas |
|  | Permanently-flooded forests | | |

55° 50°

Temporal dynamic of the floodplain



Annual Hydrological cycle

Water level measured at Curuai station (ANA network)

Legend :



- | | | | |
|--|--|---|---|
|  Non-flooded forests |  Flooded forest | | |
|  Open water |  Meadows |  Savannas |  Floating vegetation |

Amazonia – Saneamento e OCUPAÇÃO URBANA



Aproximativamente **60** % da população de Manaus vive em ocupações urbanas desordenadas.

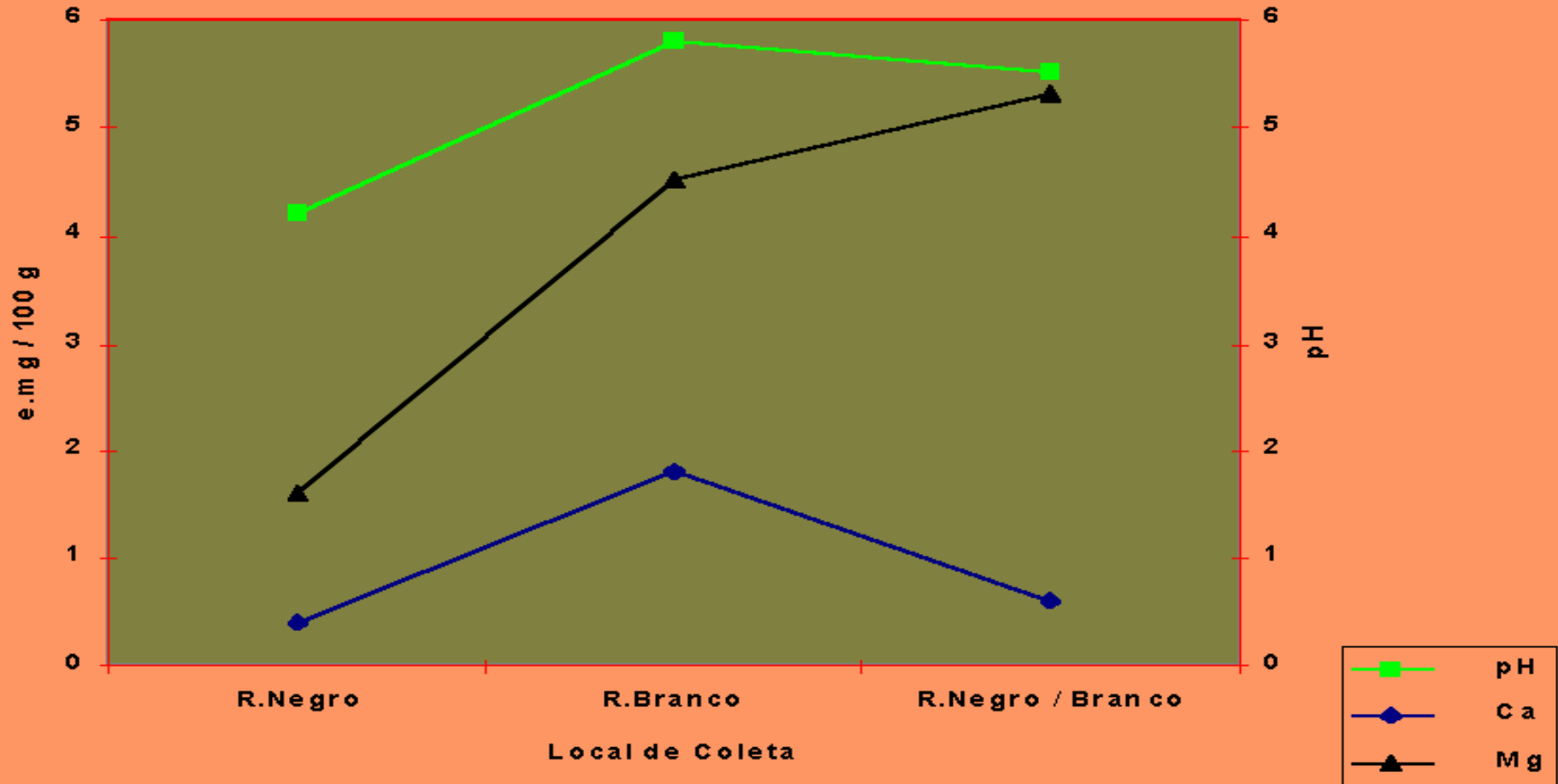


Manaus
1986



Manaus
2001

Ca, Mg e pH nos sedimentos do R. Negro, R. Branco e R. Negro / Branco.



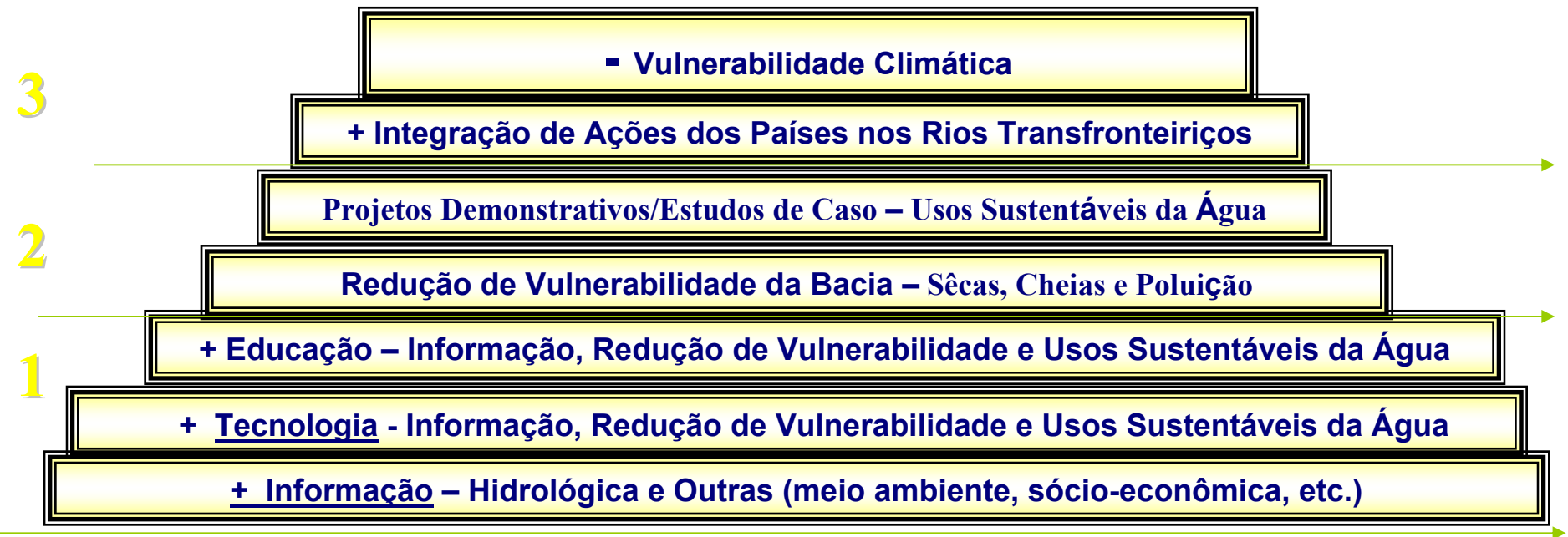
- R. Negro: 0,4 e.m.g/100g de Ca^{++} 1,6 e.m.g/100g de Mg^{++}
- R. Negro Influencia R. Branco: 0,5 e.m.g/100g 5,3 e.m.g/100g.
: 4,2 pH 5,5.

Sumário

- 5. Projeto GEF – Amazonas - Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia Amazônica – PDF-B X Pirâmide Espaço-Temporal de Estratégias*

6 - Projeto GEF – Amazonas

Gerenciamento Integrado e Sustentável dos Recursos Hídricos Transfronteiriços da Bacia Amazônica **Pirâmide Espaço-Temporal de Estratégias**



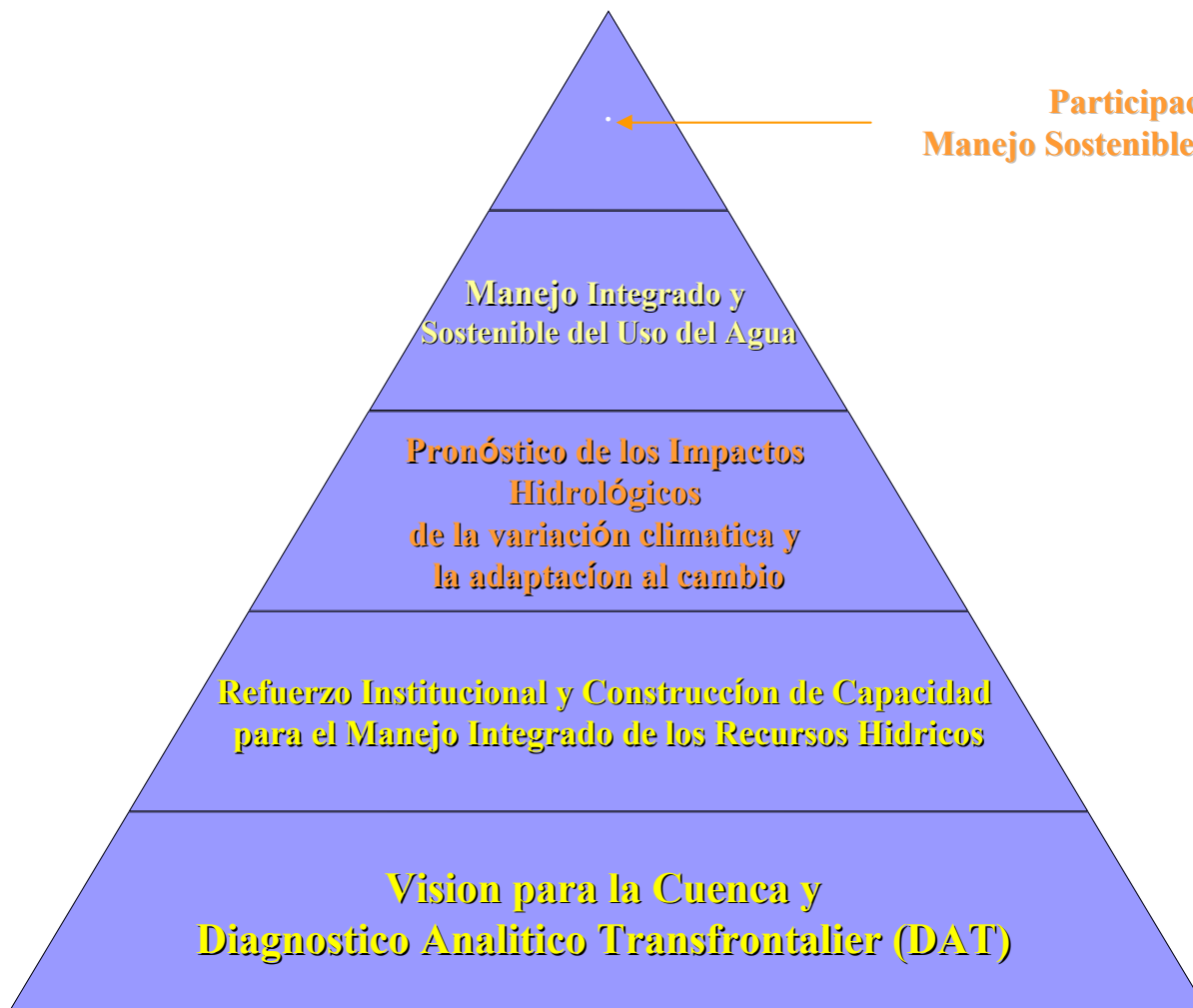
1 – Ações Básicas do Projeto

2 – Ações Aplicadas do Projeto

3 – Ações Globais do Projeto

Manejo Integrado Y Sostenible de los Recursos Hídricos Transfronterizos de la Cuenca del Rio Amazonas

Etapas del PDF B (GEF)



Participación pública p/ el Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos

PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS LIGADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS & USOS DO SOLO NA BACIA AMAZÔNICA

- Problemas de saneamento básico em cidades e vilas amazônicas e sua relação com doenças de veiculação hídrica;
- Utilização descontrolada de águas subterrâneas na Amazônia;
- Exploração irracional de recursos aquáticos na Amazônia e seu impacto nos ecossistemas;
- Utilização das várzeas e seu impacto sobre os estoques pesqueiros;
- Impactos ambientais da produção de hidroeletricidade na Amazônia;
- Impactos da navegação nos rios;
- Impactos da Variabilidade Climática – Eventos Extremos – secas e cheias

PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS LIGADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS & USOS DO SOLO NA BACIA AMAZÔNICA

- Relação entre florestas, solos, e ciclo hidrológico e o regime hídrico e a qualidade da água em rios amazônicos (Hidrogeoquímica da Amazônia e impactos do desmatamento);
- Erodibilidade dos solos e assoreamento dos rios (impacto do desmatamento);
- Ocorrência natural de metais pesados em águas da Amazônia;
- Impactos da mineração na morfologia dos rios e na qualidade da água;
- Impactos atuais e potenciais da atividade petrolífera na qualidade da água;

Ações Conjunturais para eventos extremos (seca e cheias)

1. Garantir em regime de alerta o abastecimento de água potável, alimentos e medicamentos a toda a população atingida;
2. Aumentar o uso da água subterrânea ;
3. Manter serviço de alerta de seca (radio e televisão), informando população do que vêm ocorrendo, localidades a serem evitadas, cuidados a serem tomados, medidas de gestão da água e de preservação de alimentos;
4. Manter controle de doenças na população atingida, sobretudo, de doenças provocadas pela intoxicação da água e alimentos;
5. Sistema de Informação sobre Água para Eventos Extremos na Amazônia;
6. Mapas de vulnerabilidade para eventos extremos – secas e cheias;
7. Planos de Contingenciamento contra Secas e Cheias – com autoridades publicas e sociedade civil;

Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

- 1. Garantia de abastecimento de água em eventos extremos na Amazônia, com destaque para um Programa de Cisternas e Poços Artesianos;**
- 2. Pesquisa para o tratamento descentralizado da água doce para produção de água potável no interior da região;**
- 3. Energias renováveis nas comunidades isoladas, sobretudo, utilizando-se dos recursos da Conta Consumo de Combustíveis (CCC), que subsidia o diesel para geração elétrica nos sistemas de elétricos isolados (interior).**
- 4. Uso de biomassa na geração de energia em comunidades com mais de 20 famílias e inferior o uso da energia solar.**
- 5. Piscicultura com espécies da região.**
- 6. Capacitar a população para conservação de alimentos e uso racional da água;**

Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

7. Aumentar o conhecimento da biodiversidade tropical (alimentos e medicamentos mais adequados aos períodos de eventos extremos);
8. Aumentar a valorização da floresta de pé, ou seja, valorizar frutos, folhas;
9. Agricultura em vários níveis verticais dentro da floresta (+ técnicas agroflorestais);
10. Agricultura e o reflorestamento em terras já desmatadas;
11. + integração das ações de governos em suas diversas esferas de poder;
12. + integração dos países que fazem parte da bacia Amazônica no tema das águas e preservação dos ecossistemas.