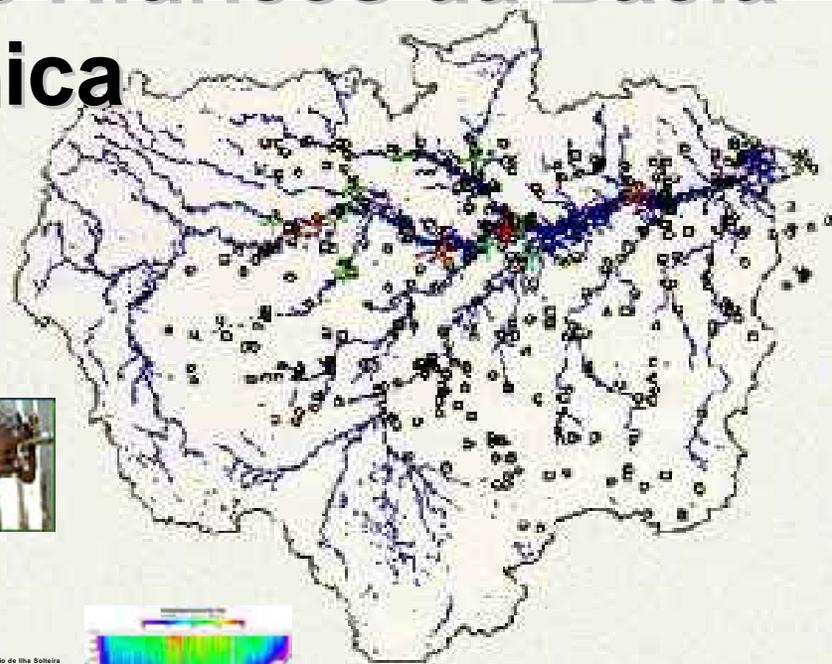
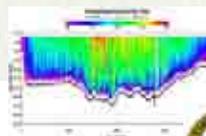


Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica



Prof. Marcos A. V. Freitas –
PPE/COPPE/UFRJ
(mfreitas@ppe.ufrj.br)
Coordenador Executivo IVIG



Forum Brasileiro de Mudanças Climáticas

Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica

1. Maior Bacia Hidrográfica do Planeta – Extensão e Volume de Água
 - Modelo Digital de Terreno
 - Maiores Descargas Líquidas do Mundo
 - Maior aquífero do Planeta – Aquífero Amazonas (11/05 Reunião ISARHM, São Paulo) (2 a 3 x Aquífero Guarani)
2. 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)

Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica

3. Variabilidades e Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas

- Degelo nos Andes
- Variação do nível do mar e efeitos na Bacia Amazônica
- Influência da temperatura na superfície do mar (TSM) no regime de chuvas da América do Sul e Amazônia
- Assimetria de informação e incertezas da variabilidade, vulnerabilidade climática e do regime hidro-meteorológico na Bacia Amazônica

4. *Ações de Adaptação para Redução da Vulnerabilidade Amazônica*

- Ações Conjunturais para eventos extremos (seca e cheias)
- Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

USOS MÚLTIPLOS

ABASTECIMENTO HUMANO



HIDROELETRICIDADE



NAVEGAÇÃO



ABASTECIMENTO INDUSTRIAL



CONTROLE DE CHEIA



IRRIGAÇÃO



RECREAÇÃO E TURISMO



PESCA E AQUICULTURA



POLUIÇÃO

USOS MÚLTIPLOS

ABASTECIMENTO HUMANO



HIDROELETRICIDADE



NAVEGAÇÃO



ABASTECIMENTO INDUSTRIAL CONTROLE DE CHEIA



IRRIGAÇÃO



RECREAÇÃO E TURISMO PESCA E AQUICULTURA



Austrália e Etiópia apresentam variabilidade climática semelhante.



Etiópia

Armazenamento de água:
45 m³ por pessoa

Austrália

Armazenamento de água:
5.000 m³ por pessoa

Estados Unidos e Nepal apresentam potencial hidrelétrico semelhante

Estados
Unidos



Capacidade instalada:
70.000 MW



Nepal



Capacidade instalada:
Nepal: 250 MW



Secas, Enchentes, Poluição



**Os mais pobres são sempre
os mais vulneráveis**

PRINCIPAIS PROBLEMAS AMBIENTAIS LIGADOS AOS RECURSOS HÍDRICOS 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 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;**

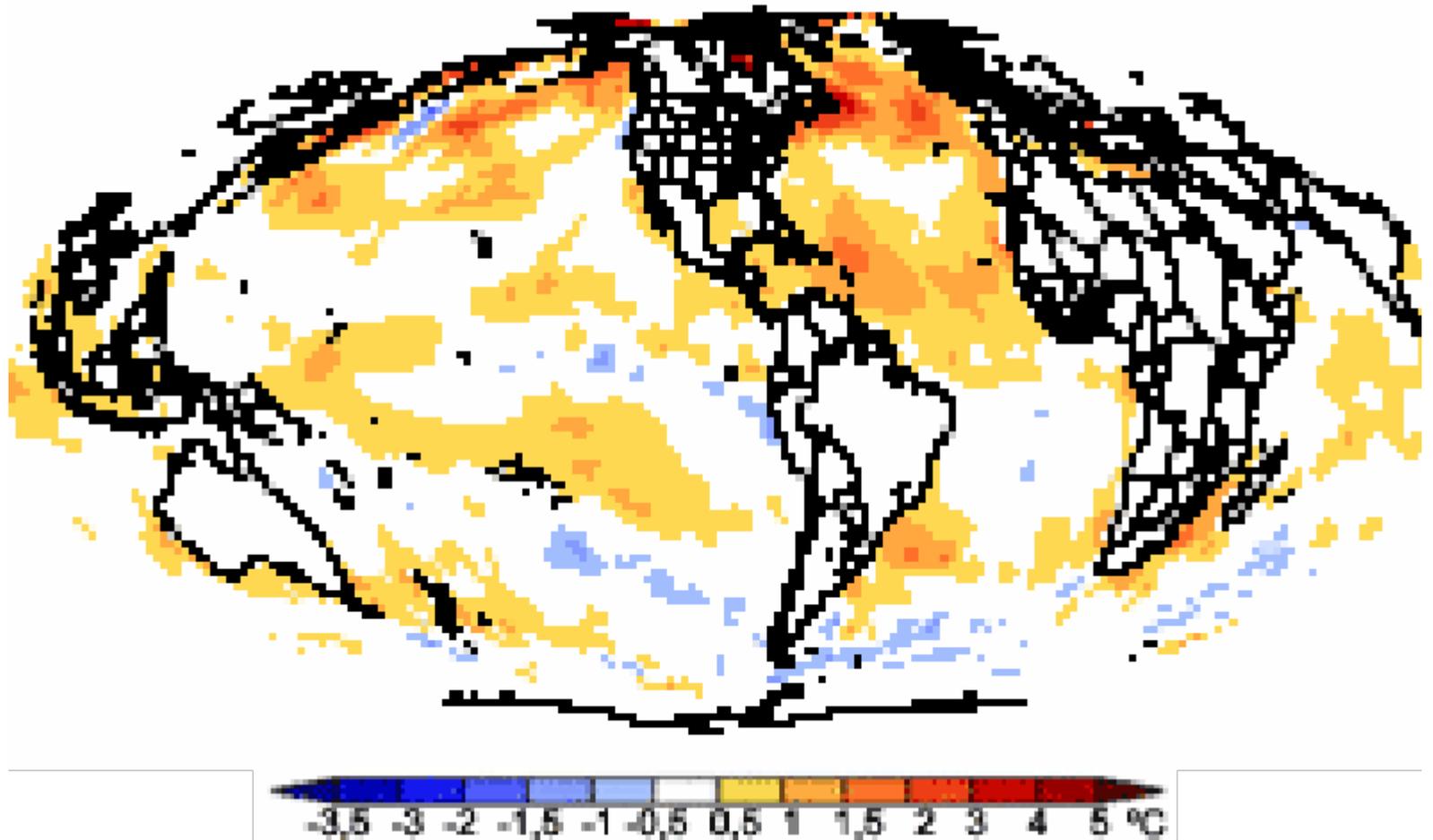
Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica

Sumário

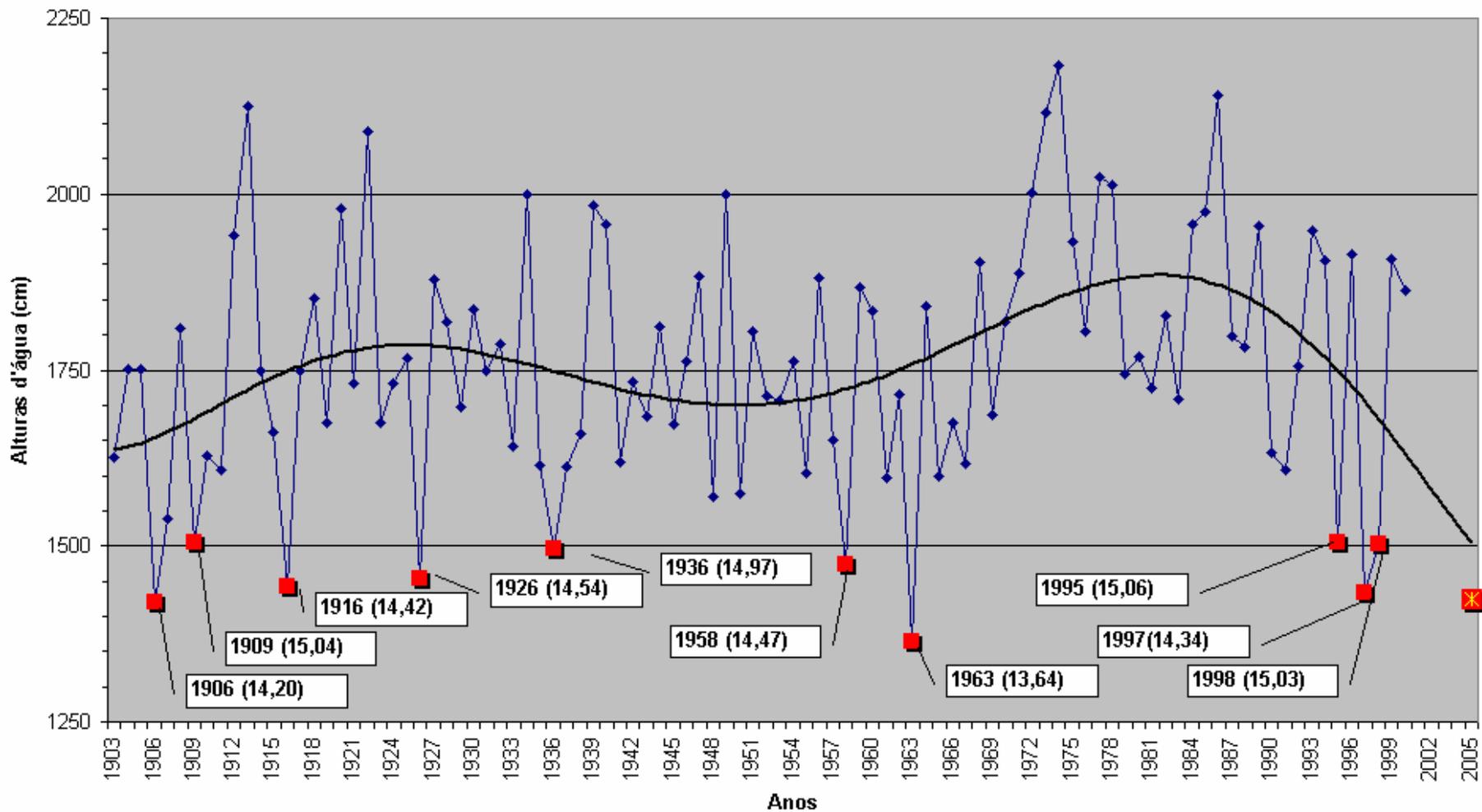
3. Vulnerabilidades da Bacia Amazônica

- Eventos Extremos - Secas e Cheias (Variabilidade e Vulnerabilidade Climática)
 - Variabilidade CLIMÁTICA
 - Efeitos possíveis do Atlântico Norte

Amazônia – Clima (09 e 10/2005)



Cotas Mínimas do Rio Negro em Manaus





Margem do Rio Negro em frente Manaus

21/10/2005, nível 14,41 metros



IMPACTOS DEL CC EN LA HIDROLOGIA DEL PERÚ

- En los Andes peruanos ya se observa un proceso de “deglaciación”, es decir derretimiento de la cordillera de los Andes.
- *Afectando nuestros bosques, con grandes incendios forestales*



Degelo dos Andes

- As geleiras estão reduzindo a um ritmo mais rápido do que previsto, devido à intensificação do efeito estufa. O efeito de degelo, embora mais intenso na Antártida, afeta as geleiras Andinas, que segundo alguns levantamentos já podem ter tido uma diminuição de mais de 20% nos últimos 20 anos (Asuncion, 2006).



IMPACTOS DEL CC EN LA HIDROLOGIA DEL PERÚ

- Los Cambios en la Precipitación, se presentan con incrementos ocasionales en algunas regiones de nuestro país, originando en muchas de ellas inundaciones, deslizamientos y huaycos.



- También, se presentan con deficiencias en ciertas en algunas regiones de nuestro país, originando en muchas de ellas sequías, afectando la agricultura y la ganadería.
- El caudaloso río Amazonas exhibe este año un caudal muy bajo, producto del calentamiento global.



RIO MANAQUIRI. (Foto: REUTERS) - BRASIL



Zona del Bajo Mayo - Juan Guerra.

O
c
t
u
b
r
e
,
2
0
0
5



IMPACTOS POR EFECTO ANTROPICO EN LA AMAZONÍA

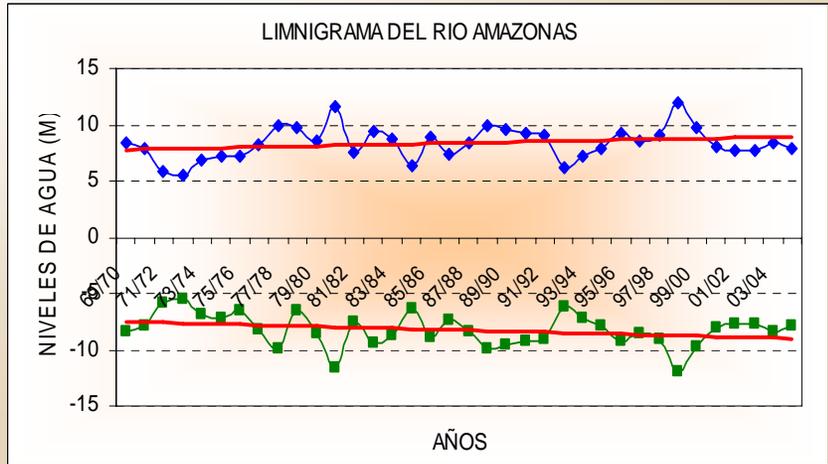
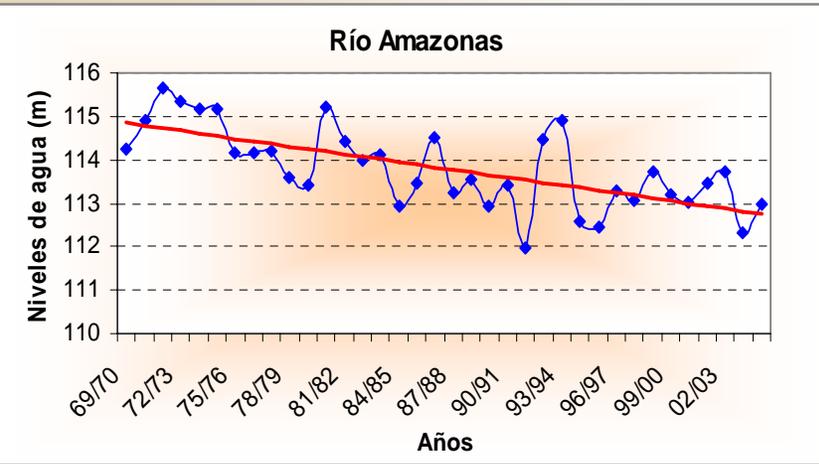
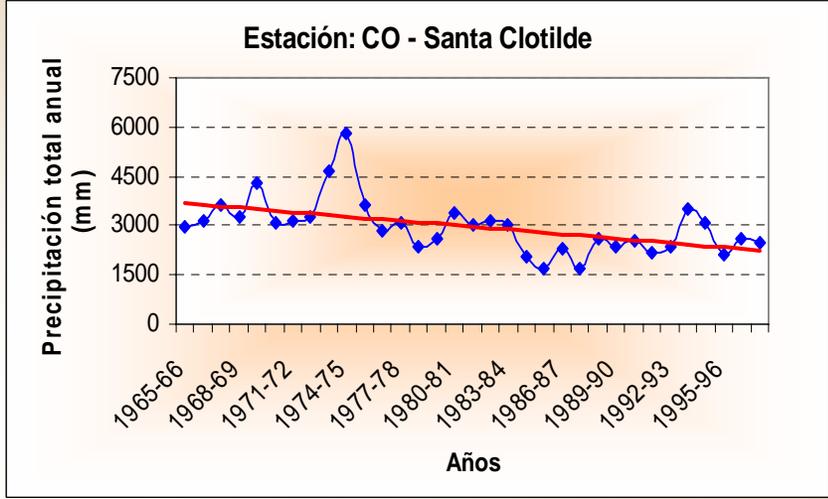
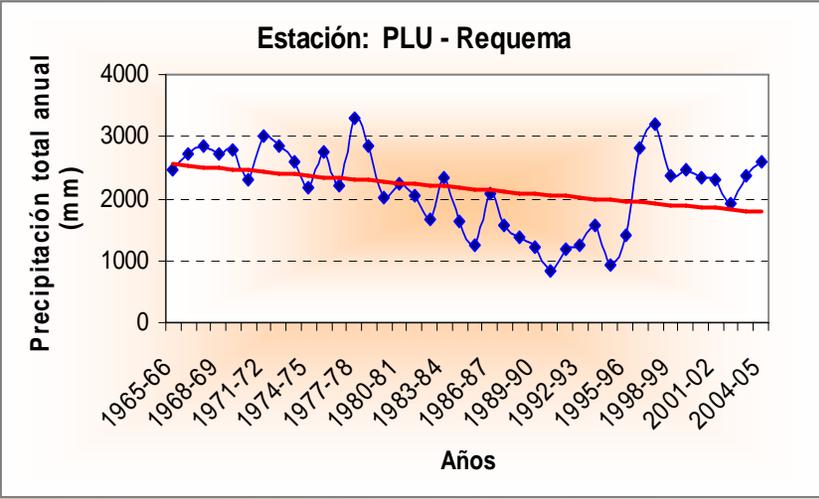
- *Agricultura migratoria, tala y quema de bosque*



O
c
t
u
b
r
e
,
2
0
0
5



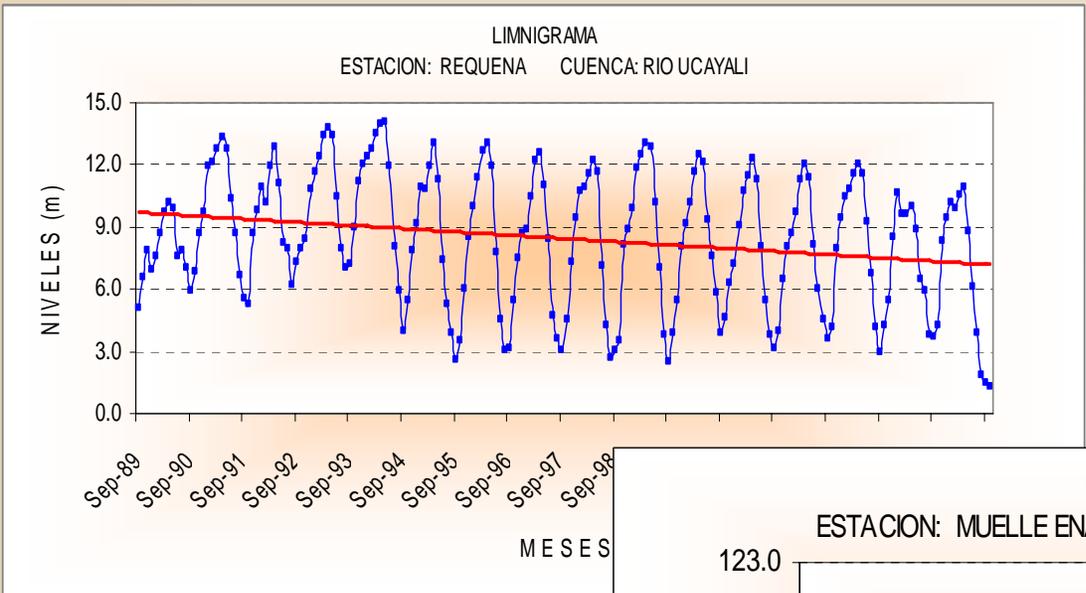
COMPORTAMIENTO PLUVIOMETRICO EN LA AMAZONIA



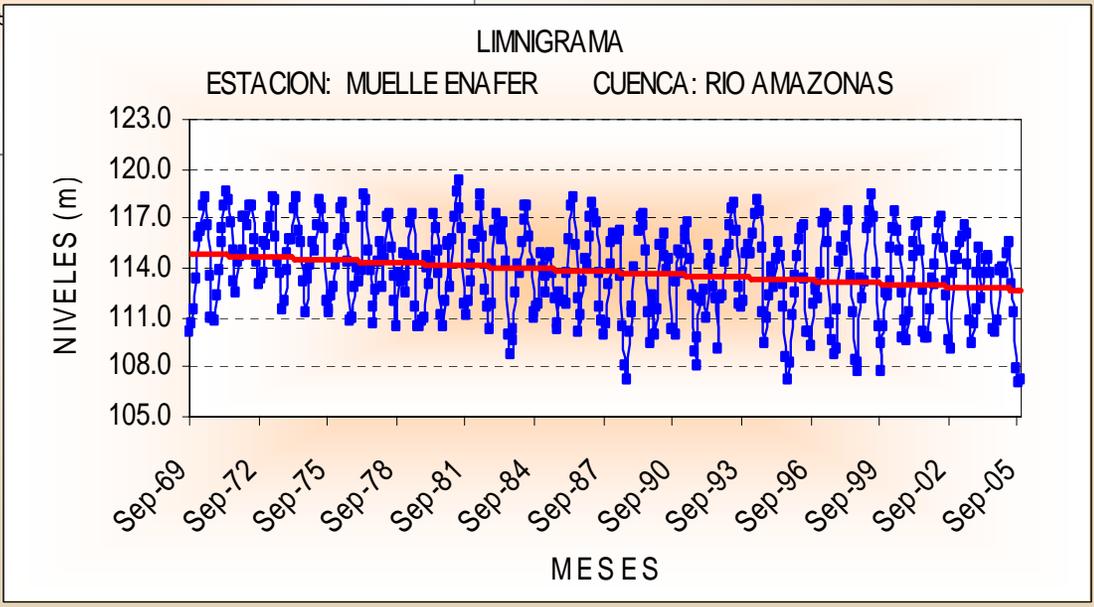
O
c
t
u
b
r
e
,
2
0
0
5



COMPORTAMIENTO HIDROLOGICOS RIOS AMAZONICOS



Descenso medio mensual de = 0,020 m
Descenso máximo mensual = 4,580 m
Incremento Máximo mensual = 4,670 m



Descenso medio diario = 0,04 cm
Descenso máximo diario = 2 m
Incremento máximo diario = 3 m

O
c
t
u
b
r
,
2
0
0
5

Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica

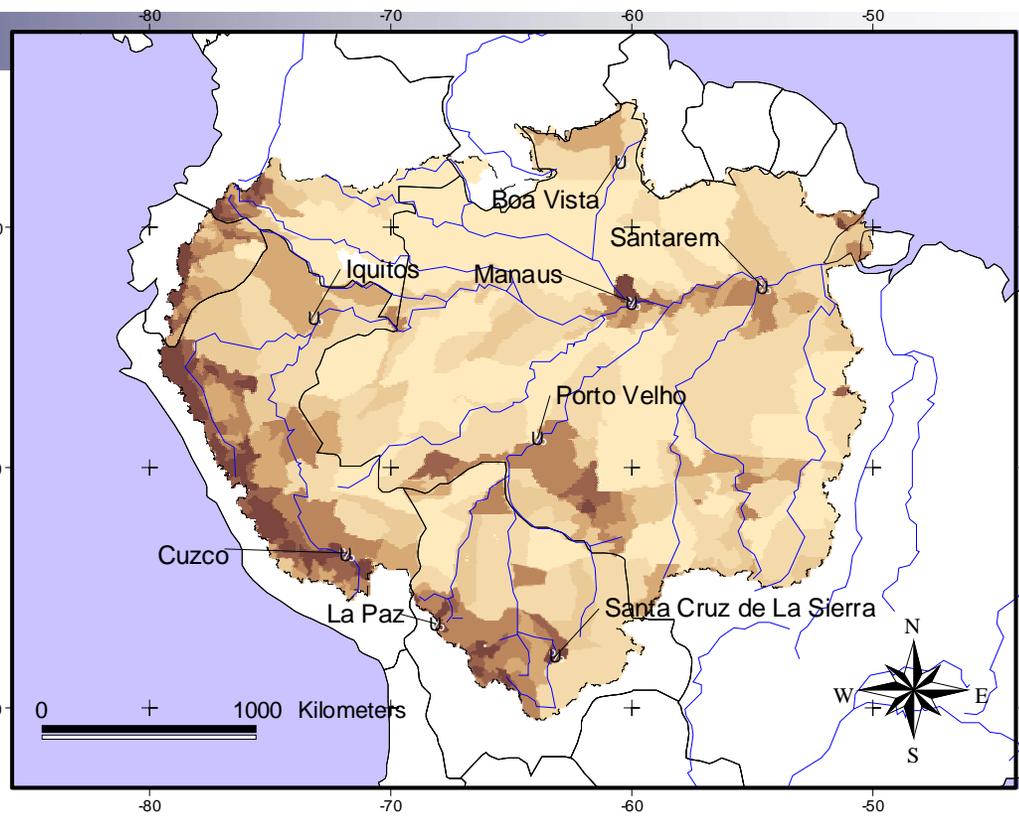
Sumário

3. Vulnerabilidades Antrópicas da Bacia Amazônica

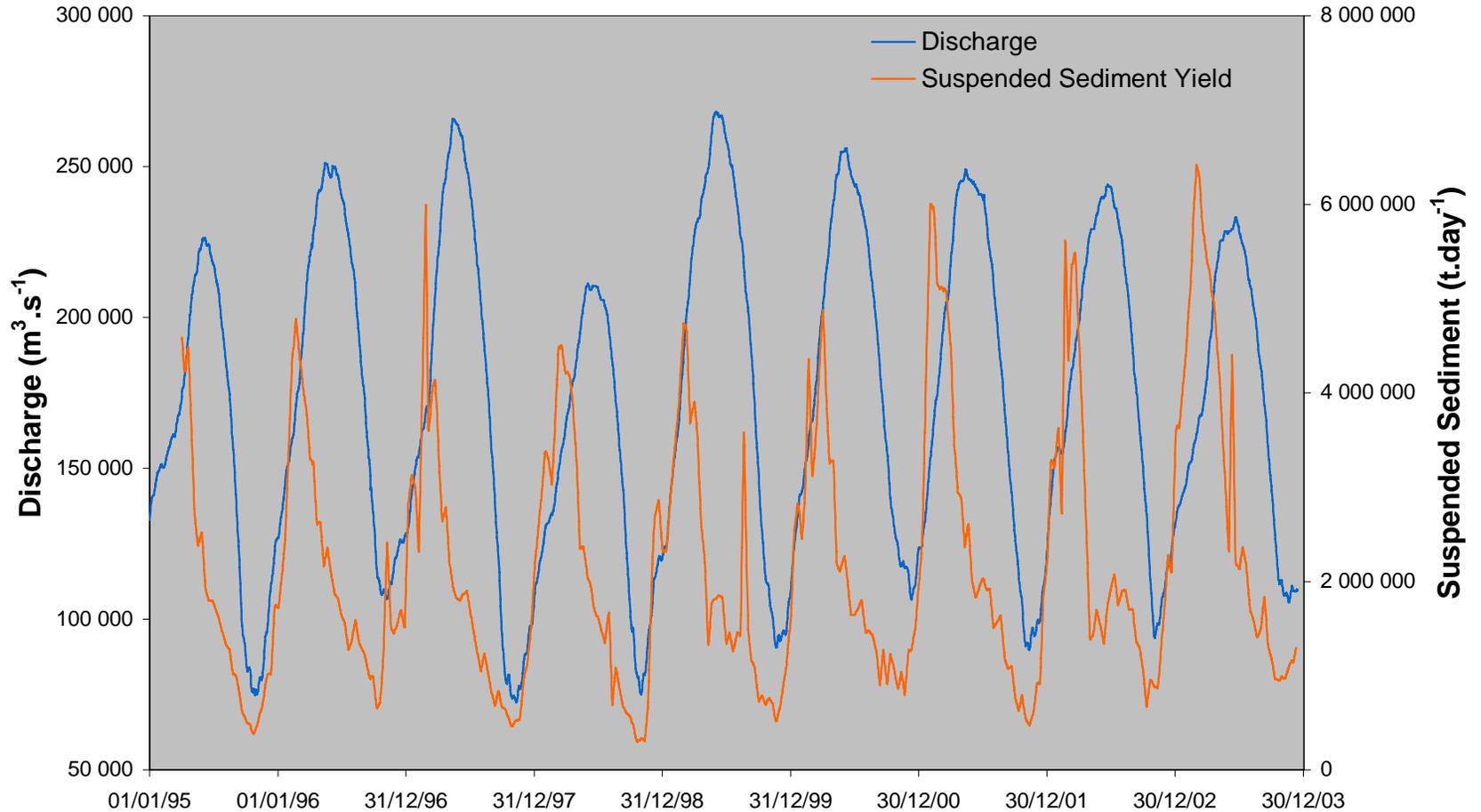
- SEDIMENTAÇÃO DO LEITO DOS RIOS (USO DO SOLO /rápidas alterações + chuvas intensas nos Andes):
 - Brasil – Bacia Amazônica – Ecossistemas e Desmatamento
 - Descarga Sólida e Descarga Líquido dos Rios da Bacia Amazônica
 - Descarga de Sedimentos por Sub-Bacia
- POLUIÇÃO:
 - Grandes Cidades – Baixo Tratamento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



La presión antrópica



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

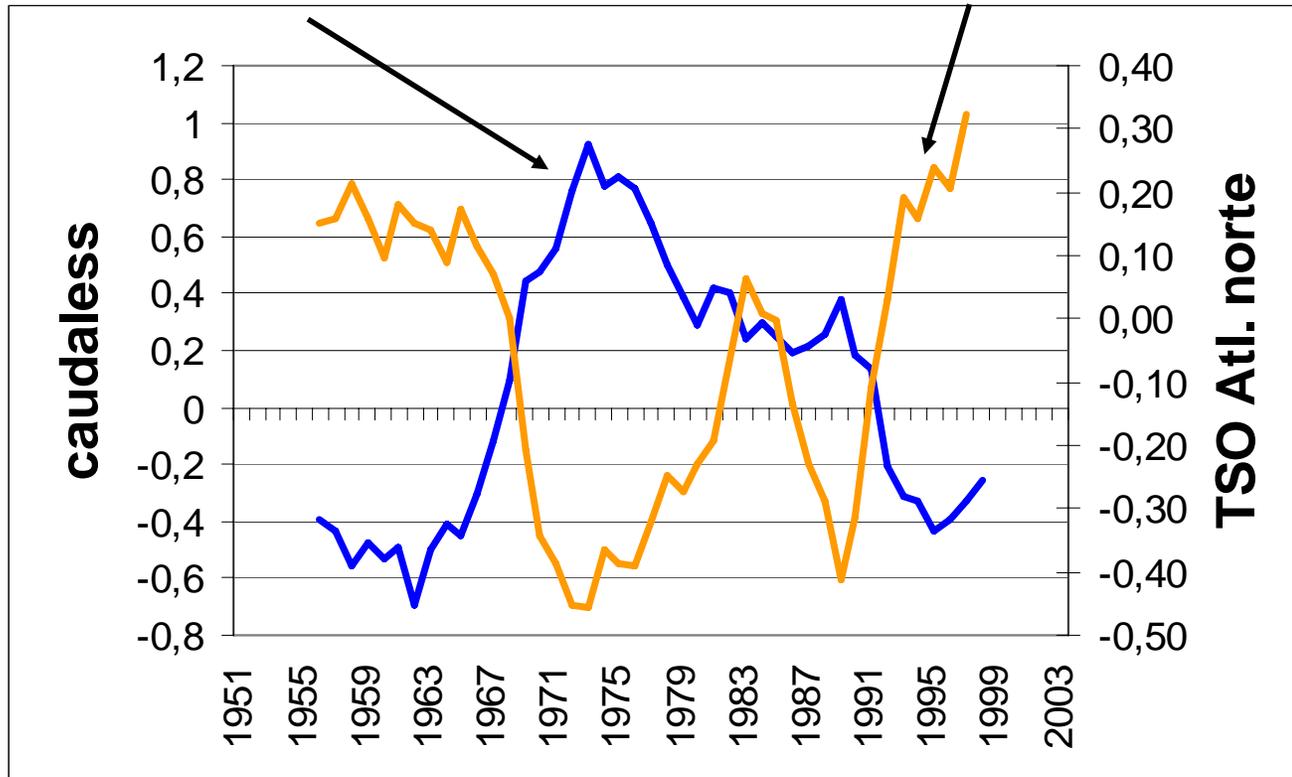


Variabilidad temporal del flujo de sedimento :

* fuerte variabilidad estacional

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

Óbidos- caudales mínimos



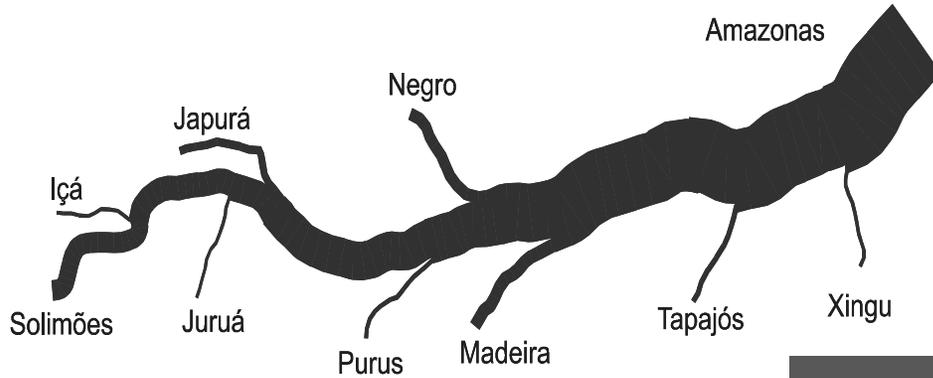
Una variabilidad a largo plazo se observa también en las Temperaturas de Superficie del Océano (TSO) del Atlántico tropical norte (Labat et al. 2004)

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

Bacia Amazônica – Descarga líquida e sólida

Descarga líquida

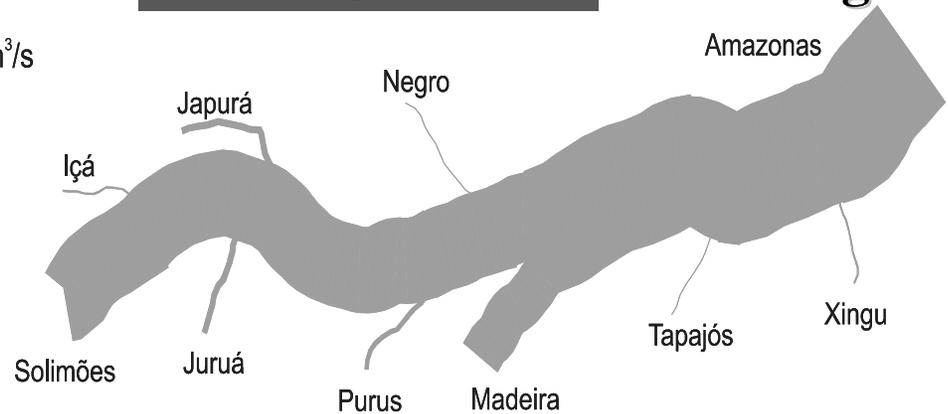
Water Discharge



100 000 m³/s

Descarga sólida

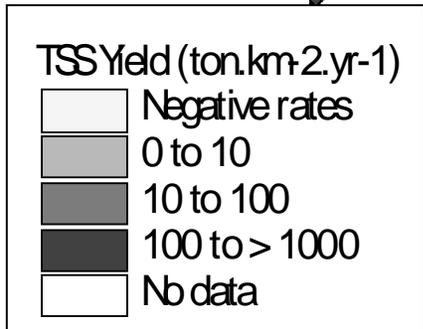
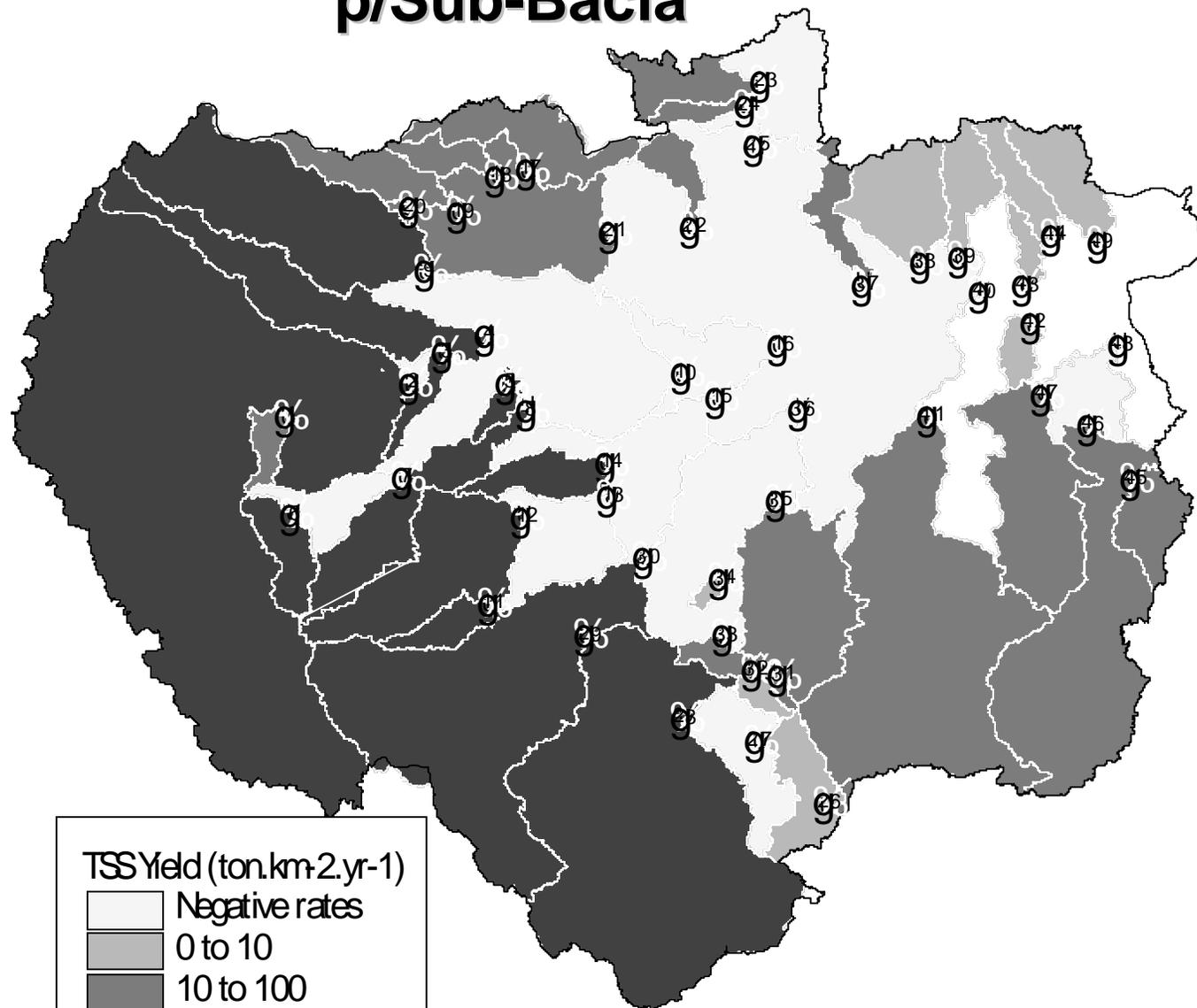
Sediment Discharge



200 10⁶ t/an

Bacia Amazônica – Descarga de Sedimentos p/Sub-Bacia

➤ Sediment Discharge per Year 1980-2000



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

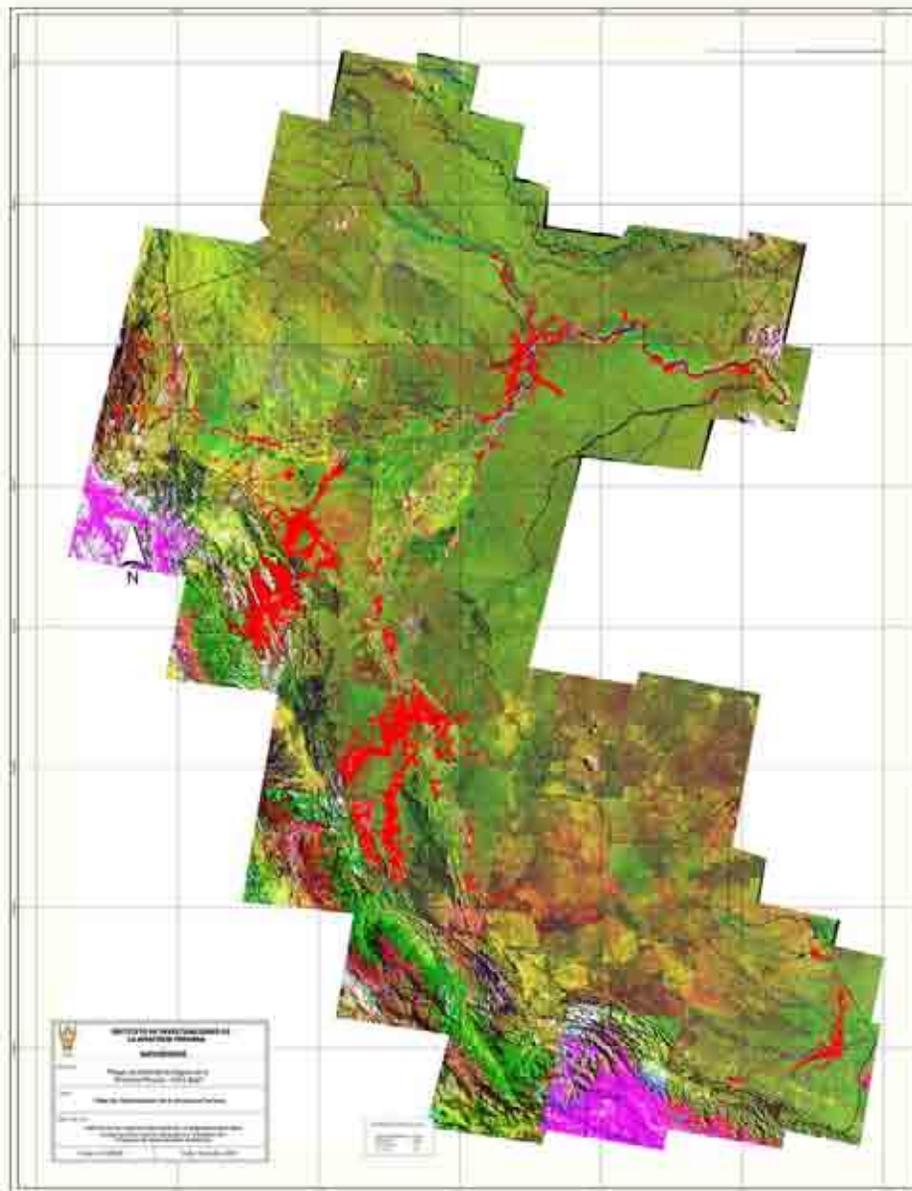


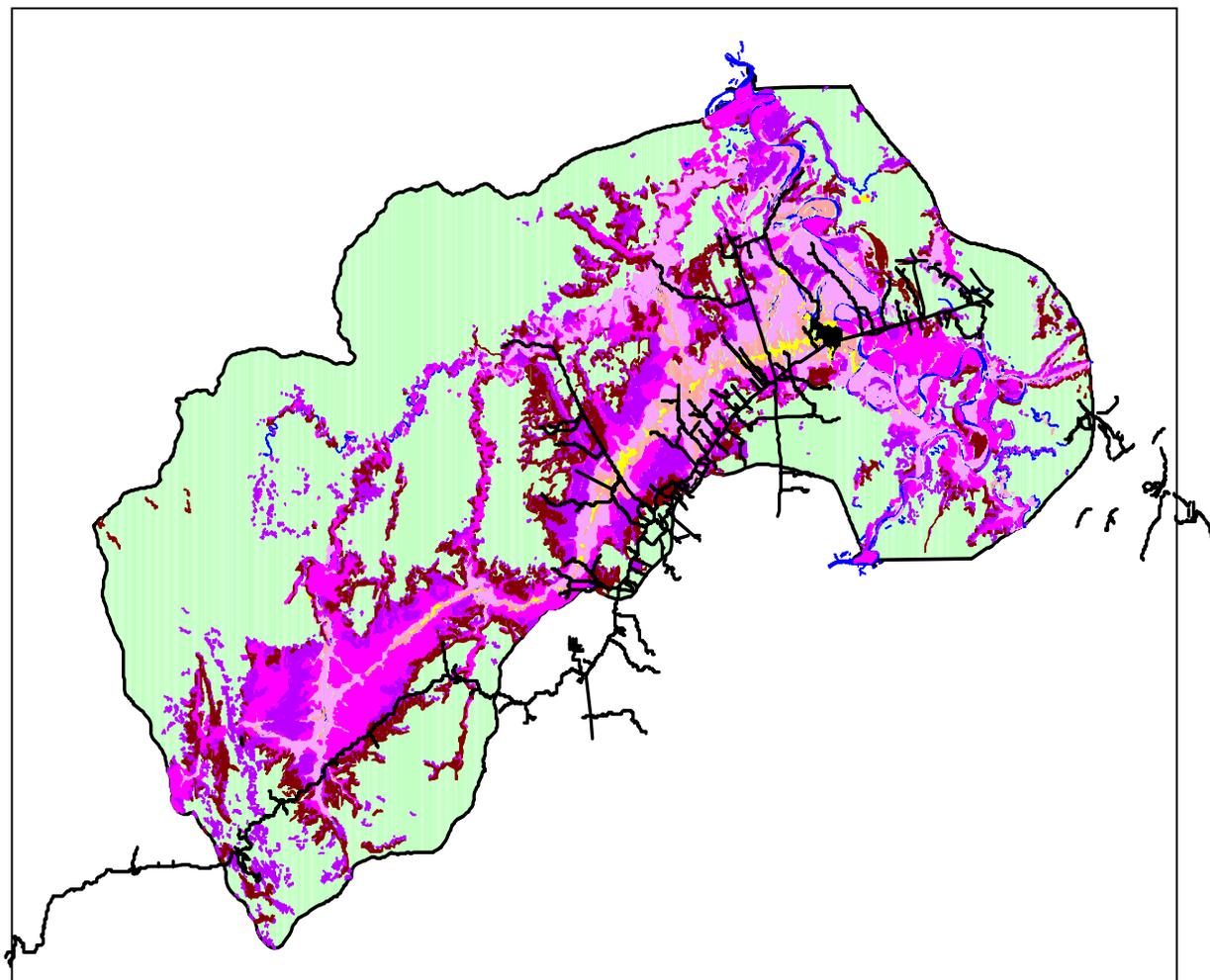
Manacapuru

Aportes sólidos



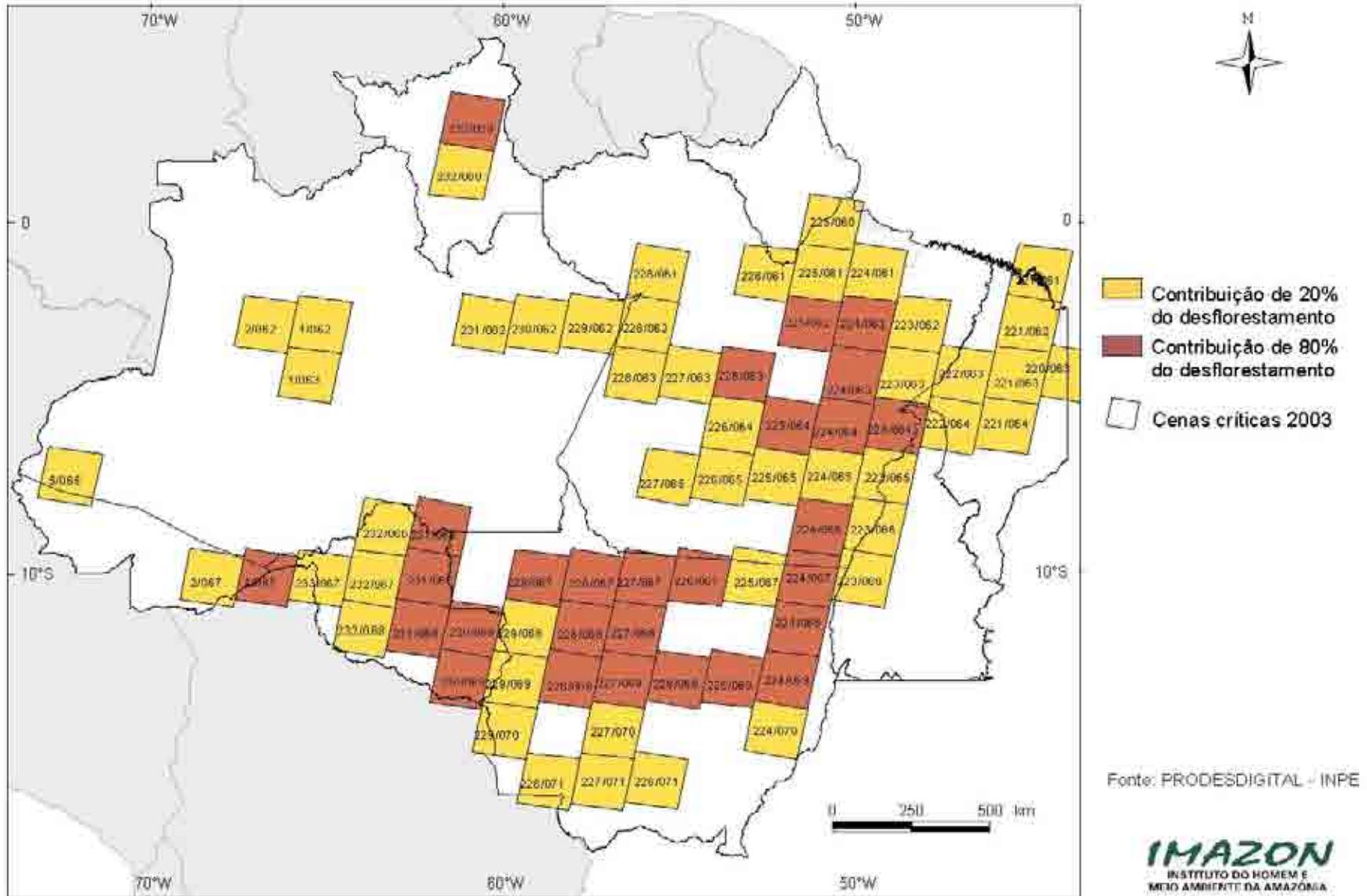
MAPA DE DEFORESTACION DE LA AMAZONIA PERUANA - SELVA BAJA



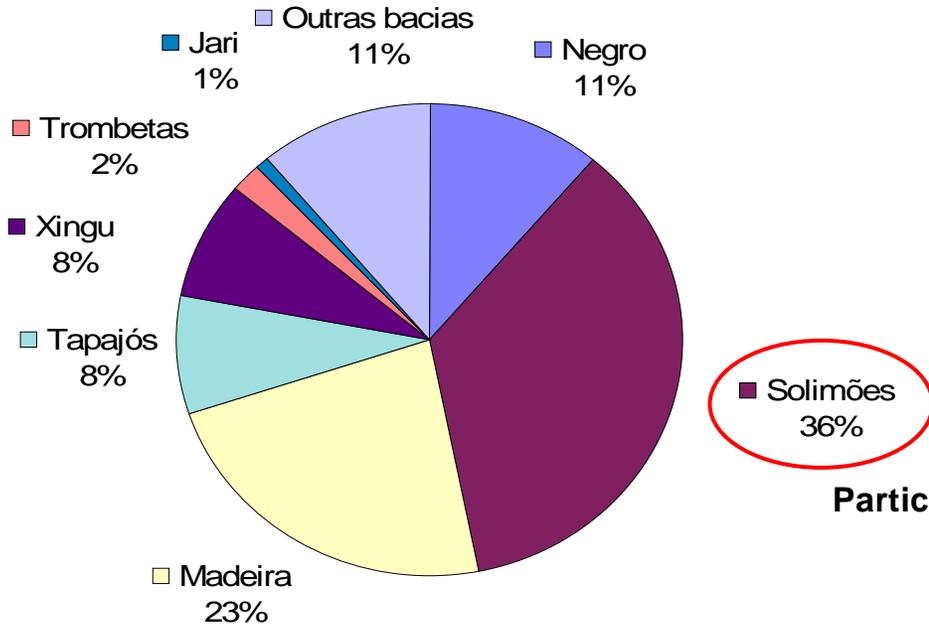


IIAP: Proceso de deforestación en la cuenca del Río Aguaytía-Pucallpa, años 1955, 1974, 1981, 1989, 1995.

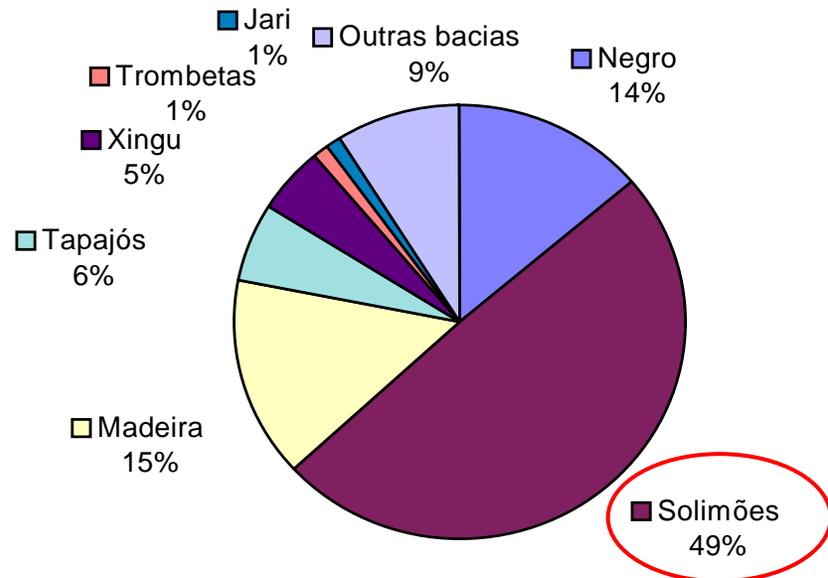
Áreas Críticas – 2003/04

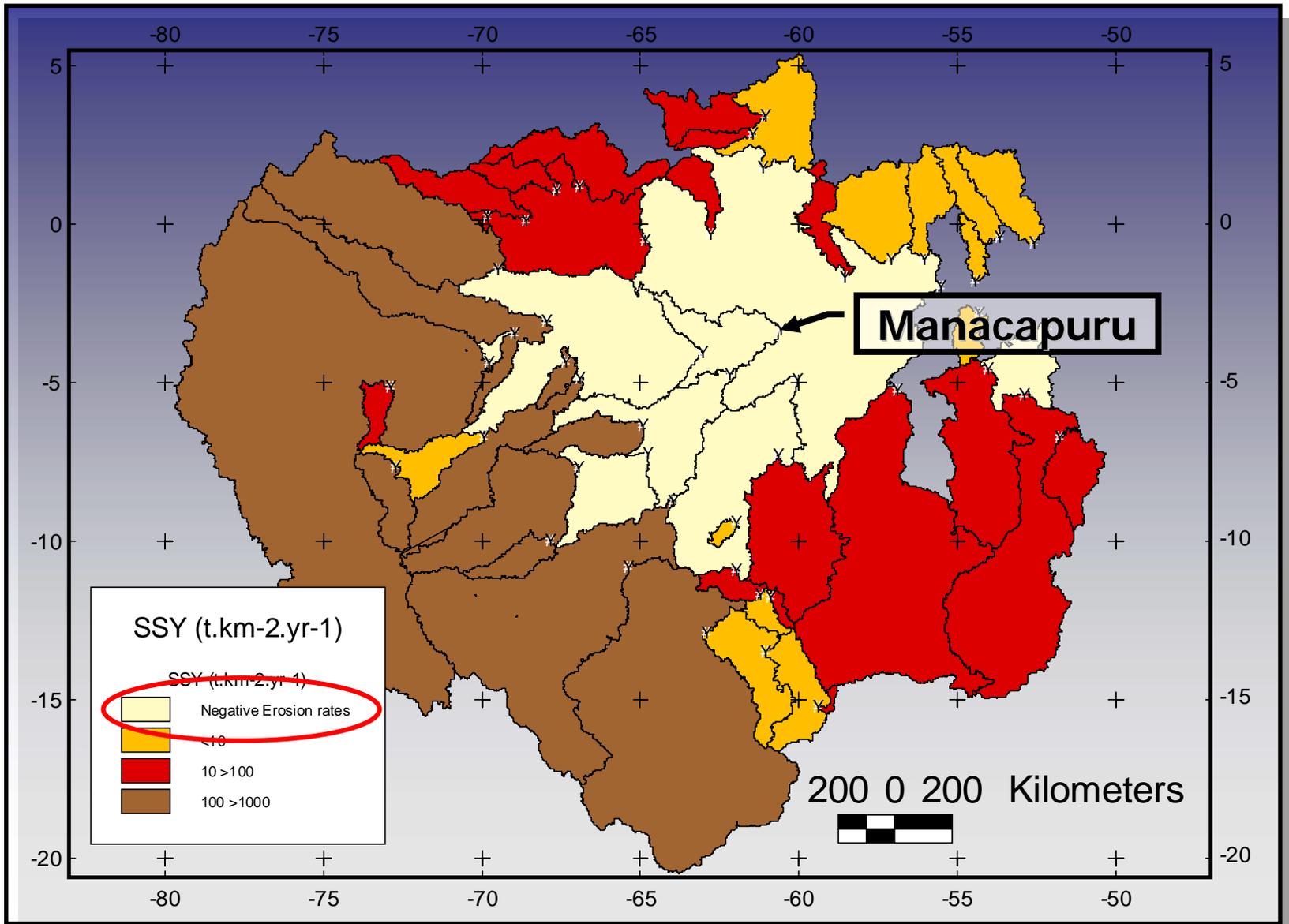


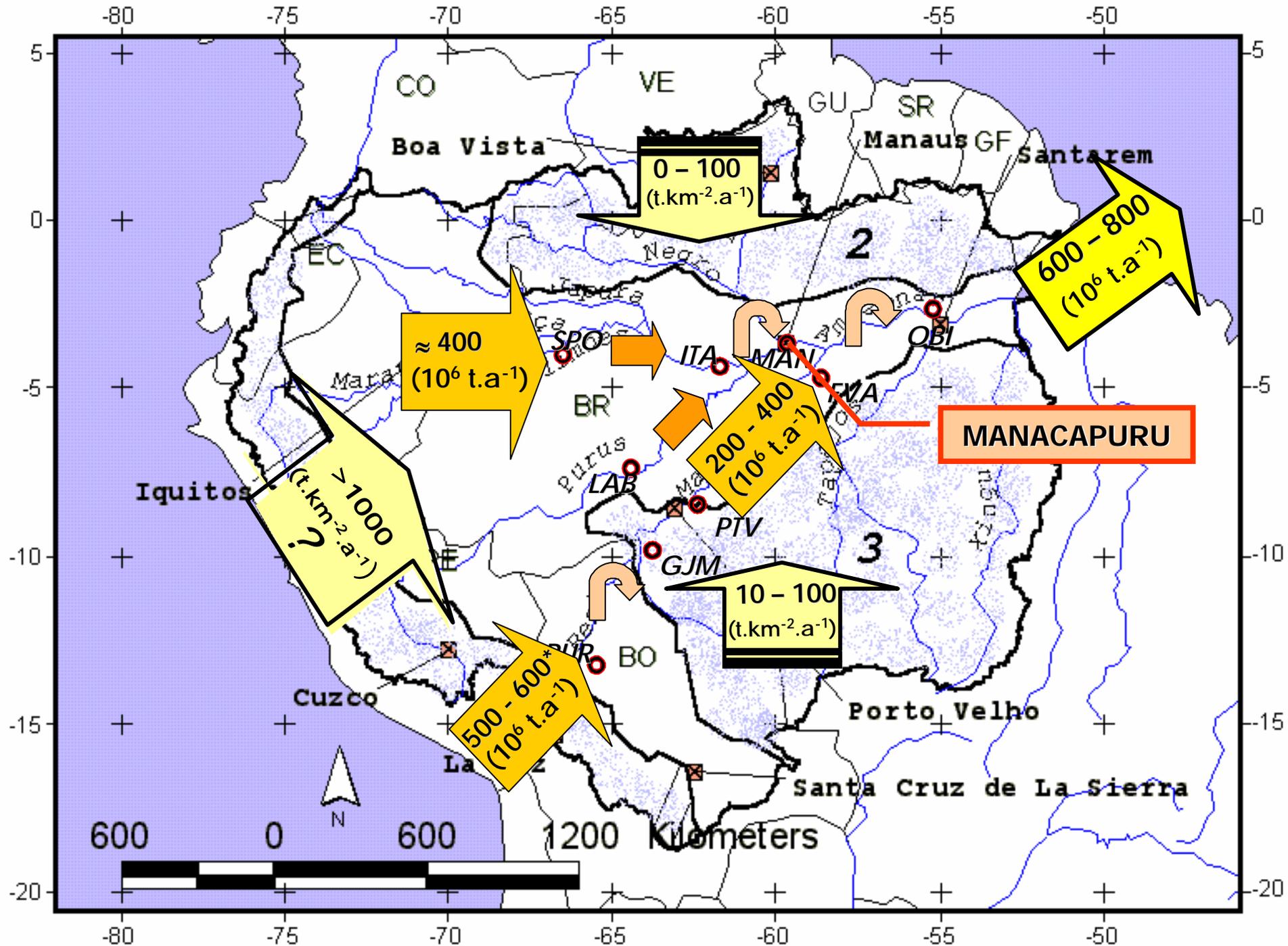
Participação na Área Total da Bacia



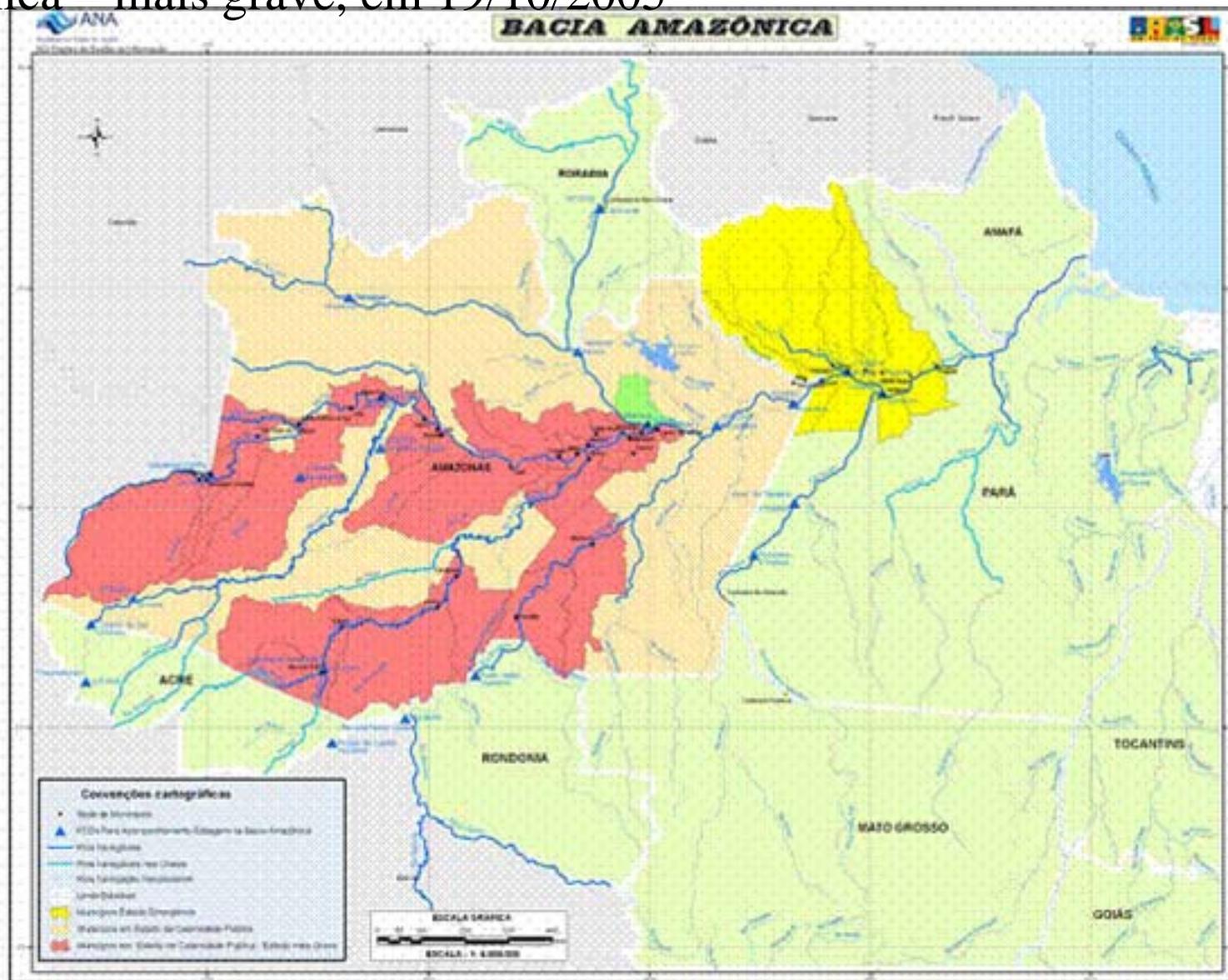
Participação na Descarga Líquida Total Estimada para o Amazonas







Bacia Amazônica em território brasileiro Municípios em Estado de Emergência, Estado Calamidade Pública e Estado de Calamidade Pública – mais grave, em 19/10/2005





Impacto da seca na Bacia Amazônia

Somente no Estado do Amazonas (BR) a seca de 2005 afetou mais de 914 comunidades, o que equivale a cerca de mais de 167 mil habitantes ou 32 mil famílias, segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil (ver figura 19).

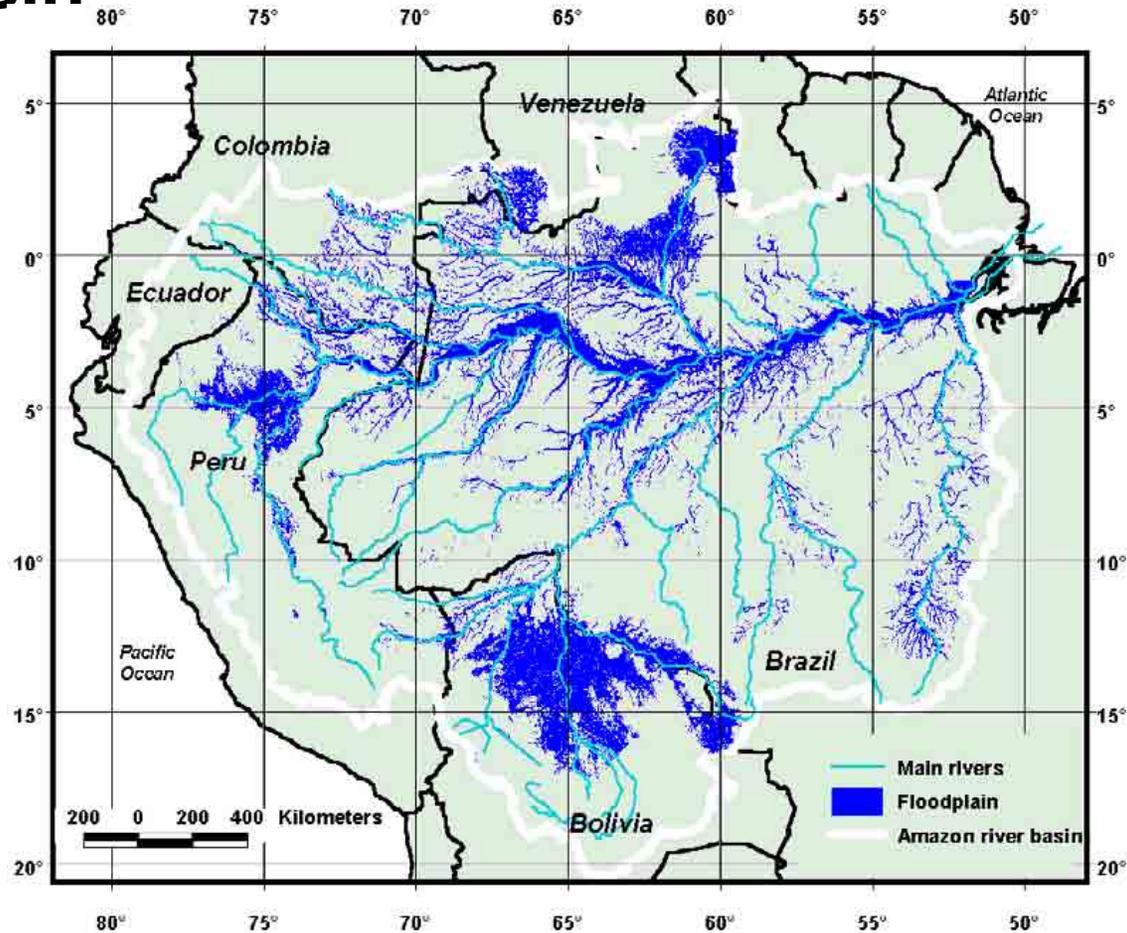
Impacto da seca na Bacia Amazônia

- i. aumento do isolamento das comunidades - **a navegação foi afetada**, dificultando o transporte de óleo diesel para geração de energia elétrica, alimentos não produzidos nas localidades e mesmo medicamentos e outros bens vitais;

- ii. à falta de água **afetou a produção pesqueira**, principal fonte de nutriente animal para estas comunidades, isto foi bastante grave, pois nos últimos anos a pesca também vem sendo afetada por atividades predatórias antrópicas e expansão desordenada dos jacarés, o que tem diminuído a disponibilidade o pescado em tempos normais.

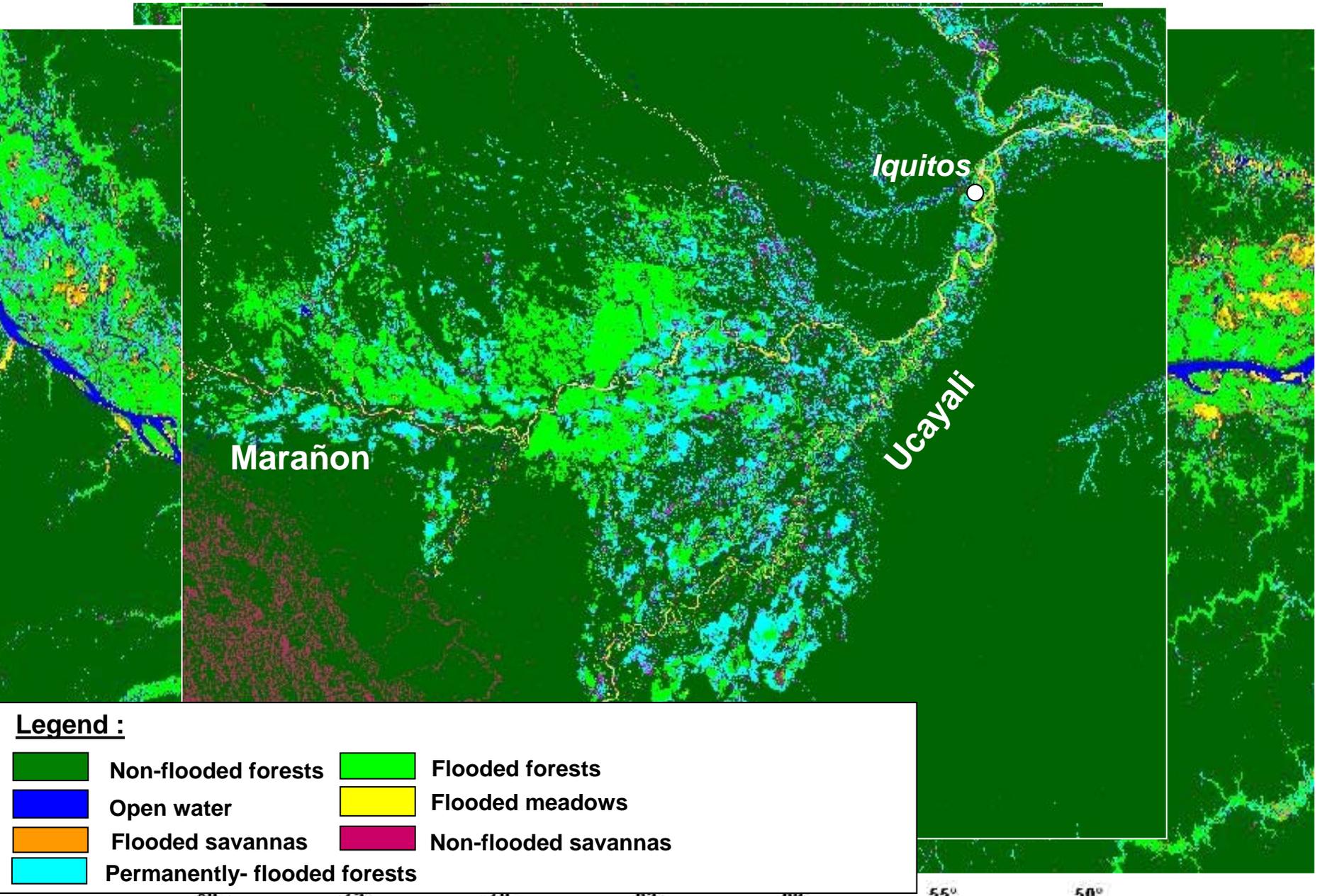
- iii. à falta de água também **dificulta o acesso à água potável** para o abastecimento humano e mesmo em alguns casos, onde a pecuária já esta presente, a dessedentação animal. A água fluvial no interior de grande parte da Amazônia é de baixa qualidade, a água potável é encontrada em lençóis freáticos (água subterrânea) e água de chuva, quando coletada antes de se misturar às águas dos rios.

Mapping of the areas exposed to floods in the whole basin

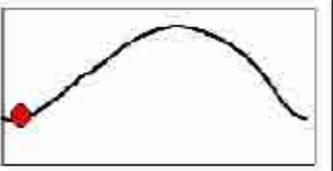
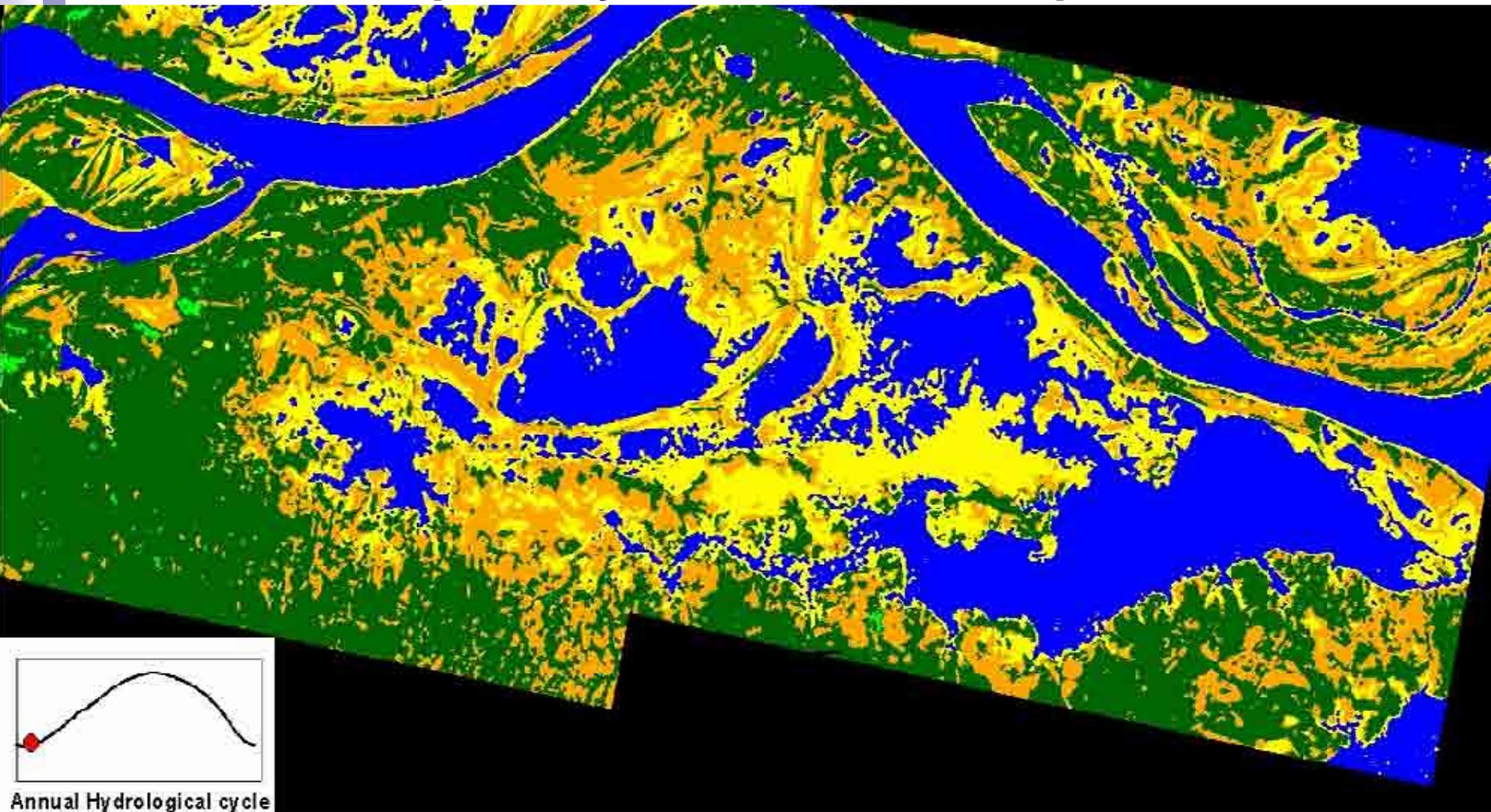


- Flooded areas (Monomodal flood) : **500 000 km² ± 50 000 km²**
- Water storage capacity of the floodplain during the flood peak
 - **2750 ± 360 km³** (representing ~ 40 % of the Amazon annual liquid flow)

Mapping of the main vegetation type in the floodplains



Temporal dynamic of the floodplain



Annual Hydrological cycle

Water level measured at Curuaí station (ANA network)

Legend :

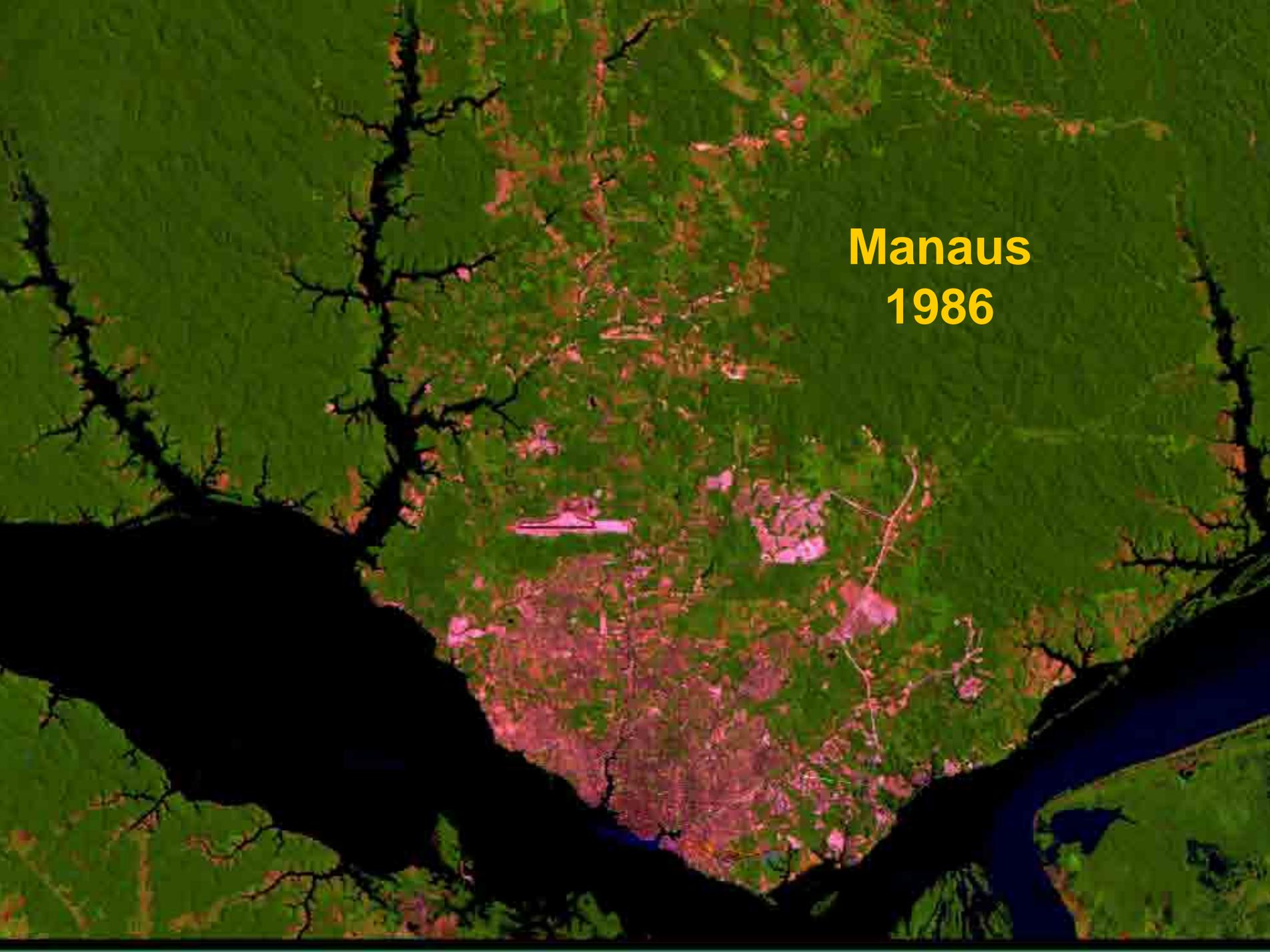


- | | | | |
|--|--|---|---|
|  Non-flooded forests |  Flooded forest | | |
|  Open water |  Meadows |  Savannas |  Floating vegetation |

Amazonia – Saneamento e OCUPAÇÃO URBANA

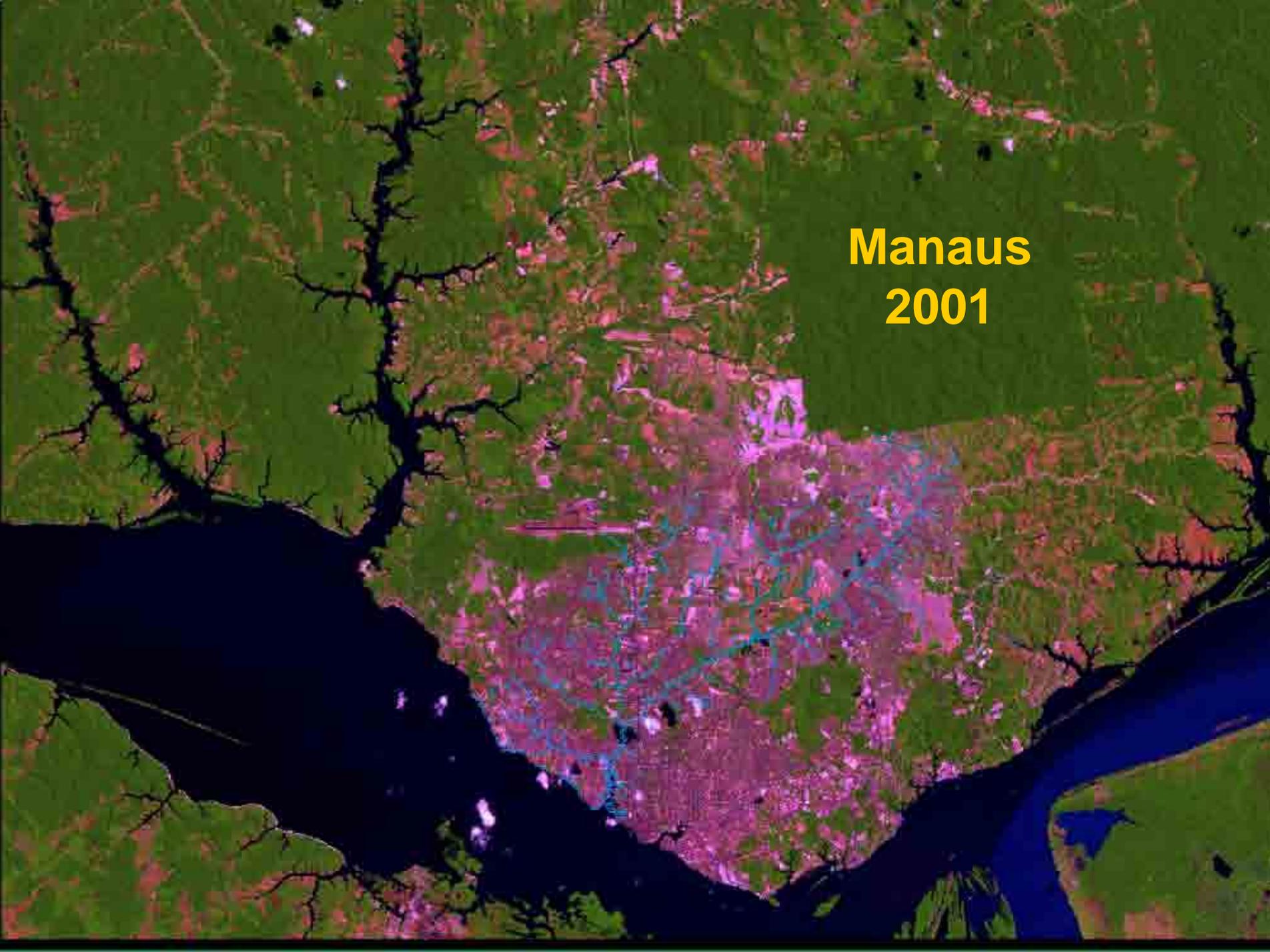


Aproximativamente **60** % da população de Manaus vive em ocupações urbanas desordenadas.

An aerial photograph of a dense tropical forest canopy. The forest is mostly green, with some brownish patches indicating dead or dying trees. A dark blue river flows through the lower right portion of the image. In the center, a small, light-colored rectangular structure is visible on the ground. The text 'Manaus 1986' is overlaid in yellow in the upper right quadrant.

Manaus
1986

Manaus
2001



Vulnerabilidades Climáticas e Antrópicas de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica

Sumário

4. Ações de Adaptação para Redução da Vulnerabilidade Amazonica

- **Ações Não Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)**
- **Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)**

Ações Não Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

- Garantir em regime de alerta o abastecimento de água potável, alimentos e medicamentos a toda a população atingida;
- Aumentar o uso da água subterrânea ;
- 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;
- Manter controle de doenças na população atingida, sobretudo, de doenças provocadas pela intoxicação da água e alimentos;
- Sistema de Informação sobre Água para Eventos Extremos na Amazônia;
- Mapas de vulnerabilidade para eventos extremos – secas e cheias;
- Planos de Contingenciamento contra Secas e Cheias – com autoridades publicas e sociedade civil;

Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

- Garantia de abastecimento de água em eventos extremos na Amazônia, com destaque para um Programa de Cisternas e Poços Artesianos;
 - Pesquisa para o tratamento descentralizado da água doce para produção de água potável no interior da região;
 - 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).
 - Uso de biomassa na geração de energia em comunidades com mais de 20 famílias e inferior o uso da energia solar.
 - Piscicultura com espécies da região.
 - Capacitar a população para conservação de alimentos e uso racional da água;
- 

Ações Estruturais para eventos extremos (seca e cheias)

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