



SEMINÁRIO GERENCIAMENTO A ESCASSEZ DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

CAMPINAS– SP 17 DE JULHO DE 2014



- Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo (FEC-UNICAMP)
- Prof. Dr. José Teixeira Filho (FEAGRI-UNICAMP)
- Dr. Rafael Mingoti (EMBRAPA)
- MSc Marco Antônio Jacomazzi (Doutorando FEC-UNICAMP)

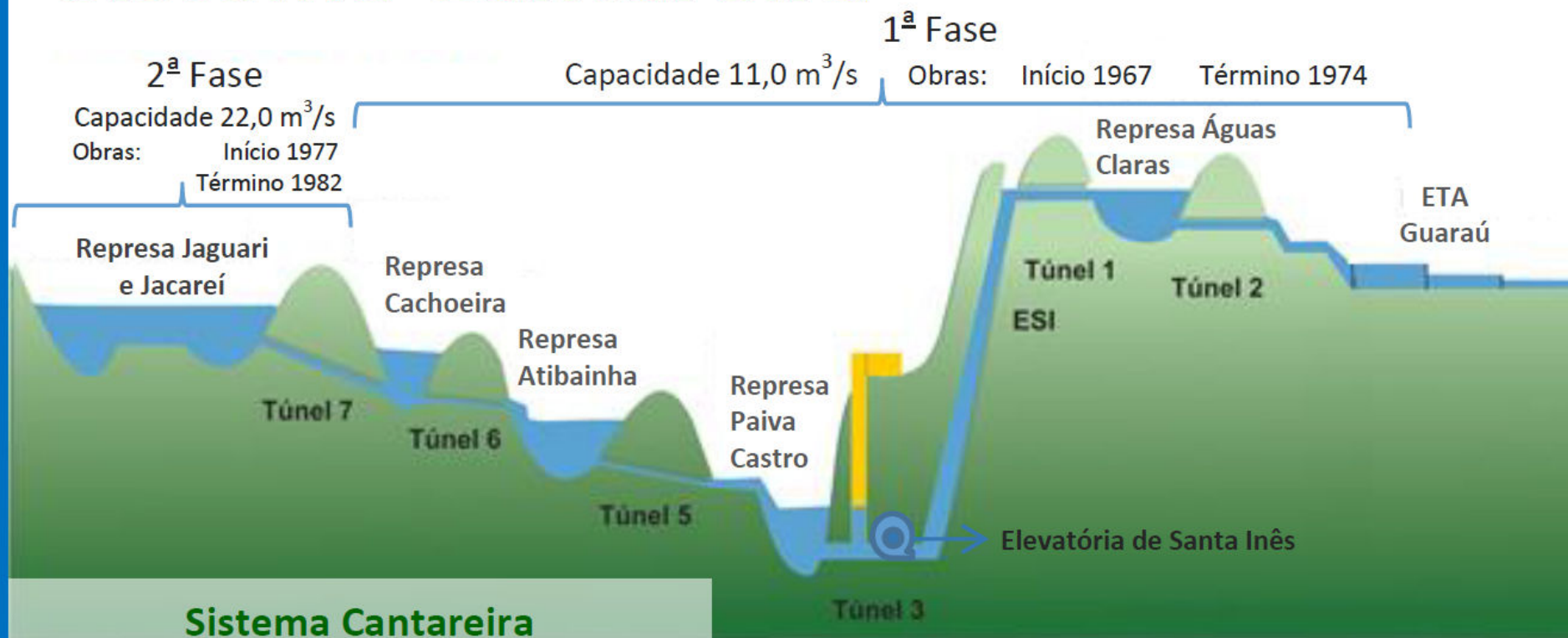
Laboratório de **A**poio Multicritério à **D**ecisão Orientada à **S**ustentabilidade **E**mpresarial e **A**mbiental -

LADSEA

Departamento de Recursos Hídricos – DRH
Faculdade de Engenharia Civil – FEC / UNICAMP

BACIAS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

Sistema Cantareira

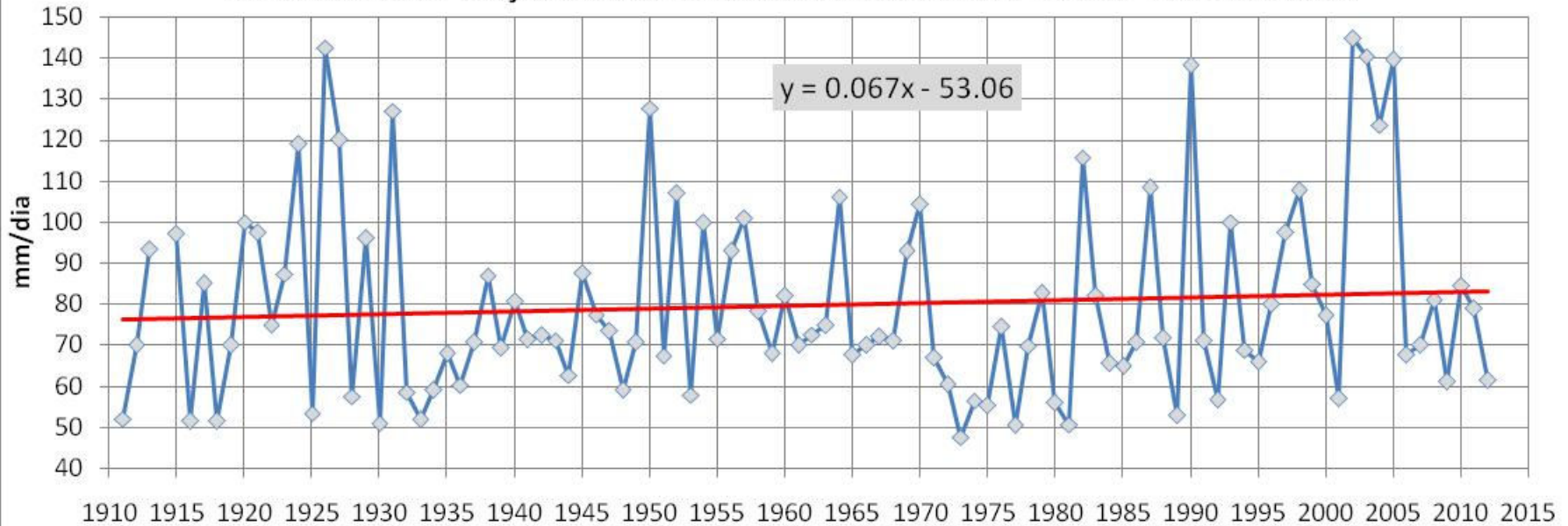


Sistema Cantareira

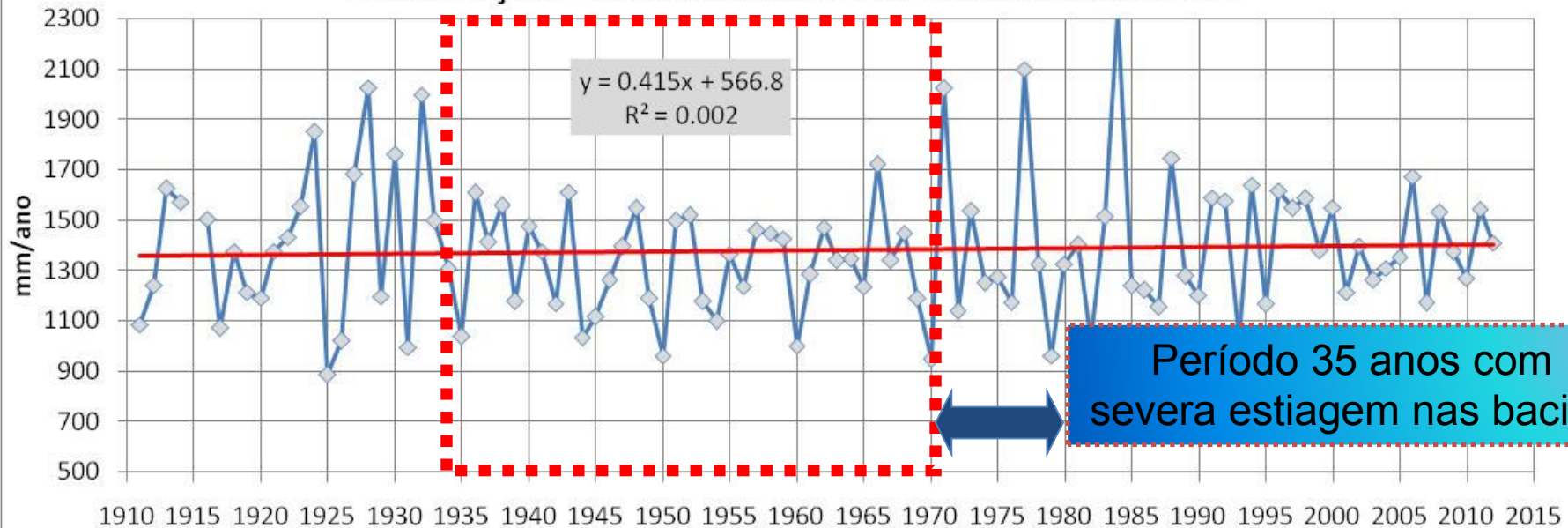
Capacidade total = $33 \text{ m}^3/\text{s}$

Concepção: DAEE, Projeto Juqueri, 1966,
Consolidado Plano HIBRACE, 1968

MÁXIMA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DIÁRIA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS

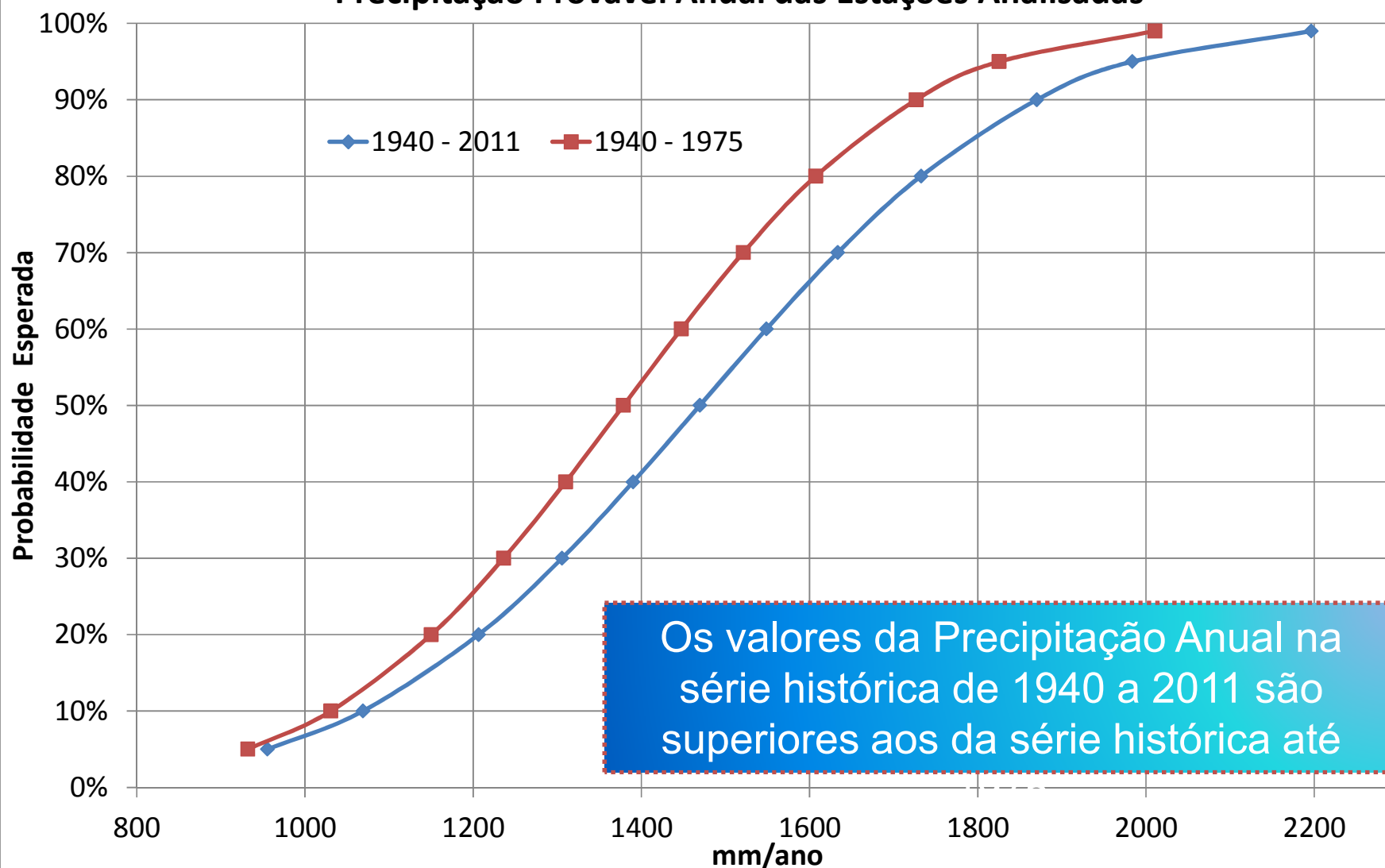


PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS

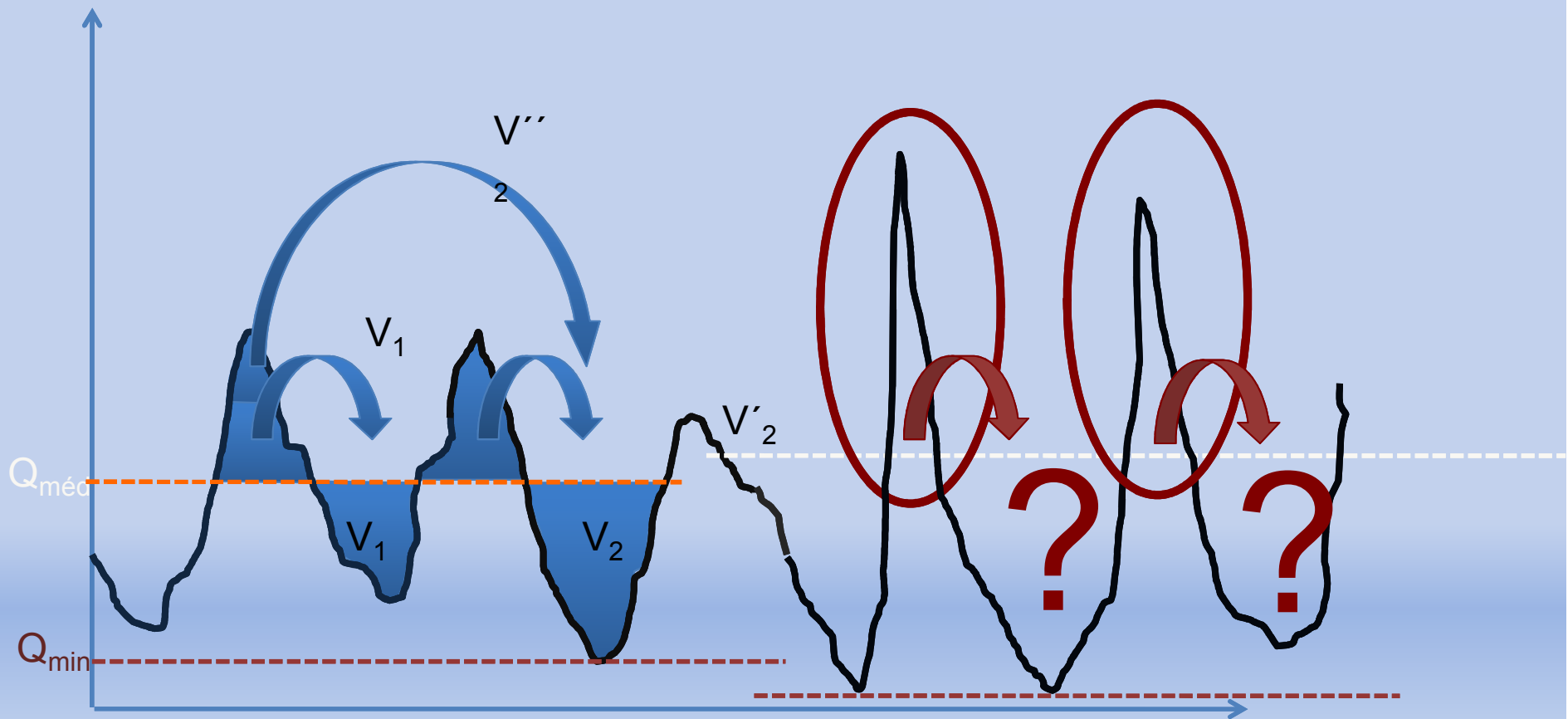


VALORES PROVÁVEIS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL NA BACIA PCJ

Precipitação Provável Anual das Estações Analisadas



Regularização de Vazões





Modelo de Operação do Sistema Cantareira

- Operação integrada, sendo o conjunto de reservatórios como “Sistema Equivalente”

- Alteração dos Volumes Úteis Operacionais:

Até 2004, $VU = 765,71 \text{ hm}^3$

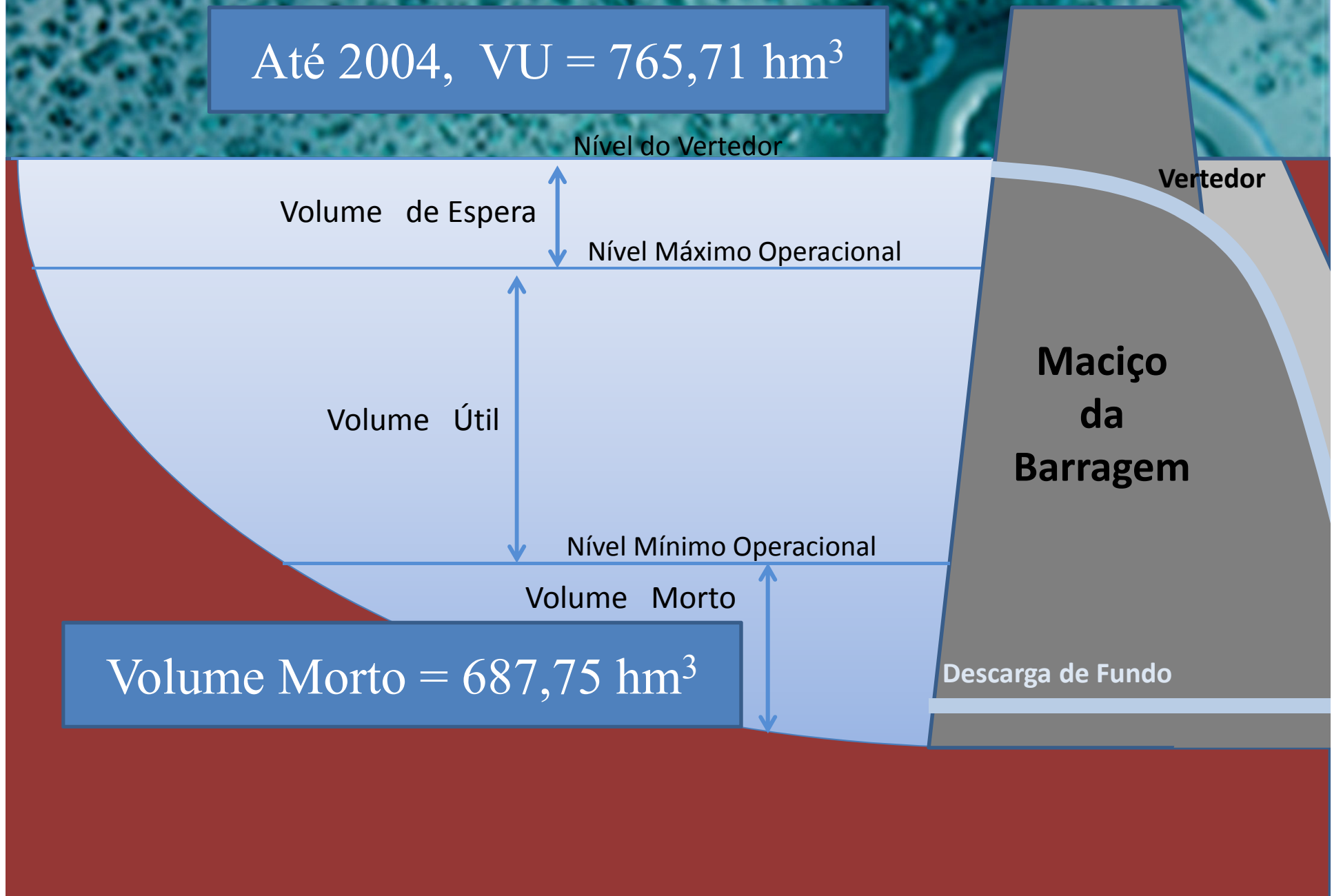
Até 2010, $VU = 978,50 \text{ hm}^3$

A partir de 2010, $VU = 973,50 \text{ hm}^3$

- Adoção da metodologia das Curvas de Aversão ao Risco (C.A.R) para o cenários mais crítico, ou seja, biênio 1953/1954;
- Fracionamento das vazões de retirada para RMSP e PCJ, segundo prioridade de uso;
- Adoção de mecanismos de Compensação – “Banco de Águas”

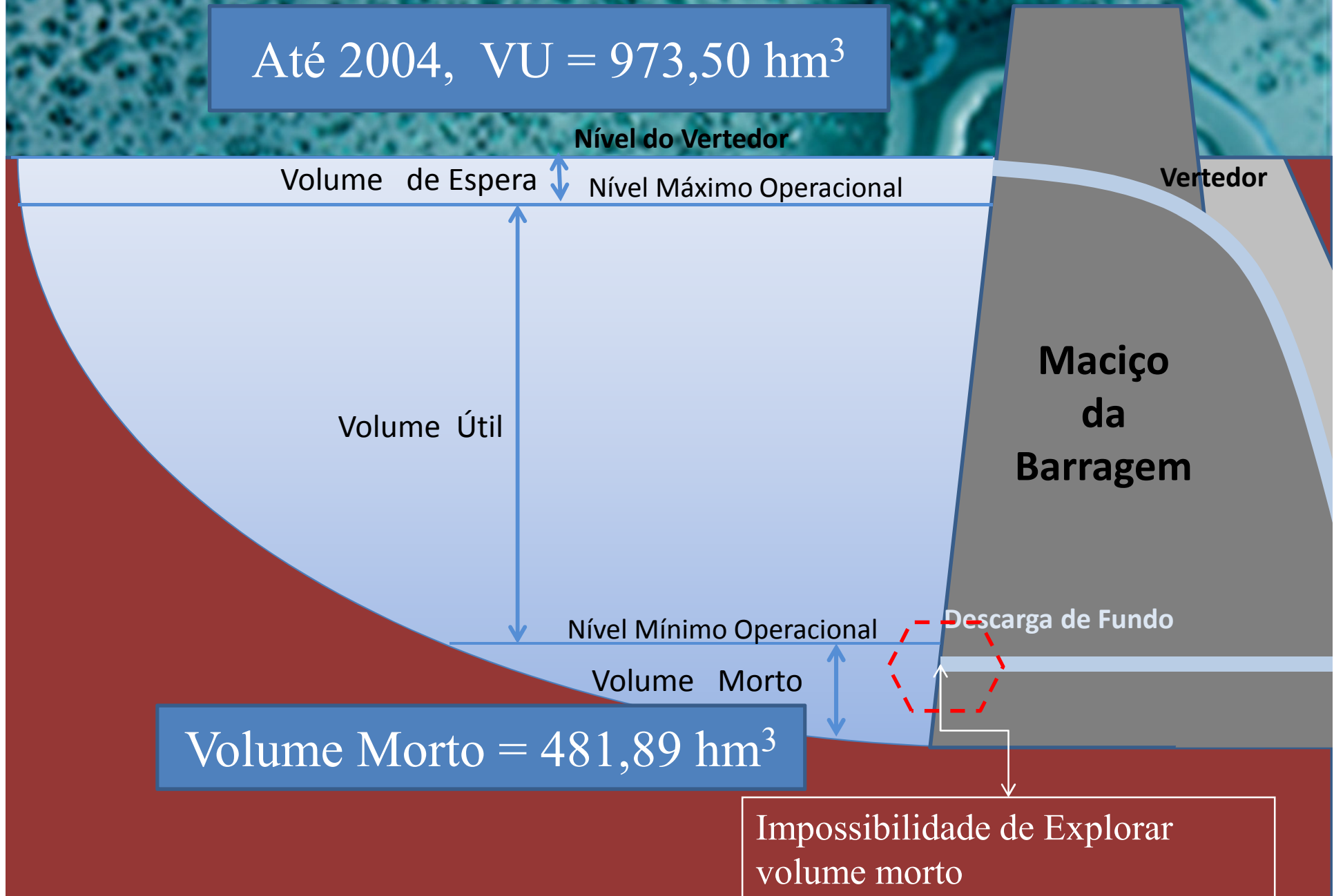
Volume Útil Até 2004

Até 2004, $VU = 765,71 \text{ hm}^3$



Volume Útil Vigente

Até 2004, $VU = 973,50 \text{ hm}^3$

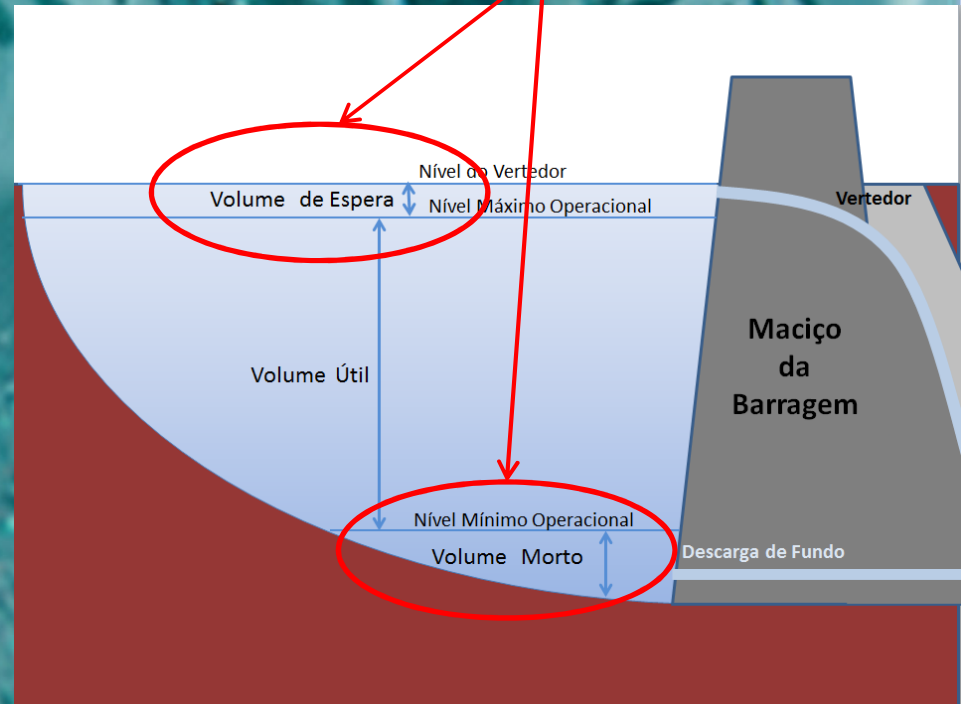
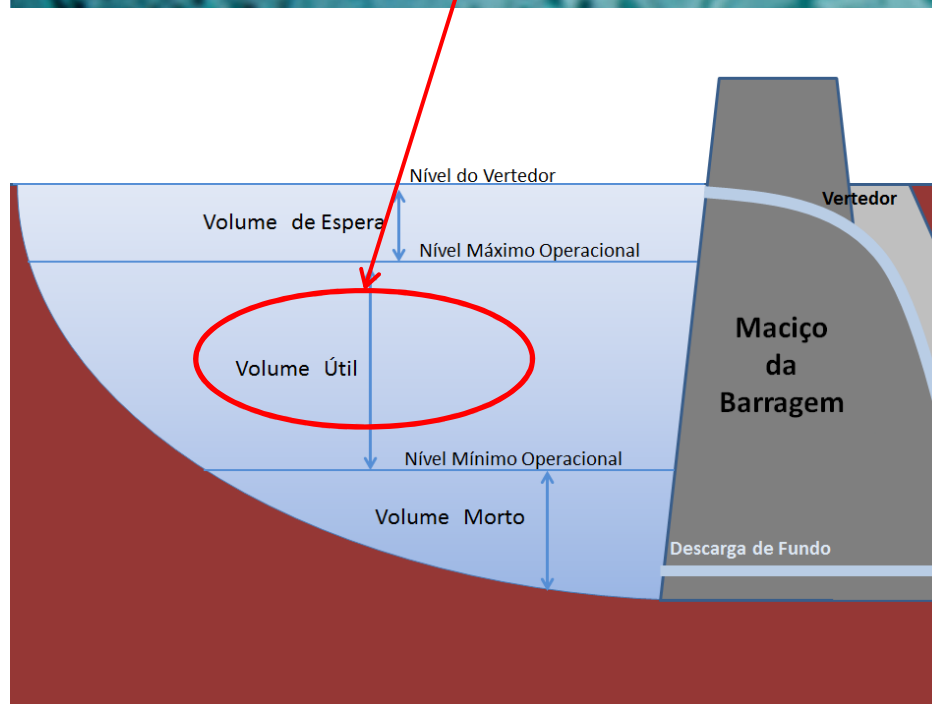




Alterando o Volume Útil

Aumenta o Volume Útil
Aumenta a Vazão

Diminui Volume
Aumenta o Risco



765,71 hm³



973,50 hm³



Regularização de Vazões

Prioridade		Demandas					
		RMSP		Bacia do rio Piracicaba		Total por prioridade	
		Vazão (m ³ /s)	%	Vazão (m ³ /s)	%	Vazão (m ³ /s)	%
1	Primária	24,8	89,2	3,0	10,8	27,8	100
2	Secundária	6,2	75,6	2,0	24,4	8,2	100
Total por usuário		31,0		5,0			
Vazão total de retirada do Sistema Equivalente						36,0	

Nota: vazões médias mensais

Capacidade de Regularização = 34,16 m³/s

Valor obtido nos estudos contratados pelo Consórcio

PCJ



Regularização de Vazões

O limite de vazão de retirada será fracionado em duas parcelas, correspondentes, respectivamente, à região metropolitana de São Paulo e à Bacia do Rio Piracicaba obedecendo à seguinte ordem de prioridade:

Usuário	Limite de vazão de retirada (m ³ /s)	Prioridade
Região Metropolitana primária	26,4	1
Bacia do Piracicaba primária	3,0	1
Região Metropolitana secundária	6,6	2
Bacia do Piracicaba secundária	4,0	2

= 40,0 m³/s

No caso de não ser possível atender a soma dos valores com a mesma prioridade, o rateio será proporcional à participação de cada um no total referente à mesma prioridade.



Balanço Hídrico nos Reservatórios do Sistema Cantareira

$$Q_{\text{afluente},t} = Q_{\text{defluente},t} + Q_{\text{transferência},t} + \frac{(Vol_{\text{final},t} - Vol_{\text{inicial},t})}{\Delta t}$$

Em que:

t – indicação do tempo em meses;

$Q_{\text{afluente},t}$ – vazão mensal afluyente ao reservatório;

$Q_{\text{defluente},t}$ – vazão mensal defluente do reservatório para a bacia PCJ;

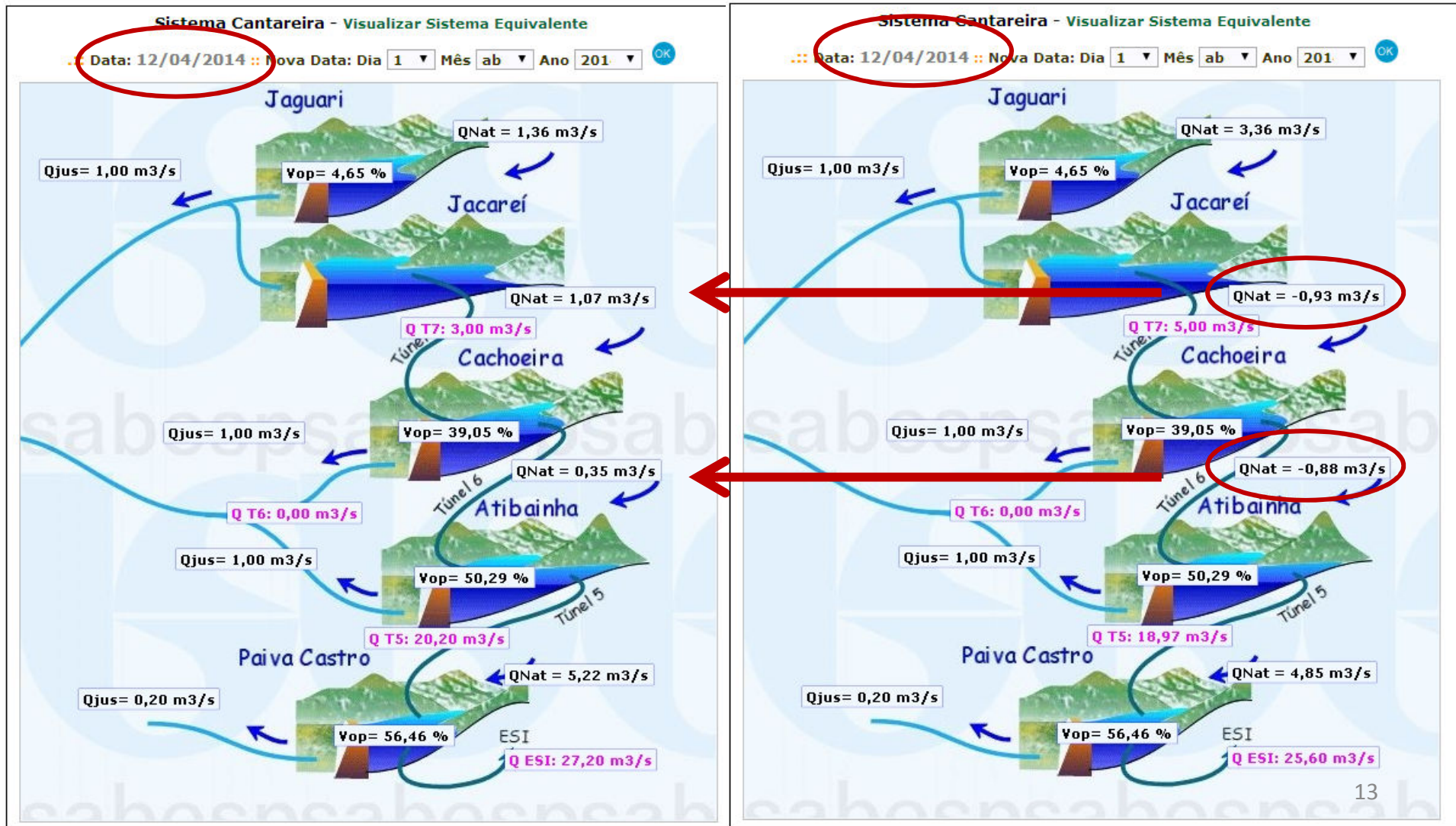
$Q_{\text{transferência},t}$ – vazão mensal transferida a RMSP por meio dos túneis;

$Vol_{\text{final},t}$ e $Vol_{\text{inicial},t}$ – volumes dos reservatórios no final e início do mês, respectivamente;

Δt – número de segundo no mês;

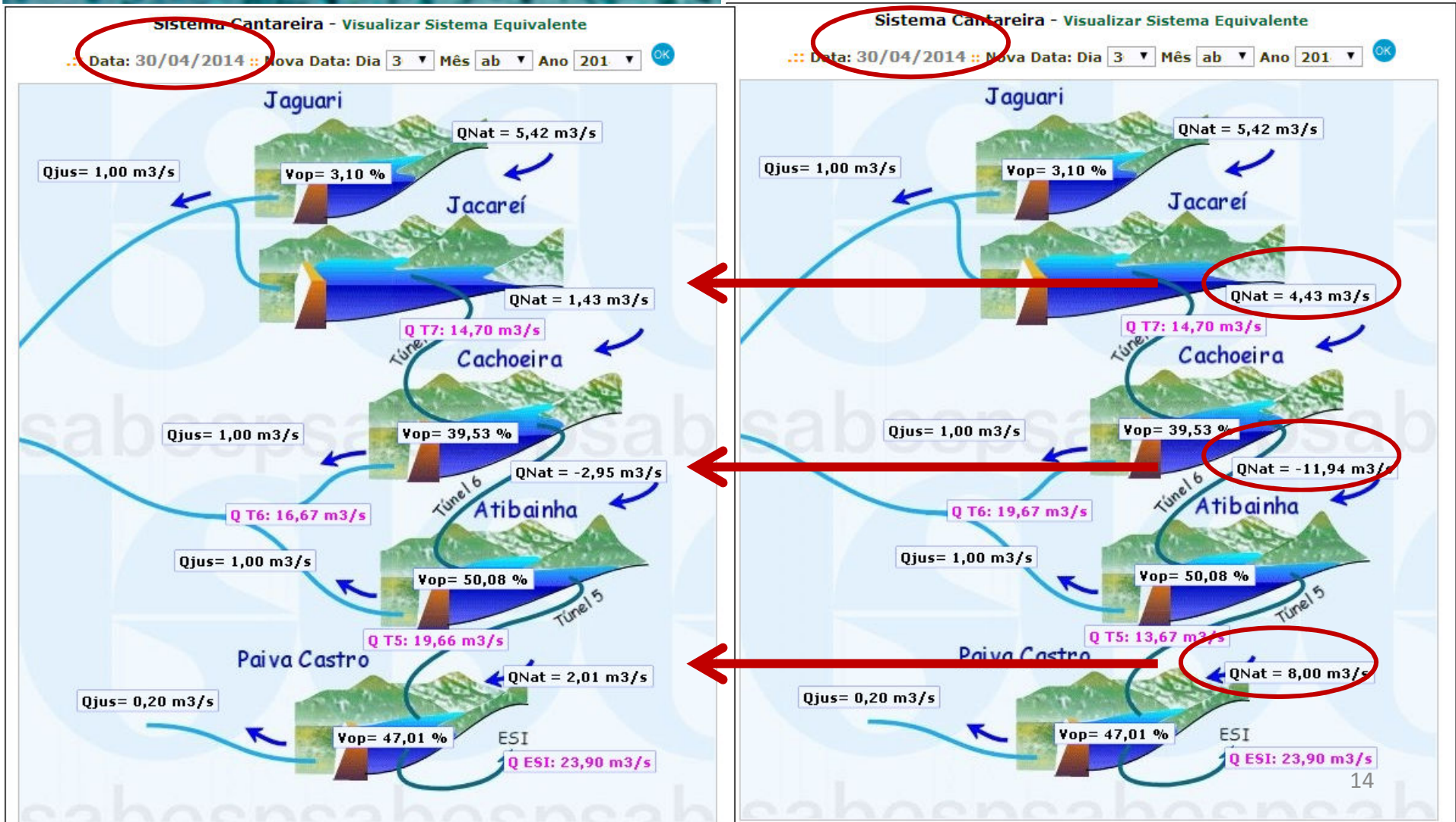


Situação Atual dos Reservatórios



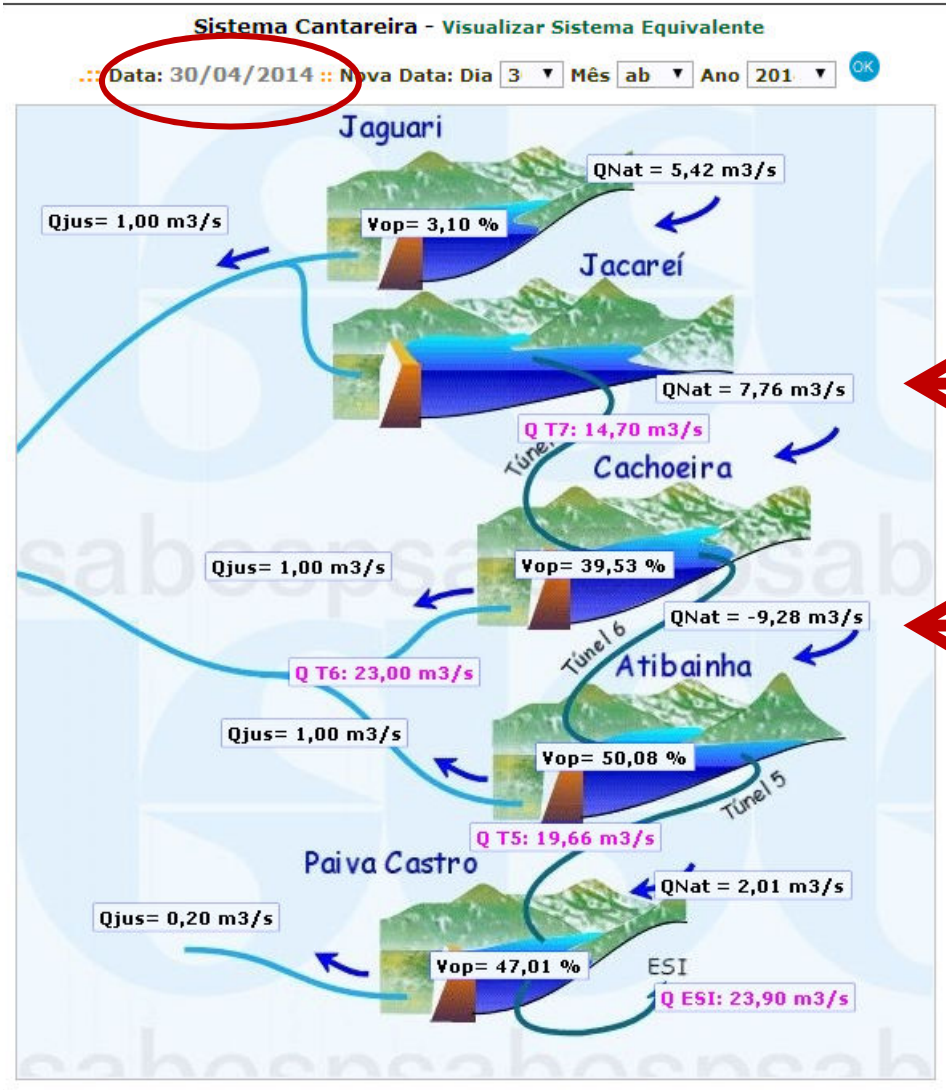


Situação Atual dos Reservatórios



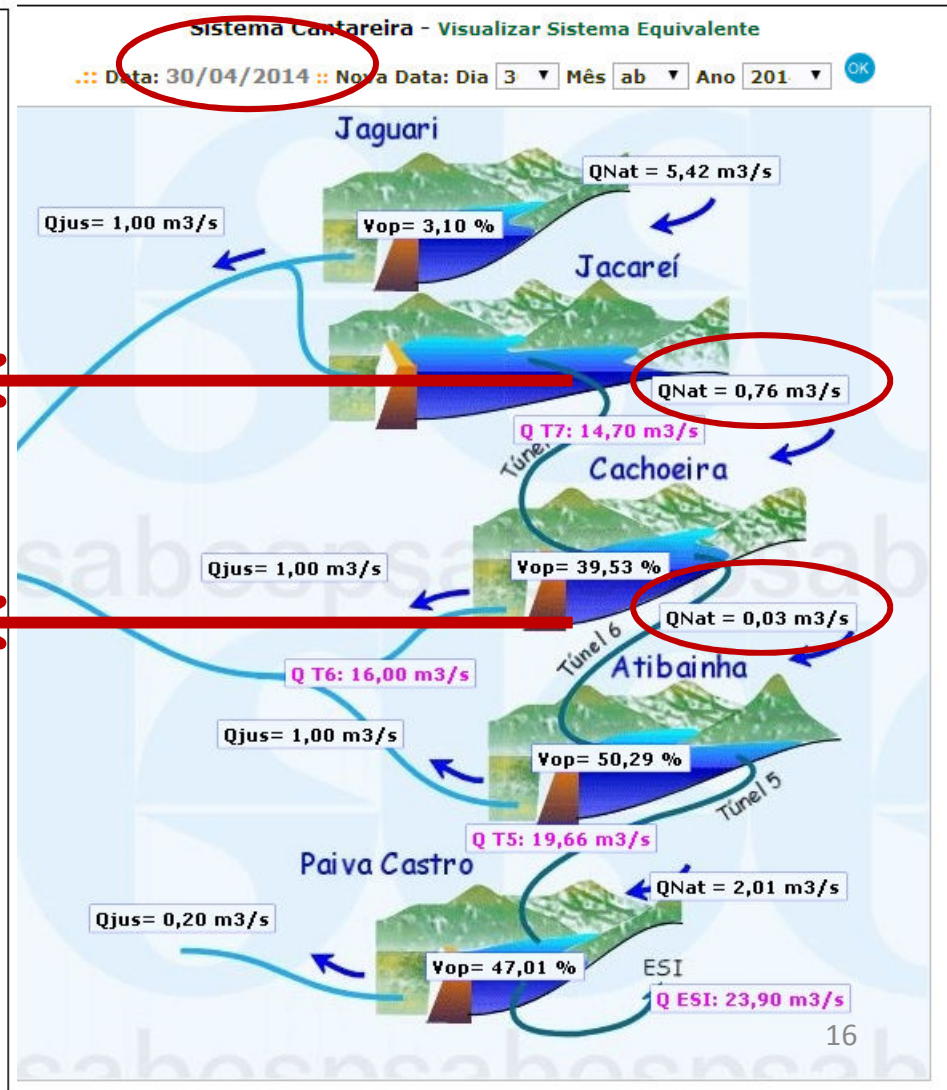
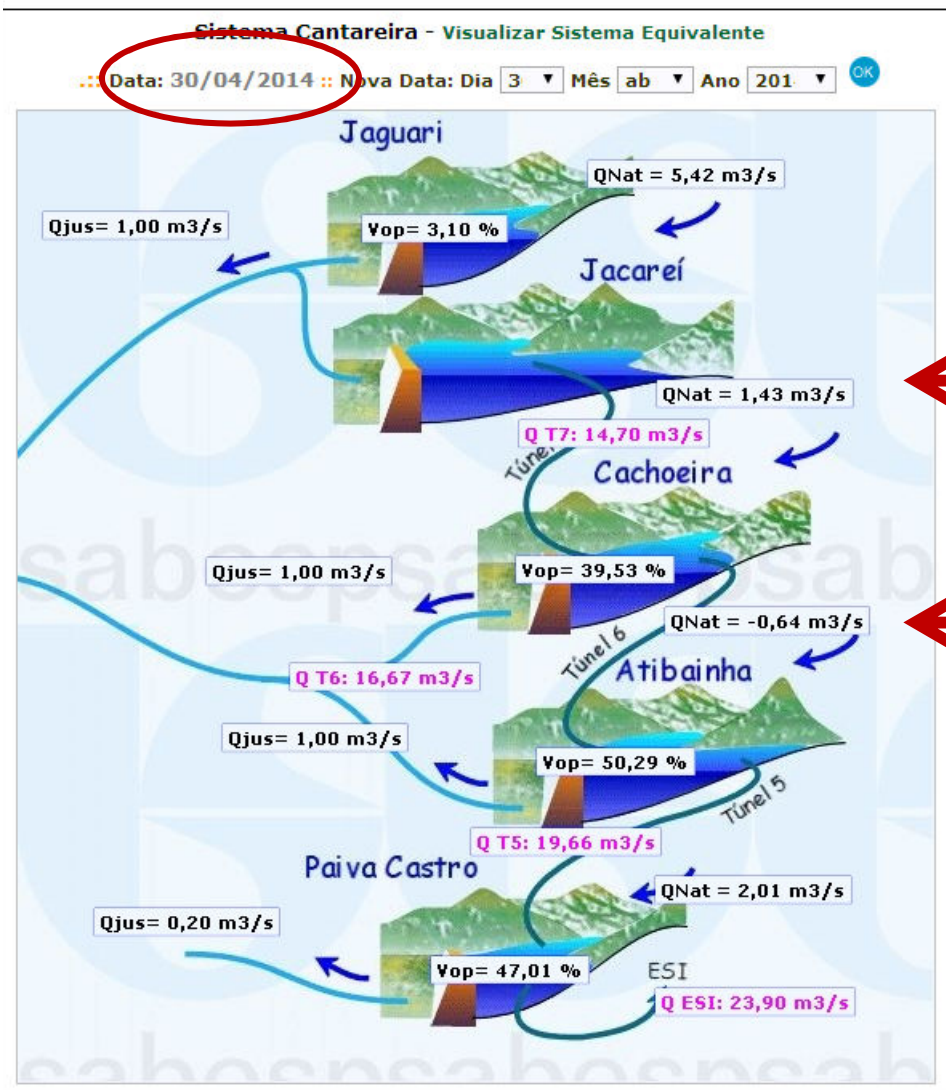


Situação Atual dos Reservatórios



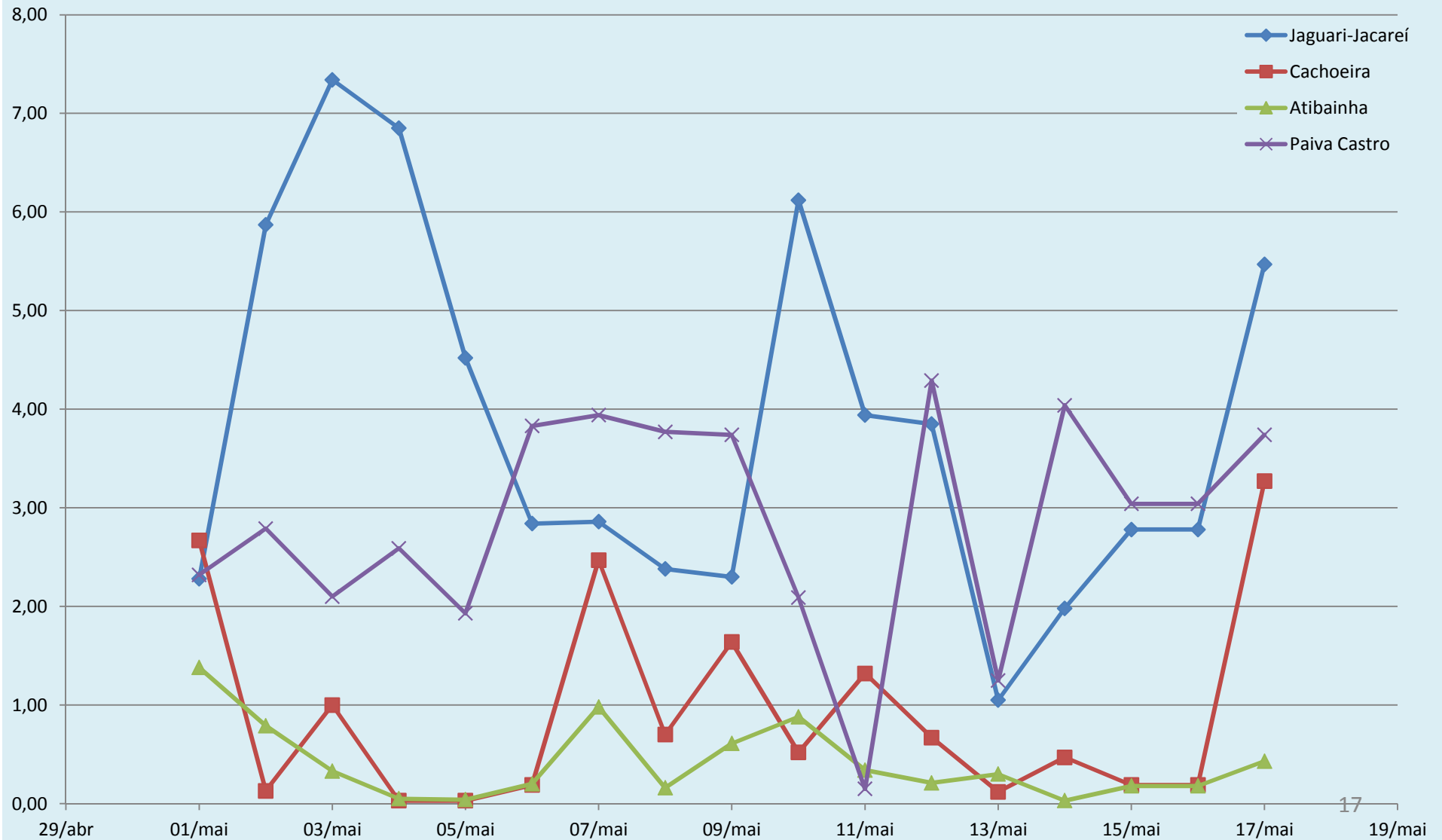


Situação Atual dos Reservatórios





Situação Atual dos Reservatórios





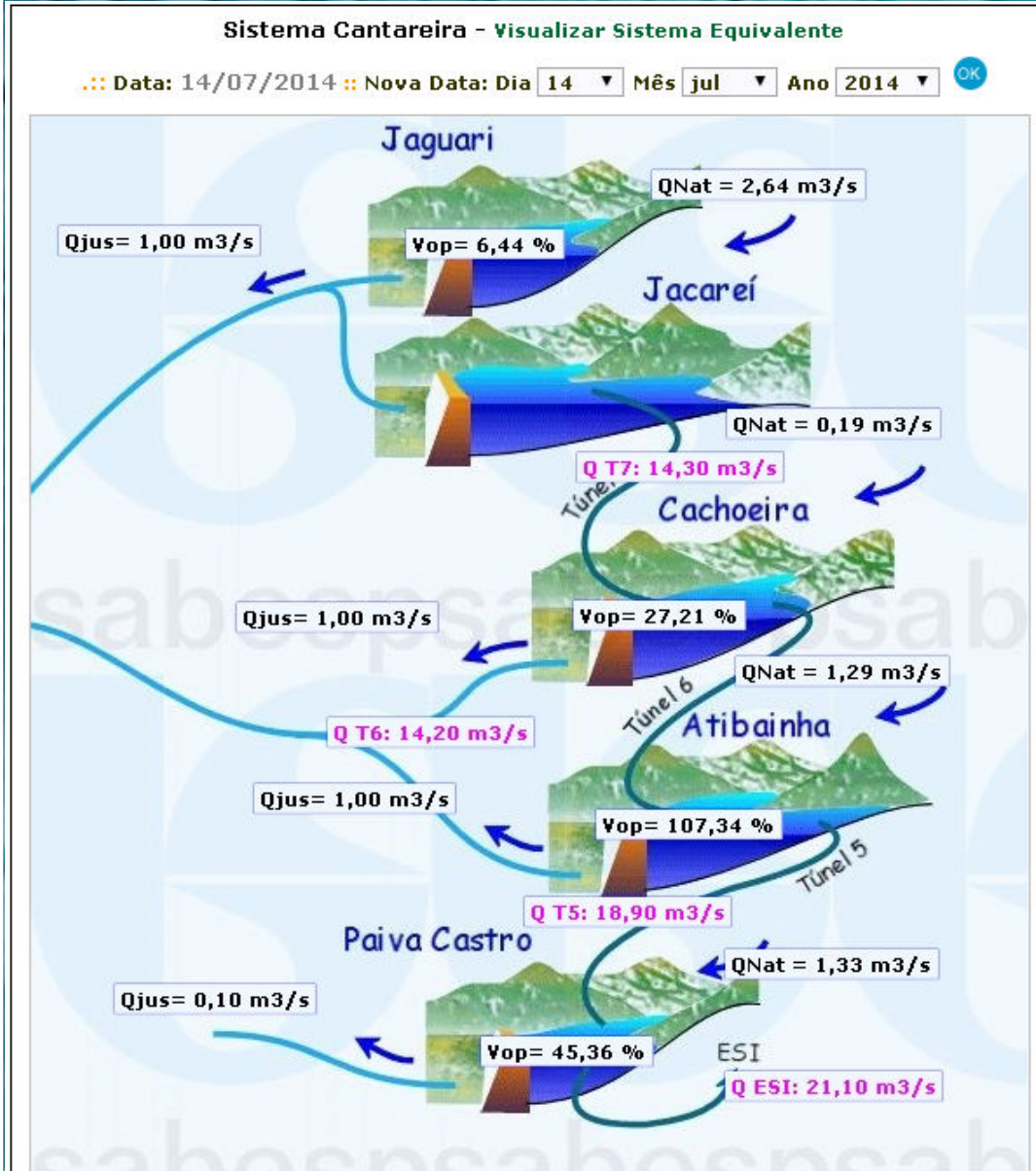
Situação Atual dos Reservatórios

Data	Dia/Mês/Ano	Qentrada m3/s	Volume %	V (Hm)	Vatual (Hm)	Sist. Equi. %	Qtransferida (m3/s)		Calculada		
							Calculda	Oficial			
15/05/2014 Q entrada Volume %											
Jaguari-Jacaré		2,78	1,66%	808,12	13,41				11,80	12,07	
Cachoeira		0,19	35,28%	69,75	24,61	Cantareira			15,50	15,78	
Atibainha		0,18	39,60%	95,26	37,72	7,78%	<==		21,48	21,68	7,78%
Paiva Castro		3,04	53,66%	7,61	4,08	Equivalente				25,51	
Sistema Equivalente		6,19	-3,20	980,74	79,83	8,14%	25,51	25,30			
Cantareira		3,15				-0,20%					
15/05/2014 Q entrada Volume %											
Jaguari-Jacaré		2,78	14,57%	808,12	13,42				11,80	-1205,72	
Cachoeira		0,19	35,28%	69,75	24,61	Cantareira			15,50	-1206,53	Mudança de volumes
Atibainha		0,18	120,93%	95,26	37,72	7,78%	<==		21,48	-2104,05	7,78%
Paiva Castro		3,04	53,66%	7,61	4,08	Equivalente				-2101,21	
Sistema Equivalente		6,19	-3,20	980,74	79,84	8,14%	2,89	25,30			
Cantareira		3,15				0,00%					
16/05/2014 Q entrada Volume %											
Jaguari-Jacaré		5,47	14,46%	808,12	12,53				14,47	14,76	
Cachoeira		3,27	35,19%	69,75	24,55	Cantareira			17,49	17,76	
Atibainha		0,43	120,52%	95,26	37,33	7,65%	<==		21,45	21,71	7,65%
Paiva Castro		3,74	54,22%	7,61	4,13	Equivalente				24,75	
Sistema Equivalente		12,91	-3,20	980,74	78,54	8,01%	24,75	24,50			18
Cantareira		9,17				-0,13%					



Situação Atual dos Reservatórios

15/07/2014
Anteontem



Sistema Cantareira

Jaguarí-Jacareí: -6,53%

Cachoeira: 26,85%

Atibainha: 25,32%

s/ Vol. Morto -1,02%



Status do Sistema

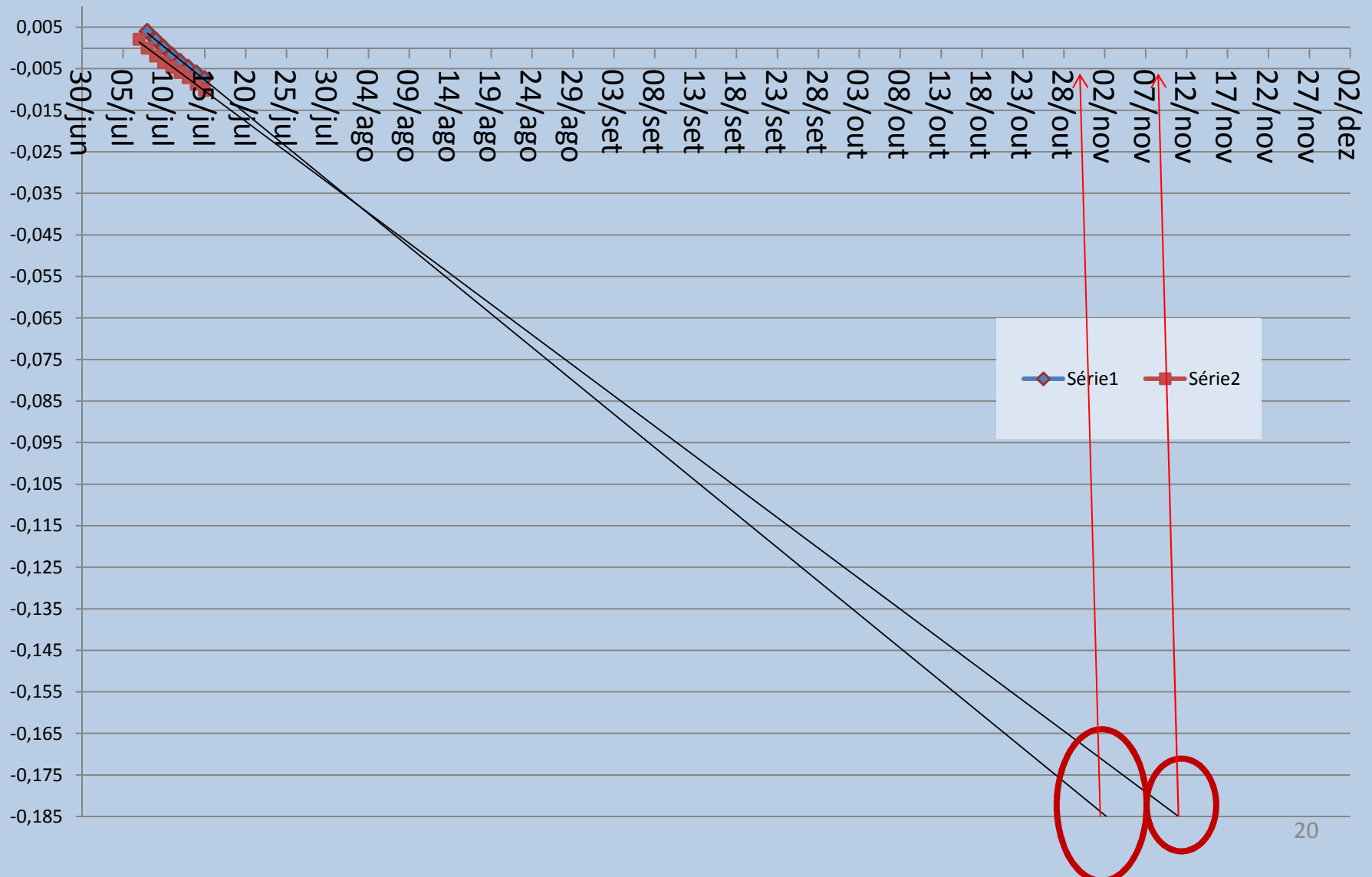
Equivalente

17,88 % (c/VM)

-0,64% (s/VM)



Situação Atual dos Reservatórios



Efeito Noé e Efeito José

Em um artigo publicado na

Water Resources Research, vol.(4), No. 5, de

Outubro de 1968

Benoit B. Mandelbrot e James R. Wallis estudaram os dados fluviométricos históricos de alguns dos grandes rios do mundo, em particular do Nilo no Egito.

Efeito Noé e Efeito José

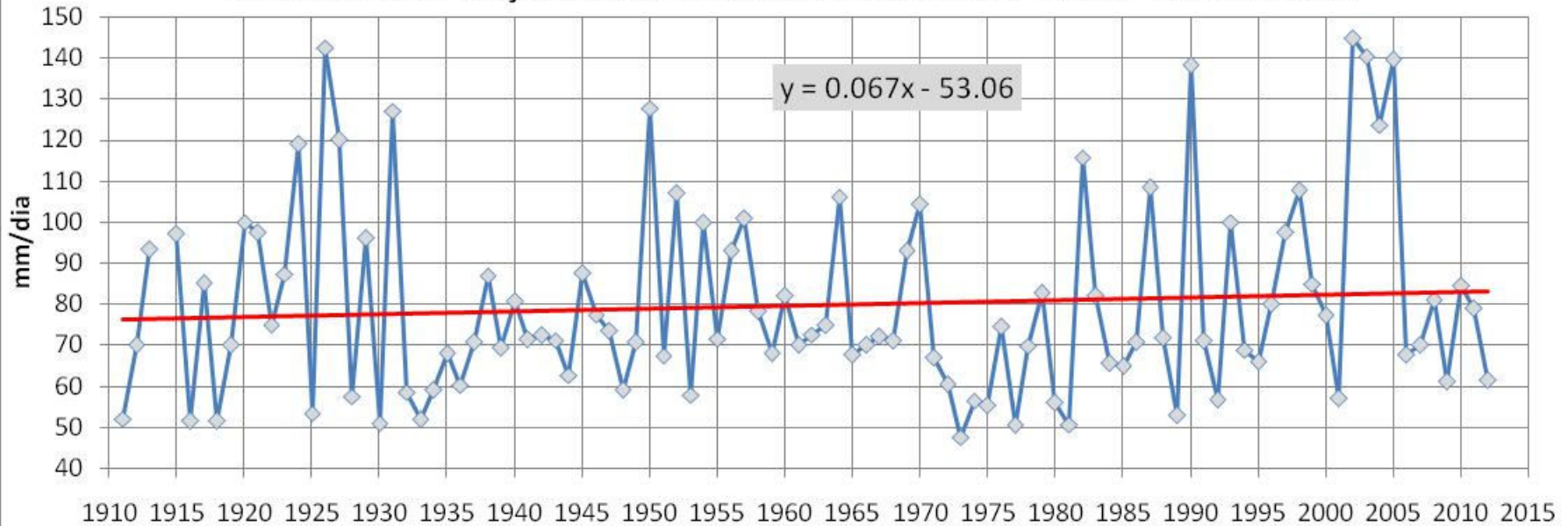
Eles identificaram padrões recorrentes e os batizaram de "**Efeito José**" e "**Efeito Noé**".

Analogias com comportamentos identificados em trechos das histórias bíblicas

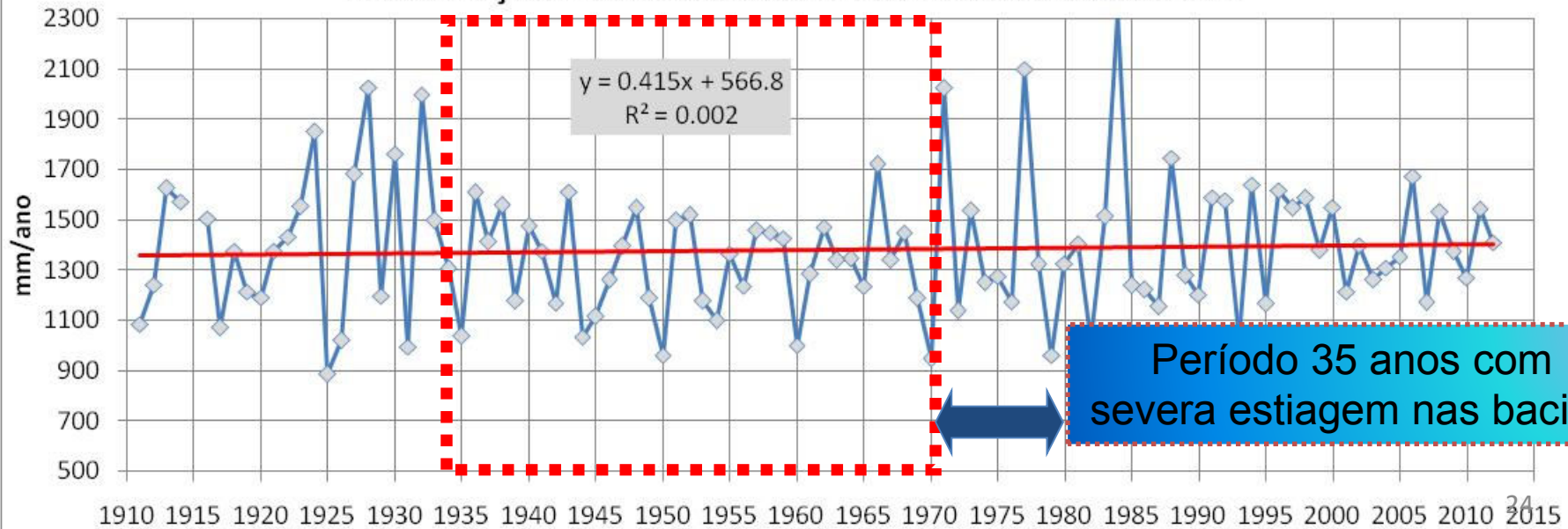
Efeito Noé e Efeito José

- O “*Efeito José*” – Este efeito descreve “*persistência*” dos fenômenos, no caso as chuvas, evento climático.
- O “*Efeito Noé*” – Este efeito descreve “*descontinuidade*”.

MÁXIMA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DIÁRIA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS



PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS





O Sol

Em média, nosso planeta recebe o equivalente a 1400 W por m²/s do Sol;

Equivale ao poder energético de 9x10²⁰ l/min de gasolina consumidos;

Ou a 10 milhões de vezes a produção anual de petróleo da Terra;

O equivalente à energia produzida por 10 bilhões de Itaipús.

Aquecimiento Global



PLANETARIA

**EL MÍNIMO SOLAR DE GLEISSBERG PODRÍA
AFECTAR AL “CALENTAMIENTO GLOBAL”
¿Se acercan tiempos de frío o de calor?**

MIGUEL GUERRERO

Coordinador de la sección de Cielo Profundo

Guerero_fran@ono.com

<http://www.rupestreguerrero.com>

Actualmente (2009) casi todo el mundo ha oído hablar del “Cambio Climático”, pero es posible que el dióxido de carbono no sea nuestra mayor amenaza si la comparamos con el creciente envenenamiento de las aguas, de la tierra y del aire con sustancias extrañas para los seres vivos.

Os Ciclos Solares

O Sol tem quatro tipos de atividades que são mais ou menos importantes, dependendo da duração desta atividade.

O CICLO de SCHWABE (Heinrich Schwabe 1789-1875) – Observou a aparição das manchas solares. Ciclo de 11 anos.

O CICLO de HALLSTATTZEIT. Este ciclo tem um período de 2.300 anos e o máximo deveria ser alcançado no ano de 2.800 e seu próximo mínimo entorno do ano 3.950.

O CICLO de SUESS. Também obtido com análise do C14. Mostra uma periodicidade de uns 150 ~ 200 anos.

O CICLO de GLEISSBERG. Este ciclo tem a duração de 80 a 90 anos e foi descoberto em 1958 por Gleissberg, e tem efeito sobre a amplitude do ciclo de Schwabe, de (8x11) anos.

Os Ciclos Solares

O **CICLO de SUESS**. Também obtido com análise do C14. Mostra uma periodicidade de uns 150 ~ 200 anos.

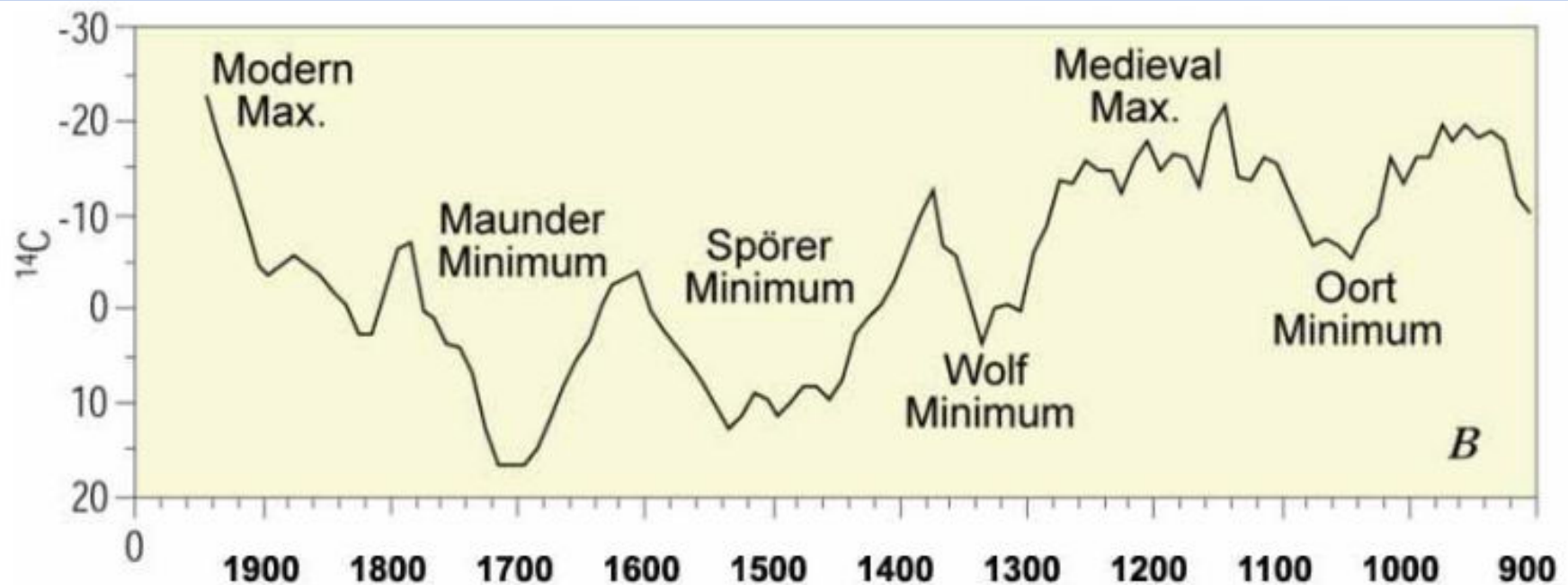


Fig.5. MÍNIMOS DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO.

Ciclo de GLEISSBERG

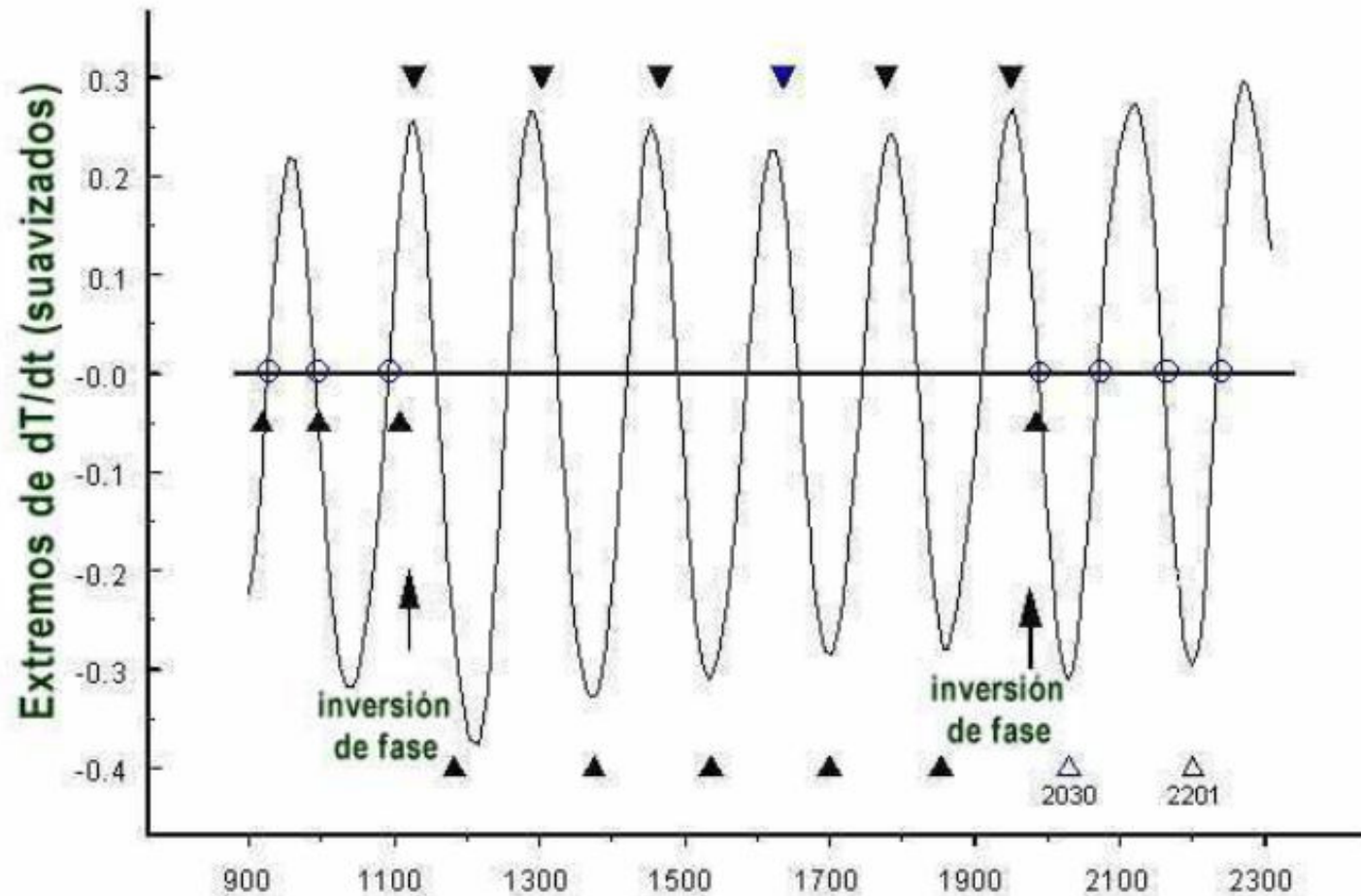
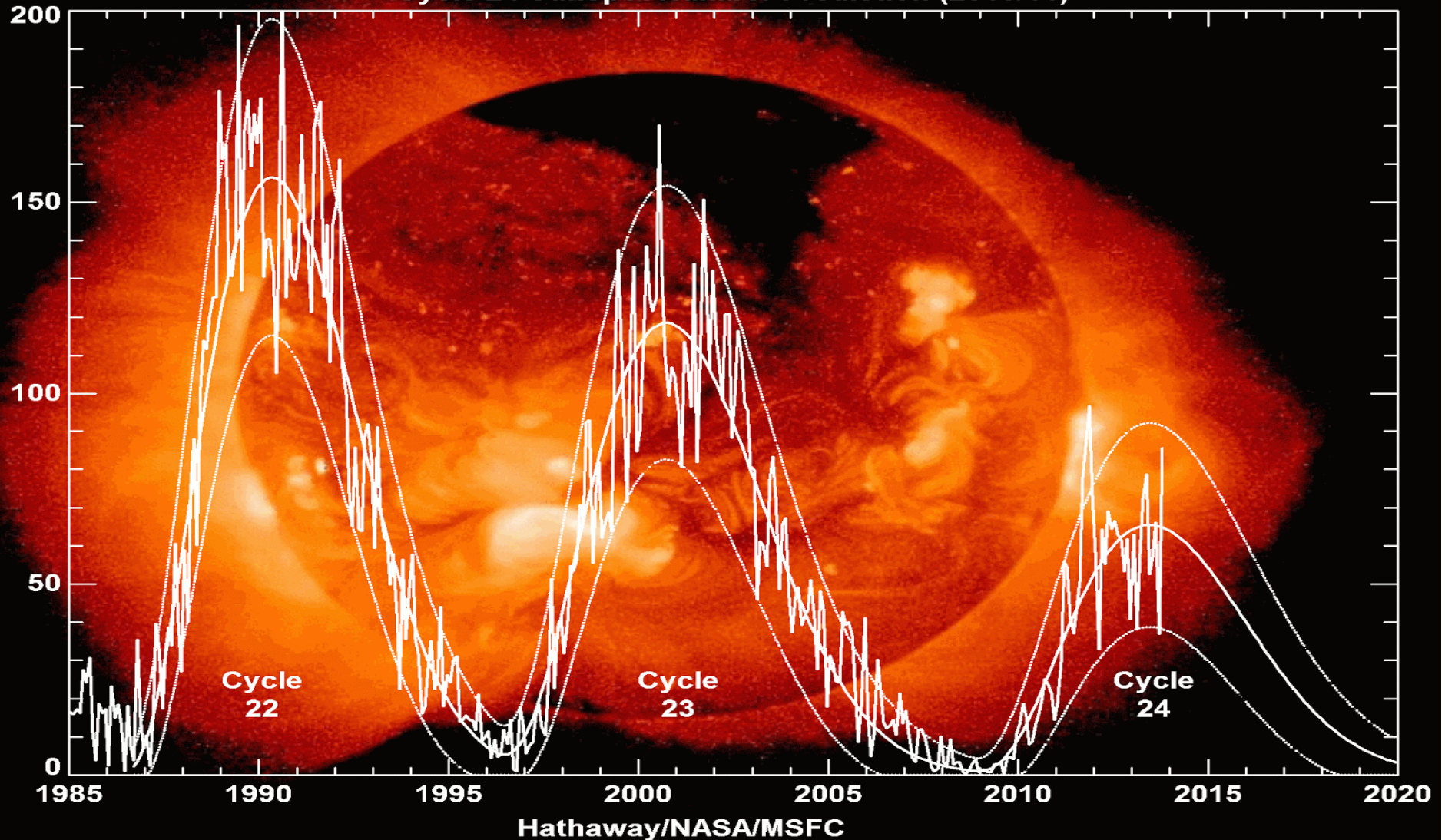


Fig 6. Ciclos de Gleissberg. El cambio de fase hacia 1976 invirtió el patrón creado por la inversión de fase del 1120. El máximo Gleissberg de 1984 es el primero de una larga secuencia de máximas que van junto a fases cero en el ciclo de 166 años. Los próximos máximos deberían ocurrir para el 2069, 2159, y 2235. Después de 1976, los mínimos Gleissberg irán nuevamente junto a los extremos en el ciclo de 166 años. El próximo mínimo secular, indicado por un triángulo vacío, es esperado para el 2030.

Os Ciclos Solares

Cycle 24 Sunspot Number Prediction (2013/11)



Índice de Severidade de Secas

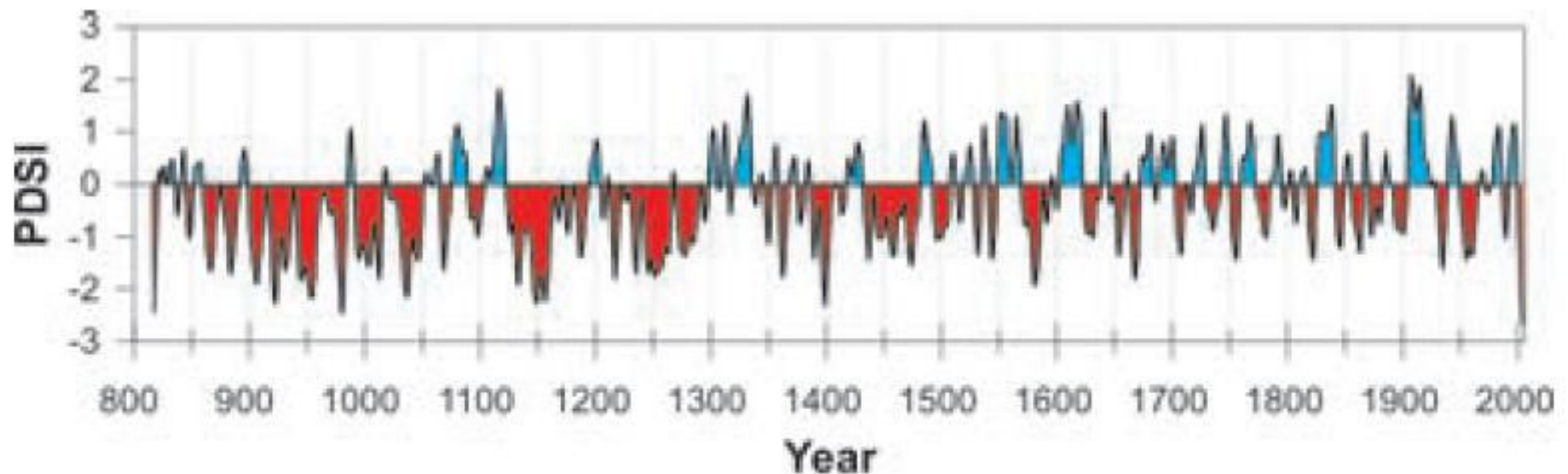
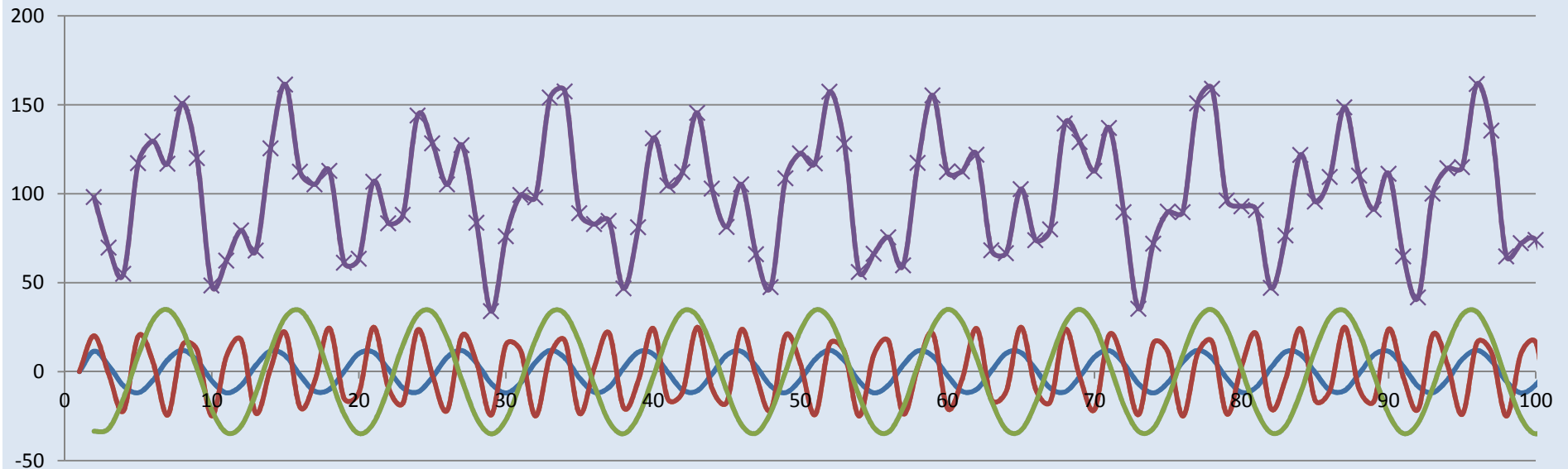
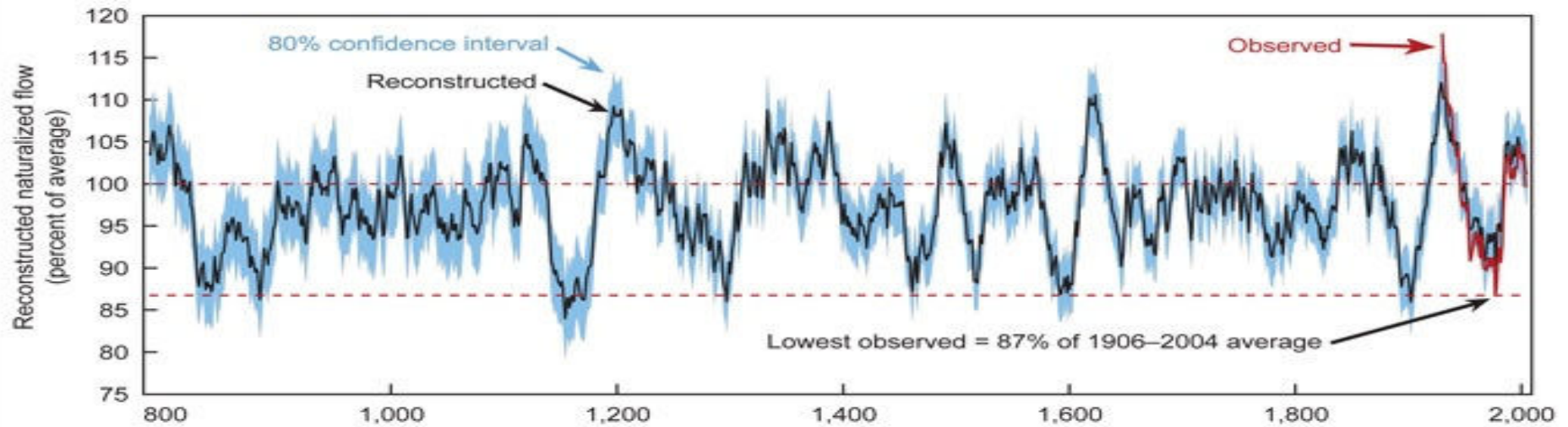
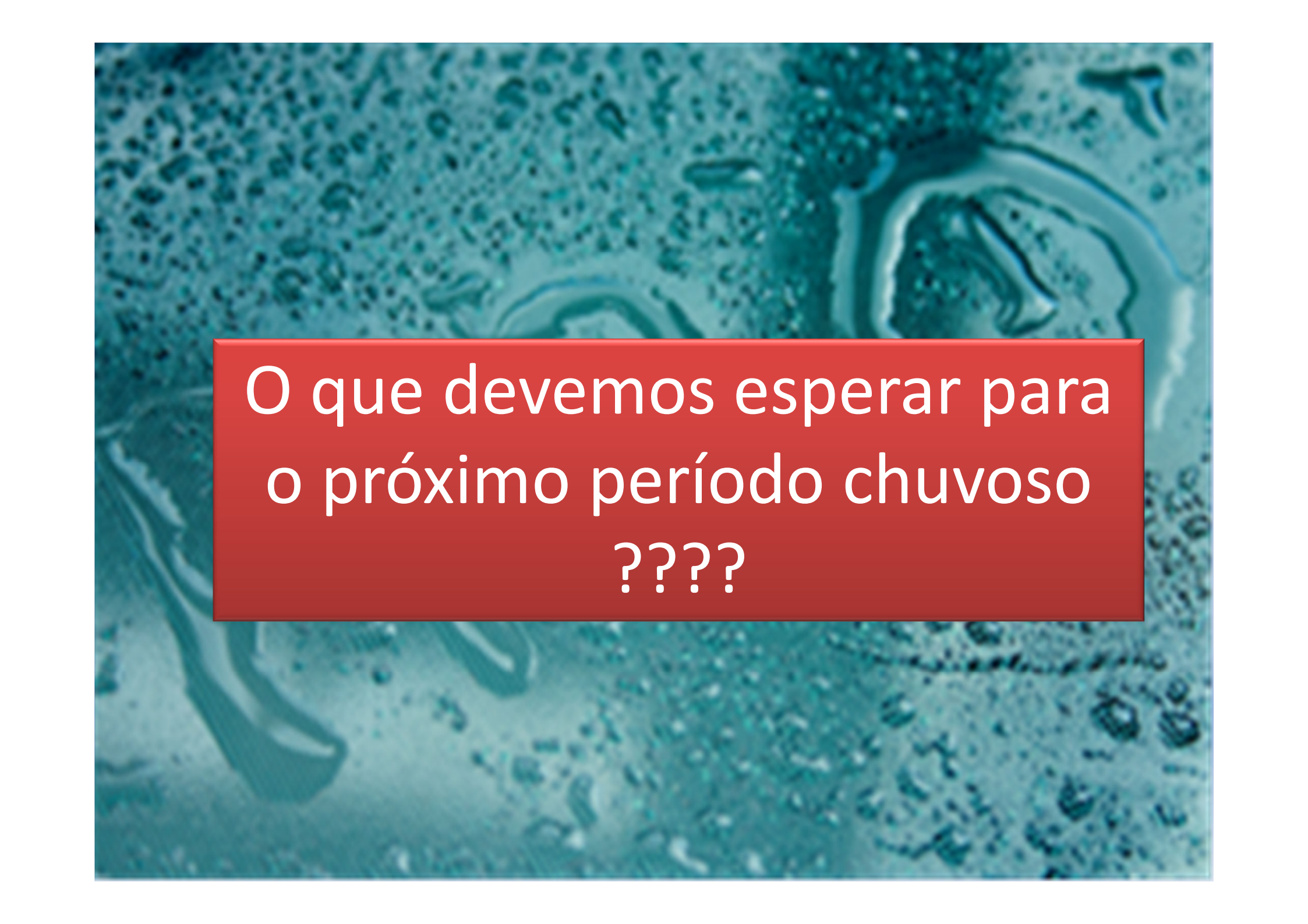


Figure: The 1,200 year long reconstructed history of Palmer Drought Severity Index values for the western United States. Negative values indicate dry conditions, positive values indicate wet conditions (from Woodhouse et al., 2005).

Série Histórica de Vazões

Reconstructed Naturalized Colorado River Flow at Lees Ferry Near Page, Arizona

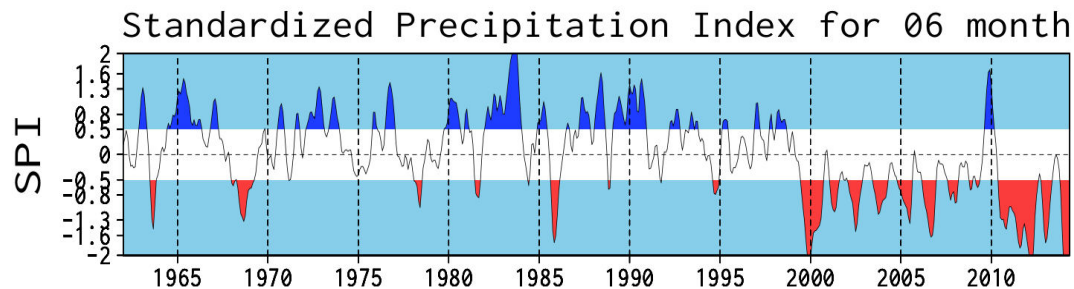
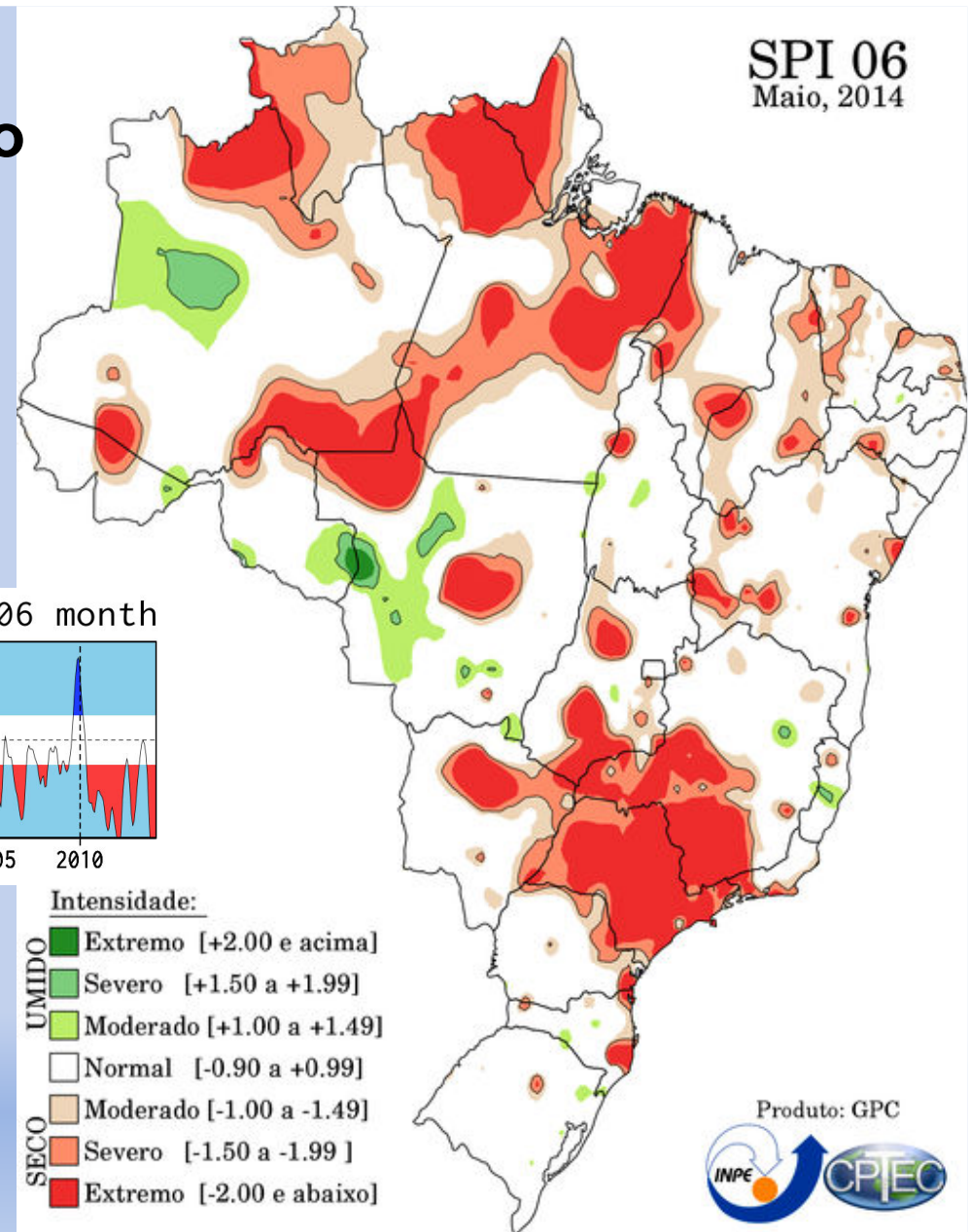




O que devemos esperar para
o próximo período chuvoso
????

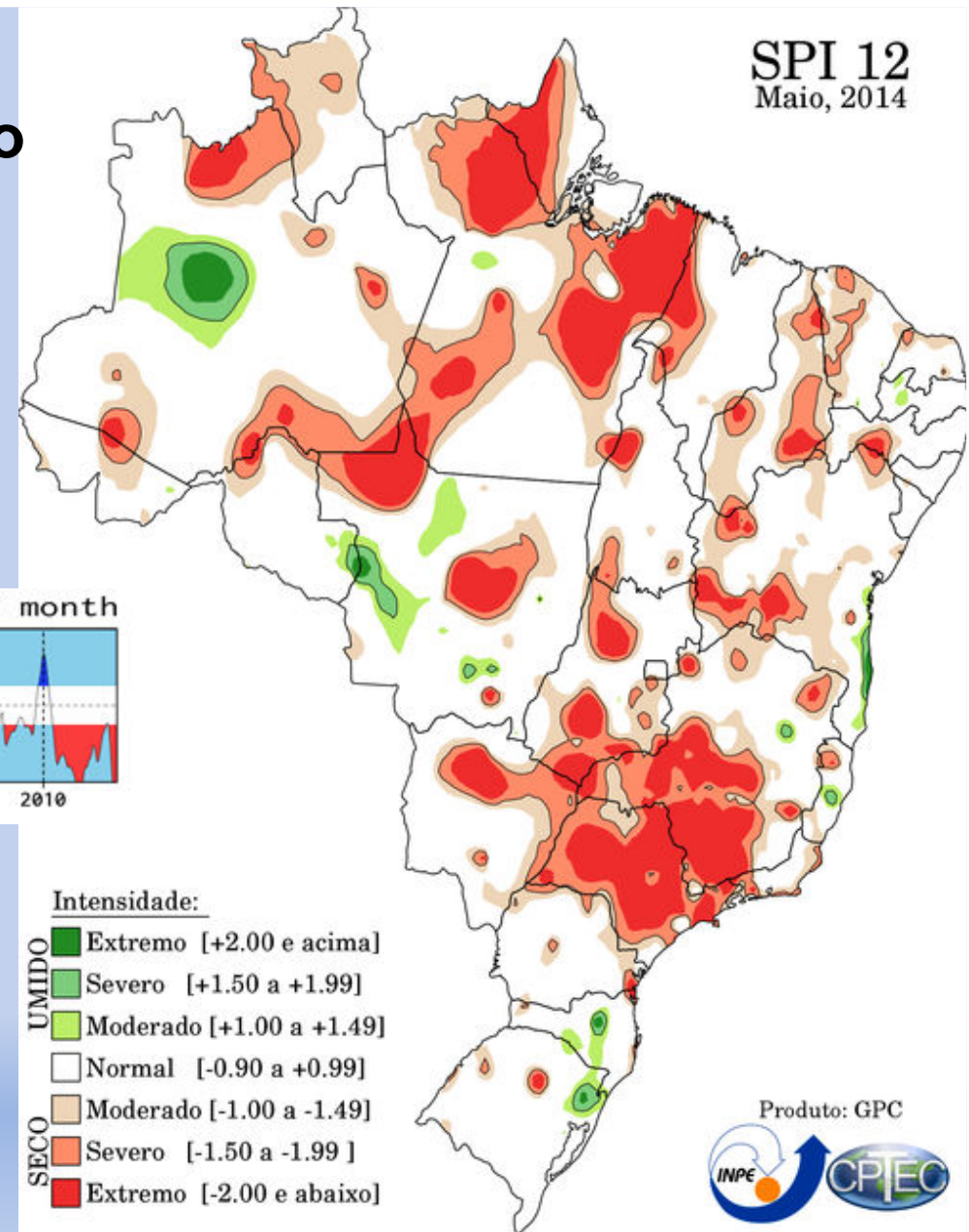
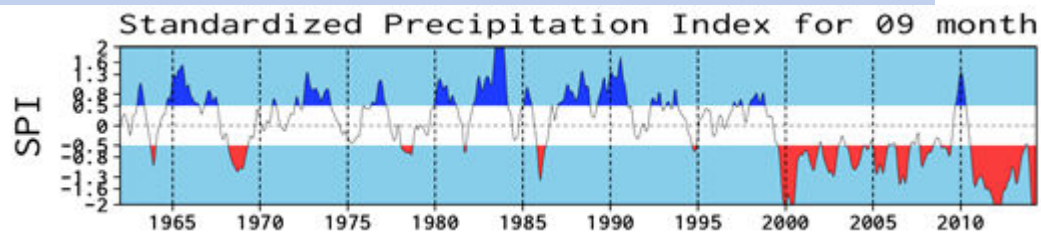
Índice de Precipitação Padronizado

SPI 06
Maio, 2014



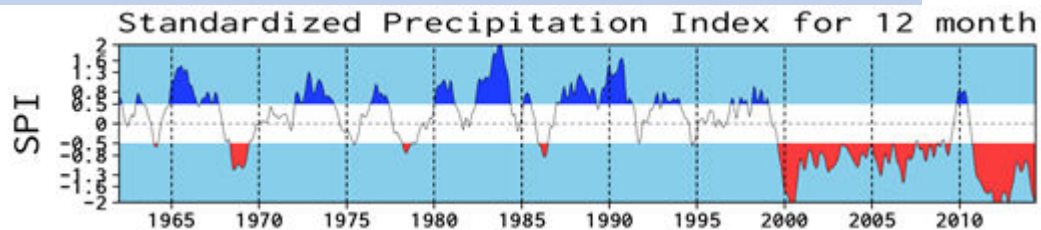
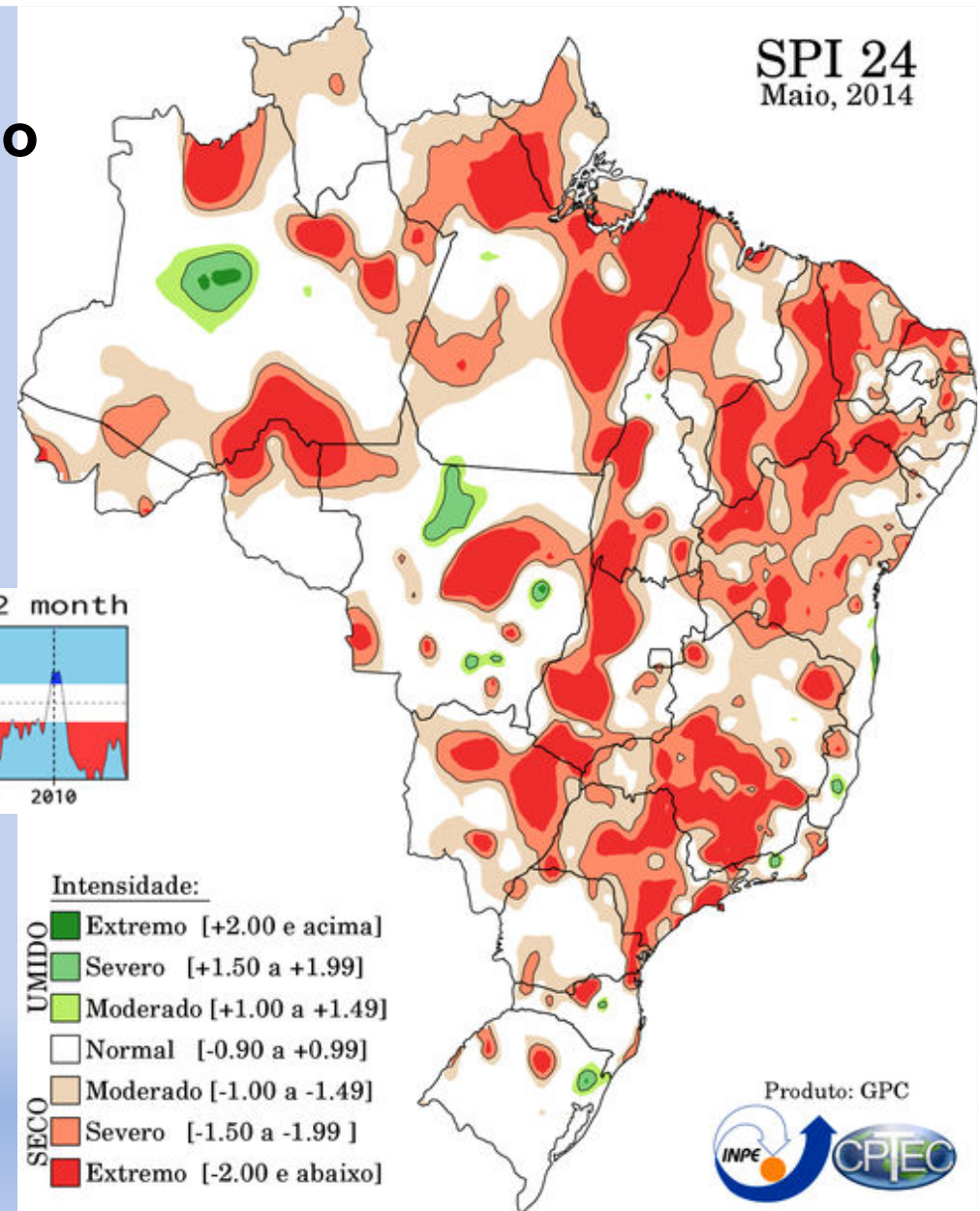
Índice de Precipitação Padronizado

SPI 12
Maio, 2014



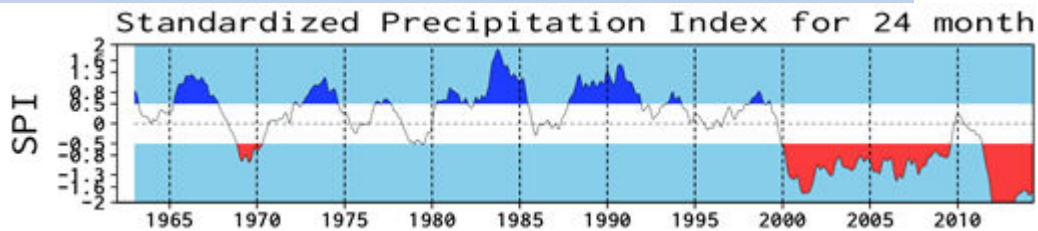
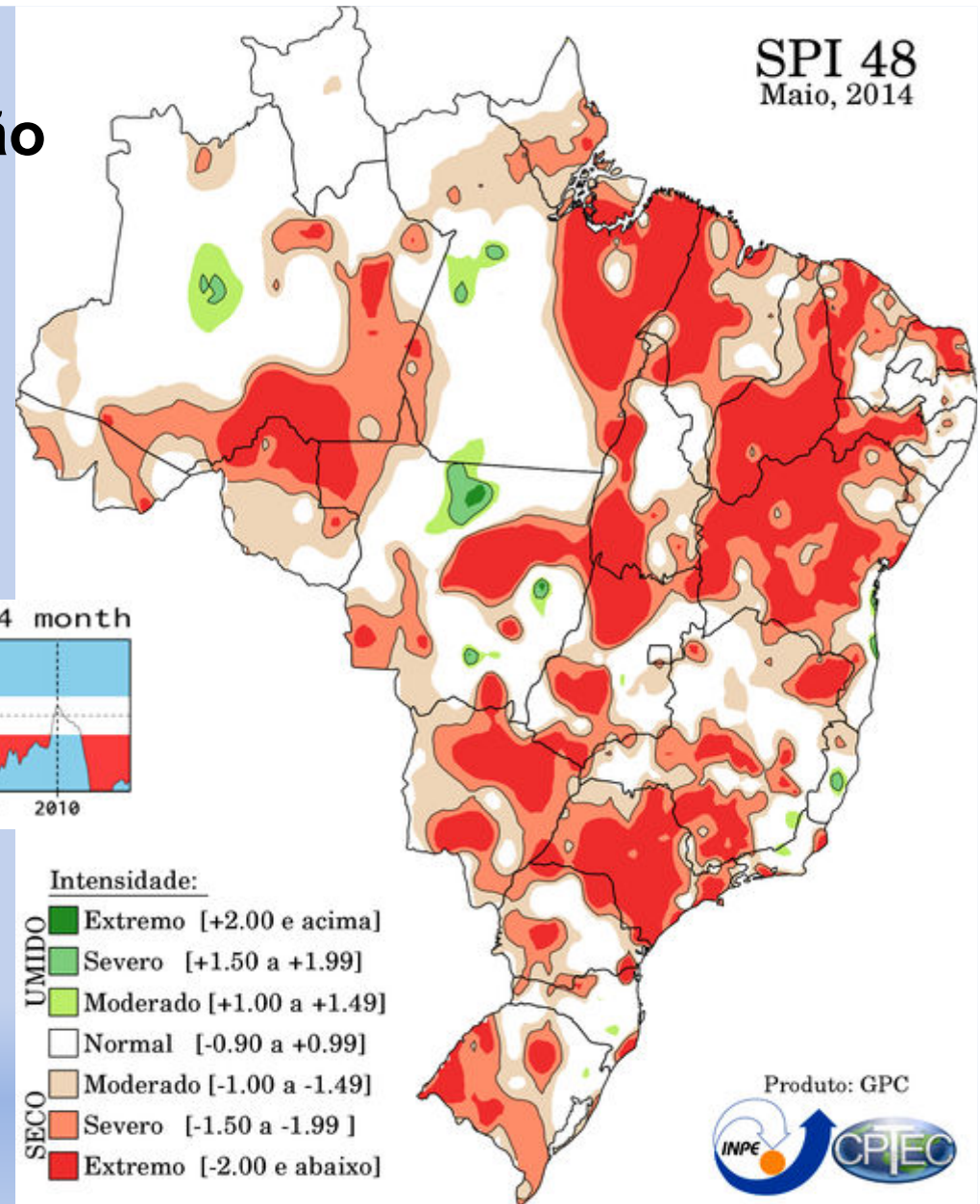
Índice de Precipitação Padronizado

SPI 24
Maio, 2014

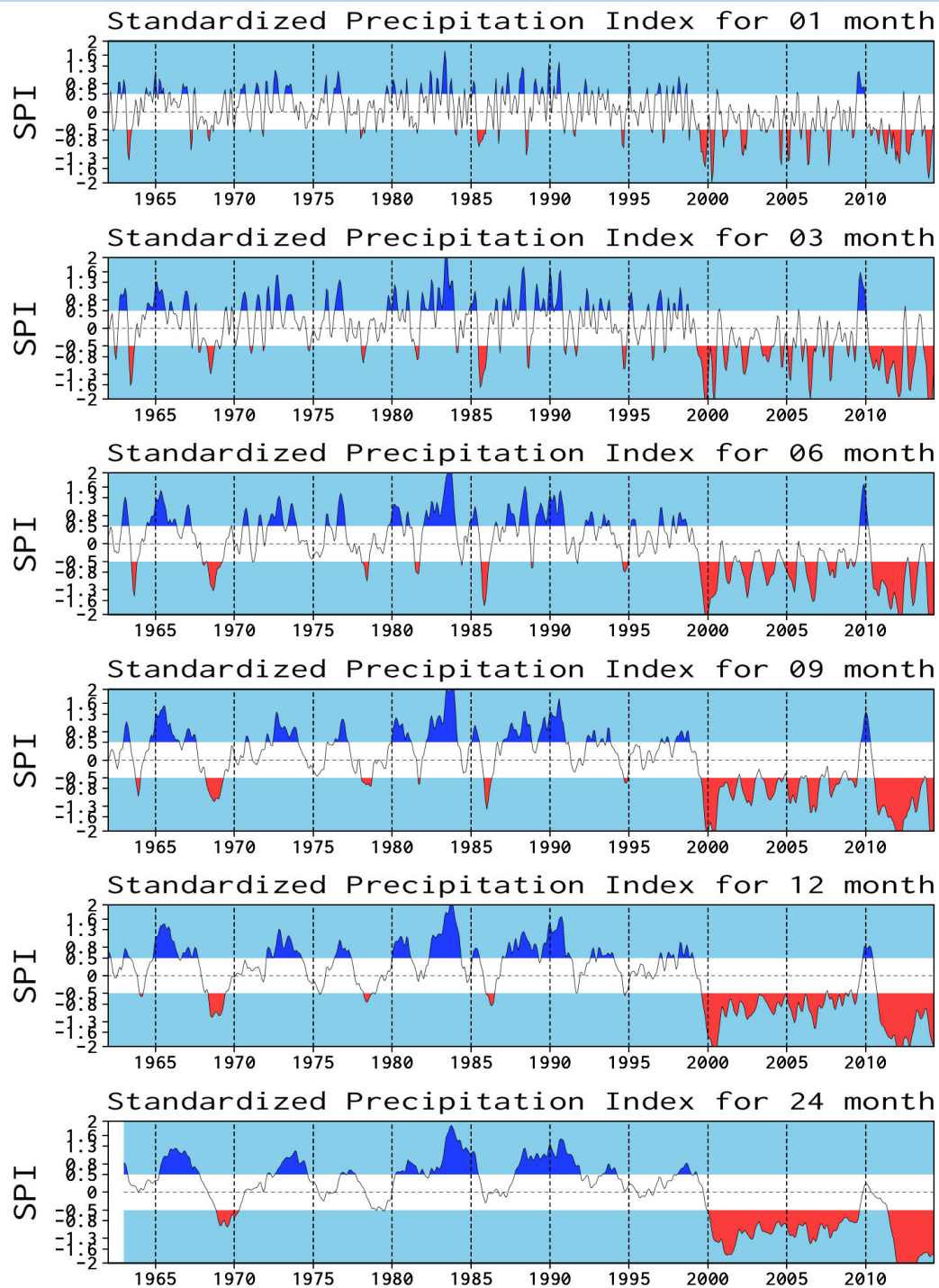


Índice de Precipitação Padronizado

SPI 48
Maio, 2014



Fonte: Ariane Frassoni dos Santos (2014) - Eventos climáticos extremos: monitoramento e previsão climática do INPE/CPTEC



GERENCIAMENTO A ESCASSEZ DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

- ✓ Tecnologia (processos e equipamentos mais eficientes);
- ✓ Captação e tratamento de água de chuva;
- ✓ Reuso de água;
- ✓ Negociação com demais usuários, principalmente com os agricultores (pequenas propriedades);
- ✓ Informação para conscientização da população;

GERENCIAMENTO A ESCASSEZ DE ÁGUA NA INDÚSTRIA

- ✓ Investimento em redução de perdas – sistema público;
- ✓ Substituição de equipamentos hidrossanitários nas residências;
- ✓ Sistemas separados de água potável x água de reuso;
- ✓ Tratamento de efluentes – para aumentar a disponibilidade hídrica por qualidade;
- ✓ Distritos industriais para dividir custos e ganhar sinergias.



CIESP

Campinas



**CONSÓRCIO
PCJ**

Muito Obrigado!!!



Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo
Professor Associado da Área de Hidrologia e Gestão de
Recursos Hídricos
DRH – FEC - UNICAMP

e-mail: zuffo@fec.unicamp.br
Fone: (19) 3521-2357