



UNICAMP



PREPARATÓRIO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA PARA O  
**8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA**

CAMPINAS - SP

21 A 23 DE MARÇO | 2017 | EXPO DOM PEDRO

# “Recursos Hídricos na Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiá)”

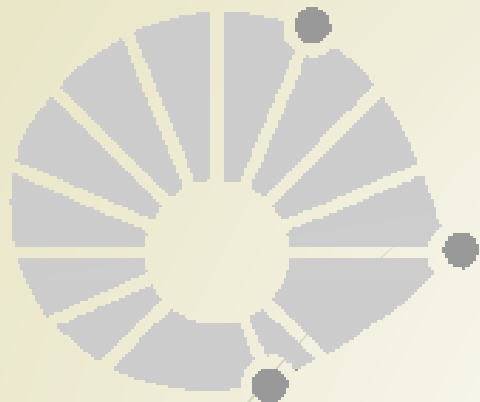
**Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo**

Professor Associado da Área de Hidrologia e Gestão dos Recursos Hídricos

Coordenador – LADSEA – UNICAMP

LADSEA





UNICAMP



PREPARATÓRIO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA PARA O  
8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA

CAMPINAS - SP

21 A 23 DE MARÇO | 2017 | EXPO DOM PEDRO

# “Recursos Hídricos na Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí)”

Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo (FEC-UNICAMP)  
Dr. Rafael Mingoti (EMBRAPA)  
Dr. Marco Antonio Jacomazzi (LADSEA)

Laboratório de Apoio Multicritério à Decisão Orientada à Sustentabilidade Empresarial e Ambiental - **LADSEA**  
Departamento de Recursos Hídricos – DRH  
Faculdade de Engenharia Civil – FEC / UNICAMP

LADSEA



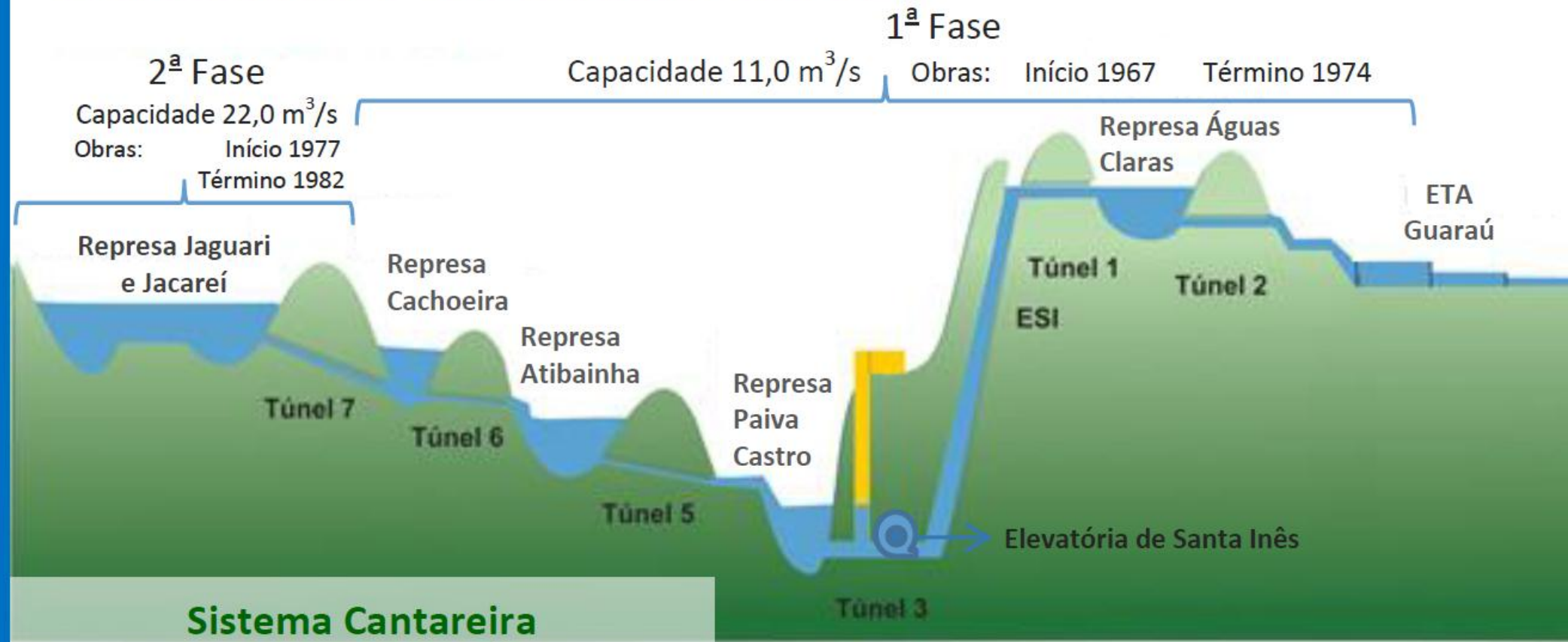
# Esquema físico do Sistema Cantareira



# BACIAS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ

4

## Sistema Cantareira



### Sistema Cantareira

Capacidade total = 33 m<sup>3</sup>/s

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

# Operação do Cantareira Portaria 1.213/2004

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

- **Alteração dos Volumes Úteis Operacionais:**

Até 2004, VU = 765,71 hm<sup>3</sup>

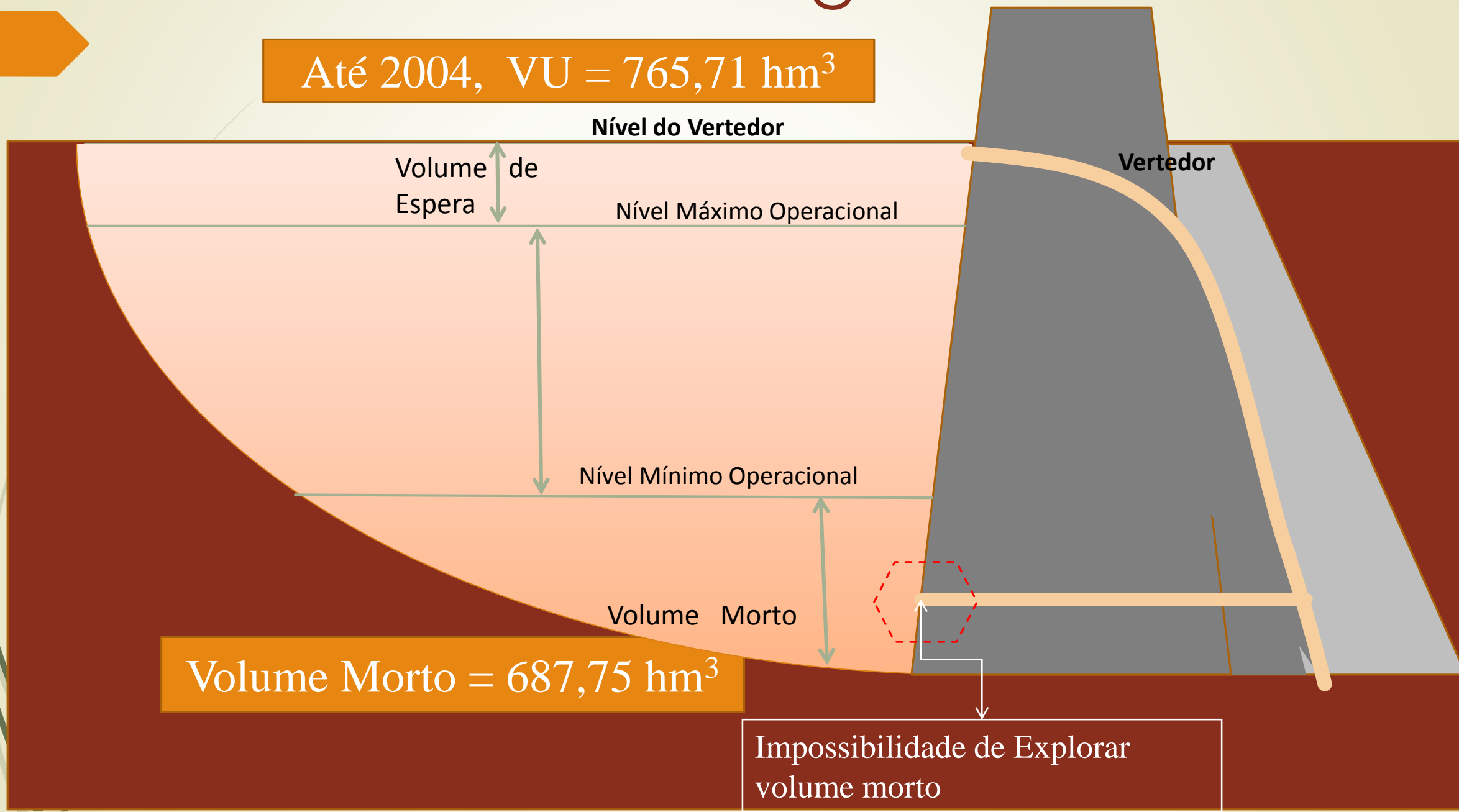
Até 2010, VU = 978,50 hm<sup>3</sup>

A partir de 2010, VU = 973,50 hm<sup>3</sup>

- 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**”

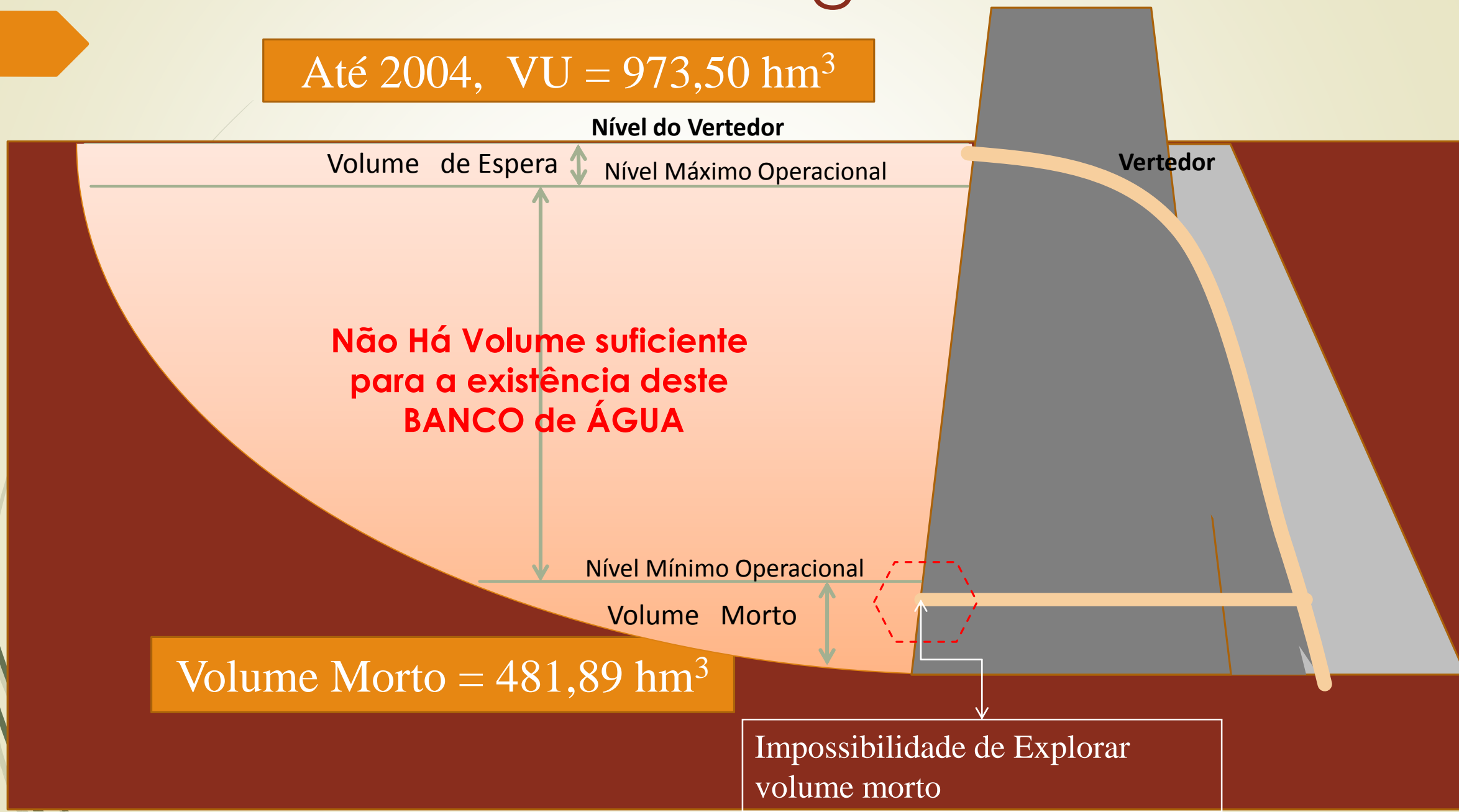
# Volume Útil Vigente

Até 2004,  $VU = 765,71 \text{ hm}^3$



# Volume Útil Vigente

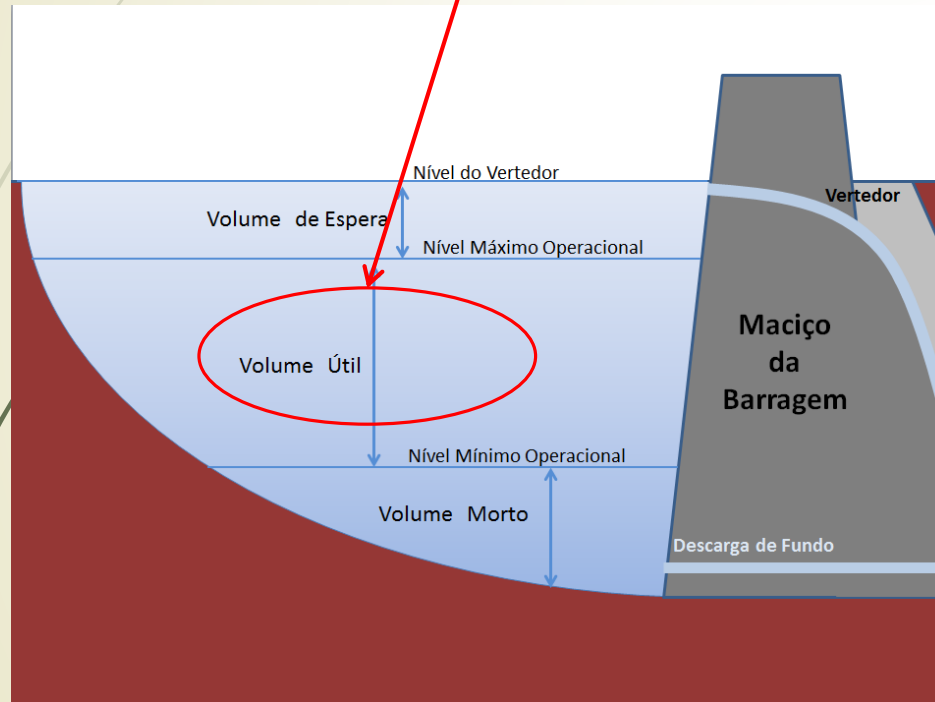
Até 2004,  $VU = 973,50 \text{ hm}^3$



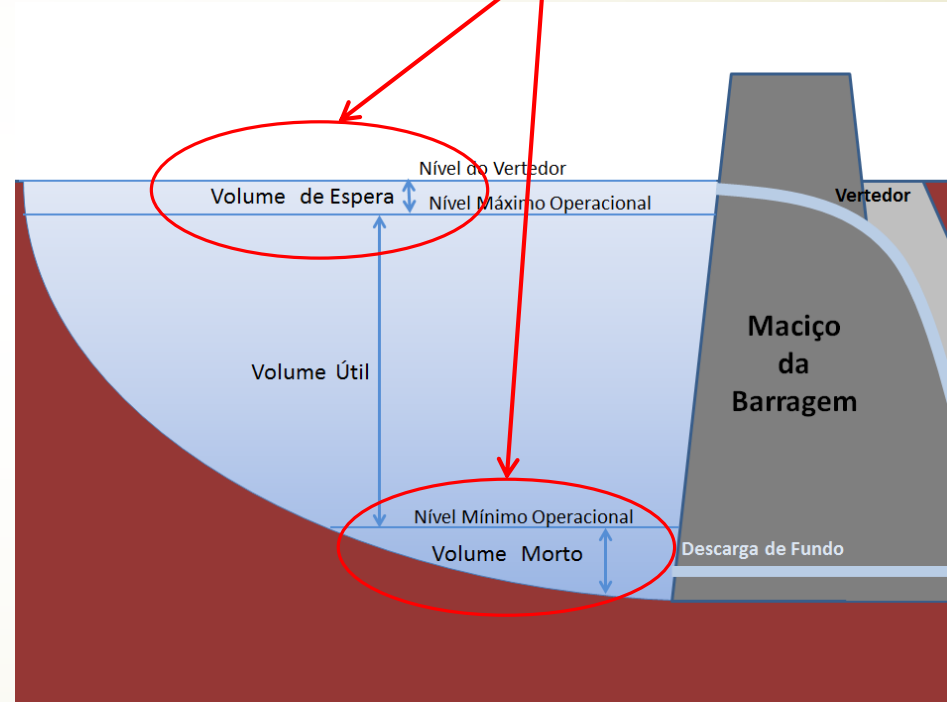
# Alterando o Volume Útil

8

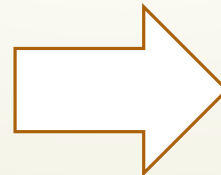
Aumenta o Volume Útil  
Aumenta a Vazão



Diminui Volume  
Aumenta o Risco



765,71 hm<sup>3</sup>



973,50 hm<sup>3</sup>

# Fracionamento da retirada por prioridade do uso

9

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

Nota: vazões médias mensais

# Regularização de Vazões

Proposta publicada em 6 Dez. 2013

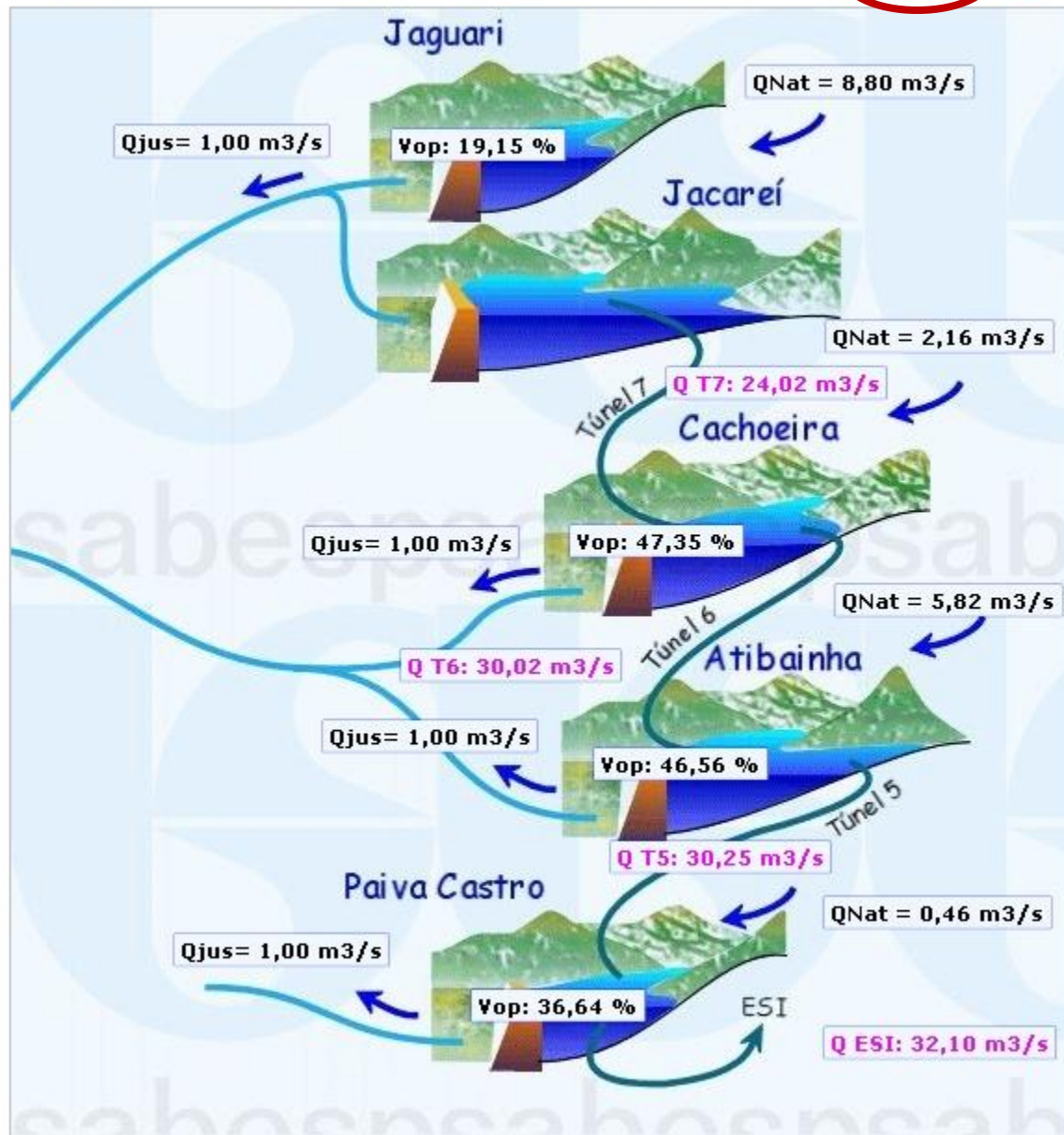
O limite de vazão de retirada será fracionado em duas parcelas, correspondentes, respectivamente, à região metropolitana de São Paulo e à Bacia do Rio Piracicaba obedecendo à seguinte ordem de prioridade:

Usuário	Limite de vazão de retirada (m <sup>3</sup> /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
	<b>= 40,0 m<sup>3</sup>/s</b>	

**Não Há Volume suficiente  
para Regularizar uma Vazão da Outorga Vigente,  
Não há volume para operar um  
BANCO de ÁGUA**

Sistema Cantareira - Visualizar Sistema Equivalente

... Data: 22/01/2014 :: Nova Data: Dia 22 ▼ Mês jan ▼ Ano 2014 ▼ OK



[Clique aqui para visualizar detalhamento do cálculo dos volumes](#)

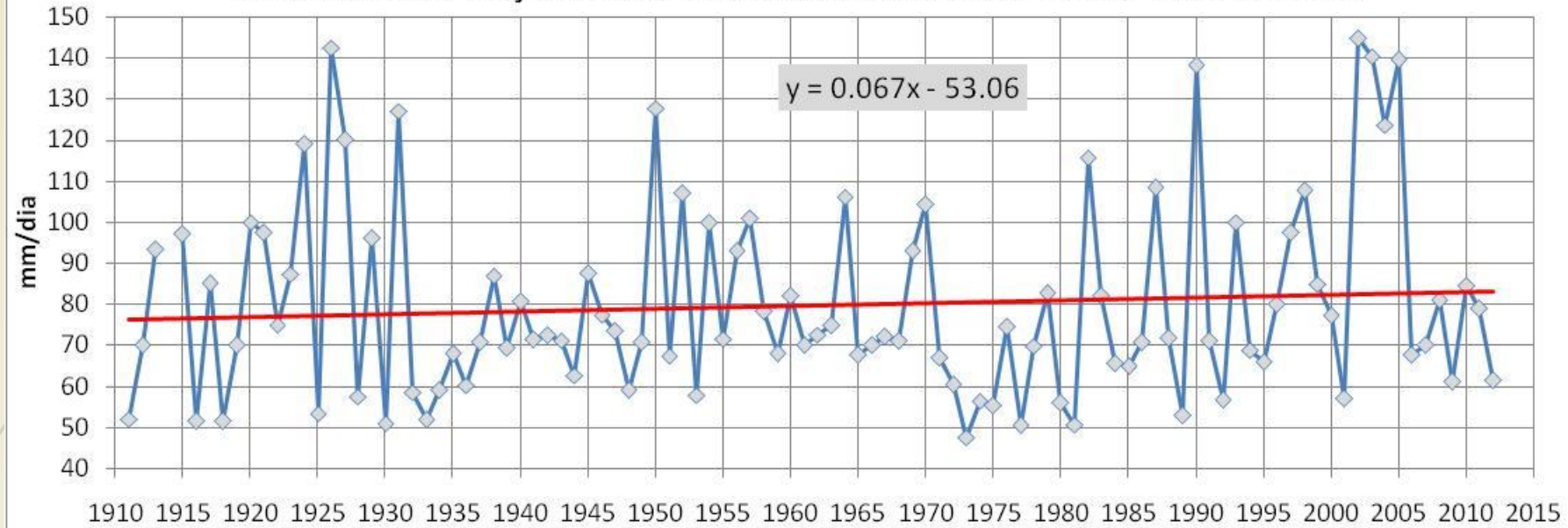
Sistema Cantareira - Visualizar Sistema Equivalente

... Data: 22/01/2017 :: Nova Data: Dia 22 ▼ Mês jan ▼ Ano 2017 ▼ OK

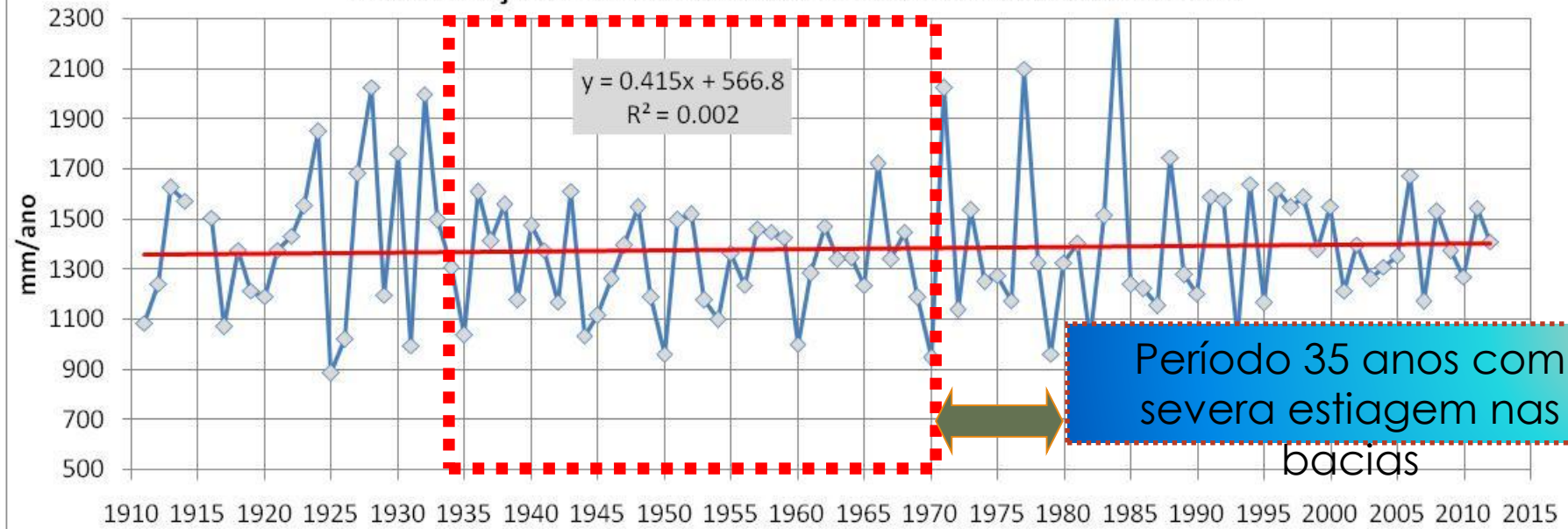


[Clique aqui para visualizar detalhamento do cálculo dos volumes](#)

MÁXIMA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DIÁRIA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS

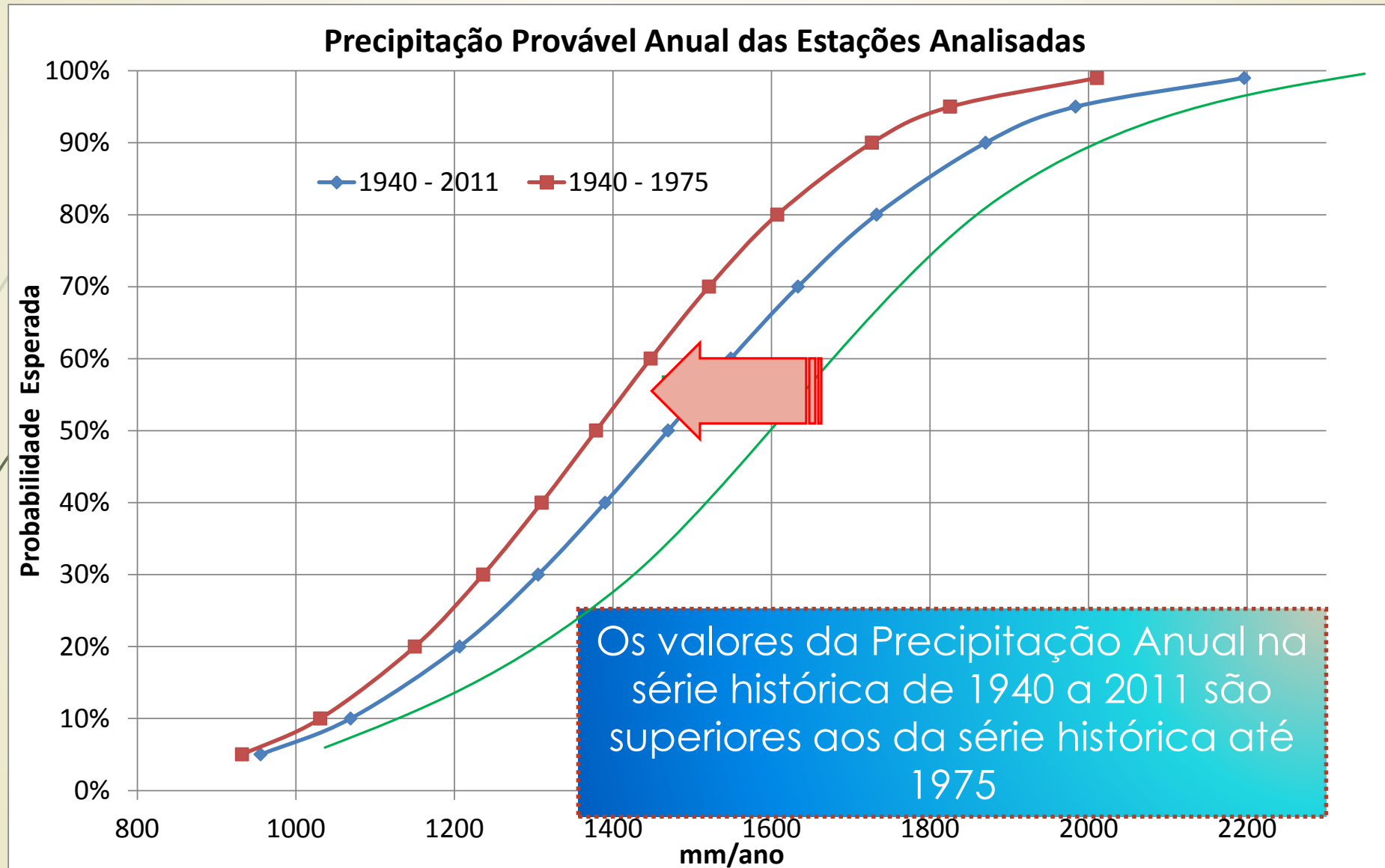


PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS



# VALORES PROVÁVEIS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL NA BACIA PCJ

13



# 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

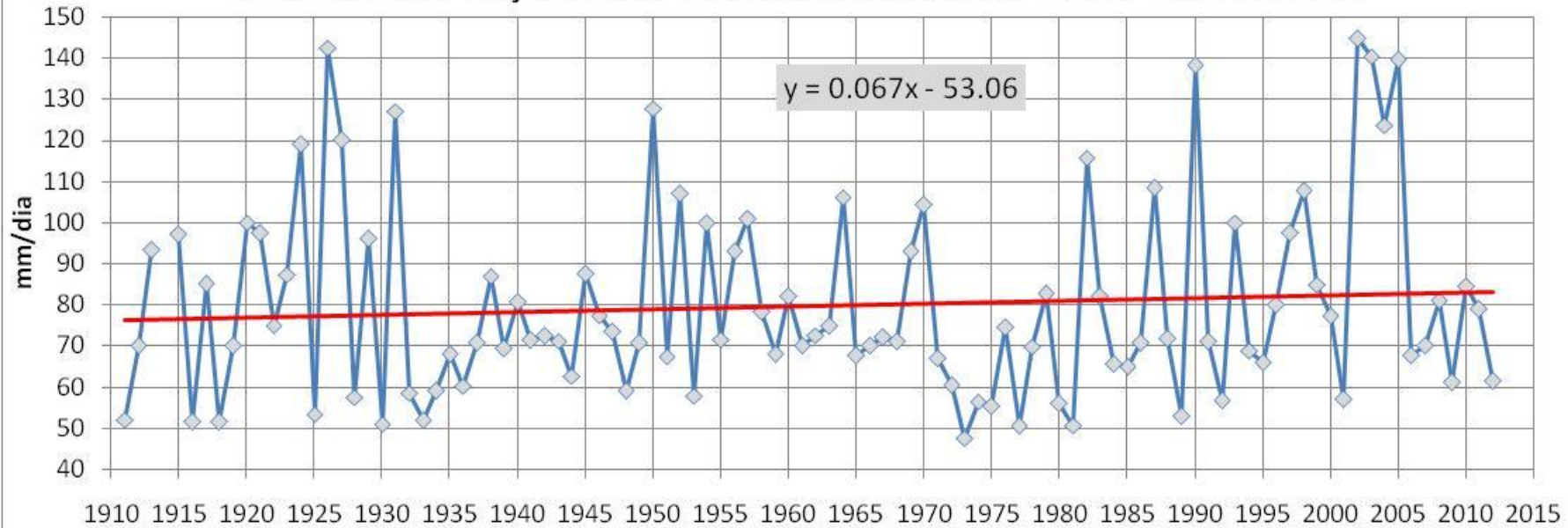
Eles identificaram padrões recorrentes e os batizaram de "**Efeito José**" e "**Efeito Noé**".

***Analogias com comportamentos identificados em trechos das histórias bíblicas***

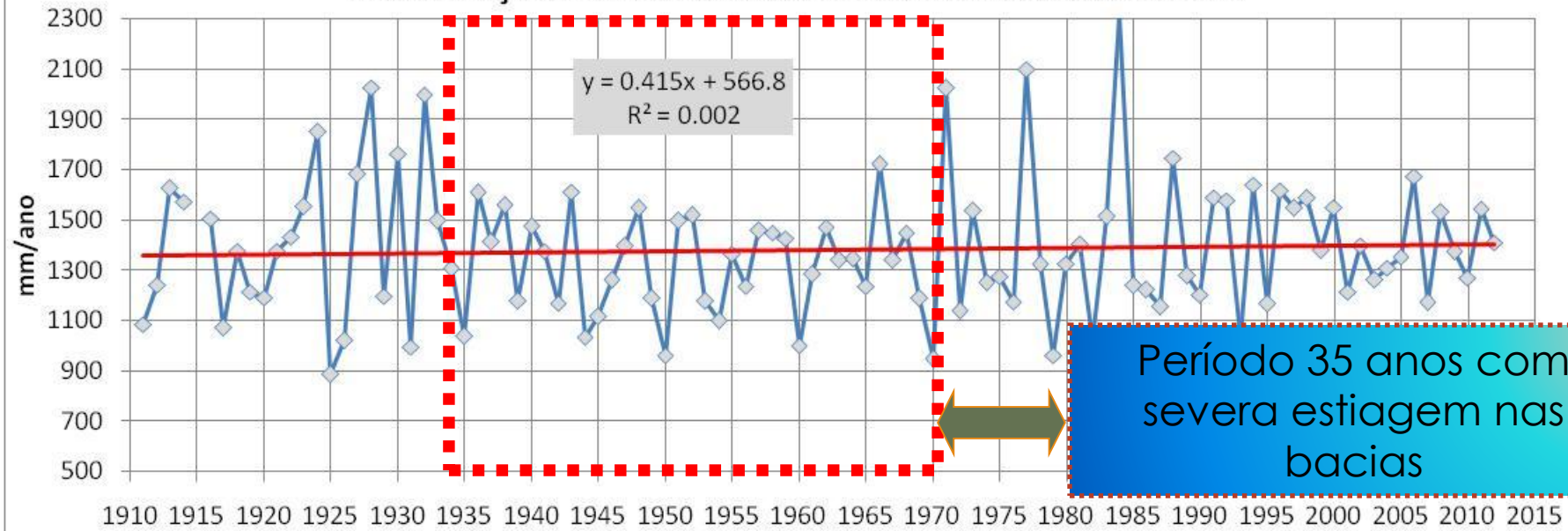
# Efeito Noé e Efeito José

- 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

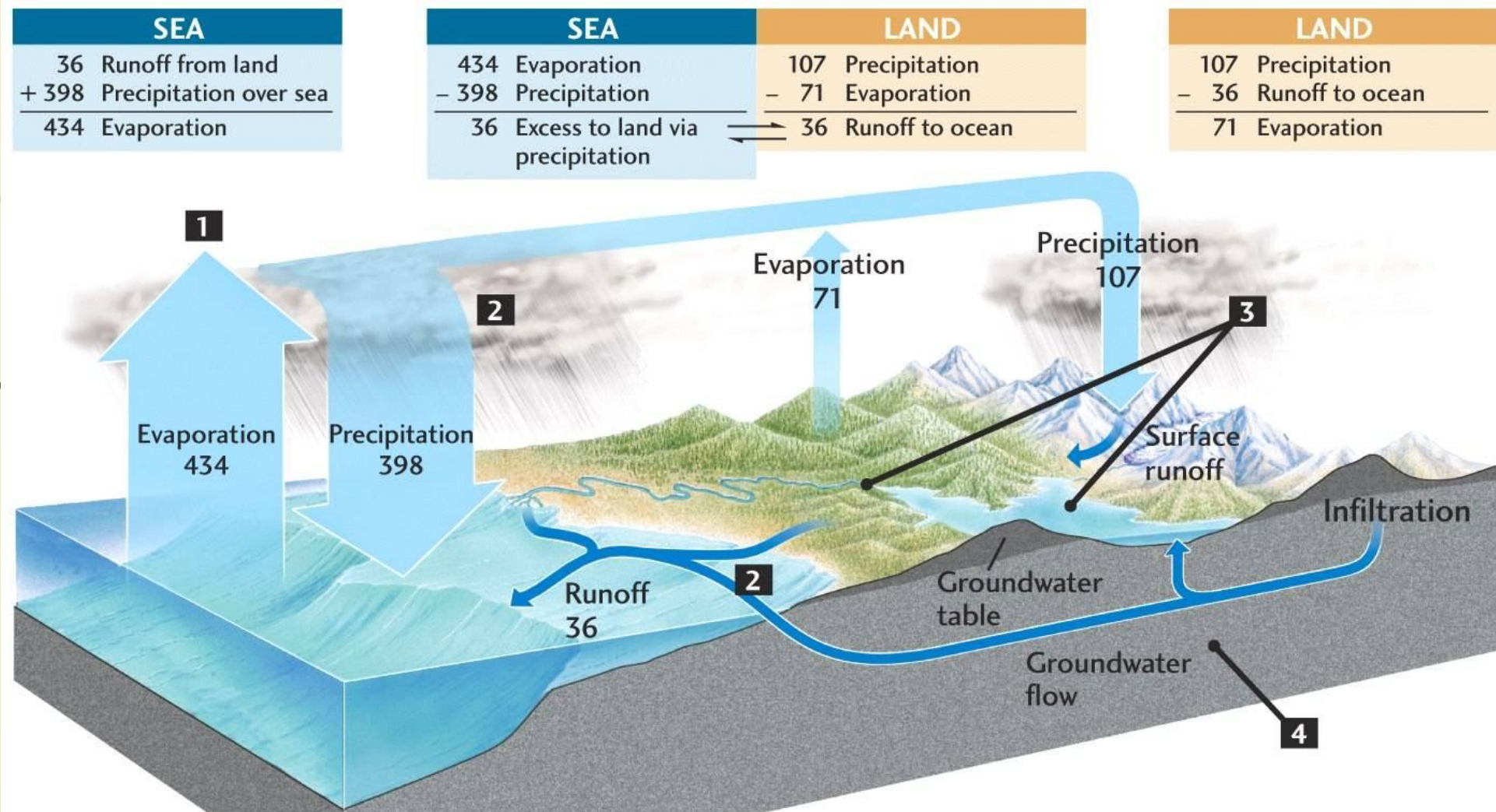


## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS

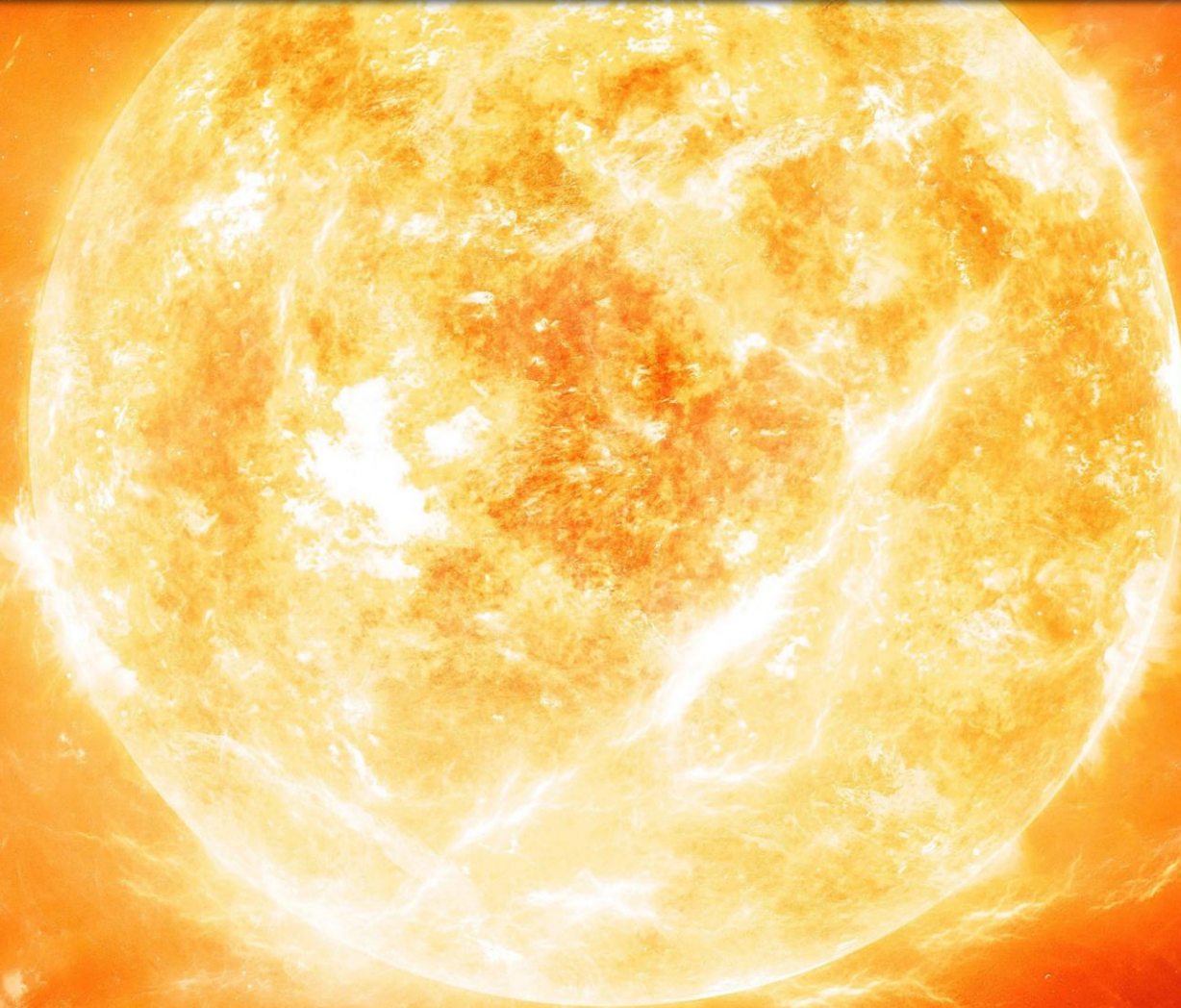


# Ciclos

## Ciclo Hidrológico



# O Sol



## O Sol

Em média, nosso planeta recebe o equivalente a **1400 W** por **m<sup>2</sup>/s** do Sol;

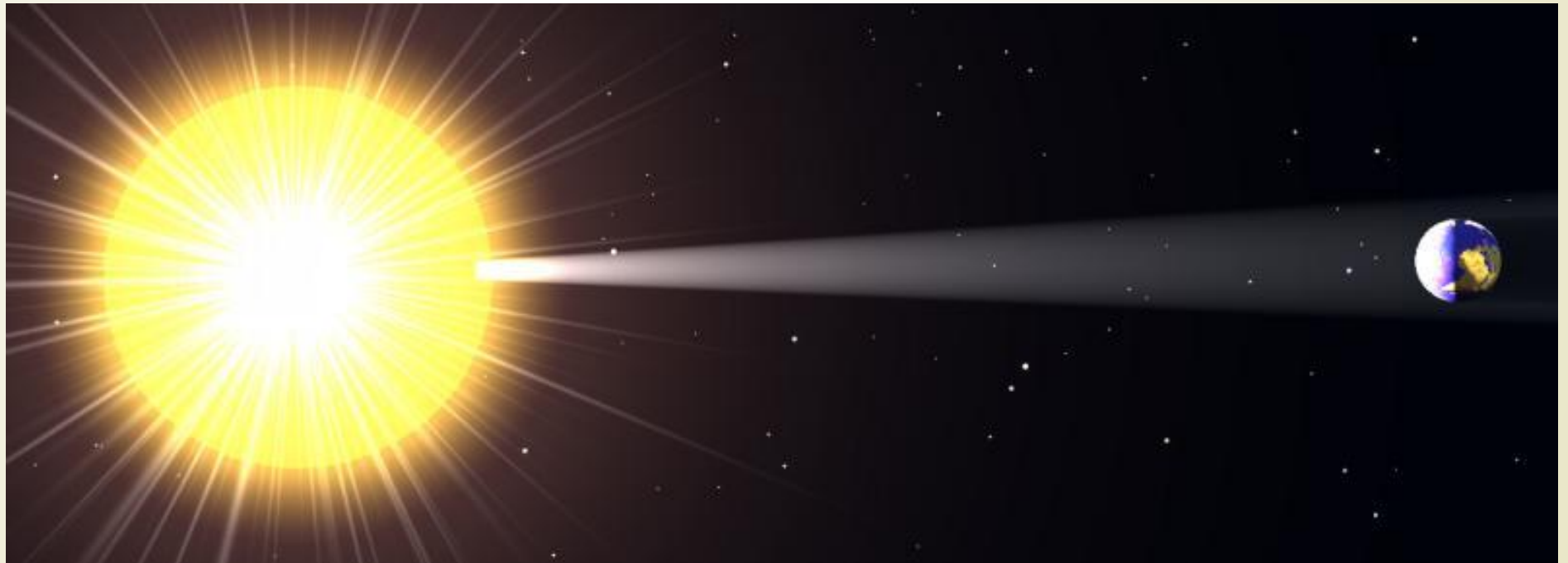
Equivale ao poder energético de **9x10<sup>20</sup> l/min** de gasolina consumidos;

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

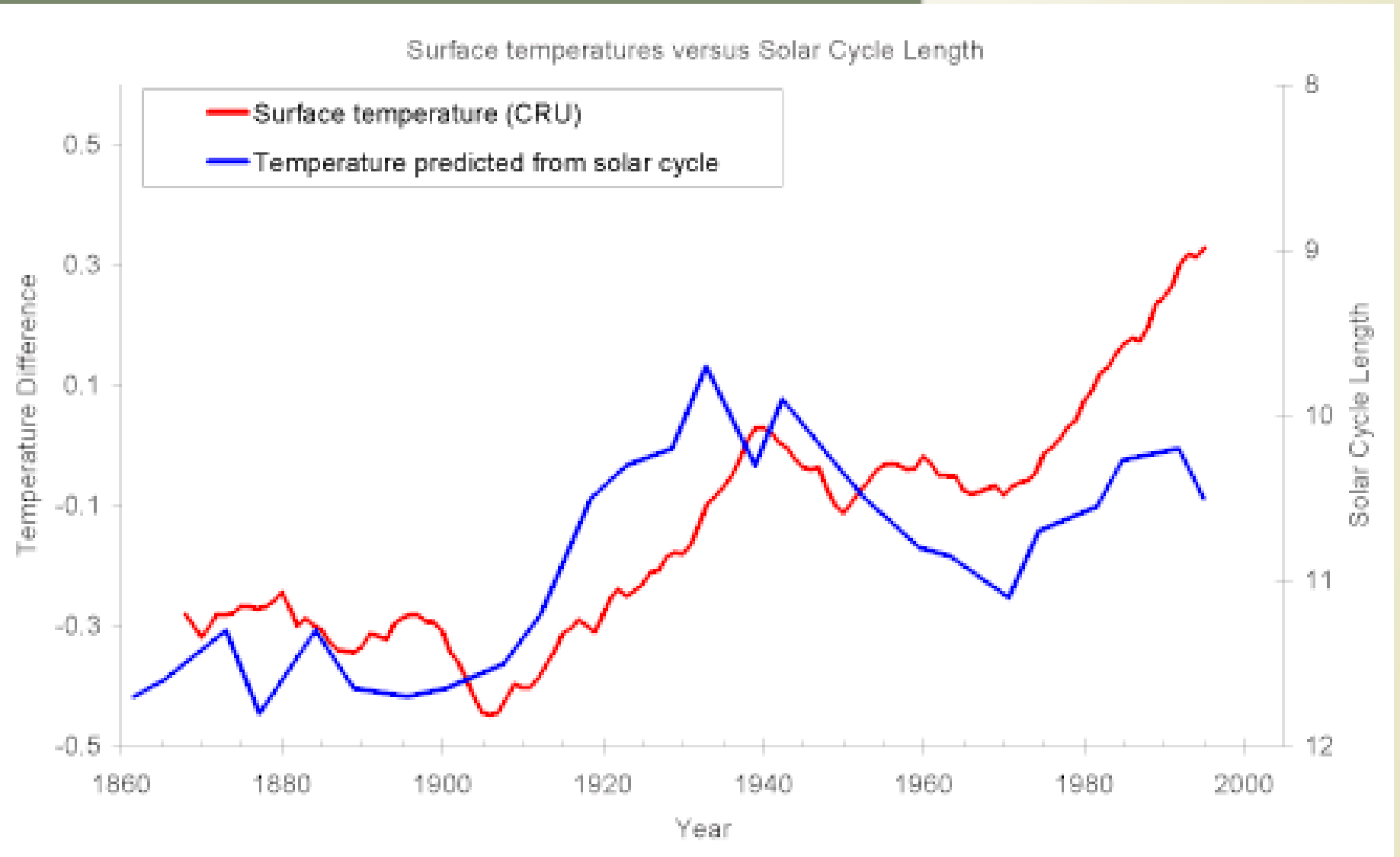
O equivalente à energia produzida por **10 bilhões** de Itaipús.

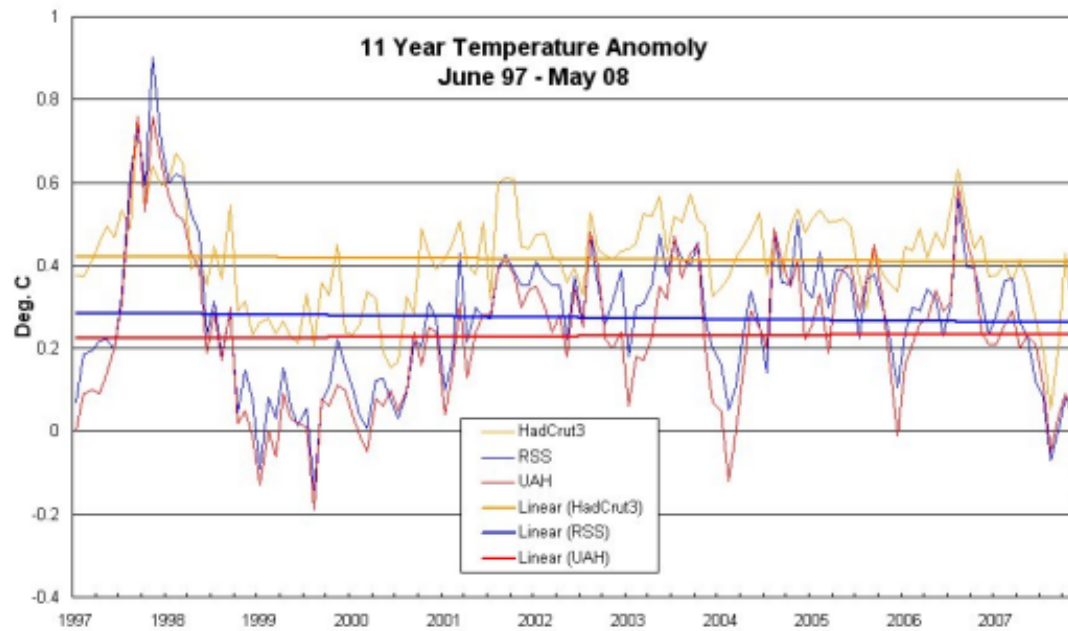
# O Sol

**A emissão de  $1440 \text{ W/m}^2/\text{s}$  é apenas uma média.**



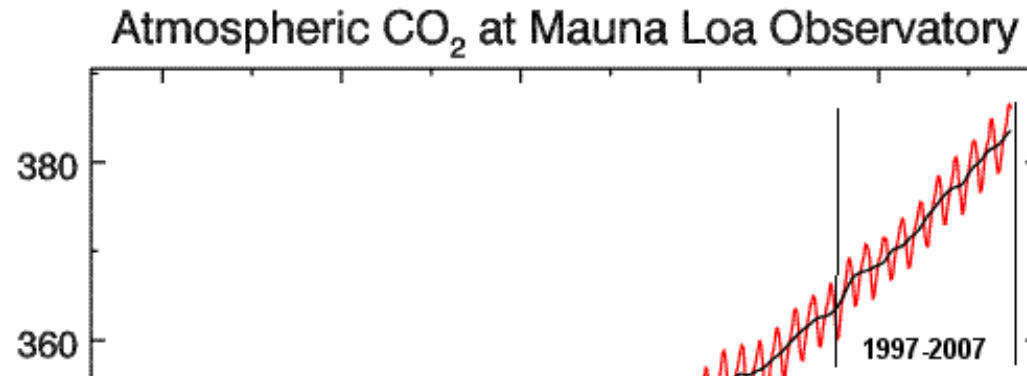
# Os Ciclos Solares





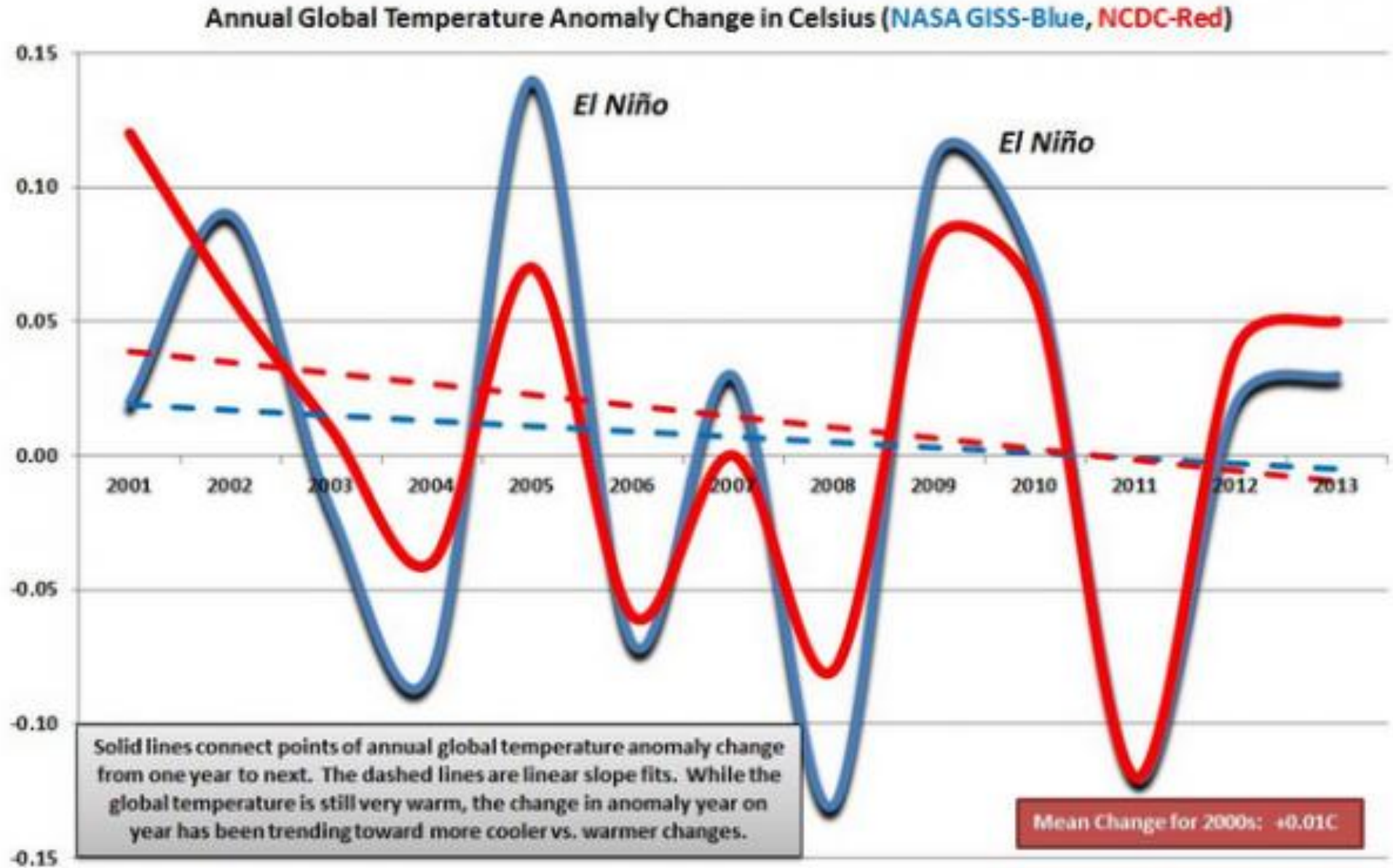
[Click for a larger image](#)

Even with the warm spike 1998 El Nino year included, the flatness of the 3 metrics used to track global temperature is telling especially when compared to the Keeling CO<sub>2</sub> curve for the same 11 year period:



[Here is the entire CO<sub>2</sub> record:](#)

# 18 anos de anomalia!!!



# 18 anos de anomalia !?!?!?

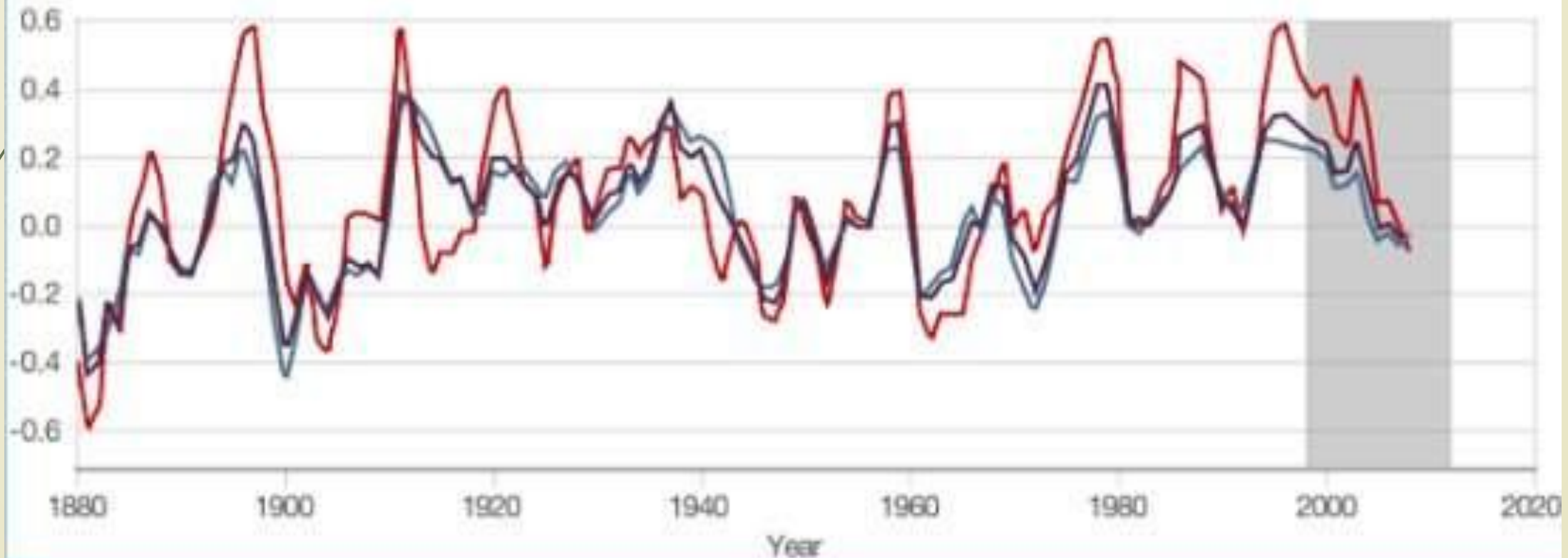
25

## Pause in global warming

Running nine-year trends in surface warming and upper ocean heat uptake. The recent slowdown in global warming is highlighted by the grey shading.

Trend (°C decade)

— Land only    — Ocean only    — Land and ocean



# 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.

Estas variações na atividade solar foram estudadas por meio da análise do carbono 14.

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

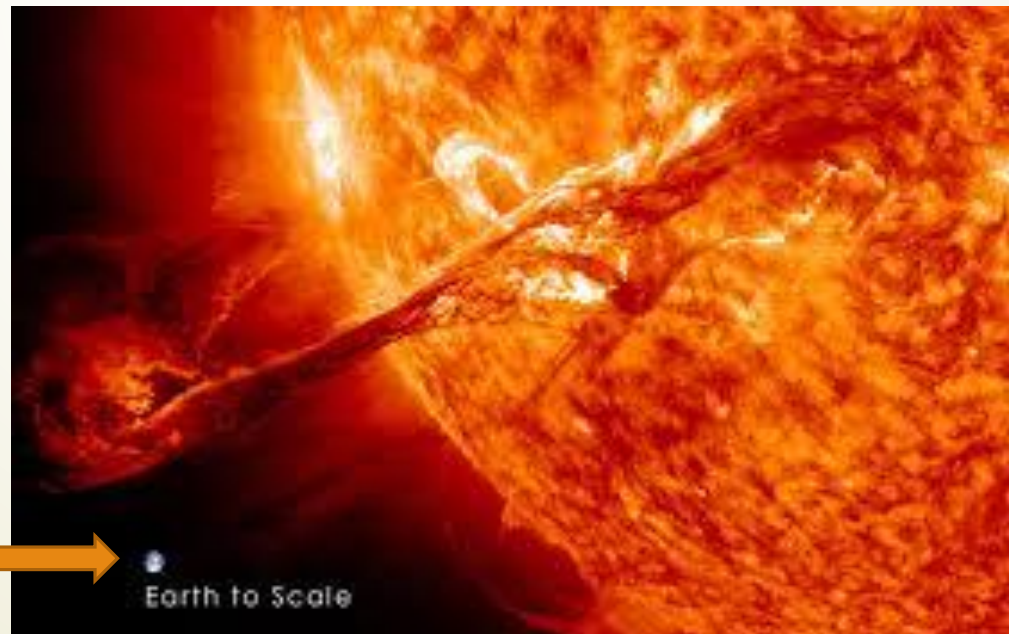
No mínimo de SCHWABE a Terra recebe menos ultravioleta que leva a criar menos ozônio na estratosfera, enquanto que em seu máximo aumenta-se de 1 a 2% a concentração de ozônio.

# Os Ciclos Solares

**O CICLO de HALLSTATTZEIT.** Também obtido com análise de C14.

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.

**Terra**



# Os Ciclos Solares

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

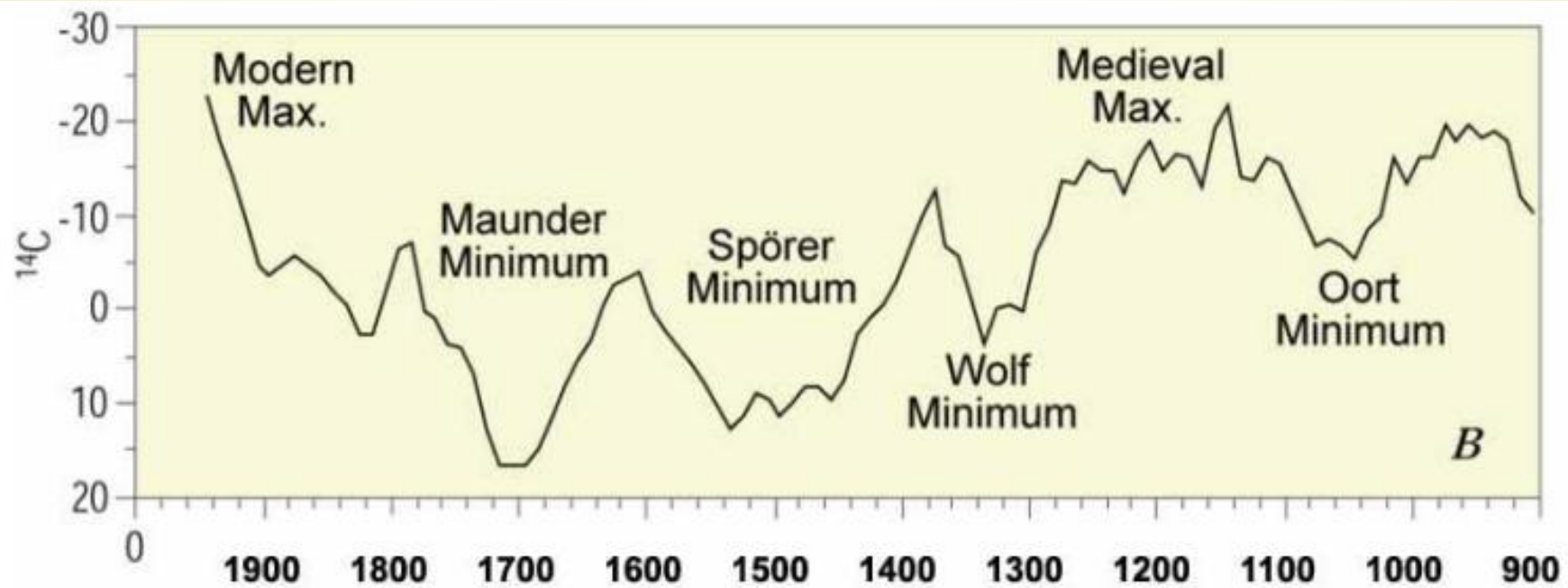


Fig.5. MÍNIMOS DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO.

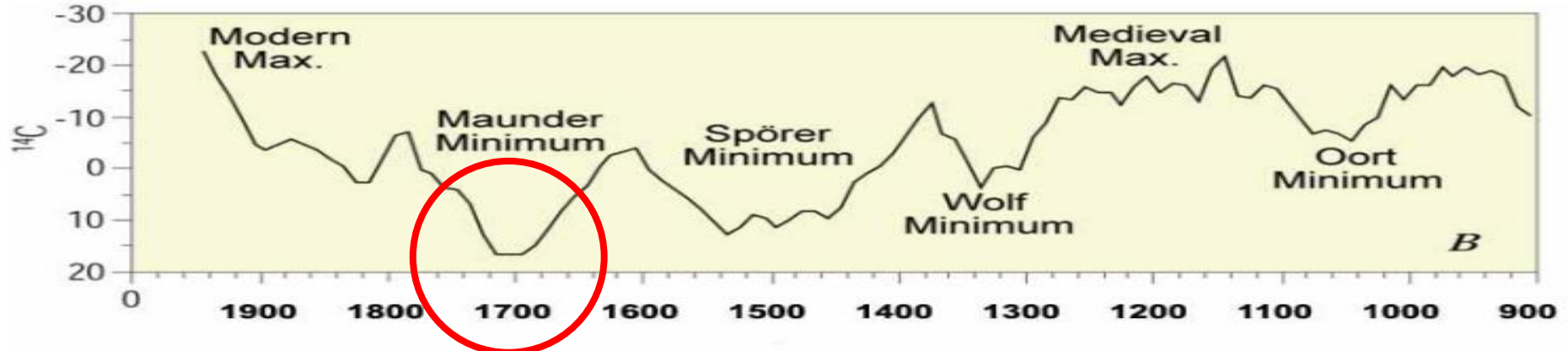


Fig.5. MÍNIMOS DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO.



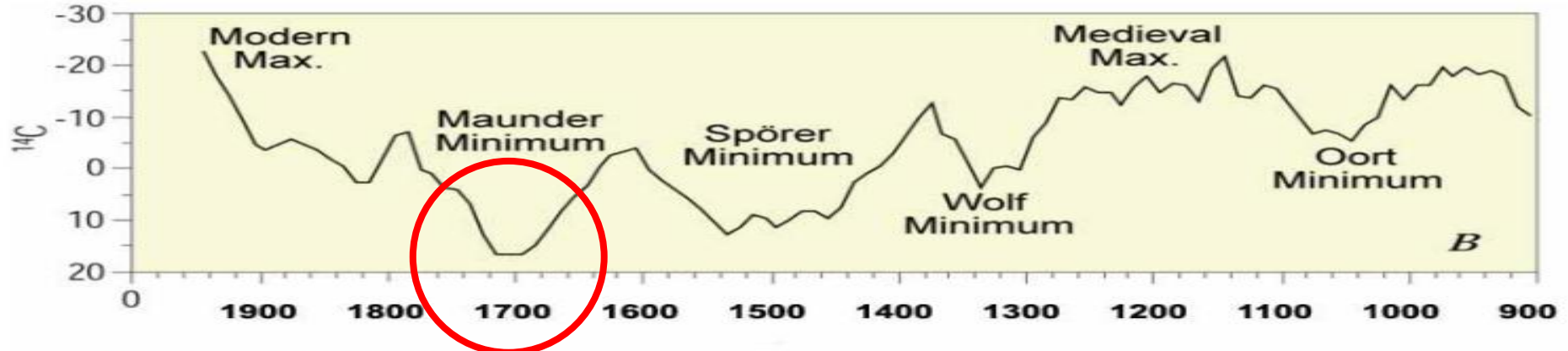


Fig.5. MÍNIMOS DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO.



A Scene on the Ice by Hendrick Avercamp

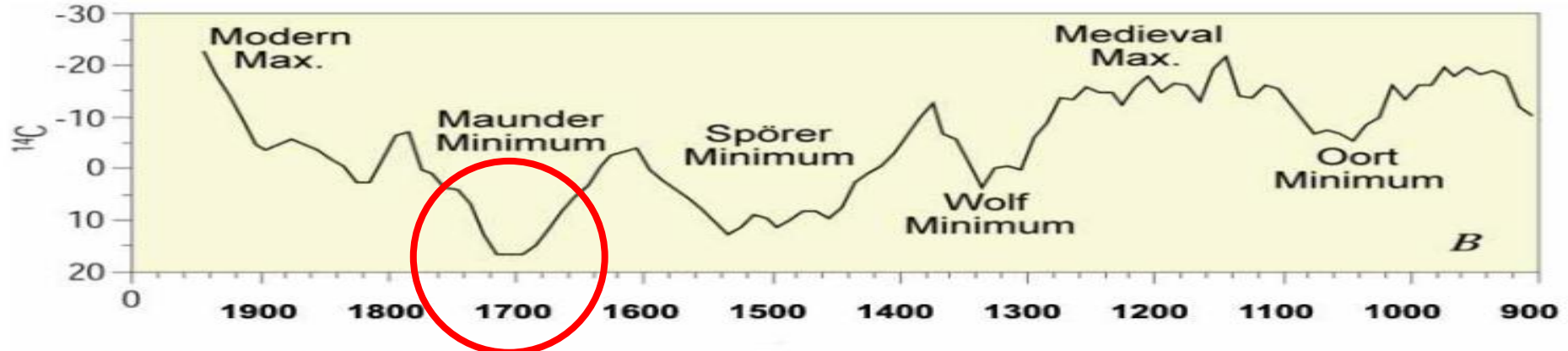


FIG.5. MÍNIMOS DURANTE EL ÚLTIMO MILENIO.





JAN  
09  
2014

GLOBAL  
COOLING  
GLOBAL  
WARMING  
MAUNDER  
MINIMUM  
POLAR  
VORTEX  
SOLAR  
CYCLES  
SOLAR  
IRRADIANCE

## Polar Vortex Could Be A Sign Of Global Cooling -Leading Scientist Predicts Equivalent of Maunder Minimum

by [STEVE MACDONALD](#)

The “Maunder minimum” is a fancy-pants sciency phrase for a little ice age. A little ice age is a long period of weird weather where it mostly just gets colder for longer over a series of consecutive decades. These events are predicated on oscillations of total solar radiance, and solar or sunspot activity, which can be plotted, measured, and used to predict long term effects on climate based on previous solar activity in relation to recorded historical temperatures, observations, ice-core data—you know sciency stuff.



The second of the two waves of Siberian cold took Spain by surprise with snow falling on the beach at Palma, Mallorca while snow fell along the Costa Blanca and Murcia region of SE Spain for the first time in 80 to 118 years!

34



6-7 Jan 2017

Credit: Patricia Smyth McKeown

# Os Ciclos Solares

**O CICLO de GLEISSBERG.** Este ciclo tem a duração de 70 a 100 anos e foi descoberto em 1958 por Gleissberg, e tem efeito sobre a amplitude do ciclo de Schwabe, de (8x11) anos.

O máximo de Gleissberg ocorrido em 1984 foi o primeiro de uma grande sequencia de máximos relacionados com as fases zero do ciclo de 166 anos.

Quase todos os mínimos de Gleissberg depois do ano 300 DC, como por exemplo 1670, 1810 e 1895, coincidem com climas muito frios no hemisfério Norte, enquanto que os máximos de Gleissberg ocorrem com climas mais quentes, como por exemplo para 1130 (Ótimo climático medieval).

# Ciclo de GLEISSBERG

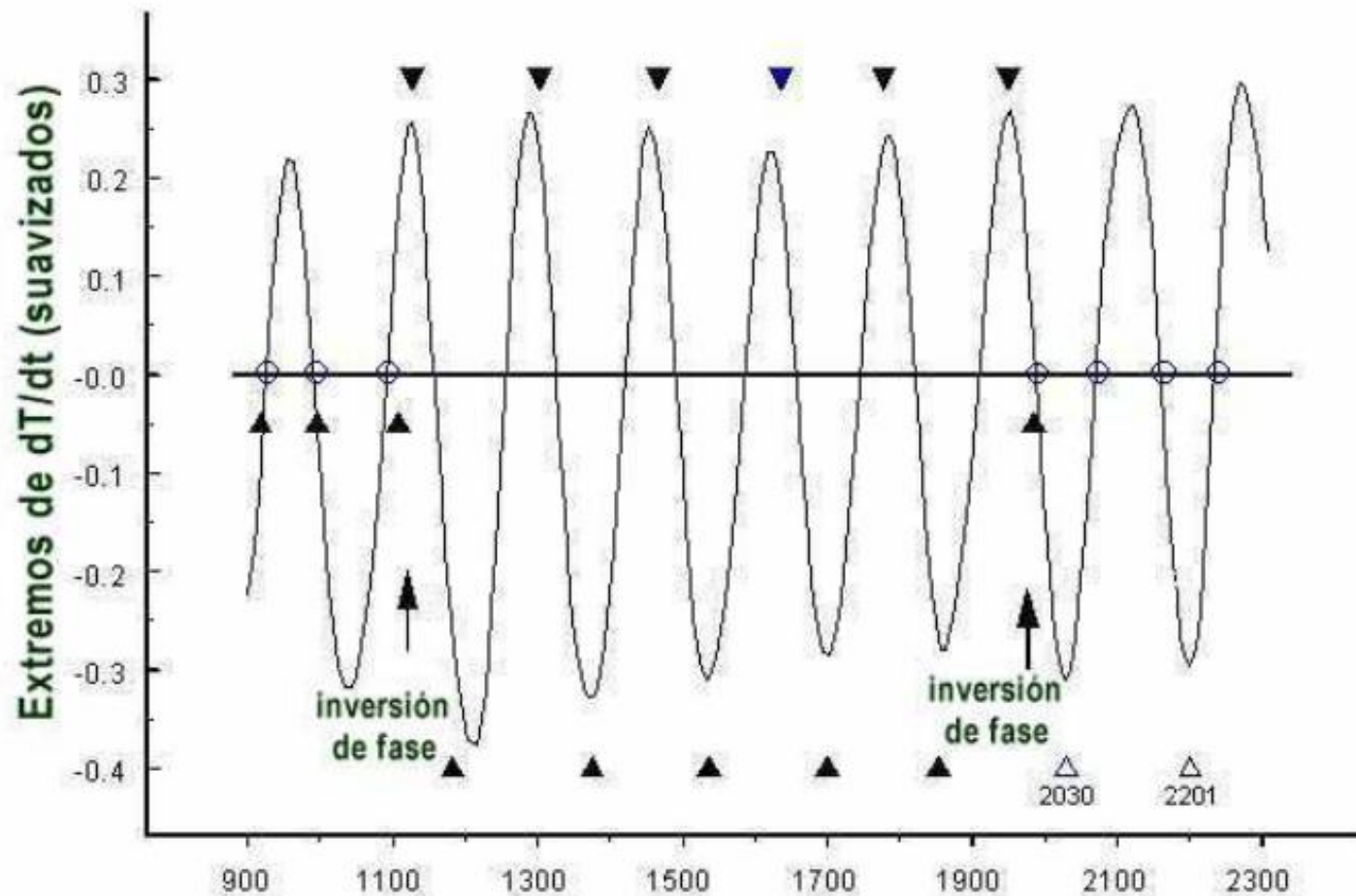
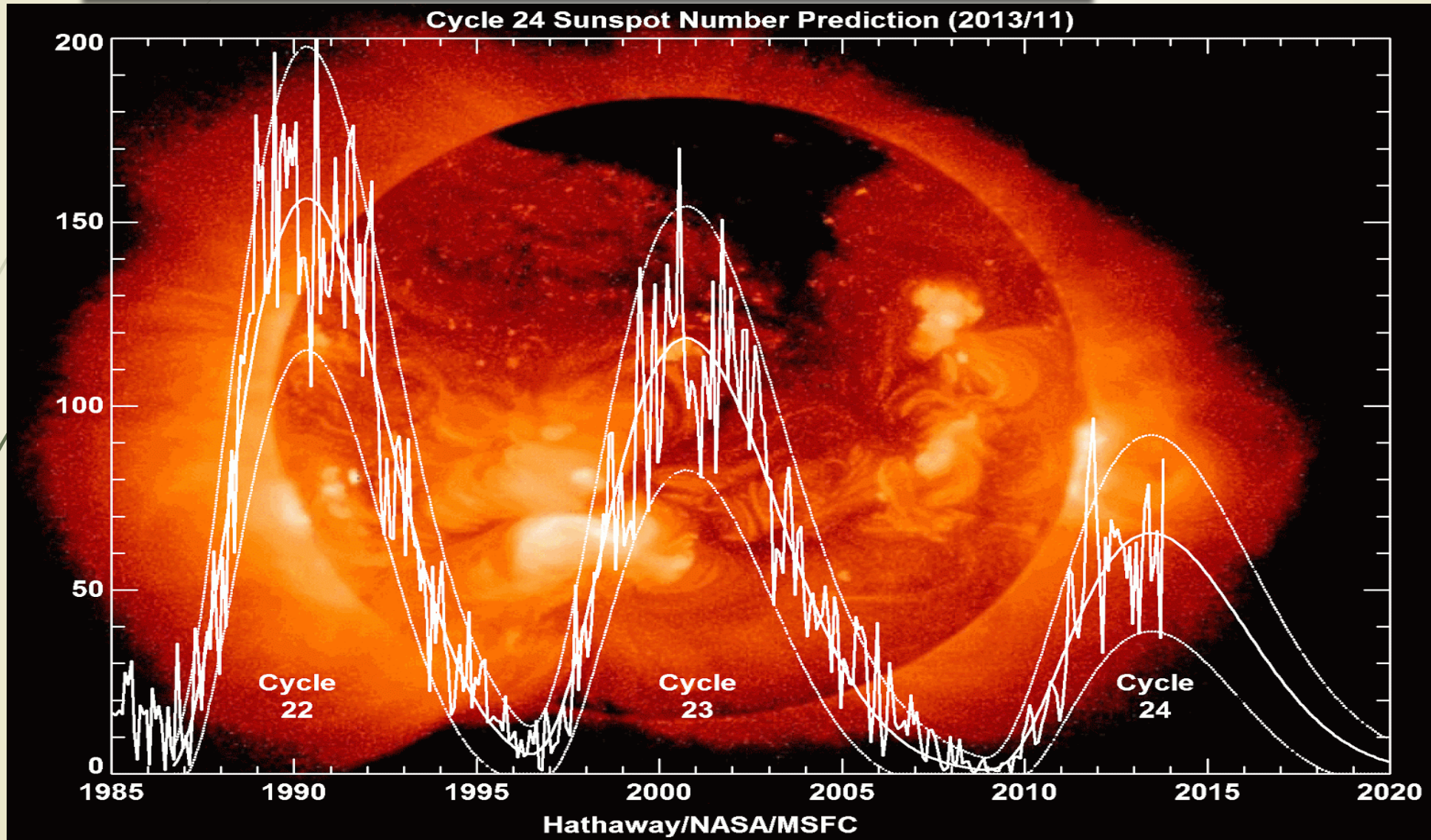


Fig 6. Ciclos de Gleissberg. El cambio de fase hacia 1976 invirtió el patrón creado por la inversión de fase del 1120. El máximo Gleissberg de 1984 es el primero de una larga secuencia de máximas que van junto a fases cero en el ciclo de 166 años. Los próximos máximos deberían ocurrir para el 2069, 2159, 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

37



# Índice de Severidade de Secas

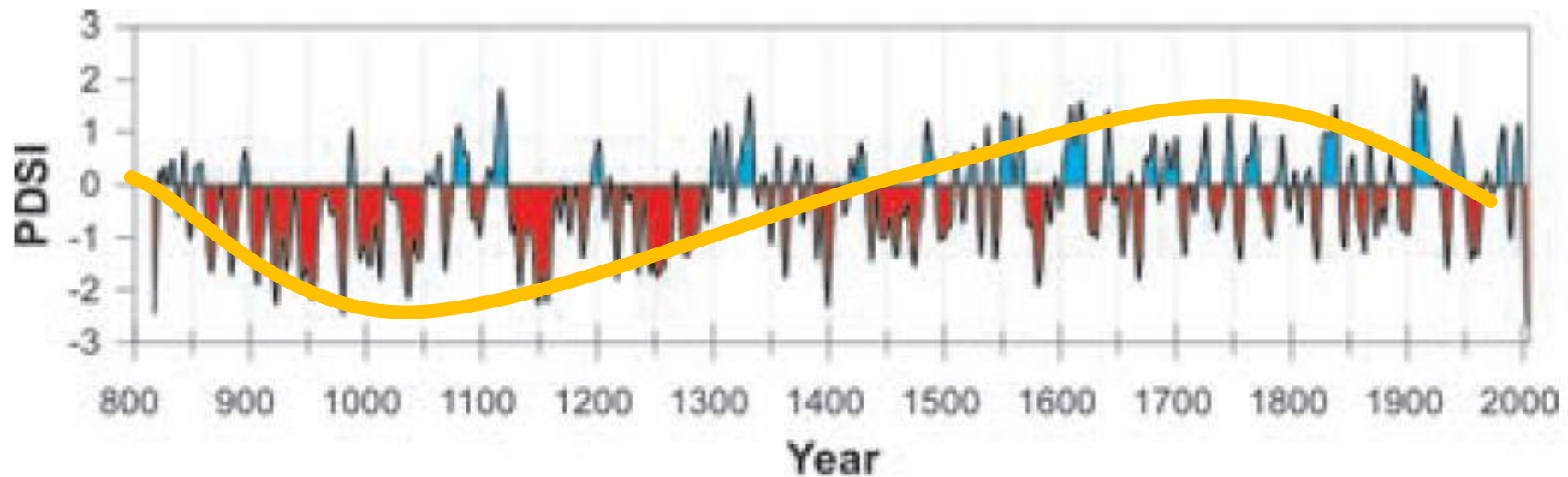
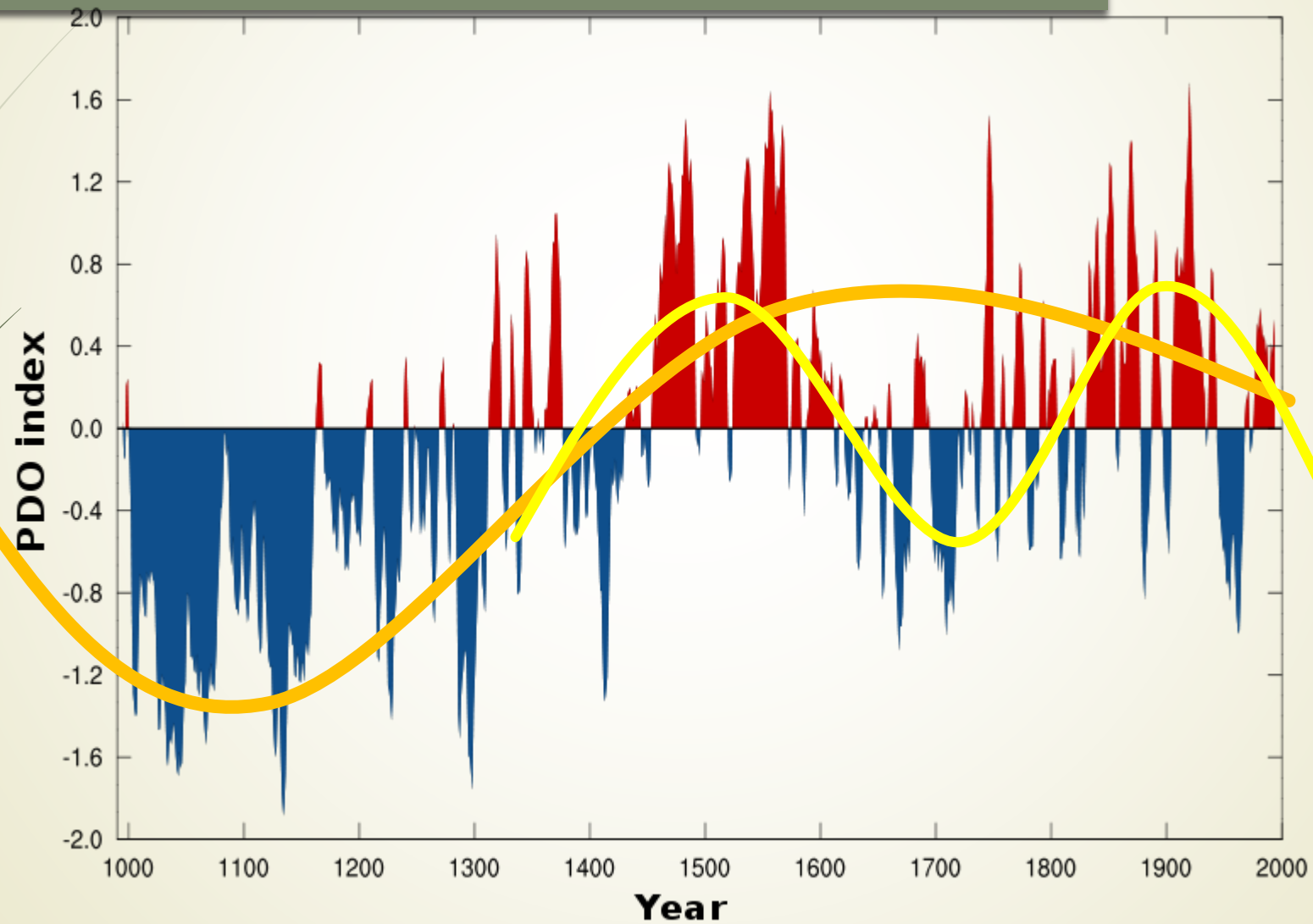


Figure: The 1,200 year long reconstructed history of Palmer Drought Severity Index values for the western United States. Negative values indicate dry conditions, positive values indicate wet conditions (from Woodhouse et al., 2005).

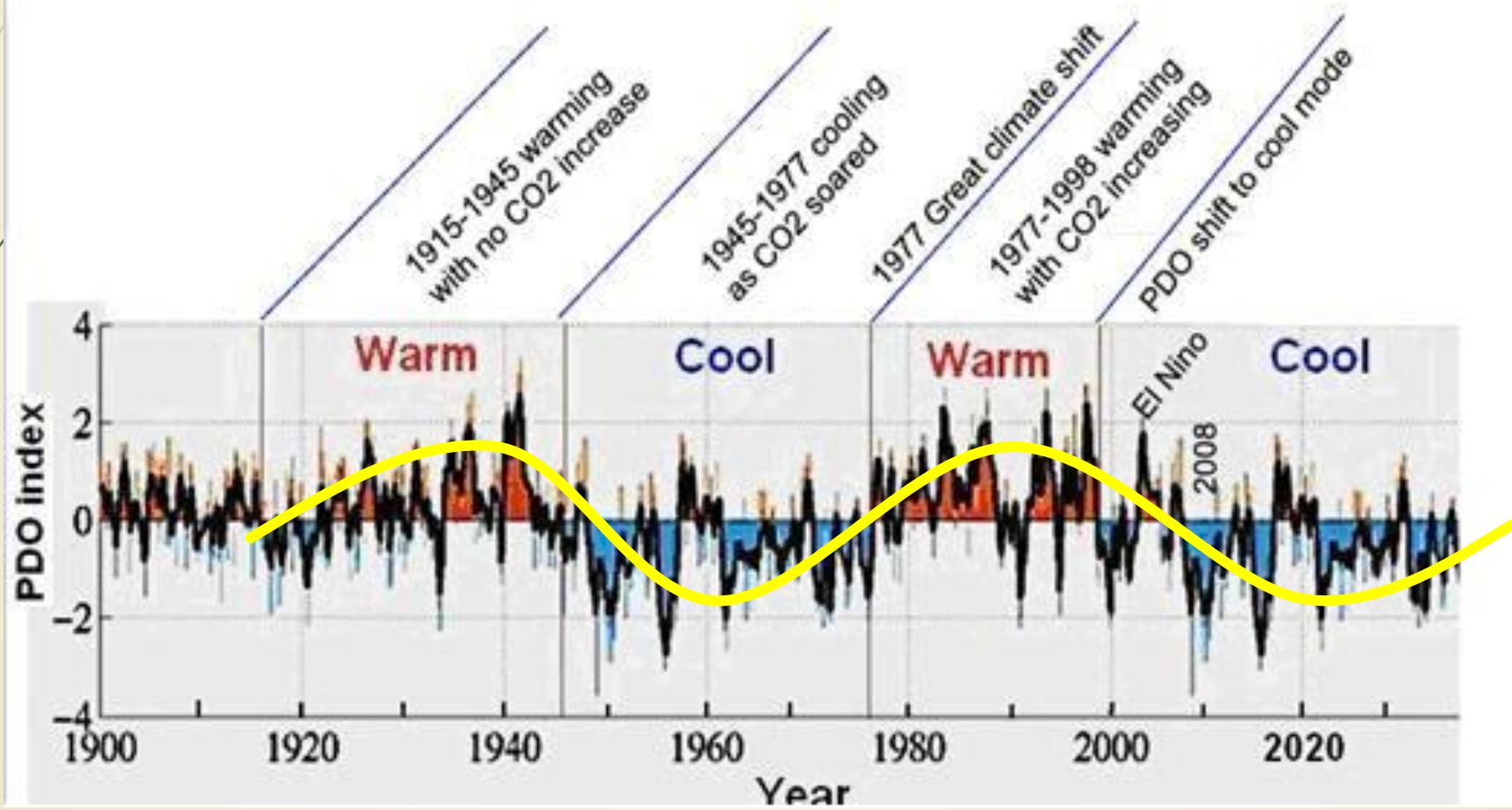
# Oscilação Decadal do Pacífico



# Oscilação Decadal do Pacífico

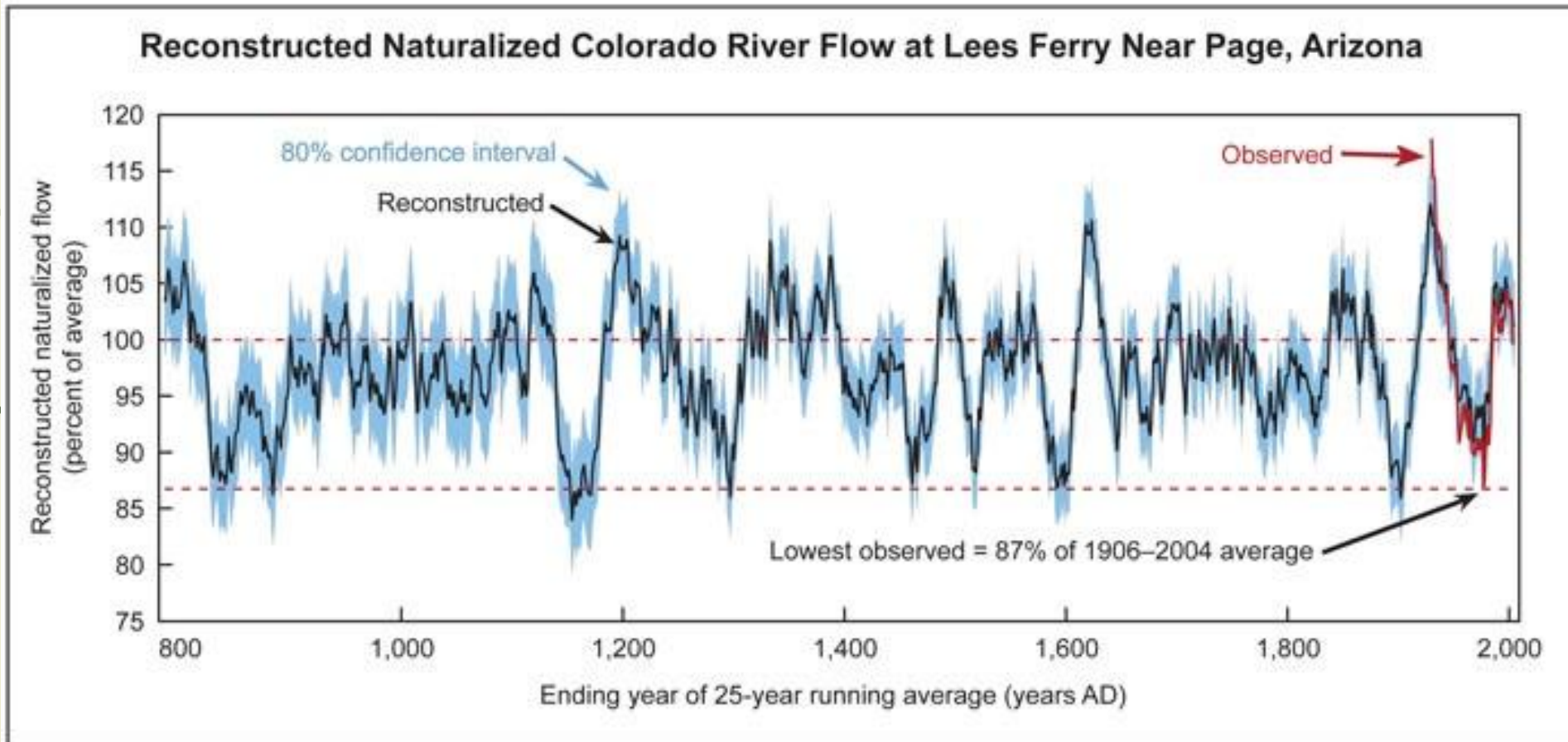
40

## Past and predicted PDO



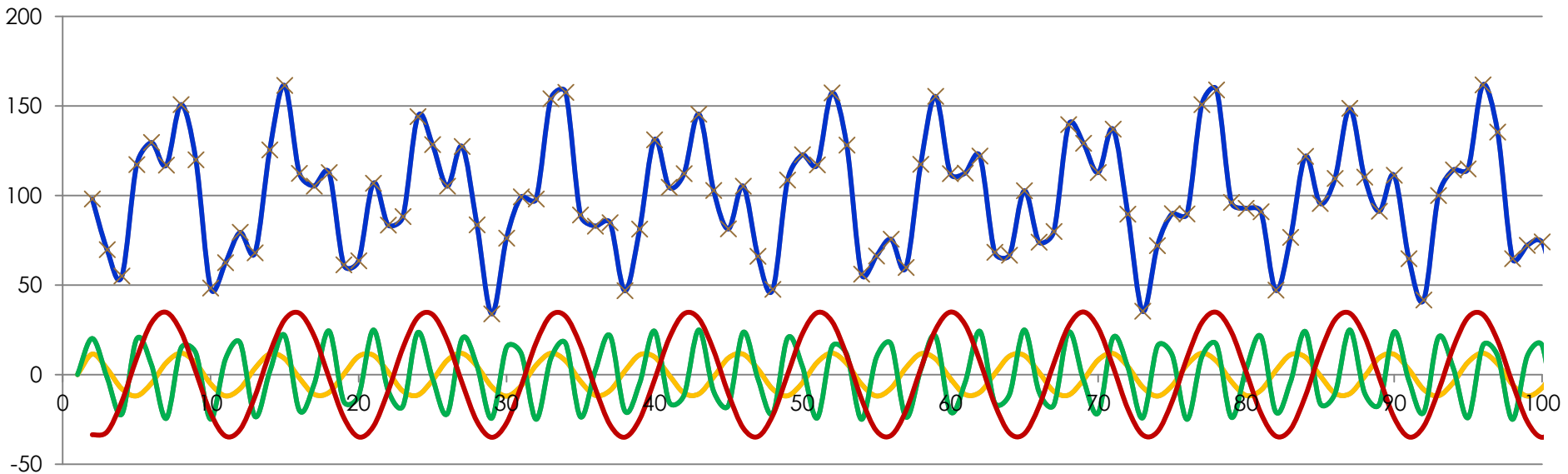
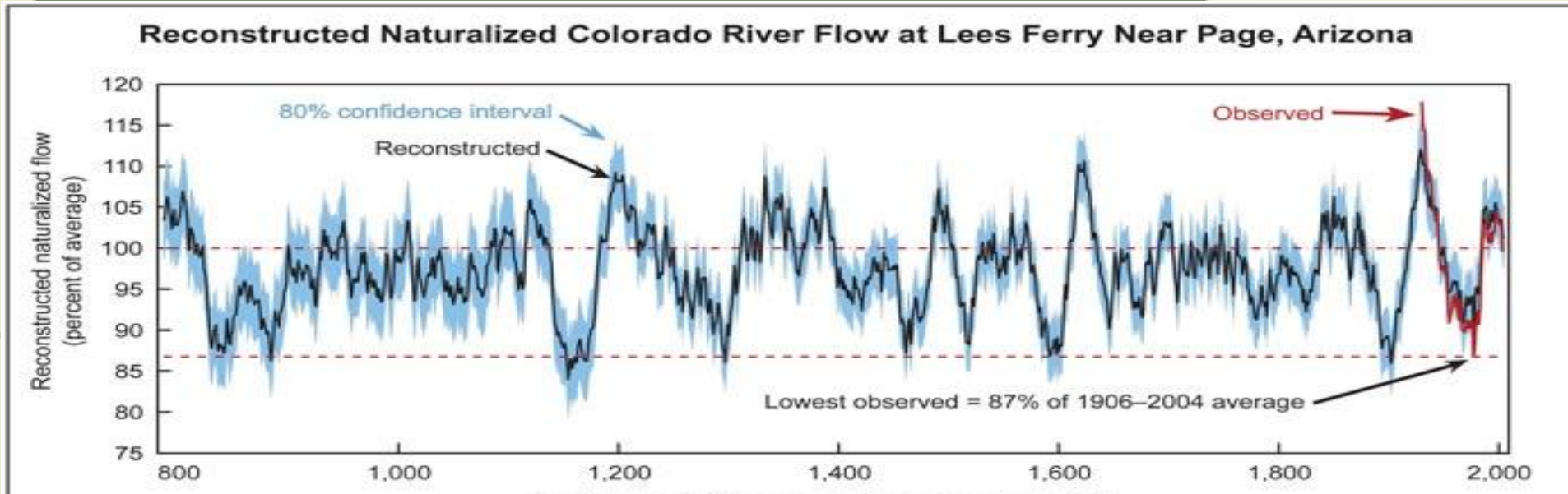
# Série Histórica de Vazões

41



# Série Histórica de Vazões

42



# 1953 Brasil - Nordeste



Diário da Noite 24 de março de 1953 - Invasão de flagelados da seca no comércio de Surubim.

24/11/12

**Imagens impressionantes: A Invasão dos flagelos da seca em Surubim, 1953.**

*A seca de 1953, Padre Ferreira Lima ajuda flagelados.*



*Observe a expressão de sofrimento das pessoas na (foto).*

# 1953 Brasil -Nordeste

Imagens da grande seca de 1953, aproximadamente, 1500 flagelados tomaram as ruas de Surubim para saquearem o comércio local, mas a intervenção do Pe. Ferreira Lima, foi uma bênção para essa população, as pessoas organizadamente, se aglomeraram em frente a casa paroquial enquanto o líder religioso Ferreira Lima foi ao comércio local e providenciou sextas básicas todos e conseguiu uma frente de trabalho junto ao governo do estado proporcionando trabalho para mais de 1200 pessoas.



Diário da Noite 24 de março de 1953 -  
Invasão de flagelados da seca no  
comércio de Surubim.

# 1953 Brasil - Sudeste

O Estado de S.Paulo - 27/11/1953

## Mudanças climáticas ameaçam a produção de café do Brasil

O relatório da "Cambuhy Coffee and Cotton Estates" afirma que também a nossa produção de algodão se encontra em perigo

LONDRES, 26 (UP) — Uma alteração radical no clima ameaça a supremacia mundial que o Brasil mantém na produção do café. Assim o advertiram os diretores da "Cambuhy Coffee and Cotton Estates", em seu 28.º informe anual.

No transcurso dos últimos 25 anos, a queda média de chuva diminuiu bastante no sul do Brasil. No rico Estado de São Paulo, a seca aumentou de modo alarmante, desde 1940. Acrescenta o informe que as duas explicações sobre a diminuição das chuvas no sul do Brasil são a derrubada das matas e um simples ciclo climati-

"Cambuhy Coffee and Cotton Estates" sobre a ameaça que paira sobre a nossa economia cafeeira mercê da modificação de clima, merecem a maior atenção, visto que se trata do resultado de pesquisas feitas, durante décadas, por técnicos de reconhecida capacidade e exemplar consciência profissional.

Quanto ao pessimismo relativo às perspectivas algodoeiras, temos de discordar dessa apreciação. Entretanto, é de se crer que as observações a propósito tenham sido redigidas antes da modificação da política cambial ocorrido no dia 9 de outubro passado.

*"(...)No transcurso dos últimos 25 anos, a queda média de chuva diminuiu bastante no sul do Brasil. No rico Estado de São Paulo a seca aumentou de modo alarmante, desde 1940. Acrescenta o informe que as duas explicações sobre a diminuição das chuvas no sul do Brasil são a derrubada das matas e um simples ciclo climático(...)"*

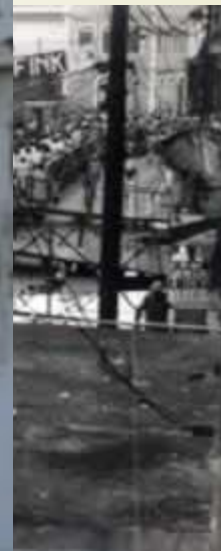
# 1953 Brasil – AM

46



# 1953 Brasil – AM

47



# 1953 Europa



## How the great storm of 1953 caused Britain's worst peace-time disaster - interactive

The storm that raced down the east coast of Britain during the night of 31 January 1953 battered low-lying coastal towns and villages and left more than 300 people dead

UK



# 1953 Europa

In Bredgar, Joyce Whitnell, now 84, says she and her husband Jack were among the last people to leave the Island and get back over to the mainland before the bridge was flooded.



Milk deliveries after the flooding on Sheppey in 1953. Picture: Bel Austin

## Cross-border efforts

On the night of 31 January 1953 - the last time it happened - more than 2,000 people were killed on mainland Europe, 400 perished at sea and 300 died in eastern England.

It was the worst natural disaster in the UK's recent history. In November 2007, a last-minute change of wind direction narrowly averted a similar breach of the defences.

Similar floods have been recorded throughout Dutch history. One of the worst was in 1362.

Known as the Grote Mandrenke or "great drowning of men", it is believed to have claimed more than 25,000 lives.

Just as in 1953, the 2007 floods brought the lack of preparedness in the UK for a major flood event into sharp focus.

That is one of the reasons the exercise is taking place in the Netherlands.



# 1953 Europa - *Inglaterra*

## 1953 East Coast floods: Survivor haunted by cancelled party



Many properties in Hunstanton were destroyed in the floods that January night

On the night of 31 January 1953, a wall of water surged from the [North Sea](#), devastating the [east coast](#) of [England](#).

[More](#) than 300 people died and about 30,000 had to leave their homes in parts of Essex, Suffolk and Norfolk.

### Related Stories

[Honour for 1953 flood rescue man](#)

# 1953 Europa



## The Floods of 1953: Graphic - How it all unfolded

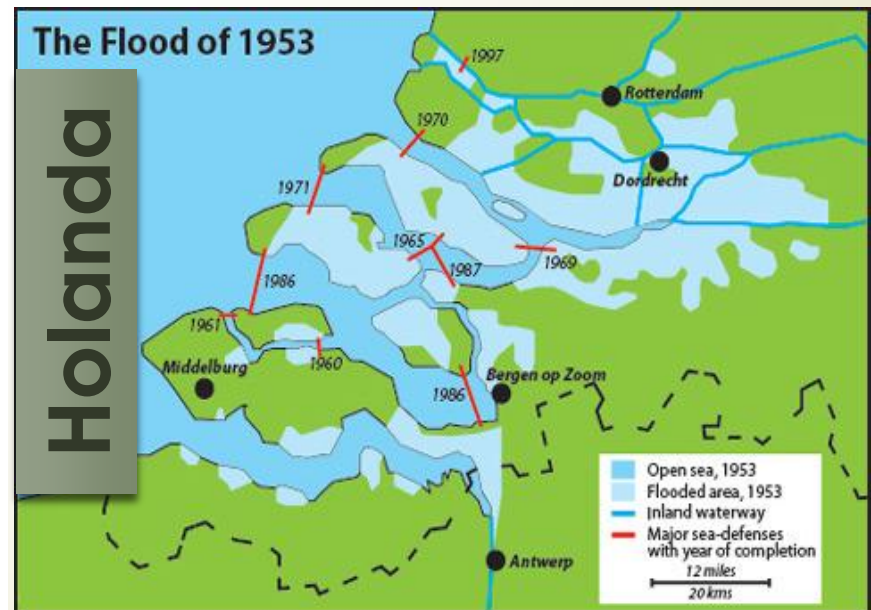
✉ Rowan Mantell  
Tuesday, January 29, 2013  
2:26 PM

Share 24 Tweet 3



1953 FLOODS SEA PALLING DATED EDP 2.2.53 PLATE P0008

The Floods of 1953 brought the sea raging inland. In one evening whole families were wiped out, house destroyed and lives changed for ever. All this week Rowan Mantell commemorates the heartbreak and the heroes of our worst-ever peacetime disaster.



# 1953 Europa

## 1953 flood: How UK defences compare with the Netherlands

By Laurence Cawley and Richard Daniel  
BBC News



The North Sea floods of 1953 killed more than 1,800 people in the Netherlands

The North Sea floods of 1953 claimed 307 British lives. In the Netherlands, the dead numbered more than 1,800.

[Related Stories](#)

Holanda

# 1953 Europa



Italian Floods Kill 100 (1953)

Itália

# 1953 Europa - Itália

The Advertiser (Adelaide, SA : 1931 - 1954) (about) ◀ Wednesday 28 October 1953 ▶

of employers.

age  
for  
ties  
tion  
l be  
s.  
rn-  
the  
ent

le-  
ta-  
aid  
a  
nd  
le-  
le-  
arn  
rt's  
ised

## Floods Threaten N. Italy

ROME, October 27.

Heavy rains which brought disastrous floods to southern Italy and killed about 100 persons last week hit the north yesterday and threatened a new danger.

Though the threat of more floods in Calabria in the south has lessened, rivers are rising ominously in some parts of northern Italy.

Families were hastily evacuated from low-lying farms near Venice when the Adige River breached its banks and flooded the surrounding countryside.



Italian Floods Kill 100 (1953)

# 1953 Califórnia – USA





1953

Califórnia  
USA



# 1953 Califórnia – USA



# 1953 CHINA

The Courier-Mail (Brisbane, Qld. : 1933 - 1954) about: ◀ Friday 8 May 1953 ▶

## China famine

HONG KONG, May 7 (AAP)—More than a million people were suffering from a widespread famine in South-west China, a Chinese Communist newspaper reaching here to-day reported.

ED LESS PRESSING  
Y—BUT

## 2 Uprisings in Cambodia

*From Denis Warner*  
SINGAPORE, June 29  
— The situation in Cambodia is moving towards crisis point.

Not one, but two armed uprisings are now believed likely to follow King Norodom Sihanuk's ultimatum demanding full independence.

During the week-end, the French high command moved more troops into Pnom Pnch, the capital, primarily to guard 500

## Kyushu floods A million Japanese homeless

TOKIO, June 29  
(AAP)—More than one million Japanese were homeless to-day in the southern island of Kyushu.

This follows disastrous floods which swamped the whole of the island and smashed frail wooden Japanese houses.

Police said to-day that the death roll had risen to 423, missing totalled 510, and injured 750.

It was expected that many more casualties would be reported when disrupted communications with outlying districts were restored.

1953 JAPÃO

## Floods In Japan Killed 664 1953



[Add to Favourites](#) ▾  
[Add to Basket \(£30\)](#) ▾  
[View as stills](#) ▾

[Comments](#)

[Pin it](#) [Share](#) [Email](#)

[g+ Share](#) 0 [Tweet](#) 0

[Recomendar](#) 0

**Description**

Kyushu Japan.

LV people walking through floodwater. It is raining. Pan to GV, flood on the island of Kyushu. LV flooded area. LV boat crossing floodwaters to small hillock. CU boatman's pole going into water pan up to boatman. LV refugees from flood sheltering under umbrellas on dyke. SV towards, refugee walking through water with broolly. GV floodwater swirling down street. SV floodwater... [more](#)

1953 JAPÃO



**2014 Brasil –  
Sudeste /  
Centro Oeste /  
Nordeste**

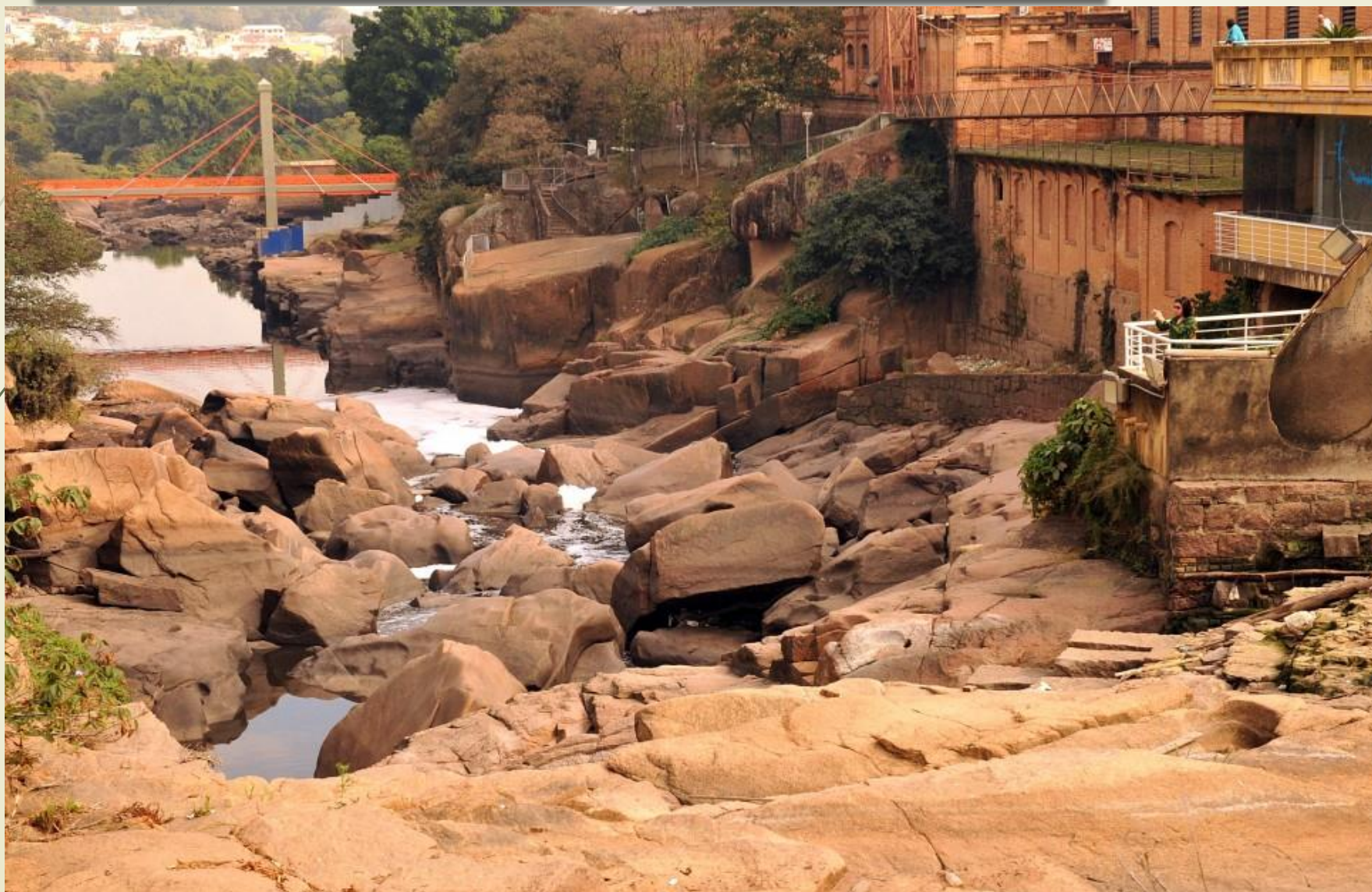


Fonte: IMAGENS DA SECA IMPRESSÃO

# 2014 Brasil – Sudeste / Centro Oeste / Nordeste



# 2014 Brasil – SE / CO / NE



# 2014 Brasil – SE / CO / NE



# 2014 Brasil – AM



# 2014 Brasil – AM



Foto: Sérgio Vale/Secom (28/03/2014)

# 2014 Brasil – AM



# 2014 Europa



© Peter Kavanagh

# 2014 Europa



Itália 2014

# 2014 Europa

10 February 2014 Last updated at 23:19 GMT

Share   

## UK floods: Homes evacuated as swollen Thames keeps rising



Fourteen severe flood warnings are in place in Berkshire and Surrey

Flooded homes along the River Thames are being evacuated and thousands [more](#) are at risk, with water levels expected to keep rising for the next 24 hours.

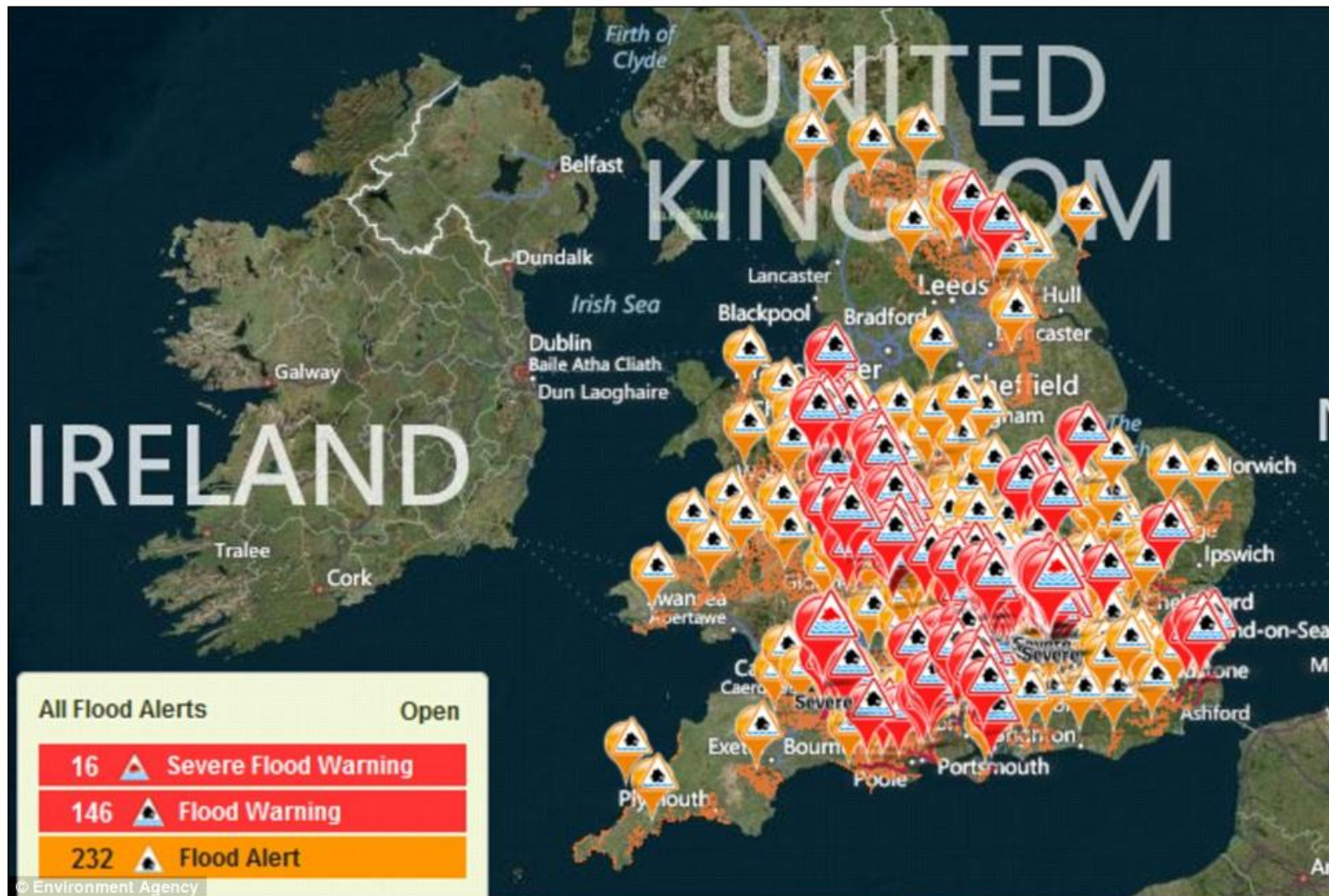


Fourteen severe flood warnings are in place in Berkshire and Surrey

**UK Winter Storms**

England 2014

# 2014 Europa



England 2014

Danger: The Environment Agency had 16 severe flood warnings, 146 medium-level warnings and 232 low-level alerts in place across England and Wales

# 2014 Europa



# 2014 Europa



# 2014 Europa



# 2014 Europa

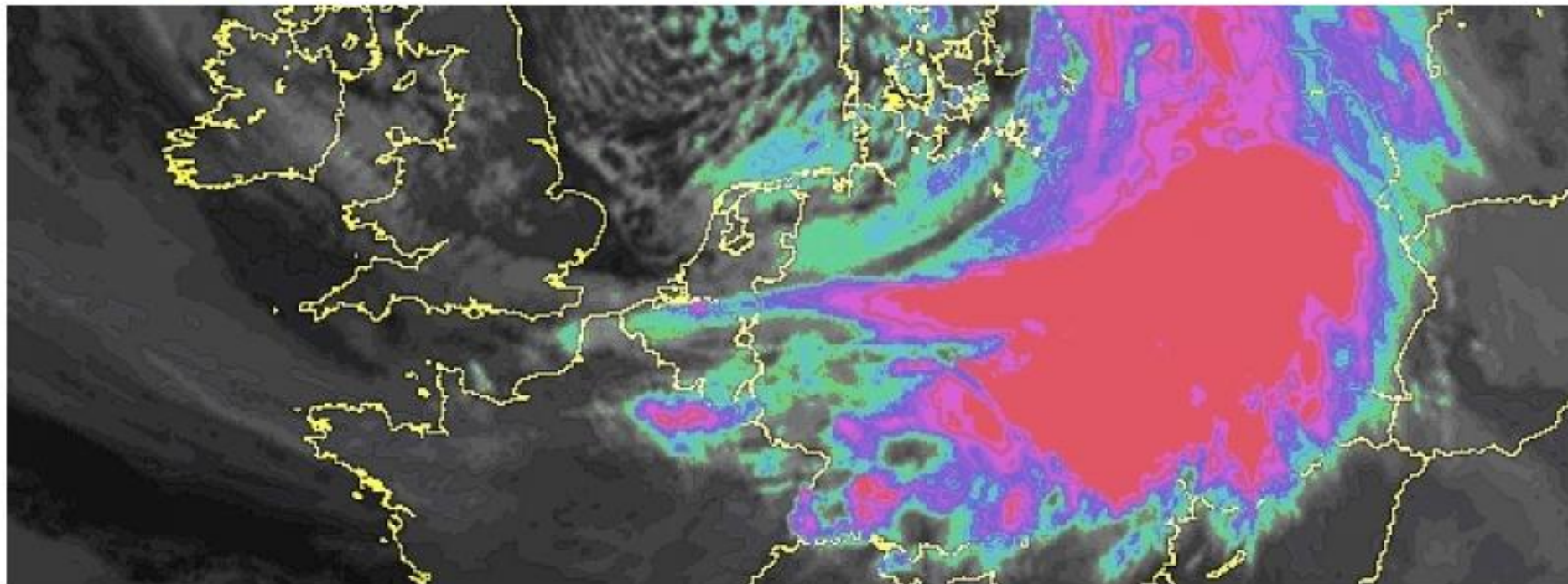
23 May 2014: Serbia, Bosnia & Herzegovina, Croatia – Sava river floods



## Northern Europe under the worst storm since 1953 - Hurricane Xaver

Posted by [Adonai](#) on December 05, 2013 in categories [Editors' picks](#), [Severe storms](#)

[Follow @TheWatchers\\_](#)



# 2014 Califórnia – USA



# 2014 Califórnia – USA



# 2014 Califórnia – USA



# Severe Drought In China's Northern Bread Basket Threatens Harvests

By Christina Larson  | August 15, 2014

Southern China is a rice-growing region, while the northeast is the country's wheat and corn-growing "bread basket." This summer the northern province of Liaoning is suffering the worst drought in **63 years**, according to the local meteorological bureau: The province has seen the lowest precipitation since the government began keeping records in 1951. The dry summer threatens immediate drinking water supplies and autumn harvests

## Worst drought in half a century hits China's bread-basket

Published: Aug 13, 2014 1:11 a.m. ET

 207  138  24    35

Aa 



By  
**LAURA**  
LIN

HONG KONG (MarketWatch) — China's worst drought in half a century is sweeping across crucial agricultural regions, devastating harvests in its wake and threatening food security.

Part of the area hit by unusually dry weather — the northeastern Manchurian Plain — is known as China's bread-basket, supplying much of the country's corn, wheat and soybean production.

Photograph by ChinaFotoPress via Getty Images

A farmer stands at the bottom of the Zhifang Reservoir, near Dengfeng, China

# Hiroshima, Japan Landslides & Flooding 2014: Disaster Leaves At Least 36 Dead

0 Comments

E-mail Print

By Payton Guion (staff@latinpost.com)

First Posted: Aug 20, 2014 01:47 PM EDT

f SHARE THIS

TWEET THIS



2014 JAPÃO

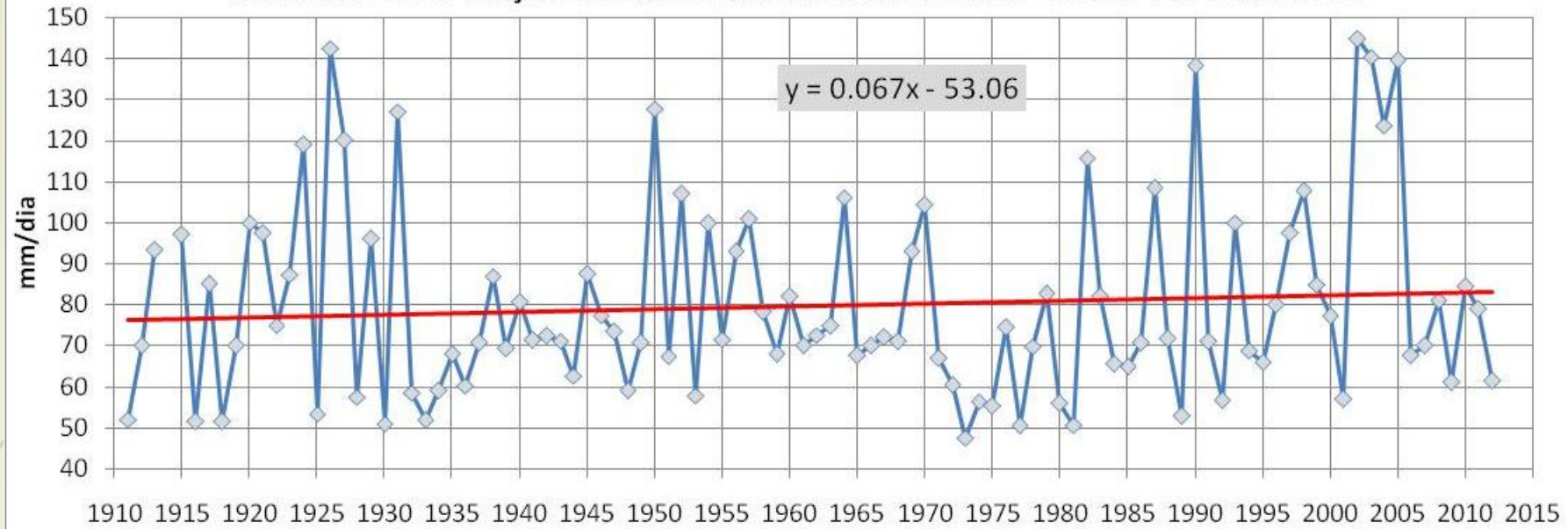
# Macro Clima Global



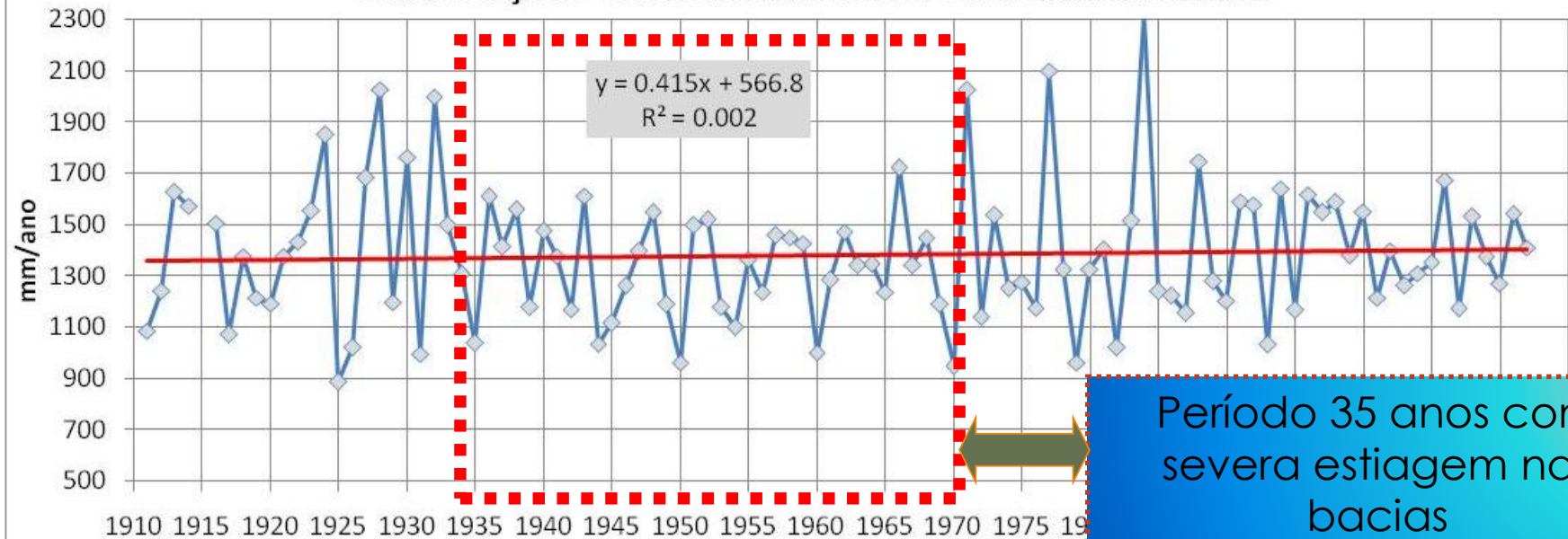
**Maps of World**  
We do magic to Maps



## MÁXIMA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DIÁRIA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS



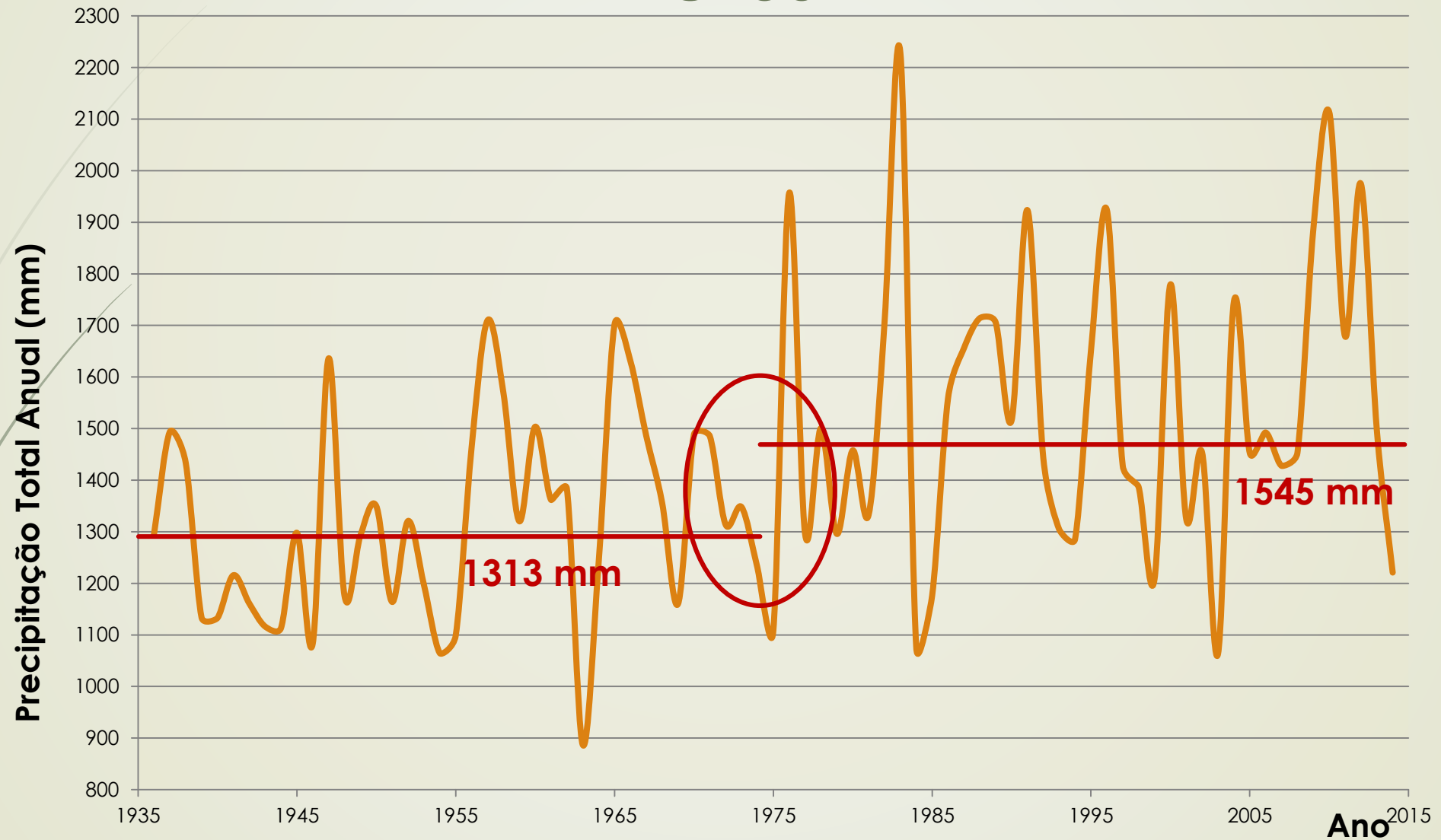
## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS



Período 35 anos com  
severa estiagem nas  
bacias

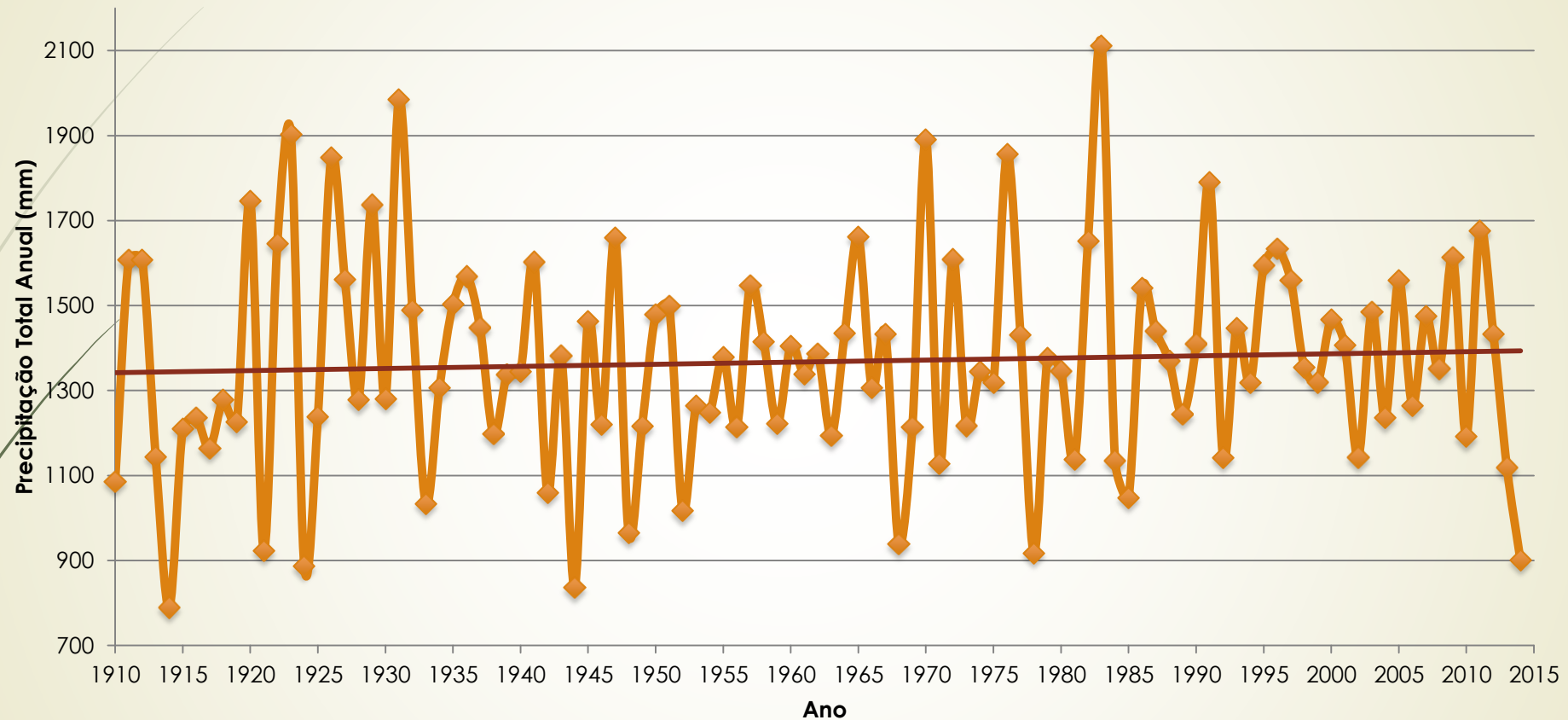
# São Paulo

## IAG-USP



# Totais Anuais e Tendência

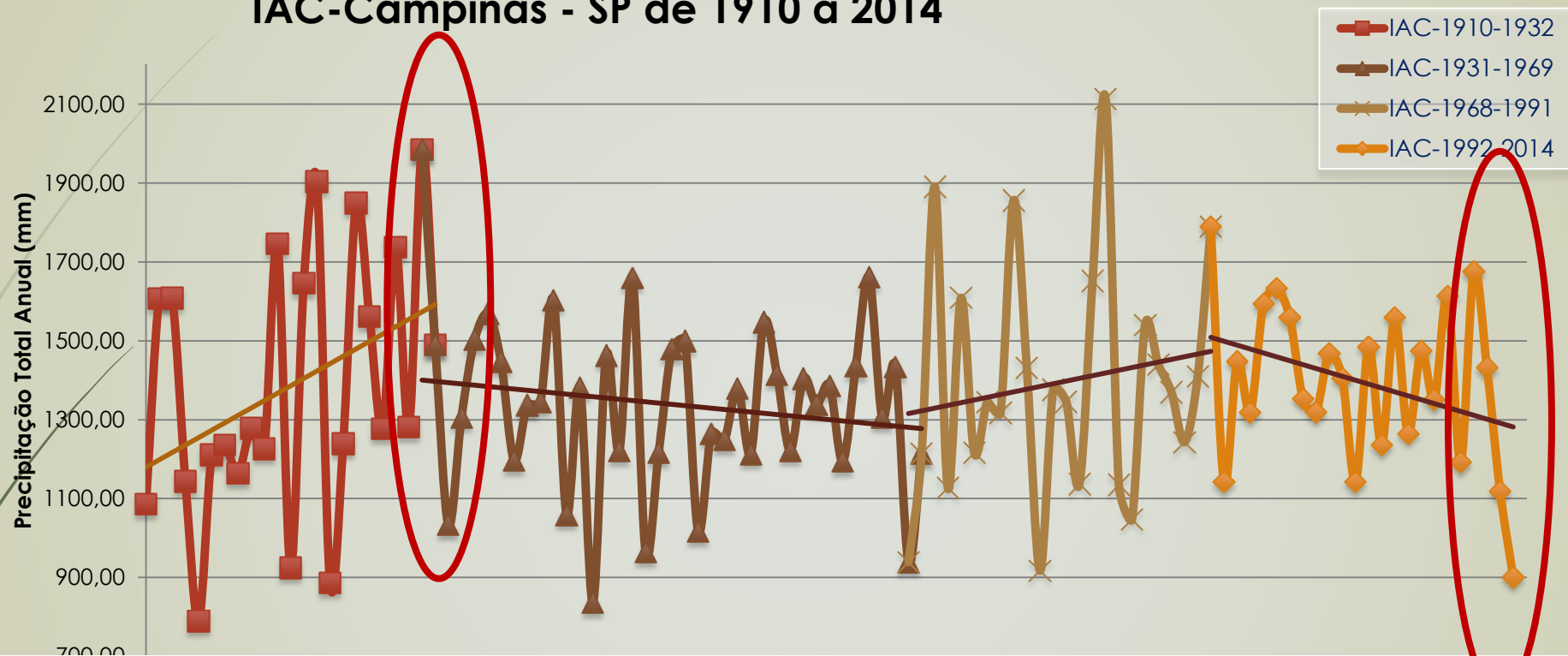
Precipitações Totais Anuais para o Posto IAC - Campinas de 1910 a 2014



Precipitações totais anuais para o Posto Pluviométrico da Fazenda Santa Elisa, em Campinas – SP, operada pela IAC, série praticamente estacionária.

# Totais Anuais e Tendência

Precipitações Totais Anuais e suas tendências para o Posto IAC-Campinas - SP de 1910 a 2014



	1910-1932	1931-1969	1968-1991	1992-2014
<b>Média (<math>\mu</math>)</b>	<b>1385.90</b>	<b>1338.96</b>	<b>1394.49</b>	<b>1377.94</b>
<b>Desv. Padrão (<math>\sigma</math>)</b>	<b>326.57</b>	<b>220.97</b>	<b>297.77</b>	<b>191.30</b>
<b># anos</b>	<b>22</b>	<b>38</b>	<b>23</b>	<b>22</b>

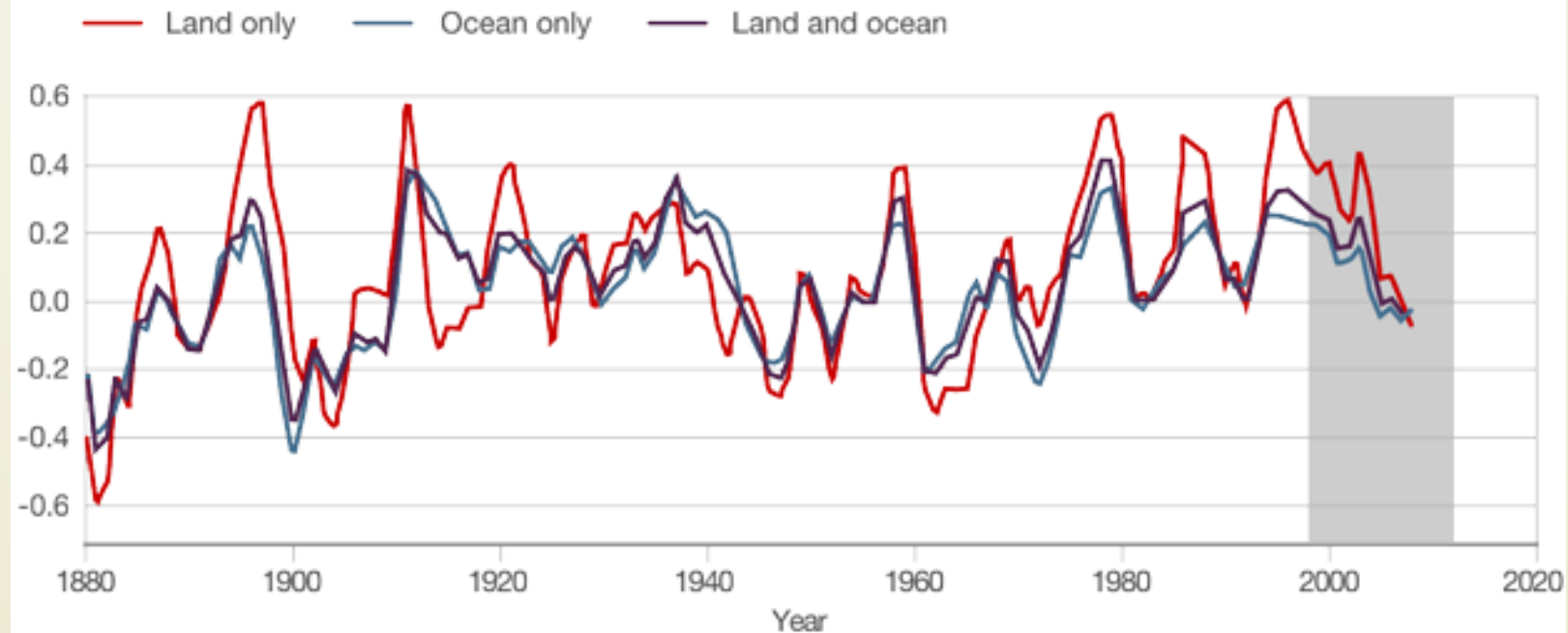
IAC, série subdivida em quatro com suas respectivas tendências (de crescimento e decrescimento).

# Aquecimento Global ou Variações Climáticas Naturais?

## Pause in global warming

Running nine-year trends in surface warming and upper ocean heat uptake. The recent slowdown in global warming is highlighted by the grey shading.

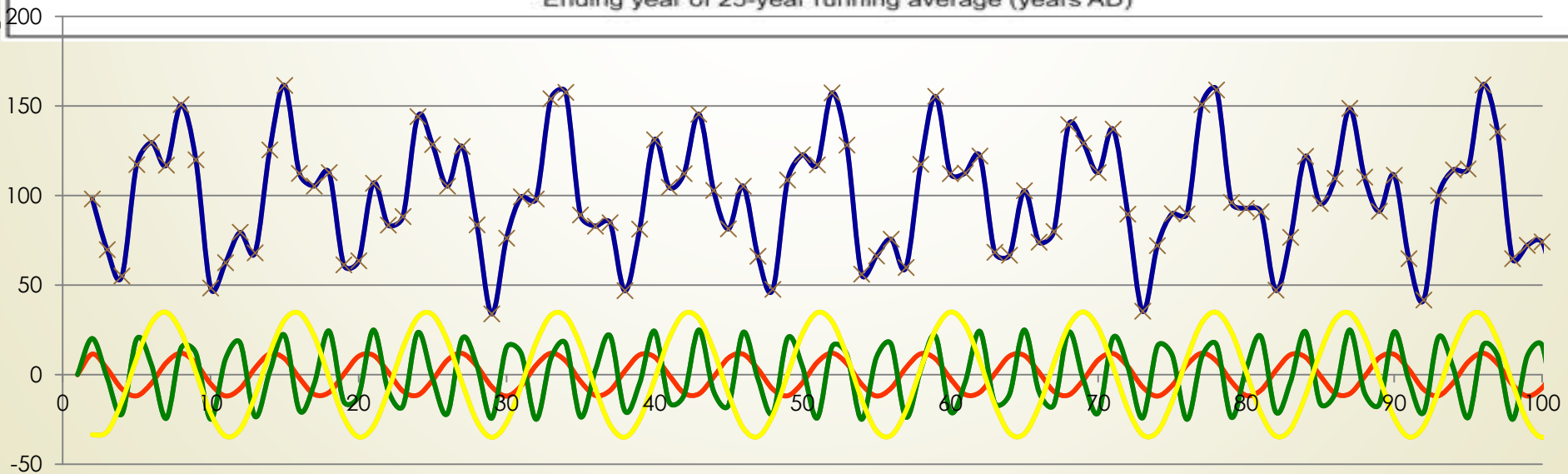
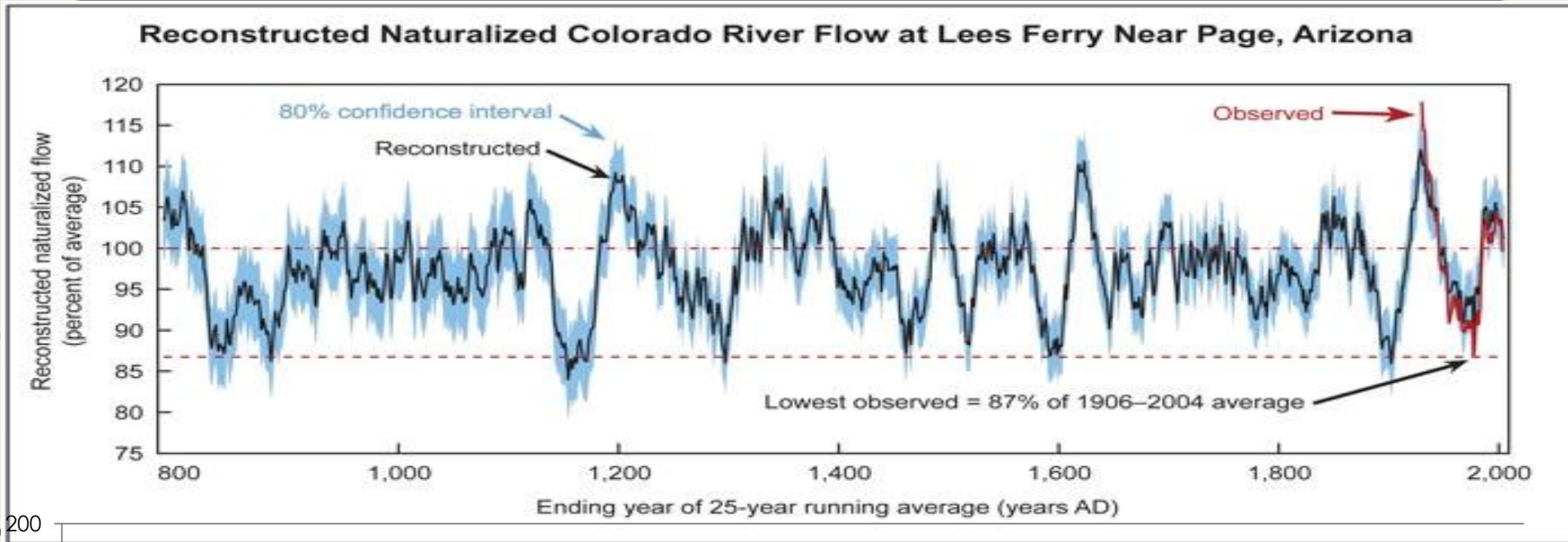
Trend (°C decade)



Fonte: <http://www.bbc.com/news/science-environment-24173504>

# Série Histórica de Vazões

87



# Variações climáticas e o gerenciamento do Sistema Cantareira

88

Tanto as regras operativas do Sistema Equivalente, quanto o gerenciamento evoluem em função dos episódios de extremos (seca ou cheias) *excepcionais*, forçando uma mudança de paradigmas.

Questões presentes na gestão de recursos hídricos:

- (i) Os episódios de estiagem extraordinária prolongada foram únicos?
- (ii) A maior frequência desses episódios são devido à mudanças climáticas ou variações em relação à média? Há tendência estatística na variação dos eventos extremos?
- (iii) As séries hidrológicas são suficientemente representativas?
- (iv) Os modelos de gerenciamento de recursos hídricos devem ser revisto ao longo do tempo?
- (v) O que fazer ? *Preparar!, pois não é possível que o improvável jamais ocorra.*

# Discussão sobre as regras operativas frente aos eventos extraordinários de estiagem

89

Segundo as críticas, o modelo de operação pela CAR 53/54 buscou maximizar a segurança hídrica com menor risco de falha no abastecimento.

Desse modo, a agência de águas, SABESP e DAEE consideraram que embora a operação dos reservatórios seja de alta sustentabilidade hídrica, apresenta baixa eficiência operacional.

Baixa eficiência operacional do sistema é devida principalmente:

- (i) elevados níveis de armazenamento dos reservatórios durante grande parte do tempo e
- (ii) alta frequência de vertimentos através das estruturas de segurança.

# Discussão sobre as regras operativas frente aos eventos extraordinários de estiagem

90

O modelo de operação do Sistema Equivalente não foi suficientemente robusto para garantir nem vazões mínimas de retirada; nem o mínimo estado do volume útil, perante a estiagem de 2014/2015;

Desse modo, buscou-se ajustar as regras operativas vigentes a fim de contemplar as estiagens severas e...

- (i) Aumentar a eficiência operacional do uso do V.U.;
- (ii) Estimular o uso racional da água pelos principais usuários;
- (iii) Simplificar a decisão de operação e liberação das vazões de retirada; e
- (iv) Garantir distribuição justa e coerente a fim de atender as demandas RMSP e as do PCJ.

# Discussão sobre as regras operativas frente aos eventos extraordinários de estiagem

91

Melhor aproveitamento das vazões regularizável pelo S.E.

Maior exposição ao risco de eventos extremos



Maior Segurança hídrica

Menor eficiência operacional dos reservatórios

**Novo modelo de operação**

# Proposta das regras operativas do Sistema Equivalente à partir de 2017

92

Relatório Conjunto ANA-DAEE, Processo ANA n°  
02501.000673/2004-86;

- i. Sistema equivalente, formado pelos reservatório Jaguari-Jacareí + Cachoeira + Atibainha + Paiva Castro;
- ii. Descargas mínimas a jusante:
  - Cachoeira =  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Atibainha =  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$
  - Paiva Castro =  $0,10 \text{ m}^3/\text{s}$
- iii. Operação por faixas → Simplificação da CAR;
- iv. Regras de contingência para eventos extremos de estiagem: Curva Guia para Operação da Faixa Especial (Zona 5);
- v. Vazões defluentes dos reservatórios em função de limites mínimos estabelecidos em estações fluviométricas a jusante

# Proposta das Regras Operativas do Sistema Equivalente a partir de 2017

93

Faixas de operação do Sistema Equivalente:



← Período úmido → ← Período seco →

P.U.

# Proposta das Regras Operativas do Sistema Equivalente a partir de 2017

94

Relatório Conjunto ANA-DAEE, Processo ANA nº 02501.000673/2004-86;

As vazões derivadas para a RMSP, à partir do reservatório Paiva Castro, serão definidos pelo Estado do Volume Útil do S.Eq.Cantareira:

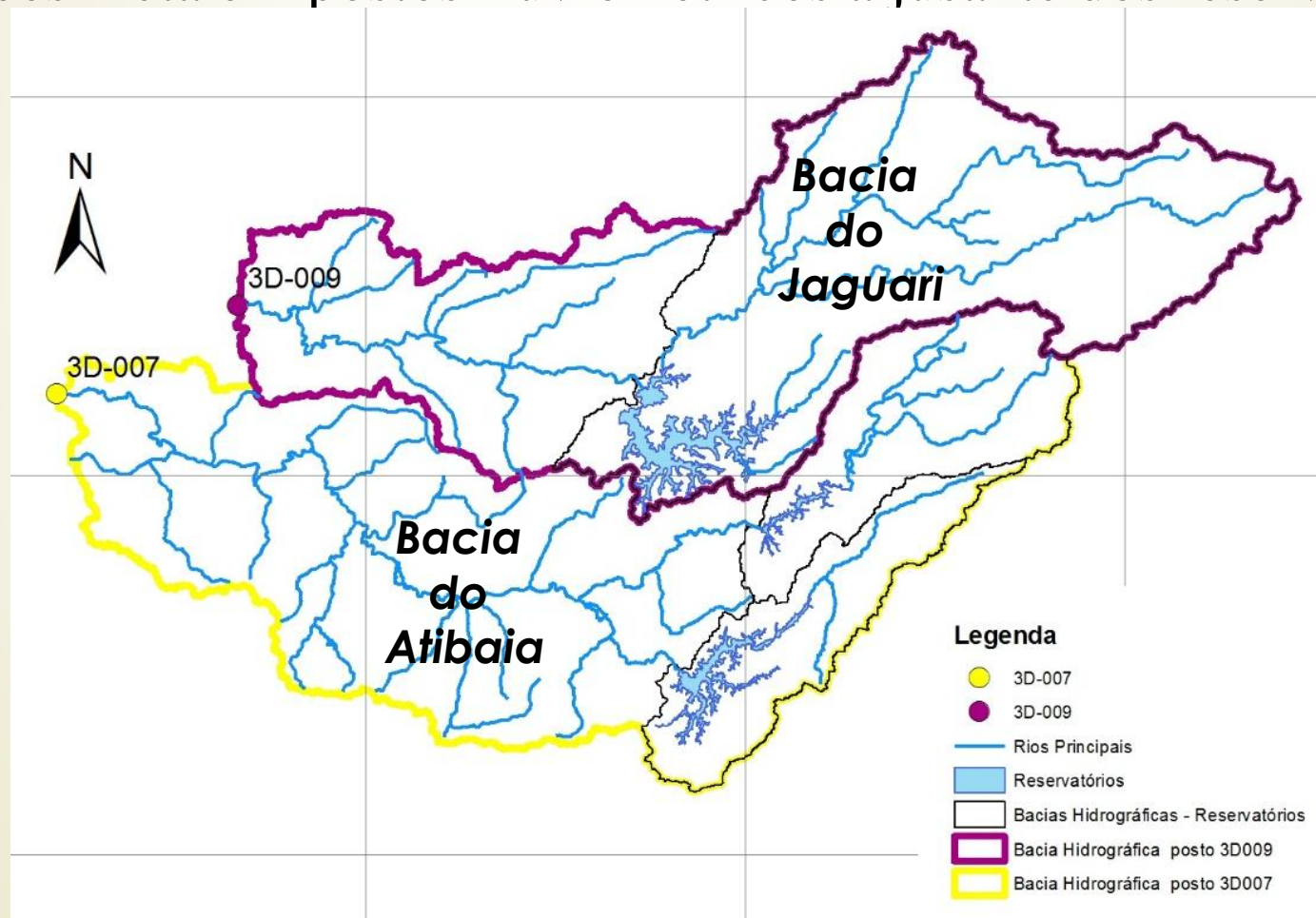
<i>Zona #</i>	<i>Descrição</i>	<i>Vazão (m<sup>3</sup>/s)</i>	<i>% VU</i>
Faixa 1	Normal	33.0	60
Faixa 2	Atenção	31.0	40
Faixa 3	Alerta	27.0	30
Faixa 4	Restrição	23.0	20
Faixa 5	Especial	15.5	Curva Guia

# Proposta das regras operativas do Sistema Equivalente à partir de 2017

95

## Vazões defluentes para as bacias PCJ ...:

Serão definidas em função de limites mínimos estabelecidos como vazões meta em postos fluviométricos a jusante dos reservatórios....



# Proposta das regras operativas do Sistema Equivalente à partir de 2017

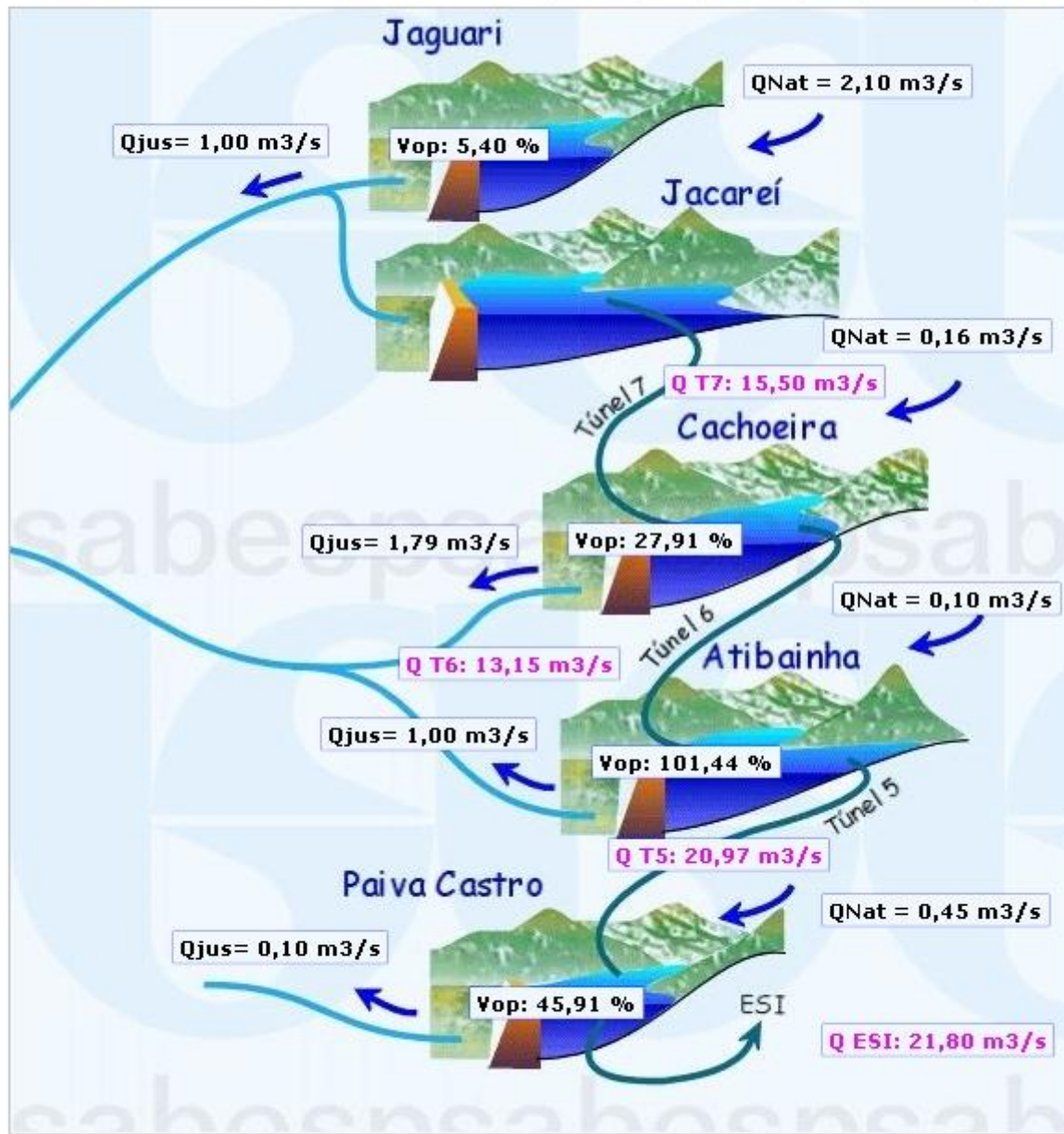
96

## Vazões defluentes para as bacias PCJ:

	Meses	Vazão Monitorada	<i>Operação Normal</i>		<i>Restrição hídrica</i>		<i>Faixa 5 (especial)</i>		
			%V.U. > 40%		30% > %V.U. >20%		Vazão Monitorada	Vazão meta (m <sup>3</sup> /s)	
			Atibaia	Jaguari	Atibaia	Jaguari	Atibaia	Jaguari	
Período Úmido	Jan	Q7	12	2.5	11	2	média	10	2
	Fev	Q7	12	2.5	11	2	média	10	2
	Mar	Q7	12	2.5	11	2	média	10	2
	Abri	Q7	12	2.5	11	2	média	10	2
	Mai	Q7	12	2.5	11	2	média	10	2
Período Seco	Jun	constante	10		10		média	10	2
	Jul	constante	10		10		média	10	2
	Ago	constante	10		10		média	10	2
	Set	constante	10		10		média	10	2
	Out	constante	10		10		média	10	2
	Nov	constante	10		10		média	10	2
P.U.	Dez	Q7	12.0	2.5	11	2	média	10	2

Sistema Cantareira - Visualizar Sistema Equivalente

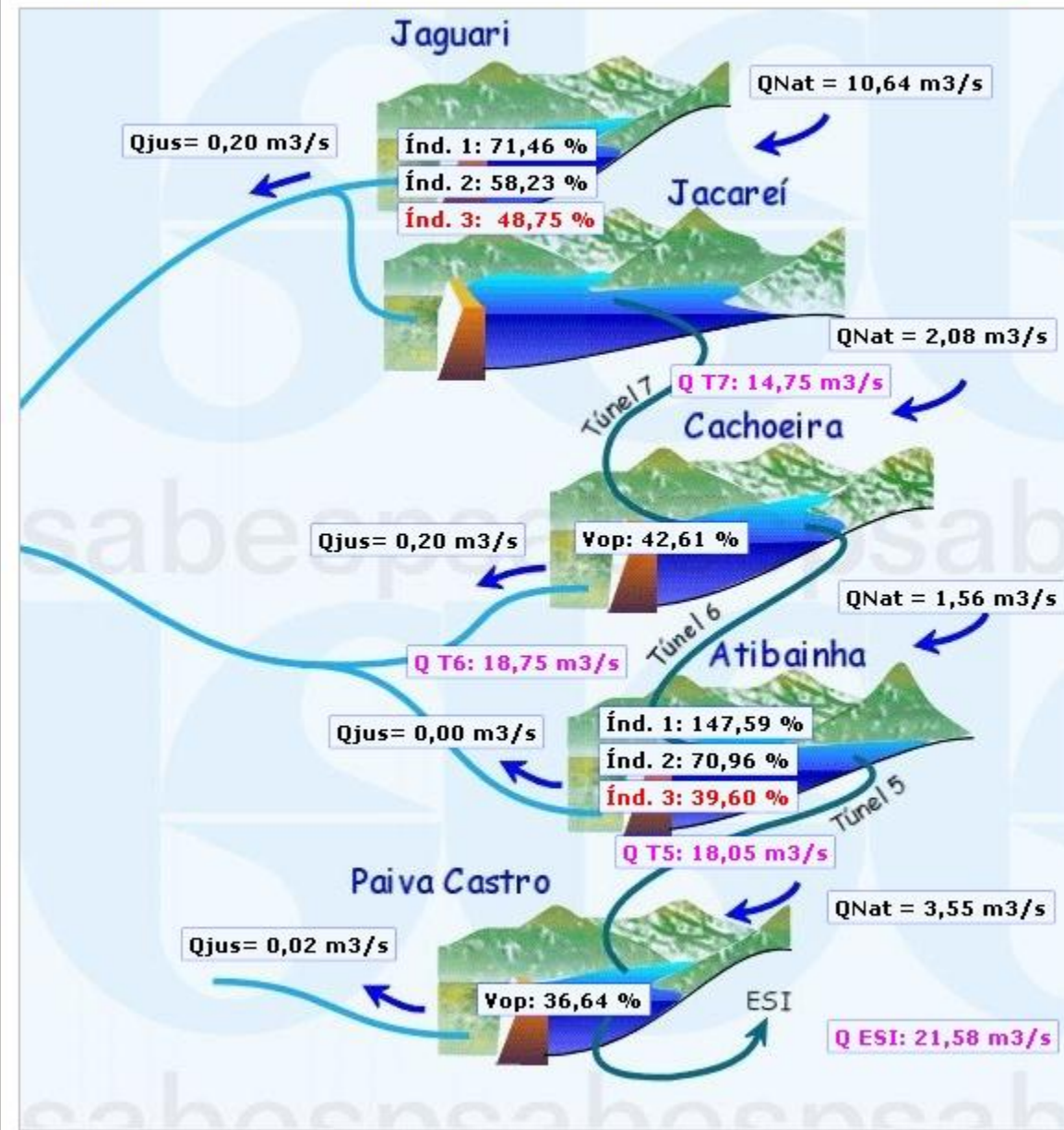
☸ Data: 22/07/2014 ☸ Nova Data: Dia 22 ▼ Mês jul ▼ Ano 2014 ▼



[Clique aqui para visualizar detalhamento do cálculo dos volumes](#)

Sistema Cantareira - Visualizar Sistema Equivalente

☸ Data: 22/07/2016 ☸ Nova Data: Dia 22 ▼ Mês jul ▼ Ano 2016 ▼



[Clique aqui para visualizar detalhamento do cálculo dos volumes](#)

# Implantação de obras hidráulicas para garantir a segurança hídrica do abastecimento futuro

- ❑ Interligação dos reservatórios Jaguari (Bacia do Paraíba do Sul) e Atibainha, provendo transferência de vazão média de  $5,13 \text{ m}^3/\text{s}$  e máxima de  $8,32 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
- ❑ Construção dos reservatório Pedreira (Rio Jaguari) e Duas Pontes (Bacia do Rio Camanducaia) para regularizar vazão de até  $9 \text{ m}^3/\text{s}$ , visando abastecimento futuro da Região Metropolitana de Campinas (RMC);

# Evolução do gerenciamento do Sistema Cantareira

Regras operativas mais complexas:

(-)

Outorga: Portaria MME de 8/8/1974:

- *Eventos de máximo como 82*
- *“apagão” 2001/2002*

1ª renovação: Portaria ANA de 6/8/2004

- *Enchentes 2009/10 e 2010/11*
- *Estiagem prolongada 2014/2015*

2ª renovação (2017): Regras operativas Segundo Relatório Conjunto ANA-DAEE

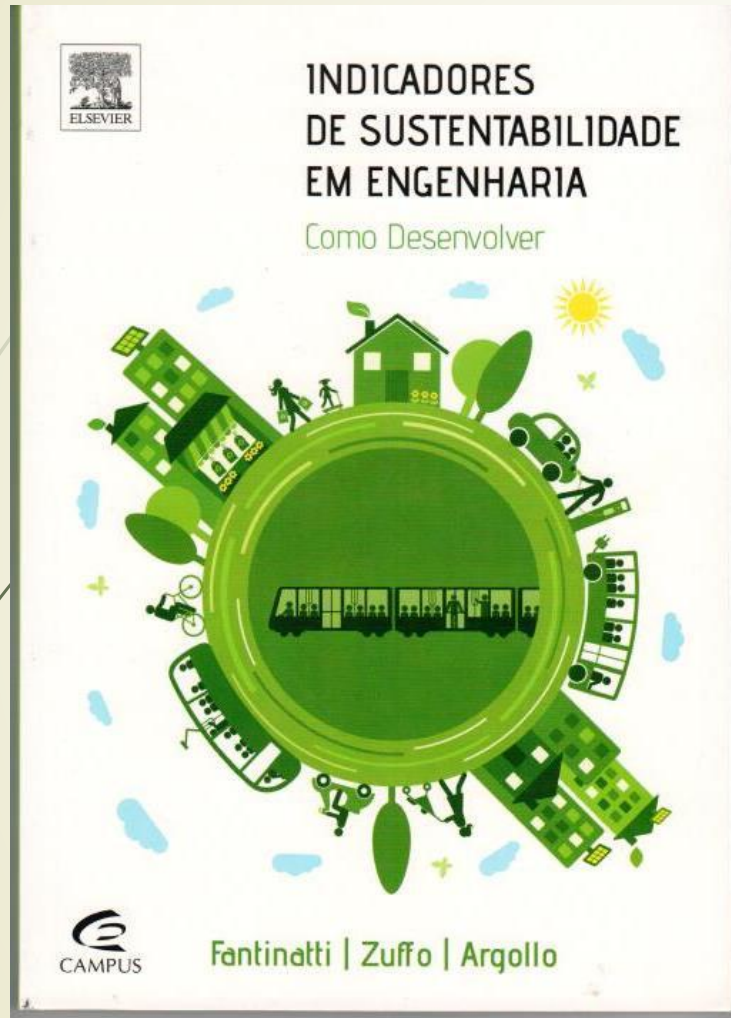
(+)

*Busca de maior segurança hídrica, com maior eficiência operacional do Sistema Equivalente, frente eventos extraordinários*

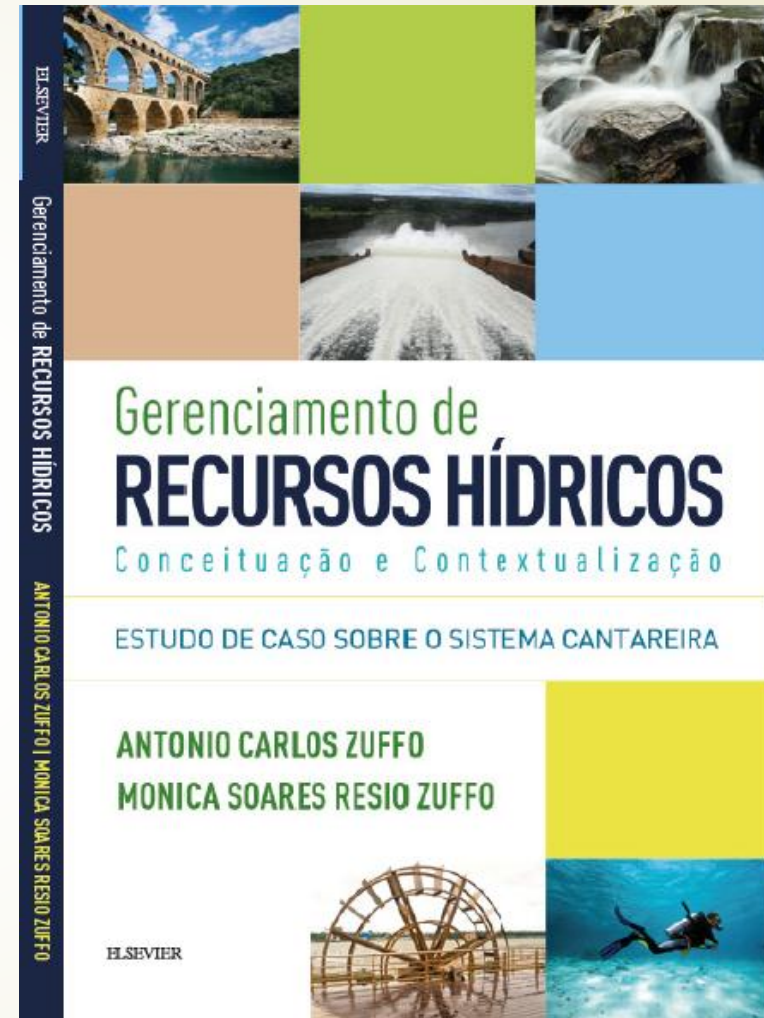
# “Recursos Hídricos na Bacia PCJ (Piracicaba, Capivari e Jundiaí)”



# LIVROS Ed. ELSEVIER



Lançado em Dez de 2014



Lançado em Out de 2016



UNICAMP



PREPARATÓRIO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA PARA O  
**8º FÓRUM MUNDIAL DA ÁGUA**

CAMPINAS - SP

21 A 23 DE MARÇO | 2017 | EXPO DOM PEDRO

# 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](mailto:zuffo@fec.unicamp.br)

Fone: (19) 3521-2357

