



**WEBINAR**  
**CÂMARA AMBIENTAL**  
**DA INDÚSTRIA PAULISTA**  
Segurança Hídrica: Cenário 2022 - 2023



DEPARTAMENTO DE  
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

# Segurança Hídrica: Cenário 2022 - 2023



UNICAMP

**Prof. Dr. Antonio Carlos Zuffo**

Professor Associado da Área de Hidrologia e Gestão  
de Recursos Hídricos  
DRH – FEC – UNICAMP



**TWRA**  
TROPICAL WATER RESEARCH ALLIANCE

Coordenador da Área Temática de Segurança  
Hídrica

e-mail: [zuffoac@unicamp.br](mailto:zuffoac@unicamp.br)

Fone: (19) 3521-2357

# Significado de Clima

Clima é a sucessão de **diferentes estados do tempo que se repetem e se sucedem na atmosfera ao longo do ano em determinada região.**

Para se conhecer o clima de uma determinada região geográfica é necessário a realização medições de alguns parâmetros climatológicos (observações do tempo atmosférico diariamente), durante muitos anos (superior a 30 anos), para verificar a regularidade das combinações dos seus elementos.

# Significado de Clima

**Clima** → representa uma **Média de Longo Período (MLP)** desses parâmetros, que são variáveis espaço-temporais.

Entre 90 a 95% do tempo estamos em condições “normais” climáticas, mas de 5 a 10% estaremos nos extremos (falta ou excesso de água)

# Significado de Clima

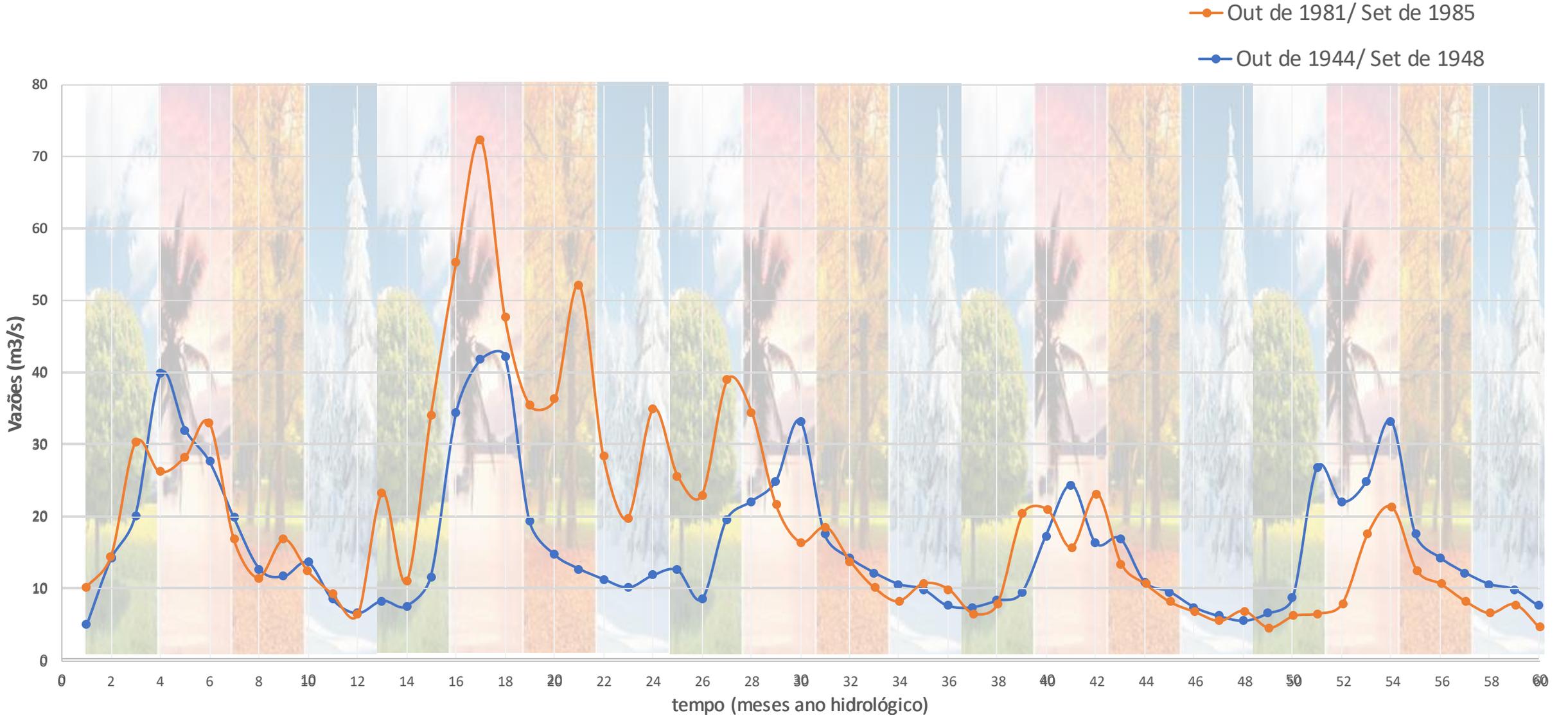
**Variação do clima - altera a disponibilidade hídrica no espaço e no tempo.**

- **Variações Sazonais**
- **Variações Cíclicas de Longo Período**

# Variações Sazonais

(Vazões médias mensais)

## Rio Camanducaia





# Segurança Hídrica

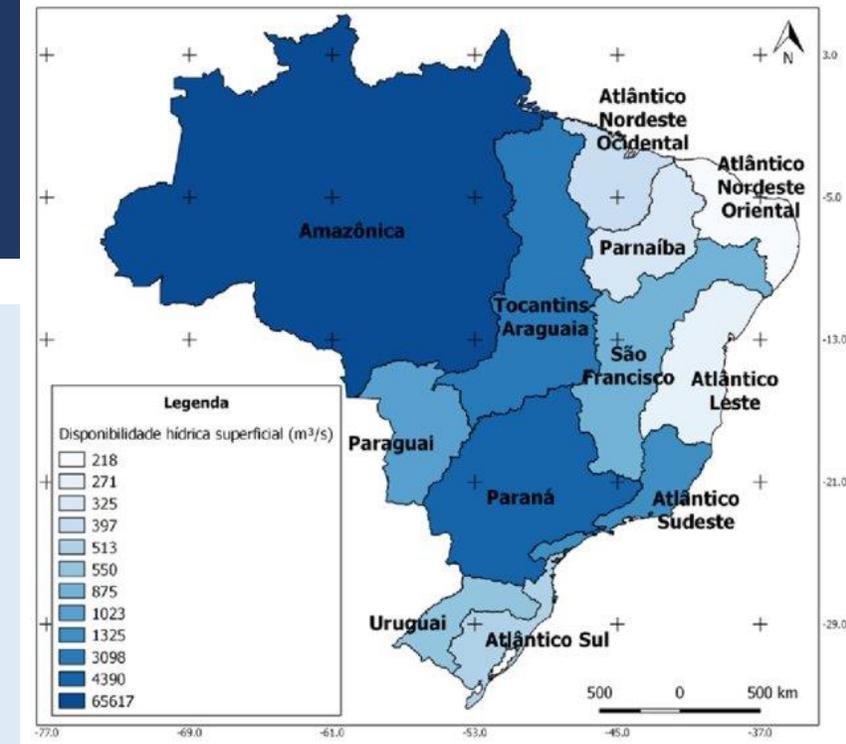


Figura: Interconexões entre segurança hídrica e as demais seguranças.

# Segurança Hídrica

- Regularização de vazões (múltiplos usos e usuários);
- Redução das perdas físicas nas redes de distribuição das águas;
- Aproveitamento das águas de chuvas;
- Tratamento de água e esgotos;
- Drenagem urbana;
- Vazão ecológica;
- Preservação de ecossistemas;
- Reuso da água;
- Controle de resíduos urbanos;

- Água superficial;
- Água subterrânea;
- Modelação hidráulica;
- Modelação hidrológica;
- Modelação quali-quantitativa;
- Hidrologia determinística, estatística e estocástica;
- Vazões de referência (Q<sub>7,10</sub>; Q<sub>80</sub>; Q<sub>90</sub>; Q<sub>95</sub>);
- Análises qualitativas e quantitativas;
- Gestão dos recursos hídricos;
- Educação ambiental.



# Crise Hídrica 2014-2015



## AMBIENTE

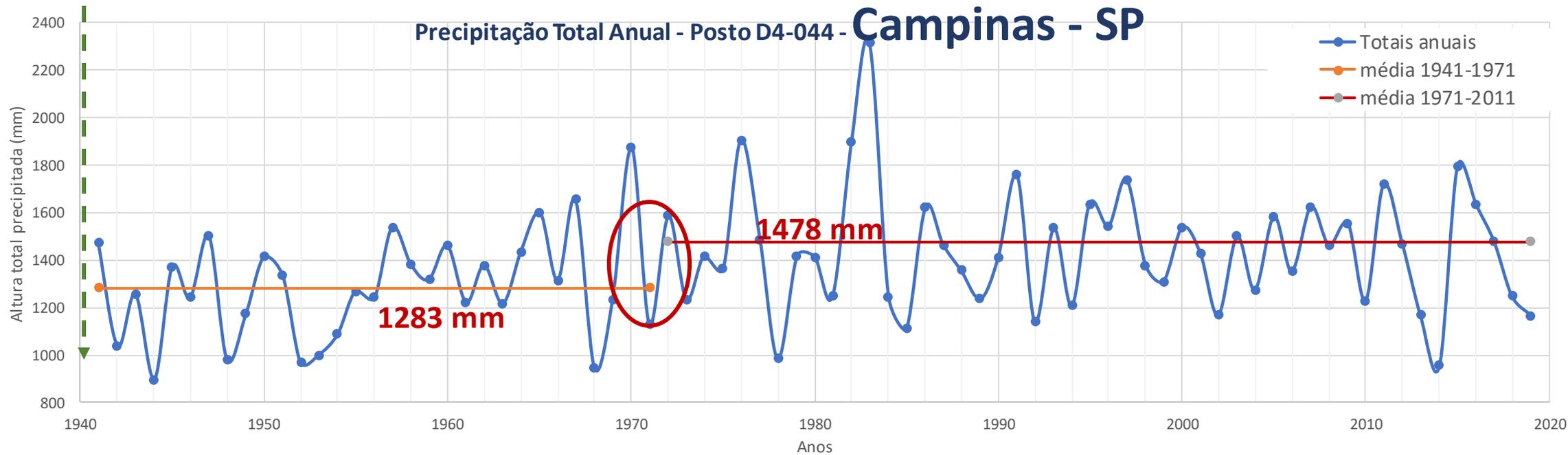
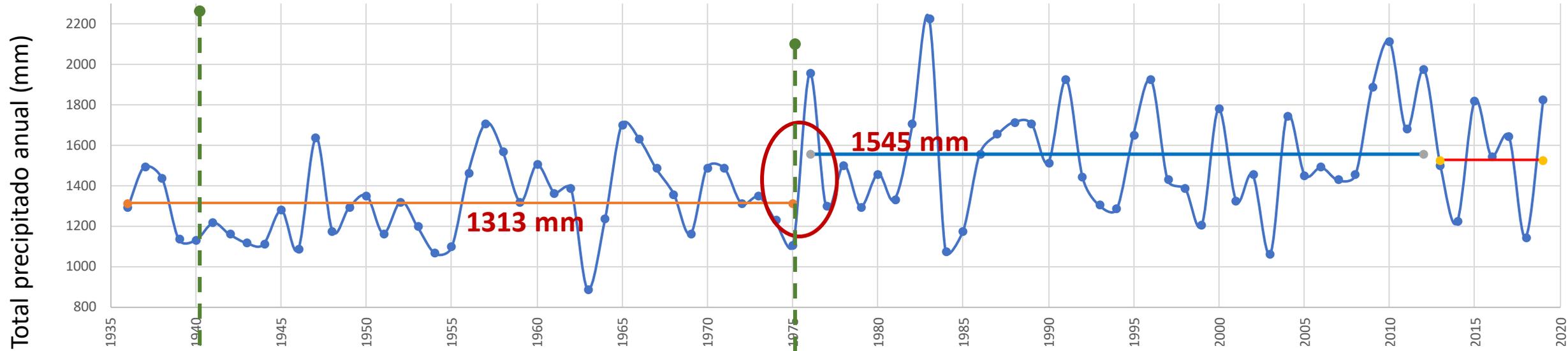
---

CRISE HÍDRICA EM SP

# Para especialista, Grande SP viverá dois anos de seca e vai perder o Cantareira

Antônio Carlos Zuffo, da Unicamp, afirma que represas que formam o sistema já estarão operando apenas com o volume morto a partir desta sexta-feira (11)

# SÃO PAULO



# A Grande Enchente de 1929

## O marco da enchente de 1929

@ Douglas Nascimento 01/12/2017 19 Comentários Artigos

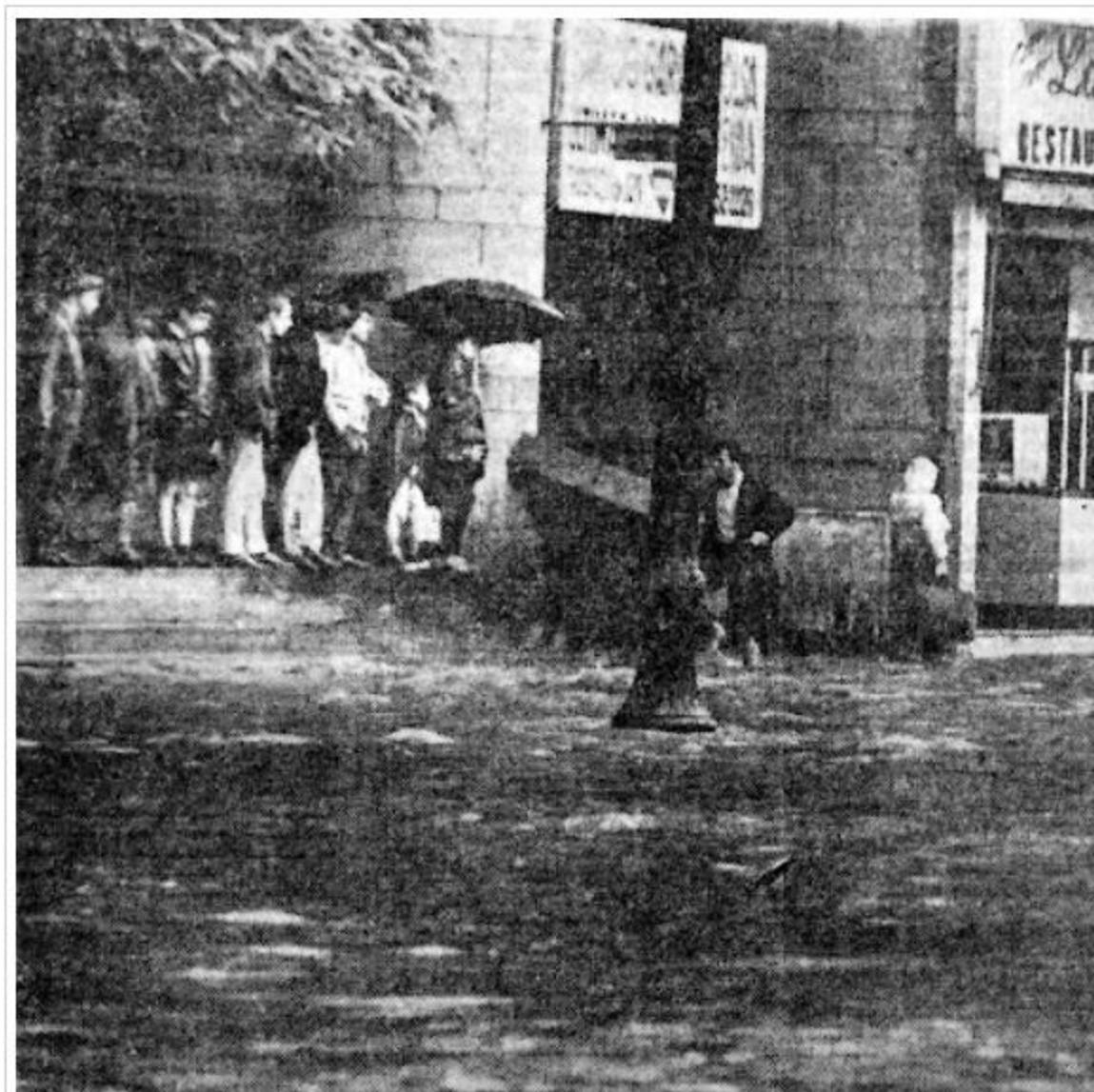
As enchentes são uma conhecida realidade paulistana. Todo ano, o noticiário é tomado por reportagens cobrindo enchentes por vários cantos da cidade, e os meses de janeiro à março, no verão, são particularmente os mais acometidos pelas cheias dos rios.



Rua Rodolfo Miranda, no Bom Retiro, tomada pelas águas em 1929 (clique para ampliar)

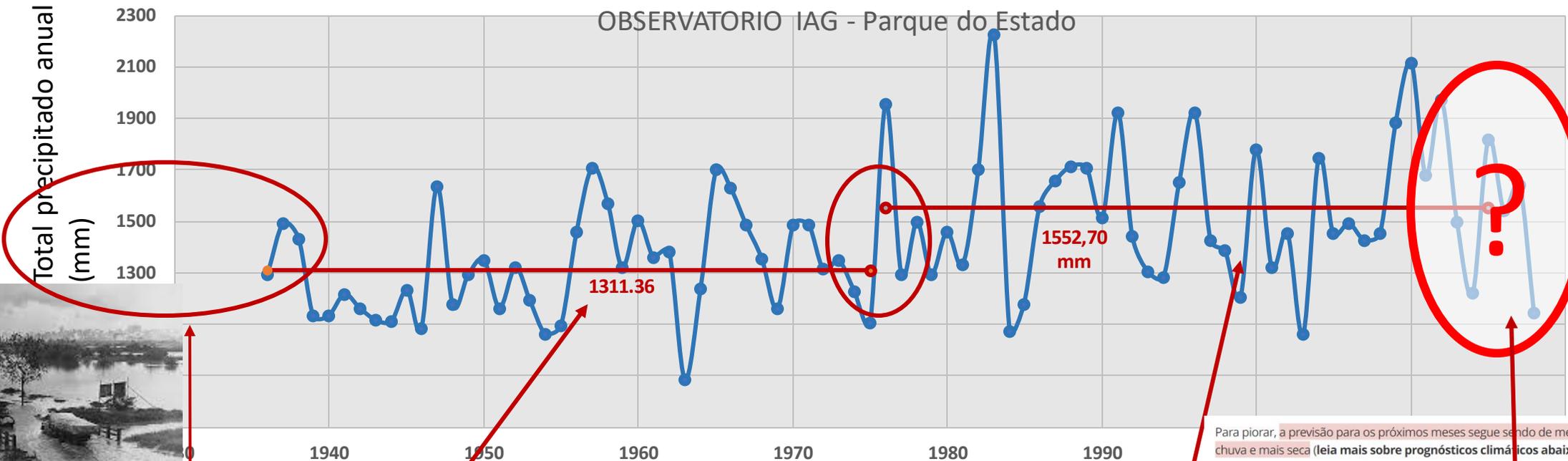
De todas as enchentes que entraram para a nossa história, a de 1929 é até hoje lembrada como a mais terrível que acometeu São Paulo.

Na região do Pari, a cheia tomou ruas como a Santa Rosa e a Senador Queiroz.



# Posto Pluviométrico E3-035

OBSERVATORIO IAG - Parque do Estado



Para piorar, a previsão para os próximos meses segue sendo de menos chuva e mais seca (leia mais sobre prognósticos climáticos abaixo).



## SÃO PAULO, DE NOVO, SOB O FLAGELLO DAS ENCHENTES

### Os bairros marginaes do Tieté estão sendo abandonados

ASPECTOS COMMOVEDORES — O RIO ATINGIU A 3,45' ACIMA DO NIVEL NO SITUACAO DAS ESTRADAS DE RODAGEM



rus Ignatowy, J...  
nida Tucuman e...  
ENCONTRO DE...  
Na ponte do canal do Tamau-...  
encontrado hont...  
menor Domingo...  
anos, morador...  
Ramos, n. 39...  
Domingos pere...  
corrente no Ypi...  
O cadaver, de...  
dades legaes, fo...  
milia.

O TRANSITO DA...  
ROD...  
Da Associação...  
Bairradas, nece...  
ções abaixo:

Estrada...  
Trafego norm...  
as aguas que ha...  
metros do leito e...  
restaurante Qu...  
um grande lama...  
baldadores da D...  
das de Rodagem...  
300, trabalhara...  
desolstrucção...  
Carra da Martir...  
des no km. 33...  
acham no moun...  
restabelecido...  
Estrada...  
Boa só até li...



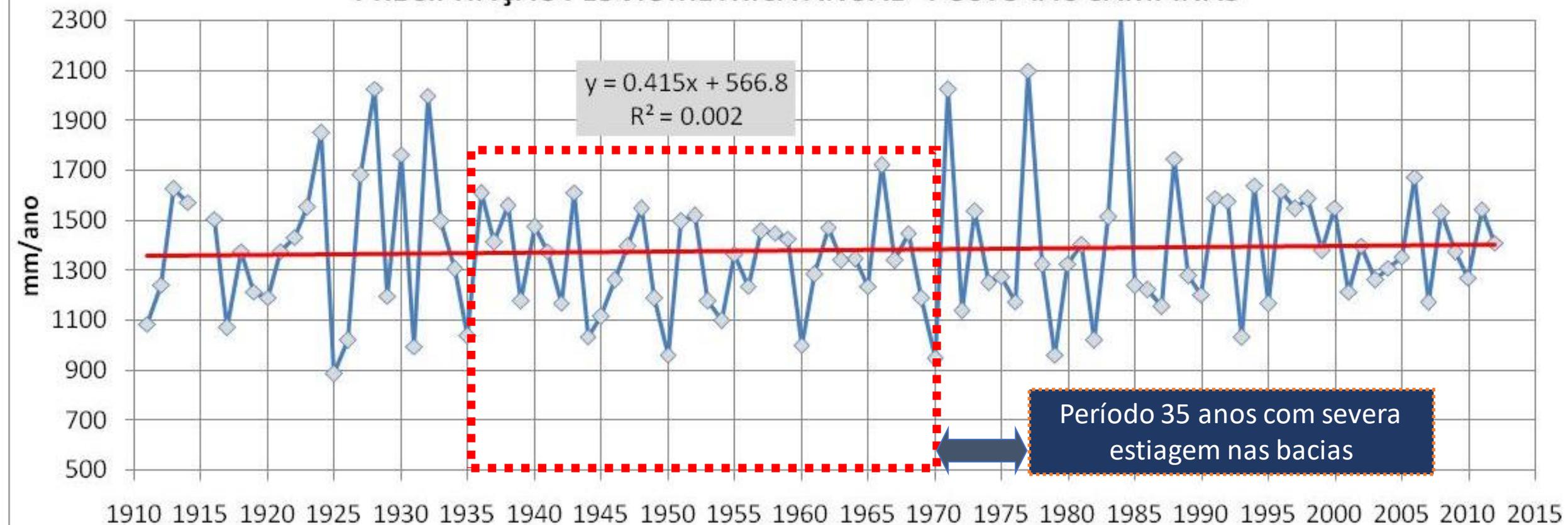
UOL Notícias

Falta de água no interior de SP já afeta cerca de 2 milhões de pessoas

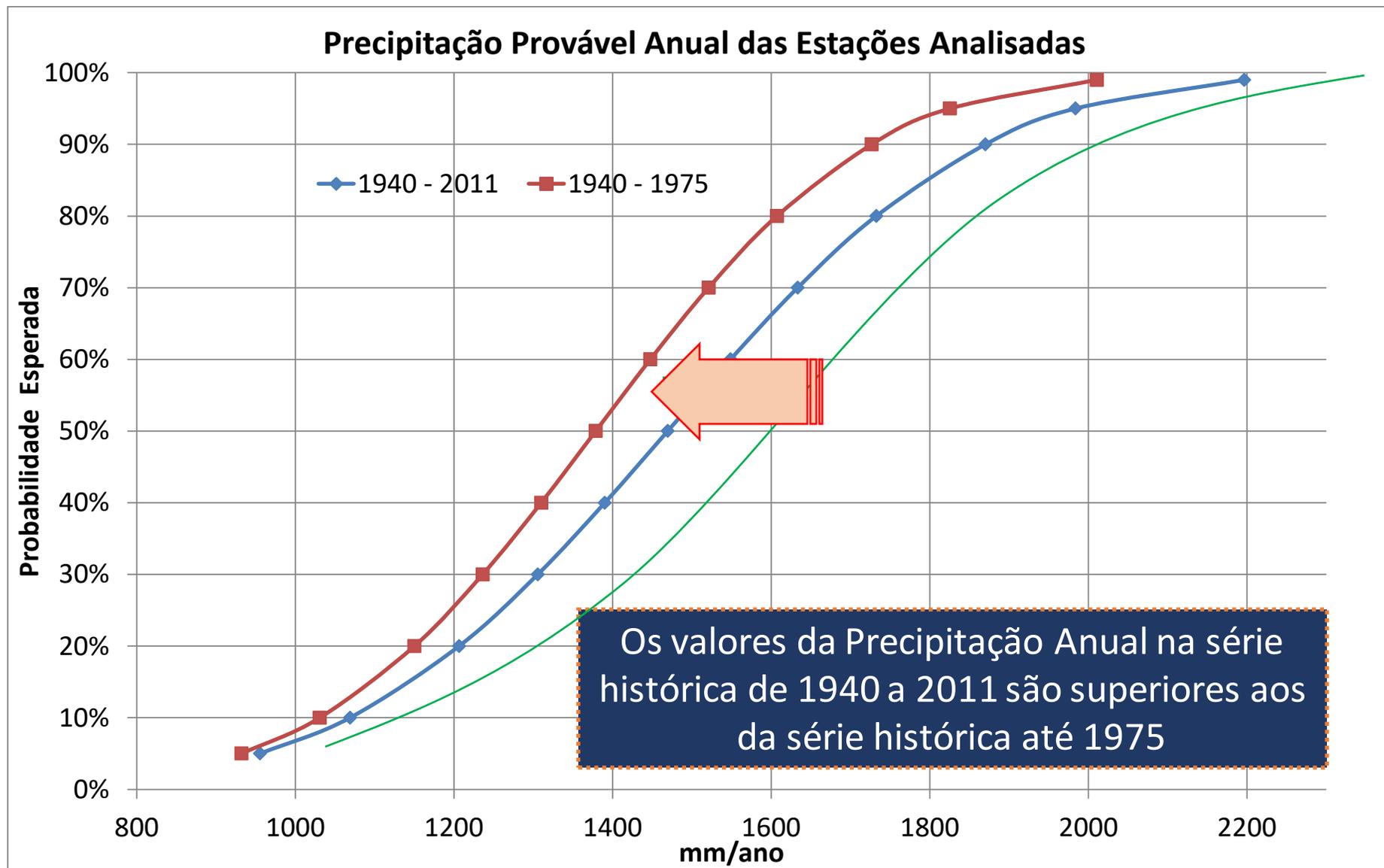
Assistir

# CAMPINAS

## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS



# VALORES PROVÁVEIS DA PRECIPITAÇÃO ANUAL NAS BACIAS PCJ



# 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

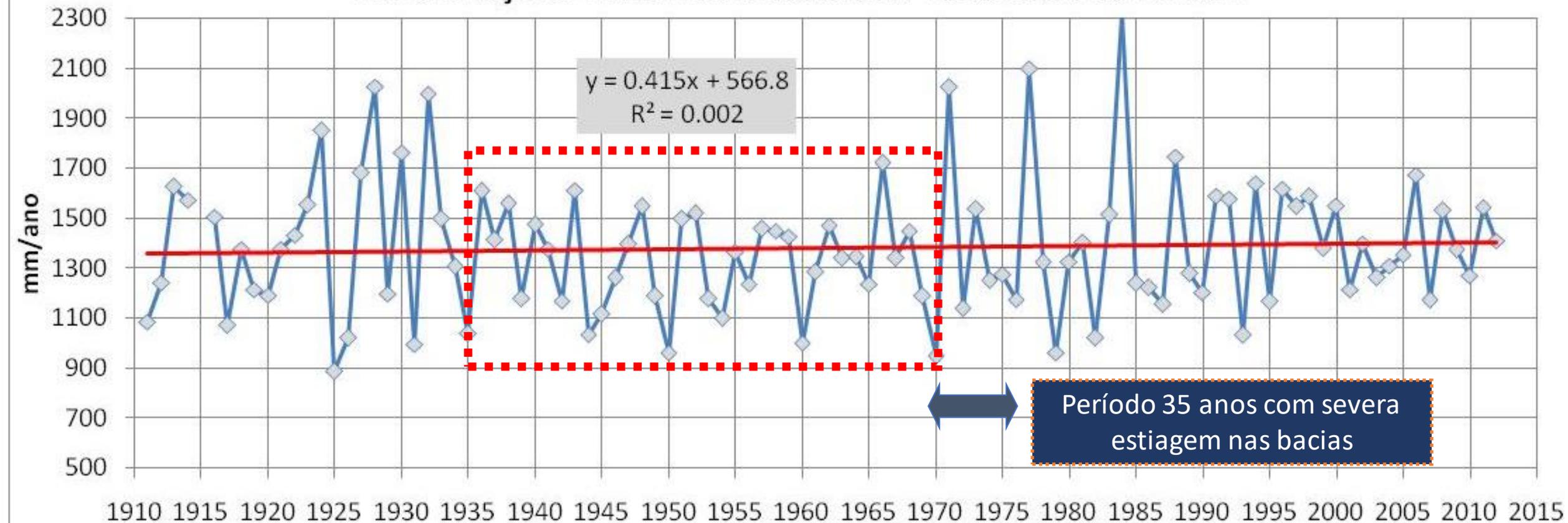
Eles identificaram padrões recorrentes e os batizaram de "*Efeito José*" e "*Efeito Noé*".

*Analogias com comportamentos identificados em trechos das histórias bíblicas*

## Efeito Noé e Efeito José

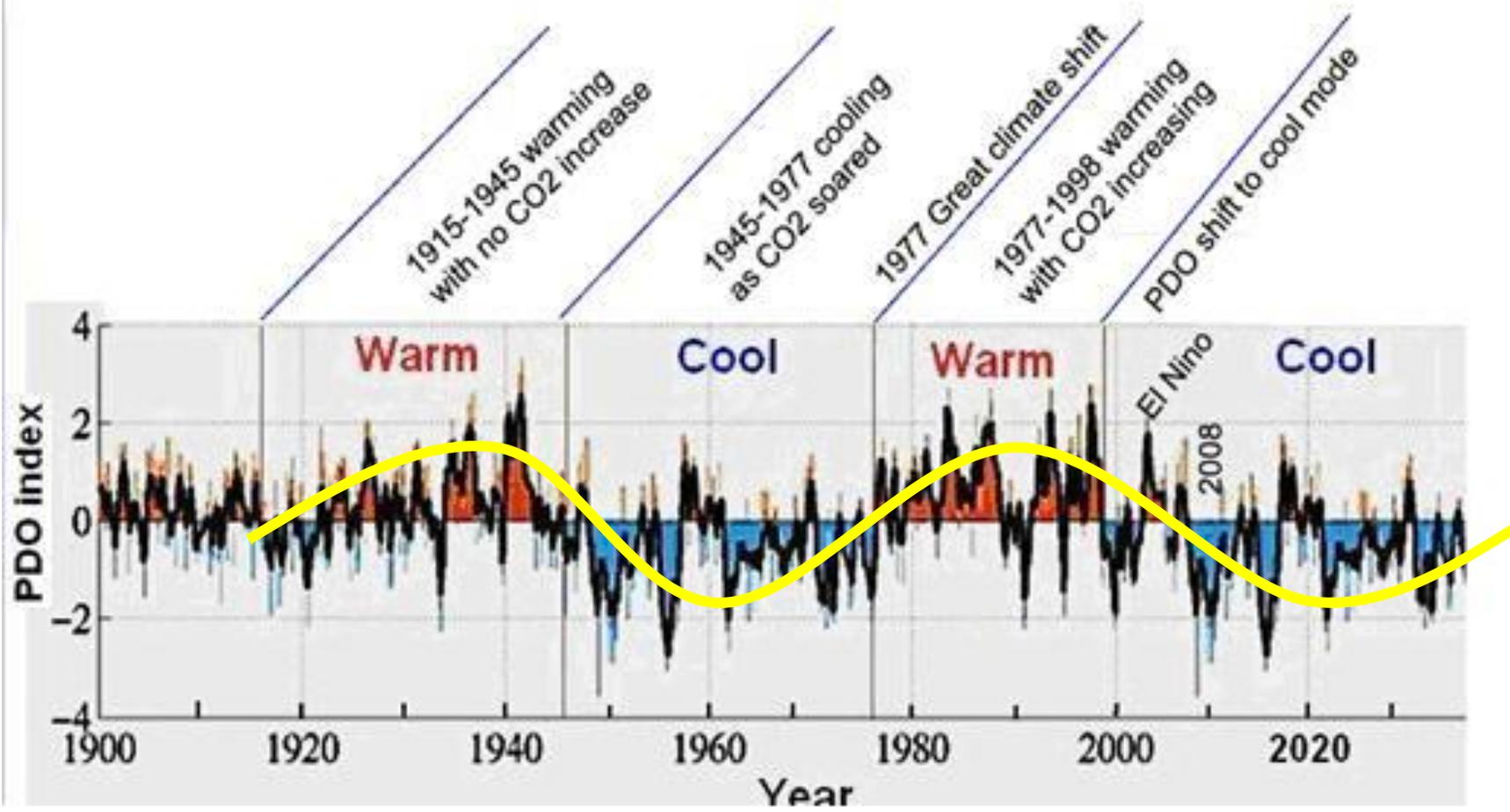
- O “*Efeito José*” – Este efeito descreve “*persistência*” dos fenômenos, no caso as chuvas, evento climático.
- O “*Efeito Noé*” – Este efeito descreve “*descontinuidade*”.

## PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS

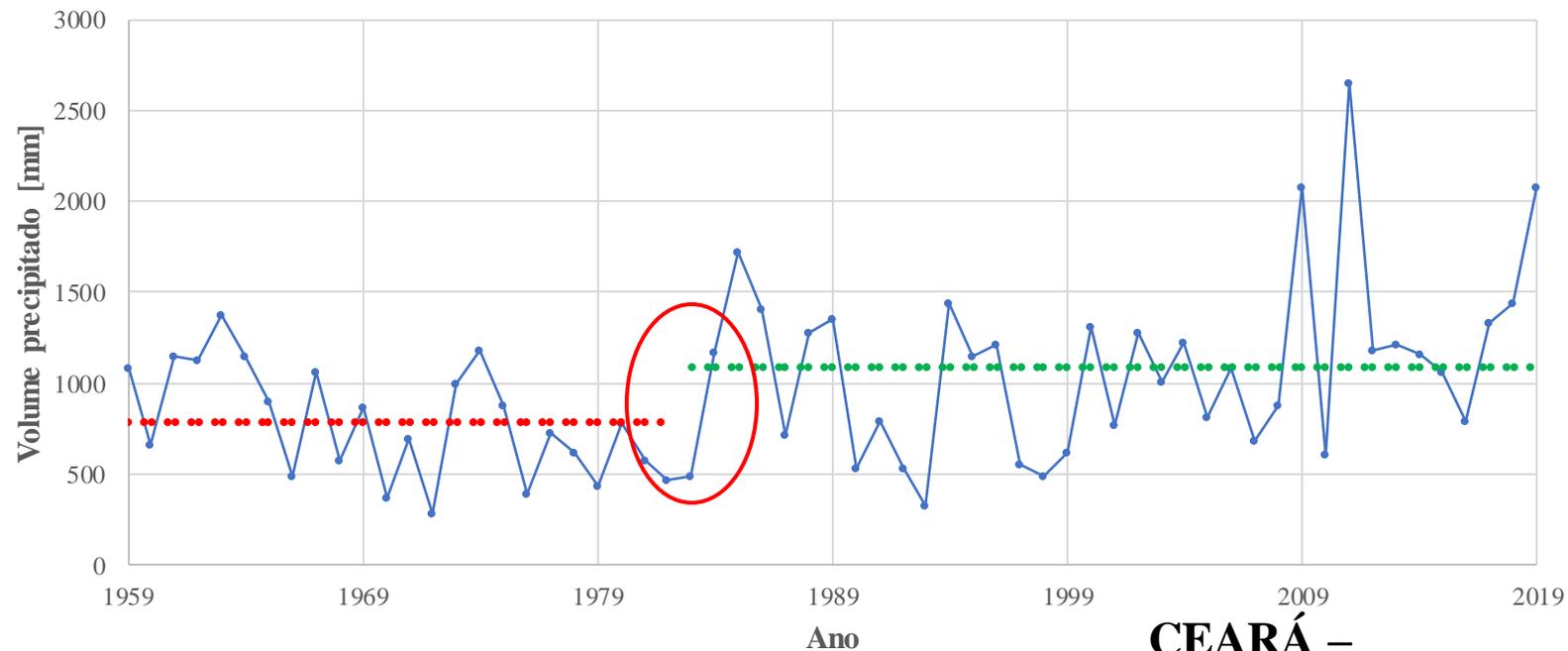


# Oscilação Decadal do Pacífico

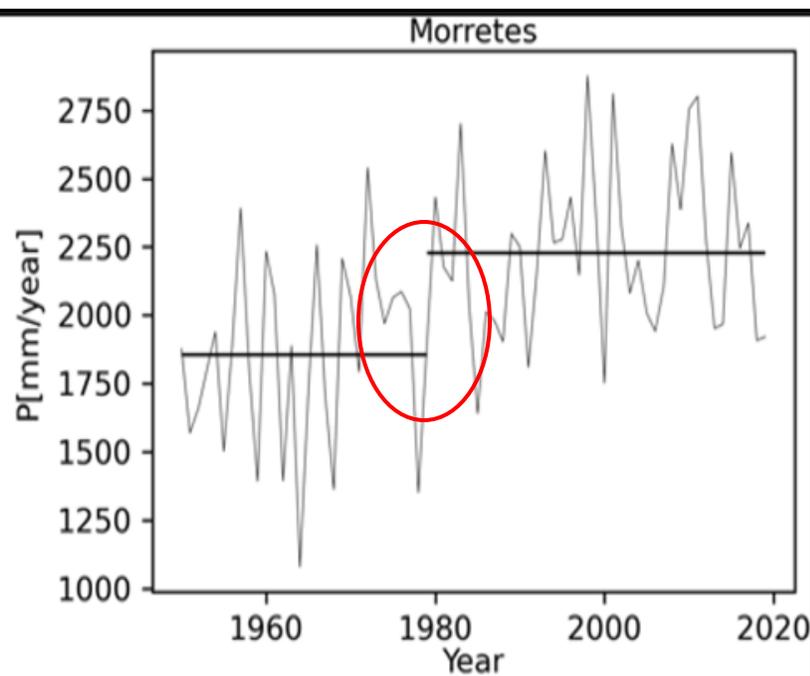
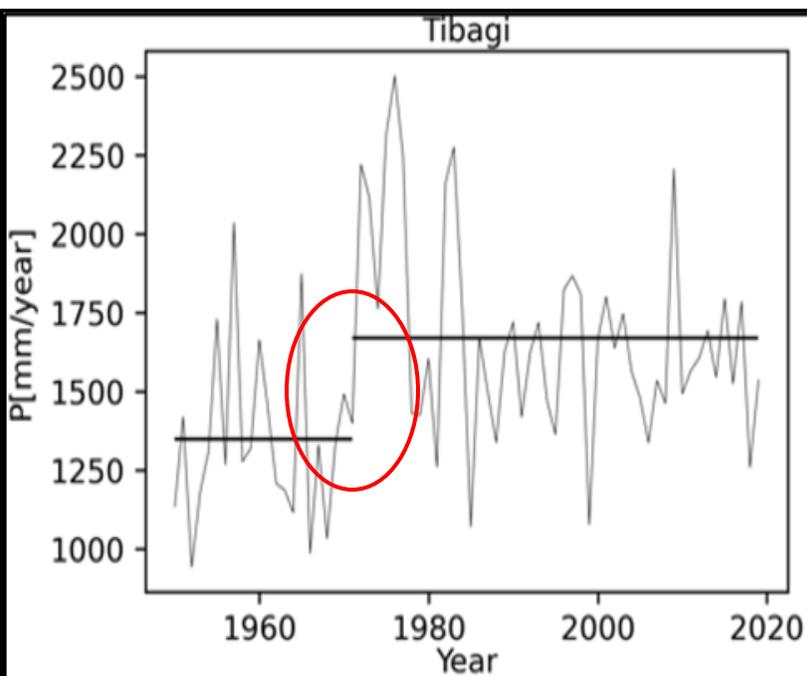
## Past and predicted PDO



# Efeito José



**CEARÁ –  
Estação Ubajara**

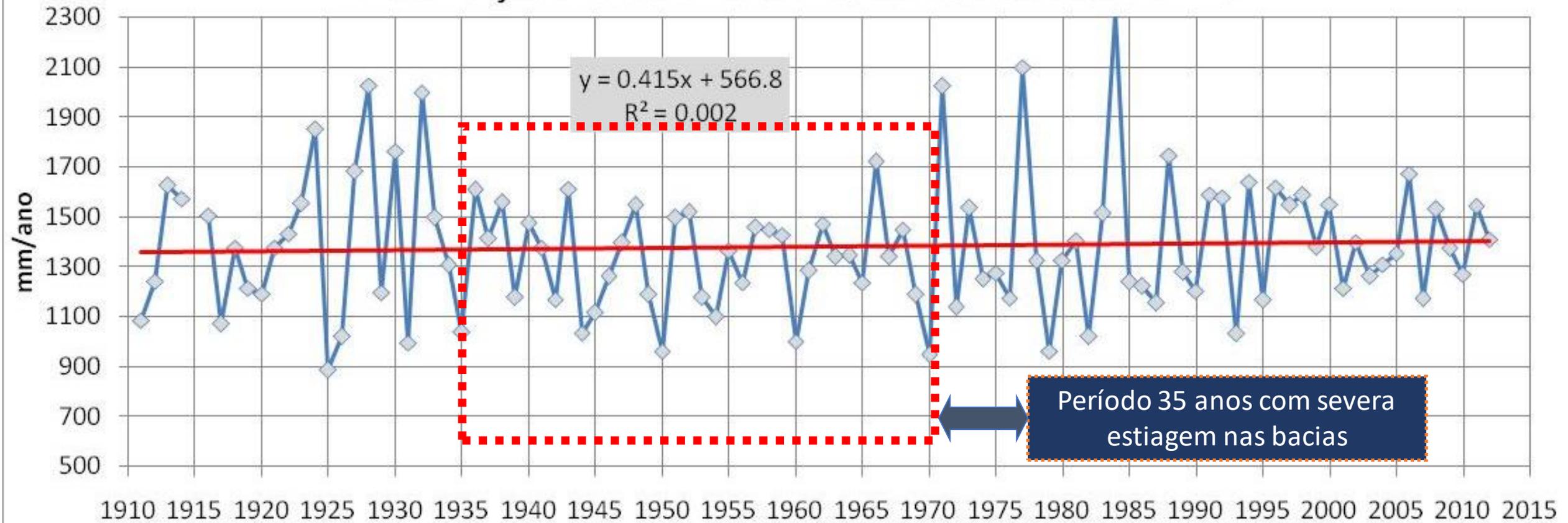


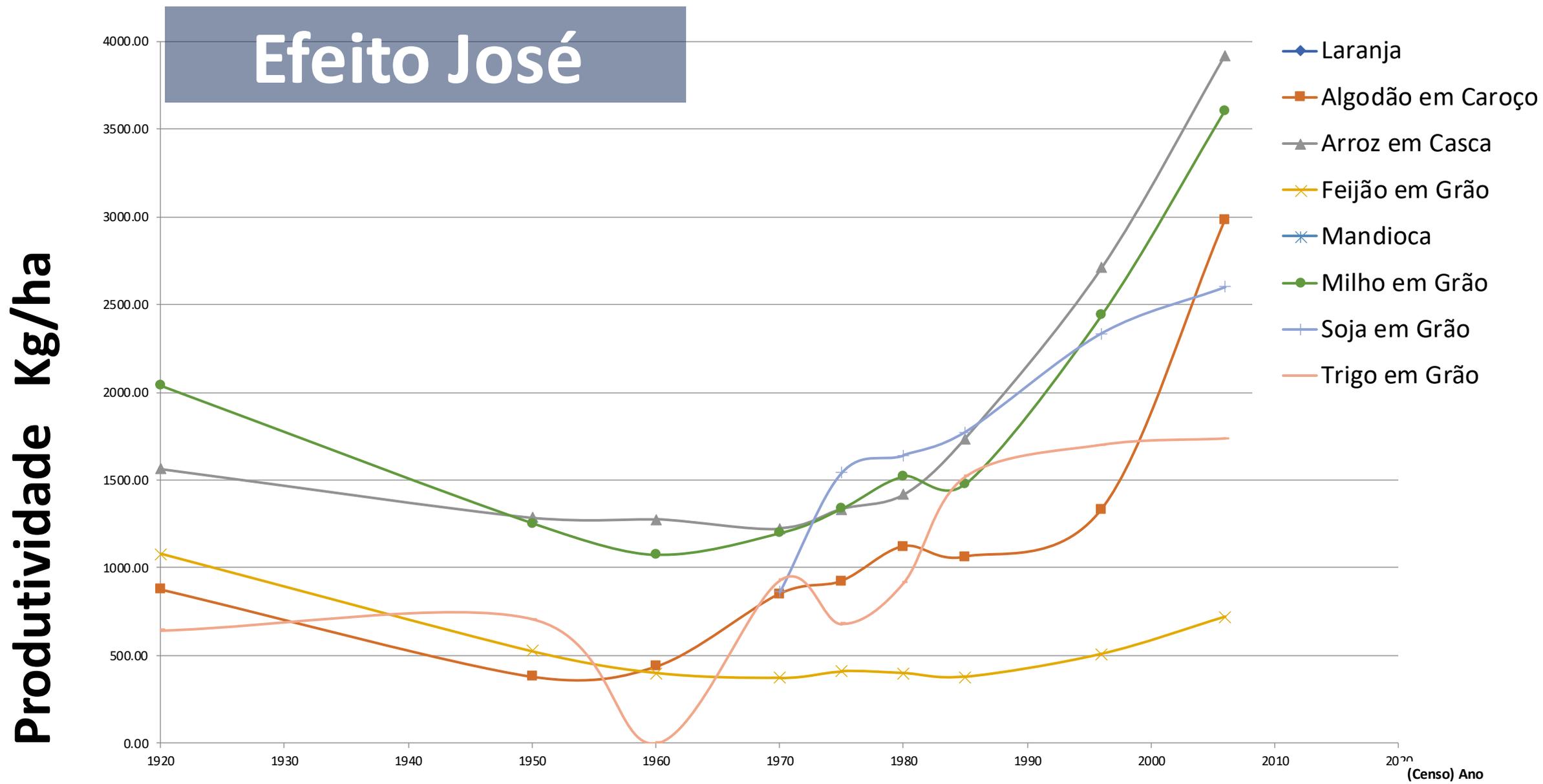
**PARANÁ –  
Estações Tibaji e  
Morretes**

DOI: 10.5902/2179460X63260

# Efeito José

PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL - POSTO IAC CAMPINAS





Produtividade das principais culturas brasileiras, em destaque às culturas de arroz, milho, algodão, soja, trigo e feijão entre os anos de 1920 a 2007. Fonte: Zuffo e Zuffo (2015), baseados nos dados do IBGE (2007).

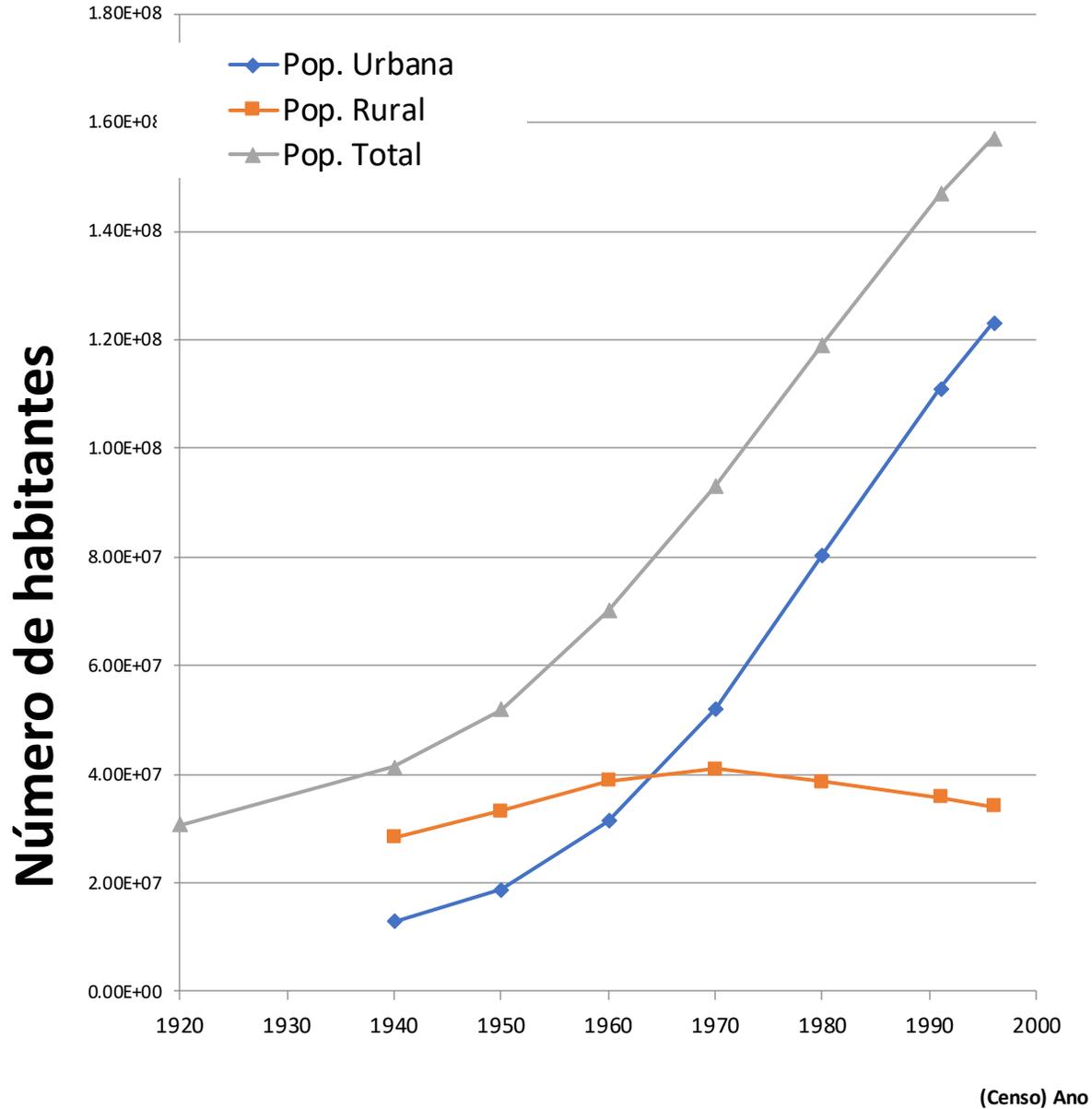


Figura 1: Crescimento populacional do Brasil entre as décadas de 1920 a 1997. Fonte: IBGE (1987, 1996 e 1997).

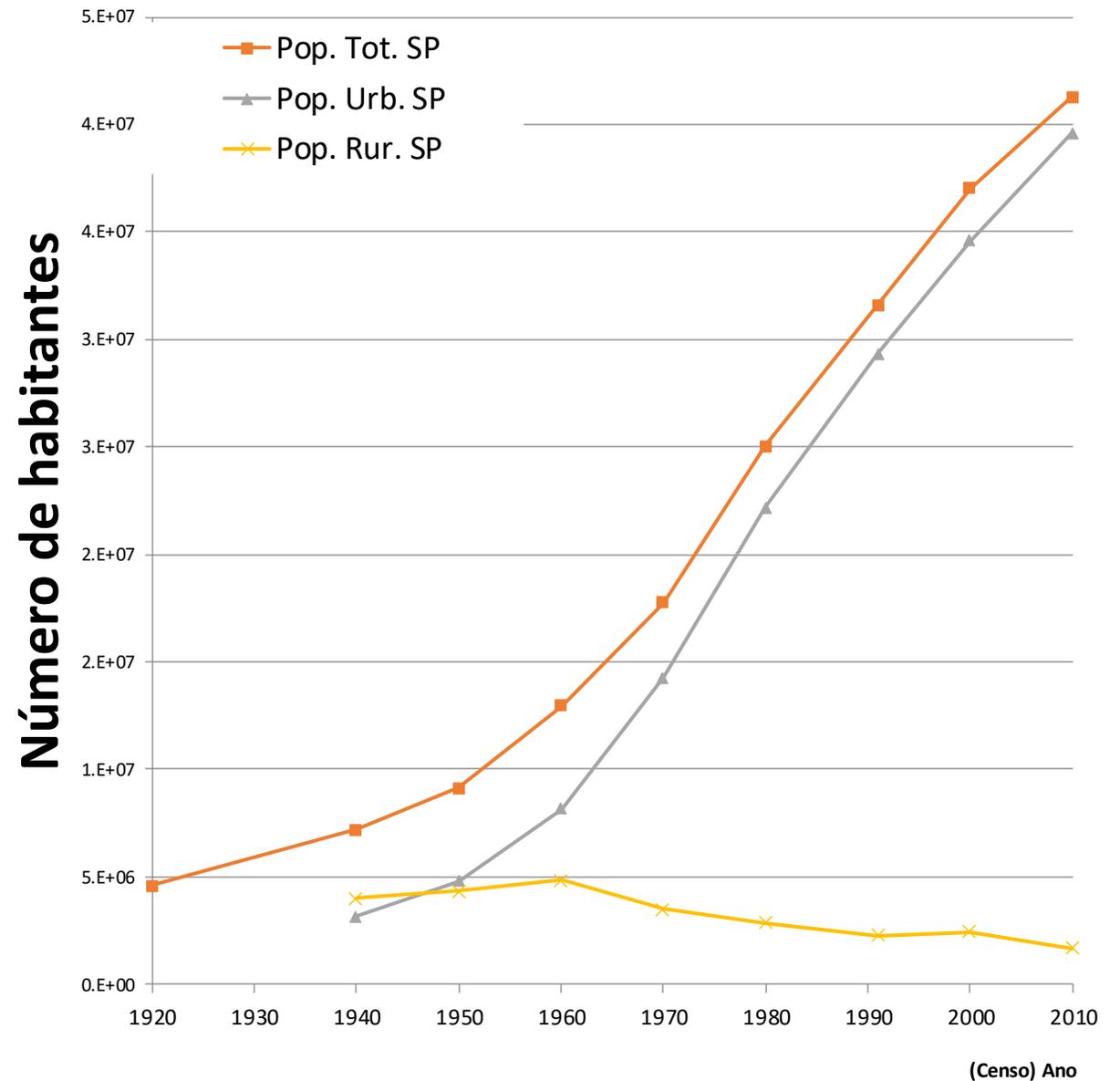
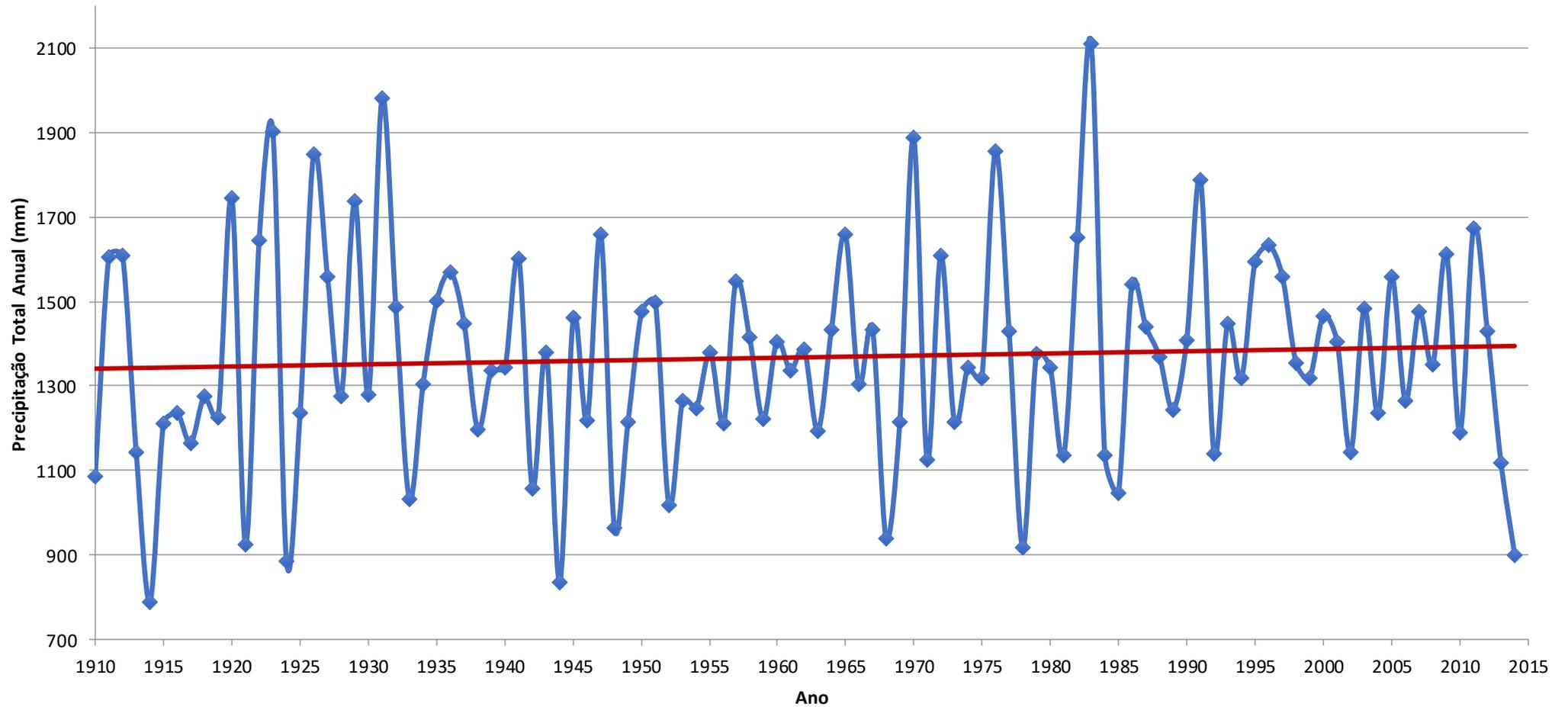


Figura 2: Crescimento populacional do estado de São Paulo entre as décadas de 1920 a 2010. Fonte: IBGE (1987, 1996 e 1997).

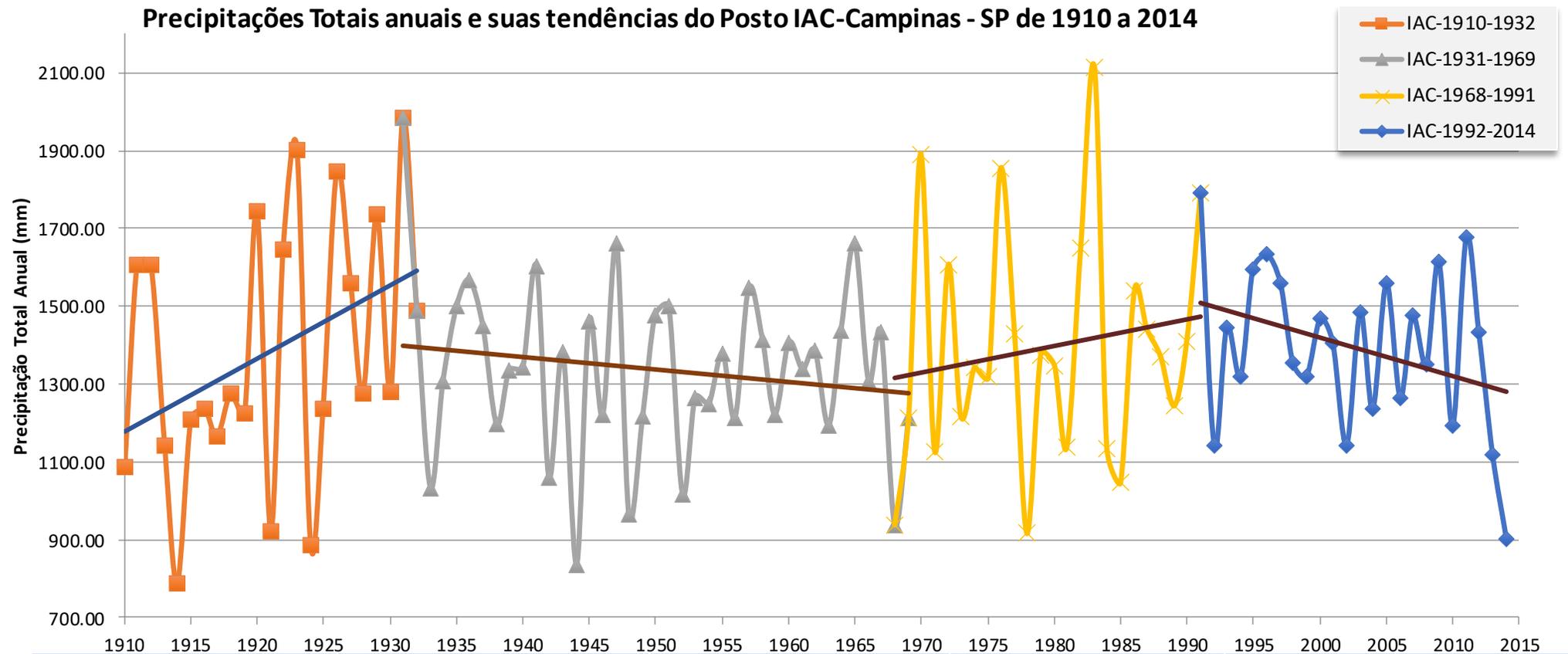
# Totais Anuais e Tendência

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

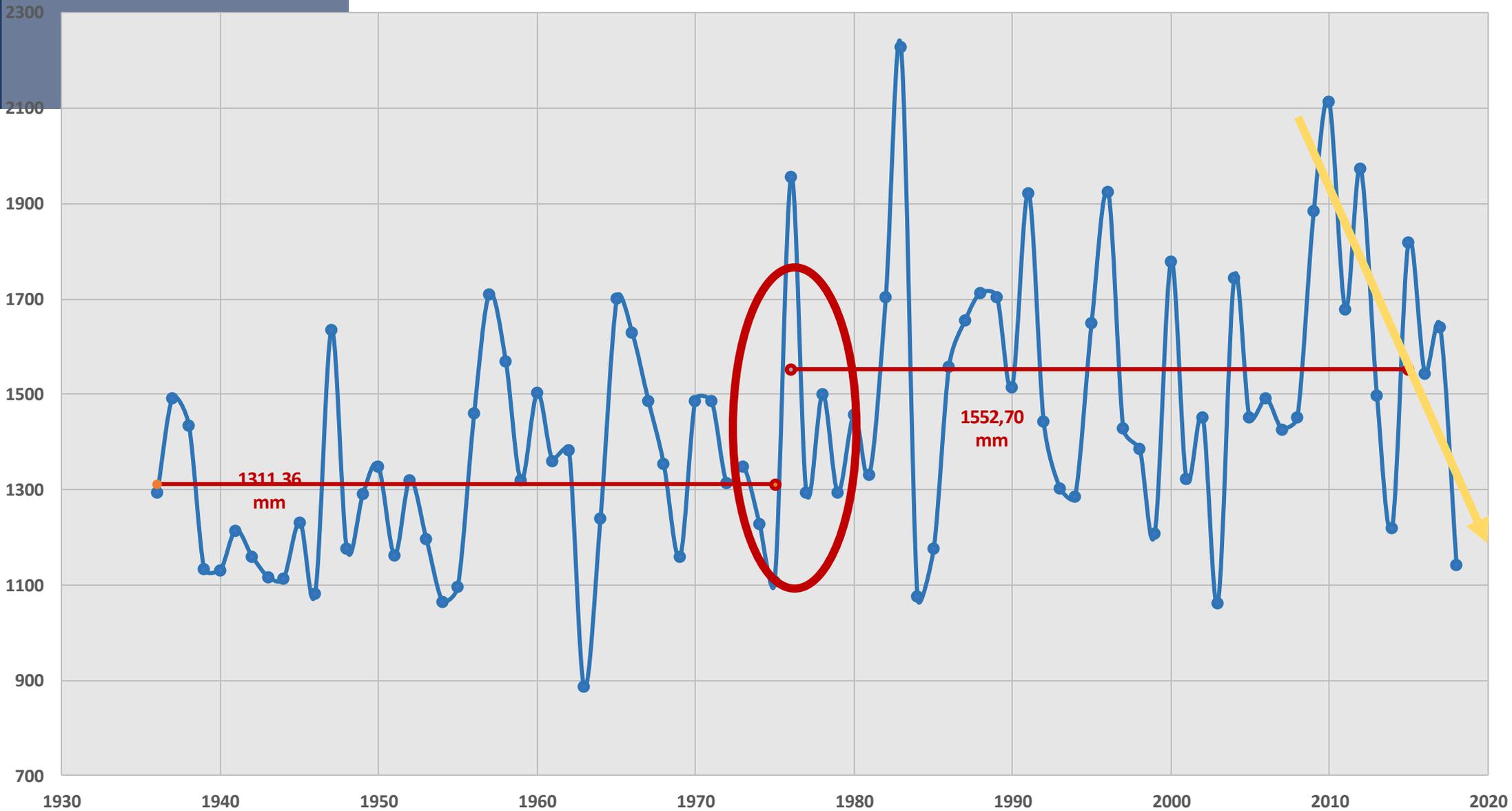


	1910-1932	1931-1969	1968-1991	1992-2014
<b>Média (<math>\mu</math>)</b>	<b>1385.90</b>	1338.96	<b>1394.49</b>	<b>1377.94</b>
<b>Desv. Padrão (<math>\sigma</math>)</b>	<b>326.57</b>	220.97	<b>297.77</b>	<b>191.30</b>
<b># anos</b>	<b>22</b>	38	<b>23</b>	<b>22</b>

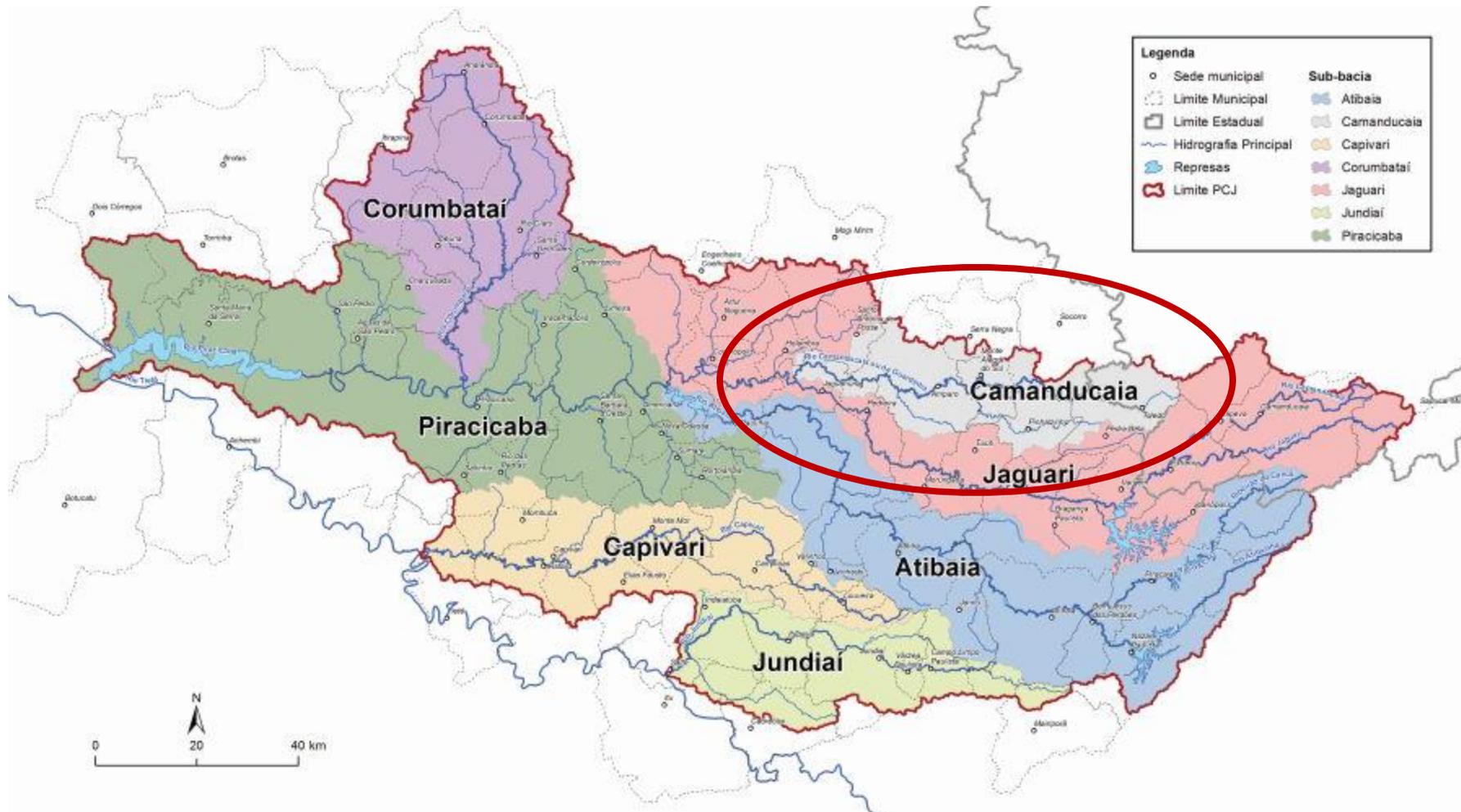
Precipitações totais anuais para o Posto Pluviométrico da Fazenda Santa Elisa, em Campinas – SP, operada pela IAC, série subdivida em quatro com suas respectivas tendências (de crescimento e decréscimo).

# Efeito José

Posto Pluviométrico E3-035  
OBSERVATORIO IAG - Parque do Estado



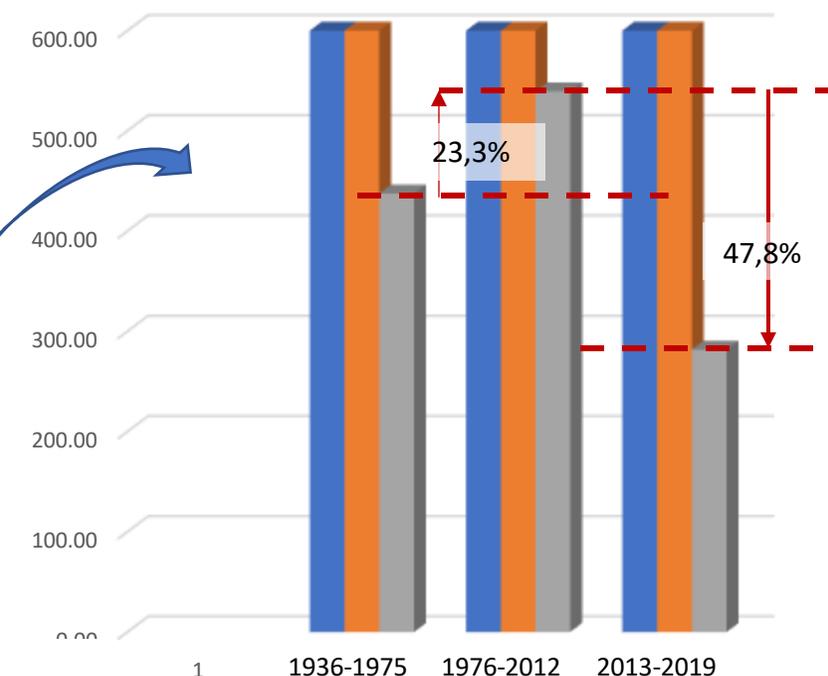
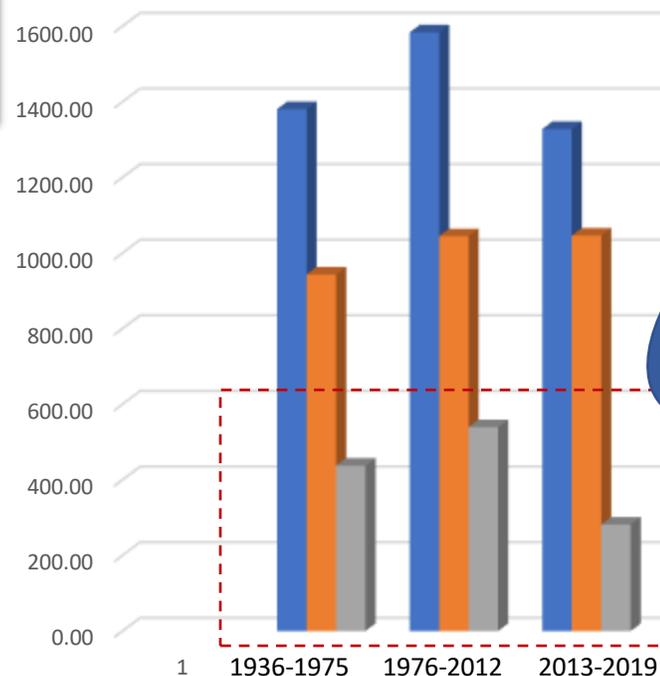
# Bacia do Rio Camanducaia – Bacias PCJ



# Balanço hídrico do Rio Camanducaia – Bacias PCJ

3D-001 Rio Camanducaia

3D-001 Rio Camanducaia



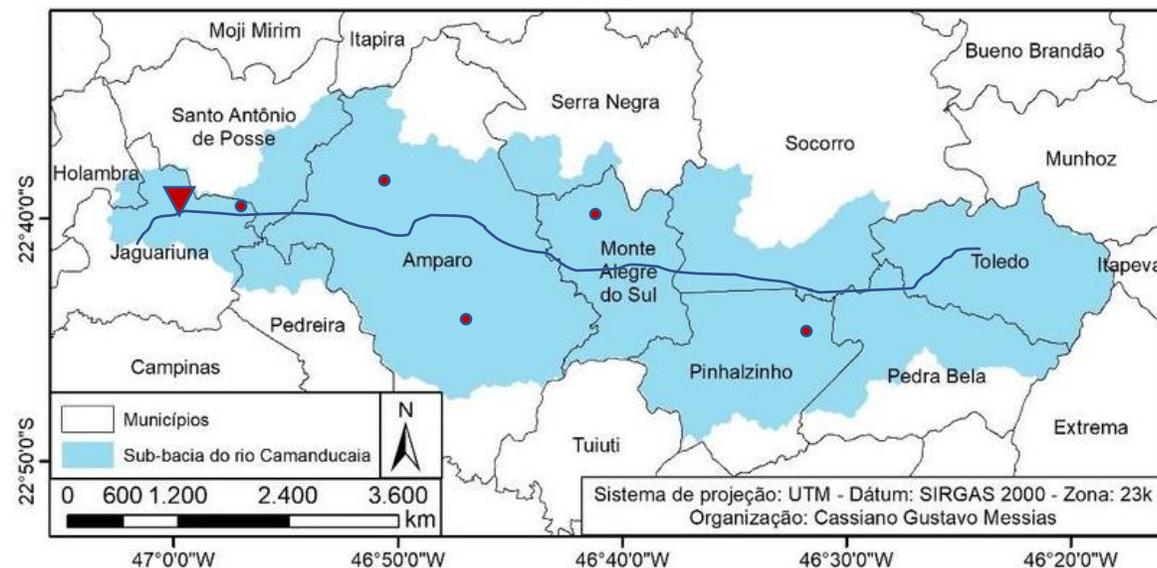
■ Pp média ■ EVPT média ■ Q média

■ Pp média ■ EVPT média ■ Q média

## Postos Analisados

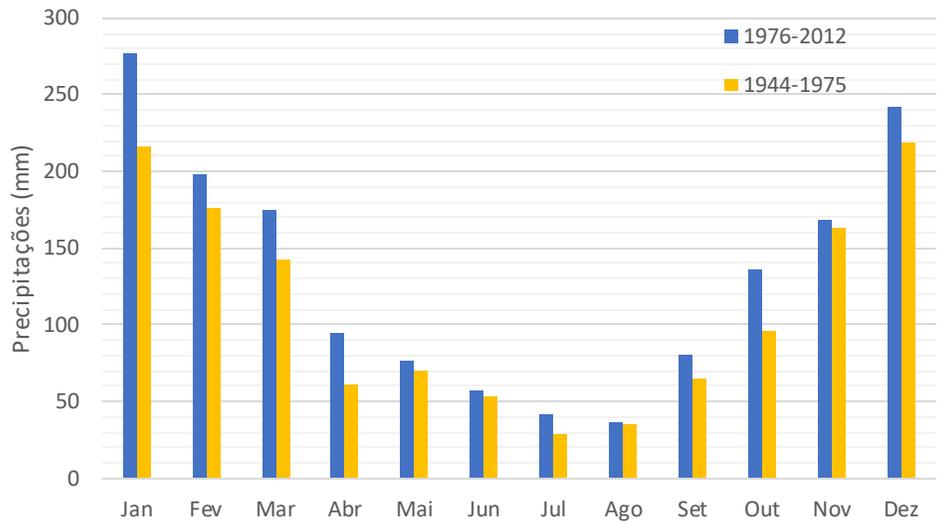
3D-001	Fluviométrico
D3-023R	Plu
D3-027	Plu
D3-036	Plu
D3-042	Plu
D3-052	Plu

	1936-75	1976-2012	Aumento	2013-19	Diminuição
PP_média	1380,65	1583,65	14,7%	1327,85	-16,2%
EVPT_média	943,21	1044,30	10,7%	1046,18	0,2%
Q_média	437,44	539,35	23,3%	281,67	-47,8%

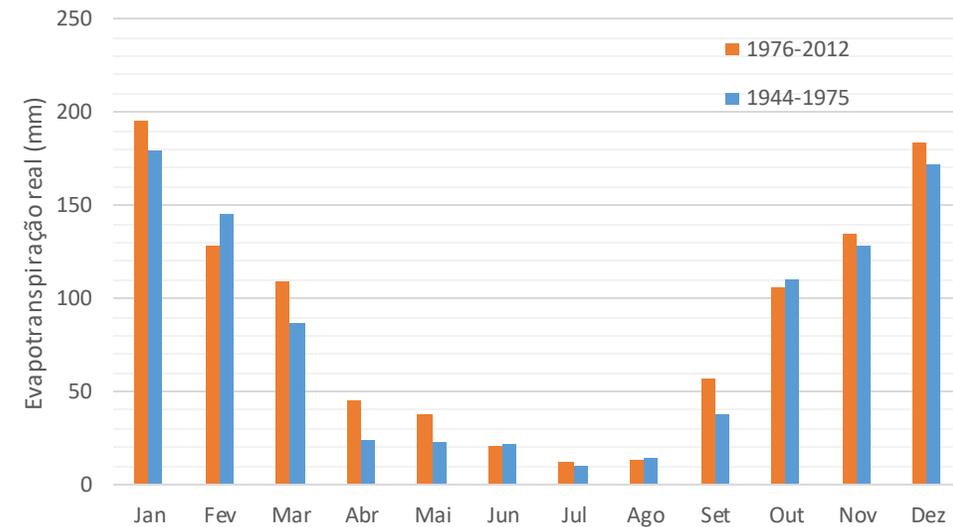


# Bacia do Rio Camanducaia – Bacias PCJ

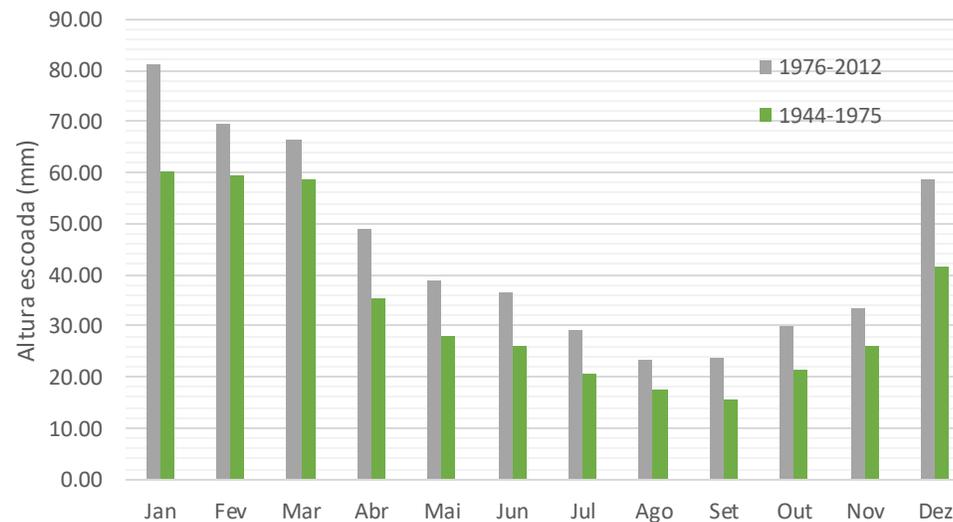
Médias mensais - Rio Camanducaia



Médias mensais - Rio Camanducaia



Médias mensais - Rio Camanducaia



# Austrália / Japão

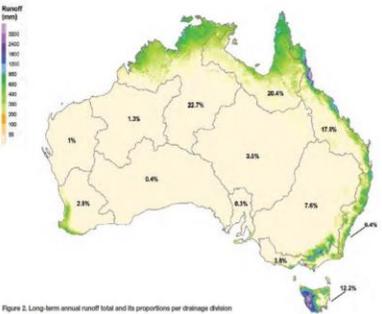
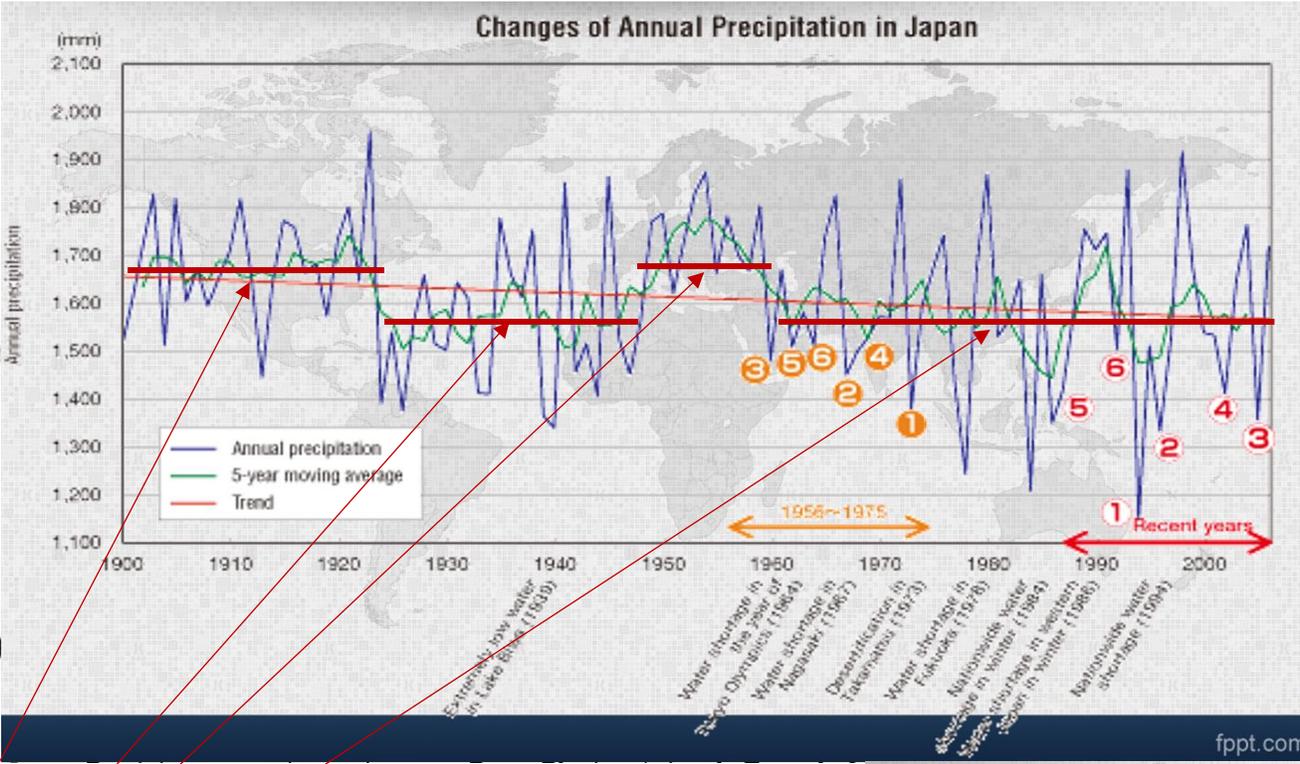
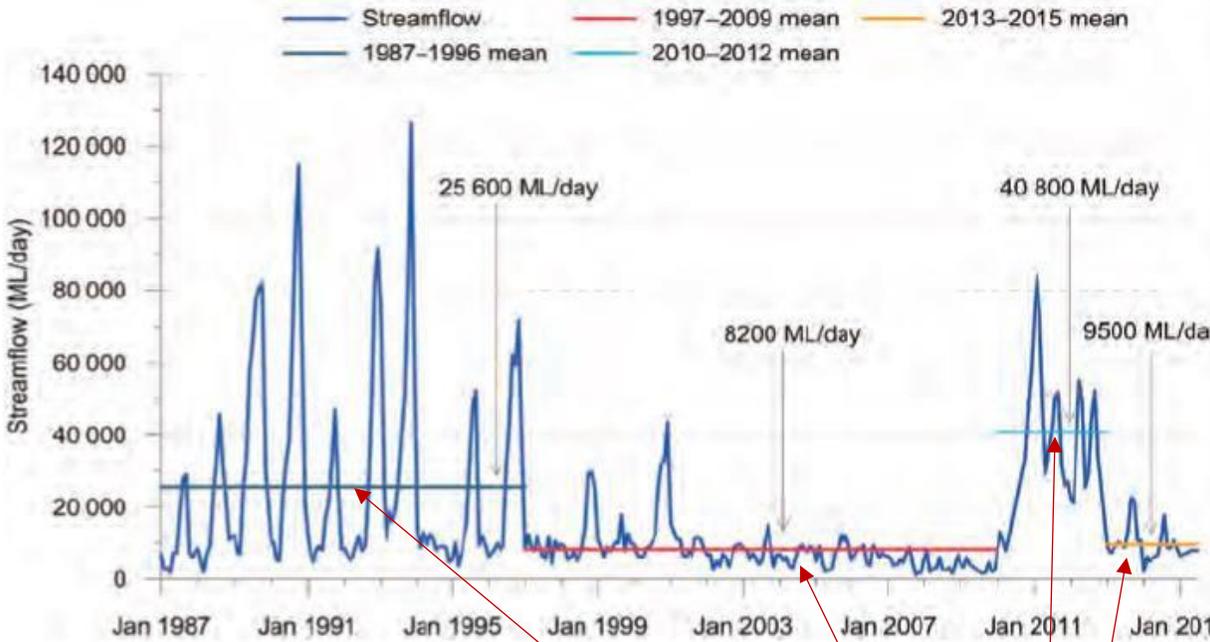
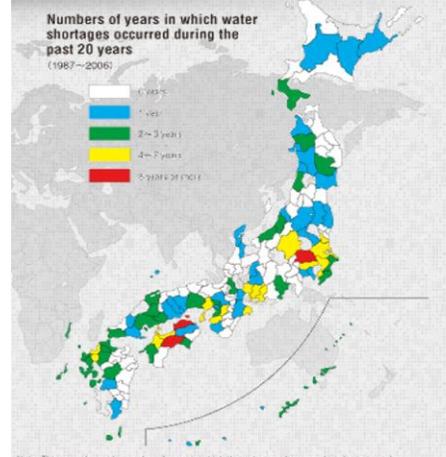


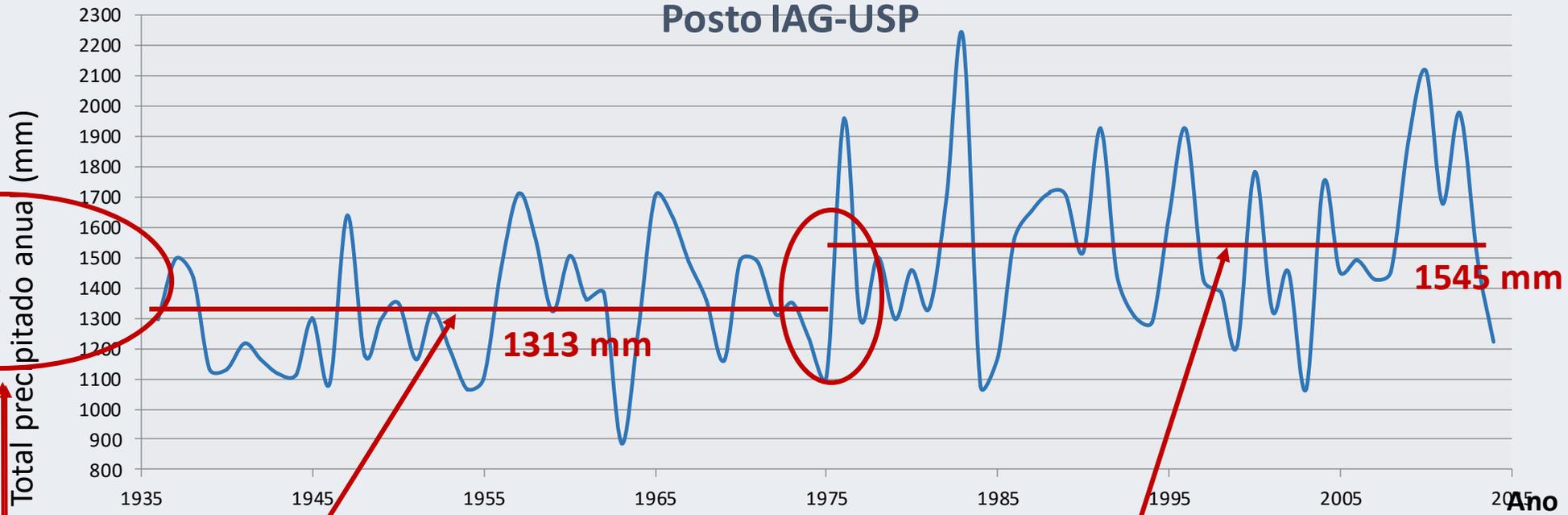
Figure 2. Long-term annual runoff total and its proportions per drainage division



Note: This map shows the number of years in which the water supply was reduced or suspended during the period from 1987 to 2006.

Variações temporais  
Cíclicos ou quase cíclicos

# Posto IAG-USP



Total precipitado anua (mm)



## SÃO PAULO, DE NOVO, SOB O FLAGELLO DAS ENCHENTES

# Os bairros marginaes do Tieté estão sendo abandonados

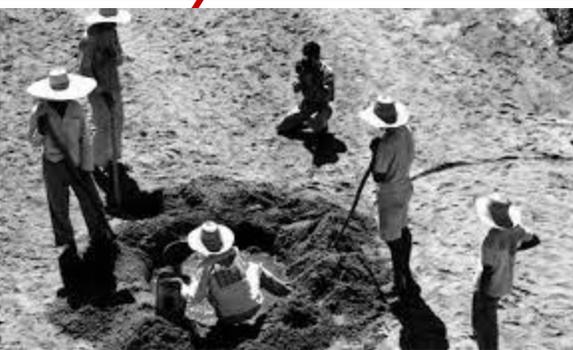
ASPECTOS COMMOVEDORES — O RIO ATINGIU A 3,45' ACIMA DO NIVEL NO SITUAÇÃO DAS ESTRADAS DE RODAGEM



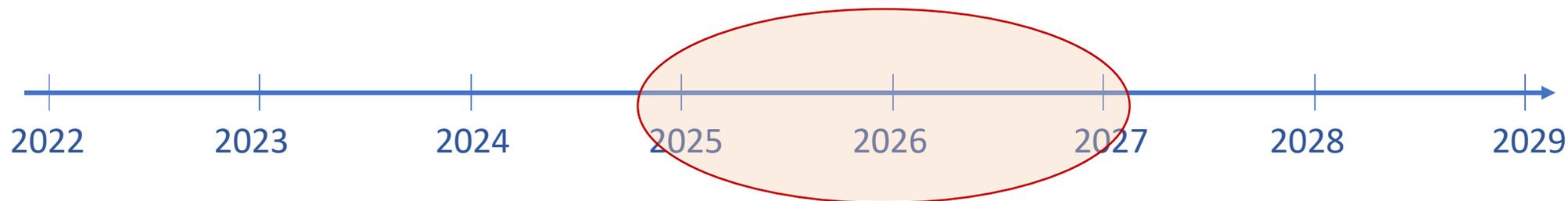
rus Ignatony, J...  
nida Tucuman e...  
ENCONTRO DE...  
Na ponte do canal do Tamau-...  
encontrado hont...  
menor Domingo...  
anos, morador...  
Ramos, n. 39...  
Domingos pere...  
corrente no Ypi...  
O cadáver, de...  
dades legaes, fo...  
milia.

O TRANSITO DA...  
ROD...  
Da Associação...  
Estradas, recbe...  
ções abaixo:

Estrada...  
Trafego norm...  
as aguas que ha...  
metros do leito e...  
restaurante Quas...  
um grande lamaç...  
bailhadores da D...  
das de Rodagem...  
300, trabalharam...  
desolstrução...  
Carra de Martir...  
des no km. 31...  
acham no moun...  
restabelecidos p...  
Estrada...  
Boa só até li...



# Quando será a Próxima Crise Hídrica???



Em algum lugar neste intervalo

Em média a cada 11 anos temos uma crise hídrica (Ciclo de Schwabe)

1992 – 2003 – 2014/2015 → +11 anos → 2025/2026~2027

(Ciclo de Schwabe intervalo de 8 a 13 anos com média de 11 anos)

# Previsão climática estendida indica El Niño no fim de 2022

Por Letras Ambientais

domingo, 26 de dezembro de 2021

O La Niña começou a se desenvolver rapidamente, desde outubro de 2021. A previsão mostra **um rápido retorno às condições de neutralidade**, na primavera de 2022, com uma redução das temperaturas mais frias. Se essa tendência se confirmar, isso pode levar a uma nova fase de aquecimento (El Niño), no final do próximo ano.



Raquel Pereira  · 26 de out. de 2021 · 3 min para ler

## A La Niña se intensificou, e as chances para um El Niño em 2022 aumentaram

A La Niña está ficando mais fria do que o esperado no Pacífico equatorial, o que torna sua influência nesta temporada mais clara. A última previsão indica que a La Niña continuará no início do outono de 2022, com um aumento da chance de um El Niño no próximo verão 2022/2023, formando um cenário completamente diferente.

**Tempo e Clima Brasil**  
**Meteorologia**

A geociência  
ao seu  
alcance.

# Segurança Hídrica

**As Variações Decadais devem ser consideradas nos Planos de Longo Prazo (Abastecimento, Energia, Irrigação, Indústria;**

**Reservatórios de Regularização serão necessários;**

- Considerar **CENÁRIO DE REDUÇÃO** entre 20 a 30% da vazão em relação a vazão média de longo termo observada no período de 1976 a 2012.



UNICAMP

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



**Coordenador da Área Temática de Segurança Hídrica**

e-mail: [zuffoac@unicamp.br](mailto:zuffoac@unicamp.br)

Fone: (19) 3521-2357