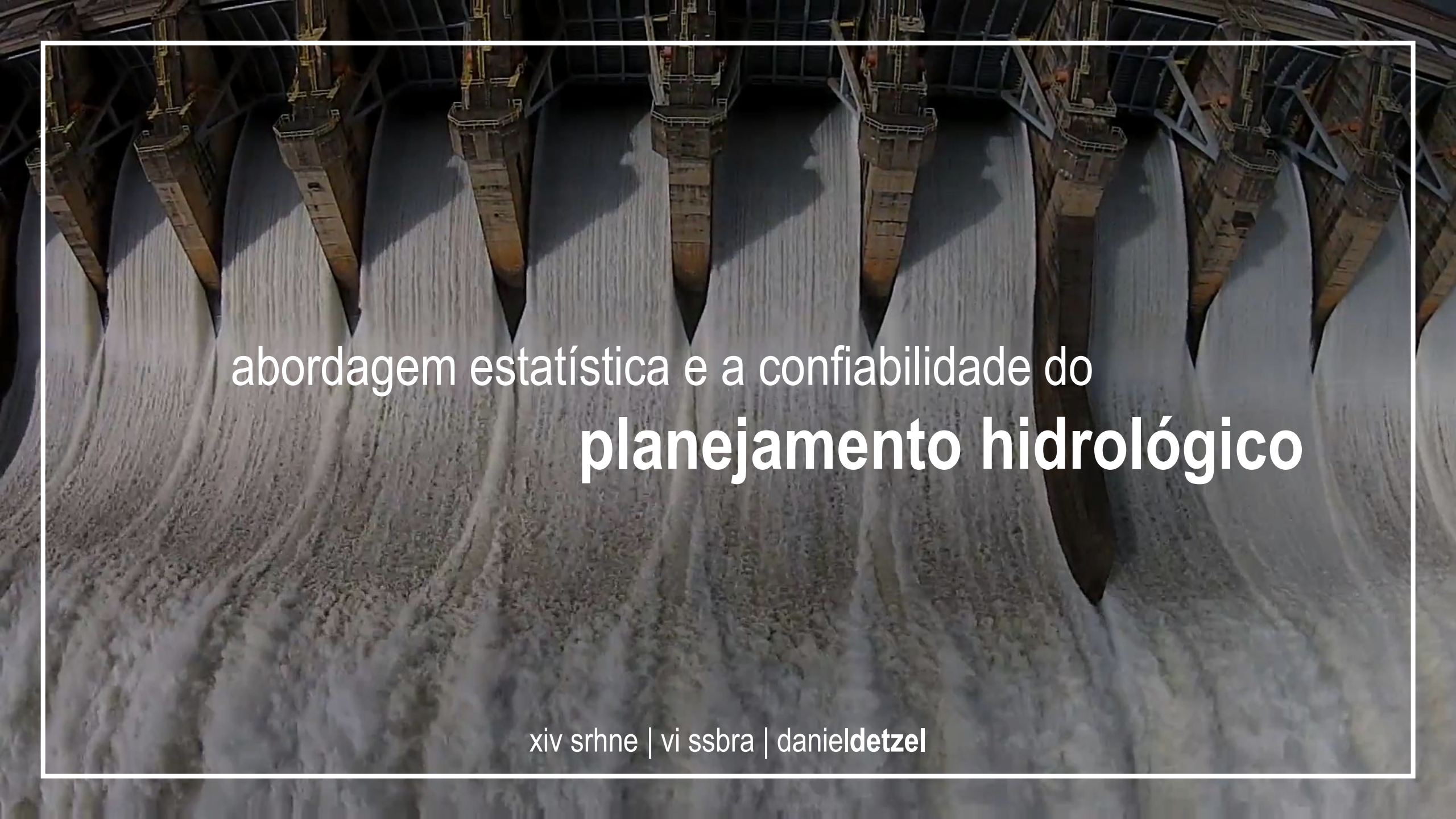


abordagem estatística e a confiabilidade do

planejamento hidrológico

xiv srhne | vi ssbra | daniel**detzel**

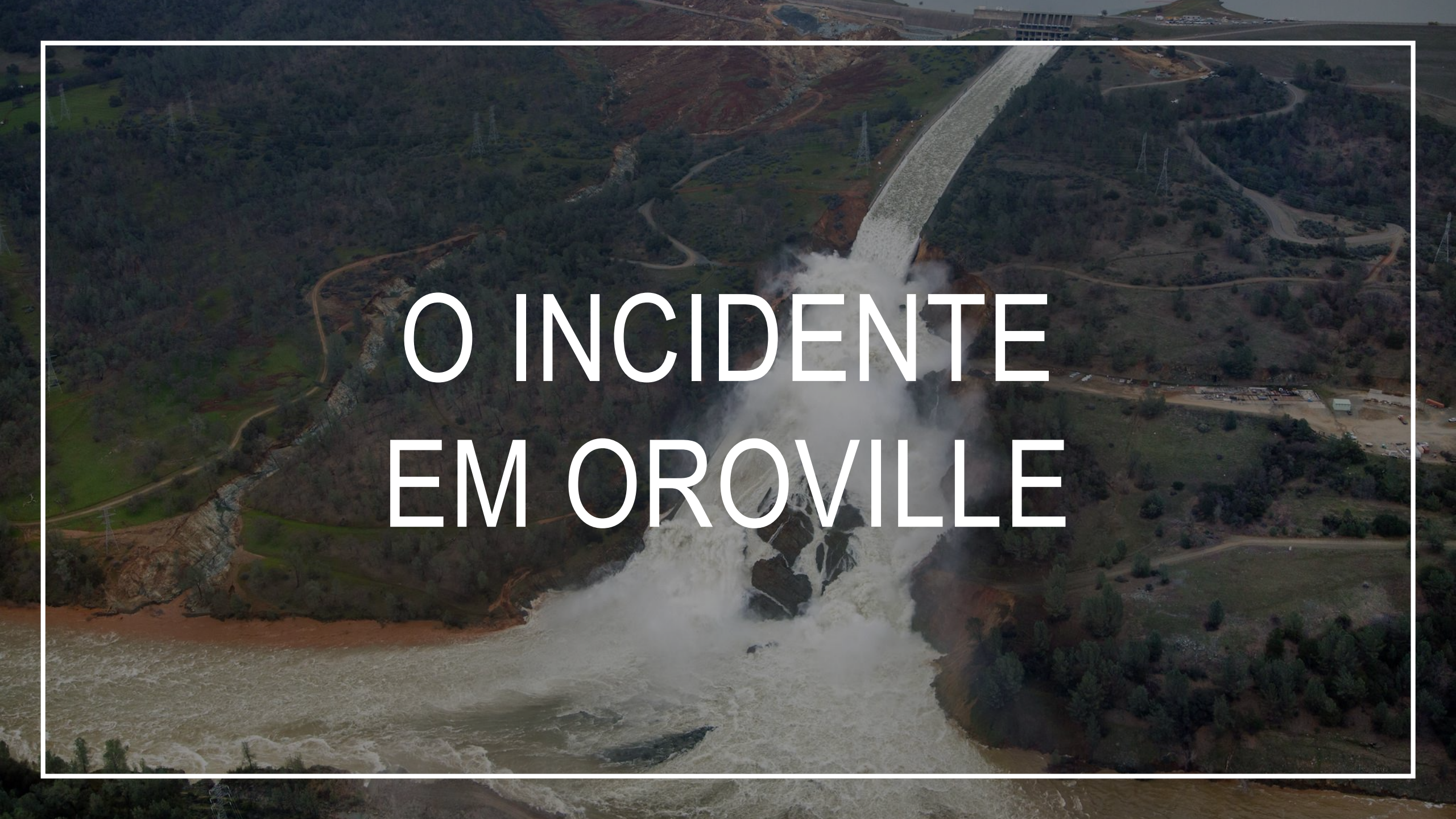
J

efeito Joseph

N

efeito Noah

(Mandelbrot & Wallis, 1968)



O INCIDENTE EM OROVILLE

rio **Feather** (eua)

altura **235** m

volume **4.363** hm^3

potência **819** MW

operação **1968**

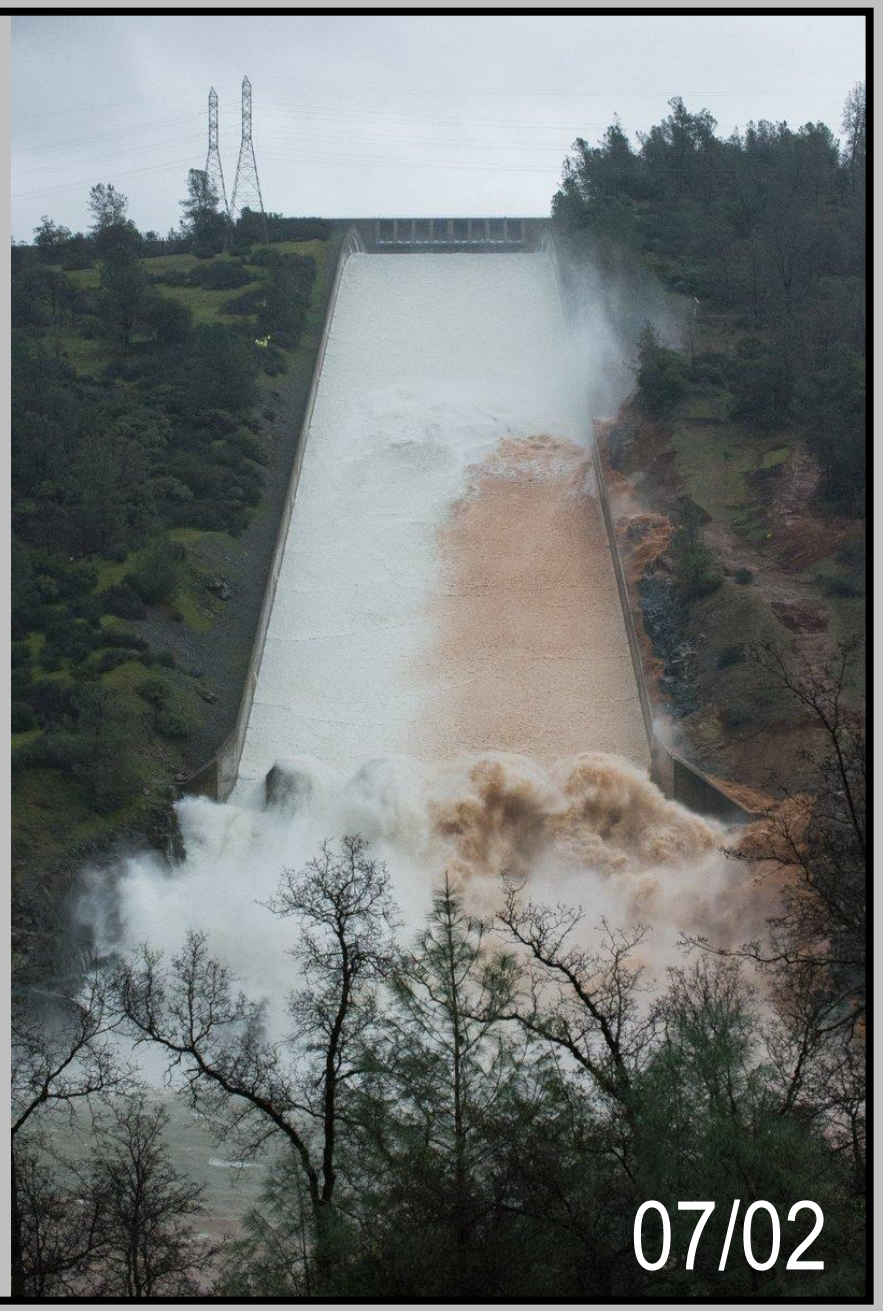
Barragem
Vertedouro principal
Vertedouro de emergência

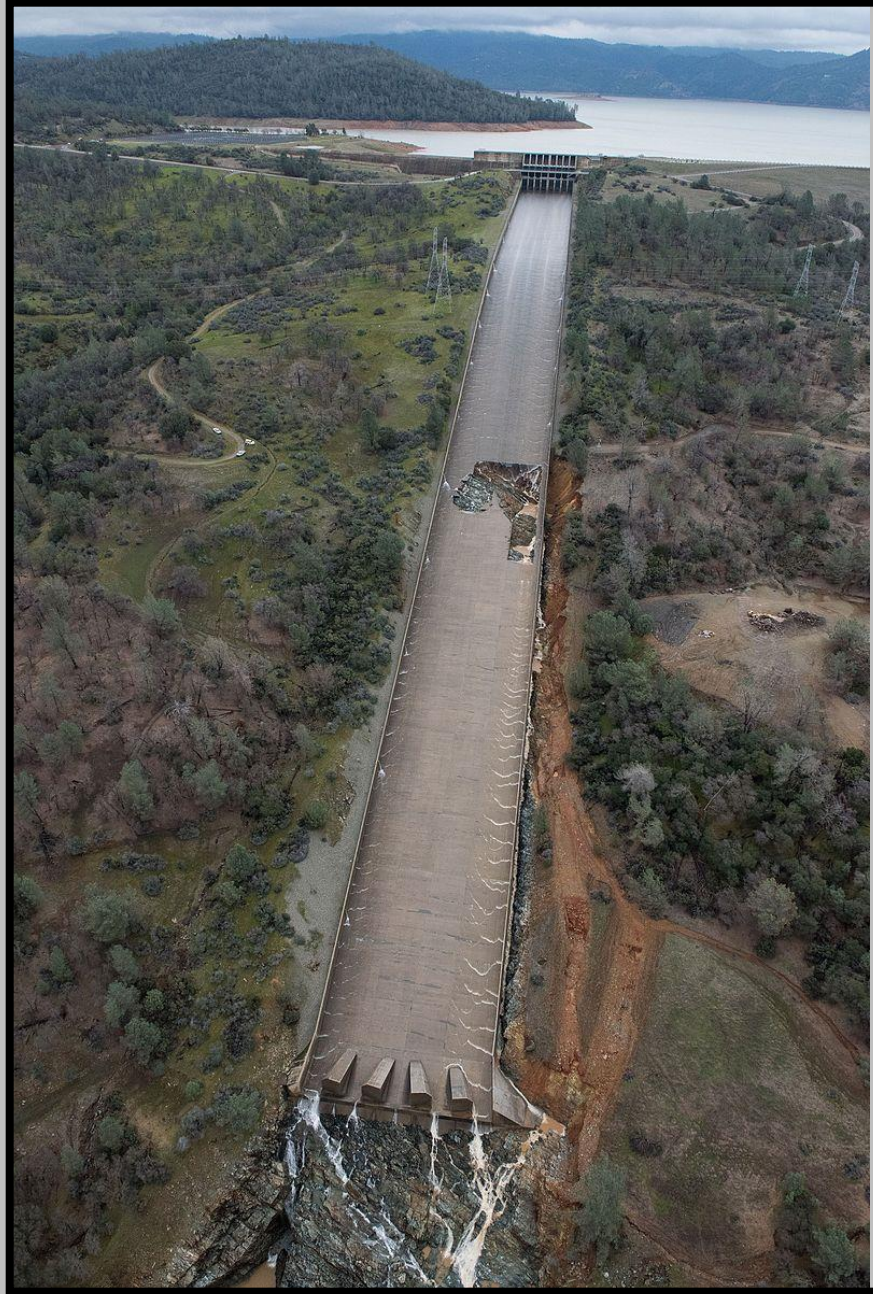
2017 ano mais úmido da história

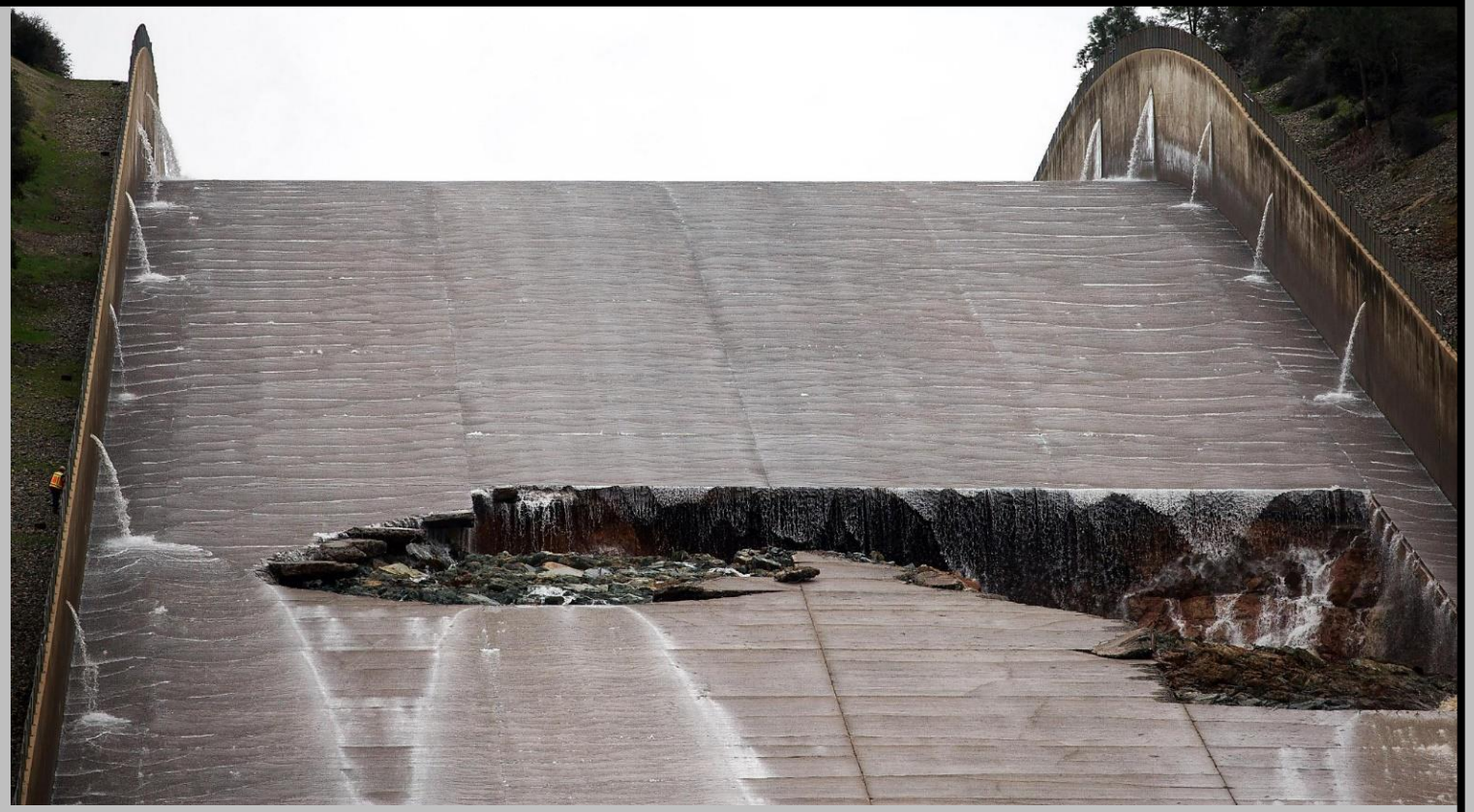
330mm entre 06/02 e 10/02

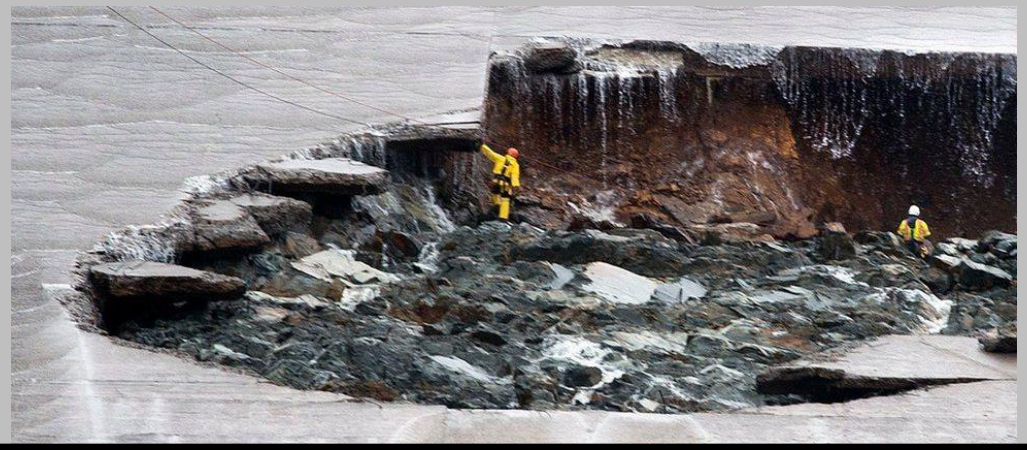
850m³/s

3680m³/s



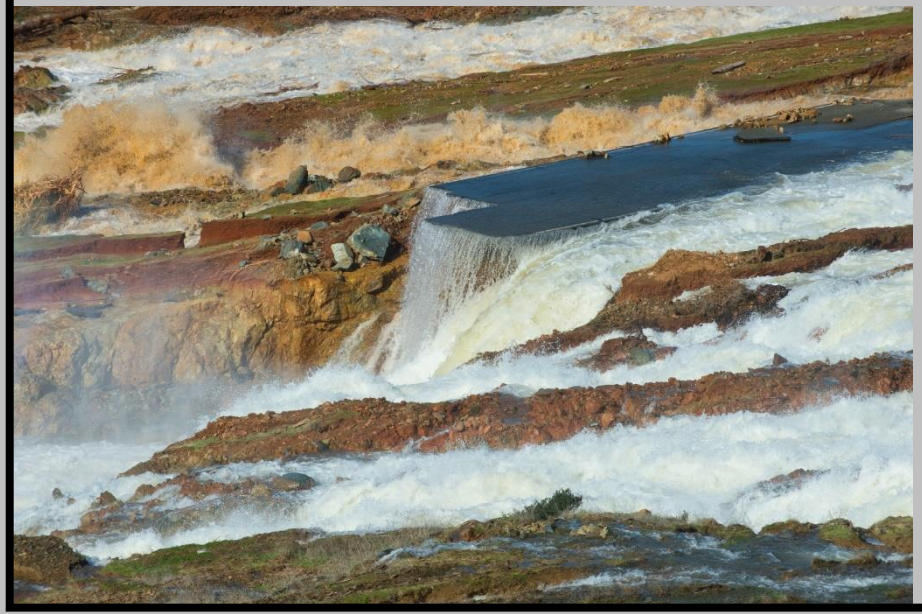






08/02
a 10/02

11/02



iminente colapso da soleira de 9m

evacuação de 188.000pessoas

Lições aprendidas

estrutura era capaz de atenuar a cheia

manuais de operação desatualizados

revisões devem contemplar **mudanças climáticas**

(Stork *et al.* The Oroville Dam 2017 Spillway Incident)

Lei 12.334/2010 (PNSB)

Art. 10: Revisão Periódica de Segurança de Barragem (RPSB)

atualização dos dados hidrológicos

Portaria DNPM 416/2012

Art. 15: Produto Final da RPSB

I: alteração de planos de operação
II: dispositivos complementares de vertimento

Portaria DNPM 416/2012

Anexo II – Volume IV – Tomo I

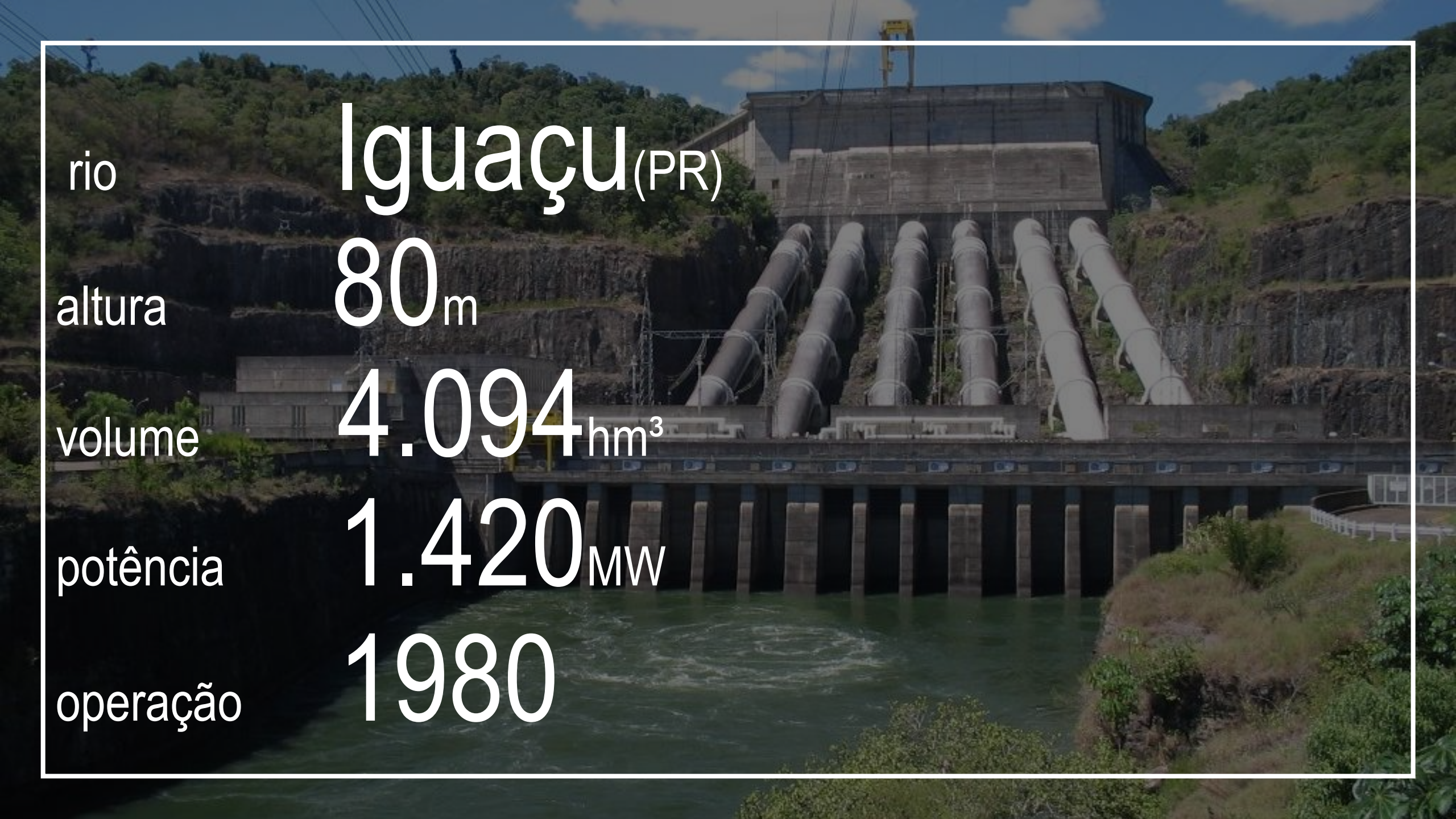
2. atualização de séries hidrológicas/eventos extremos
4. confronto com capacidade de vertedouros

Análises de frequências

Ajustes de distribuições de probabilidade aos dados

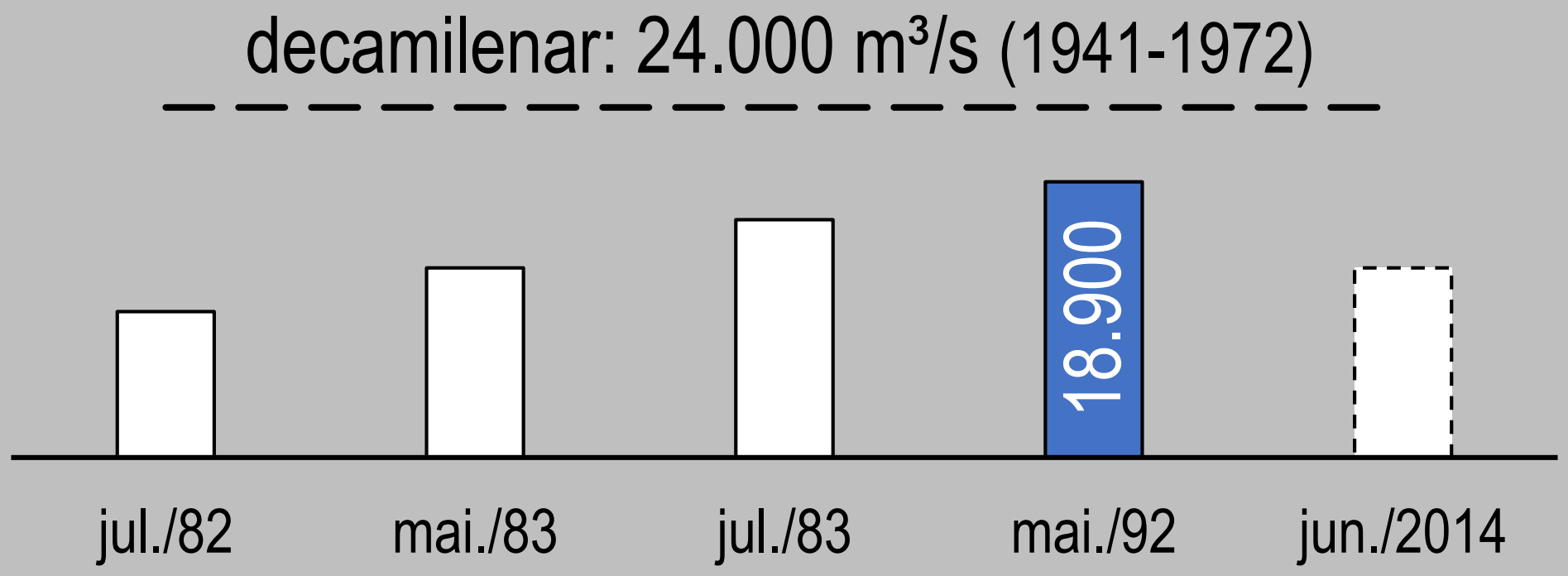
Associação com tempos de recorrência (**confiabilidade**)

UHE SALTO SANTIAGO



rio	Iguaçu(PR)
altura	80m
volume	4.094hm³
potência	1.420MW
operação	1980

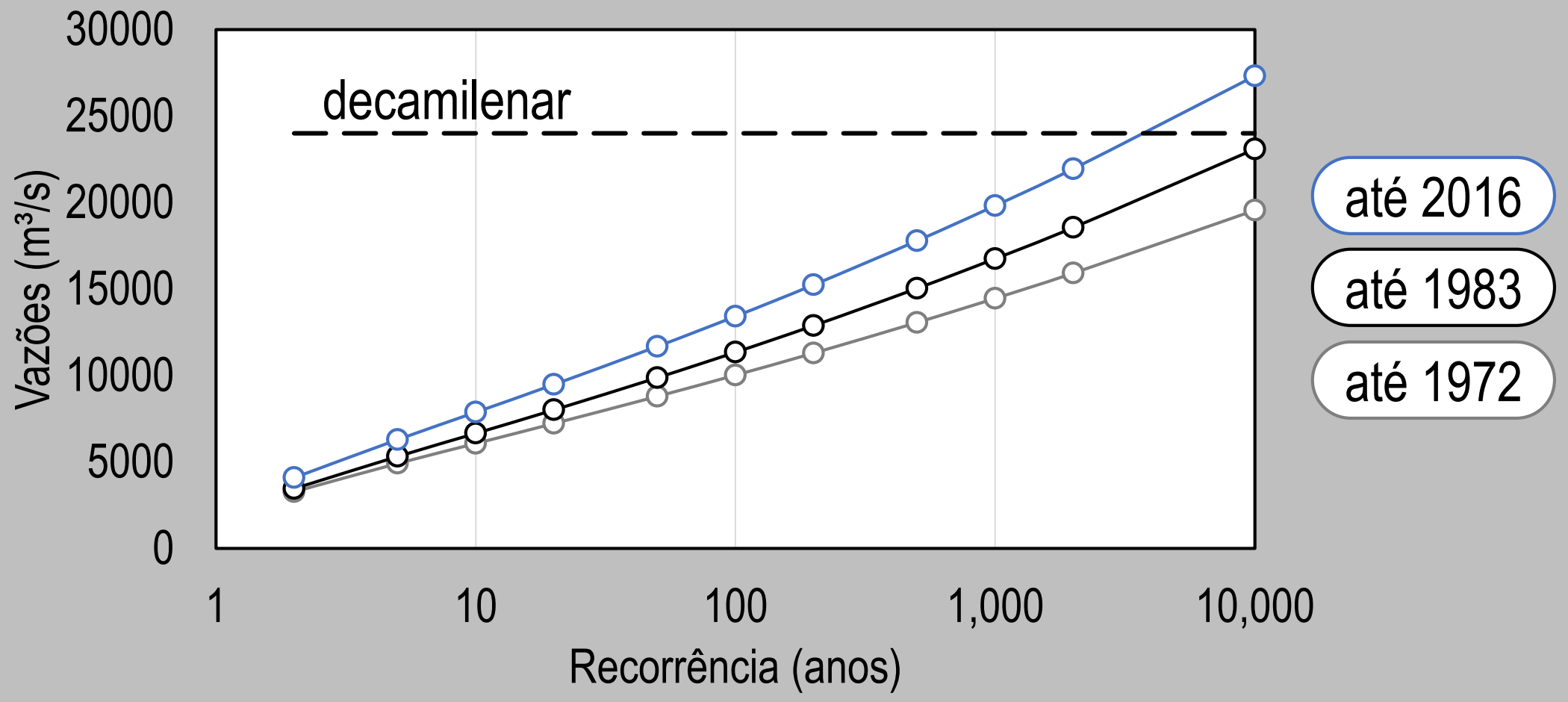
Eventos importantes



(Pimenta *et al.*, 1992)

Revisão dos estudos

(baseado em Pimenta *et al.*, 1992, com dados do ONS)



Técnicas clássicas

Assumem estacionariedade

Parâmetros das distribuições fixos no tempo

Não estacionariedade

Alterações no uso do solo

Variabilidade climática

Mudanças climáticas

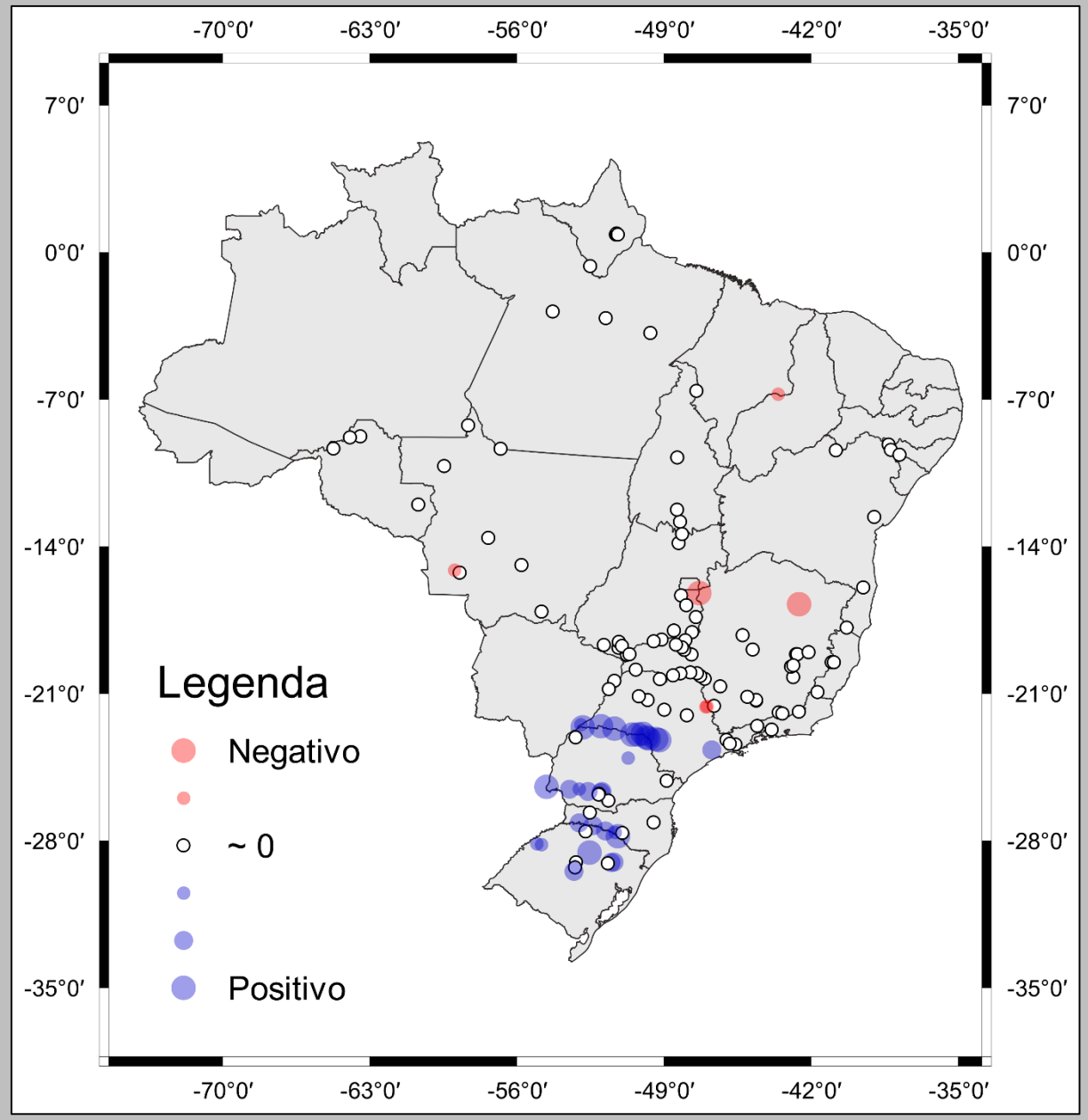
Tendências

Sistema Elétrico Brasileiro

Mann-Kendall com 5% significância

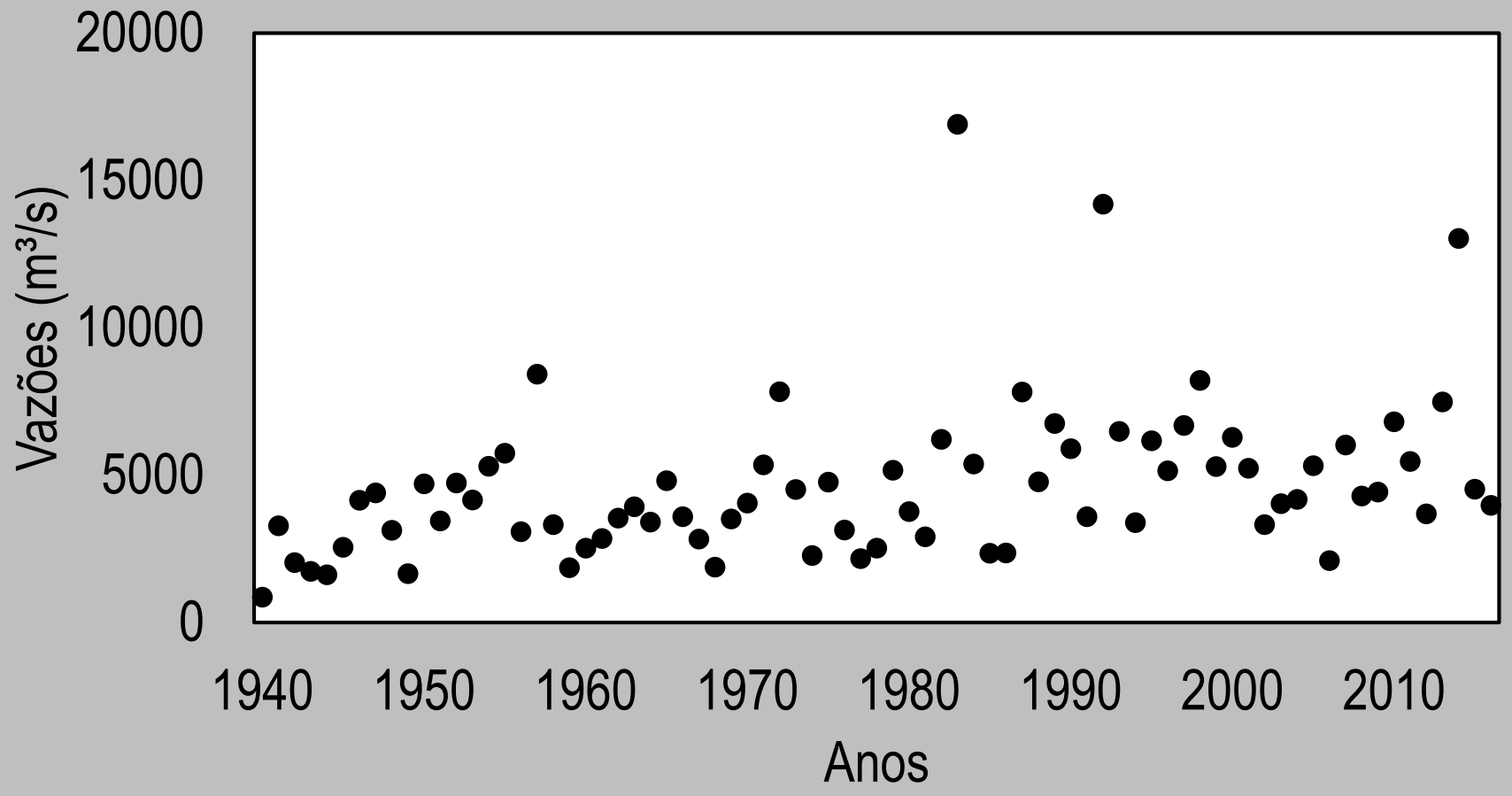
Vazões diárias máximas anuais

Dados: ONS



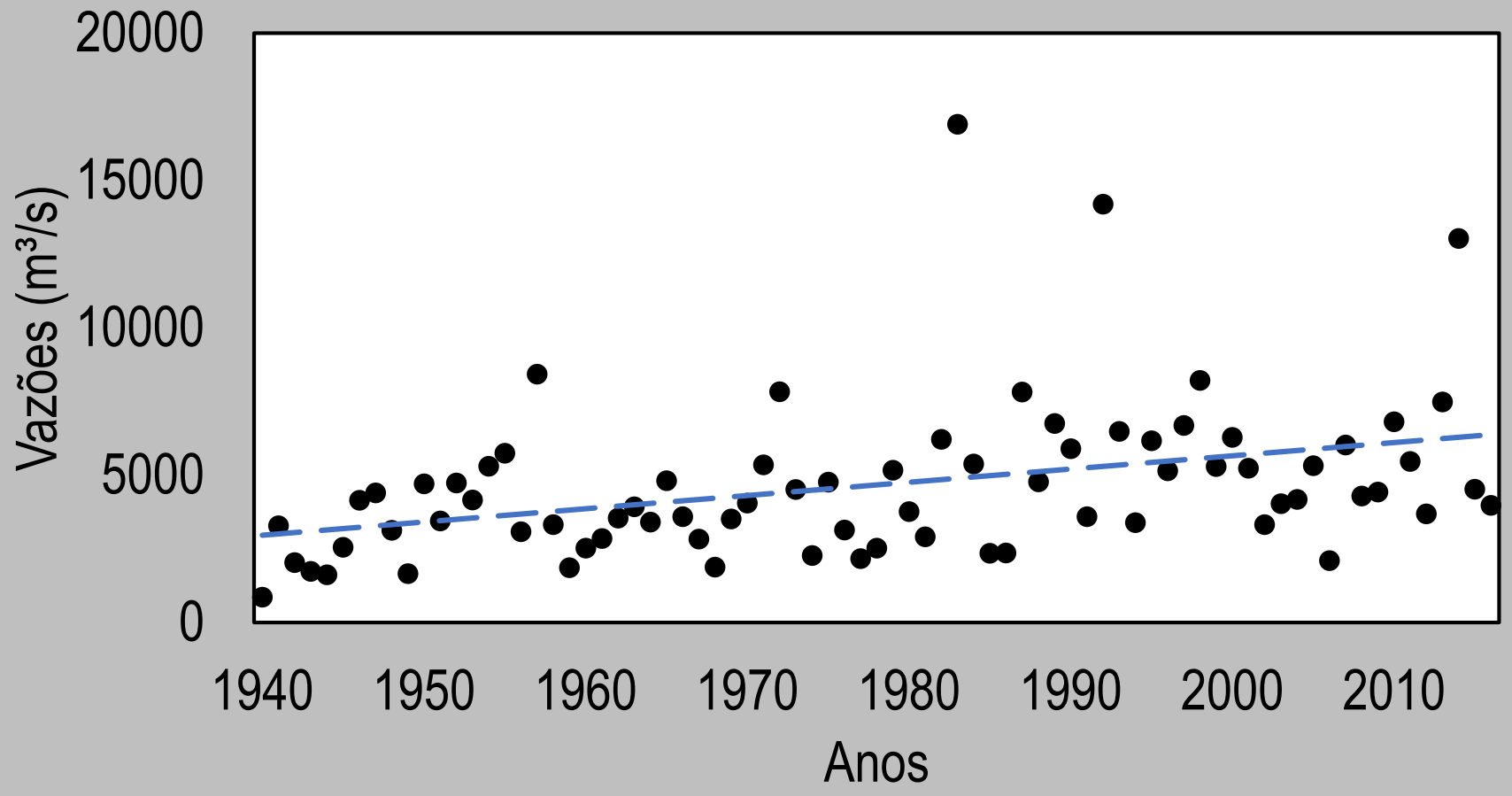
Em Salto Santiago

(vazões diárias máximas anuais. Dados: ONS)



Em Salto Santiago

(vazões diárias máximas anuais. Dados: ONS)



Em Salto Santiago

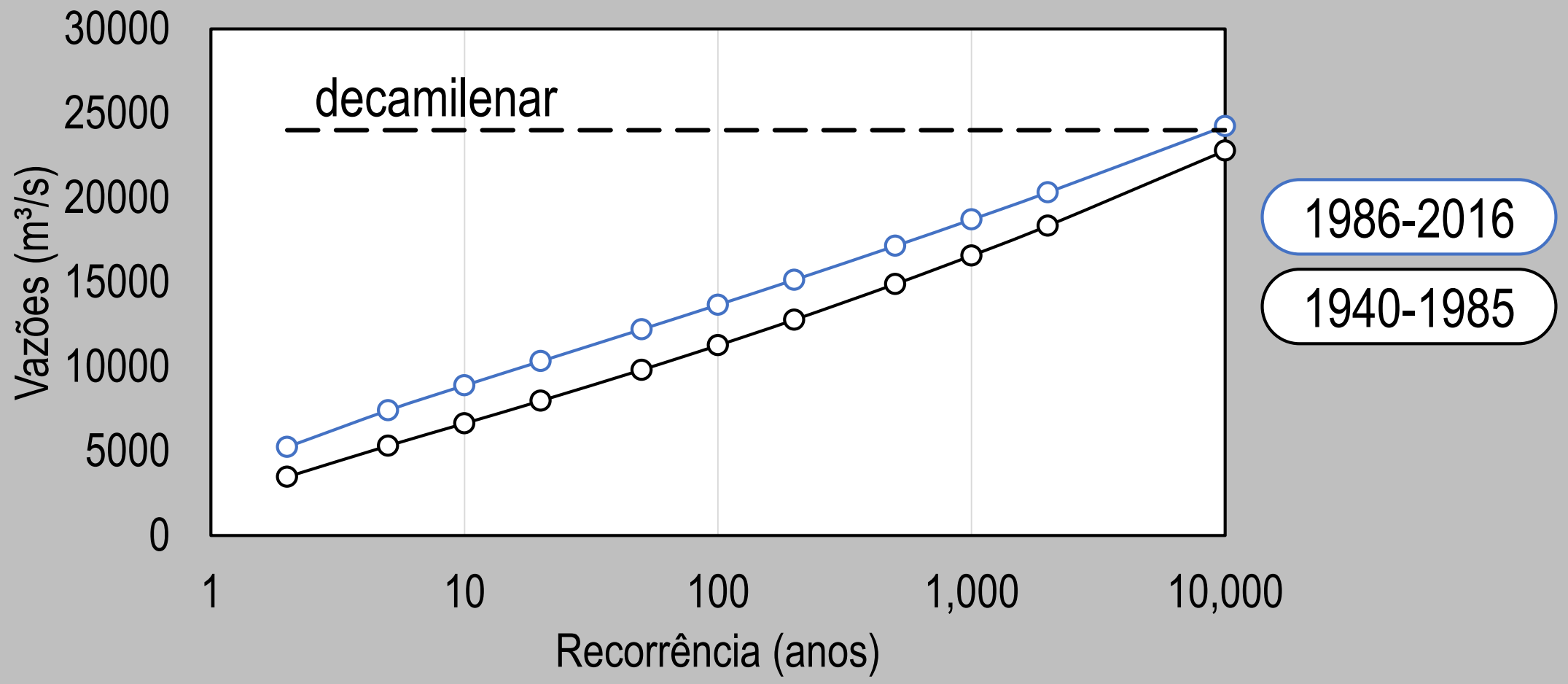
Tendência estatisticamente significativa

Mann-Kendall com 5% significância

Ponto de quebra: 1986

Pettitt com 5% significância

Em Salto Santiago



Abordagens

Adotar estacionariedade como premissa

Ignorar o passado

Corrigir a não estacionariedade

Análises de frequências não estacionárias

Modelos não estacionários

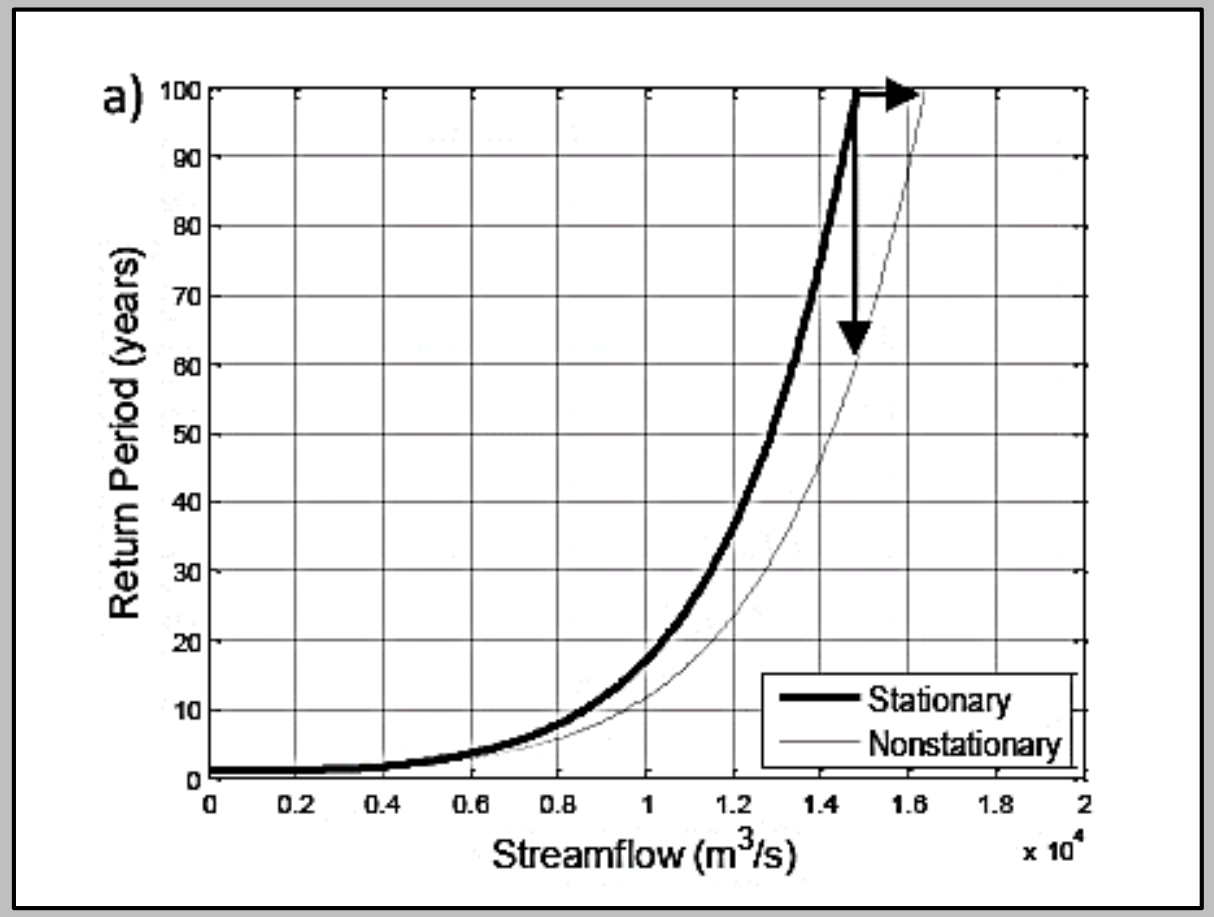
Parâmetros das distribuições variam com o tempo

Tempos de recorrência dependentes do tempo

Modelos não estacionários

Redução da recorrência

Ex.: Salto Osório (rio Iguaçu)



(Bartiko *et al.*, 2017
RBRH, v. 22, e48)

qual será a próxima
GRANDE CHEIA?

“a probabilidade de um evento extremo ser superado por um evento ainda mais extremo é igual a um”

Nicholas Matalas

Agradecimentos

lactec
INOVADORES POR NATUREZA

ABRHidro
Associação Brasileira de Recursos Hídricos

CIGB
ICOLD
CBDB

XIV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
MACEIÓ - ALAGOAS - 2018

daniel@lactec.org.br | detzel@ufpr.br