



**Escola Politécnica**

Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental



**Universidade de São Paulo**

**PHA3307**  
**HIDROLOGIA APLICADA**

**Introdução à Hidrologia**

**Aula 1**

Prof. Dr. Arisvaldo Vieira Mélo Júnior  
Prof. Dr. Joaquin I. Bonnacarrere Garcia  
Doutorando João Rafael B. Tercini  
Doutorando William Dantas Vichete

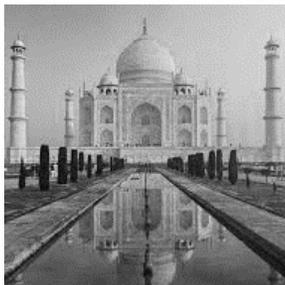
**LabSid**

Laboratório de Sistemas de Suporte a Decisões  
Recursos Hídricos e Meio Ambiente

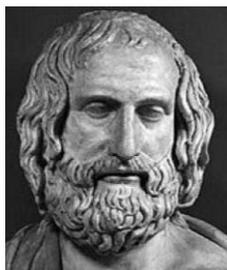
# Desenvolvimento da Hidrologia



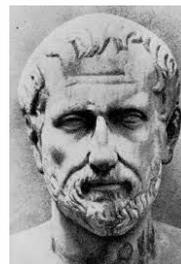
China (1200-1000 A.C.)  
Observações de chuva,  
neve e vento



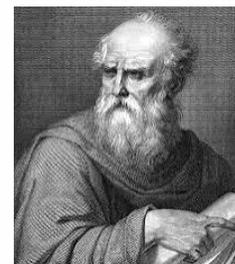
China (900 A.C.)  
Índia (400 A.C.)  
Ciclo hidrológico dinâmico



Anaxágoras de Clazômenas  
(500-428 A.C.) – Filósofo grego  
1ª versão do ciclo hidrológico



Teofrasto (372-287 A.C.)  
Filósofo grego. Formação  
precipitação



Marcos Vitrúvio Polião  
(100 A.C.) – Eng. Romano.  
Processo infiltração água solo



Leonardo da Vinci  
(1452-1519) 1º estudo  
velocidade água rios



Bernard Rilissy  
(1510-1589) - Francês  
Relação chuva e vazão



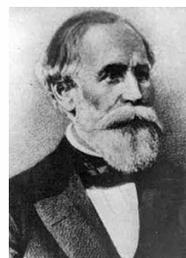
Pierre Perrault  
(1608-1680) Francês  
Escoamento é uma  
fração da chuva



Jonh Dalton (1766-1844)  
1908 – Princípios para  
evaporação



Jean-Louis-Marie Poiseuille  
(1797-1869) 1839 - Teoria  
da capilaridade



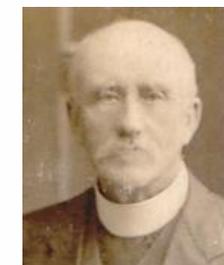
William Thomas Mulvany  
(1806- 1885)  
1850 – Método racional



Henry Philibert Gaspard Darcy  
(1803-1858) Eng. Francês.  
1856-Fluxo em meio poroso



Robert Manning  
(1816-1897) USA  
Canais abertos



William Heber Green  
(1880-1932) Australia.  
1911- Infiltração água solo



Gustave Adolph Ampt  
(1919-1951) Químico  
1911-Infiltração água no solo



Allen Hazen  
(1869-1930) USA 1914 -  
Análise frequência de cheia



Lorenzo Adolph Richards  
(1904-1993) USA. 1931-  
Fluxo não saturado



Robert Elmer Horton  
(1875-1945) USA  
1933-Teoria da infiltração

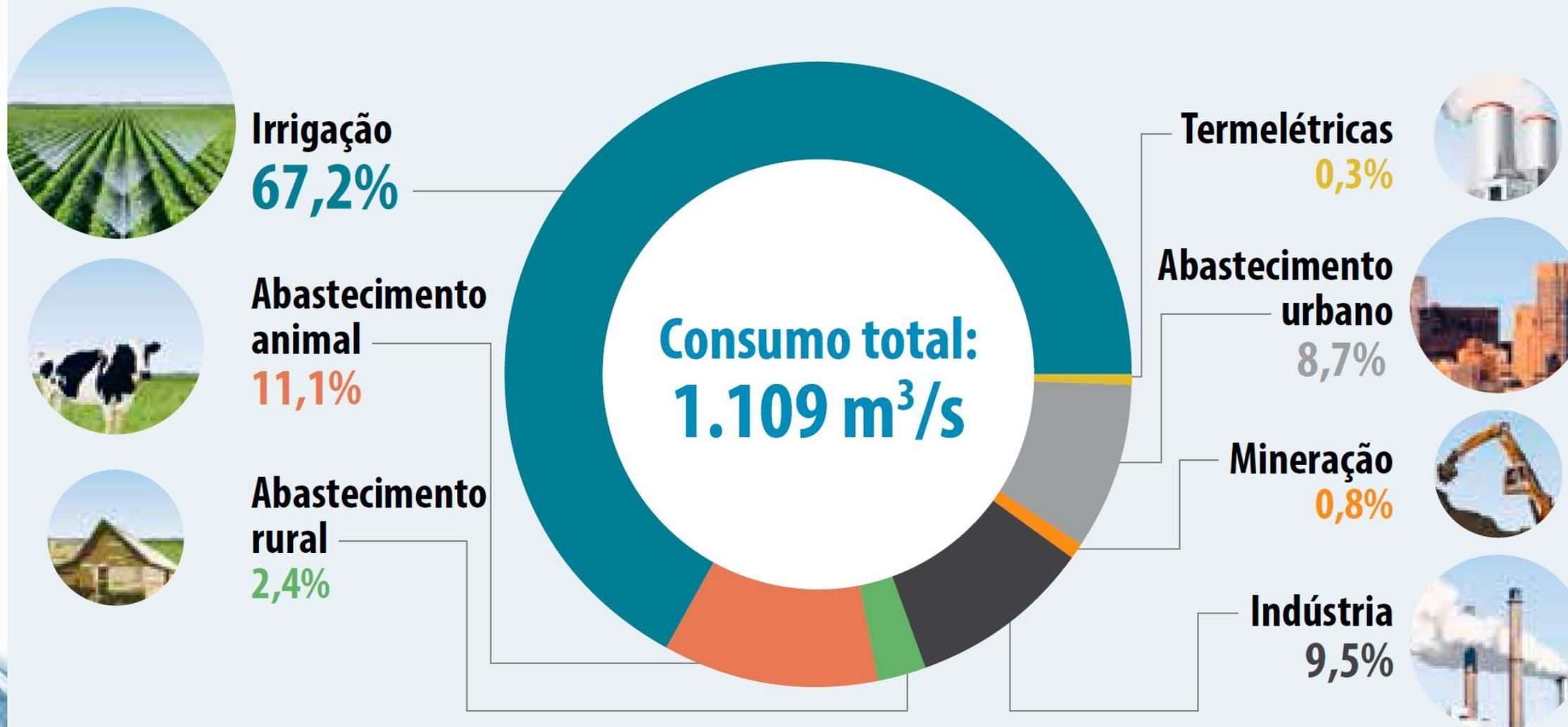


Emil Gumbel (1891–1966)  
1941-Lei de valor de  
extremo



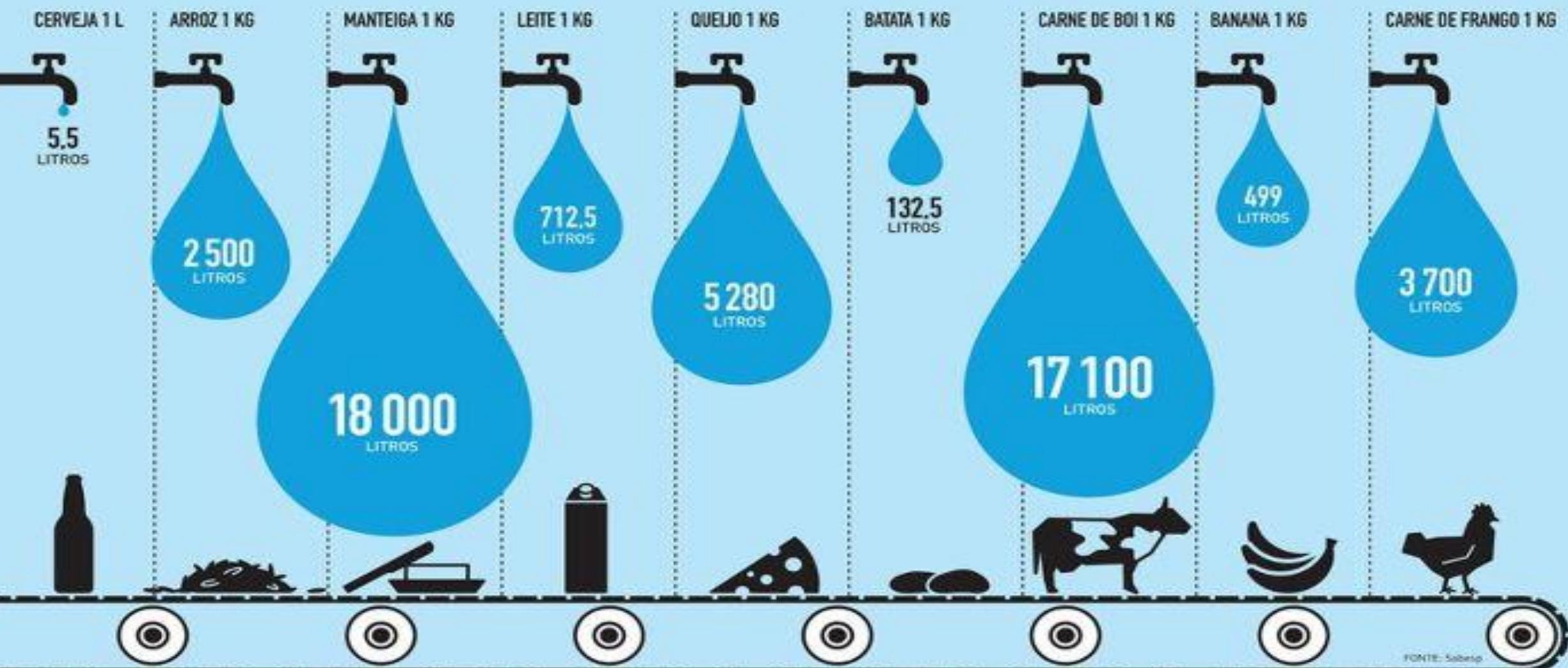
Harold Edwin Hurst  
(1880-1978)  
1951-Operação reservatórios

# Usos da água no Brasil



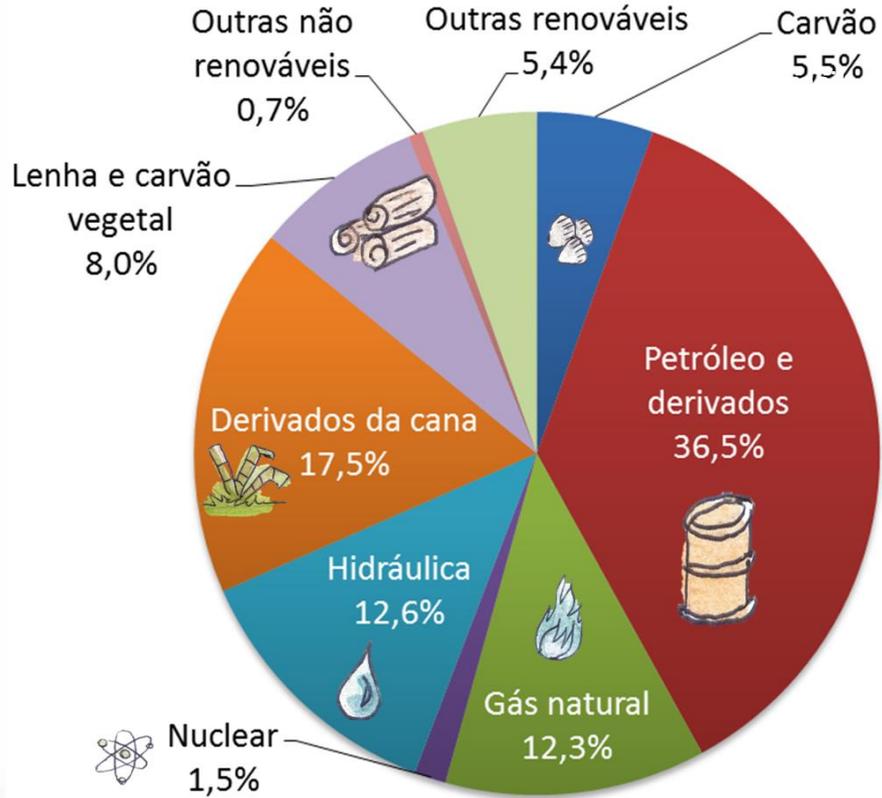
# A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano

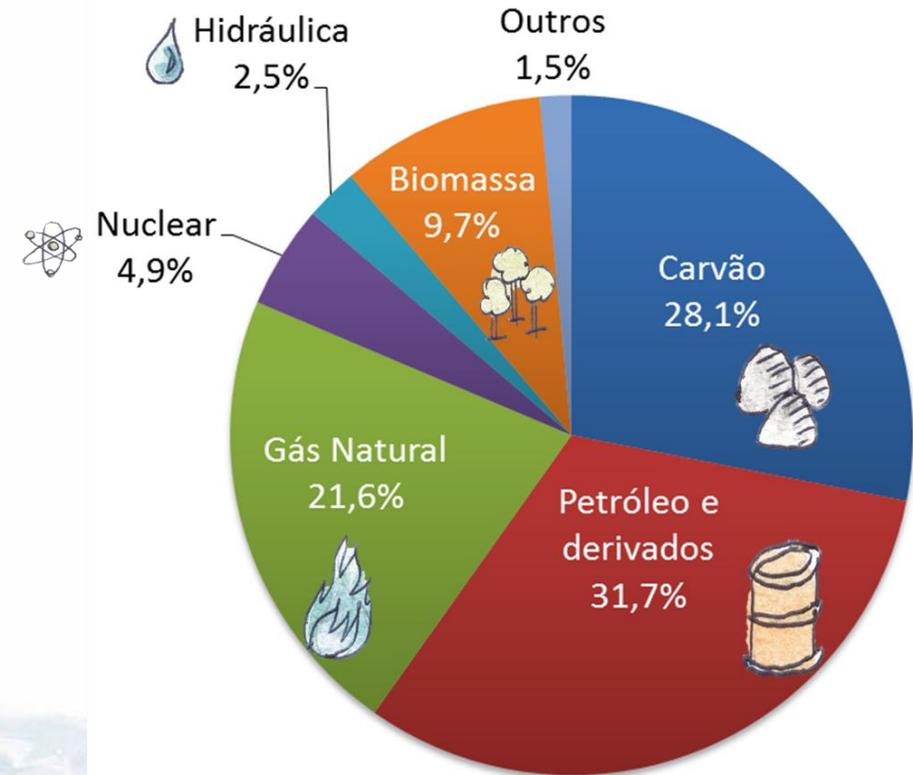


# Matriz energética

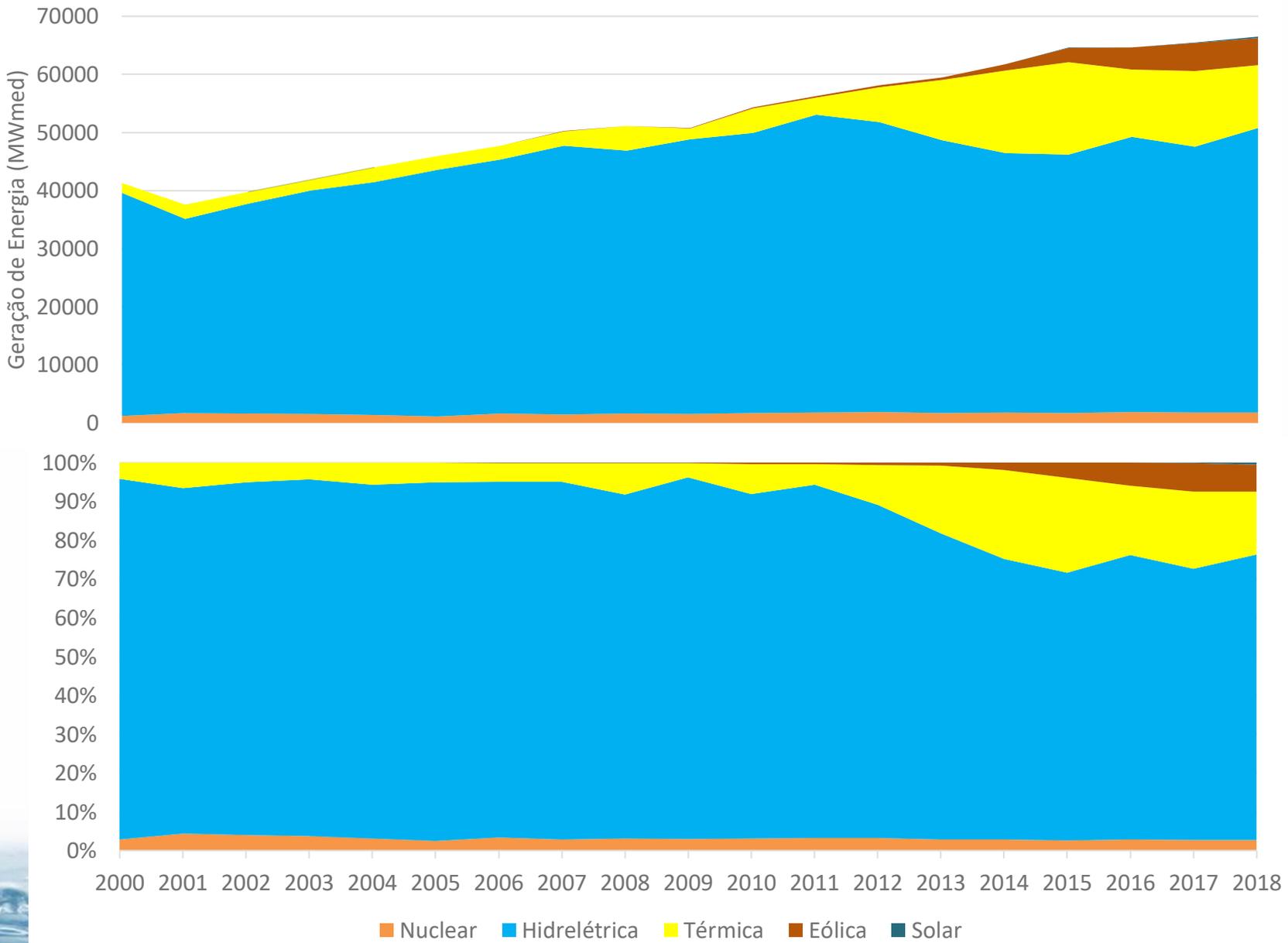
## Brasil



## Mundo

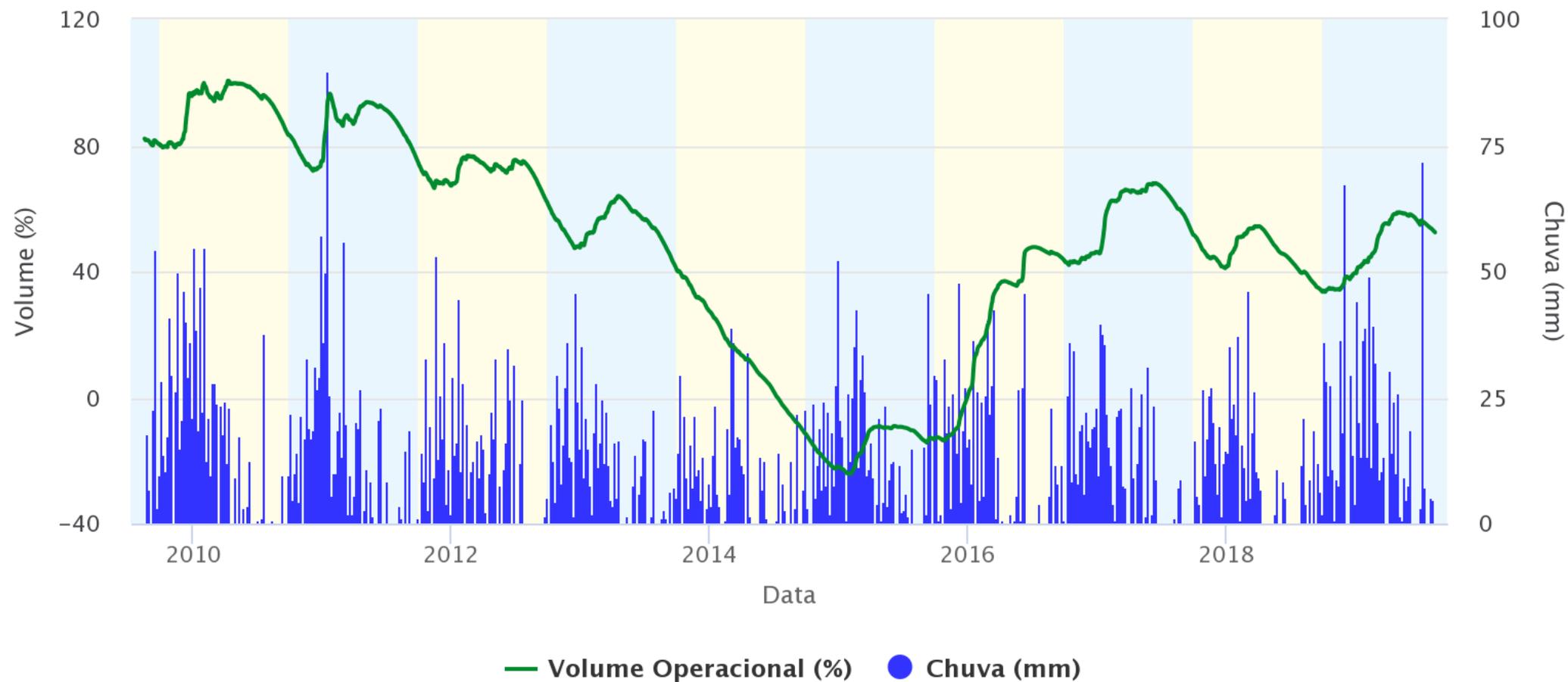


# Matriz Energia Elétrica





## Sistema Cantareira – Volume Armazenado



SSD Sabesp

ago/2013

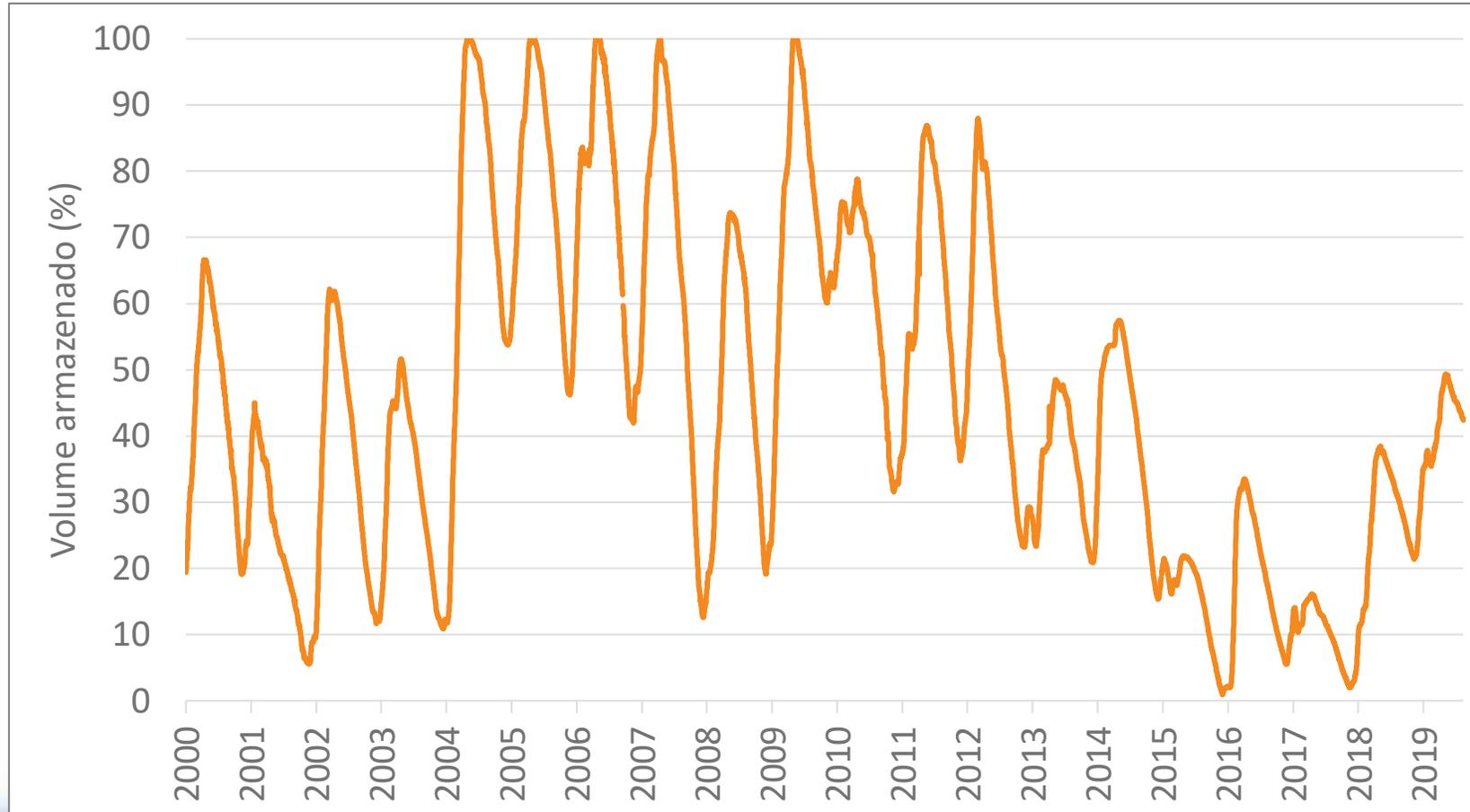
ago/2014

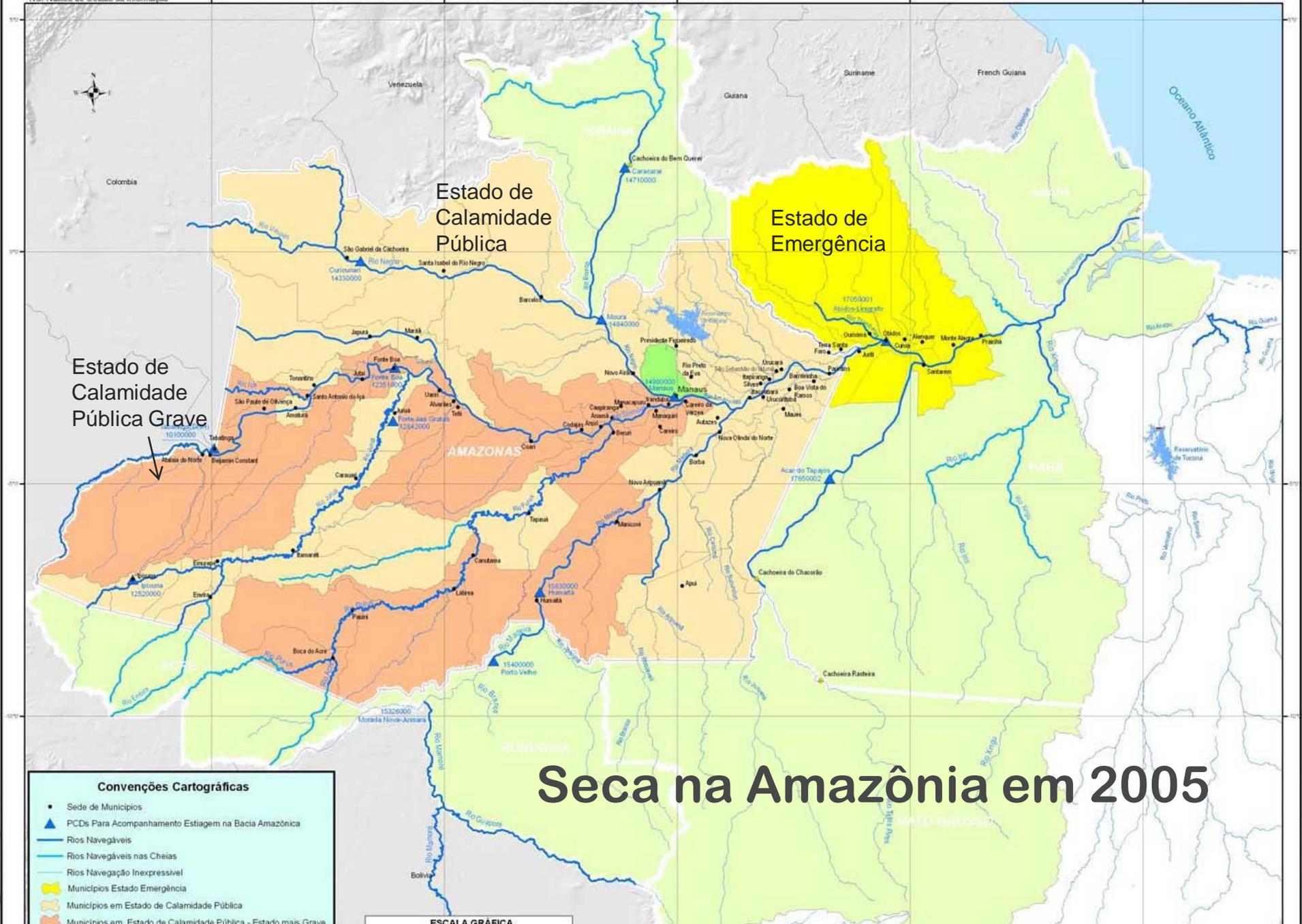












Estado de Calamidade Pública Grave

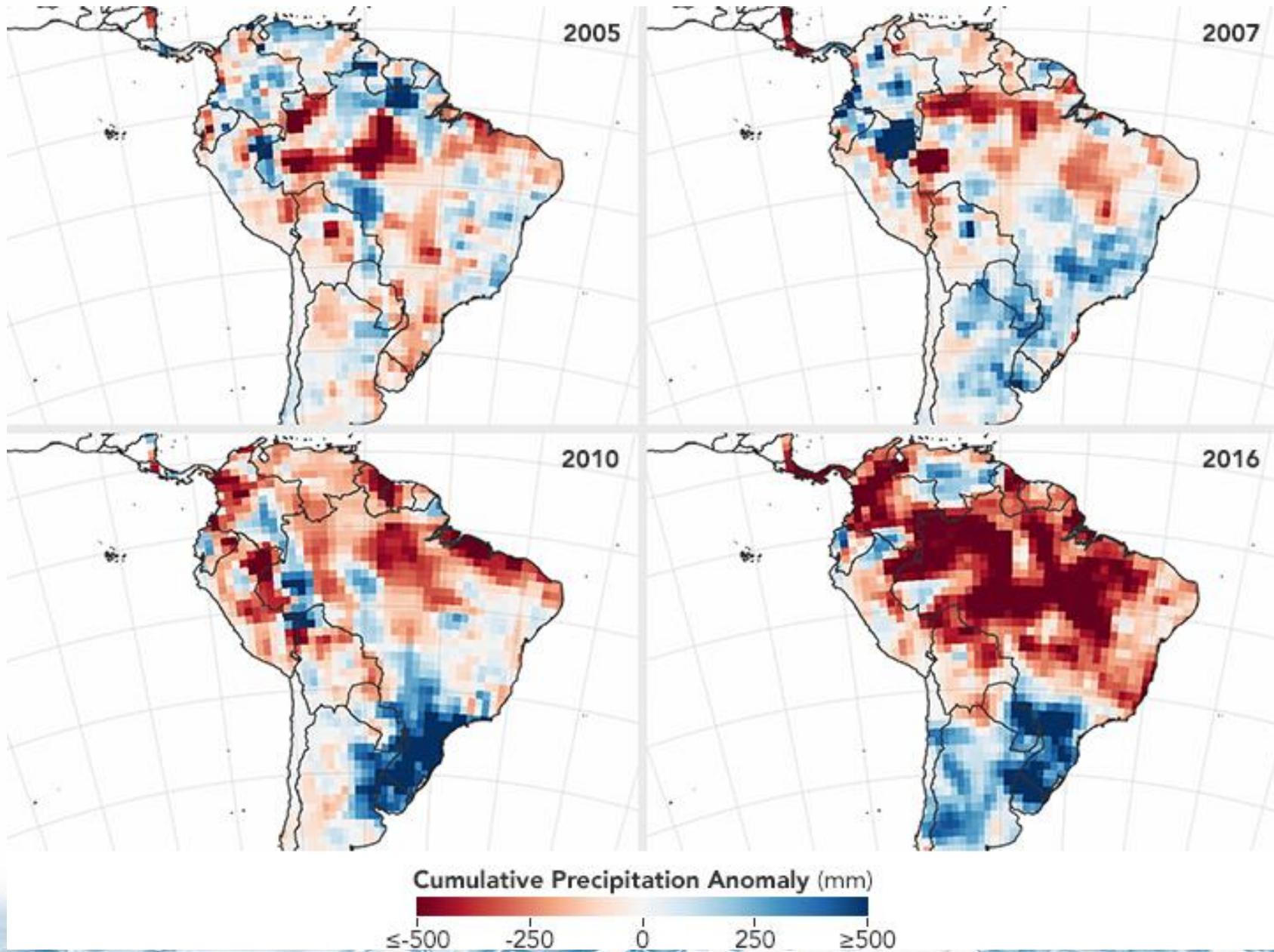
Estado de Calamidade Pública

Estado de Emergência

# Seca na Amazônia em 2005

- Convenções Cartográficas**
- Sede de Municípios
  - ▲ PCDs Para Acompanhamento Estiagem na Bacia Amazônica
  - Rios Navegáveis
  - Rios Navegáveis nas Cheias
  - Rios Navegação Inexpressível
  - Municípios Estado Emergência
  - Municípios em Estado de Calamidade Pública
  - Municípios em Estado de Calamidade Pública - Estado mais Grave

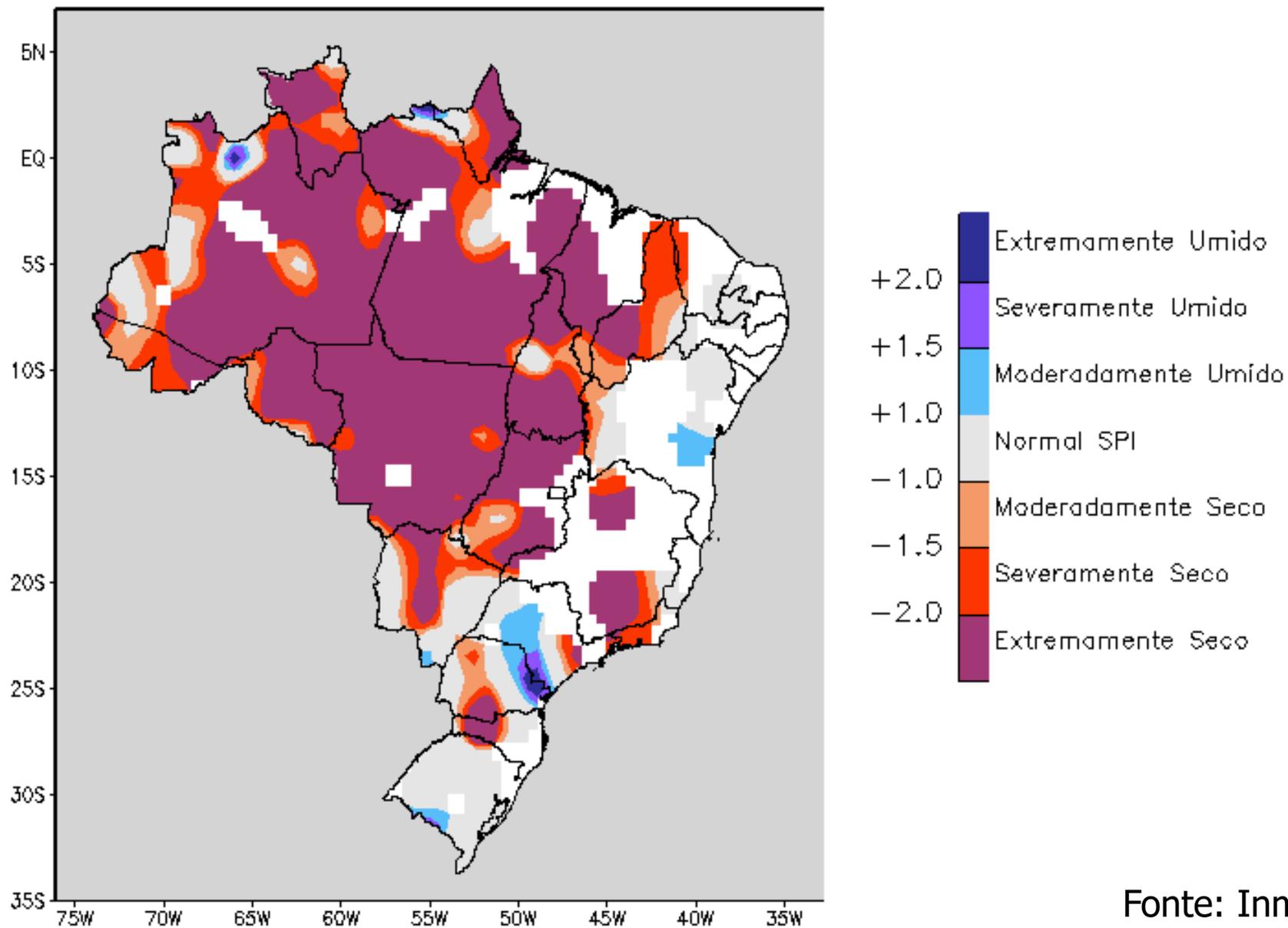
ESCALA GRÁFICA



# INDICE DE PRECIPITACAO PADRONIZADA

Julho de 2016

Acumulado: 24 meses



Fonte: Inmet





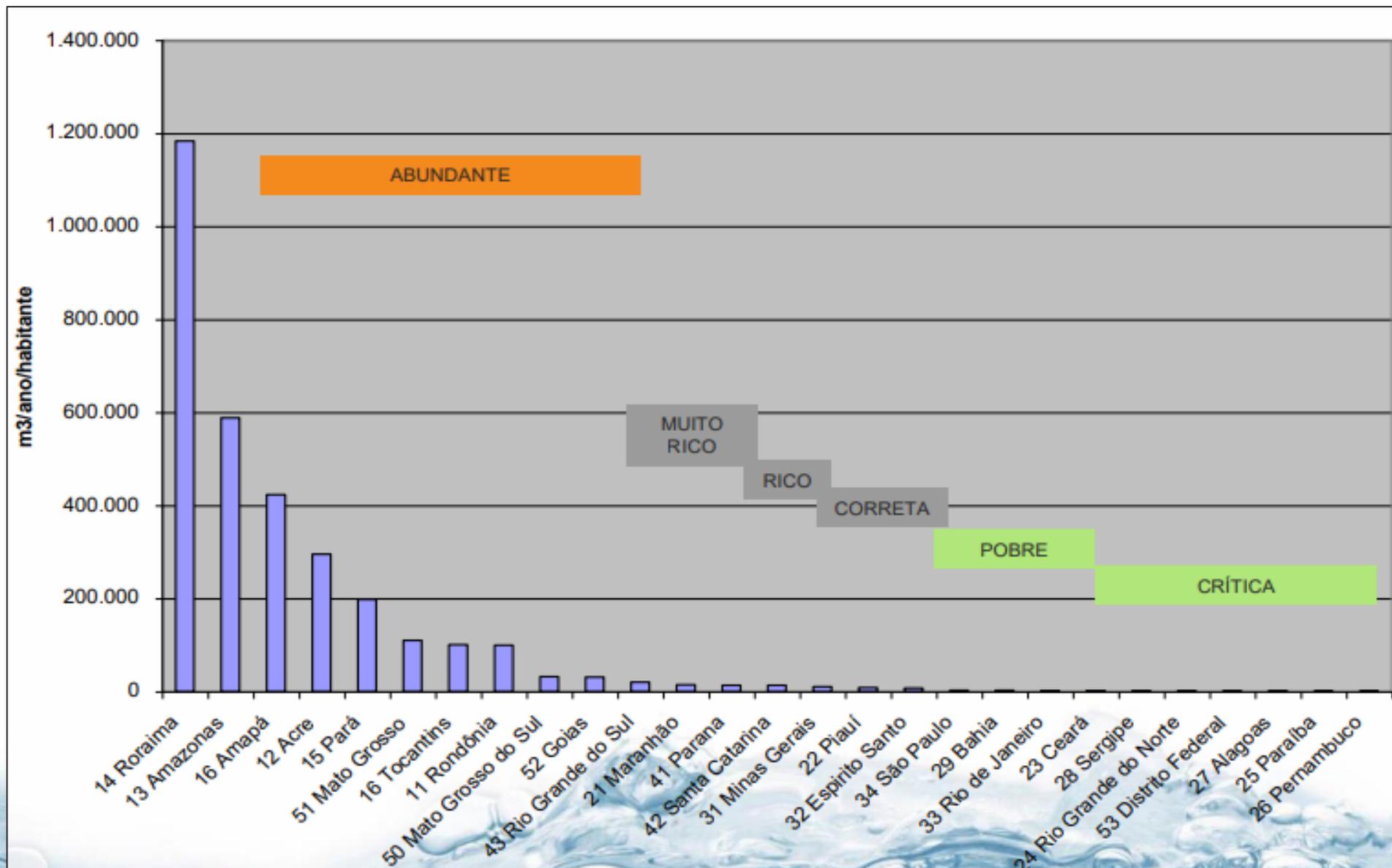




Vazante do Rio Negro mudou cenários em Manaus  
(30/10/2015)



# Disponibilidades Hídricas per Capita





## Obras de infraestrutura hídrica

- Qual é a vazão máxima provável em um local proposto para uma barragem?
- Qual é o volume de um reservatório necessário para garantir uma determinada vazão a jusante?
- Qual deve ser a capacidade de um canal ou de um bueiro para evitar inundações em determinadas áreas?



## Aproveitamento de recursos hídricos

- Qual é a disponibilidade de água de um rio e como ela poderá variar entre estações e de um ano a outro?
- Como integrar o uso de água superficial e subterrânea para melhorar o atendimento da demanda?
- Qual deve ser o manejo da irrigação para aumentar a produção com o menor uso da água?



## Controle e previsão de inundações

- Qual é o tamanho adequado de um reservatório de armazenamento para limitar as inundações a jusante a um nível pré-estabelecido?
- Quais são o “hardware” (sensor de chuva, p. ex.) e o “software” (modelo computacional) necessários para a previsão de cheias em tempo real?



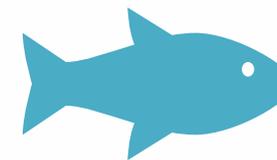
## Controle e previsão de secas

- Qual é a vazão mínima de um rio que é igualada ou superada 90% do tempo?
- De que modo deve-se operar reservatórios a fim de evitar colapso de atendimento?



## Controle da poluição

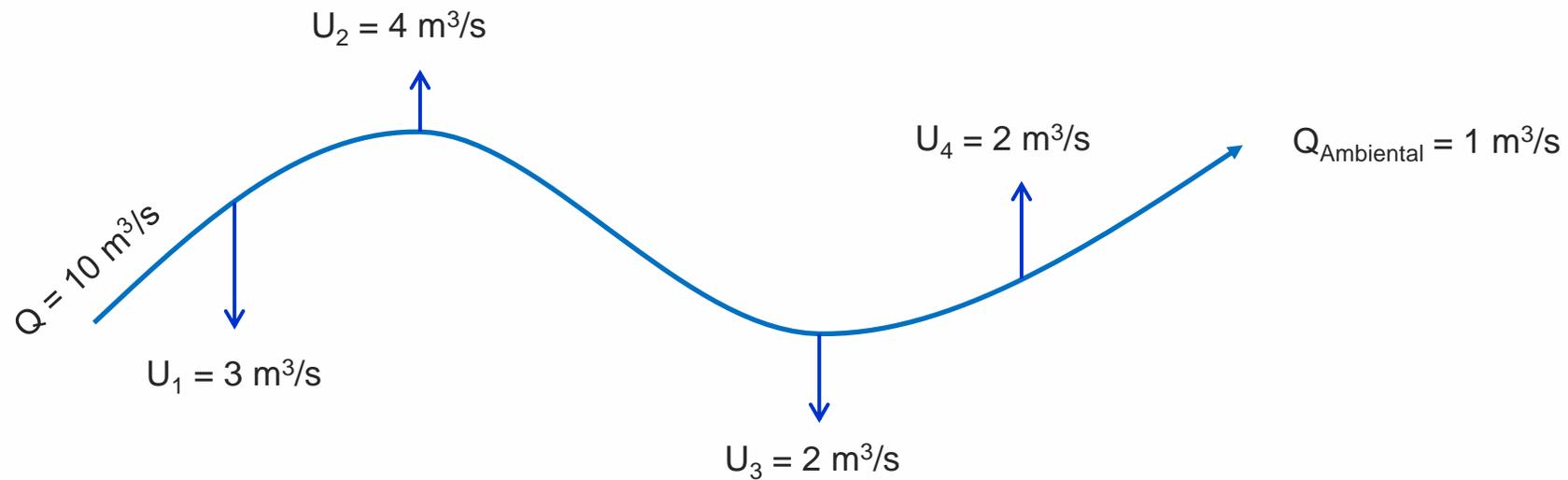
- Qual a capacidade de uma ETE para reduzir a poluição dos rios a um nível aceitável?
- Quando e em que condições a capacidade de assimilação de efluente dos rio é excedida?



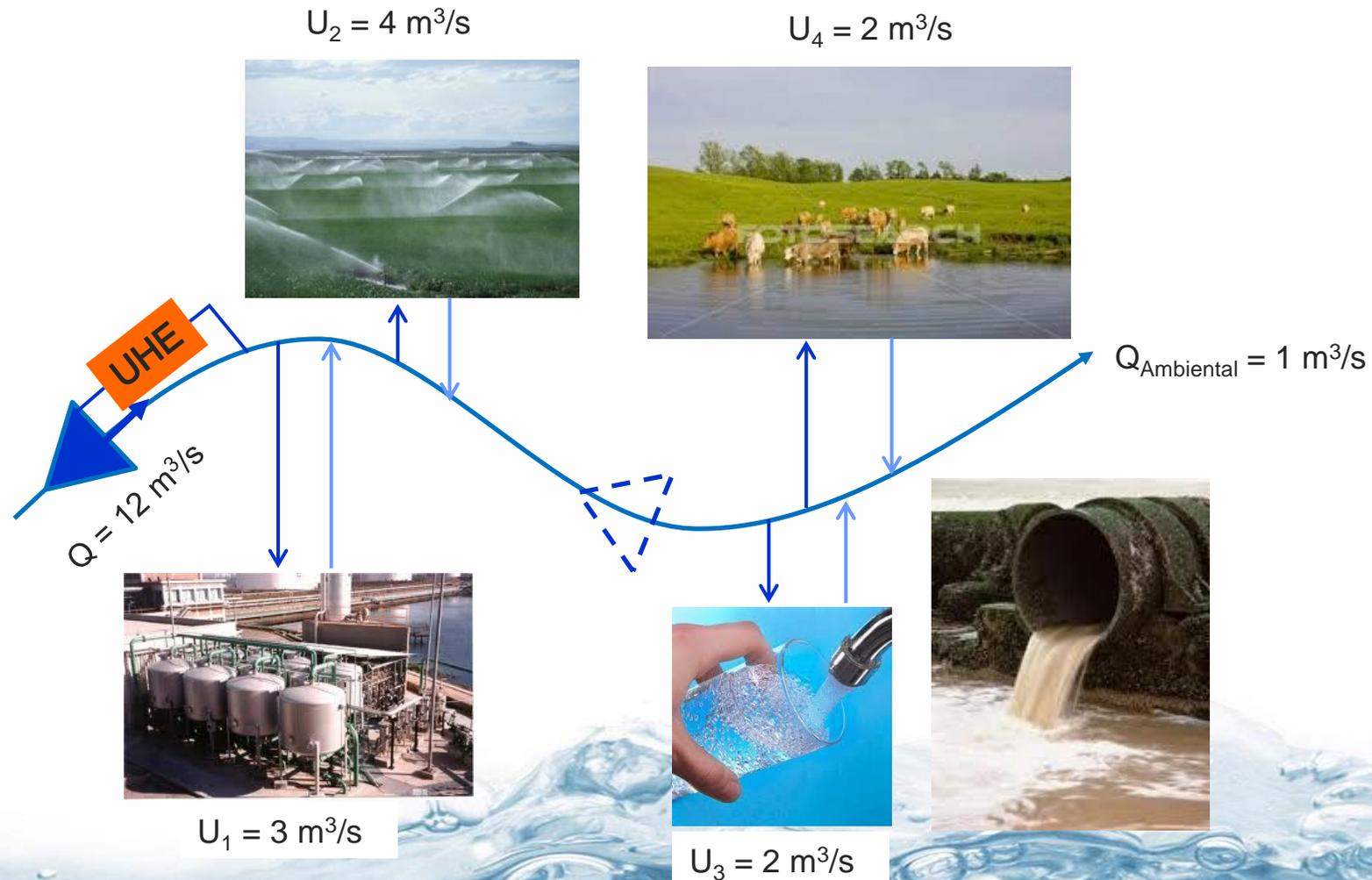
## Qualidade ambiental

- Como as mudanças de regime hidrológico decorrentes das atividades humanas podem afetar as variáveis físicas de que dependem os ecossistemas?
- Qual é vazão necessária para manter uma determinada espécie ou um ecossistema em um rio?
- Quanto tempo a planície adjacente a um rio deve ficar inundada para que se complete o processo reprodutivo de uma determinada espécie?

## Sistema de Aproveitamento de RH - Cenário Atual



## Sistema de Aproveitamento de RH - Cenário Futuro



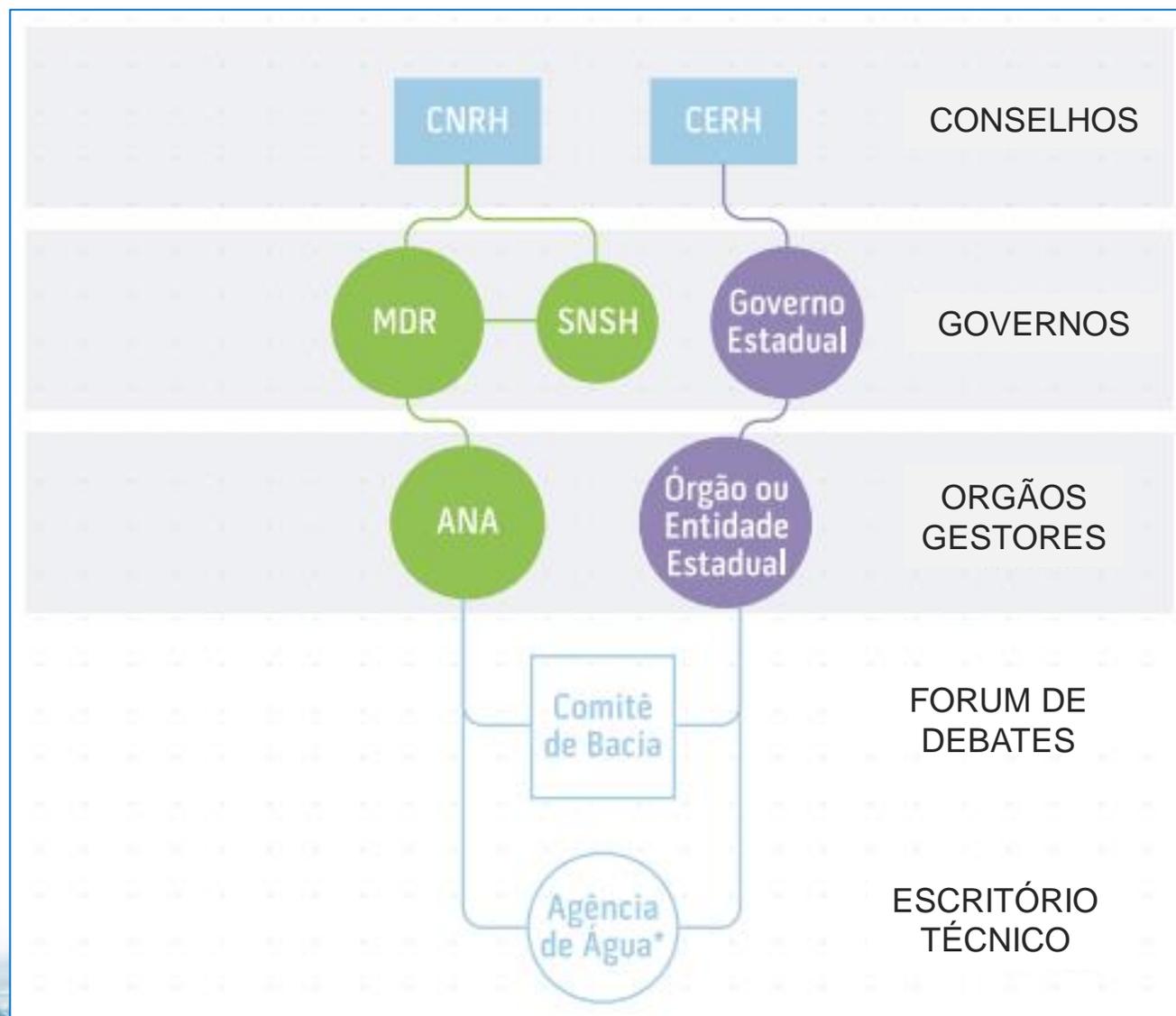
- Disponibilidade quantitativa
- Disponibilidade qualitativa
- Disponibilidade quantitativa e qualitativa
  - Alto Tietê (RMSP)
  - Piracicaba (PCJ)
  - Paraíba do Sul (PBS)

**Como resolver o conflito?**



MINISTÉRIO DE  
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

SECRETARIA NACIONAL DE  
SEGURANÇA HÍDRICA



- Rio principal de domínio da União ou do Estado
- Nacional
- Estadual
- Instância máxima de decisão
- Responsável pela gestão e implementação dos instrumentos



**CONHECIMENTO  
NECESSÁRIO AOS  
ANALISTAS DE  
SISTEMAS DE  
RECURSOS  
HÍDRICOS**



Aplicação dos princípios ligados ao manejo sustentado da água



Ciências hidrológicas e ecológicas



Infraestrutura hídrica



Planejamento e tomada de decisão



Teorias organizacionais



Análise de sistemas e sistemas de suporte a decisão (SSD)



Leis ambientais, de recursos hídricos e saneamento



Manejo Financeiro

The image features a background of blue water with numerous bubbles of varying sizes. The bottom portion of the image is a solid green gradient with a faint, stylized leaf or swirl pattern on the right side.

FIM

**LabSid**