

Conferência comemorativa do Dia Nacional da Água 2019
A Hidroeletricidade em Portugal – Desafios

Dia Nacional da Água

Breve apontamento sobre extremos hidrológicos em Portugal

Maria Manuela Portela



CERIS
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL PARA A SUSTENTABILIDADE
TÉCNICO LISBOA

hidroerg



**Despacho do Primeiro
Ministro determinando o
dia 1 de outubro como Dia
Nacional da Água (Diário da
República, II Série, n.º 33,
09.02.1983)**

PRESIDÊNCIA DO CONSELHO DE MINISTROS

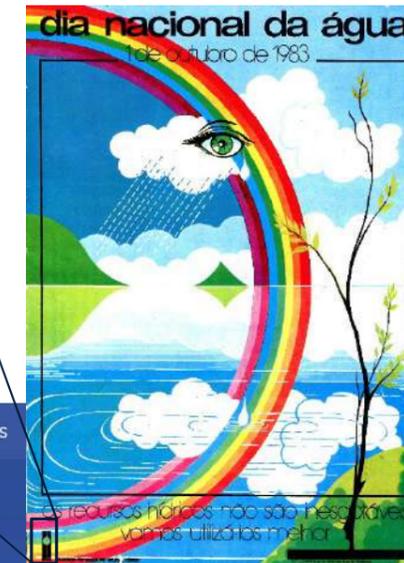
Gabinete do Primeiro-Ministro

Despacho

Com o objectivo de se promover uma maior ligação da comunidade técnica nacional, na área dos recursos hídricos, às autarquias locais, associações económicas e profissionais e populações em geral, determino que o dia 1 de Outubro seja considerado como o Dia Nacional da Água.

Gabinete do Primeiro-Ministro, 19 de Janeiro de 1983.—
O Primeiro-Ministro, *Francisco José Pereira Pinto Balsemão*.

Iniciativa da Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos → oportunidade para oportunidade para reflexão sobre os recursos hídricos (... desde 1977)



[APRH](#) [Associados](#) [Núcleos Regionais](#) [Comissões](#) [Infoteca](#) [Eventos](#) [Publicações](#) [Prémios](#) [Contactos](#)

(António Eira Leitão, Presidente da APRH, Presidente da APREN, Presidente do Conselho de Gerência da Hidroerg) Porquê e para quê o dia nacional da água? ... sendo a água um elementos essencial à vida e fator indispensável e condicionante de todas as atividades produtivas, em todos os dias haverá que pugnar pelo seu melhor aproveitamento e preservação ... mais não se pretende do que criar uma consciência cívica do facto e uma sensibilização individual relativamente aos problemas no domínio dos recursos hídricos ... para que a evolução socioeconómica do País se processe com equilíbrio e durabilidade



Gestão dos recursos hídricos ➔ **planeamento da utilização da água** (tendo por base a bacia hidrográfica), **quantificação de necessidades e disponibilidades**, **articulação das diferentes entidades decisoras e com competência na matéria**, **qualidade da água**, **revisão da legislação de básica**,

➔ No entanto, um longo percurso

➔ Novos e inauditos desafios

... quanta vale a água? ...



PORTAL DA **ÁGUA**

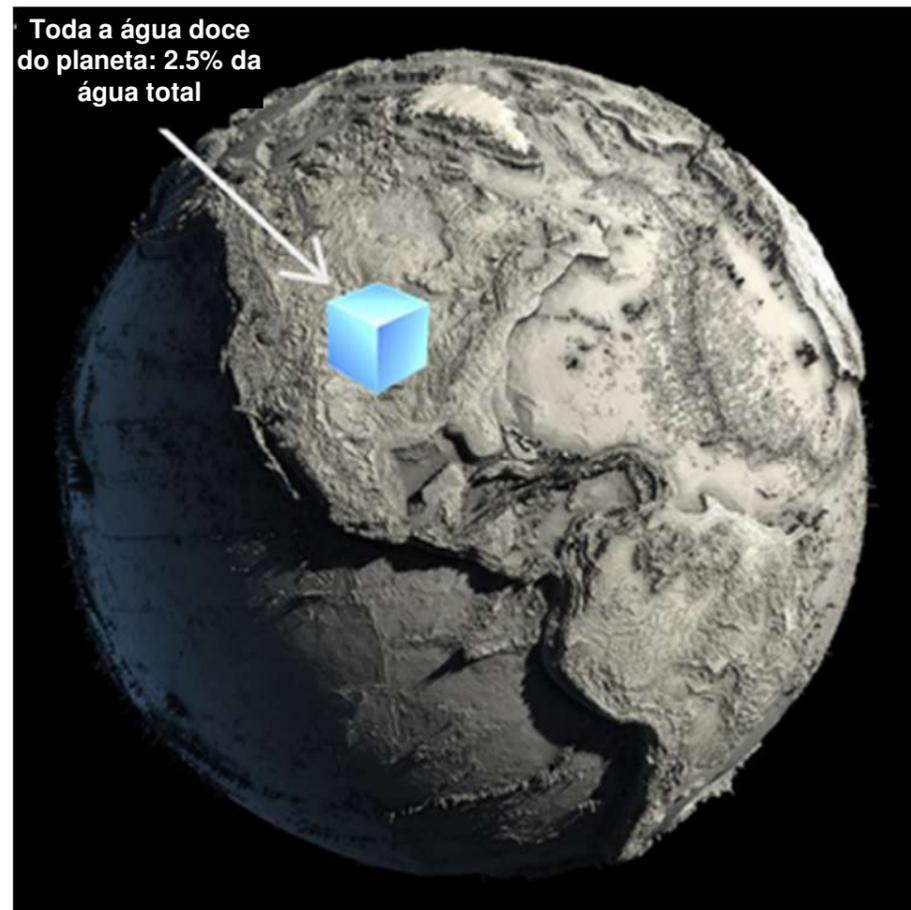
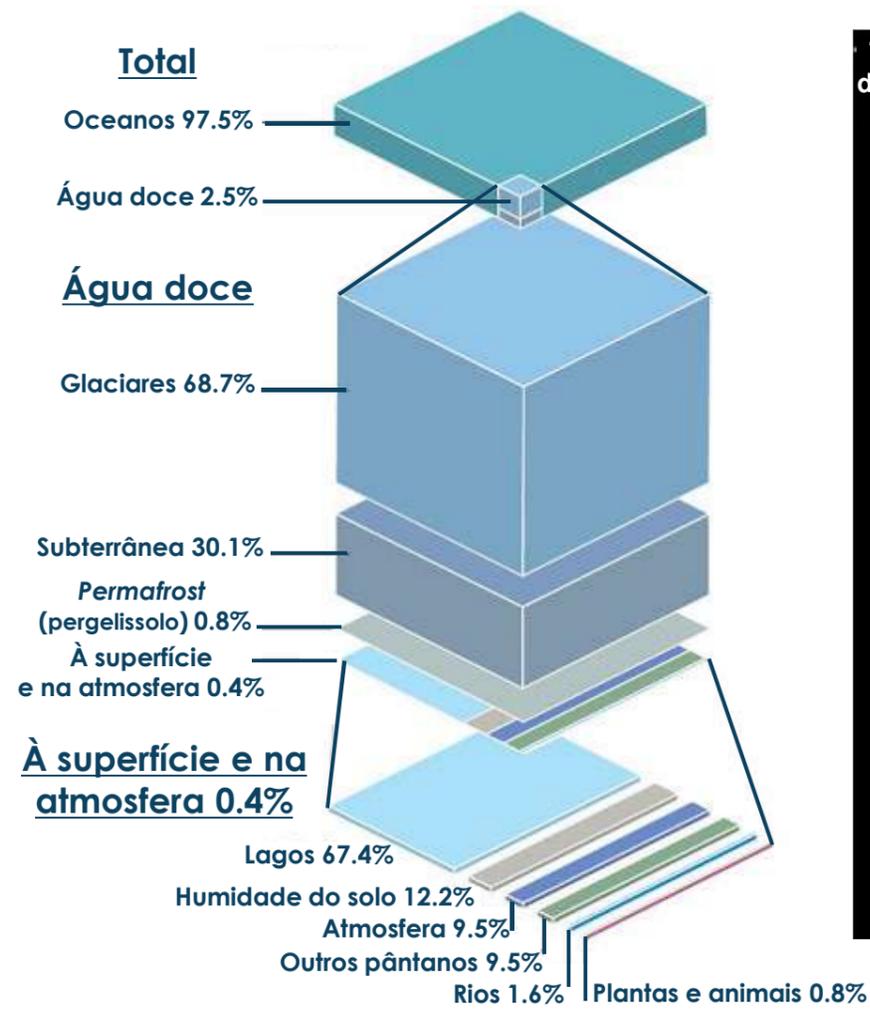
VALOR DA ÁGUA EFICIÊNCIA HÍDRICA NOTÍCIAS PLANOS ESTRATÉGICOS ▾ LINKS ÚTEIS ▾ DOWNLOADS CONTACTOS

CONSEGUIMOS CALCULAR O CUSTO DE TUDO, EXCETO O DE UM FUTURO SEM ÁGUA.

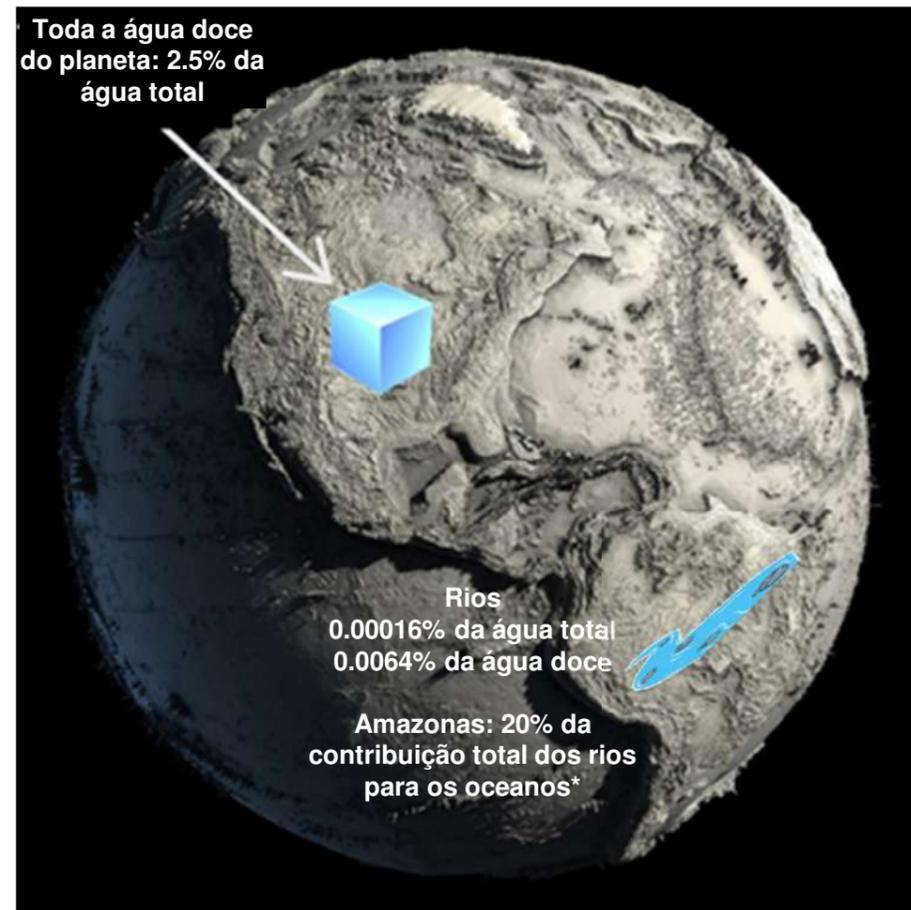
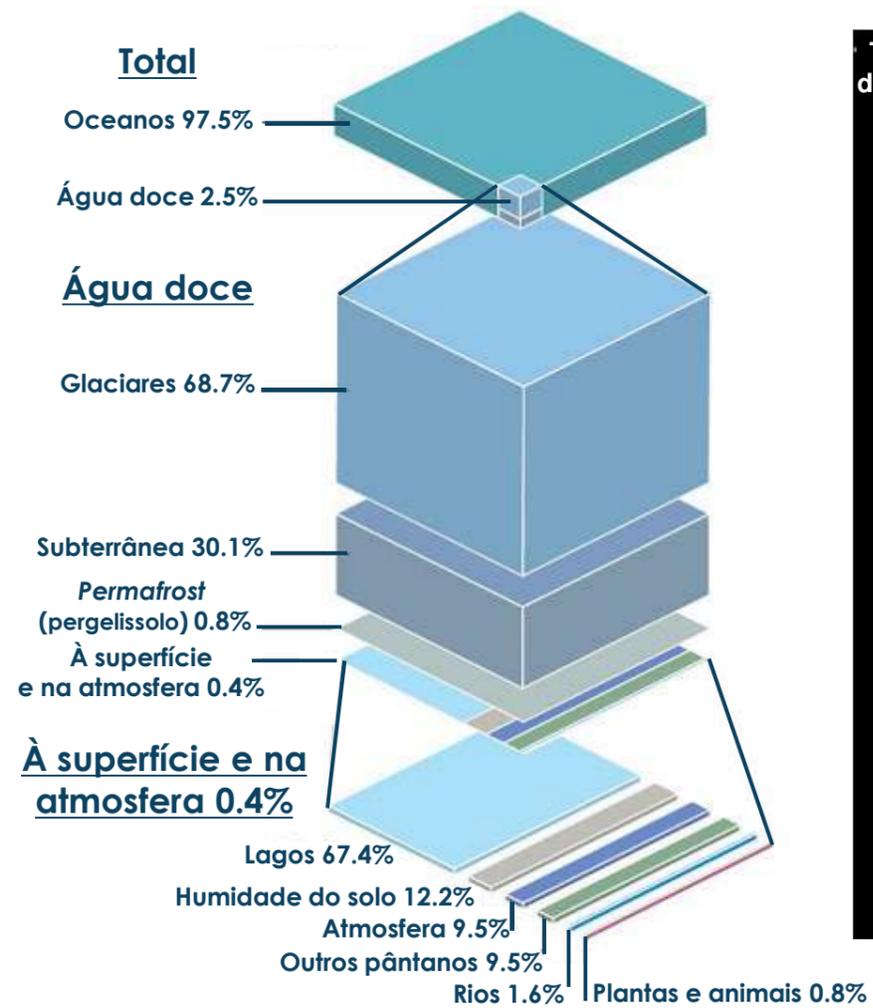
QUANTO VALE A ÁGUA?
VALE TUDO. VALE O FUTURO.



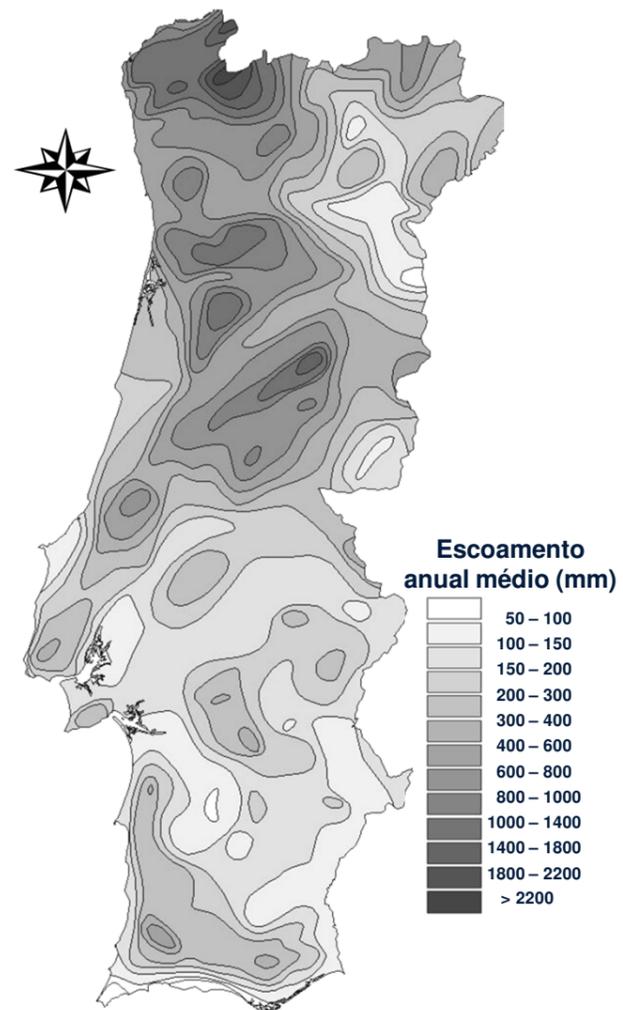
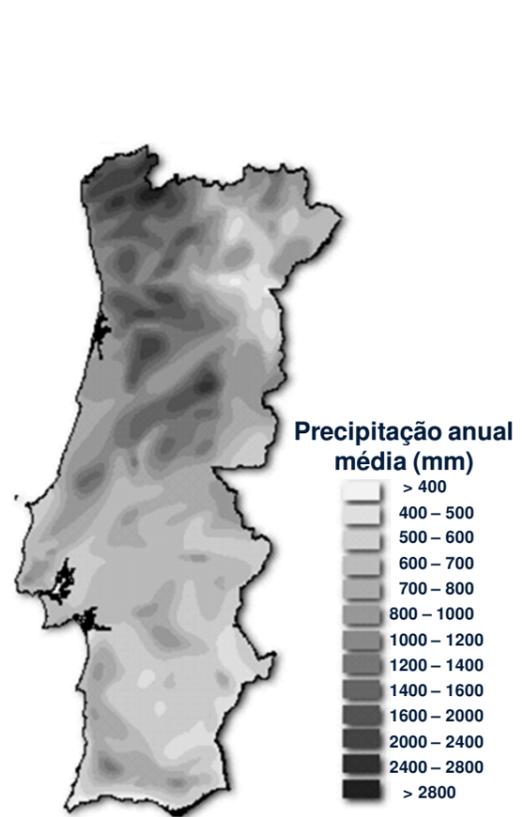
<https://www.portaldaagua.pt/>

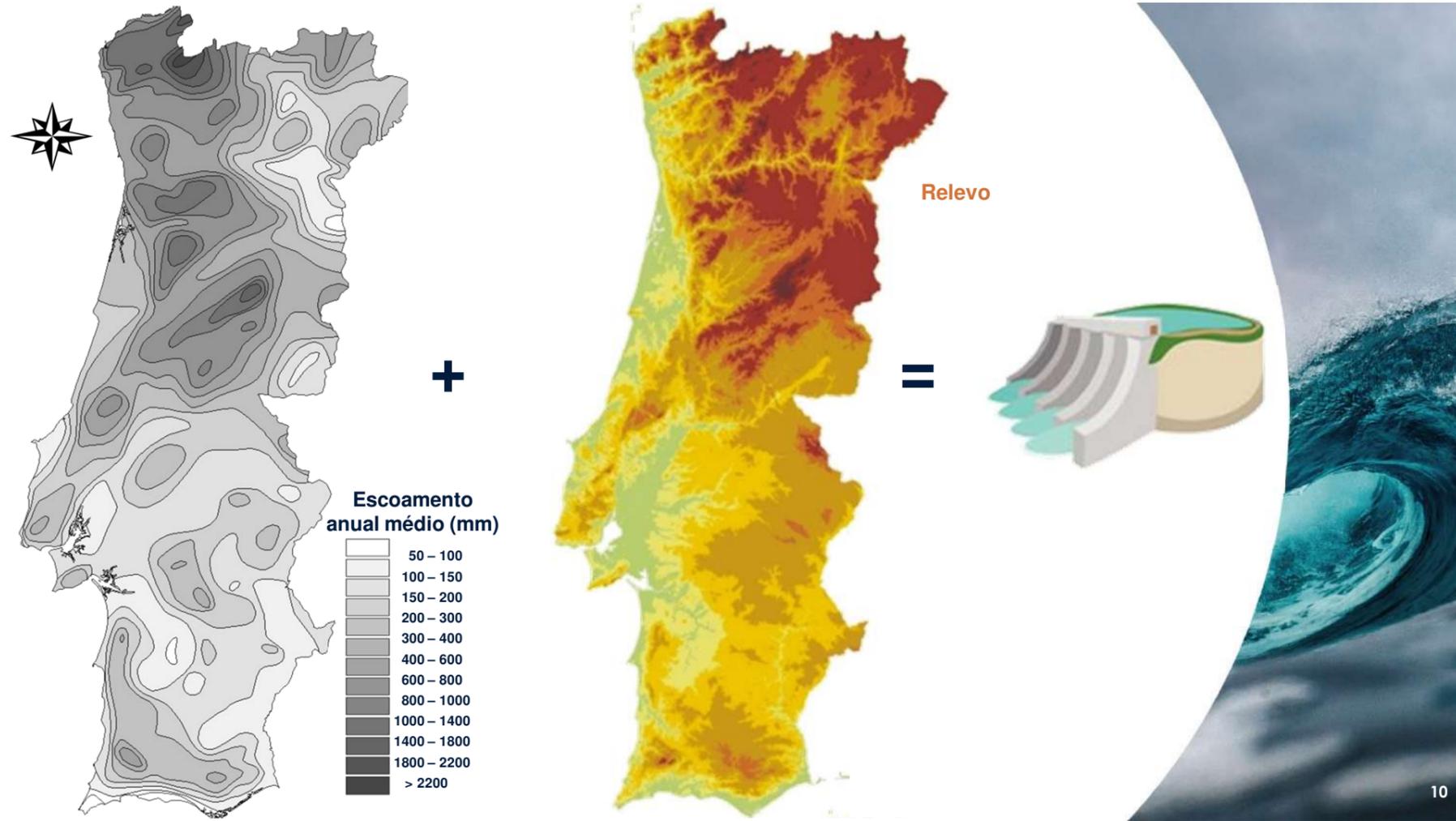


<https://www.who.int/globalchange/ecosystems/water/en/>



*Moura et al., 2016, An extensive reef system at the Amazon River mouth, *Science Advances*, (2):4, DOI: 10.1126/sciadv.1501252

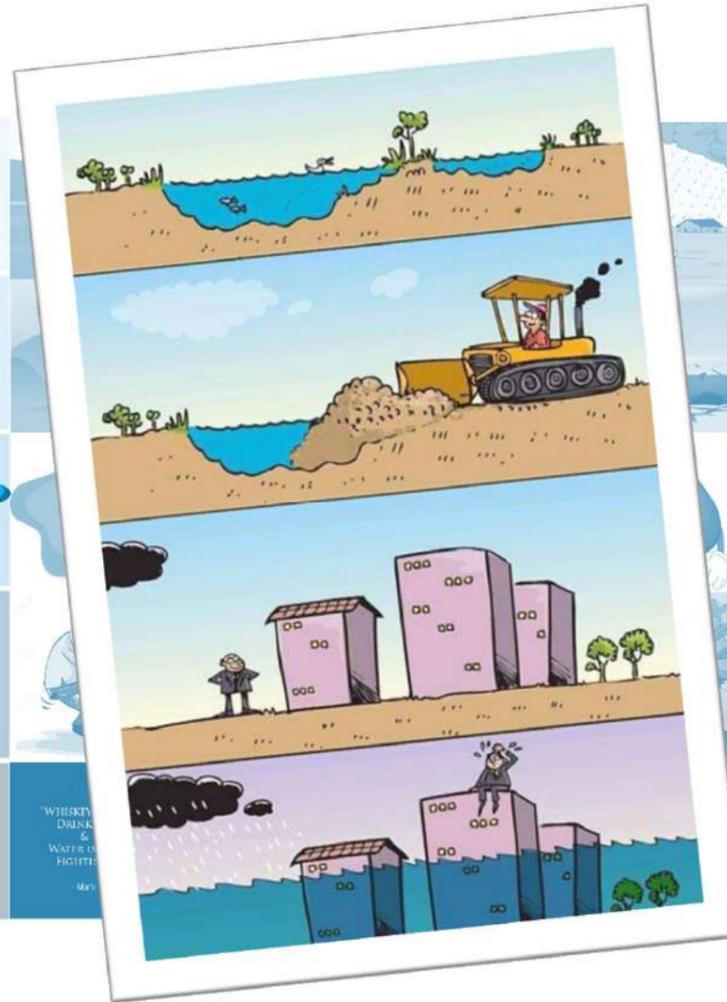




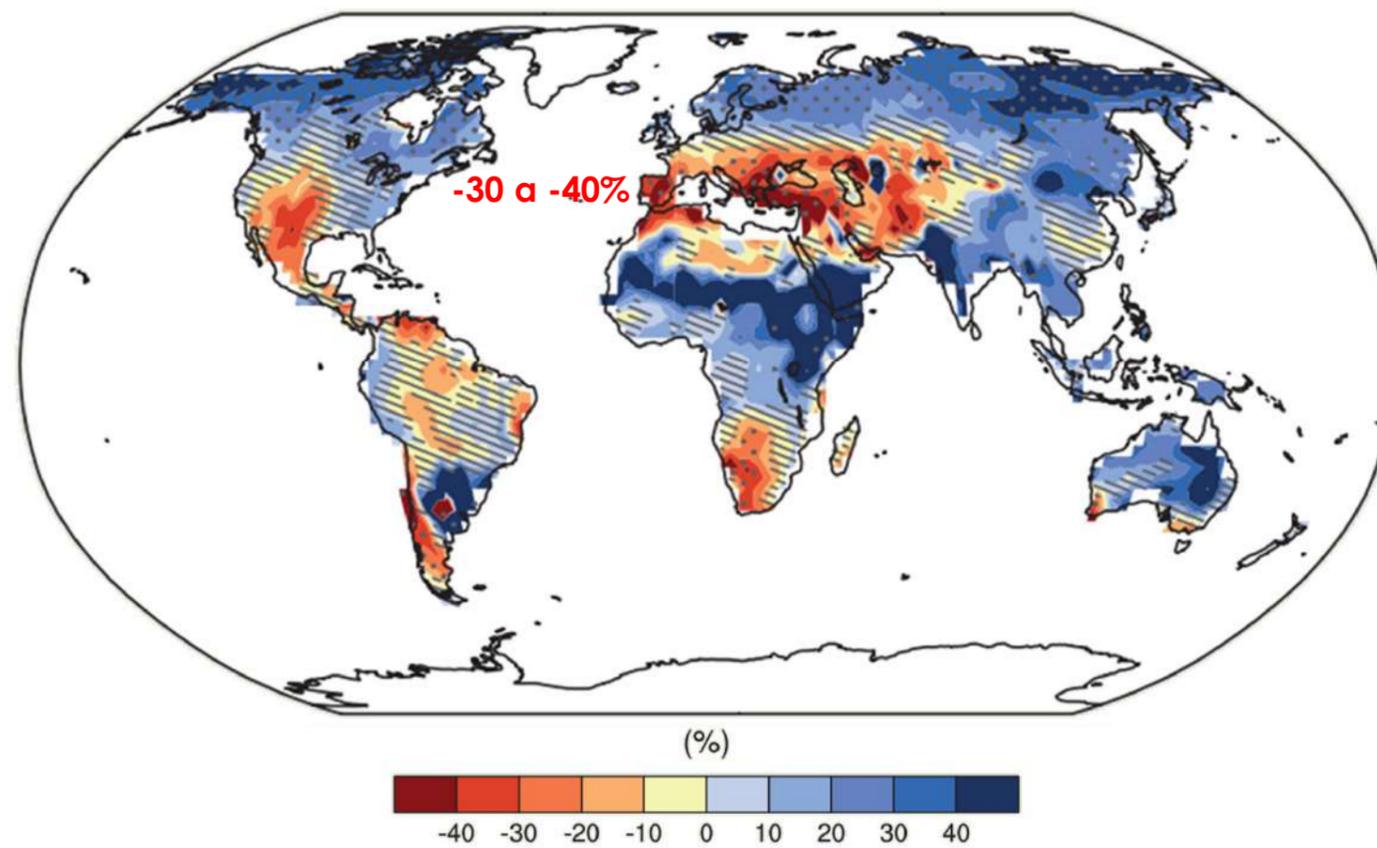
<p>Tanta</p>	
<p>Tão pouca</p>	
<p>Tão suja</p>	
<p>Tão cara</p>	
<p>Tão conflituosa</p>	





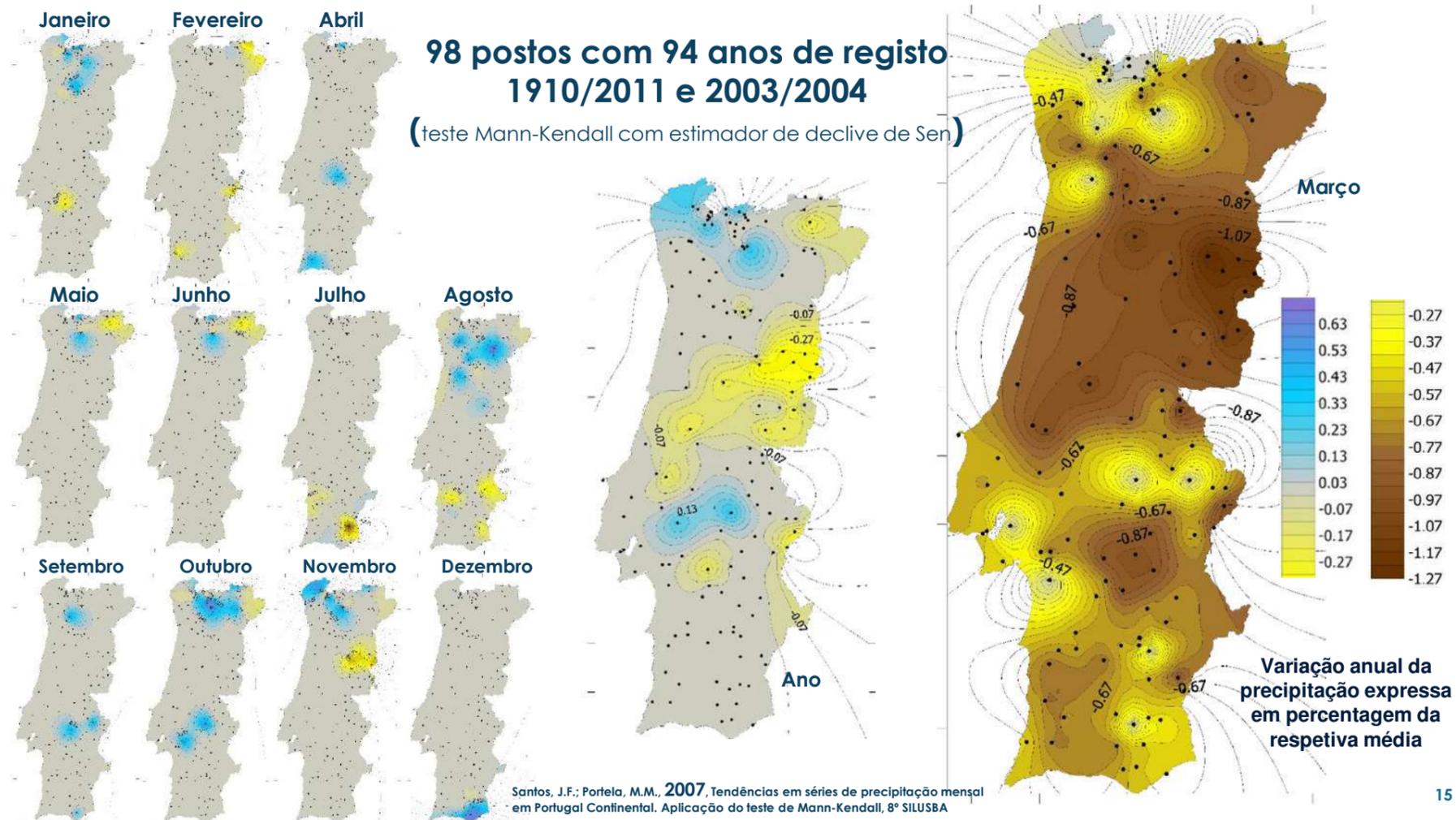


Annual mean runoff change for 2081 - 2100 (RCP 8.5)*



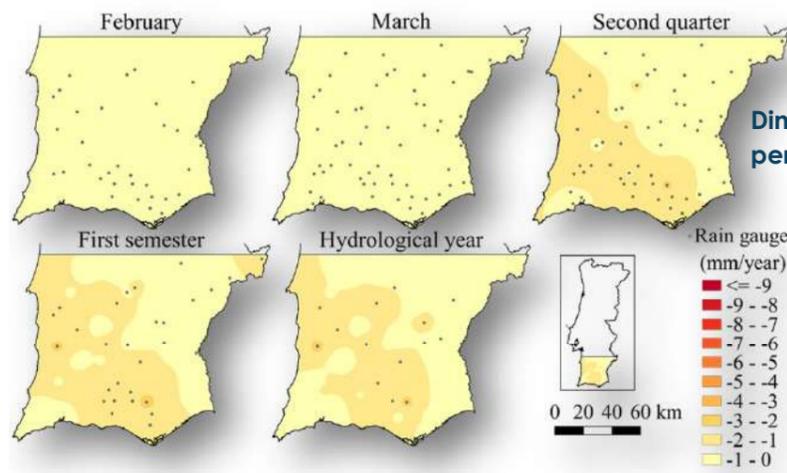
<https://www.climatechange.org/resources/map-annual-mean-runoff-change-2081-2100-rp-85>

* Pior cenário

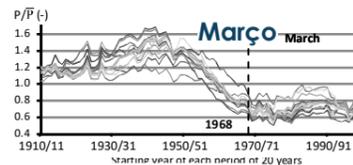
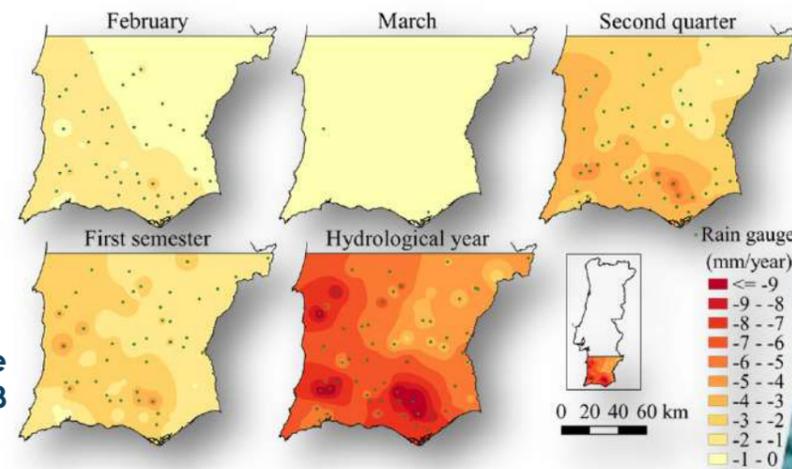




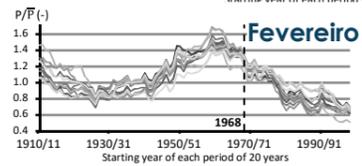
Rainfall trends in Southern Portugal at different time scales



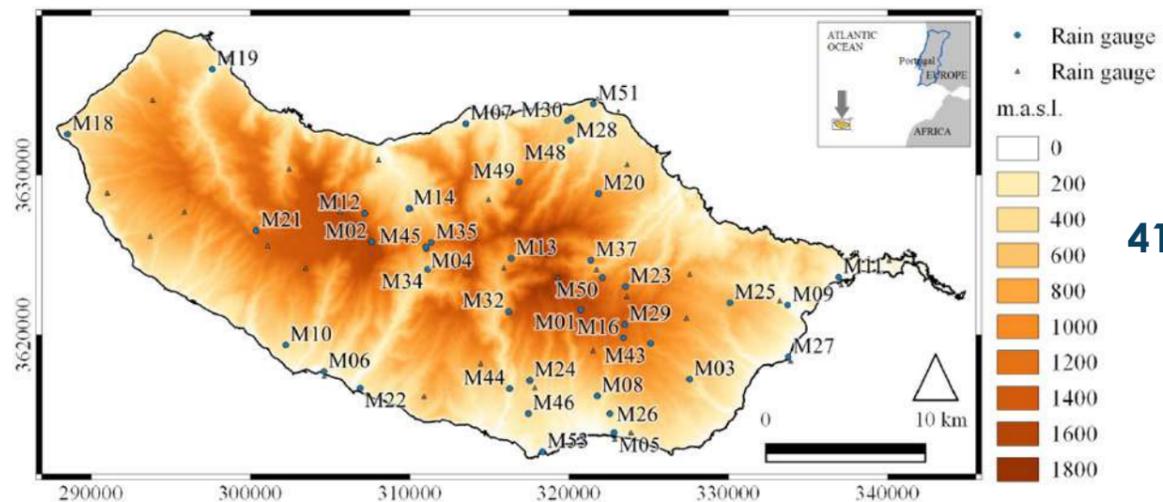
Diminuição da precipitação em diferentes intervalos de tempo no período de 108 anos, de 1910/1911 a 2017/2018



... nos últimos 50 anos, de 1968/1969 a 2017/2018



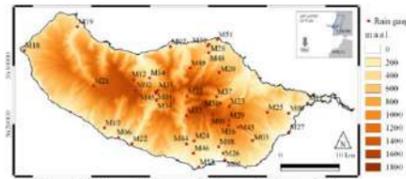
... mudança no padrão intra anual ... no passado, diminuição da precipitação em março, a qual aparente ter estabilizado, embora em valores fracamente abaixo da média histórica ... em anos mais recentes uma diminuição nítida e continuada da precipitação em fevereiro



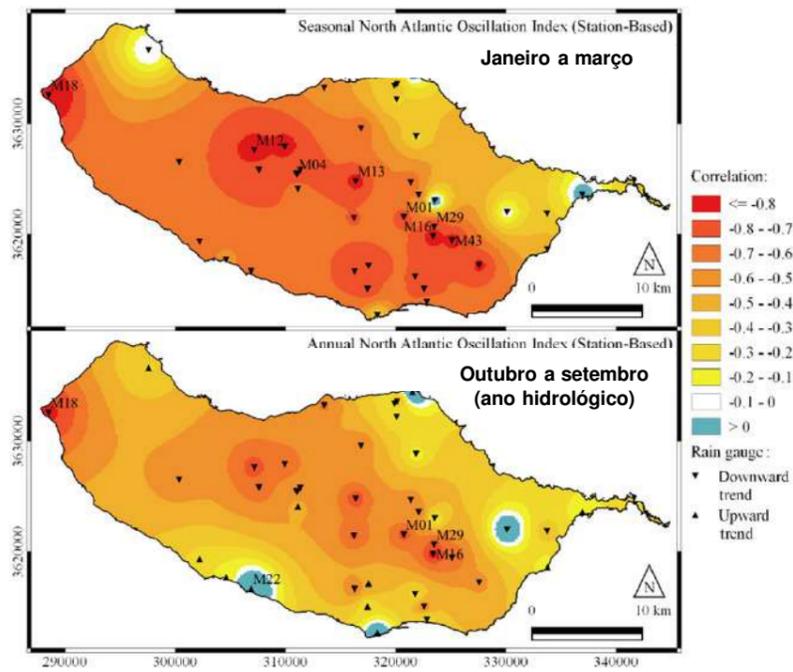
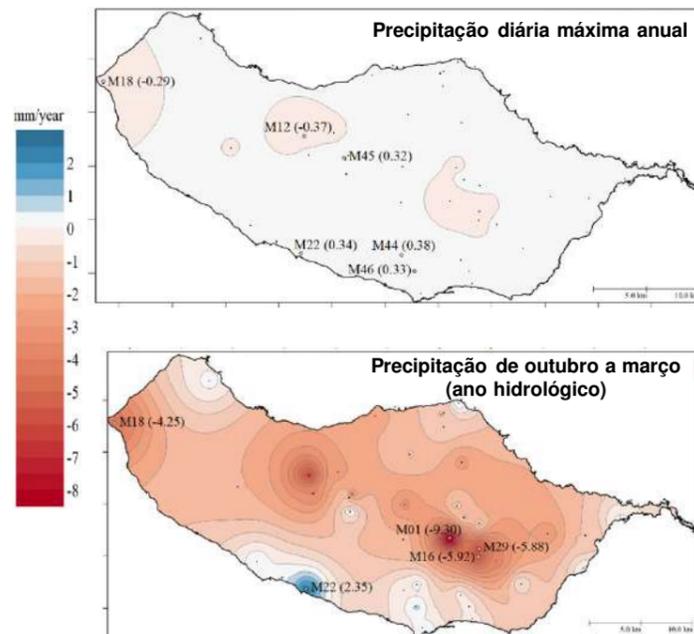
Ilha da Madeira 41 postos com 80 anos de registo 1937/1938 e 2016/2017

- ✓ Reduzida área (741 km²)
- ✓ Relevo complexo (0 a 1862 m)
- ✓ Variabilidade temporal e espacial
- ✓ Dependência da precipitação para recarga dos aquíferos
- ✓ Má qualidade dos registos (MICE – Multiple Imputation by Channel Equations)

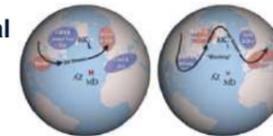




41 postos com 80 anos de registo 1937/1938 e 2016/2017



Correlações entre a variação do sinal da Oscilação do Atlântico Norte e a tendência da precipitação a diferentes escalas temporais





Expectativa

- ✓ Precipitações intensas, cheias e secas (entre outros fenómenos extremos) mais gravosas
- ✓ Risco hidrológico acrescido





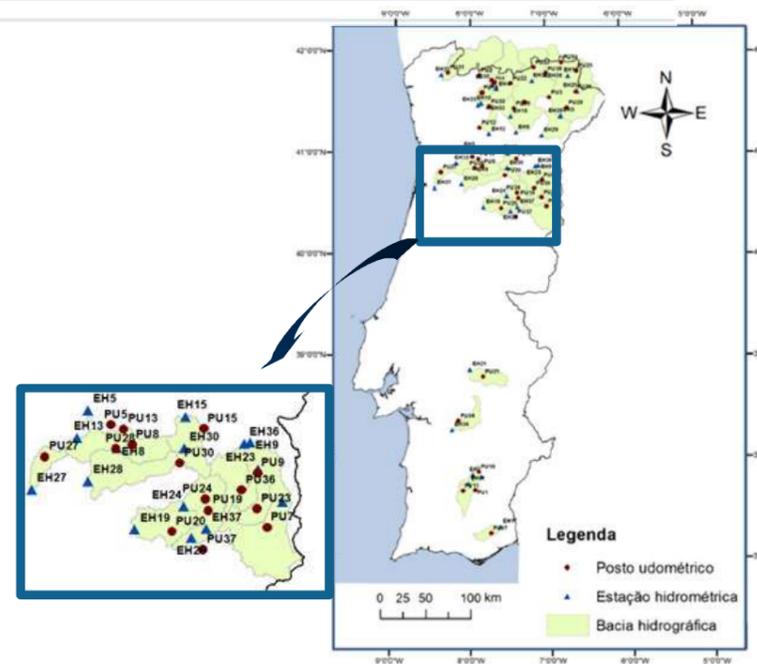
Variações relativas na precipitação diária máxima anual para o período de retorno de 500 anos para o período 2011-2040

(<https://www.preventionweb.net/news/view/62442>)

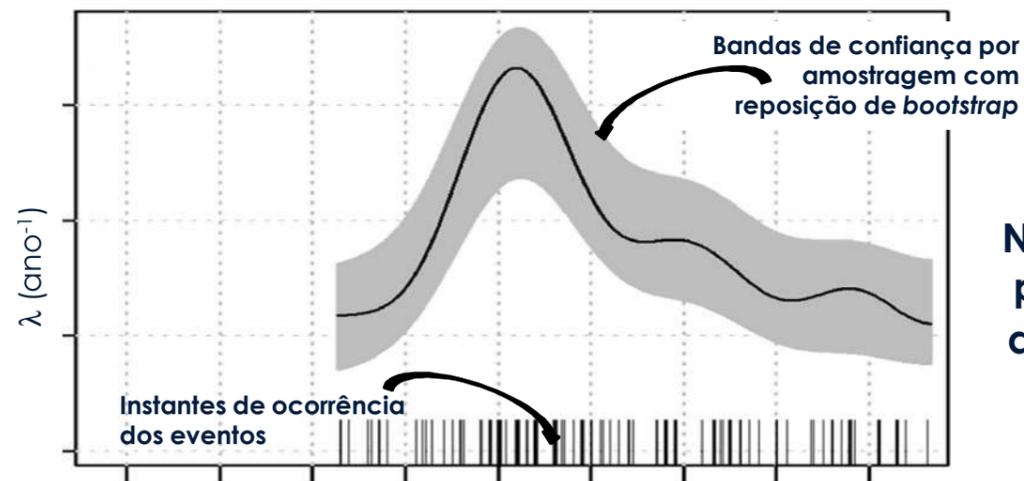
(... quantidade associada a fenómenos hidrológicos extremos cenários ...)

(... frequência dos fenómenos hidrológicos extremos registos ...)

- ✓ **Frequência das cheias em 35 estações hidrométricas** com **séries longas de caudais médios diários** e em **condições naturais** no que respeita ao controlo de cheias (áreas de 17 a 3718 km²).
- ✓ A cada caso de estudo foi associado um ou mais postos udométricos representativos do regime das precipitações intensas aí ocorrentes .



Gomes, R., Portela, M.M., Silva, A.T., 2017, Characterisation of the frequency of the extreme rainfall and flood events in mainland Portugal. A nonparametric approach. EcoHCC 2017, Portugal

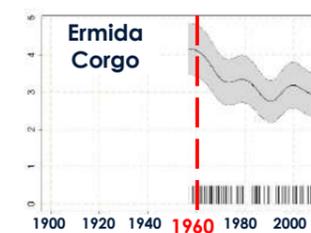
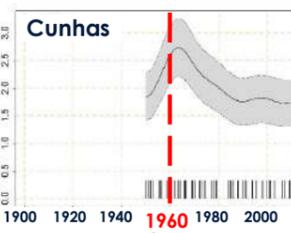
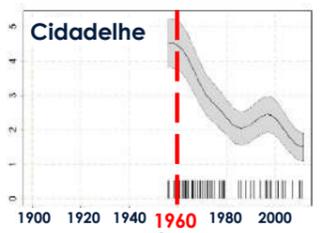
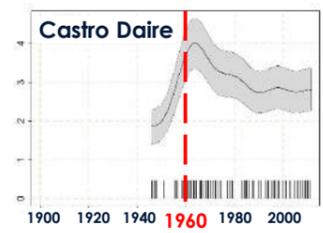
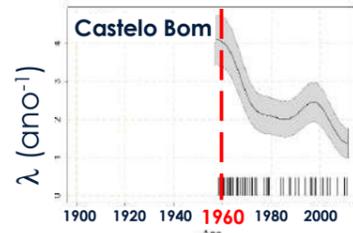
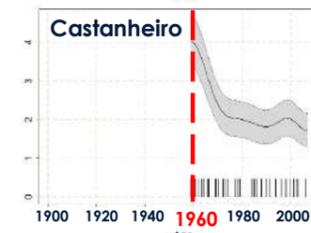
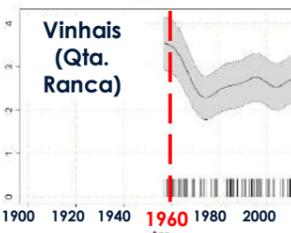
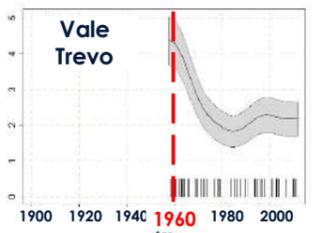
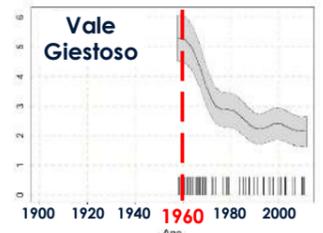
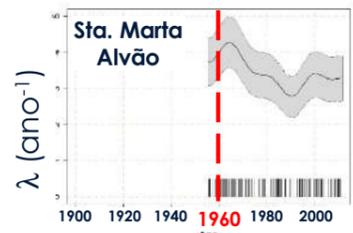
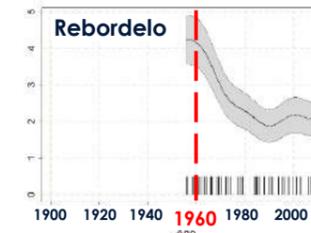
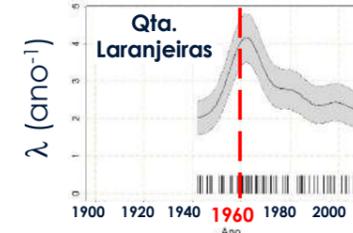
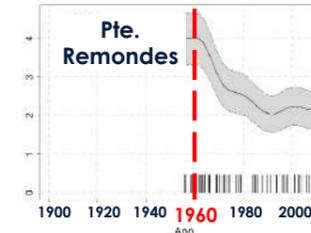
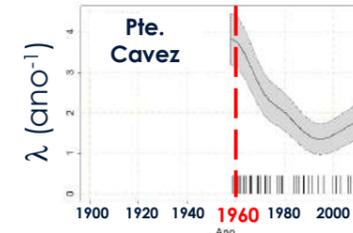
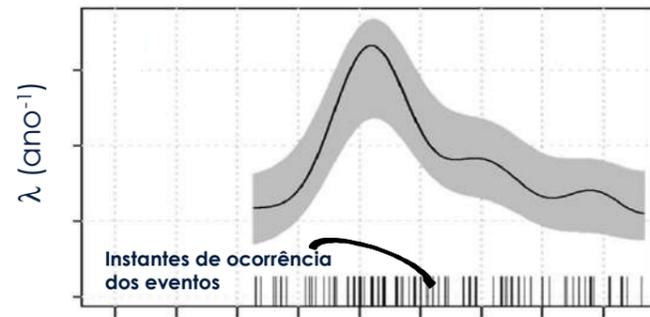


Número de eventos (cheias e precipitações extremas) por ano λ (ano⁻¹) ou frequência

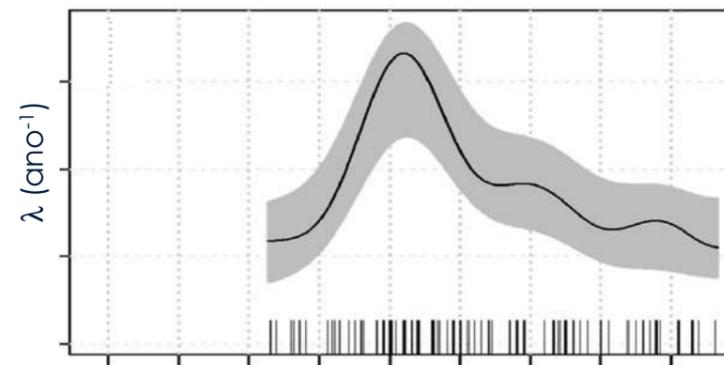
... tendo por base séries de duração parcial, identificação dos instantes de ocorrência dos eventos fenómeno com aplicação ➡ a cada instante, de um *Kernel* (Gaussiano, $K(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-\frac{y^2}{2})$), e ➡ ao conjunto dos instantes, de um estimador não paramétrico (KORE ou *kernel occurrence rate estimator*,

$$\lambda(t) = h^{-1} \sum K \frac{t-T_i}{h}$$

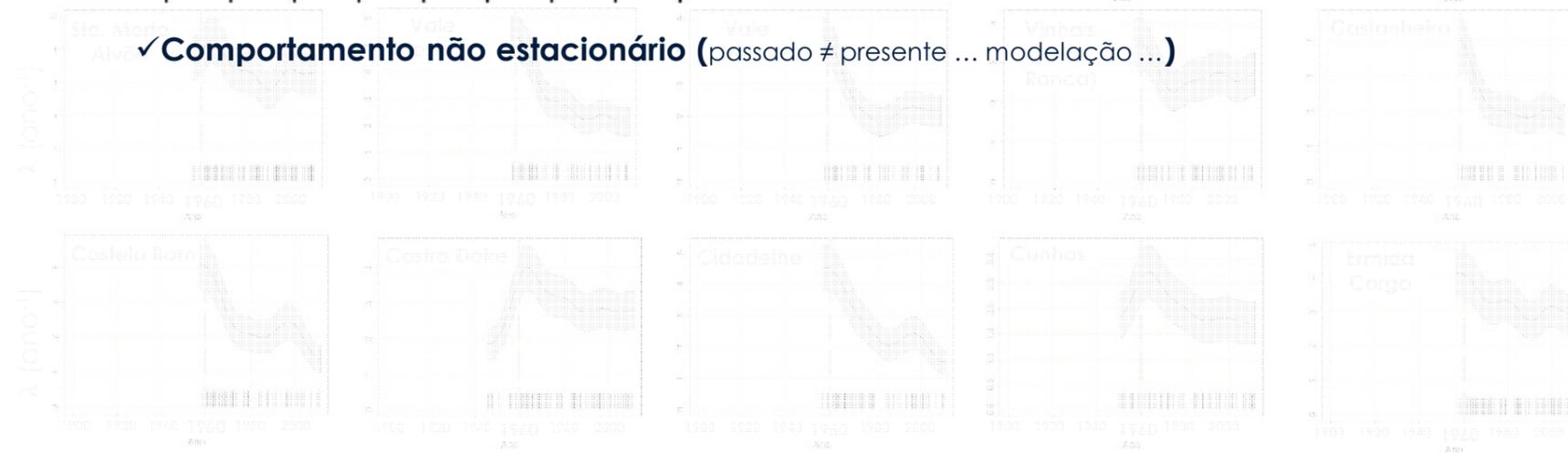
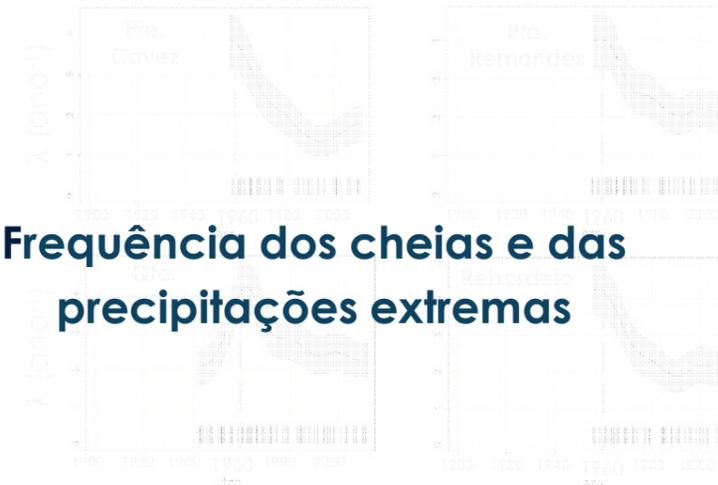
Número de cheias por ano λ (ano⁻¹) ou frequência e respetiva **banda de confiança**



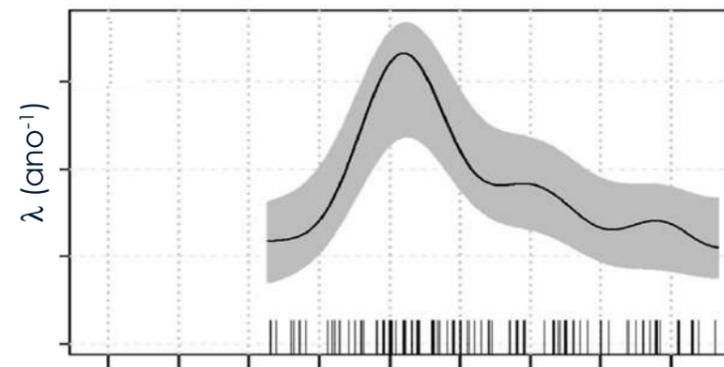
Número de eventos por ano λ (ano⁻¹) ou frequência e respetiva **banda de confiança**



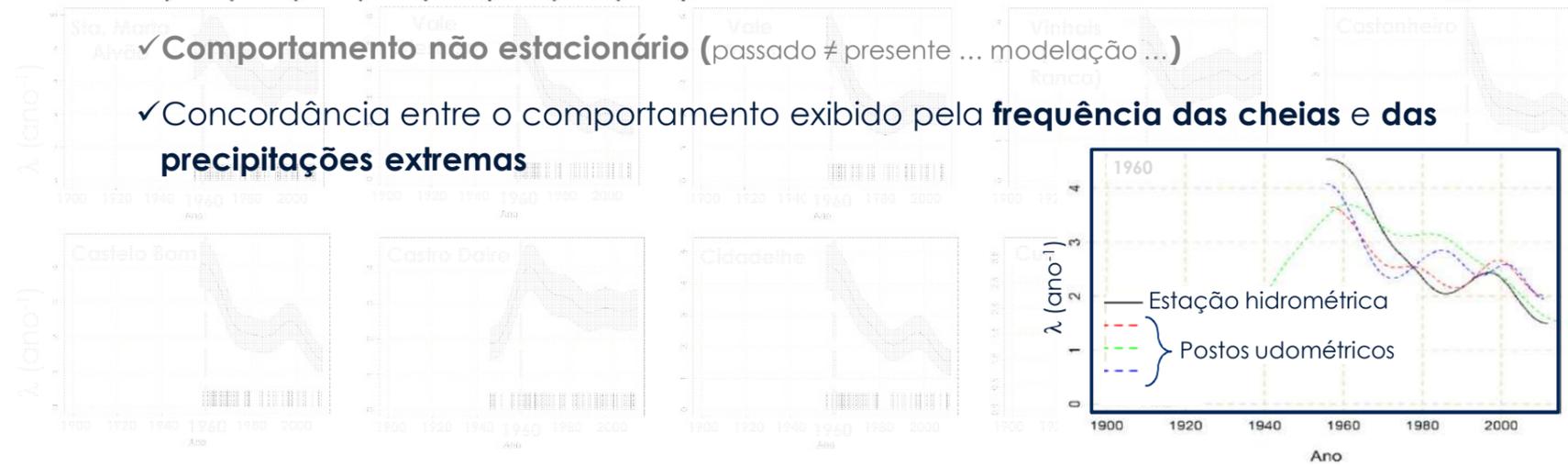
Frequência dos cheias e das precipitações extremas



Número de eventos por ano λ (ano⁻¹) ou frequência e respetiva banda de confiança



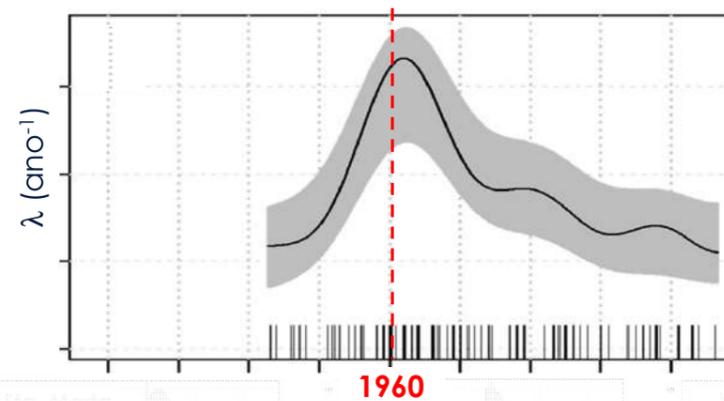
Frequência dos cheias e das precipitações extremas



✓ **Comportamento não estacionário** (passado ≠ presente ... modelação ...)

✓ **Concordância entre o comportamento exibido pela frequência das cheias e das precipitações extremas**

Número de eventos por ano λ (ano⁻¹) ou frequência e respetiva **banda de confiança**



Frequência dos cheias e das precipitações extremas

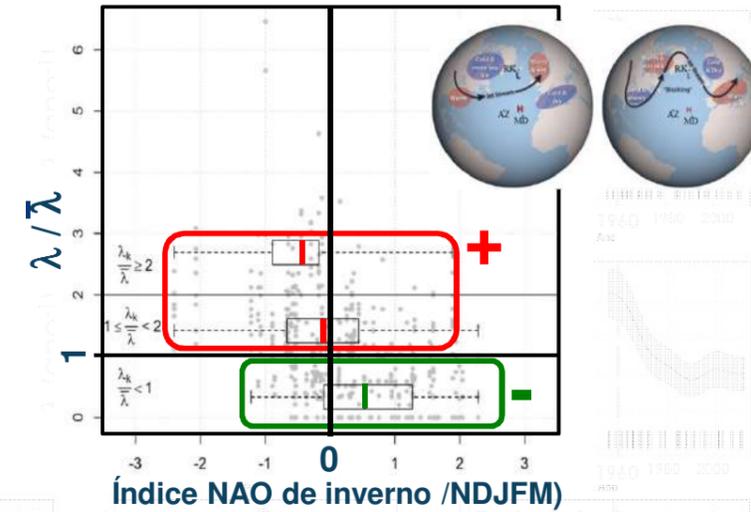
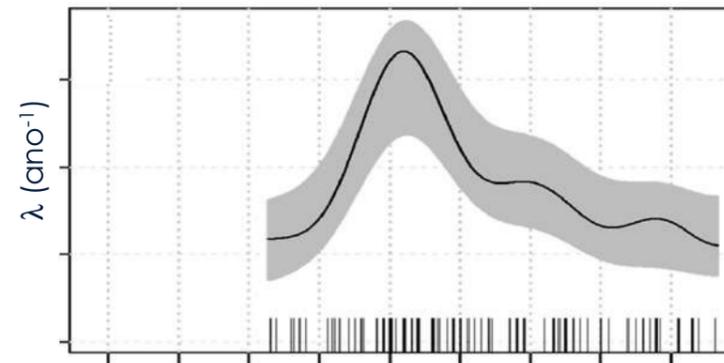


✓ **Comportamento não estacionário** (passado \neq presente ... modelação ...)

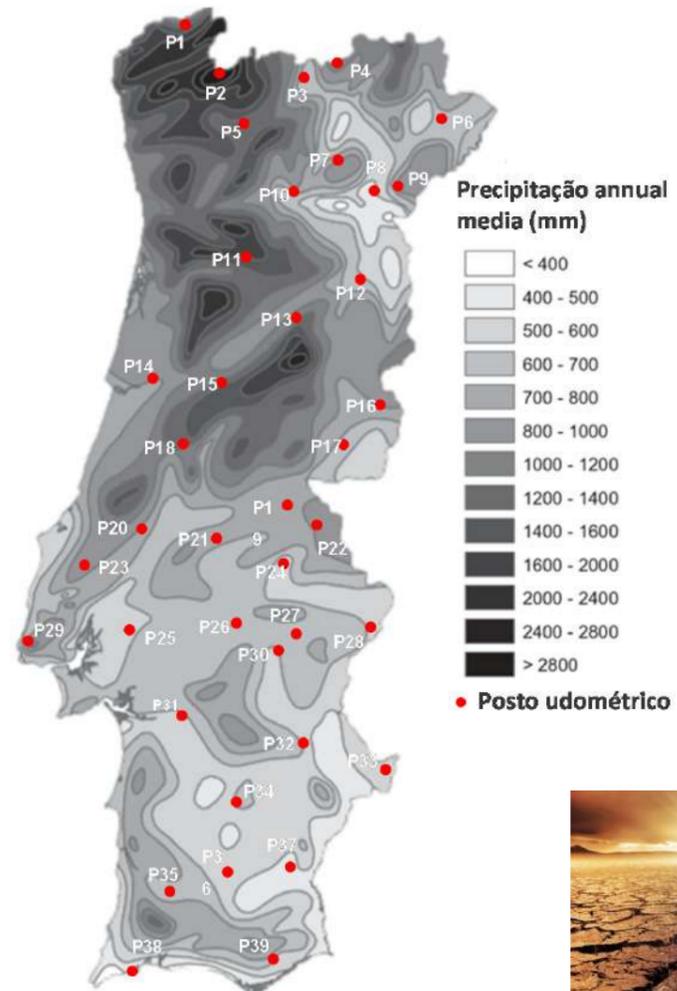
✓ Concordância entre o comportamento exibido pela **frequência das cheias e das precipitações extremas**

✓ As maiores frequências registaram-se na **década de 1960**, com **diminuição a partir daí**

Número de eventos por ano λ (ano⁻¹) ou frequência e respectiva **banda de confiança**



- ✓ **Comportamento não estacionário** (passado ≠ presente ... modelação ...)
- ✓ Concordância entre o comportamento exibido pela **frequência das cheias e das precipitações extremas**
- ✓ As maiores frequências registaram-se na **década de 1960**, com **diminuição a partir daí**
- ✓ ... estudo paralelo ➡ relação entre o valor da **oscilação do Atlântico Norte e a frequência de cheias** (anos com um maior número de cheias tendem a ocorrer quando a NAO está na sua fase negativa ... previsão ...)

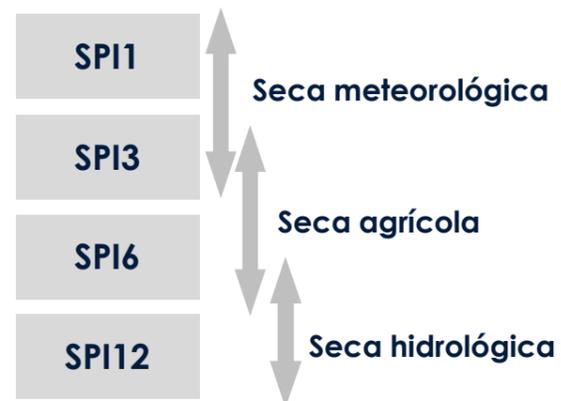
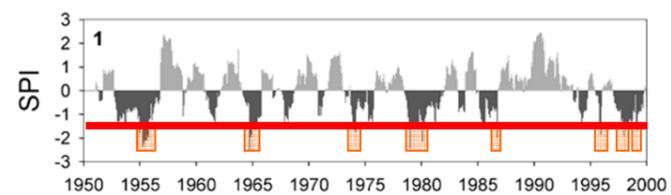


Evolução das características das secas em Portugal Continental entre 1912/1913 e 2016/2017 – 105 anos (39 postos udométricos)

Albuquerque, F.A., Portela, M.M., **2019**, Non-stationary behaviour of extreme events in Portugal: droughts and rainfall trends. EWRA 2019. Madrid, Spain



Índice padronizado de precipitação, SPI, a diferentes escalas temporais

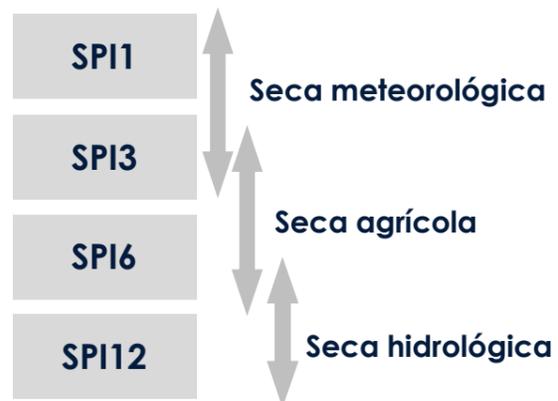
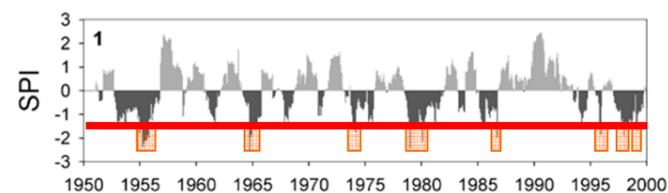


Categorias de seca

Seca moderada -0.84	Seca severa -1.28	Seca extrema -1.65
------------------------	----------------------	-----------------------



Índice padronizado de precipitação, SPI, a diferentes escalas temporais

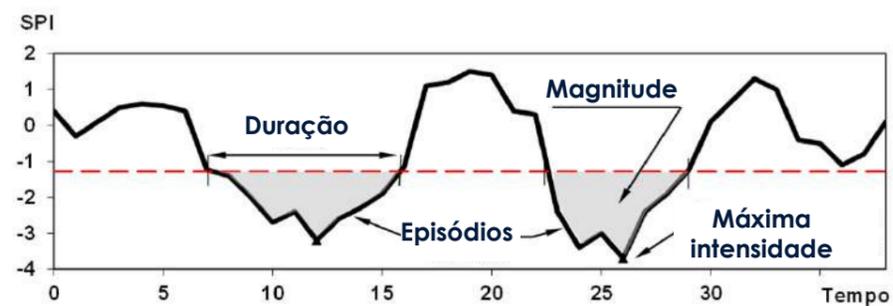


Categorias de seca

Seca moderada -0.84	Seca severa -1.28	Seca extrema -1.65
------------------------	----------------------	-----------------------

Características

- Magnitude, duração e número total de secas
- Valores médios por ano do número de secas e da magnitude e da duração das secas
- Frequência dos períodos em seca



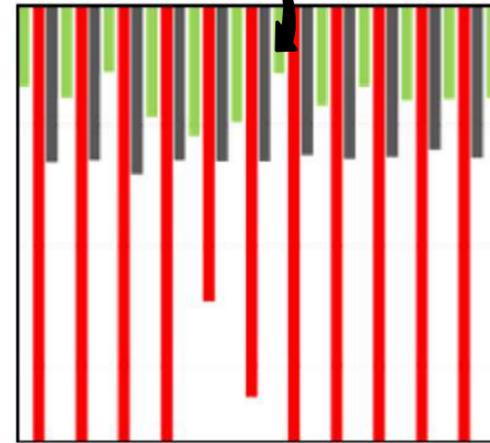
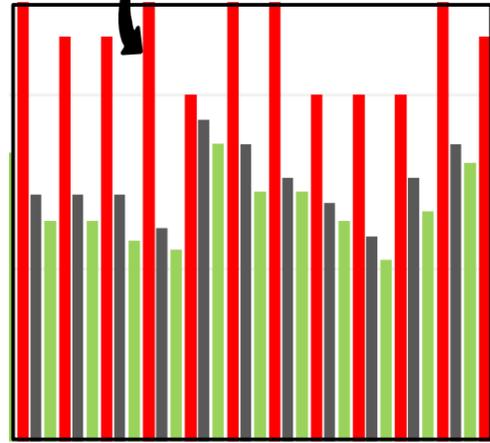
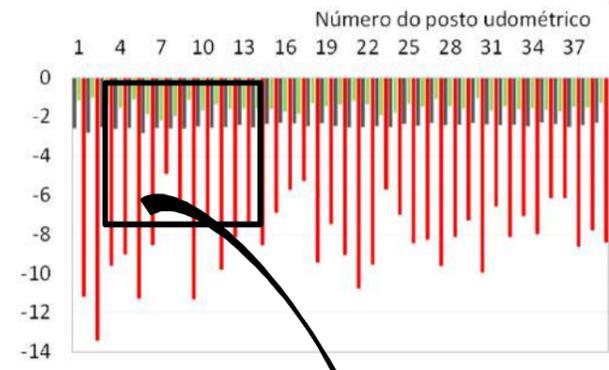
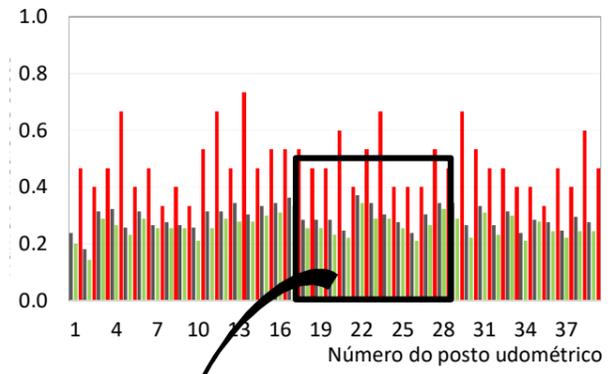
Períodos de tempo

- **105 anos**, de 1912/13 a 2016/17
- **90 anos iniciais**, de 1912/13 a 2001/02
- **15 anos finais**, de 2002/03 a 2016/17

105 anos (1912/13 a 2016/17)

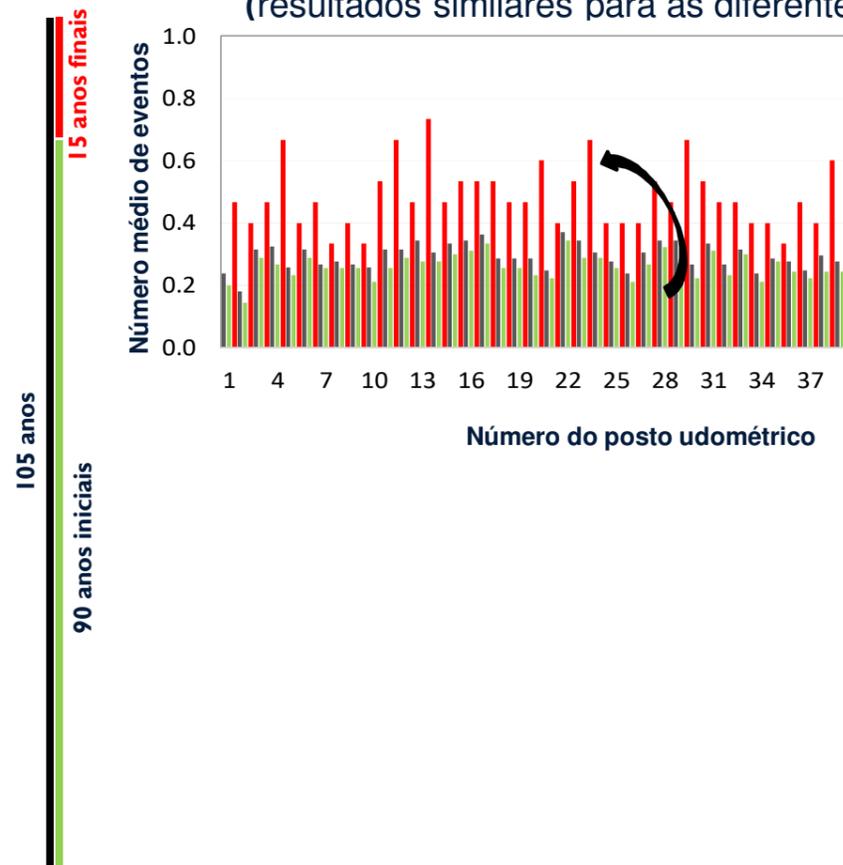
15 anos finais (2002/03 a 2016/17)

90 anos iniciais (1912/13 a 2001/02)



Por posto, para os três períodos analisados

(resultados similares para as diferentes escalas temporais e categorias de seca)

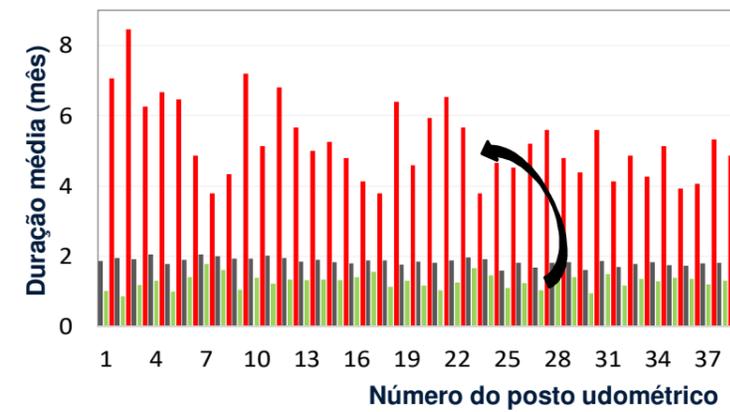
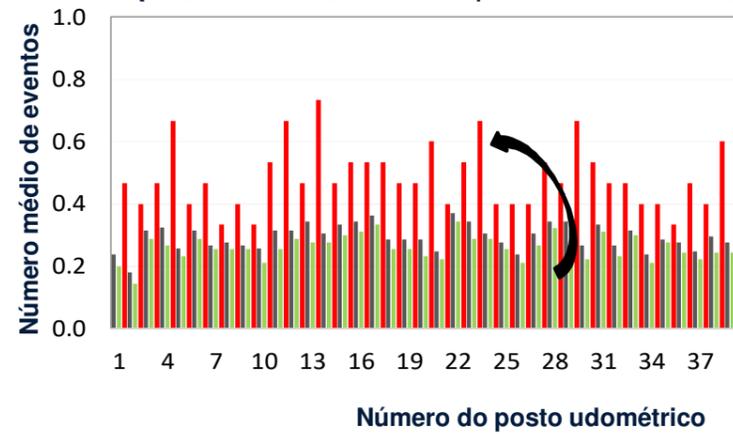


- ✓ Nos **15 anos** de **2002/03 a 2016/17** os valores médios por ano do número de eventos de seca

105 anos
15 anos finais
90 anos iniciais

Por posto, para os três períodos analisados

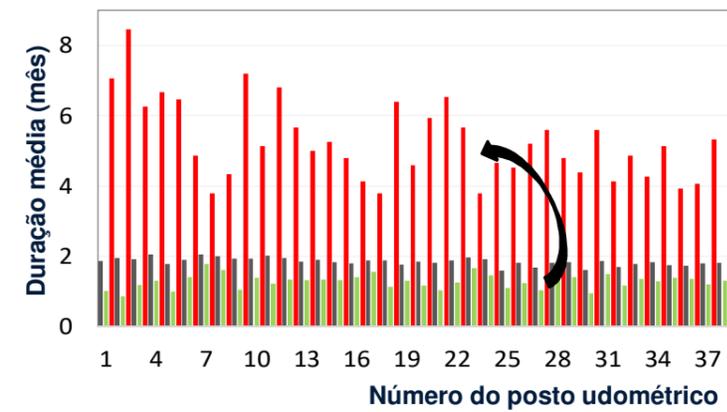
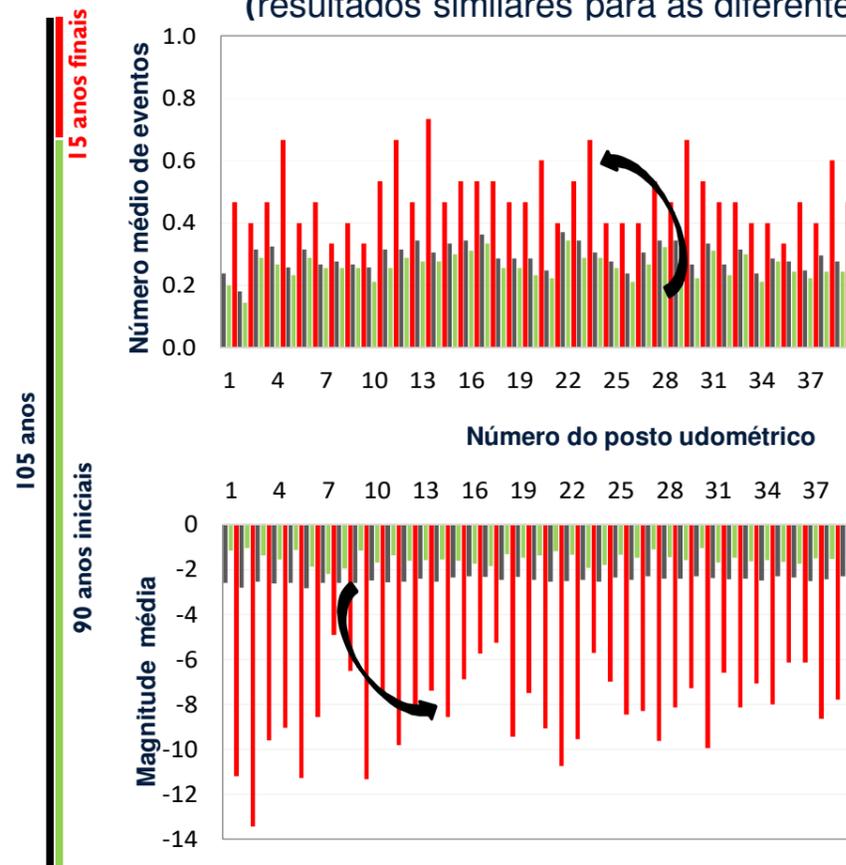
(resultados similares para as diferentes escalas temporais e categorias de seca)



- ✓ Nos 15 anos de 2002/03 a 2016/17 os valores médios por ano do número de eventos de seca e da respetiva duração

Por posto, para os três períodos analisados

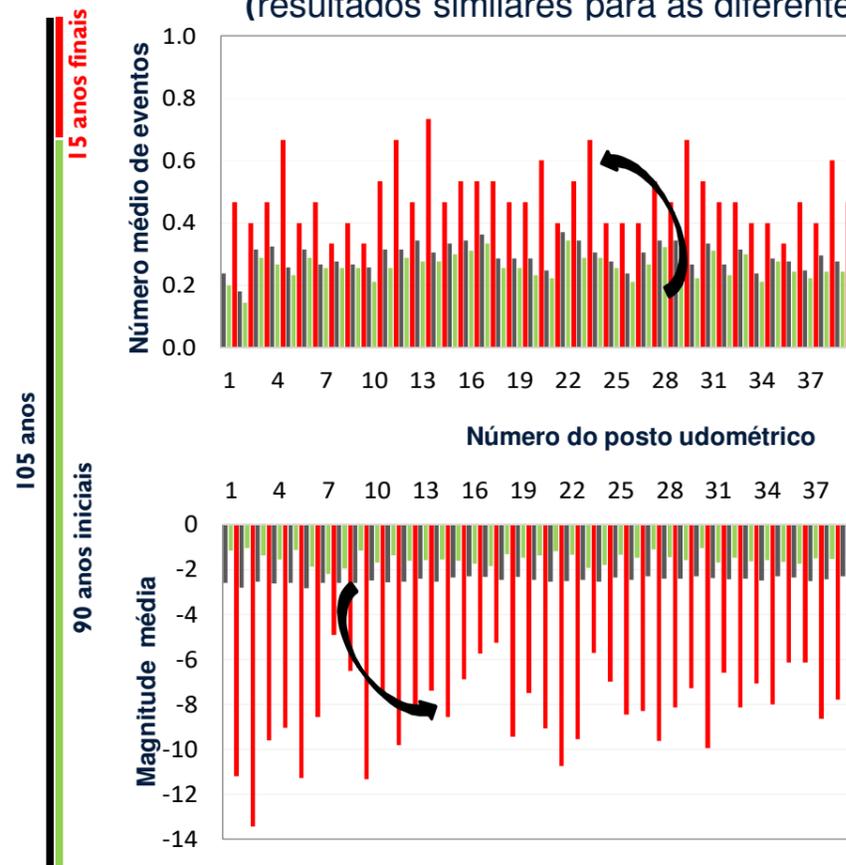
(resultados similares para as diferentes escalas temporais e categorias de seca)



- ✓ Nos **15 anos de 2002/03 a 2016/17** os valores médios por ano do número de eventos de seca e da respetiva duração e magnitude média sofreram em todos os postos um agravamento excepcional

Por posto, para os três períodos analisados

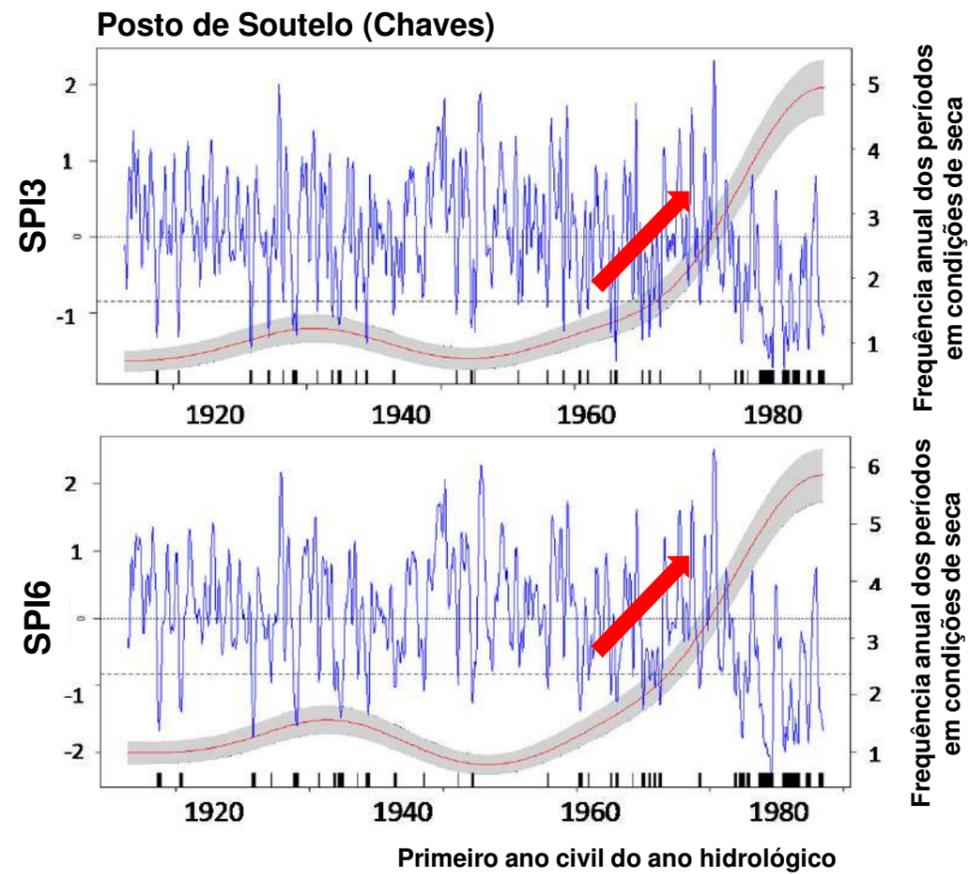
(resultados similares para as diferentes escalas temporais e categorias de seca)



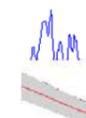
- ✓ Nos **15 anos de 2002/03 a 2016/17** os valores médios por ano do número de eventos de seca e da respetiva duração e magnitude média sofreram em todos os postos um agravamento excecional

(seca moderada) o número médio de secas quase que duplicou, a duração é cerca do triplo e a magnitude mais do triplo

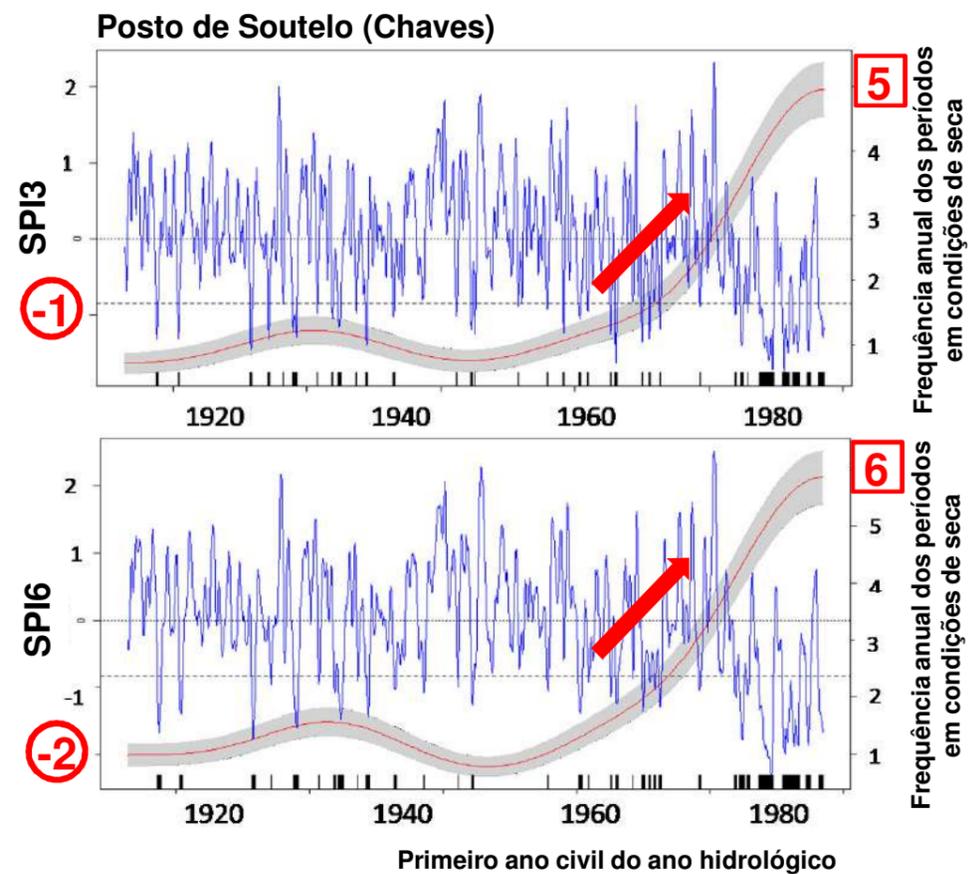
Por posto, frequência dos períodos em condições de seca



Todos os postos exibiram comportamento semelhante
Sensivelmente após a década de 1960, a frequência dos períodos em seca aumentou nitidamente ↗

 Série de valores do SPI
Frequência e respetiva banda de confiança

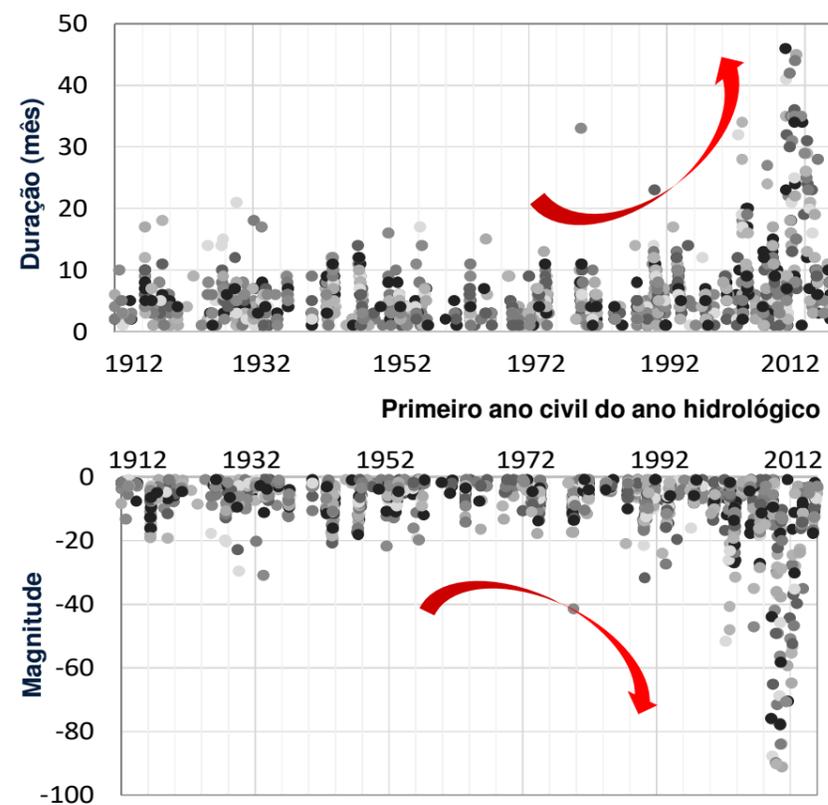
Por posto, frequência dos períodos em condições de seca



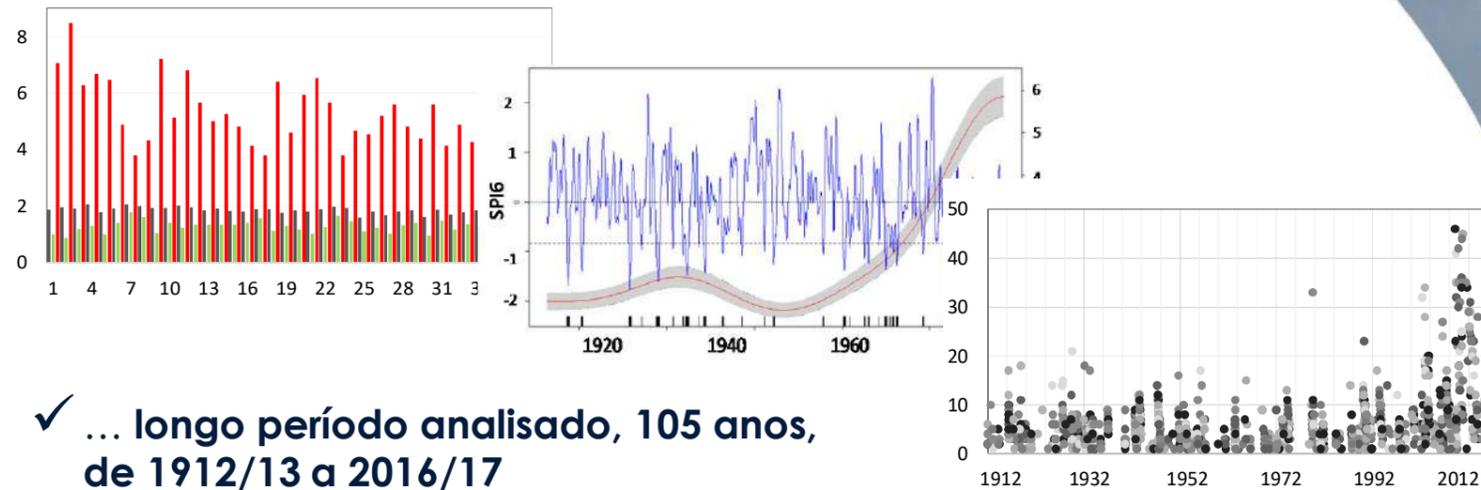
Todos os postos exibiram comportamento semelhante. Sensivelmente após a década de 1960, a frequência dos períodos em seca aumentou nitidamente ↗, sendo as condições tanto mais gravosas quanto maior a escala temporal do SPI (frequência dos períodos em seca ainda maior □ e secas mais intensas ○).

 Série de valores do SPI
 Frequência e respetiva banda de confiança

Ano a ano, para os 105 anos (1912/13 a 2016/17), no conjunto dos 39 postos (resultados similares para todas as escalas temporais do SPI e categorias de seca)

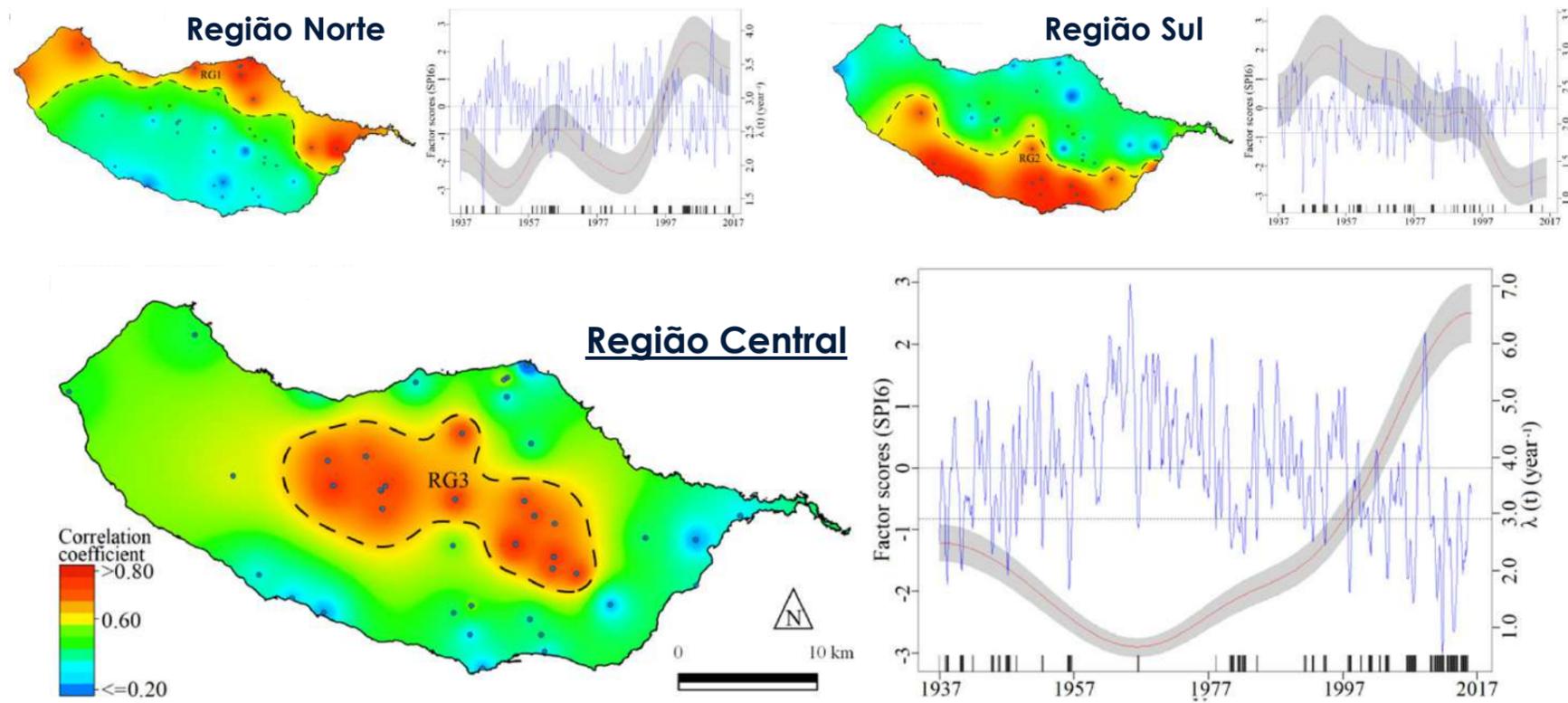


A **magnitude** e a **duração dos eventos de seca** denotam um **agravamento muito significativo** sensivelmente após **2000/2001** e até cerca de **2012/2013**, sendo que depois a gravidade dos eventos parece atenuar-se (... set/2017...)



- ✓ ... longo período analisado, 105 anos, de 1912/13 a 2016/17
- ✓ Globalmente ... um **agravamento muito significativo** dos eventos de seca **em anos recentes** ➔ **secas com maior intensidade, maior duração e magnitude** e em **maior número**
- ✓ Todos os postos udométricos analisados registaram um **comportamento não-estacionário**
- ✓ **abril de 2017 a março de 2018**, à data de realização do estudo, **única situação de seca severa e extrema a afetar integralmente o País logo no mês de outubro**

... regionalização das secas (baseada em análise de componentes principais) ... frequência das secas à escala de 6 meses (41 postos, 80 anos de registos)



Espinosa, L.A., Portela, M.M., Rodrigues, R., 2019, Spatio-temporal variability of droughts over past 80 years in Madeira Island, Journal of Hydrology: Regional Studies, 25



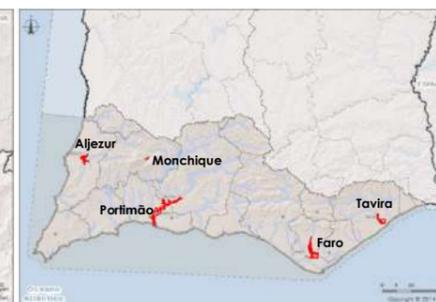
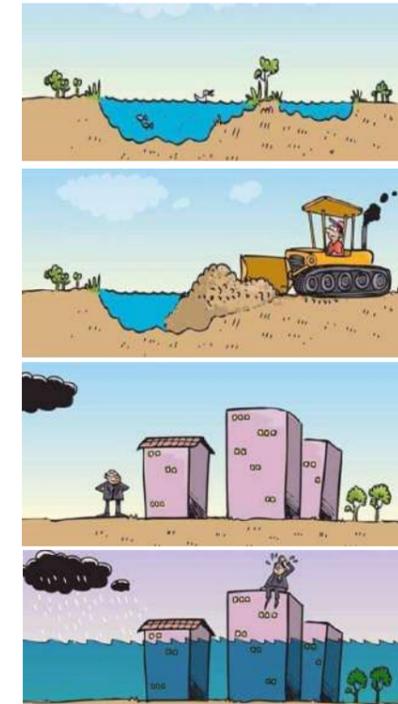
Apontamento final



- ✓ A circunstância está muito para além da **monitorização do fenómeno** e do recurso a **medidas de mitigação** quando da sua ocorrência. Não se trata mais de um fenómeno ocasional mas de um **novo paradigma do clima**
- ✓ ... precisas **ações antecipatórias** face à certeza de **maior irregularidade hidrológica**
- ✓ ... **agravamento da seca e da escassez hídrica...** uso e consumo responsáveis
- ✓ ... aumento da eficiência dos sistemas
- ✓ ... educação para a cidadania e consciência cívica
- ✓ ... reservas estratégicas ... novas técnicas no armazenamento



- ✓ ... **cheias** ... eventos com características muito suscetíveis a ações diretas sobre a manifestação dos recursos hídricos superficiais (redução das disponibilidades hídricas superficiais, por ação da redução da precipitação e aumento das áreas urbanizadas)
- ✓ ... mais difícil abordagem com base em registos ... modelação
- ✓ ... em Portugal, não há evidência que a sua frequência tenha vindo a aumentar (nem a das precipitações intensas)
- ✓ ... até que ponto a sociedade urbana está preparada para as manifestações extremas do sistema hidrológico?



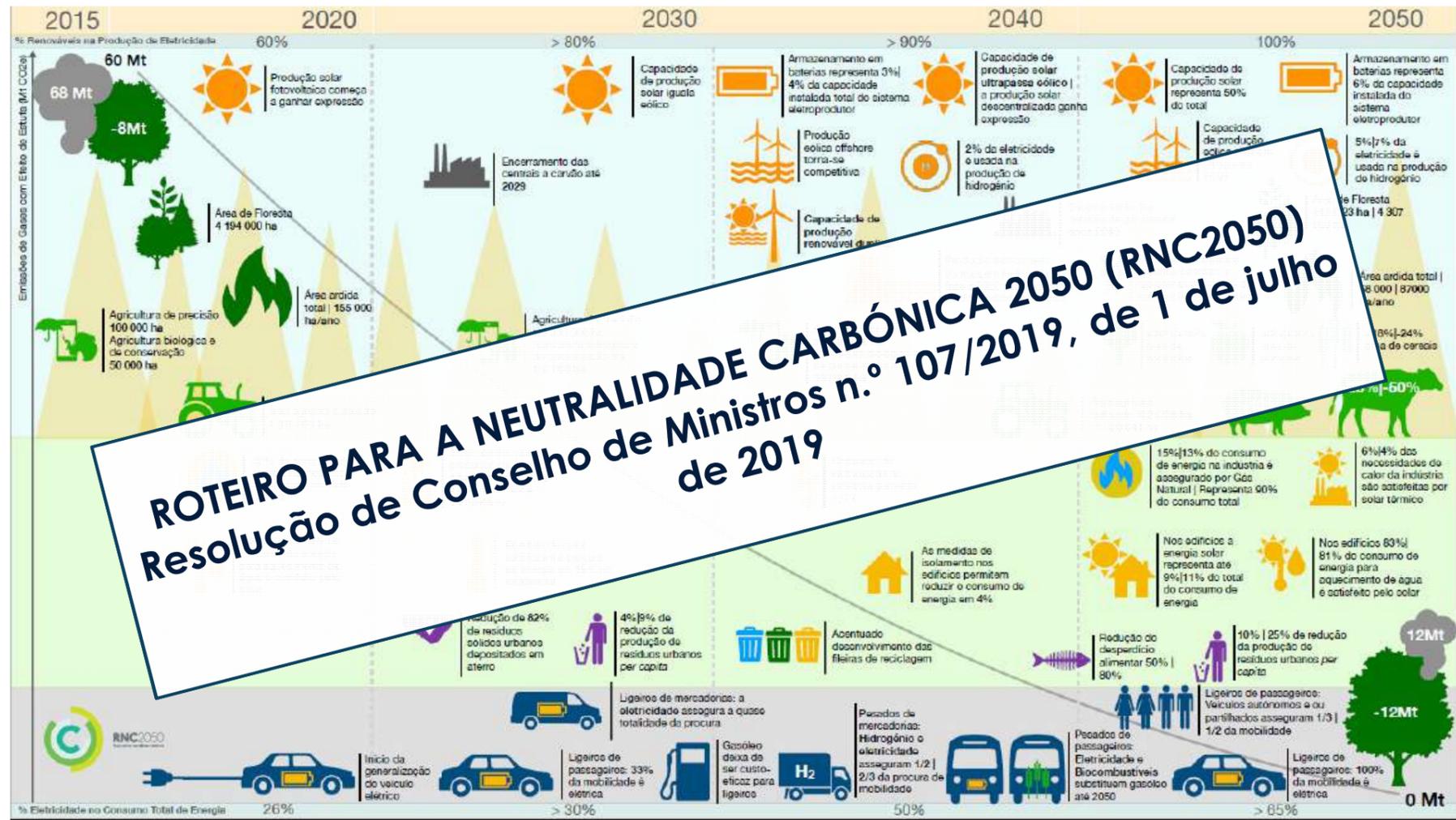


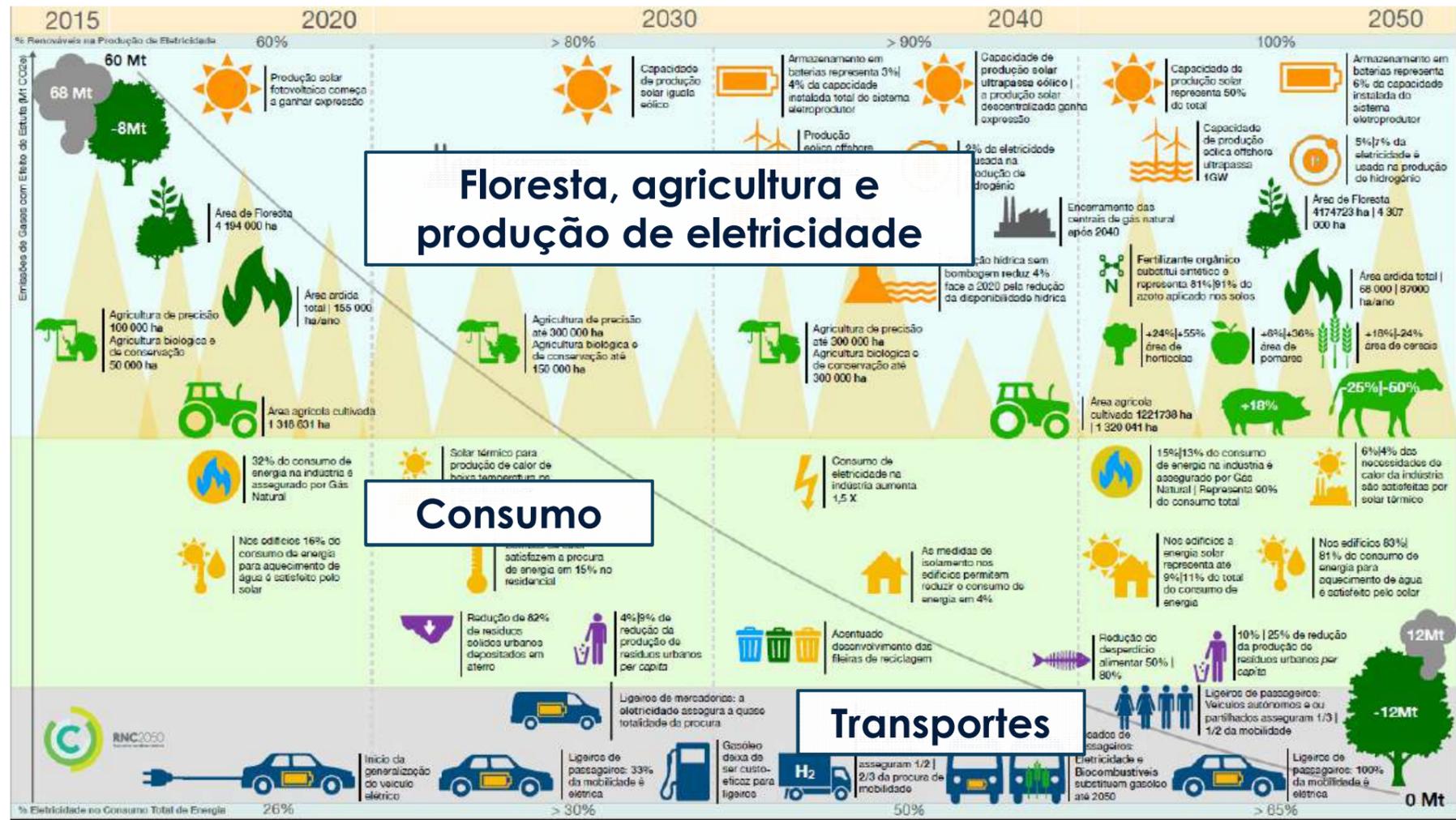
Objetivos globais do desenvolvimento sustentável

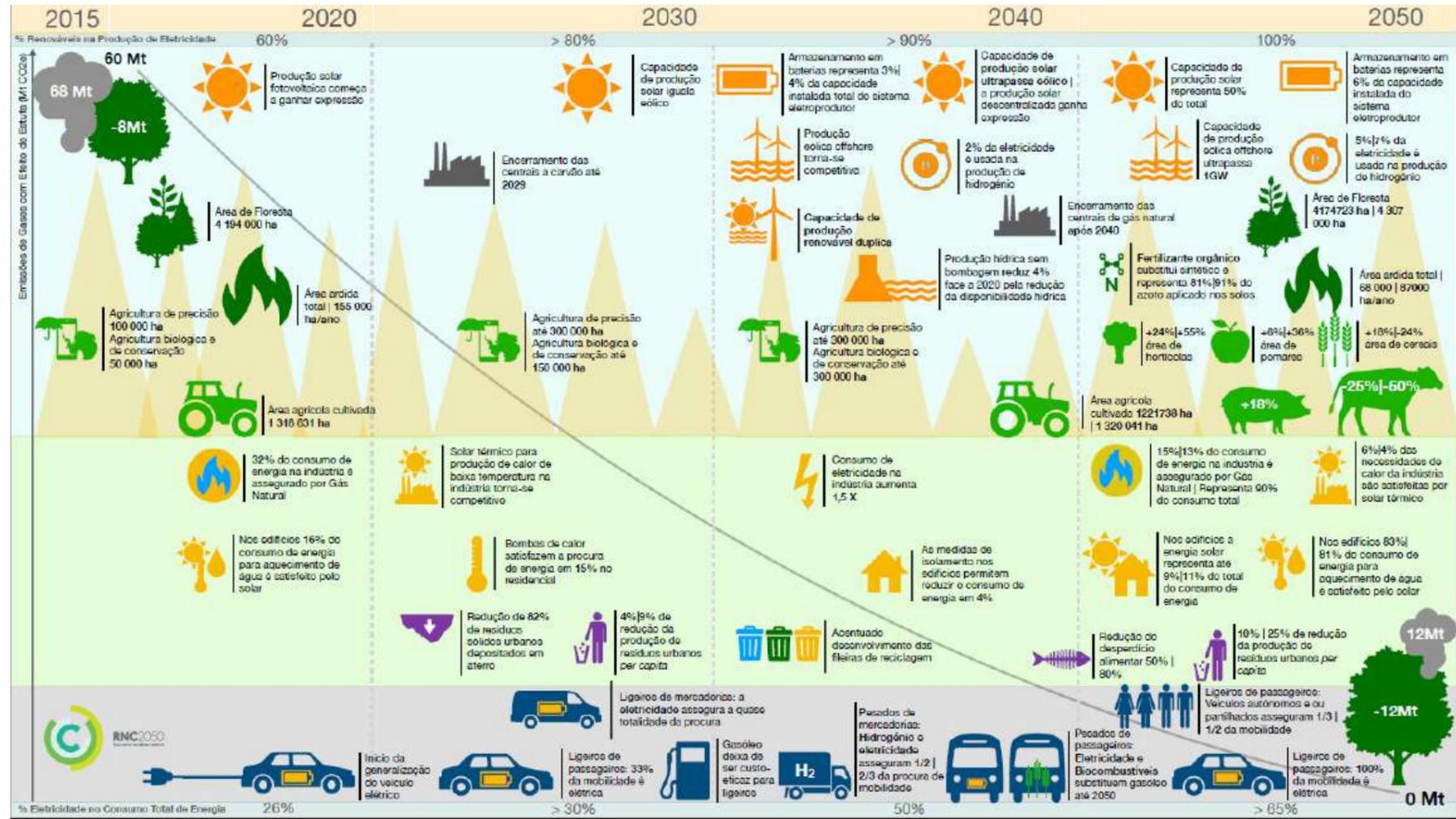
Redução de gases com efeito de estufa

Redução da pegada da água

...







Conferência comemorativa do Dia Nacional da Água 2019
A Hidroeletricidade em Portugal – Desafios

Dia Nacional da Água

Breve apontamento sobre extremos hidrológicos em Portugal

Maria Manuela Portela



CERIS
INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E INOVAÇÃO
EM ENGENHARIA CIVIL PARA A SUSTENTABILIDADE
TÉCNICO LISBOA

hidroerg