

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

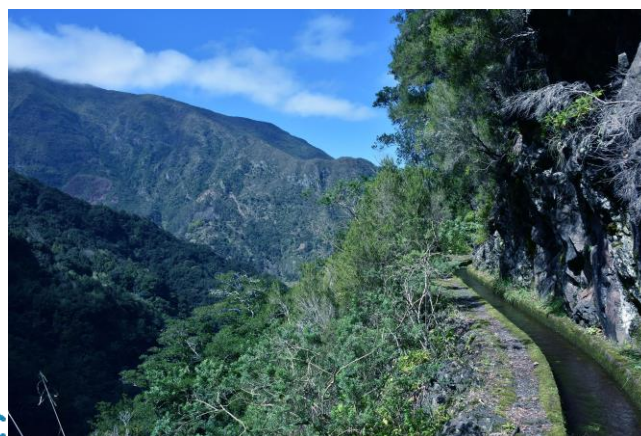
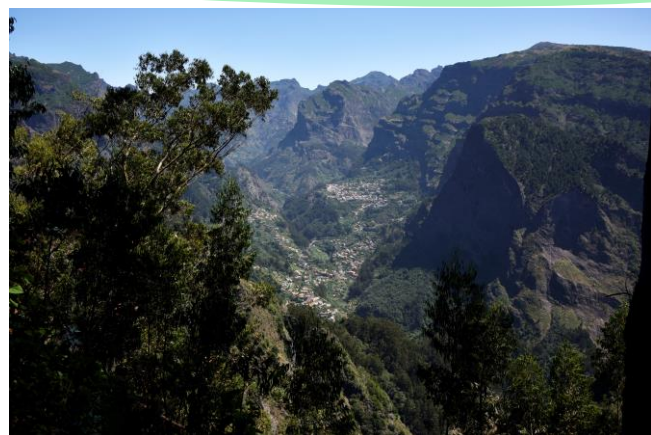
O Projeto Planclimac na Madeira: A importância da Regionalização Climática

Pedro Sepúlveda

Direção Regional de Ambiente e Ação Climática
Região Autónoma da Madeira

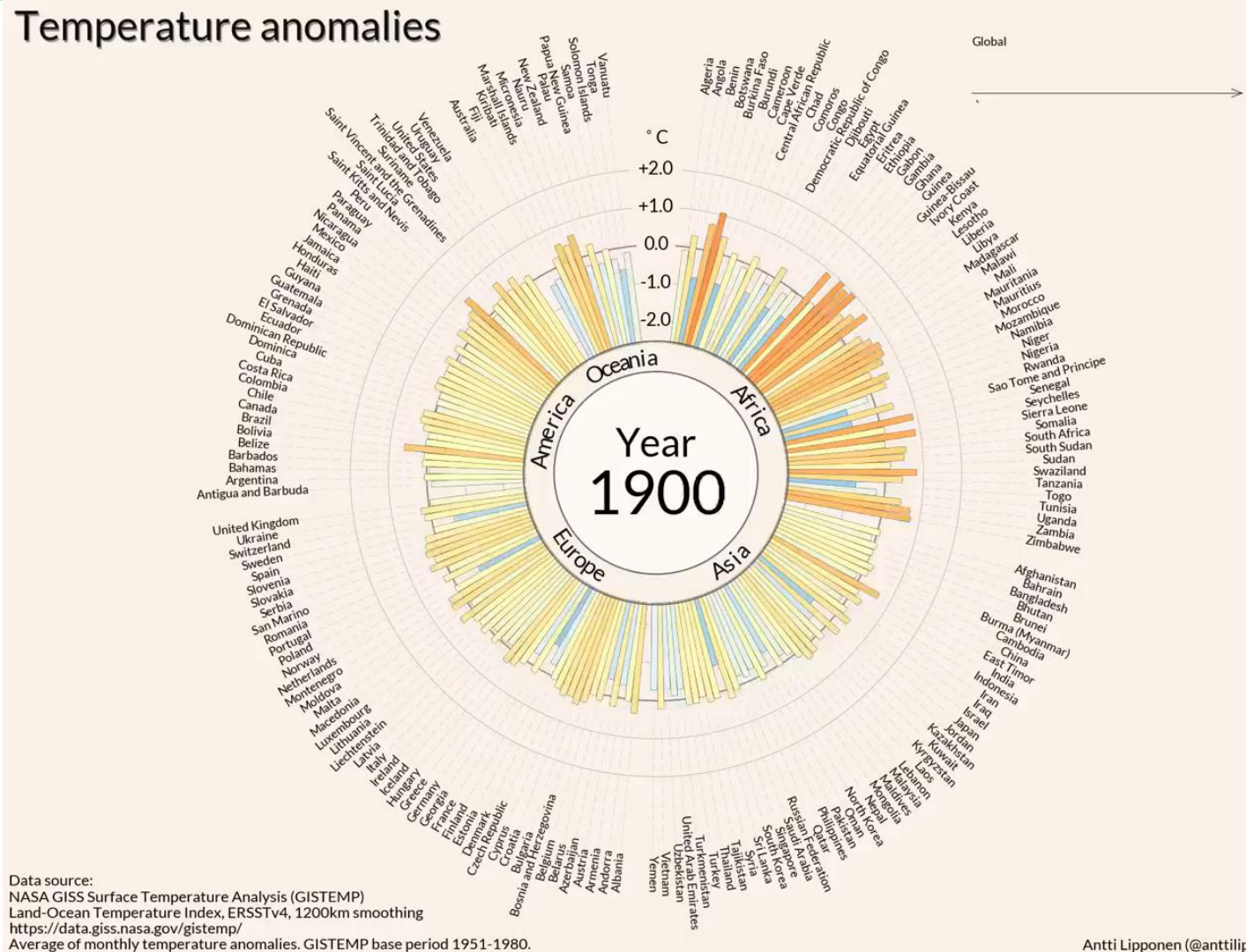


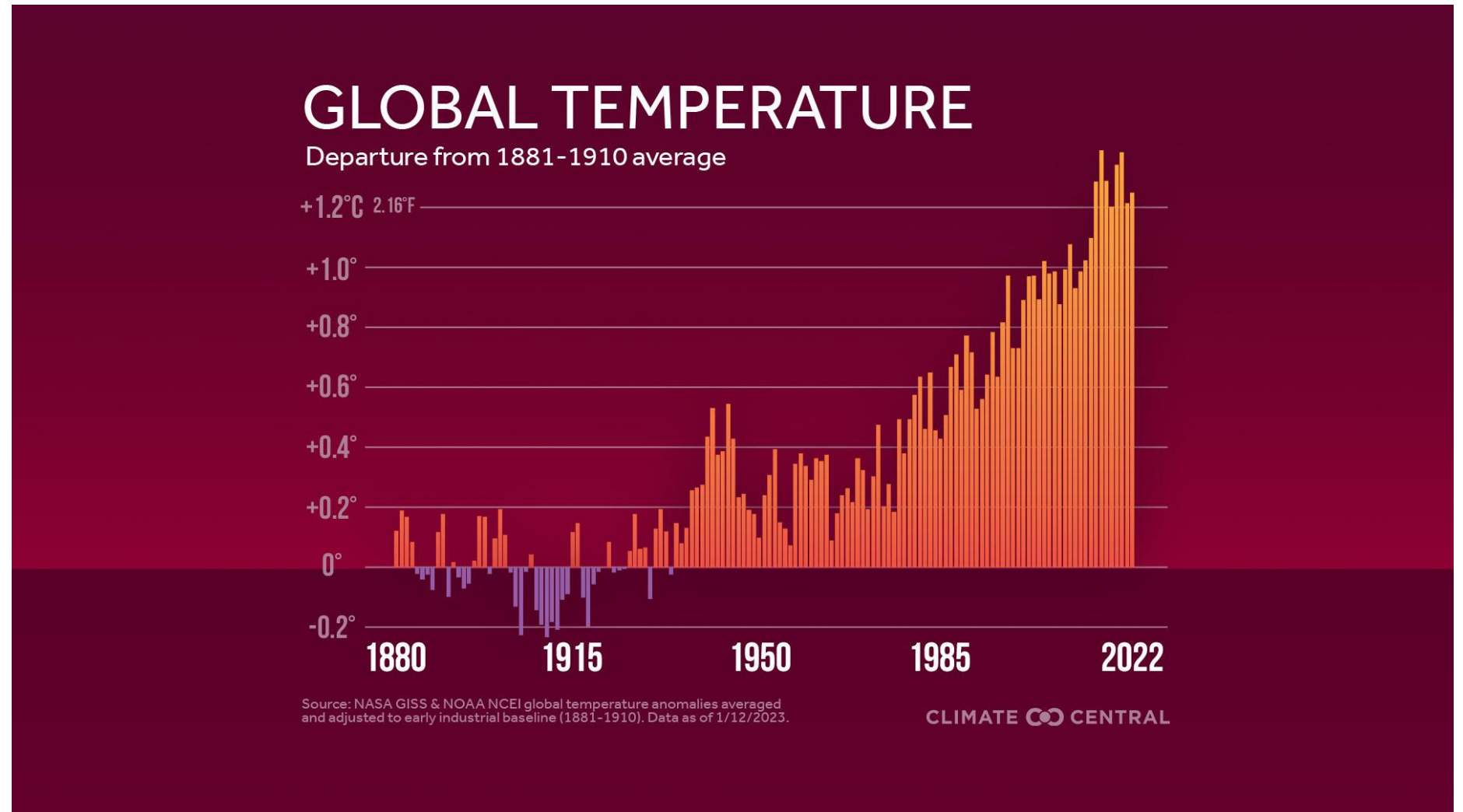
Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.



Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

O clima atual...

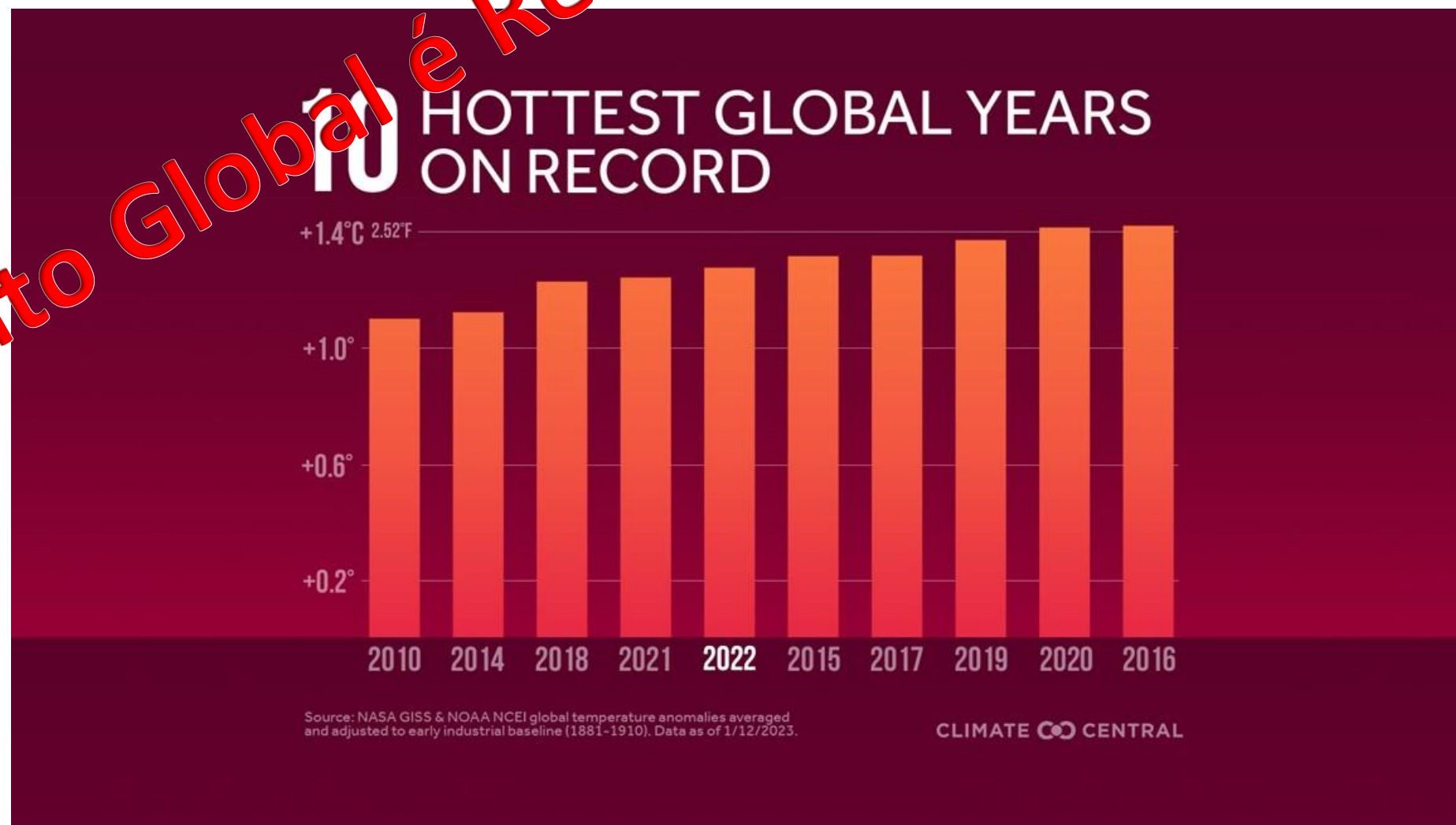




Conferencia sobre adaptación
ante los riesgos climáticos en
la realidad insular.

O clima atual...

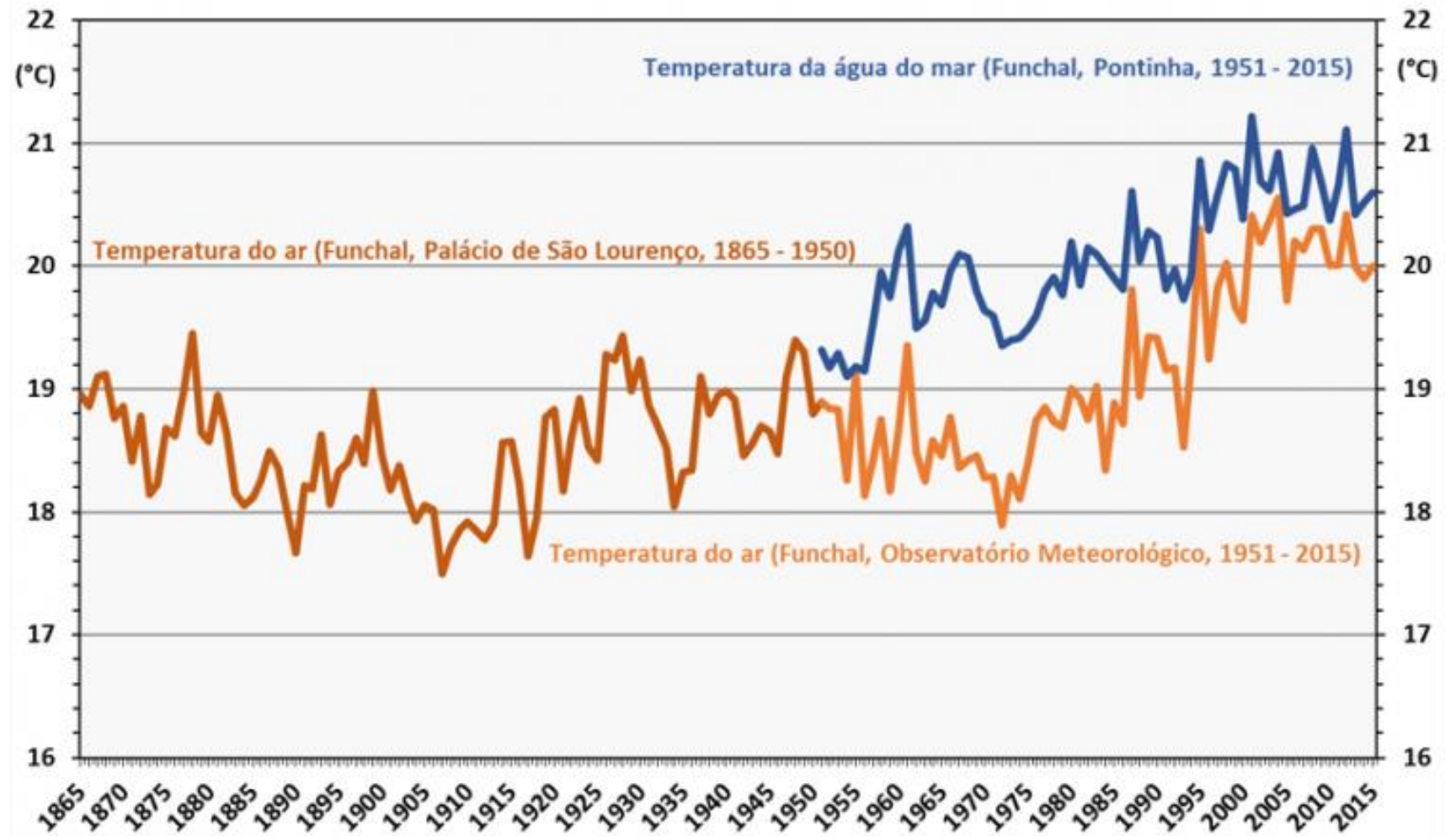
Aquecimento Global é Real!!!



Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

Consequências?





Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

E a nível regional?



“UMA REGIÃO ADAPTADA ÀS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS, COM O ENVOLVIMENTO REAL DA SUA SOCIEDADE E INTEGRAÇÃO DO SEU AMBIENTE”

➤ 3 Horizontes temporais

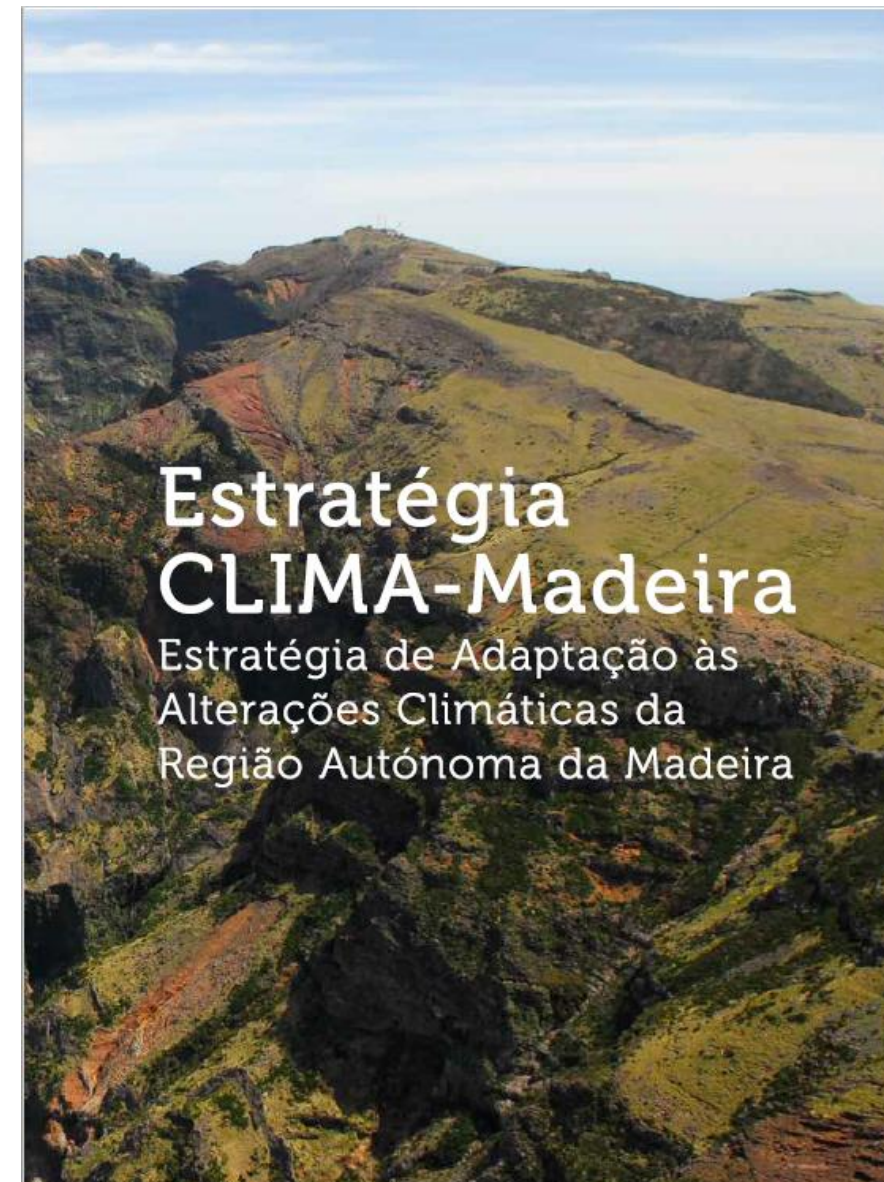
- Curto prazo – 2020 to 2039
- Médio prazo – 2040 to 2069
- Longo Prazo – 2070 to 2099

➤ 8 Sectores Estratégicos

➤ 30 Especialistas multidisciplinares + stakeholders regionais

➤ 72 Vulnerabilidades identificadas

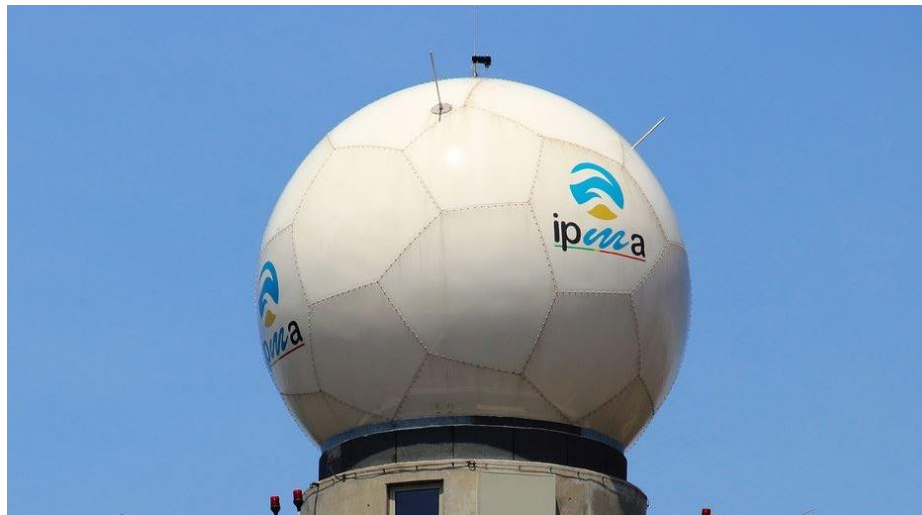
- ☐ Agricultura
- ☐ Florestas
- ☐ Biodiversidade
- ☐ Energia
- ☐ Recursos Hídricos
- ☐ Riscos Hidrogeomorfológicos
- ☐ Saúde Humana
- ☐ Turismo



- Central hidroeléctrica da Calheta III
- Faixa “**corta-fogo**” no Caminho dos Pretos e **Limpeza e Florestação** de terrenos
- Remodelação e ampliação dos sistemas de abastecimento e drenagem
- Infra-estruturas de Apoio à **Detecção e Vigilância de Incêndios**
- Rede de **Vigilância Entomológica**, monitorização do mosquito *Aedes aegypti*
- Projecto “Acompanhamento e **Gestão de Riscos em Encostas**”
- **Sistema de Alerta** de Aluviões na RAM
- Radar Meteorológico
- Acções de Formação/Sensibilização sobre as Alterações Climáticas em Escolas

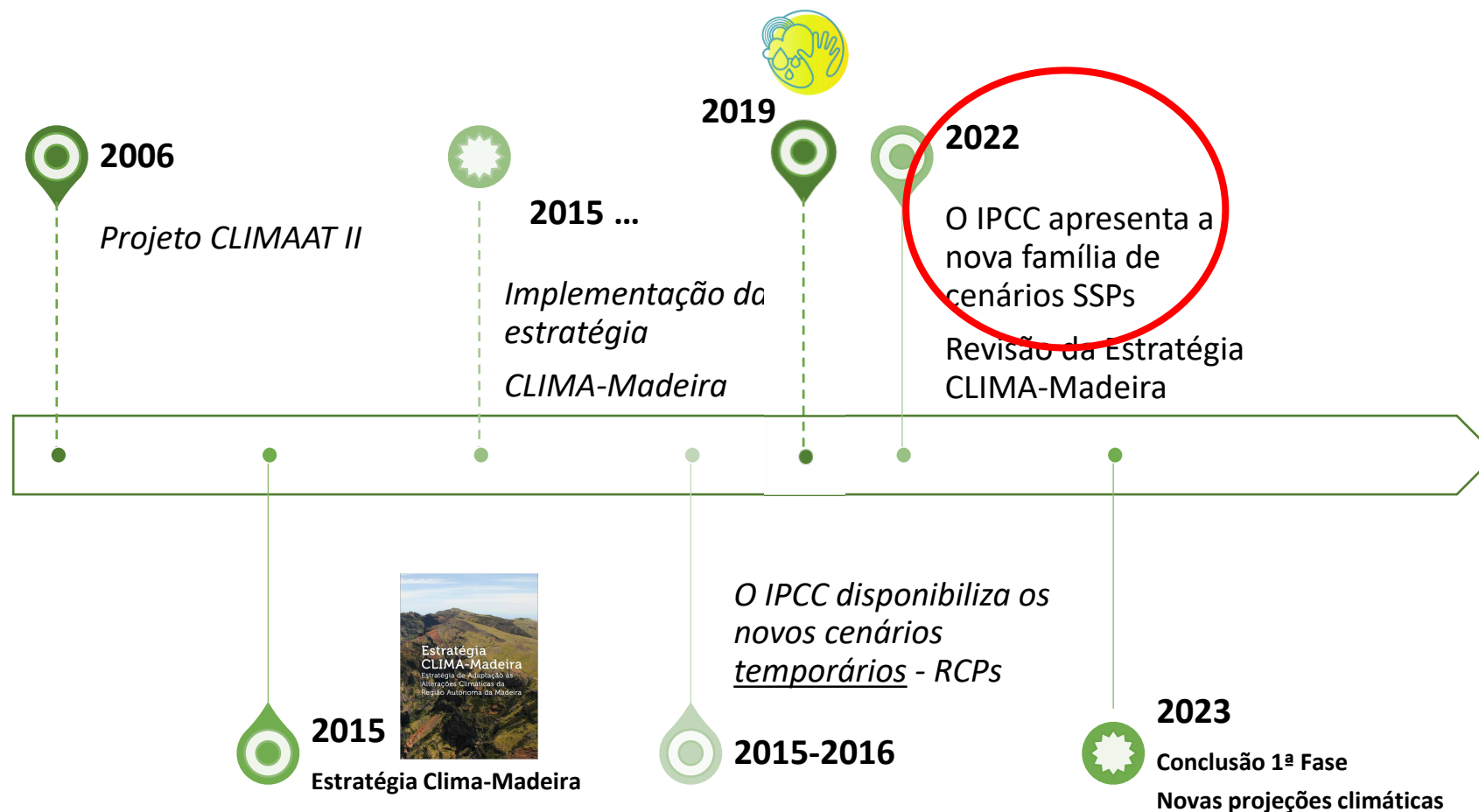
Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

Medidas de adaptação, mitigação e prevenção



- Plano de Ação para a Energia Sustentável e Clima (PAESC-RAM)
- Programa Regional de Ordenamento do Território da Região Autónoma da Madeira (PROTRAM)
- Programa da Orla Costeira do Porto Santo e Programa da Orla Costeira da Madeira (POCs)
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira (PGRH)
- Plano de Gestão dos Riscos de Inundações da Região Autónoma da Madeira (PGRI)
- Plano de Prevenção, Vigilância e Combate a Incêndios Florestais (PPVIF-RAM)
- Plano Regional de Emergência de Proteção Civil (PREPC)
- Plano Regional de Ordenamento Florestal da Região Autónoma da Madeira (PROF-RAM)
- Plano Regional de Prevenção e Controlo de Doenças Transmitidas por Vectores

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

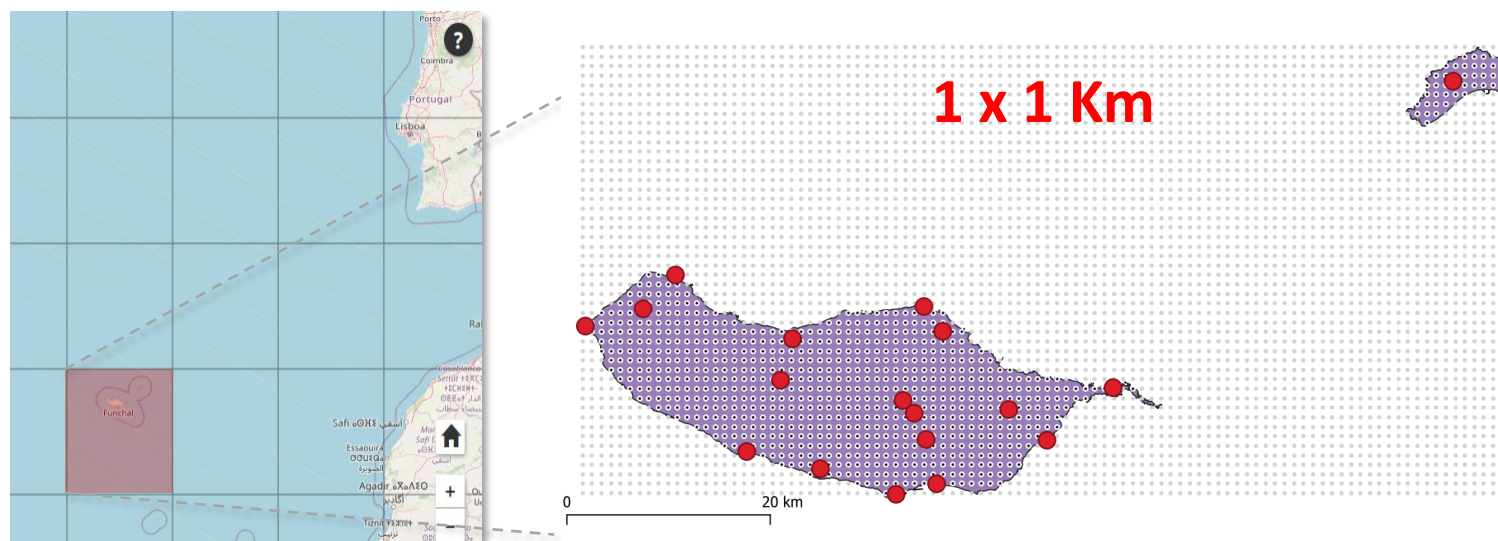
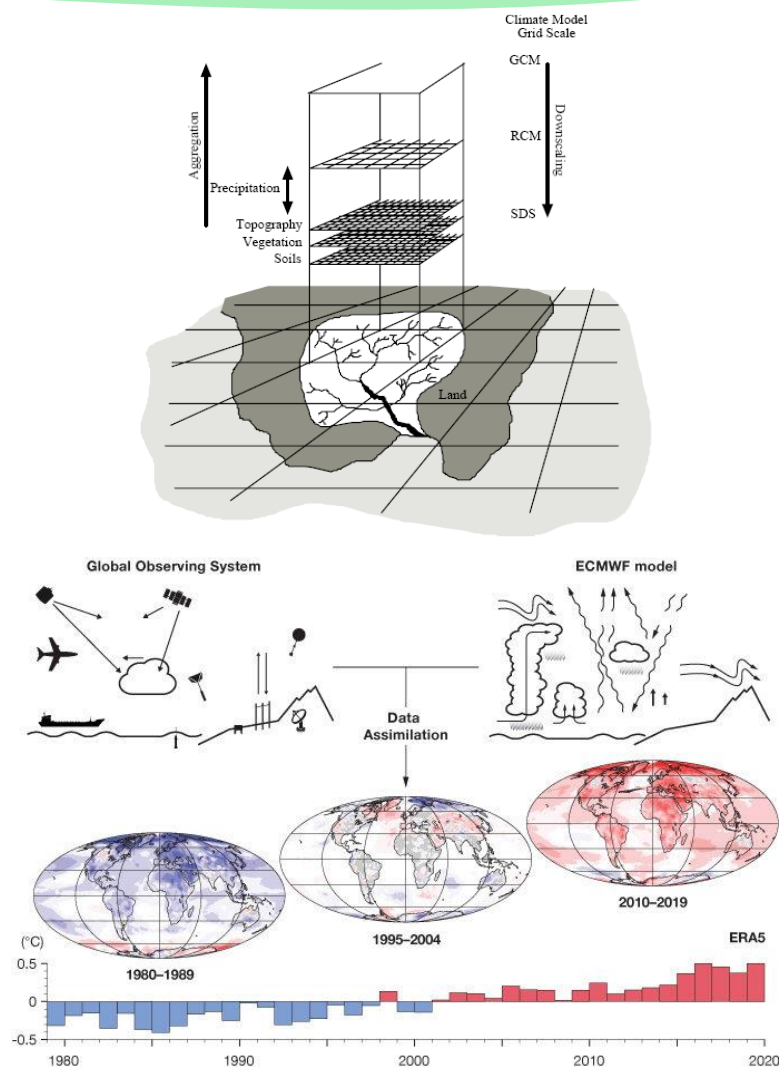


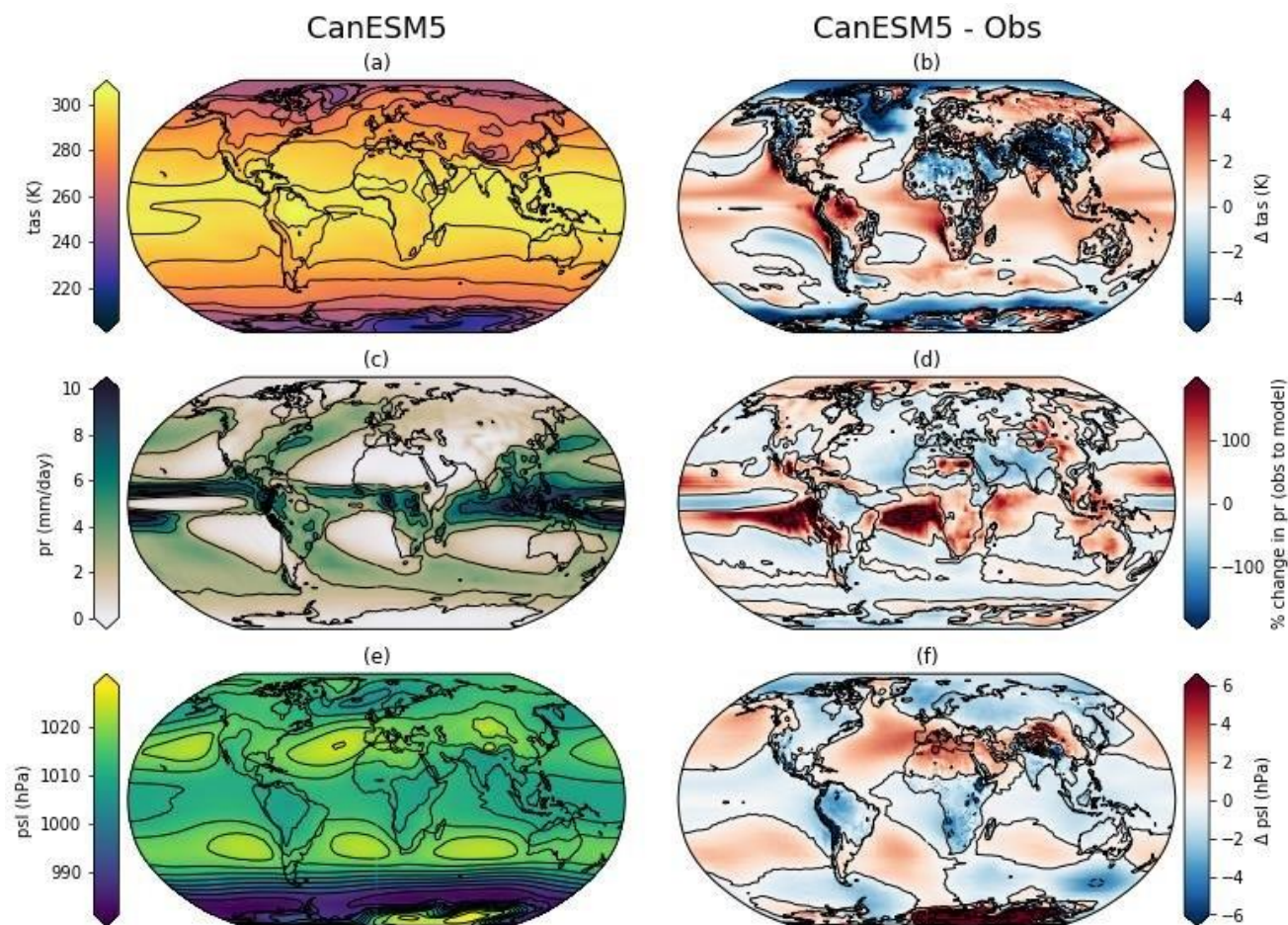
Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

1ª Fase Revisão

REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

- A regionalização climática é o processo que permite a representação da variabilidade climática com maior resolução espacial, através da análise das condições sinóticas da atmosfera, representada por Modelos de Circulação Global ou Regional.





CRITÉRIOS DE SELEÇÃO:

- Aprovado e validado pelo CMIP6
- Novos cenários SSP's
- Dados diários
- Resolução espacial +- 200 km
- Perfil vertical (1000/850/500 hPa)

Estatística Bayesiana (INLA)

The probability of raining $P(x_i)$ at a location $x_i, i = 1, \dots, n$ follows a binomial distribution but since the amount of days with no rain can be high, using a zeroinflatedbinomial distribution can produce more realistic results since the zero-inflated probability distribution functions allows for frequent zero-valued observations, N_{it} ,

$$P(x_{it}) \sim \text{ZeroinflatedBinomial}(N_{it}, P(x_{it})),$$
$$P(x_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{var}_1 + \dots + \beta_n \times \text{var}_n + \omega(x_{it})$$

To model the rain amount that can cover the wide range of precipitation values that are often small and sometimes high a Gamma distribution was chosen,

$$x_{it} \sim \text{Gamma}(N_{it}, x_{it}),$$
$$\text{logit}(x_{it}) = \beta_0 + \beta_1 \times \text{var}_1 + \dots + \beta_n \times \text{var}_n + \omega(x_{it})$$

where β_0 is the intercept and β_n are the fixed effects related to meteorological and orographic covariates var_n . The term ω_{it} is a spatial-temporal structured random effect which follows a zero-mean Gaussian process with Matern covariace function:

$$\text{cov}(\omega(x_i), \omega(x_j)) = \frac{\sigma^2}{2^{v-1}\Gamma(v)} \left(k \|x_i - x_j\|\right)^v k_v \left(k \|x_i - x_j\|\right)$$

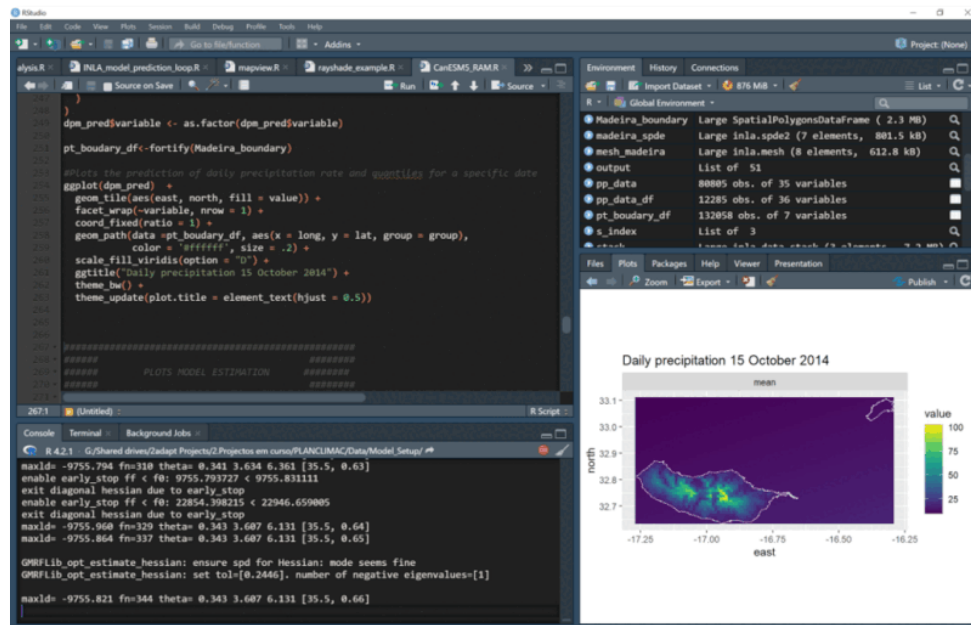
Conferencia sobre adaptación
ante los riesgos climáticos en
la realidad insular.

1ª Fase Revisão

REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

International Journal of Global Warming

<https://doi.org/10.1504/IJGW.2023.130985>



Int. J. Global Warming, Vol. 30, No. 2, 2023

161

High resolution spatial-temporal downscaling model for historical daily precipitation using INLA

Pedro Garrett*

CE3C – Centre for Ecology,
Evolution and Environmental Changes,
Faculdade de Ciências,
Universidade de Lisboa,
1749-016 Lisbon, Portugal
Email: pmagarett@fc.ul.pt
and
2adapt – Climate Adaptation Services LDA,
Rua António Sampaio de Souza Maldonado,
No. 15, 7100-699 Veiros, Portugal
*Corresponding author

Filipe Duarte Santos

CE3C – Centre for Ecology,
Evolution and Environmental Changes,
Faculdade de Ciências,
Universidade de Lisboa,
1749-016 Lisbon, Portugal
Email: fdsantos@fc.ul.pt

Rui Perdigão

CE3C – Centre for Ecology,
Evolution and Environmental Changes,
Faculdade de Ciências,
Universidade de Lisboa,
1749-016 Lisbon, Portugal
and
Meteoceanics Institute for Complex System Science,
Vienna, Austria
Email: raperdigao@fc.ul.pt

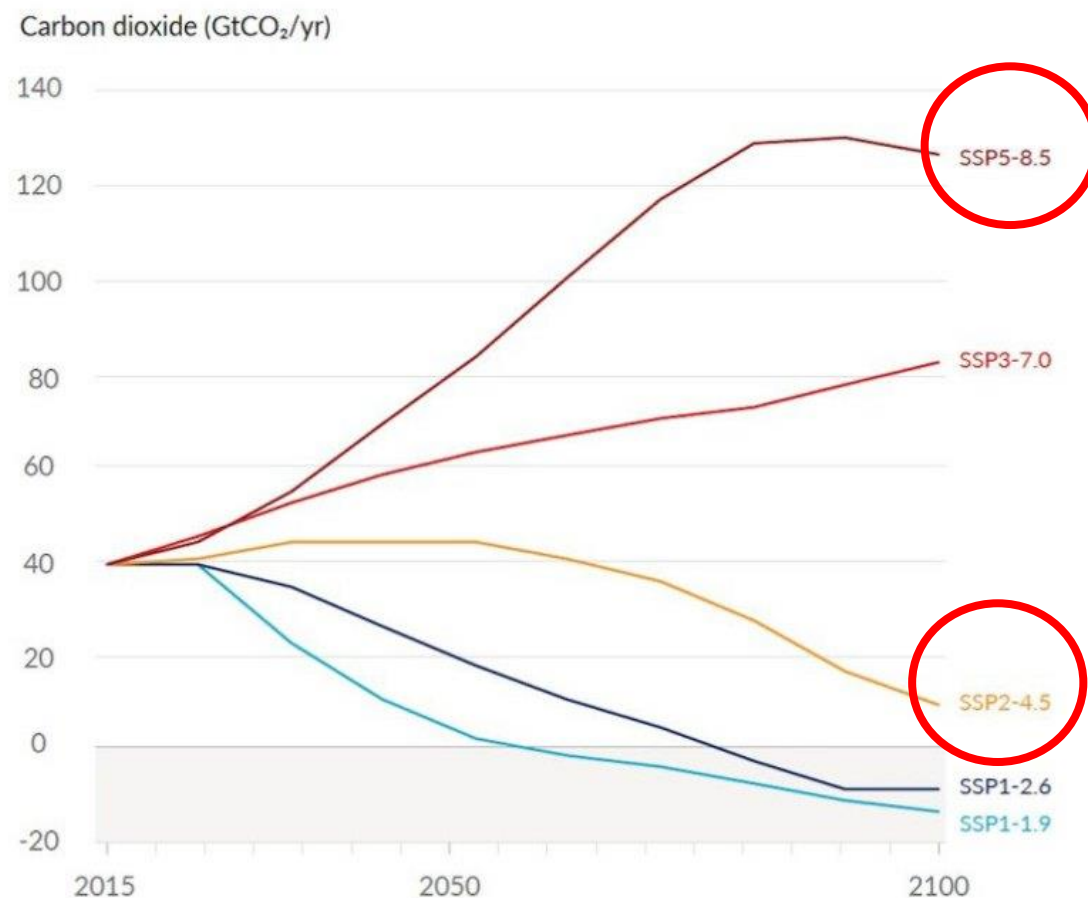
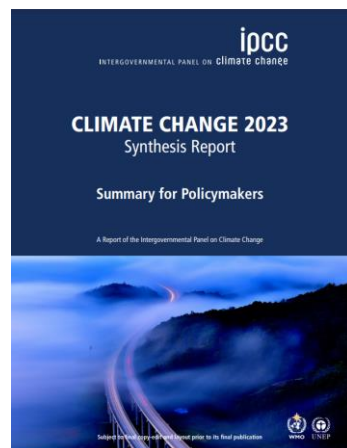
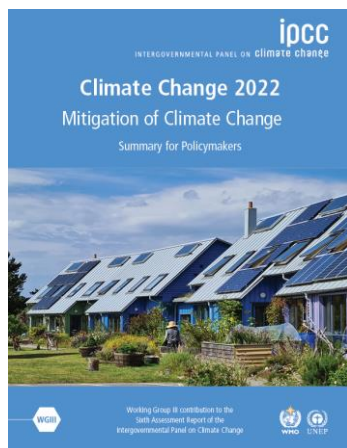
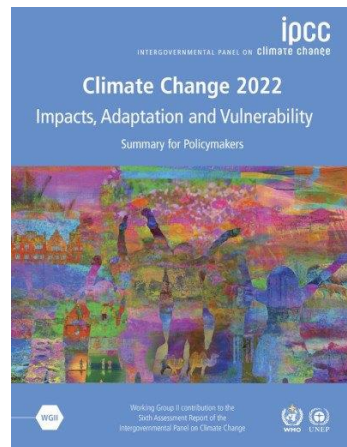
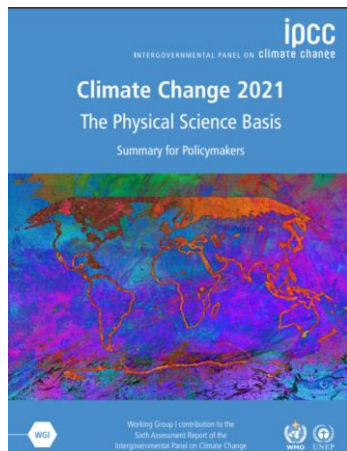
Abstract: Precipitation and precipitation extremes have long been challenging to estimate. Significant progress has been made with successive generations of Earth system models capable of simulating our climate with a global coverage. In this paper, a new statistical approach is presented based on the integrated nested Laplace approximation (INLA) method to downscale historical daily precipitation rates. The spatial and spatio-temporal structures were used in a Bayesian approach, to produce a daily 5 km regular grid for continental Portugal. Results show the capability of the method to provide fast results aligned with the observations, but still underestimating precipitation events higher than 100 mm/day.

Copyright © 2023 Inderscience Enterprises Ltd.

Cooperación Territorial

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

1ª Fase Revisão REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS



Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

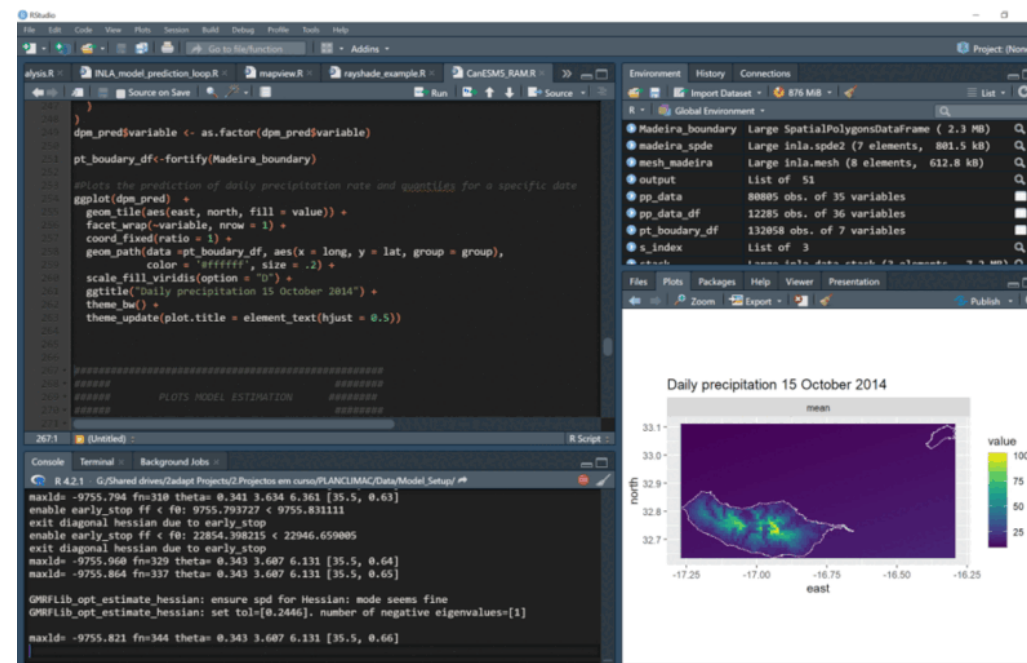
Variáveis estudadas

Nº.	Identificador	Variáveis
1	mslp	Mean sea level pressure
2	p1_f	1000 hPa Wind speed
3	p1_u	1000 hPa Zonal wind component
4	p1_v	1000 hPa Meridional wind component
5	p1_z	1000 hPa Relative vorticity of true wind
6	p1th	1000 hPa Wind direction
7	p1zh	1000 hPa Divergence of true wind
8	p5_f	500 hPa Wind speed
9	p5_u	500 hPa Zonal wind component
10	p5_v	500 hPa Meridional wind component
11	p5_z	500 hPa Relative vorticity of true wind
12	p5th	500 hPa Wind direction
13	p5zh	500 hPa Divergence of true wind
14	p8_f	850 hPa Wind Speed
15	p8_u	850 hPa Zonal wind component
16	p8_v	850 hPa Meridional wind component
17	p8_z	850 hPa Relative vorticity of true wind
18	p8th	850 hPa Wind direction
19	p8zh	850 hPa Divergence of true wind
20	p500	500 hPa Geopotential
21	p850	850 hPa Geopotential
22	prcp	Total precipitation
23	s500	500 hPa Specific humidity
24	s850	850 hPa Specific humidity
25	shum	1000 hPa Specific humidity
26	temp	Air temperature at 2 m

1ª Fase Revisão

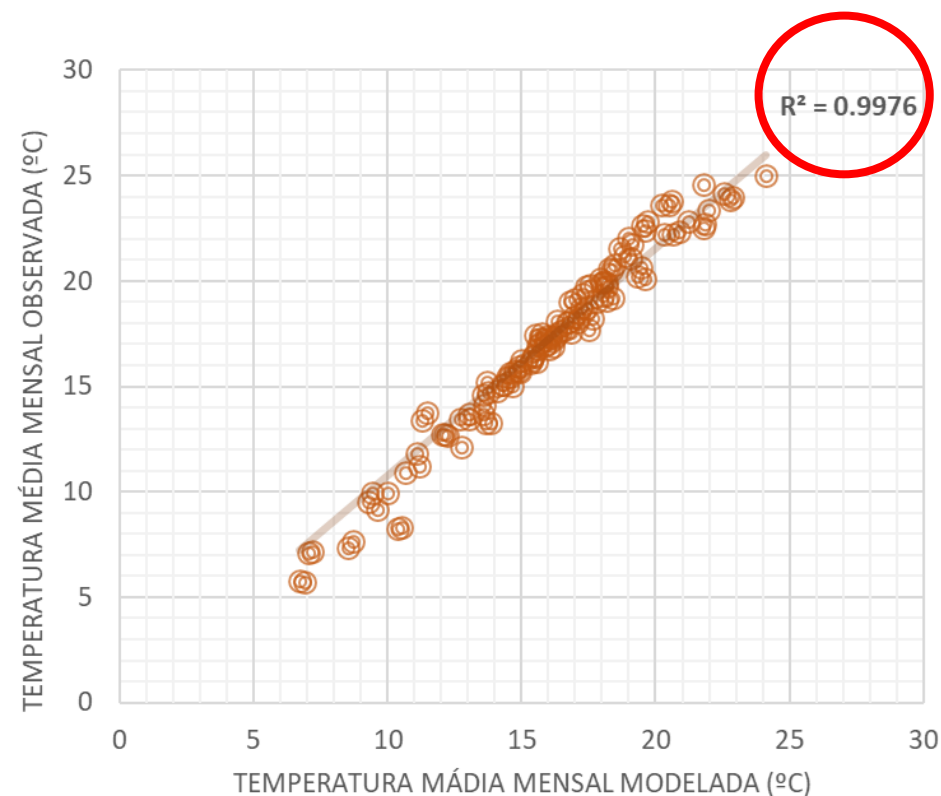
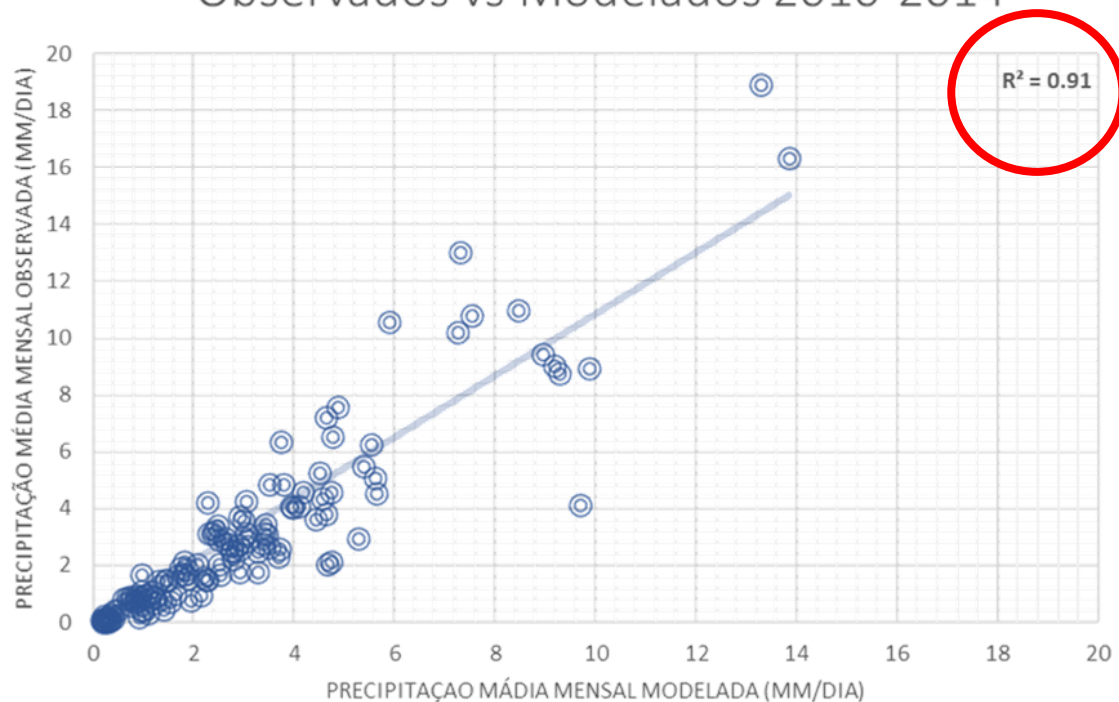
REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

Nº.	Variáveis
27	Altitude
28	Áreas Urbanas
29	Área florestal
30	Parques naturais
31	Face norte
32	Latitude e Longitude



Validação dos modelos

Observados vs Modelados 2010-2014



1ª Fase Revisão

REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

☐ Temperatura e Precipitação

- **Diários** entre 2020 e 2050
- Cenários SSP2 e SSP5
- 43 800 simulações

☐ Temperatura e Precipitação

- **Mensal** 2050 e 2100
- Cenários SSP2 e SSP5
- 2400 simulações

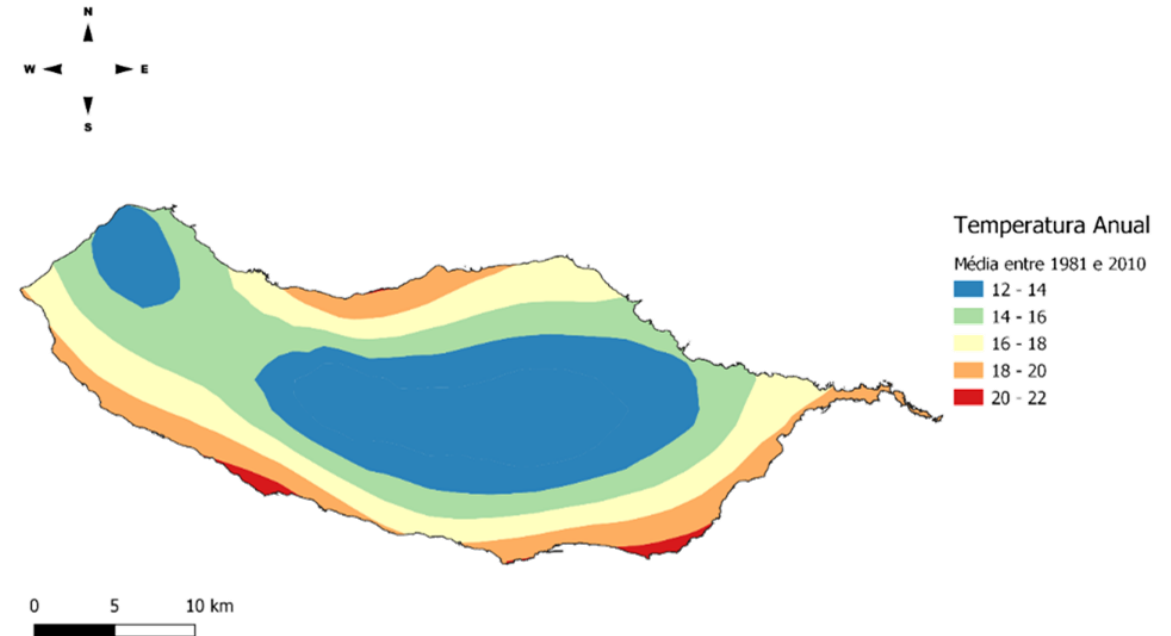
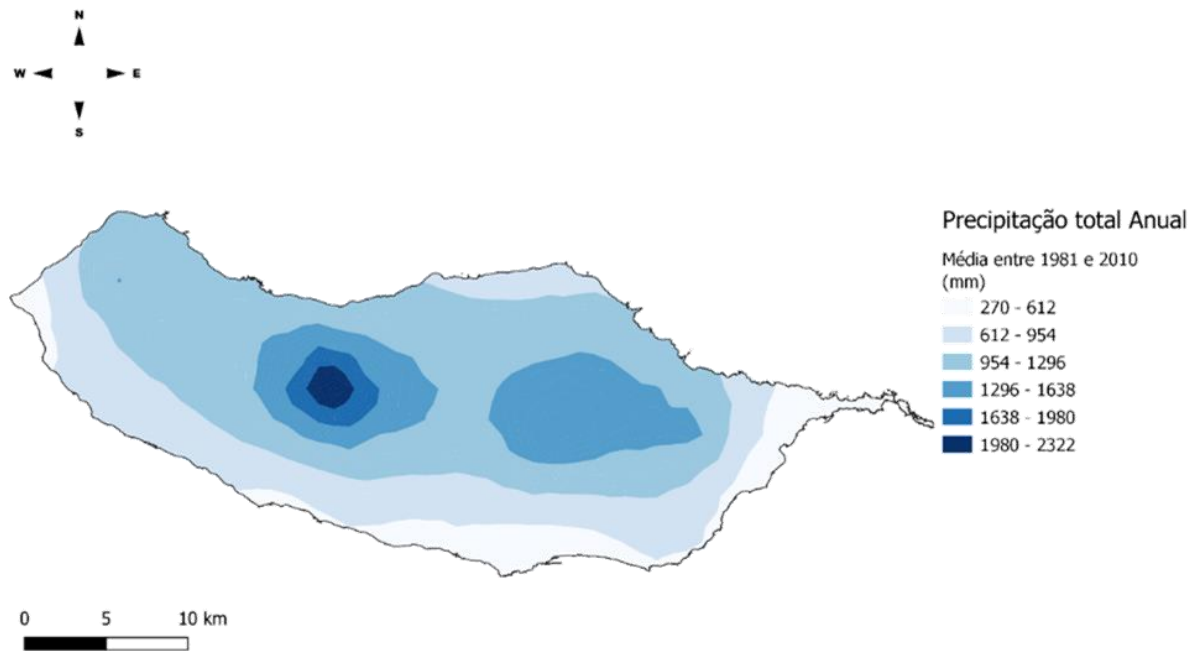
☐ Vento, Radiação e Subida do Mar

- Tendências até 2100

☐ Servidor de Mapas

- Visualização
- Gestão

Cenário de referencia – 1981-2010

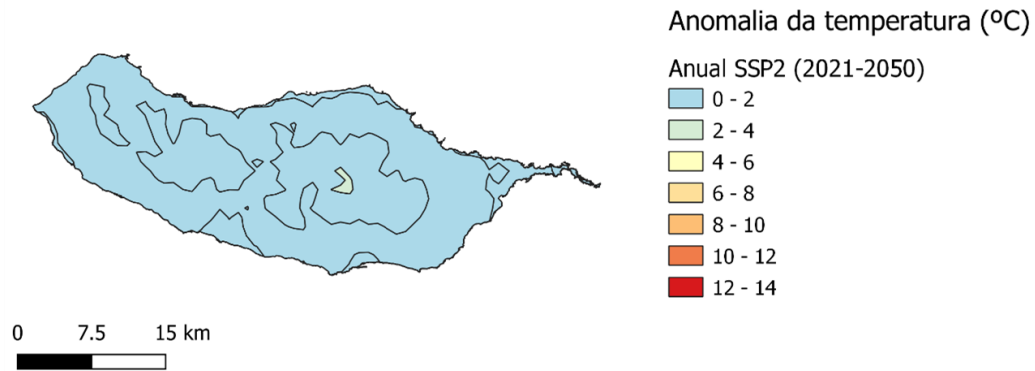


Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

1ª Fase Revisão Anomalia de temperatura REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

2021-2050

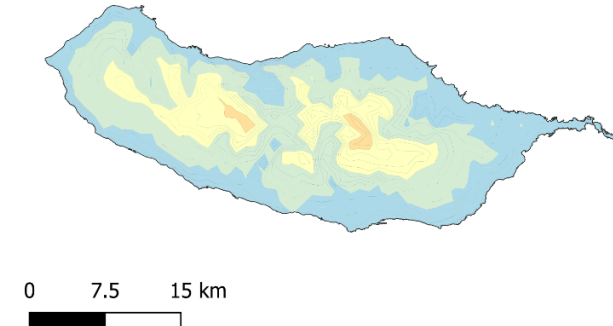
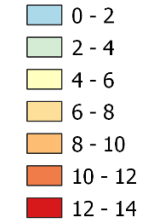
SSP2



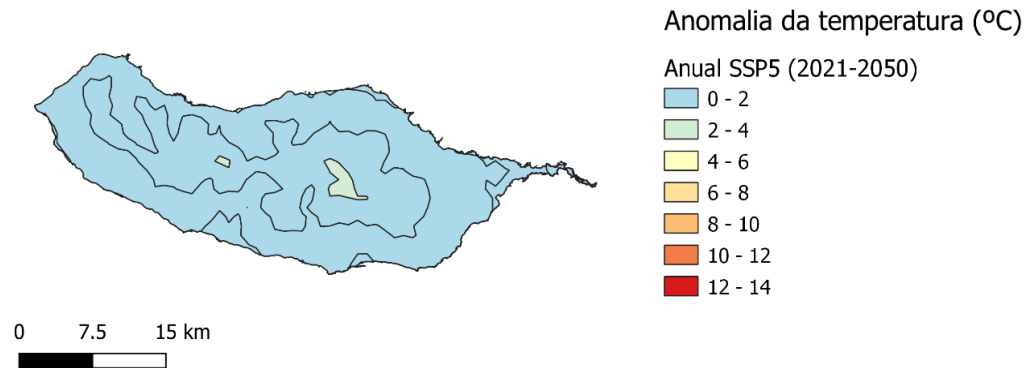
2051-2080

Anomalia da temperatura (°C)

Anual SSP2 (2051-2080)

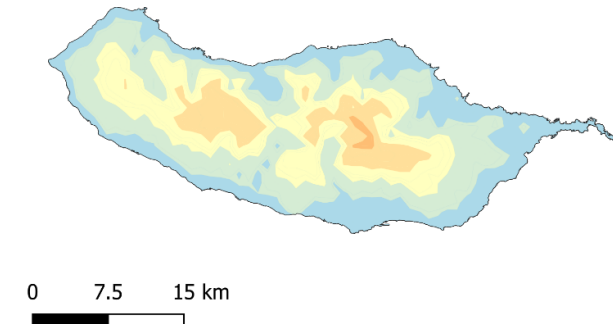
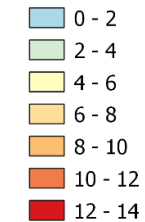


SSP5



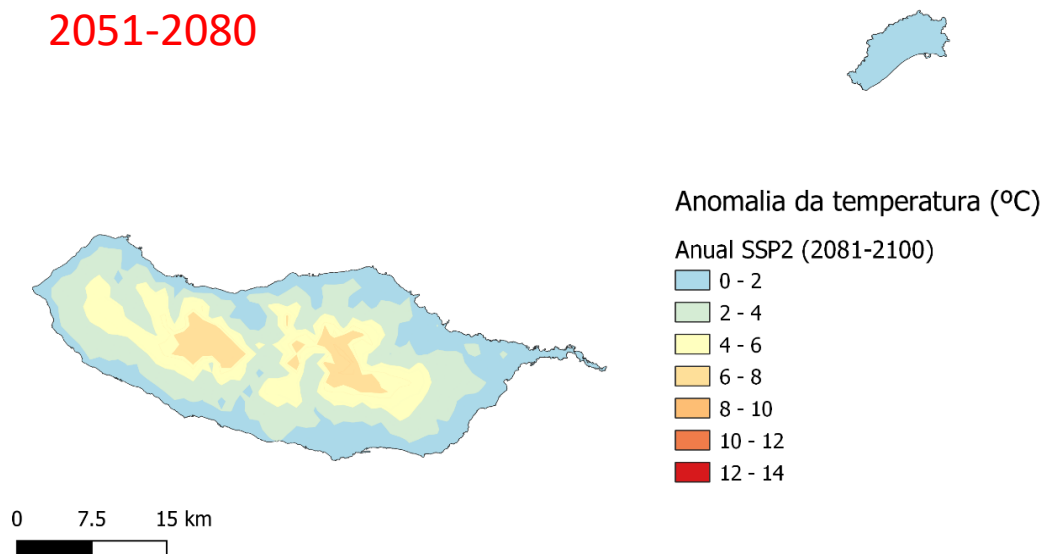
Anomalia da temperatura (°C)

Anual SSP5 (2051-2080)



2051-2080

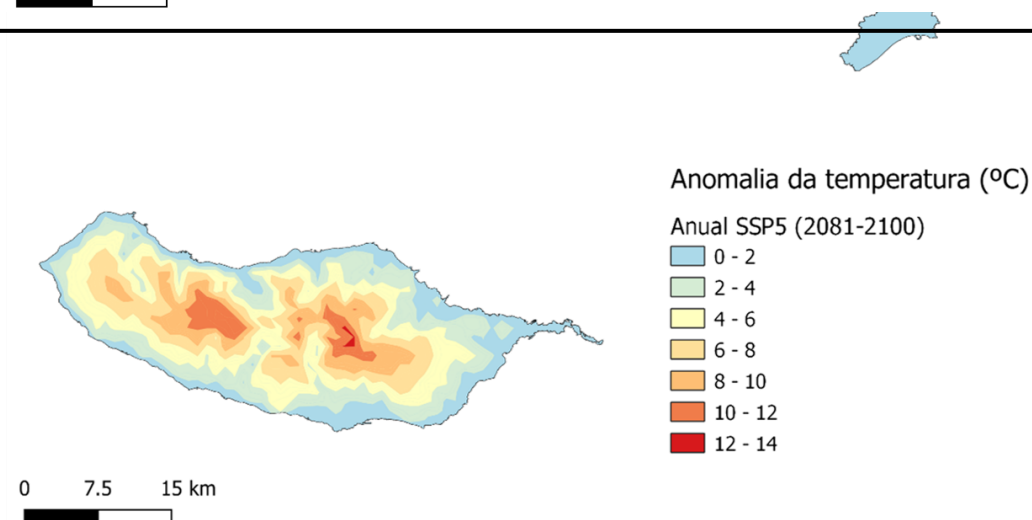
SSP2



➤ Aumento da temperatura média:

- Até 2°C até 2050 na Madeira
- Entre 3.1°C e 4.9°C até 2100 na Madeira
- 2°C em Porto Santo

SSP5



➤ É nas cotas mais elevadas que a anomalia da temperatura é maior

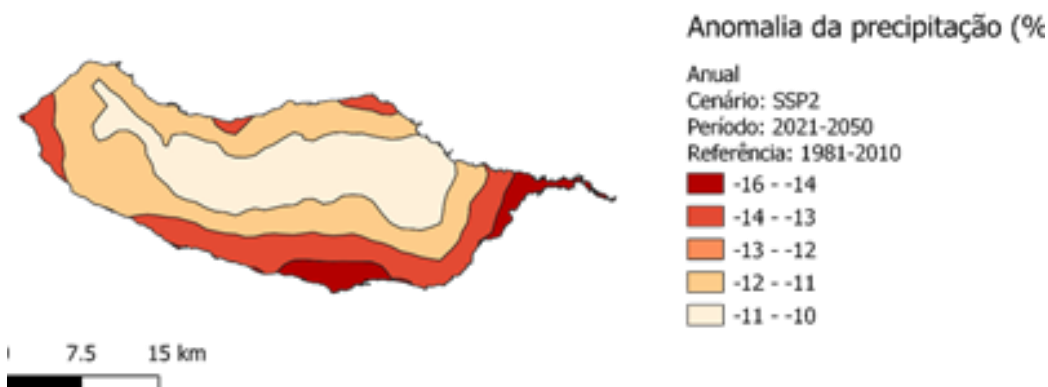
- Subida de 12°C nas cotas mais elevadas em 2100

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

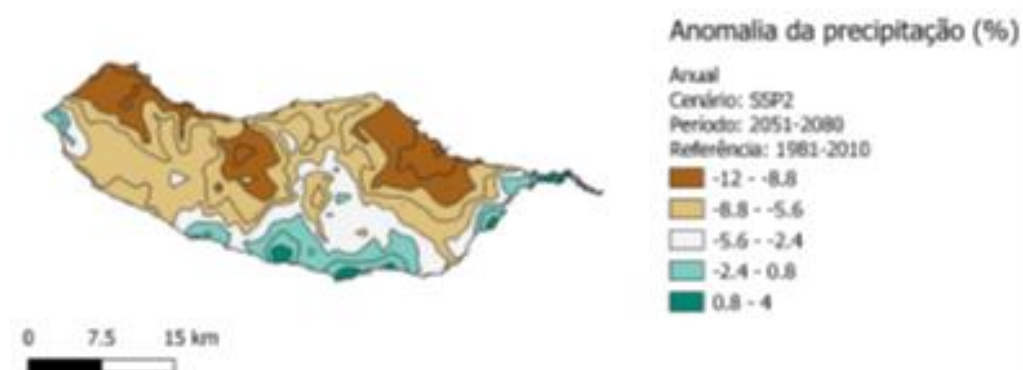
1ª Fase Revisão Anomalia de precipitação REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

2021-2050

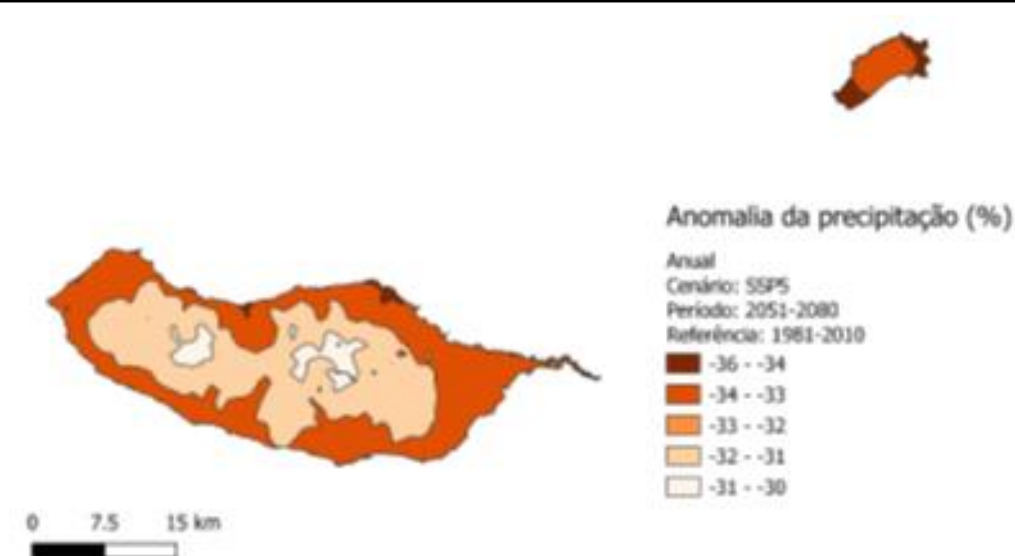
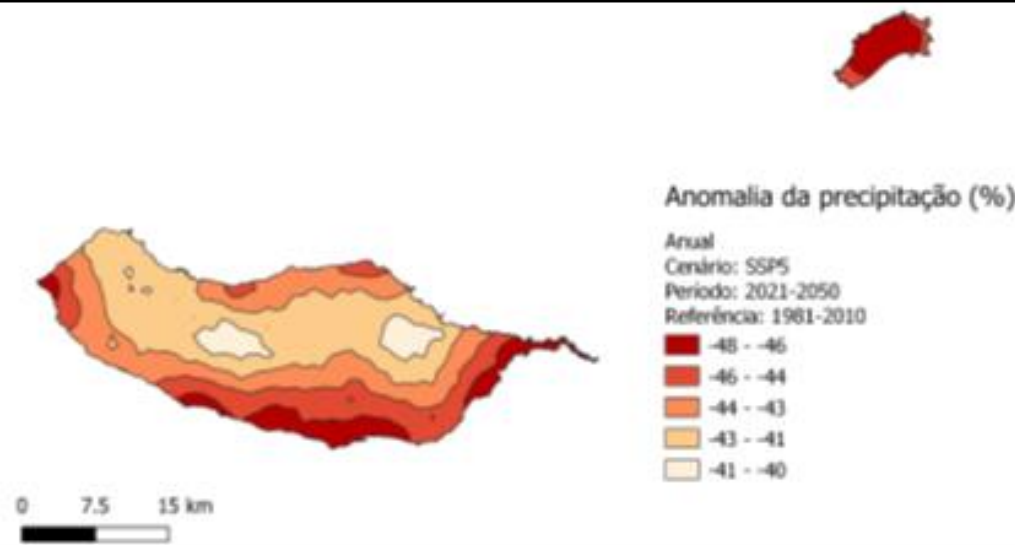
SSP2



2051-2080

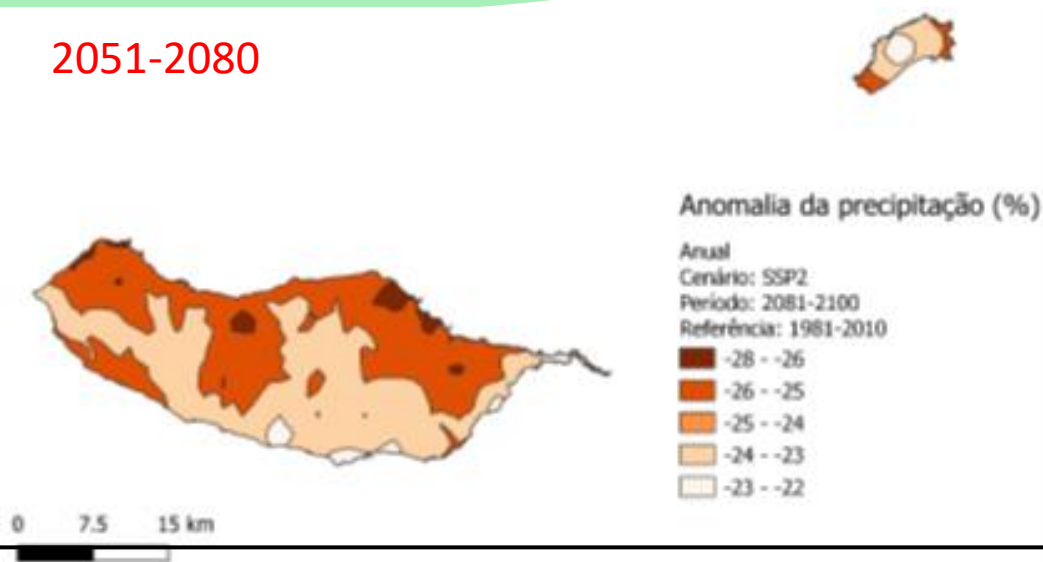


SSP5



2051-2080

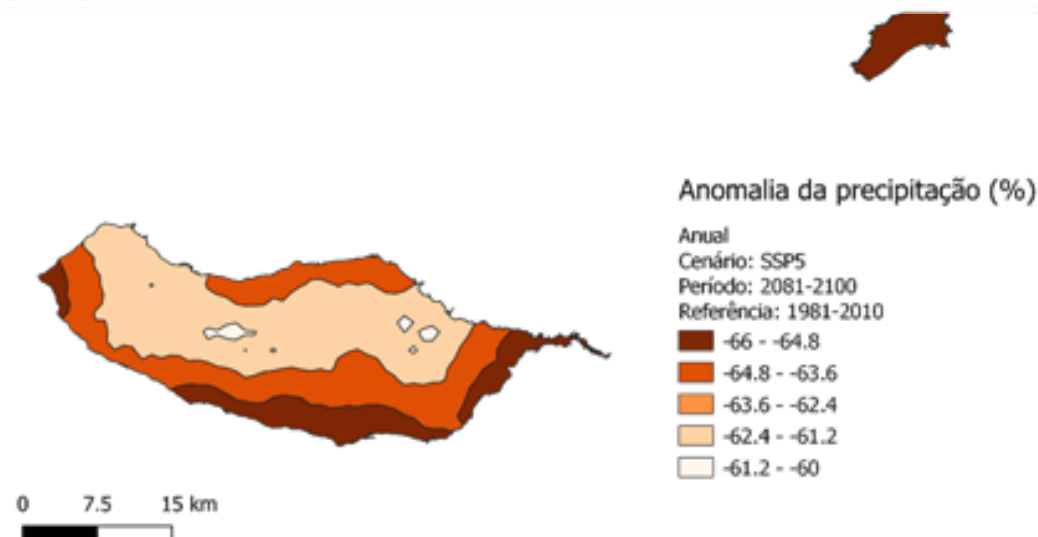
SSP2



➤ Redução da precipitação:

- 24% SSP2;
- 64% SSP5;

SSP5



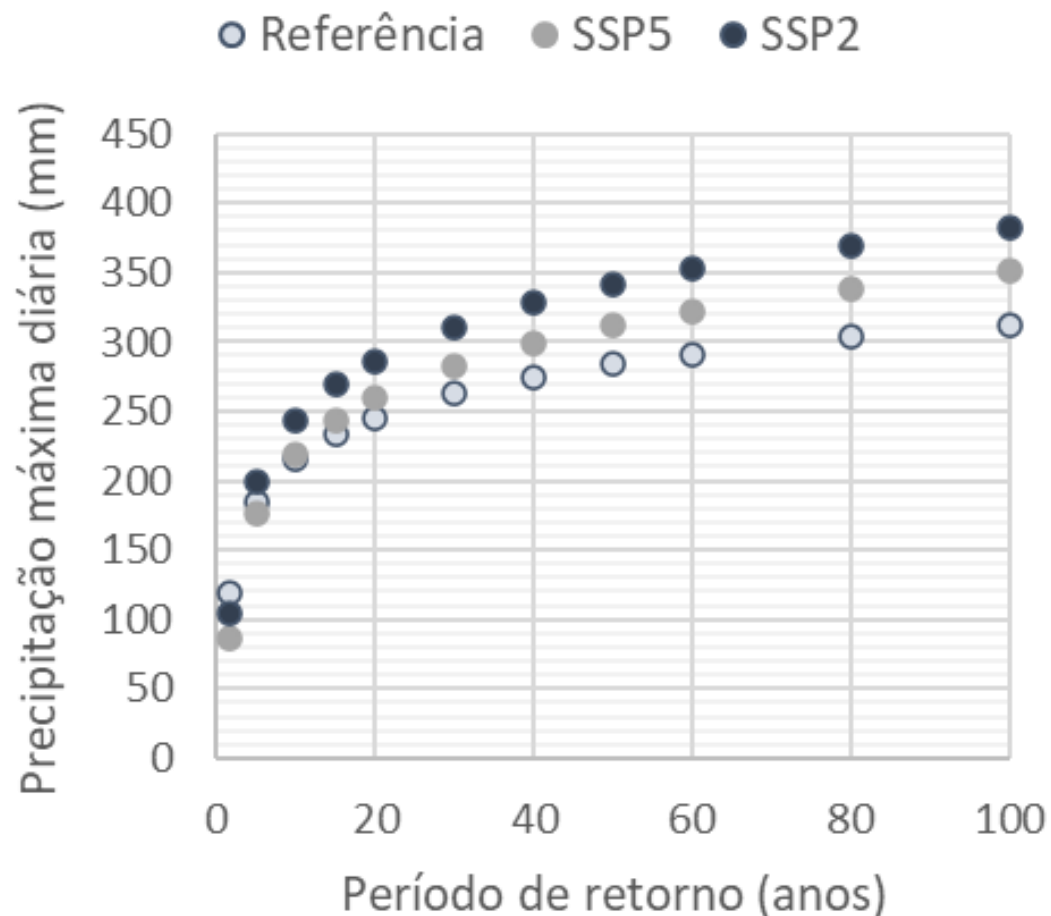
➤ Implicações para a Floresta Laurissilva e recarga dos aquíferos

➤ Sistema electroprodutor

➤ Caso particular do Porto Santo

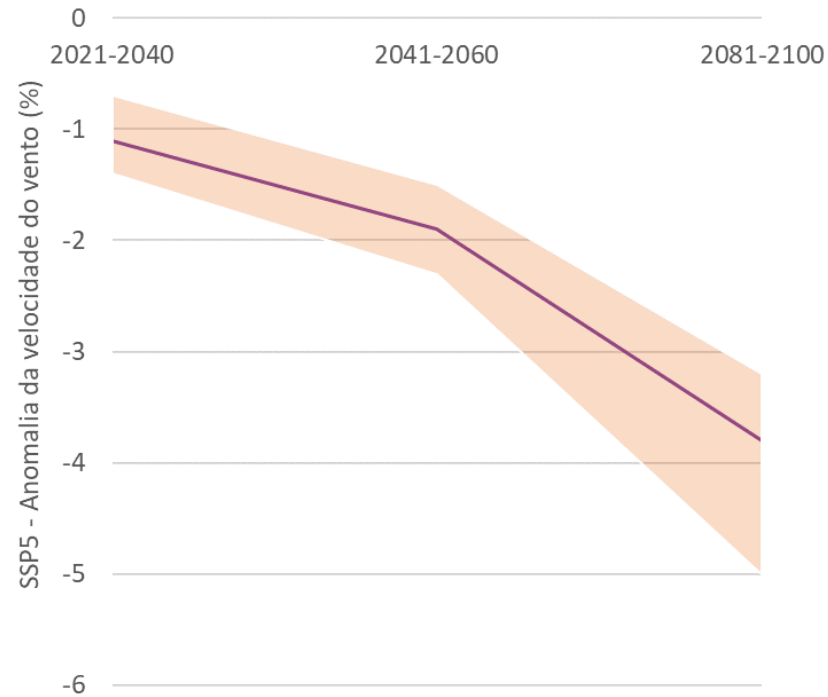
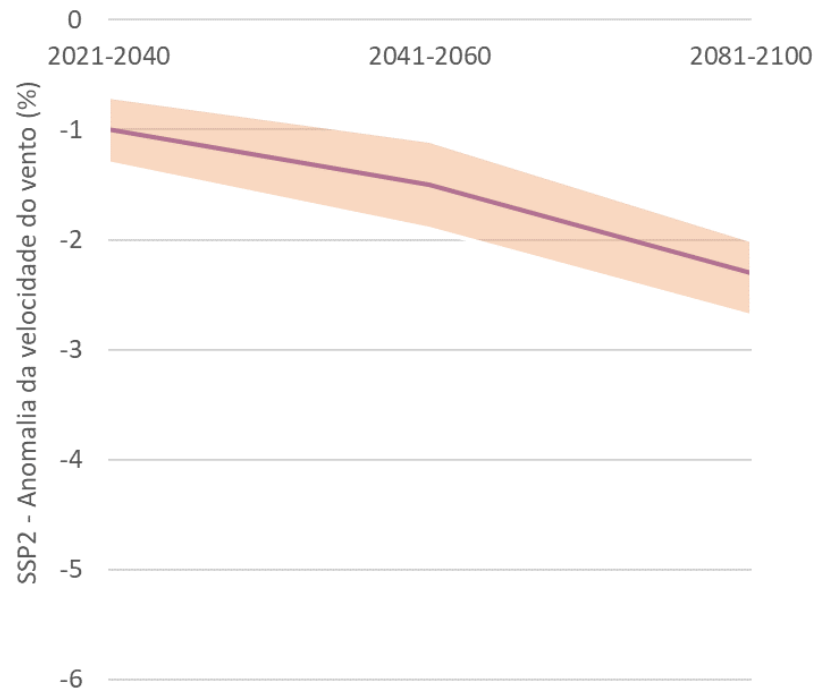
REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

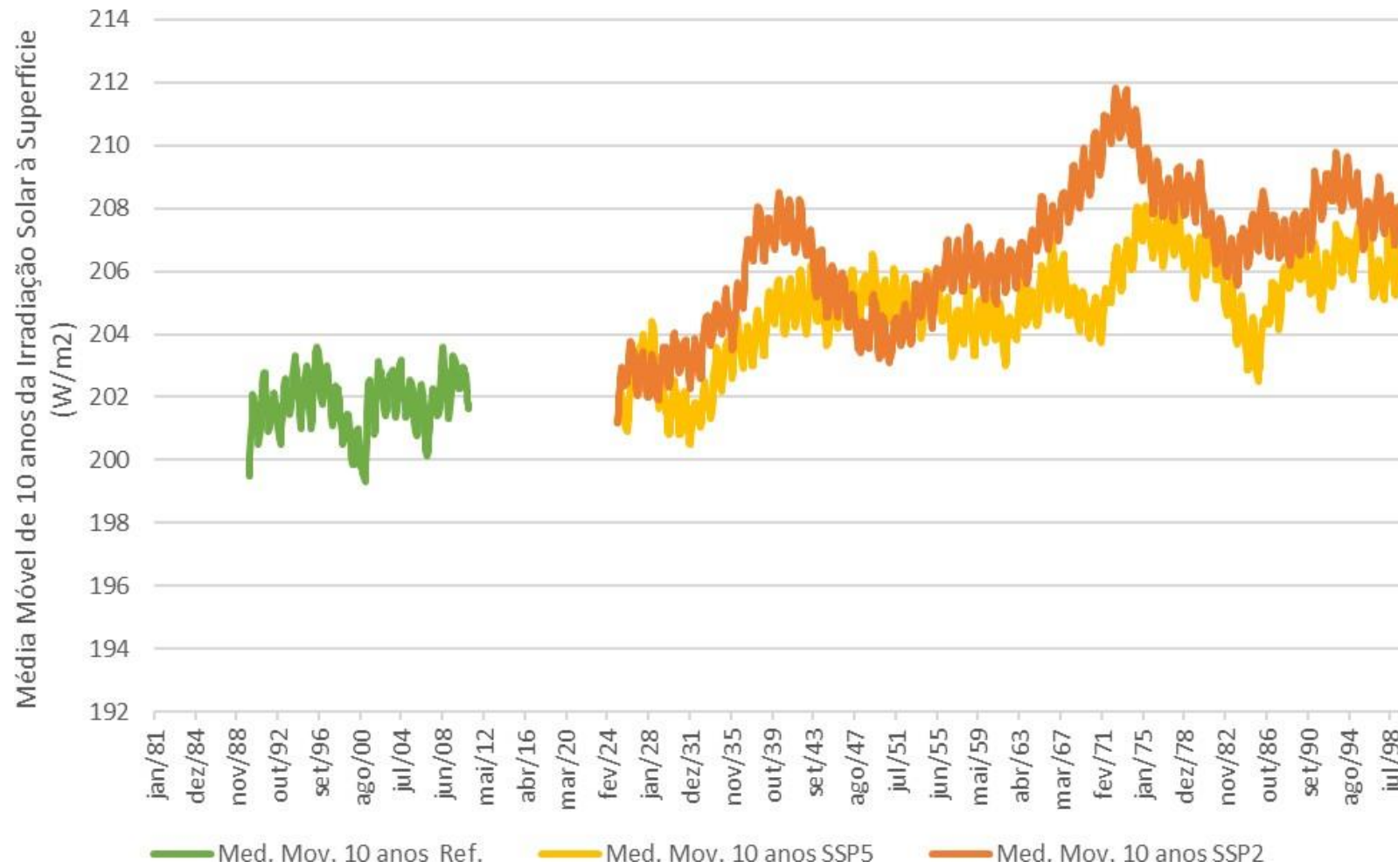
		SPI3			SPI12		
		Ref.	SSP5	SSP2	Ref.	SSP5	SSP2
≥2.00	chuva extrema	3%	2%	4%	3%	2%	3%
1.50 a 1.99	chuva severa	3%	4%	4%	4%	2%	4%
1.00 a 1.49	chuva moderada	9%	9%	7%	5%	9%	7%
0.99 a 0.50	chuva fraca	15%	15%	12%	16%	21%	17%
0.49 a -0.49	normal	41%	39%	41%	43%	34%	36%
-0.50 a -0.99	seca fraca	14%	14%	18%	12%	16%	13%
-1.00 a -1.49	seca moderada	9%	11%	10%	7%	10%	18%
-1.50 a -1.99	seca severa	4%	5%	4%	7%	4%	2%
≤ - 2.00	seca extrema	3%	1%	0%	2%	2%	0%

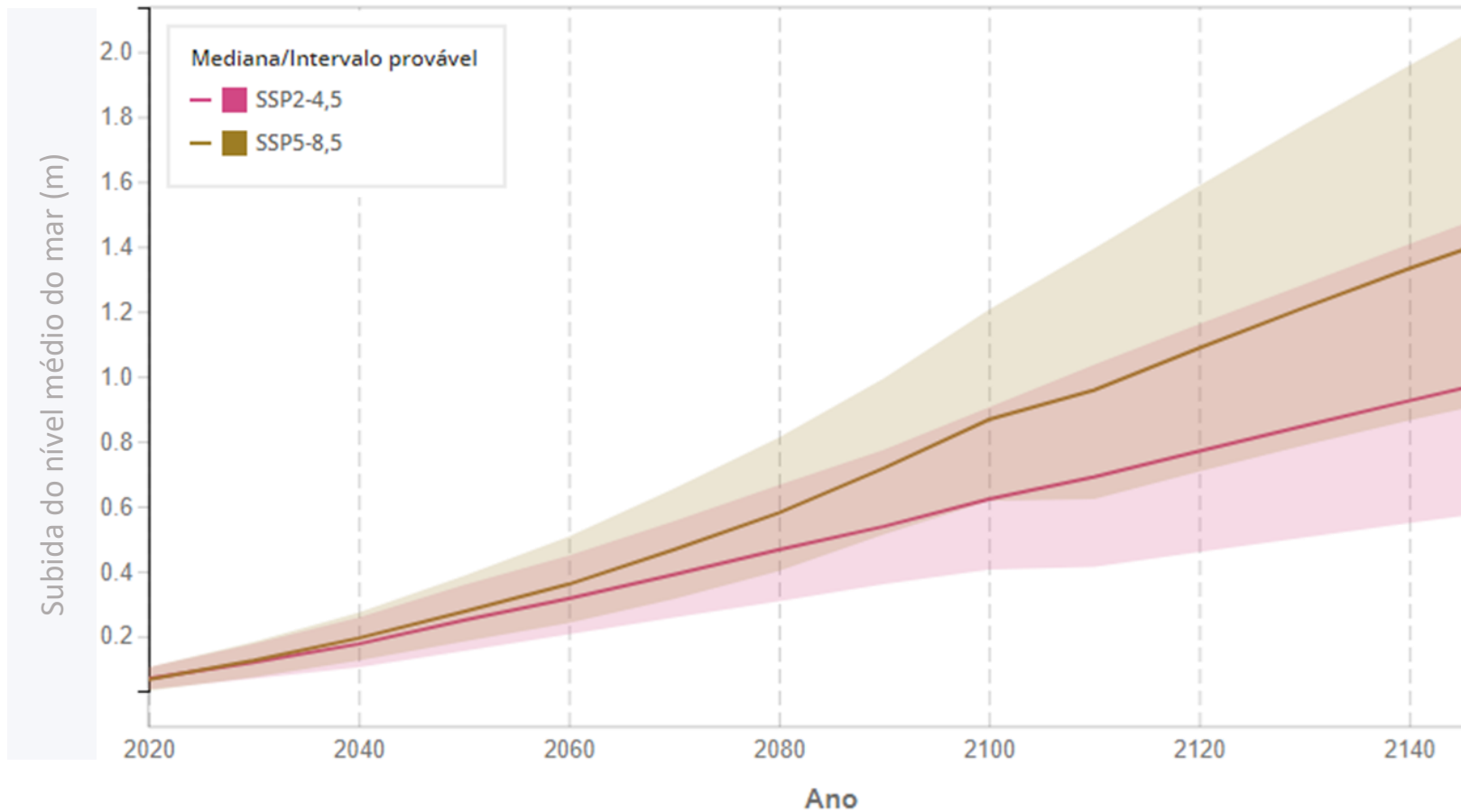


Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

1ª Fase Revisão **Velocidade do vento** REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS







Resumo dos resultados

- Redução média da precipitação entre 24% a 65% até 2100
- Aumento da temperatura média até 2°C até 2050 e entre 3.1°C e 4.9°C até 2100 na Madeira e de 2°C em Porto Santo
 - É nas cotas mais elevadas que a anomalia da temperatura é maior
- Diminuição da velocidade média anual do vento entre 2% a 4%
- Subida do nível médio do mar entre 0.6 e 0.8 metros até 2100, ou no pior cenário 1.2 m até 2150
- Aumento da frequência de precipitação extrema entre 22% e 49% até 2050
- Os períodos de seca moderada têm tendência a aumentar entre 3% a 11% até 2050

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

1ª Fase Revisão

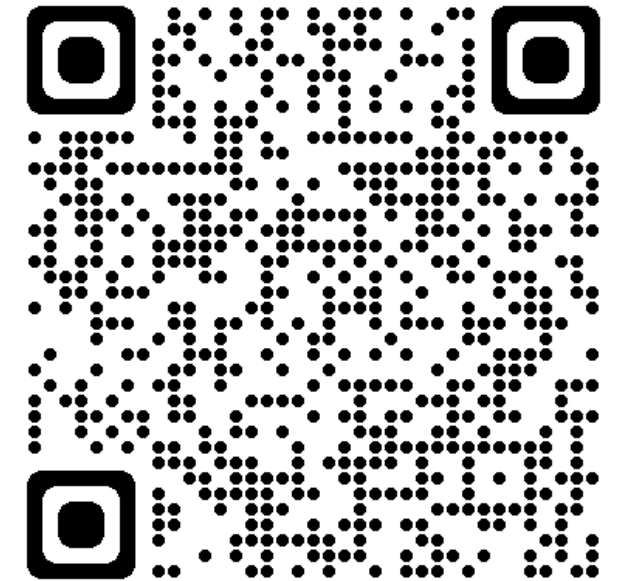
REGIONALIZAÇÃO CENÁRIOS CLIMÁTICOS

OBSERVATÓRIO CLIMA MADEIRA

INÍCIO ENQUADRAMENTO SECTORES **CARTOGRAFIA** ESTRATÉGIA DE ADAPTAÇÃO INDICADORES EQUIPA

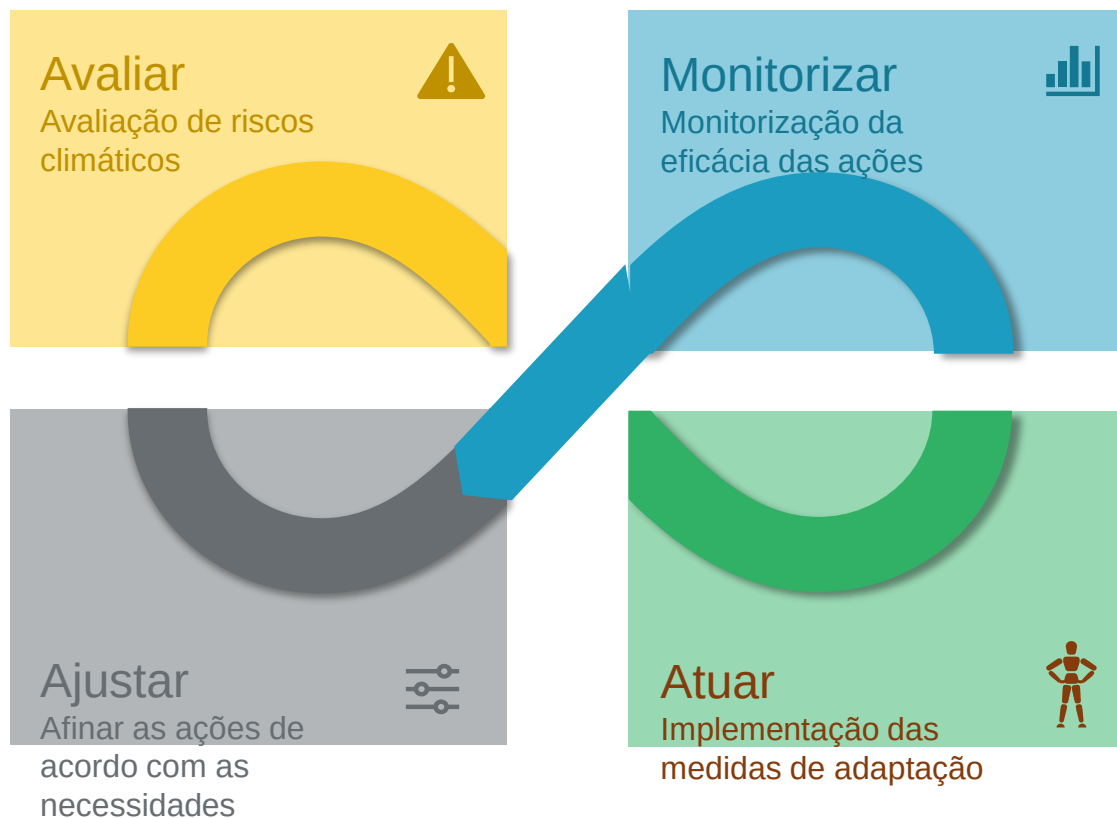


Enquadramento Cartografia Estratégia de Adaptação Equipa



<https://observatorioclima.madeira.gov.pt/>

2ª Fase da Revisão da Estratégia CLIMA-Madeira



Identificação de medidas de adaptação e prioridades tendo em conta as vulnerabilidades e riscos de curto, médio e longo prazo, identificados de acordo com os respetivos limiares climáticos.

Reforçar a resiliência e a capacidade regional de adaptação às alterações climáticas através de um **sistema de alerta precoce** de impactos potenciais, numa abordagem de curto e médio prazo, visando uma **adaptação mais rápida e sistémica**.

Conferencia sobre adaptación ante los riesgos climáticos en la realidad insular.

Obrigado pela vossa atenção!

Pedro Sepúlveda

Direção Regional do Ambiente e Alterações Climáticas

pedro.sepulveda@madeira.gov.pt