# Adaptação e Resiliência às Alterações Climáticas nas IES
# Caso de estudo no ITQB NOVA

NOVA Sustentabilidade
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

route zero

**TÍTULO**

Adaptação e Resiliência às Alterações Climáticas nas IES- Caso de estudo no ITQB NOVA

**PROPRIADADE**

Universidade Nova de Lisboa

Campolide Campus

1099-085 Lisboa – Portugal

Tel.: +351 213 715 600

sustainability@unl.pt

sustainability.unl.pt

**COORDENAÇÃO**

Patrícia Tourais- Lasting Values

**AUTORES**

Madalena Ravara

**Aviso Legal**

Os conteúdos desta publicação não refletem necessariamente as opiniões oficiais da Universidade NOVA de Lisboa ou de qualquer uma das suas escolas. Nem a Universidade NOVA de Lisboa nem qualquer pessoa ou empresa que atue em seu nome é responsável pelo uso que possa ser feito da informação contida neste relatório.

**Declaração sobre direitos de autor**

© Universidade NOVA Lisboa, 2024

Esta publicação é publicada sob uma licença Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY-NC 4.0) (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0). Isto significa que o mesmo poderá ser reutilizado sem autorização prévia, gratuitamente, para fins comerciais ou não comerciais, desde que a Universidade NOVA de Lisboa seja reconhecida como a fonte original do material e que o significado ou mensagem original do conteúdo não seja distorcido. Ele permite que os reusuários distribuam, remixem, adaptem e construam sobre o material em qualquer meio ou formato, apenas para fins não comerciais.

# 1. Índice

*2. Porquê um projeto-piloto de adaptação e resiliência no ITQB?* ..... *4*

*3. Metodologia* ..... *6*

3.1. Introdução aos perigos climáticos ..... 6

3.2. Análise de Risco Climático do ITQB NOVA ..... 10

3.3. Opções de adaptação e resiliência ..... 18

*4. Resultados* ..... *21*

4.1. Análise de Sensibilidade ..... 21

4.2. Análise de Exposição ..... 26

4.3. Análise de Vulnerabilidade ..... 33

4.4. Análise de Probabilidade ..... 34

4.5. Análise de Impacto ..... 35

4.6. Análise de Risco ..... 36

4.7. Medidas de Adaptação e Resiliência ..... 37

*5. Próximos passos* ..... *39*

*6. Anexos* ..... *42*

*7. Rerefências Bibliográficas* ..... *92*

# 2. Porquê um projeto-piloto de adaptação e resiliência no ITQB?

O sistema climático da Terra está a sofrer alterações significativas e rápidas, impulsionadas pelas emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (GEE), resultando num aumento mensurável das temperaturas médias globais. Como consequência deste desequilíbrio energético, verifica-se um aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, incluindo ondas de calor, secas, inundações e tempestades severas [1]. A Europa, identificada como o continente que mais rapidamente aquece no mundo, registou 16 365 mortes relacionadas com o clima em 2022, expondo a sua profunda impreparação e sublinhando a urgência imediata e crescente de ações de adaptação e resiliência [2].

As Instituições de Ensino Superior (IES) estão numa posição única para desempenhar um papel fundamental e multifacetado na abordagem da crise climática global, indo muito para além das suas funções académicas tradicionais. De facto, estas são cada vez mais chamadas a liderar as respostas sociais através da formação, investigação, divulgação científica e exemplificando práticas sustentáveis[i] [3].

Os impactos das alterações climáticas podem ser diretos ou indiretos e ter expressões físicas, sociais, financeiras, políticas, regulatórias ou reputacionais [4]. No contexto das IES estes podem levar a perturbações significativas da vida universitária, afetando as operações do campus, os padrões de inscrição de estudantes e o bem-estar geral da comunidade académica [5]. Estes impactos incluem danos físicos diretos nas infraestruturas essenciais devido a eventos climáticos extremos, perturbações ao normal funcionamento de atividades críticas de ensino e investigação, e potenciais efeitos adversos na saúde e bem-estar [2]. Por exemplo, períodos prolongados de calor extremo podem resultar em insolação, desencadear cortes de energia generalizados e impedir gravemente o ambiente de aprendizagem, afetando desproporcionalmente pessoas mais vulneráveis e determinadas demografias [6].

A adaptação envolve ações deliberadas nos sistemas naturais e humanos em resposta a estímulos climáticos e aos seus efeitos. As ações de adaptação têm o objetivo de moderar potenciais danos e explorar oportunidades benéficas que possam surgir de condições climáticas em mudança [3]. Estas podem ser implementadas reactivamente, como resposta a ocorrências, ou proactivamente, em antecipação de alterações e

[i] O papel das IES na ação climática é explorado em maior detalhe no documento Porque devem as IES comprometer-se com a ação climática?

impactes projetados. Esta última permite reduzir significativamente a vulnerabilidade a futuros impactos climáticos e os custos associados à inação.

A resiliência refere-se à capacidade de uma entidade de lidar com um evento, tendência ou perturbação perigosa, respondendo ou reorganizando-se de forma a manter sua função essencial, identidade e estrutura [7]. O planeamento de resiliência permite identificar potenciais perigos e ameaças, estabelecendo subsequentemente planos abrangentes de adaptação, mitigação e recuperação para minimizar os impactos prováveis.

No âmbito do seu projeto Route Zero- Roteiro para a neutralidade carbónica e resiliência às alterações climáticas, a Universidade NOVA de Lisboa (NOVA) propôs-se identificar os riscos climáticos, atuais e futuros, com impacto significativo nas suas atividades e comunidade e determinar ações prioritárias de adaptação e resiliência. Dada a novidade e complexidade deste processo e a limitação temporal do projeto, optou-se por um projeto piloto que incidisse sobre uma das faculdades NOVA. Seguindo casos de sucesso e boas práticas noutras universidades, deve-se privilegiar uma unidade que tenha uma população mais reduzida, operações simples e esteja bem integrada na comunidade envolvente [8]. Tendo em consideração estes fatores, foi selecionado o Instituto de Tecnologia Química e Biológica António Xavier (ITQB NOVA) como caso de estudo deste piloto.

# 3. Metodologia

## 3.1. Introdução aos perigos climáticos

A compreensão dos perigos climáticos é fundamental para desenvolver estratégias de adaptação e resiliência eficazes. A complexidade das alterações climáticas manifesta-se através de uma cadeia de causalidade não linear, que envolve vários termos interligados entre si:

i. Inicia-se em **Fatores Climáticos (FC)**, que correspondem a fenómenos e características meteorológicas inerentes ao sistema climático. São as variáveis de base que moldam o clima de uma região, como a temperatura, a precipitação e o vento.

ii. Quando os FC atingem valores máximos, mínimos ou extremos dão origem aos **Eventos Climáticos (EC)** – desvios significativos das médias históricas. Exemplos incluem temperaturas extremas (ondas de calor ou de frio), precipitação intensa, ou ventos fortes. Estes eventos representam a materialização da variabilidade e dos extremos climáticas.

iii. Os **Perigos Climáticos (PC)** são as ocorrências desencadeadas pelos EC extremos, suscetíveis de provocar impactes socioeconómicos. São as consequências diretas e prejudiciais dos eventos climáticos. Por exemplo, uma precipitação intensa (EC) pode levar a inundações fluviais ou pluviais (PC).

A Figura 1 sintetiza, de forma simplificada, os três conceitos referentes à dinâmica do clima e seus impactes.

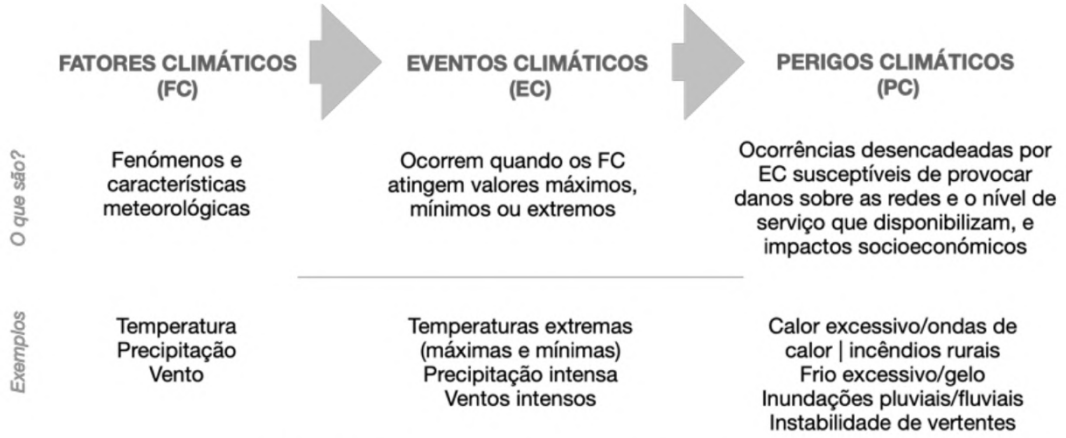



*Figura 1: Distinção entre fatores, eventos e perigos climáticos*

*Fonte: Lasting Values, 2023*

Os perigos climáticos podem ser categorizados quanto ao seu desencadeamento, duração e tipo de impacte em:

I. **Perigos Crónicos:** Desenvolvem-se e persistem ao longo do tempo, resultando de mudanças graduais no clima. Exemplos incluem o aumento da temperatura média (stress térmico), a alteração dos padrões de precipitação (levando, por exemplo, a secas prolongadas), a subida do nível do mar e a erosão costeira. Embora a sua progressão seja lenta, os seus impactos acumulados podem ser devastadores para infraestruturas, ecossistemas e saúde humana.

II. **Perigos Agudos:** Caracterizam-se pela sua ocorrência súbita e intensa, com um impacto imediato e, frequentemente, catastrófico. Incluem eventos como ondas de calor extremas, inundações repentinas (fluviais ou pluviais), tempestades violentas (ciclones, furacões), incêndios florestais e deslizamentos de terra. Exigem respostas de emergência e planos de contingência robustos, dado o seu carácter imprevisível e destrutivo.

Importa compreender que os perigos climáticos raramente ocorrem de forma isolada, existindo uma forte conectividade e interdependência entre eles (o mesmo acontece com os fatores e eventos climáticos). Um perigo pode desencadear ou exacerbar outro, levando a uma amplificação dos efeitos. Por exemplo, uma onda de calor pode secar a vegetação, aumentando significativamente o risco de incêndios florestais. De forma similar, a precipitação intensa após um período de seca pode levar a deslizamentos de terra devido à instabilidade dos solos. Esta interconexão exige uma abordagem holística na avaliação de riscos e no planeamento da resiliência, considerando cenários de perigos múltiplos e em cascata.

Portugal situa-se na zona de transição entre os climas subtropical áridos a semiárido e o clima húmido do norte da Europa. A Bacia Mediterrânica é uma zona especialmente sensível às alterações climáticas, excedendo as tendências globais para a maioria das variáveis. Nesta região, a evolução registada ao longo das últimas décadas, com projeção de agravamento, aponta para [9]:

i. condições atmosféricas médias mais quentes e mais secas;
ii. redução dos padrões de precipitação;
iii. secas mais longas e mais frequentes e aumento global da aridez;
iv. aumento dos índices de precipitação intensa na maior parte do Mediterrâneo;
v. elevado grau de incerteza no que respeita a ventos médios e extremos, ciclones e tempestades tropicais

A Tabela 1 identifica os eventos e perigos climáticos mais preocupantes (a vermelho) e aqueles sobre os quais existe maior incerteza, não deixando de ser relevantes (a cinzento).

*Tabela 1- Eventos e perigos climáticos relevantes no Mediterrâneo*

| Fatores climáticos | Eventos climáticos | Perigos climáticos |
|---|---|---|
| Temperatura | Temperaturas extremas | Calor extremo/ ondas de calor |
| | | Frio extremo/ ondas de frio |
| | | Gelo |
| | Alterações nos padrões de temperatura | Incêndios rurais |
| | | Seca |
| | | Desertificação |
| Precipitação | Precipitação intensa | Precipitação intensa |
| | | Inundações (pluviais/fluviais) |
| | Neve | Neve |
| | Granizo | Granizo |
| Vento | Vento forte | Vento forte |
| | Alterações nos padrões de vento | Alterações nos padrões de vento |
| Humidade relativa do ar | Nevoeiro | Nevoeiro |
| Subida do nível do mar | Subida do nível do mar | Inundações costeiras |
| | | Erosão costeira |
| Eventos climáticos extremos | Tempestades (ciclones e tempestades tropicais) | Tempestades (ciclones e tempestades tropicais) |
| | Sobreelevação meteorológica | Sobreelevação meteorológica |
| | Trovoadas (relâmpagos) | Trovoadas (relâmpagos) |
| | Tornados | Tornados |
| | Tempestades de pó | Tempestades de pó |

Fonte: Adaptado de Lasting Values, 2023

Num primeiro levantamento sobre o conhecimento do impacto das alterações climáticas na infraestrutura e atividade dos ITQB, constatou-se que não existe um registo sistematizado de eventos extremos (apenas associados a avarias de equipamentos). No entanto, foi possível elencar algumas ocorrências com consequências significativas, sistematizadas na Tabela 2.

*Tabela 2- Levantamento prévio de exemplos de ocorrências associadas a eventos extremos*

| Evento extremo | Ocorrência |
|---|---|
| **Chuvas intensas/ Cheias** | Inundação de 80% do piso térreo (pelo menos 3 eventos nos últimos 5 anos) |
| | Limitações à chegada ao Campus por obstrução parcial ou total dos acessos |
| **Temperaturas extremas** | Sobreaquecimento de equipamentos críticos (e.g., condensadores), que implicaram o uso de água para arrefecimento. |
| **Tempestades** | Cortes de energia associados a cortes na rede |

Para estudar a evolução futura dos perigos climáticos, utilizam-se cenários e trajetórias, com base numa série de pressupostos. Historicamente o IPCC[ii] utilizou **Cenários de Vias de Concentração Representativas – RCPs** - cenários de desequilíbrio energético da Terra (forçamento radiativo) causados pelas emissões de GEE até 2100, aplicados diretamente nos modelos climáticos. No entanto, no seu Relatório de Avaliação AR6, foram introduzidos os **SSPs - Cenários de Vias Socioeconómicas Partilhadas** – narrativas socioeconómicas que descrevem diferentes futuros plausíveis para a sociedade global até 2100.

A transição de RCPs para SSPs (esquematizada na Tabela 3) reflete uma abordagem mais integrada, onde os SSPs fornecem o contexto socioeconómico subjacente que impulsiona as emissões de GEE, e por sua vez, estas emissões determinam o forçamento radiativo e, consequentemente, as trajetórias climáticas. Os SSPs oferecem uma compreensão mais holística das forças motrizes por trás das alterações climáticas, incorporando aspetos de adaptação e vulnerabilidade.

*Tabela 3- Descrição e relação entre os cenários SSPs e RCPs*

| **Categoria** | **Descrição da Categoria (Impacto na Temperatura)** | **Cenário de Emissões de GEE (SSPx-y)** | **Equivalente RCPy** |
|---|---|---|---|
| C1 | Limitar o aquecimento a 1.5ºC (muito provável) com pouco ou nenhum excesso temporário | Muito Baixas (SSP1-1.9) | |
| C3 | Limitar o aquecimento a 2ºC (muito provável) | Baixas (SSP1-2.6) | RCP2.6 |
| C6 | Limitar o aquecimento a 3ºC (muito provável) | Intermédias (SSP2-4.5) | RCP4.5 |
| C7 | Limitar o aquecimento a 4ºC (muito provável) | Altas (SSP3-7.0) | |
| C8 | Exceder o aquecimento a 4ºC (muito provável) | Muito Altas (SSP5-8.5) | RCP8.5 |

[ii] Intergovernamental Panel on Climate Change- entidade de referência internacional no tema das Alterações Climáticas.

## 3.2. Análise de Risco Climático do ITQB NOVA

Começou-se por efetuar um levantamento de metodologias de análise de risco climático aplicadas em Instituições de Ensino Superior à escala mundial. Contrariamente ao que acontece com os objetivos *Net-Zero*, a adaptação e resiliência às alterações climáticas é menos comum, os casos de estudo são escassos, e não existe uma única metodologia amplamente utilizada. Da análise efetuada, constatou-se que muitas das universidades mais avançadas neste tema são americanas ou australianas, e, como tal, as metodologias aplicadas nem sempre são passíveis de ser replicadas no contexto europeu.

Por estas razões, considerou-se como prioritário o seguimento das normas europeias, nomeadamente da metodologia "*Technical Guidance on the Climate Proofing of Infrastructure in the period 2021-2027*" [10], estabelece um processo sistemático para integrar a resiliência climática na conceção, operação e manutenção de infraestruturas. Dividindo-se nos pilares de mitigação e adaptação às alterações climáticas, este estabelece um processo sistemático para integrar a resiliência climática na conceção, operação e manutenção de infraestruturas.

O presente projeto piloto focou-se no pilar da adaptação às alterações climáticas, que serve de quadro para avaliar vulnerabilidades, quantificar impactos potenciais de eventos climáticos extremos e projetar medidas eficazes de adaptação.

i. O processo inicia-se com uma fase preliminar de "***Screening"***, na qual se avalia a sensibilidade e exposição de um projeto a riscos climáticos, bem como a sua vulnerabilidade. O objetivo é determinar se existem riscos climáticos potencialmente significativos que justifiquem uma análise mais aprofundada.

ii. Se a triagem inicial indicar a presença de riscos climáticos relevantes, o processo avança para uma **"Análise Detalhada"**, que implica uma avaliação de risco climático mais exaustiva, incluindo a análise de probabilidade e impacto.

iii. Segue-se a identificação, avaliação, planeamento e implementação de **medidas de adaptação relevantes** para mitigar os riscos climáticos significativos identificados. A metodologia enfatiza ainda a necessidade de monitorização regular e acompanhamento, especialmente no que diz respeito a premissas críticas sobre as projeções alterações climáticas.

### 3.2.1. Nota sobre a definição das fronteiras de estudo

Por ser um projeto piloto e dada a novidade do tema da resiliência às alterações climáticas no ITQB NOVA, adotou-se uma abordagem centrada no edifício principal do ITQB e respetivas atividades académicas. Estas fronteiras, identificadas na Figura 2, abrangem infraestruturas físicas, equipamentos laboratoriais e de suporte, acessos e funções operacionais indispensáveis ao funcionamento diário da instituição. Adicionalmente, foram considerados fatores externos que influenciam a sensibilidade e exposição do ITQB NOVA aos perigos climáticos, como sistemas energéticos, abastecimento de água, sistema de drenagem urbano envolvente e as ligações de transporte.

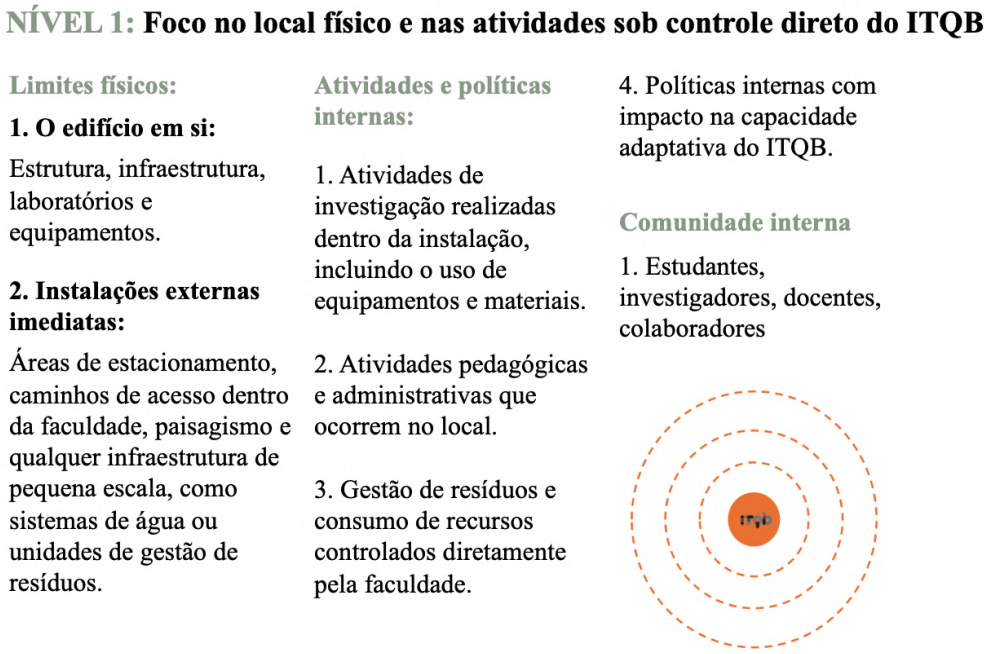



*Figura 2- Fronteiras do projeto-piloto no ITQB NOVA*

### 3.2.2. Fase 1- *Screening*

Esta fase tem como objetivo identificar a **vulnerabilidade** de uma organização ou projeto a perigos climáticos relevantes. Esta resulta do cruzamento entre a **sensibilidade** – que analisa quão suscetíveis são os sistemas a determinados perigos climáticos, e a **exposição** - a probabilidade de ocorrência desses perigos, naquela localização geográfica, agora e no futuro. De seguida, detalha-se a metodologia seguida em cada etapa.

#### 3.2.2.1. Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade permite identificar os perigos climáticos mais relevantes e os elementos críticos da infraestrutura e das atividades de uma organização mais suscetíveis às alterações climáticas, independentemente da sua localização. Para tal, começou-se por efetuar uma reunião com representantes do ITQB NOVA pertencentes à Comissão de Sustentabilidade da faculdade, que seguiu a estrutura de uma de perguntas para recolha de dados preliminares, que se encontra em Anexo.

Para completar a informação recolhida nesta reunião, recorreu-se ao *Plano Municipal de Identificação de Riscos e de Vulnerabilidades de Oeiras* (PMAACO) [11]. Neste estudo, a avaliação da sensibilidade aos estímulos climáticos baseia-se na análise dos registos históricos de eventos climáticos e seu impacte no município. Estes dados possibilitaram consolidar a identificação dos perigos mais relevantes para o conselho de Oeiras e serviram como uma fonte de informação robusta para a análise de sensibilidade às alterações climáticas dos sistemas que servem o Município.

Finalmente, para cada perigo climático identificado, foi atribuída uma classificação de sensibilidade com base nos potenciais impactos sobre cada uma das componentes críticas. Para tal, foi necessário ajustar a escala utilizada no PMAACO para coincidir com a escala proposta pelo guião técnico. A Tabela 4 apresenta a classificação utilizada.

*Tabela 4: Níveis de sensibilidade a perigos climáticos no PMAAC e Guião técnico*

| PMACC | Guião Técnico |
|---|---|
| Inexistente | Inexistente (0): O perigo climático não é expectável de ter um impacto sobre as infraestruturas, processos e atividades |
| Muito baixa | Baixa (1): O perigo climático tem um impacto pouco significativo sobre as infraestruturas, processos e atividades |
| Baixa | |
| Média | Média (2): O perigo climático pode ter impactos moderados, exigindo ajustes operacionais, mas sem comprometer de forma severa a continuidade das atividades. |
| Alta | Alta (3): O perigo climático pode causar impactos significativos, resultando em disrupções críticas nas infraestruturas, processos e atividades. |
| Muito Alta | |

Por forma a garantir uma abordagem mais representativa, participativa e alinhada com a realidade institucional, a matriz de vulnerabilidade obtida foi validada com a comunidade ITQB NOVA através do workshop#1. Este contou com a participação de representantes de cada centro de investigação e dos serviços, organizados em grupos de acordo com as suas funções e áreas de conhecimento, num total de 18 pessoas. A cada grupo, foi pedido que ratificasse as componentes críticas analisadas, respetiva classificação de sensibilidade a perigos climáticos e identificasse componentes em falta ou lacunas (exemplo do *template* utilizado na Tabela 18 em Anexo).

A versão final da análise de sensibilidade foi obtida através da incorporação do *feedback* recebido durante o workshop, através dos critérios ilustrados pela Figura 3.

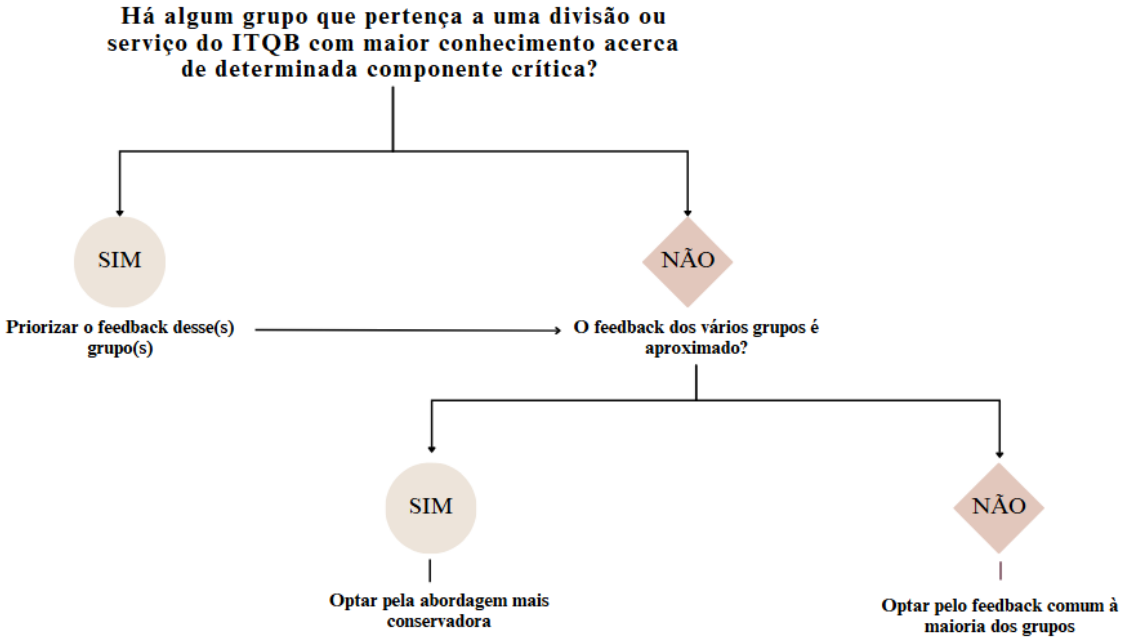



*Figura 3: Árvore de decisão para revisão da análise de sensibilidade com base no feedback obtido no workshop 1*

#### 3.2.2.2. Análise de exposição

A análise de exposição tem como objetivo identificar os perigos climáticos mais relevantes para a localização específica de uma organização ou projeto, independentemente do tipo de infraestrutura ou atividades em curso. Esta efetua-se através da caracterização de indicadores de exposição aos diferentes perigos climáticos, no momento atual e no futuro.

A identificação dos perigos climáticos relevantes e níveis de exposição atual e futura da região em estudo baseou-se nos dados do relatório *Avaliação da Vulnerabilidade às Alterações Climáticas Territoriais Portuguesas para o Século XXI*, no âmbito do Roteiro Nacional de Adaptação 2100 [9]. Recorreu-se especificamente ao capítulo *Projeções Climáticas, Extremos e Índices*, que contempla dados atualizados e fidedignos para aferir:

i. **Exposição ao clima atual:** baseia-se em dados históricos (1971-2000) de eventos climáticos extremos que impactaram a região. Estes fornecerem uma base factual para compreender as tendências climáticas observadas.

ii. **Exposição ao clima futuro:** baseia-se em projeções climáticas para um horizonte temporal futuro (2041-2070 ou 2071-2100), considerando um determinado cenário de emissões de GEE (RCP2.6, RCP4.5 ou RCP8.5[iii]). Permite projetar a evolução esperada da frequência e intensidade dos eventos climáticos. Neste projeto-piloto, foram considerados:

   - O horizonte de 2041-2070 - para reduzir a complexidade associada a projeções de longo prazo e garantir maior relevância para as decisões e estratégias que possam ser adotadas com base nos resultados obtidos;
   - Os cenários RCP4.5 e RCP 8.5 - por estarem mais alinhados com a trajetória atual das emissões globais de GEE e de modo a seguir o princípio da precaução, tendo em consideração o cenário que representa os impactos e disrupções mais severos.

A partir da análise dos vários indicadores de exposição e tendência de evolução prevista através das projeções futuras, é atribuída uma classificação a cada perigo climático, seguindo a mesma escala utilizada na análise de sensibilidade: Inexistente (0), Baixa (1), Média (2) ou Alta (3).

#### 3.2.2.3. Análise de vulnerabilidade

A análise de vulnerabilidade resulta do cruzamento entre a análise de sensibilidade e a análise de exposição, como ilustrado pela servindo como base para a decisão de avançar para a fase de análise de risco climático (fase 2 do guião técnico). De facto, as vulnerabilidades classificadas como "altas" e, em alguns casos, "médias", serão alvo de uma análise mais detalhada.

[iii] Para mais detalhes sobre cenários climáticos, consultar páginas 8-9 do presente relatório.

Nos casos em que todas as vulnerabilidades são baixas ou insignificantes, pode não ser necessário prosseguir para uma avaliação de risco mais detalhada, encerrando assim a primeira fase do processo.

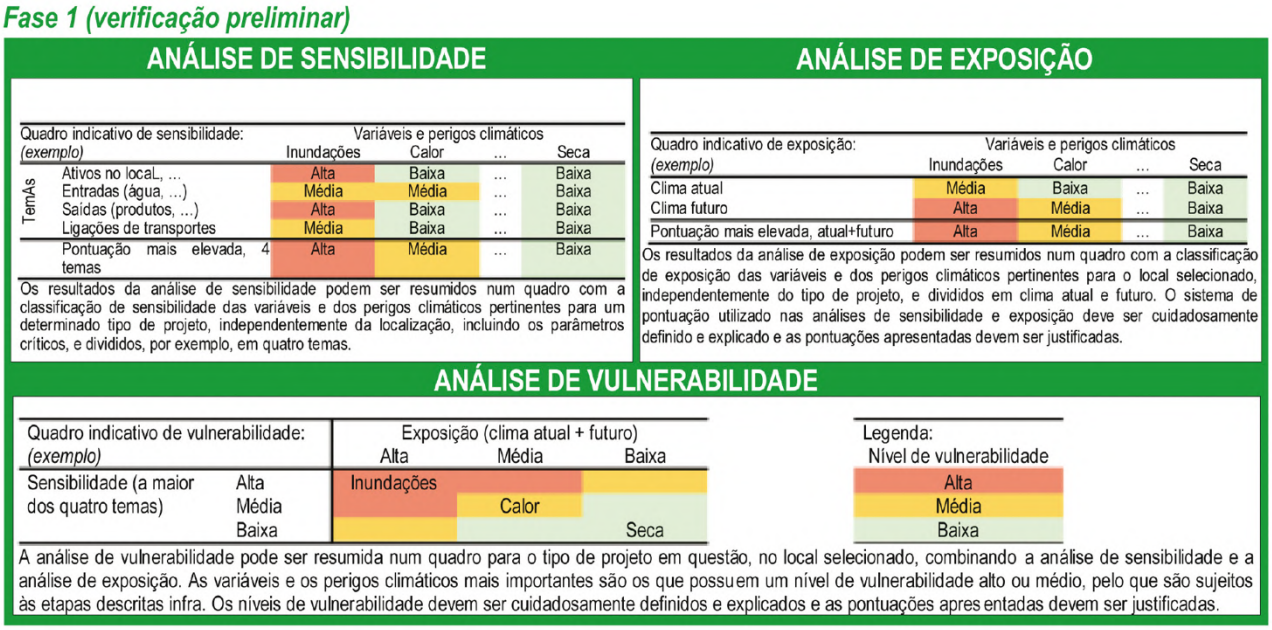



*Figura 4- Síntese das análises de sensibilidade, exposição e vulnerabilidade*
Fonte: Technical Guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027

### 3.2.3. Fase 2- Análise detalhada

Uma vez completada a Fase 1 e determinadas quais as vulnerabilidades significativas às alterações climáticas de uma organização ou projeto, segue-se uma análise mais aprofundada de identificação de riscos climáticos. Estes resultam da interseção entre a análise de **verossimilhança** - probabilidade de ocorrência e a análise de **impacto** dos perigos climáticos.

#### 3.2.3.1. Análise de probabilidade

Esta etapa avalia a probabilidade de ocorrência dos perigos climáticos identificados, num determinado horizonte temporal. Dependendo do perigo climático em análise, poderá haver uma incerteza considerável quanto evolução da probabilidade de ocorrência. Esta análise deve basear-se em dados e projeções nacionais, regionais e/ou locais, de acordo com a melhor informação disponível. Importa, nesta fase, esclarecer os conceitos de confiança e probabilidade estatística no contexto de projeções climáticas.

A **confiança** reflete a solidez da base de evidências que suporta uma determinada declaração ou conclusão. Não se trata da probabilidade de um evento ocorrer, mas sim

do grau de fiabilidade da informação existente. É comum classificar o grau de confiança numa escala de "Muito Baixa" a "Muito Alta", baseando-se em dois fatores principais:

i. **Acordo (*Agreement*):** Refere-se à concordância entre diferentes fontes de informação, modelos, estudos ou especialistas sobre uma determinada questão. Um alto acordo sugere que as diferentes evidências convergem para a mesma conclusão.

ii. **Evidência (*Evidence*):** Avalia a quantidade, tipo, qualidade e consistência da informação disponível. Uma evidência é robusta quando existem dados de diversas naturezas (observações, modelos, estudos teóricos), de alta qualidade e consistentes entre si.

A combinação destes dois fatores determina o nível de confiança. Por exemplo, "Alto Acordo e Evidência Robusta" resulta em "Muito Alta Confiança", enquanto "Baixo Acordo e Evidência Limitada" implica uma "Confiança Muito Baixa".

Uma escala de probabilidade estatística (*likelihood*) de um determinado evento ocorrer no futuro normalmente associa termos qualitativos a intervalos percentuais:

i. **Linguagem de Probabilidade:** Utiliza termos como "Virtualmente Certo", "Extremamente Provável", "Provável", "Mais Provável do que Improvável", "Tão Provável quanto Improvável", "Improvável", "Extremamente Improvável" e "Excecionalmente Improvável".

ii. **Nível Estatístico:** Atribui uma percentagem ou um intervalo percentual a cada termo. Por exemplo, "Virtualmente Certo" corresponde a >99% de probabilidade, enquanto "Improvável" é <33%.

iii. **Intervalo Estatístico:** Fornece um intervalo mais abrangente para a probabilidade, como o exemplo da AMOC (*Atlantic Meridional Overturning Circulation*) que "muito provavelmente enfraquecerá no século XXI (alta confiança)" (intervalo 17-83% de probabilidade, com alta confiança).

Ambos os conceitos são indispensáveis para uma análise de risco climático completa e transparente, permitindo compreender a robustez das projeções e a magnitude da incerteza inerente aos fenómenos climáticos futuros [9].

No presente projeto piloto, utilizou-se como principal fonte de informação o Relatório *Avaliação da Vulnerabilidade às Alterações Climáticas Territoriais Portuguesas para o Século XXI*. Neste, para cada perigo climático analisado, é identificada a confiança e probabilidade de ocorrência numa escala quantitativa à qual foi atribuída uma linguagem de probabilidade: Quase certo (≥90%); Provável (66–90%), Moderado (33–66%); Improvável (10–33%); Rara (<10%).

#### 3.2.3.2. Análise de Impacto

A análise de impacto avalia a severidade ou magnitude dos efeitos potenciais dos perigos climáticos nas diversas dimensões de uma organização ou projeto. A análise de impacto tipicamente aborda:

i. **Impactos em Ativos Físicos e Operações:** Danos a infraestruturas, equipamentos e interrupções nas atividades operacionais.

ii. **Saúde e Segurança:** Riscos para a vida humana e o bem-estar dos indivíduos.

iii. **Impactos Ambientais:** Danos a ecossistemas, biodiversidade e recursos naturais.

iv. **Impactos Sociais:** Interrupção de serviços essenciais, impactos na coesão social.

v. **Acessibilidade:** Dificuldades no acesso para pessoas com deficiência ou outras necessidades específicas.

vi. **Implicações Financeiras:** Custos de reparação, perdas de receita, aumento de seguros, desvalorização de ativos.

vii. **Impactos Reputacionais:** Dano à imagem e credibilidade da organização.

A análise do impacto de cada perigo climático, tal como proposta pelo Guião Técnico, consiste na caraterização da magnitude das consequências esperadas em cada um dos aspetos anteriormente listados. Uma vez que tal implica a existência de registos sistematizados de ocorrências já registadas até à data (e outro tipo de informação mais detalhada), optou-se por uma abordagem simplificada, esquematizada na Tabela 5.

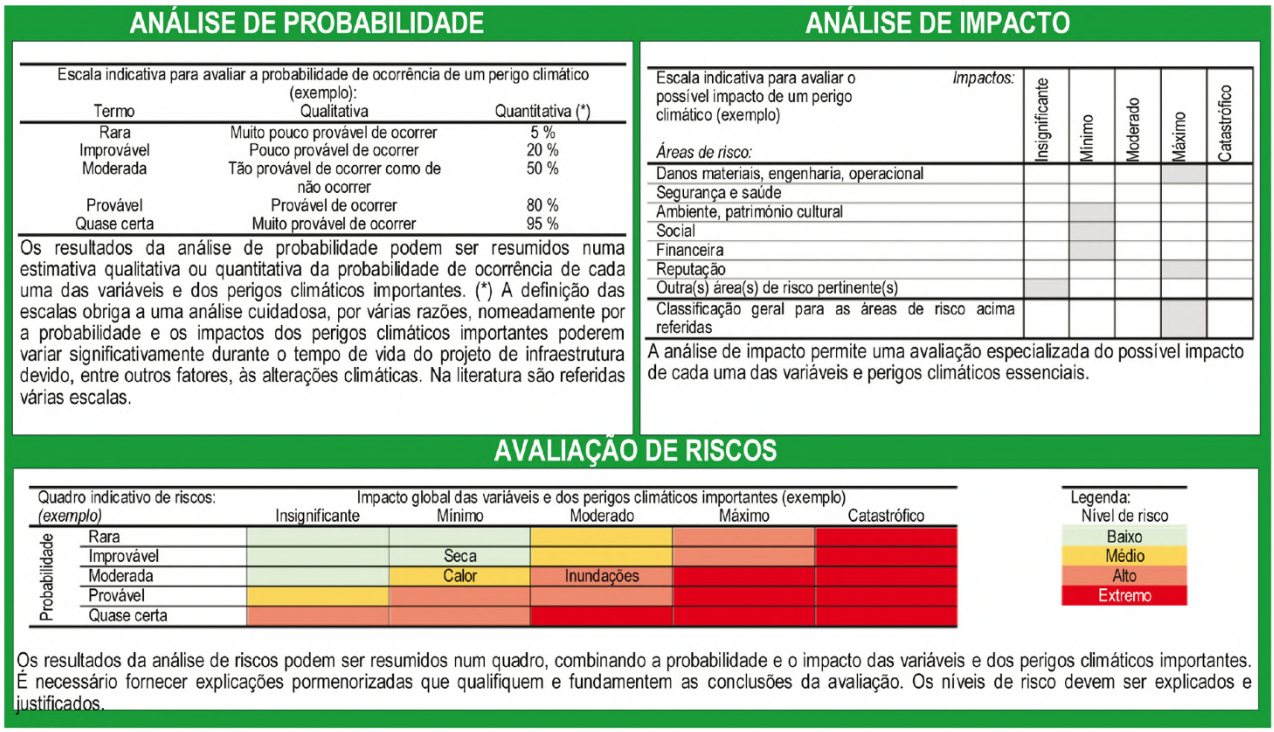
*Tabela 5- Escala de magnitude dos impactos dos perigos climáticos*

| Grau | Magnitude | Descrição Qualitativa |
|---|---|---|
| 1 | Insignificativo | Impactos ligeiros que não afetam significativamente as operações, as pessoas, o ambiente ou a perceção pública. Podem ser geridos no dia a dia, sem necessidade de resposta especial. |
| 2 | Mínimo | Impactos localizados e de curta duração. Requerem atenção pontual ou pequenos ajustes operacionais, mas não causam interrupções relevantes nem danos duradouros. |
| 3 | Moderado | Impactos com efeitos visíveis e potencial de afetar uma área ou grupo específico de forma prolongada. Requerem ações corretivas e podem gerar alguma exposição negativa ou danos limitados. |
| 4 | Máximo | Impactos extensos e com efeitos estruturais que exigem resposta urgente e coordenada. Podem comprometer as atividades de ensino e investigação, equipamentos e materiais críticos ou gerar perdas económicas e reputacionais relevantes. |

| | | |
|---|---|---|
| 5 | Catastrófico | Impactos graves e generalizados com consequências duradouras ou irreversíveis. Podem ameaçar vidas, interromper funções críticas, causar perdas severas ou comprometer a confiança pública e a estabilidade institucional. |

#### 3.2.3.3. Análise de Risco

O nível de significância de cada risco potencial é obtido através do cruzamento das análises de verosimilhança e impacto, como ilustrado pela Figura 5, permitindo identificar quatro níveis de risco: Baixo; Médio; Elevado; Extremo. É esta informação que servirá de base para identificar, avaliar, selecionar e aplicar medidas de adaptação.



**ANÁLISE DE PROBABILIDADE**

Escala indicativa para avaliar a probabilidade de ocorrência de um perigo climático (exemplo):

| Termo | Qualitativa | Quantitativa (*) |
|---|---|---|
| Rara | Muito pouco provável de ocorrer | 5 % |
| Improvável | Pouco provável de ocorrer | 20 % |
| Moderada | Tão provável de ocorrer como de não ocorrer | 50 % |
| Provável | Provável de ocorrer | 80 % |
| Quase certa | Muito provável de ocorrer | 95 % |

Os resultados da análise de probabilidade podem ser resumidos numa estimativa qualitativa ou quantitativa da probabilidade de ocorrência de cada uma das variáveis e dos perigos climáticos importantes. (*) A definição das escalas obriga a uma análise cuidadosa, por várias razões, nomeadamente por a probabilidade e os impactos dos perigos climáticos importantes poderem variar significativamente durante o tempo de vida do projeto de infraestrutura devido, entre outros fatores, às alterações climáticas. Na literatura são referidas várias escalas.

**ANÁLISE DE IMPACTO**

| Escala indicativa para avaliar o possível impacto de um perigo climático (exemplo) / *Áreas de risco:* | *Impactos:* Insignificante | Mínimo | Moderado | Máximo | Catastrófico |
|---|---|---|---|---|---|
| Danos materiais, engenharia, operacional | | | | | |
| Segurança e saúde | | | | | |
| Ambiente, património cultural | | | | | |
| Social | | | | | |
| Financeira | | | | | |
| Reputação | | | | | |
| Outra(s) área(s) de risco pertinente(s) | | | | | |
| Classificação geral para as áreas de risco acima referidas | | | | | |

A análise de impacto permite uma avaliação especializada do possível impacto de cada uma das variáveis e perigos climáticos essenciais.

**AVALIAÇÃO DE RISCOS**

| Quadro indicativo de riscos: *(exemplo)* | | Impacto global das variáveis e dos perigos climáticos importantes (exemplo) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Insignificante | Mínimo | Moderado | Máximo | Catastrófico |
| Probabilidade | Rara | | | | | |
| | Improvável | | Seca | | | |
| | Moderada | | Calor | Inundações | | |
| | Provável | | | | | |
| | Quase certa | | | | | |

Legenda: Nível de risco — Baixo; Médio; Alto; Extremo

Os resultados da análise de riscos podem ser resumidos num quadro, combinando a probabilidade e o impacto das variáveis e dos perigos climáticos importantes. É necessário fornecer explicações pormenorizadas que qualifiquem e fundamentem as conclusões da avaliação. Os níveis de risco devem ser explicados e justificados.

*Figura 5- Síntese da análise de probabilidade, da análise de impactos e da avaliação de riscos.*
Fonte: Techical Guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027

## 3.3. Opções de adaptação e resiliência

Quando a avaliação de riscos climáticos de um projeto revela a existência de riscos significativos, torna-se imperativo geri-los e reduzi-los a um nível aceitável. O Guia Técnico preconiza um processo sistemático que envolve a **Identificação, Avaliação e Planeamento da Adaptação**. Esta etapa, debruçou-se maioritariamente na

identificação de medidas e sua priorização. O Capítulo 5 aborda a avaliação e planeamento da adaptação, numa perspetiva de desenvolvimento futuro do piloto.

Por norma, as medidas de adaptação incidem em três níveis: **reduzir a exposição, reduzir a sensibilidade e aumentar a capacidade adaptativa**. Estas devem implicar a combinação de diferentes estratégias de adaptação:

- **Medidas suaves/de desenvolvimento de capacidade adaptativa**- por exemplo, mudanças comportamentais, desenvolvimento de novos conhecimentos, incorporação das alterações climáticas nas políticas e procedimentos operacionais da organização, treinamento, seguros, sistemas de alerta precoce, alteração dos padrões de construção.
- **Medidas rígidas cinzentas/ estruturais-** tais como barreiras físicas contra inundações, arrefecimento de edifícios utilizando soluções arquitetónicas passivas, realocação de infraestruturas/ atividades para áreas mais adequadas ao clima futuro.
- **Medidas rígidas verdes/adaptação baseada nos ecossistemas-** por exemplo, zonas de proteção contra inundações, vegetação e recursos hídricos para arrefecimento das zonas urbanas, superfícies naturais do solo para a gestão das águas pluviais e agroecologia.

A aplicação destas medidas pode implicar alterações incrementais de adaptação progressiva ou ações mais reativas para gerir riscos urgentes**Error! Reference source not found.**. Em ambos os casos, deve ser considerado o desempenho das soluções a adotar tanto nas condições atuais, como em cenários futuros [8].

Tendo em conta os pontos anteriores, foram identificadas possíveis medidas de adaptação com base em: dados recolhidos ao longo do processo colaborativo no ITQB NOVA, planos de adaptação de outras universidades e literatura relevante. Estas encontram-se listadas no ponto 6.6 em Anexo.

A avaliação destas medidas foi feita com recurso a um workshop#2, que contou com 24 participantes (na sua maioria, já tinham estado presentes no workshop#1). Depois de uma primeira apreciação das medidas e recolha de outras propostas, procedeu-se à seleção de medidas prioritárias. Num exercício individual, solicitou-se aos participantes que classificassem cada medida de acordo com os cinco critérios identificados na Tabela 6. Para tal, recorreu-se a um inquérito online, através do qual os participantes atribuíram a cada critério um valor numa escala de 1-5, sendo 5 um maior impacto positivo.

De seguida, cada medida foi submetida a uma análise multicritério, calculada através do somatório ponderado das classificações atribuídas a cada parâmetro. Embora a intenção inicial fosse obter a priorização das medidas em tempo real, permitindo que o

segundo exercício se focasse nas que obtivessem maior pontuação, tal não foi possível devido a restrições de tempo. Assim, o segundo exercício, realizado em grupos, centrou-se no desenvolvimento de medidas que os participantes consideraram mais pertinentes, com base num conjunto de questões orientadoras. Estas últimas incidiam sobre as ações concretas e implementação de cada medida, atribuição de responsabilidades e necessidade de envolvimento de equipas/divisões, viabilidade e obstáculos, financiamento e sustentabilidade da medida ao longo do tempo (ponto 6.5 em Anexo).

*Tabela 6- Critérios para priorização de medidas de adaptação*

| | CRITÉRIO | DESCRIÇÃO | PESO (%) |
|---|---|---|---|
| 1 | **EFICÁCIA NA SALVAGUARDA DA CONTINUIDADE ACADÉMICA E DA INVESTIGAÇÃO** | Grau em que a medida reduz a exposição, sensibilidade ou aumenta a capacidade adaptativa face aos riscos climáticos identificados. | **20%** |
| 2 | **VIABILIDADE DA IMPLEMENTAÇÃO TENDO EM CONTA OS RECURSOS E CAPACIDADES DISPONÍVEIS** | Exequibilidade com os recursos e capacidades técnicas atuais do ITQB, incluindo manutenção e integração nos sistemas existentes. | **20%** |
| 3 | **TEMPO DE IMPLEMENTAÇÃO E URGÊNCIA** | Facilidade e rapidez com que a medida pode ser implementada, considerando janelas de oportunidade e urgência de ação face a impactos esperados. | **20%** |
| 4 | **ADAPTABILIDADE E FLEXIBILIDADE** | Capacidade de ajustar estratégias, operações e estruturas em resposta a condições em evolução, numa perspetiva de gestão adaptativa | **20%** |
| 5 | **CO-BENEFÍCIOS AMBIENTAIS E SOCIAIS** | Contribuição da medida para outros objetivos institucionais (ex. redução de emissões, conforto térmico, bem-estar, reputação, colaboração, etc.). | **20%** |

Fonte: Adaptado de Climate ADAPT- Assessing and selecting adaptation options [12]

# 4. Resultados

## 4.1. Análise de Sensibilidade

A Tabela 7 apresenta o resultado da análise de sensibilidade aos perigos climáticos da infraestrutura e componentes críticas para as operações e atividades do ITQB. Sempre que necessário, são esclarecidos pressupostos e fornecida informação adicional com o intuito de facilitar a interpretação dos resultados.

*Tabela 7- Análise de sensibilidade dos componentes críticos das operações e atividades do ITQB a perigos climáticos relevantes*

| **Componentes críticas[4]** | **Perigos climáticos[5]** | | | | | | | | **Referência** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Precipitação intensa** | **Cheias rápidas[6]** | **Subida Nível Mar** | **Tempestades** | **Calor excessivo/ondas de calor** | **Frio excessivo/ ondas de frio** | **Ventos intensos** | **Seca** | |
| **Espaços e Funções** | Alta | Alta | Inexistente | Alta | Alta | Média | Alta | Alta | |

[4] Inicialmente, procurou-se realizar uma identificação exaustiva dos elementos críticos para a atividade do ITQB, a fim de analisar a sua sensibilidade a perigos climáticos. No entanto, este processo revelou casos de duplicação na avaliação da sensibilidade. Por exemplo, um portefólio de material biológico armazenado em glicerol, meio de cultura ou azoto líquido depende diretamente de equipamentos de conservação para manter a temperatura adequada. Assim, a análise de sensibilidade deve focar-se nesses equipamentos, já que qualquer falha no seu funcionamento compromete o material biológico. Apesar disso, a identificação detalhada de elementos sensíveis continua a ser fundamental para uma compreensão completa dos riscos climáticos.

[5] Na análise de sensibilidade, os perigos climáticos são avaliados de forma isolada. Contudo, na realidade, é frequente que estes perigos ocorram em simultâneo (perigos compostos) e/ou gerem impactos cumulativos. As classificações de sensibilidade atribuídas neste exercício procuraram, por isso, refletir essa complexidade.

[6] O PMAACO não classifica o perigo climático de cheias rápidas. No entanto, a sensibilidade à precipitação intensa é utilizada como referência em várias notas, presentes ao longo do relatório, sobre o perigo de cheias rápidas (como, por exemplo, "as cheias rápidas constituem o processo mais perigoso no município, afetando uma população estimada em 2.722 pessoas, 336 edifícios e 1.536 alojamentos"). Por esta razão, a sensibilidade ao perigo de cheias rápidas foi classificada em concordância com o perigo às chuvas intensas.

| Componentes críticas[4] | Perigos climáticos[5] | | | | | | | | Referência |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitação intensa | Cheias rápidas[6] | Subida Nível Mar | Tempestades | Calor excessivo/ondas de calor | Frio excessivo/ ondas de frio | Ventos intensos | Seca | |
| Laboratórios de T controlada | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| Edifício | 3 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 2 | 0 | |
| Espaços jardinados | 2 | 2 | 0 | 1 | 3 | 2 | 2 | 3 | PMAACO (Tabela 19 em Anexo) |
| Estufas exteriores | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | Informações técnicas workshop#1 |
| Zona economato e manutenção | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | |
| Parque de estacionamento | 2 | 2 | 0 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | |
| Armazém solventes e reagentes | 3 | 3 | 0 | 1 | 3 | 1 | 1 | 0 | |
| Reservatório de água | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 | 3 | |
| **Equipamentos críticos[7]** | Alta | Alta | Inexistente | Alta | Alta | Média | Baixa | Inexistente | |

[7] 75% dos equipamentos e sistemas críticos não têm redundância (maioritariamente por falta de recursos financeiros) o que justifica o elevado nível de sensibilidade.

| Componentes críticas[4] | Perigos climáticos[5] | | | | | | | | Referência |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitação intensa | Cheias rápidas[6] | Subida Nível Mar | Tempestades | Calor excessivo/ondas de calor | Frio excessivo/ ondas de frio | Ventos intensos | Seca | |
| UPS | 3 | 3 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| Arcas e câmaras de conservação[8] | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| Posto de transformação | 3 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0 | 1 | 0 | |
| Chillers[9] | 0 | 0 | 0 | 2 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| Equipamentos de climatização | 1 | 2 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Geradores | 3 | 3 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | |
| Servidores | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| NMR | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| Microscopia (piso 1) | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| Sala microscópio focal (piso 5) | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | |
| **Redes de abastecimento** | Alta | Alta | Média | Baixa | Média | Média | Baixa | Média | |
| Energia | 3 | 3 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | PMAACO |

[8] Existem apenas 1,5 arcas vazias para um total de 46 ativas quando o ideal seria 3-4 arcas de emergência.

[9] A capacidade original de 1500kW (dois chillers de 750kW em redundância) foi reduzida para uma única unidade operacional de 335kW.

| Componentes críticas[4] | Perigos climáticos[5] | | | | | | | | Referência |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitação intensa | Cheias rápidas[6] | Subida Nível Mar | Tempestades | Calor excessivo/ondas de calor | Frio excessivo/ ondas de frio | Ventos intensos | Seca | |
| | | | | | | | | | (Tabela 20 em Anexo) |
| Água | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | PMAACO (Tabela 21 em Anexo) |
| Rede de comunicação internet | 1 | 3 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| Azoto Líquido e hélio | 1 | 2 | 0 | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| **Resíduos** | Alta | Alta | Inexistente | Baixa | Média | Baixa | Inexistente | Inexistente | |
| Resíduos perigosos químicos e biológicos | 3 | 3 | 0 | 1 | 2 | 1 | 0 | 0 | Informações técnicas workshop#1 |
| Águas residuais | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 1 | |
| Resíduos urbanos[10] | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| **Missões/ bem-estar[11]** | **Alta** | **Alta** | **Média** | **Média** | **Alta** | **Média** | **Média** | **Baixa** | |

[10] Componente crítica essencialmente aquando da não recolha de resíduos.

[11] Esta secção da análise de sensibilidade refere-se ao bem-estar e conforto da comunidade ITQB e impacto no desempenho das suas funções. Numa primeira fase, considerou-se como hipótese analisar a sensibilidade aos perigos climáticos da qualidade da educação, ensino e serviços académicos e administrativos, porém concluiu-se que esta seria uma análise demasiado subjetiva. Assim, o foco está no conforto e produtividade, que, por consequência, têm impacto na qualidade do serviço prestado.

| Componentes críticas[4] | Perigos climáticos[5] | | | | | | | | Referência |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitação intensa | Cheias rápidas[6] | Subida Nível Mar | Tempestades | Calor excessivo/ondas de calor | Frio excessivo/ ondas de frio | Ventos intensos | Seca | |
| Conforto, bem-estar e produtividade | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 1 | Informações técnicas workshop#1 |
| **Transportes e comunicações[12]** | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Baixa | Média | Inexistente | |
| Acesso à marginal | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 0 | PMAACO (Tabela 22, Tabela 23 e Tabela 24 em Anexo) |
| Ponto "sobe e desce" | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| Comboio linha de cascais[13] | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | |
| Acessos rodoviários (A5) | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 1 | |
| Segurança de pessoas[14] | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 1 | |
| Pontuação mais elevada | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Média | Média | Média | |

[12] Os perigos referentes à Subida do nível médio do mar (SNM) e às inundações costeiras são significativos: "A ocupação urbana do litoral do município de Oeiras confere-lhe uma elevada sensibilidade aos fenómenos de galgamento e inundação costeira, especialmente relacionadas com episódios meteorológicos extremos, de tempestades, ventos fortes e sobrelevação oceânica, que tem vindo a colocar em causa as ligações rodo e ferroviárias na Avenida Marginal e na Linha de Cascais, devido a danos ou apenas por precaução e segurança."

[13] O calor excessivo pode provocar deformações nos carris, afetando as linhas de comboio. O vento também pode ser disruptivo, havendo registo de queda de catenárias.

[14] Por falta de dados sistematizados específicos para o ITQB, utilizaram-se os dados do PMAACO, referindo-se a análise à segurança na envolvente e nos acessos ao ITQB NOVA.

## 4.2. Análise de Exposição

A Tabela 8 apresenta uma compilação da apreciação quantitativa e/ou qualitativa da Indicadores de exposição a perigos climáticos para o horizonte temporal histórico e para o cenário SSP4.5 e SSP8.5, 2041-2070.

*Tabela 8- Indicadores de exposição a perigos climáticos para o horizonte temporal histórico e para o cenário SSP8.5, 2041-2070.*

| Perigo | Indicador | Normal 1971-2000 | SSP5-4.5 2041-2070 | SSP5-8.5 2041-2070 | Referência em Anexo |
|---|---|---|---|---|---|
| **Precipitação intensa e cheias rápidas** | Dias com precipitação | 80-100 dias | 80-100 dias | 60-80 dias | Figura 23 e Figura 24 |
| | Máximo acumulado em 5 dias (mm) | 200-300 mm | 200-300 mm | 200-300 mm | Figura 27 e Figura 28 |
| | Dias com precipitação muito forte (>20 mm) | 10-15 dias | 10-15 dias | 5-10 dias | Figura 29 e Figura 30 |
| | % da precipitação total que ocorre em dias com precipitação extra forte (> 50 mm) | 5-10% | 5-10% | 5-10% | Figura 31 e Figura 32 |
| | Máximo de dias consecutivos com precipitação | 25-30 dias | 25-30 | 15-20 dias | - |
| **Subida do nível médio das águas do mar** | Subida global e regional do nível do mar, em relação a uma base de referência de 1995-2014 | - | 2040: +0,16 m<br>2070: +0,37 m | 2040: +0, 37m<br>2070: +0,43 m | Figura 41 e Figura 42 |
| | Submersão frequente | - | Aumento do NMA e consequente aumento dos níveis de inundação, especialmente quando associados a eventos extremos. | | Figura 43 |
| | Inundação extrema costeira | - | Aumento das taxas de precipitação em tempestades tropicais e furacões. | | Figura 45 |

| Perigo | Indicador | Normal 1971-2000 | SSP5-4.5 2041-2070 | SSP5-8.5 2041-2070 | Referência em Anexo |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tempestades**[15] | | | Aumento do número de furacões no Atlântico que atingem a intensidade de categoria 4 ou 5 (incerteza associada).<br>Diminuição do número total de tempestades tropicais atlânticas e furacões combinados (incerteza associada).<br>Aumento dos ventos mais fortes de tempestades tropicais e furacões. | | |
| | Frequência de Ciclones Tropicais no Atlântico Norte | | -10% | | Figura 44 |
| | Frequência de Ciclones Tropicais de categoria 4 e 5 no Atlântico Norte | | +10% | | |
| | Intensidade de Ciclones Tropicais de no Atlântico Norte | | +3% | | |
| | Taxa de precipitação de quase-tempestade | | +15% | | |
| **Calor excessivo/ondas de calor** | Dias de verão (T>25ºC) | 60-80 dias | 100-120 dias | 100-120 dias | Figura 9 e Figura 10 |
| | Dias quentes (>30ºC) | 20-40 dias | 40-60 dias | 40-60 dias | -Figura 10 |
| | Dias muito quentes (>35ºC) | 0-10 dias | 10-20 dias | 10-20 dias | Figura 11 e Figura 12 |
| | Número máximo consecutivo de dias muito quentes | 0-10 dias | 10-20 dias | 10-20 dias | - |
| | Dias em onda de calor | 0-1 dias | 5-6 dias | 7-8 dias | Figura 13 e Figura 14 |
| | Duração máxima dos dias em ondas de calor | 10-20 dias | 20-30 dias | 30-40 dias | - |

[15] Dados apenas existentes para o cenário RCP 2.6

| Perigo | Indicador | Normal 1971-2000 | SSP5-4.5 2041-2070 | SSP5-8.5 2041-2070 | Referência em Anexo |
|---|---|---|---|---|---|
| | Noites Tropicais | 0-10 dias | 20-30 dias | 30-40 dias | Figura 15 e Figura 16 |
| | Classificação do Índice Climático Térmico Universal (UTCI) | Sem stress térmico, exceto no inverno (D,J,F) em que se verifica frio ligeiro | | | - |
| | Dias em stress térmico | 1-2 dias | 2-3 dias | 3-4 dias | - |
| | Duração dos dias em stress térmico | 5-6 dias | 6-7 dias | 7-8 dias | - |
| **Frio excessivo/ ondas de frio** | Dias de geada (T<0ºC) | 0-10 dias | 0-10 dias | 0-10 dias | Figura 19 e Figura 20 |
| | Dias frios (T<7ºC) | 40-60 dias | 40-60 dias | 20-40 dias | Figura 17 e Figura 18 |
| | Número máximo consecutivo de dias frios | 20-40 dias | 20-40 dias | 0-20 dias | - |
| | Dias em onda de frio | 0,75-1 dias | 0,00-0,025 dias | 0,00-0,025 dias | Figura 21 e Figura 22 |
| | Duração máxima dos dias em ondas de frio | 11-13 dias | 5-7 dias | 7-9 dias | - |
| **Ventos intensos** | Máximo da rajada de vento máxima diária (m/s) | 32-34 m/s | 34-36 | 30-32 m/s | - |
| | Dias em que a velocidade do vento > 5,5m/s (ou 19,8km/h) | 120-140 dias | 120-140 dias | 120-140 dias | Figura 35 e Figura 36 |
| | Dias em que a velocidade do vento > 10,5m/s (ou 37,8km/h) | 2,5-3,0 dias | 2,0-2,5 dias | 2,0-2,5 dias | Figura 36 e Figura 37 |
| **Seca** | Índice de Aridez (AI) | Húmido (AI<0,65) | Húmido (AI<0,65) | Seco subhúmido (0,5<AI<0,65) | Figura 39 e Figura 40 |
| | Dias consecutivos sem precipitação | 100-120 dias | 120-140 dias | 120-140 dias | Figura 25 e Figura 26 |
| | Variação do número médio de secas moderadas por década (período de retorno de 12 meses) | - | (+) 0,0-0,5 [SPI]<br>(+) 0,0-0,5 [SPEI] | (+) 1,0-1,5 [SPI]<br>(+) 0,5- 1,0 [SPEI] | - |

| Perigo | Indicador | Normal 1971-2000 | SSP5-4.5 2041-2070 | SSP5-8.5 2041-2070 | Referência em Anexo |
|---|---|---|---|---|---|
| | Variação da duração média dos episódios de seca moderada por década (período de retorno de 12 meses) | - | (+) 2-4 meses [SPI]<br>(+) 4-8 meses [SPEI] | (+) 4-6 meses [SPI]<br>(+) 4-8 meses [SPEI] | - |
| | Variação da humidade relativa (%) | - | (-) 0-2% | (-) 0-2% | - |
| | Variação da Evapotranspiração Potencial (%) | - | (+) 5-10% | (+) 10-15% | - |
| | Variação na humidade do solo (mm) | - | (-) 0-40 mm | (-) 0-40 mm | - |
| | Variação da evapotranspiração (%) | | (-) 5-10%<br>[(-) 10-20% nos meses mais quentes] | (-) 5-10%<br>[(-)10-20% nos meses mais quentes] | - |

A Tabela 9 apresenta o resultado da análise de exposição do ITQB NOVA aos perigos climáticos.

*Tabela 9- Análise de exposição atual e futura do ITQB NOVA a perigos climáticos relevantes*

| Exposição | **Perigos Climáticos** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Precipitação intensa** | **Cheias rápidas** | **SNM** | **Tempestades** | **Calor excessivo/ ondas de calor** | **Frio excessivo/ ondas de frio** | **Ventos intensos** | **Seca** |
| Atual | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| Futura | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 2 | 3 |
| **Pontuação** | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Baixa | Média | Alta |

De seguida, listam-se algumas considerações com o intuito de facilitar a sua interpretação da análise, nomeadamente como evolui da exposição aos perigos climáticos:

01. **Precipitação extrema e cheias rápidas |** No cenário climático RCP8.5, entre 2041 e 2070, a região de Lisboa-Oeiras enfrentará uma redução do número de dias chuvosos e de precipitação moderada a forte. Apesar de haver alguma incerteza nas projeções de precipitação, a tendência global de longo prazo é a de uma maior intensidade de precipitação em curtos períodos de tempo [9].

02. **Subida do nível médio do mar e tempestades |** As projeções indicam que o nível médio global do mar continuará a subir ao longo do século XXI, a uma taxa provavelmente superior à observada entre 1971 e 2010 [13]. Esta subida resultará em níveis mais elevados de inundação, particularmente quando combinada com eventos extremos, como tempestades e ciclones tropicais [14].

    Embora a projeção da atividade futura destes eventos apresente elevada incerteza, há consenso de que os aumentos no nível do mar, na intensidade média das tempestades e nas taxas de precipitação associadas atuarão de forma combinada para agravar os perigos costeiros. A maior confiança reside no facto de que a subida do nível do mar resultará em inundações médias mais elevadas, exacerbadas por tempestades extremas [13].

    No cenário futuro para 2050, o edifício do ITQB não se encontra exposto a um risco direto de submersão e inundação extrema costeira[16], respetivamente (como se observa na Figura 43 e Figura 45 em Anexo). No entanto, as vias de acesso e transporte, nomeadamente a marginal e as vias-férreas, apresentarão maior exposição devido à elevação do nível médio do mar e ao aumento potencial da severidade das tempestades.

03. **Calor extremo e ondas de calor |** As projeções para o cenário RCP8.5 entre 2041-2070 indicam um aumento considerável na exposição ao perigo do calor extremo e ondas de calor. Este aumento manifesta-se num maior número de dias quentes e muito quentes, ondas de calor mais frequentes e duradouras e uma tendência (até ao final

[16] A inundação costeira ocorre em resposta a uma combinação de três processos que incluem:

- Eventos anormais de maré alta – eventos anormais de maré alta ocorrem quando estamos em fase de Lua Nova ou fase de Lua Cheia e está mais próxima da Terra (Marés-Vivas).
- Tempestades - existe uma subida do nível do mar causada pelas tempestades e pelos seus ventos associados.
- Ventos e ondas persistentes — Inundações causadas por ventos offshore e ondas repetidas.

Quando combinados estamos perante cenários extremos, que agravam os efeitos nas pessoas e nas infraestruturas perto da costa.

do século) de aumento do stress térmico nos meses mais quentes do ano. Para RCP4.5 e 8.5, o número de casos de calor extremo, aumenta ao longo do século 21 e, neste último cenário, mais de 7 ocorrências de estresse térmico extremo surgirão. Os níveis de retorno de temperatura máxima, que indicam a frequência com que temperaturas extremas são atingidas, também mostram um aumento. Por exemplo, valores de temperatura máxima que eram esperados a cada 100 anos no período histórico passam a ser esperados a cada 10 anos [9].

04. **Frio extremo e ondas de frio |** Para o cenário climático RCP8.5 entre 2041 e 2070, a região de Lisboa-Oeiras experimentará uma redução notável na exposição ao frio extremo. As ondas de frio tornar-se-ão menos frequentes, menos duradouras e menos intensas. O número de dias de geada e dias frios também diminuirá [9].

05. **Vento extremo |** As projeções para as rajadas de vento na região são variáveis e com elevada incerteza. Estas indicam um aumento das rajadas máximas para o início do século e uma possível redução para o meio e final do século. O número de dias com vento forte (acima de 5.5 m/s) poderá aumentar ligeiramente na região, contrariando a tendência geral de diminuição no resto do país [9].

06. **Seca |** No cenário climático RCP8.5, entre 2041 e 2070, a região enfrentará um aumento significativo na exposição à seca, assinalado pela transição do índice de aridez[i] classificado como húmido para seco-húmido. Os períodos secos serão mais longos, a precipitação anual diminuirá, a evapotranspiração potencial aumentará e a humidade do solo diminuirá. Além disso, espera-se um aumento na frequência e duração das secas moderadas [9].

## 4.3. Análise de Vulnerabilidade

A análise comparativa da **Error! Not a valid bookmark self-reference.** (vulnerabilidade atual) e Tabela 11 (vulnerabilidade futura) revela que a maioria dos perigos climáticos avaliados projeta uma tendência de intensificação, resultando num aumento do seu potencial de impacto nas atividades do ITQB NOVA. Esta projeção alinha-se com as expectativas de um clima em mudança, no qual os eventos extremos se tornam mais frequentes e severos.

Três perigos exibem uma alteração do seu perfil de vulnerabilidade: a seca e os ventos intensos transitaram para uma categoria de vulnerabilidade alta, enquanto o frio excessivo apresenta uma redução significativa da sua relevância no futuro.

*Tabela 10- Análise da vulnerabilidade atual aos perigos climáticos relevantes*

| | | **Exposição (atual)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Alta** | **Média** | **Baixa** | **Muito baixa/ Inexistente** |
| **Sensibilidade** | **Alta** | | Precipitação intensa<br>Cheias rápidas<br>SNM<br>Tempestades<br>Calor excessivo | | |
| | **Média** | | Seca<br>Ventos intensos | Frio excessivo | |
| | **Baixa** | | | | |
| | **Inexistente** | | | | |

*Tabela 11- Análise da vulnerabilidade futura aos perigos climáticos relevantes*

| | | **Exposição (futura)** | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | **Alta** | **Média** | **Baixa** | **Muito baixa/ Inexistente** |
| **Sensibilidade** | **Alta** | Precipitação intensa<br>SNM<br>Cheias rápidas<br>Calor excessivo<br>Tempestades | | | |
| | **Média** | Seca<br>Ventos intensos | | | Frio excessivo |
| | **Baixa** | | | | |
| | **Inexistente** | | | | |

**Legenda:** Nível de vulnerabilidade Alta Média Baixa

## 4.4. Análise de Probabilidade

A Tabela 12 apresenta os resultados da análise de probabilidade aos perigos climáticos no futuro.

*Tabela 12- Análise de probabilidade de ocorrência de perigos climáticos na AML/região Oeiras*

| | **Perigos climáticos** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **Precipitação intensas** | **Cheias rápidas** | **SNM** | **Tempestades** | **Calor excessivo/ Ondas de calor** | **Frio excessivo/ Onda de frio** | **Ventos intensos** | **seca** |
| **Confiança** (nível de acordo entre os modelos na direção da mudança de um determinado sinal climático) | ~33-66% | ~33-66% | > 66% | n.d. (diferentes indicadores apresentam um nível de confiança muito díspar, desde baixo a elevado) | > 66% | > 66% | > 66% | > 66% |
| **Probabilidade** | Moderado | Moderado | Provável | Moderado | Quase certo | Improvável | Moderado | Provável |
| **Referência** | [9] (pág. 200) | | [13] (Notas metodológicas) | [16] [17] | [9] (Pág. 199-200) | | [9] (Pág. 201) | [9] (Pág. 186) |

O perigo de calor extremo/ondas de calor, consequência direta da emissão de GEE, agravar-se-á irrefutavelmente. Por conseguinte, é provável a intensificação da subida do nível médio das águas do mar e da seca. A probabilidade moderada de ocorrência de eventos de precipitação intensa e cheias rápidas associadas deve-se maioritariamente a incertezas na sua expressão a nível regional. Pela complexidade dos fenómenos associados, verifica-se também uma considerável incerteza

quanto à evolução das tempestades e ciclones tropicais a nível nacional e regional. As projeções para a ocorrência de ventos intensos apontam para uma variação sazonal (intensificação no verão).

## 4.5. Análise de Impacto

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise de impacto dos perigos climáticos nas principais áreas de risco.

*Tabela 13- análise de impacto dos perigos climáticos*

| | Perigos climáticos | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Áreas de risco** | **Precipitação intensas** | **Cheias rápidas** | **SNM** | **Tempestades** | **Calor excessivo/ Ondas de calor** | **Frio excessivo/ Onda de frio** | **Ventos intensos** | **seca** |
| **Infraestrutura e equipamentos essenciais** | 4 | 4 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 |
| **Ensino** | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| **Investigação** | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| **Saúde, bem-estar e produtividade** | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 |
| **Acesso ao Campus** | 4 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 |
| **Gestão de resíduos** | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| **Financeiro** | 3 | 3 | 1 | 3 | 4 | 1 | 2 | 2 |
| **Impacto** | **Significativo** | **Significativo** | **Moderado** | **Moderado** | **Significativo** | **Menor** | **Menor** | **Moderado** |

Evidencia-se o impacto da precipitação intensa e cheias rápidas na infraestrutura e equipamentos essenciais do ITQB, bem como no acesso ao campus. Este último, é também condicionado pela subida do nível do mar (nomeadamente no que respeita à utilização do comboio). As tempestades representam também um perigo significativo à segurança de pessoas e bens, com potenciais impactos financeiros consideráveis. Não obstante, o calor excessivo/ondas de calor é o perigo para os quais se projetam impactos negativos mais severos, nomeadamente tendo em conta a vulnerabilidade de equipamentos de refrigeração e ausência de redundância em 75% dos equipamentos críticos. Estas disrupções poderão resultar em impactos significativos para o ensino e investigação (ex. comprometimento de materiais biológicos e reagentes, impactos na saúde, bem-estar e produtividade), bem como em consideráveis perdas financeiras. O ensino e investigação poderão ser também impactados pelo aumento da frequência e severidade de episódios de seca (nomeadamente no que respeita a trabalhos de campo).

## 4.6. Análise de Risco

A Tabela 14 apresenta os resultados da análise de risco climático.

*Tabela 14- Análise de risco aos perigos climáticos relevantes*

| | | **Impacto** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Insignificante | Menor | Moderado | Significativo | Catastrófico |
| **Probabilidade** | Raro | | | | | |
| | Improvável | | Frio excessivo | | | |
| | Moderado | | Ventos intensos | Tempestades | **Precipitação extrema**<br>**Cheias Rápidas** | |
| | Provável | | | SNM<br>Seca | | |
| | Quase certo | | | | **Calor Excessivo/Ondas de calor** | |

A Tabela 14 destaca a precipitação extrema/cheias rápidas e o calor extremo/ondas de calor como riscos climáticos que exigem uma resposta estratégica e operacional imediata. No entanto, é crucial desenvolver estratégias de adaptação proativas para os restantes riscos identificados. Esta abordagem deve considerar a incerteza inerente às projeções climáticas e as interações multifatoriais entre os diferentes fenómenos, que podem amplificar os impactos.

## 4.7. Medidas de Adaptação e Resiliência

A Tabela 15 sistematiza os resultados do exercício de priorização das medidas de adaptação e resiliência do ITQB NOVA às alterações climáticas, realizado no workshop#2.

*Tabela 15- Medidas de adaptação e resiliência às alterações climáticas e respetivo valor de priorização*

| Medida | Valor |
|---|---|
| Aumentar a capacidade atual de sistemas back-up (geradores) | 4,33 |
| **Desenvolver um plano de contingência para eventos extremos** | **4,33** |
| **Desenvolver um plano de redução e gestão de resíduos** | **4,25** |
| Instalar um sistema fotovoltaico para autoconsumo | 4,22 |
| **Garantir que o armazenamento de materiais perigosos seja resiliente a eventos climáticos extremos, como inundações** | **4,17** |
| **Desenvolver campanhas de comunicação e formação sobre riscos climáticos** | **4,13** |
| **Desenvolver opções alternativas de deslocação** | **4,08** |
| Desenvolver um plano de gestão e conservação de água (incluindo atividades de investigação) | 4,08 |
| Substituição de iluminação por LEDS | 4,07 |
| Substituir equipamentos de climatização (AVAC) | 4,03 |
| Desenvolver um plano de mecanismos de financiamento para adaptação e resiliência às alterações climáticas | 3,98 |
| Colocar películas de proteção térmica nas janelas | 3,97 |
| Relocalizar equipamentos e materiais que estejam expostos a impactos de perigos climáticos | 3,95 |

| | |
|---|---|
| Implementar um sistema integrado de registo e gestão de dados de ocorrências[17] | 3,92 |
| Implementar um sistema de alarme em caso de inundação | 3,92 |
| **Expandir as fronteiras da análise de risco às alterações climáticas** | **3,91** |
| Aumentar o número de arcas de emergência | 3,84 |
| **Colaborar com a Câmara Municipal de Oeiras para desenvolver estratégias para aumentar a adaptação do sistema hídrico a extremos climáticos** | **3,83** |
| Criar incentivos para projetos de investigação que contribuam para a resiliência | 3,57 |

As ações de adaptação e resiliência assinaladas a negrito na Tabela 15 foram alvo de análise durante o segundo workshop, encontrando-se os respetivos resultados sistematizados no Anexo 6.8. Apesar de incipientes, estes resultados ilustram a consciencialização dos participantes para a importância de uma atuação transversal a todas as divisões e serviços perante o desafio das alterações climáticas. Não obstante, fica patente a necessidade de clarificar o perfil atual da capacidade adaptativa do ITQB, nomeadamente no que se refere a processos de tomada de decisão, recursos humanos/técnicos disponíveis e financiamento. Reconhecendo a adaptação e resiliência como processos não lineares e iterativos, o capítulo 5 apresenta sugestões para os próximos passos, numa abordagem de gestão adaptativa.

[17] Tendo a ausência de informação sistematizada sobre ocorrências e impactos das alterações climáticas no ITQB sido um fator limitante no presente estudo, o anexo 6.9 apresenta um conjunto de critérios a incorporar num sistema de registo e monotorização de ocorrências e impactos relacionados com as alterações climáticas.

# 5. Próximos passos

O projeto piloto demonstrou que existe uma necessidade premente de aumentar a capacidade adaptativa às alterações climáticas, e resiliência no sentido lato, nomeadamente no que se refere a extremos de temperatura/ondas de calor e a chuvas rápidas/inundações. O presente documento apresenta um estudo das vulnerabilidades e riscos às alterações climáticas e possíveis intervenções, não configurando ainda um plano de adaptação e resiliência. Este último não deverá ser um documento estático, mas um quadro vivo e dinâmico, continuamente atualizado por novos dados climáticos, análises de impacto e pela avaliação da eficácia das medidas em curso.

Desta forma, sugere-se que, utilizando os resultados aqui dispostos como informação base, se procedam às diligências necessárias à elaboração de um plano de adaptação e resiliência integrado e robusto. Este poderá ser desenhado ao nível da faculdade ou centralmente para a universidade, tendo em conta a estratégia que se pretender adotar e a capacidade existente para a sua execução. A Tabela 16 apresenta uma lista de ações que se sugerem para dar continuidade ao presente estudo e com vista à elaboração do referido plano.

*Tabela 16- Checklist de próximos passos (baseada na Norma ISO 14090:2019)*

☐ Avaliar a **Capacidade Adaptativa** atual para adaptação aos impactos das alterações climáticas, incluindo:

- **recursos**
  - financeiros
  - humanos;
  - técnicos;
- **capacidades organizacionais para:**
  - identificar os momentos em que a organização toma decisões estratégicas que podem ser impactadas pelas alterações climáticas;
  - estabelecer a liderança e o compromisso com o processo de adaptação;
  - mobilizar recursos financeiros;
  - assegurar que os principais decisores sejam sensibilizados para a necessidade de abordar a questão das alterações climáticas;
  - assegurar que dispõe ou tem condições de aceder a conhecimentos especializados em matéria de adaptação às alterações climáticas

- formalizar uma estrutura organizacional que defina papéis e responsabilidades de forma clara e permita a execução eficaz das ações, e pode permanecer flexível a novas oportunidades de melhorar as ações;
- mobilizar recursos humanos (incluindo equipas de projeto e respetiva governação);
- encetar um diálogo significativo e atempado com as partes interessadas;
- desenvolver abordagens colaborativas para a tomada de decisões;
- garantir que pode aprender com a experiência para melhorar ao longo do tempo, incorporando conhecimentos e aprendizagens nas decisões;
- estabelecer e aprovar um programa de trabalho.

☐ Elaborar um **Plano de Adaptação**

- Criar uma equipa, com atribuição de responsabilidades de tomada de decisão, planeamento, implementação e suporte, envolvendo os principais decisores e as partes interessadas;
- Identificar níveis aceitáveis de riscos e objetivos de adaptação que o plano pretende alcançar;
- Avaliar as medidas de adaptação propostas e identificar novas que respondam às suas prioridades, incluindo medidas para colmatar as lacunas da capacidade adaptativa;
- Avaliar quais as ações de adaptação às alterações climáticas mais adequadas às necessidades e capacidades;
- Apresentar **para cada ação de adaptação**:
  - Objetivo
  - Descrição
  - Indicadores
  - Cronograma
  - Custos e benefícios
  - Capacidade organizacional atual e desejável
  - Responsabilidades
  - Ameaças à sua implementação efetiva

- Mapear a forma como o processo de adaptação às alterações climáticas deve ser incorporado nas políticas, estratégias e planos da organização;

- Identificar políticas, estratégias e planos que possam afetar o planeamento de adaptação- políticas nacionais, requisitos legais, planos de adaptação nacionais (NRA 2100) e regionais (PAECO 2030+), planos de comunicação e contingencial nacional e regionais);
- Adotar uma abordagem de gestão adaptativa que permita a captura de novos conhecimentos e aprendizagens das experiências de tomada de decisão para informar decisões futuras;

Importa reconhecer que, fora das fronteiras consideradas no presente estudo, poderão existir vulnerabilidades com potencial para comprometer a missão científica e académica do ITQB, bem como a segurança da sua comunidade. Alguns exemplos são a vulnerabilidade dos projetos de investigação que dependem de outras localizações geográficas ou a vulnerabilidade das cadeias de abastecimento de produtos químicos, reagentes e outros materiais essenciais (Figura 6 e Figura 7 em Anexo). Uma possível expansão das fonteiras de análise deverá ser tida em consideração aquando do processo de planeamento.

# 6. Anexos

Seguindo-se a estrutura do documento, apresentam-se as referências adicionais mencionadas alo longo do mesmo.

## 6.1. Metodologia- Introdução aos perigos climáticos

*Tabela 17- Perigos climáticos identificados pelo Regulamento Europeu 2020/852 (Taxonomia Europeia)*

**APPENDIX A: CLASSIFICATION OF CLIMATE-RELATED HAZARDS[669]**

| | Temperature-related | Wind-related | Water-related | Solid mass-related |
|---|---|---|---|---|
| Chronic | Changing temperature (air, freshwater, marine water) | Changing wind patterns | Changing precipitation patterns and types (rain, hail, snow/ice) | Coastal erosion |
| | Heat stress | | Precipitation or hydrological variability | Soil degradation |
| | Temperature variability | | Ocean acidification | Soil erosion |
| | Permafrost thawing | | Saline intrusion | Solifluction |
| | | | Sea level rise | |
| | | | Water stress | |
| Acute | Heat wave | Cyclone, hurricane, typhoon | Drought | Avalanche |
| | Cold wave/frost | Storm (including blizzards, dust and sandstorms) | Heavy precipitation (rain, hail, snow/ice) | Landslide |
| | Wildfire | Tornado | Flood (coastal, fluvial, pluvial, ground water) | Subsidence |
| | | | Glacial lake outburst | |

## 6.2. Metodologia- Fronteiras do estudo

**NÍVEL 2: Serviços e entidades críticos**

Alargar o âmbito a serviços críticos à continuidade das atividades no ITQB NOVA e entidades relevantes

**1. Serviços públicos**

Redes elétricas, abastecimento de água, telecomunicações, gestão de resíduos.

**2. Acessos pedonais, rodoviários e cicláveis contíguos à faculdade**

Deslocações de estudantes e funcionários.

**3. Serviços centralizados (Reitoria NOVA)**

Sistemas de TI, gestão de resíduos e compras.

**4. Entidades externas**

- Comunidade local e relação face aos recursos partilhados;
- Entidades de poder local, regional, nacional (Câmara Municipal de Oeiras, APA);
- Entidades responsáveis por serviços de alerta e gestão de perigos (proteção civil, bombeiros, IPMA).

**4. Políticas regionais**

Políticas e planos de adaptação climática do governo local

*Figura 6- Segundo nível de fronteira de estudo de risco climático*

**NÍVEL 3: Cadeias de abastecimento e viabilidade de projetos**

Alargar o âmbito às redes (nacionais e internacionais) de abastecimento de materiais e equipamentos e a projetos de investigação noutras regiões, potencialmente expostos a diferentes perigos climáticos

**1. Cadeias de abastecimento**

Fornecimento de materiais de laboratório, produtos químicos ou equipamentos especializados.

**2. Iniciativas de investigação fora do Campus**

Incluindo projetos em parceria com organizações externas.

**3. Indústria**

Incluindo spinoffs e empresas de biotecnologia e redes internacionais.

**4. Políticas nacionais e internacionais**

Políticas e planos de adaptação climática a nível nacional/ europeu.

**5. Reputação**

Impacto na atratividade do ITQB NOVA.

*Figura 7- Terceiro nível de fronteira de estudo de risco climático*

## 6.3. Metodologia- *Checklist* de perguntas para recolha de dados preliminares

- Que mecanismos de registo e gestão de ocorrências relacionadas com eventos climáticos existem atualmente? Quem são os atores chave de tomada de decisão?
- Que eventos relacionados com o clima (ex.: inundações, ondas de calor, tempestades) afetaram historicamente a instalação e/ou as suas operações?
- Têm conhecimento de alguma tendência ou padrão de eventos climáticos que afetem a área nos últimos anos?
- Tem conhecimento de projeções para riscos climáticos futuros neste local? Prevê que equipamentos ou processos de investigação específicos se tornem mais vulneráveis a perigos futuros? Quais?
- O ITQB está localizado numa área propensa a inundações (ex.: regiões com drenagem deficiente)?
- Existem características naturais ou artificiais (por exemplo, colinas, barreiras, vegetação) que atenuam ou exacerbam a exposição a perigos como tempestades ou incêndios florestais?
- Componentes de infraestruturas críticas, tais como laboratórios ou salas de armazenamento, já foram afetados por condições meteorológicas extremas (por exemplo, intrusão de água, cortes de energia, danos causados pelo calor)?
- Houve casos em que equipamentos de laboratório foram danificados ou sofreram interrupções ao seu normal funcionamento devido a eventos climáticos extremos? Que tipo de equipamentos são mais críticos?
- Há alguma tipologia de materiais (ex. reagentes) que por terem que ser mantidos em determinadas gamas de temperatura/humidade etc. são mais vulneráveis a disrupções?
- Prevê-se que equipamentos ou processos de investigação específicos se tornem mais vulneráveis a perigos futuros? Quais?

- Existe alguma comunidade mais vulnerável (ex: mobilidade reduzida)
- Existem parceiros externos, como prestadores de serviços públicos ou instituições próximas, cujas vulnerabilidades possam afetar o edifício/atividades?
- Os sistemas de AVAC (Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado) falharam durante eventos climáticos, afetando as condições de laboratório?
- Houve períodos em que a manutenção das condições exigidas nos laboratórios (equipamentos/reagentes) foi um desafio devido a fatores climáticos externos?
- Houve casos de escassez de água ou contaminação durante secas ou chuvas intensas (que afetaram diretamente as operações do dia a dia)?
- Houve incidentes relacionados com o clima em que o tratamento de resíduos e/ou águas residuais laboratoriais foi comprometido?
- Eventos climáticos extremos (por exemplo, inundações) obstruíram as vias de acesso à universidade?
- Houve atrasos ou cancelamentos significativos no transporte público que atende a universidade durante períodos de eventos climáticos extremos?
- Algum evento climático levou ao adiamento de exames/ palestras/atividades de pesquisa, evacuação de edifícios ou o cancelamento de aulas?
- Algum evento climático (mesmo que além-fronteiras) levou a disfunções no abastecimento de materiais ou equipamentos essenciais?
- Foram relatados problemas de saúde física e/ou mental entre estudantes ou funcionários durante eventos extremos? Existem mecanismos para lidar com estas situações (ex: gabinetes de apoio)?
- Existem sistemas de backup (por exemplo, geradores, tanques de água) para manter as operações durante interrupções?
- Foram implementadas medidas estruturais (por exemplo, barreiras contra inundações, coberturas reforçadas) para reduzir a exposição a perigos?

- Existem protocolos ou planos operacionais em vigor para lidar com emergências relacionadas com o clima (por exemplo, evacuação, relocalização de equipamento sensível)? Os planos de resposta a emergências existentes foram eficazes durante eventos climáticos passados?
- Houve casos em que alguma ação de adaptação deixou de ser feita por falta de recursos financeiros?
- Existem áreas ou equipamentos específicos que precisem de intervenção imediata para mitigação ou adaptação?
- Colaboram com organizações/entidades que poderiam apoiar os esforços de construção de resiliência?

## 6.4. Metodologia- Workshop#1

*Tabela 18- Matriz exemplo do exercício de validação da análise de sensibilidade do ITQB NOVA aos perigos climáticos*

| Componentes críticas | Perigos climáticos | | | | | | | | Comentários |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitação intensa | Cheias rápidas | Subida do Nível do Mar | Tempestades | Calor excessivo/ ondas de calor | Frio excessivo/ ondas de frio | Vento intenso | Seca | |
| **EQUIPAMENTOS** | | | | | | | | | |
| UPS | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Arcas e câmaras de conservação | 2 | 2 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| Posto de transformação | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 1 | 0 | |
| Chillers | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | |
| Equipamentos de climatização | 3 | 3 | 0 | 0 | 3 | 1 | 0 | 0 | |
| Geradores | 3 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

## 6.5. Metodologia- Workshop#2

| **AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO** | **RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO** |
|---|---|
| *Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*<br>*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*<br>*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*<br>*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de processo)* | *Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*<br>*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*<br>*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*<br>*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma* |
| **VIABILIDADE E OBSTÁCULOS** | **FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE** |
| *Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*<br>*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*<br>*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida* | *Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*<br>*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?* |

*Figura 8- Quadro de preenchimento do exercício de desenvolvimento das medidas de adaptação*

## 6.6. Metodologia- Medidas de Adaptação e Resiliência

1. Implementar um sistema integrado de registo e gestão de dados de ocorrências.
2. Desenvolver um plano de redundância de eletricidade e refrigeração.
    a. Aumentar a capacidade atual de sistemas back-up (geradores).
    b. Substituir equipamentos de climatização (AVAC).
    c. Instalar um sistema fotovoltaico para autoconsumo.
    d. Aumentar o número de arcas de emergência (5-10% da capacidade total).
3. Ações para aumentar a eficiência energética.
    a. Substituição de iluminação por LEDS.
    b. Colocar películas de proteção térmica nas janelas (reduz até 70% da carga térmica.
4. Desenvolver planos de contingência para riscos climáticos.
    a. procedimentos para continuidade de atividades académicas e de investigação.
    b. assegurar segurança de pessoas (Team 24, equipa de socorristas).
    c. protocolos para salvaguardar amostras biológicas, produtos químicos, etc.
    d. protocolos de comunicação claros para alertar a comunidade.
5. Implementar um sistema de alarme em caso de inundação.
6. Desenvolver um plano de mecanismos de financiamento para adaptação e resiliência às alterações climáticas.
7. Desenvolver opções alternativas de acesso ao Campus, com incidência em modos suaves.
8. Colaborar com a Câmara Municipal de Oeiras para desenvolver estratégias para aumentar a adaptação do sistema hídrico a extremos climáticos.
9. Desenvolver um plano de gestão e conservação de água (incluindo atividades de investigação).
10. Relocalizar equipamentos e materiais que estejam expostos a impactos de perigos climáticos.
11. Garantir que o armazenamento de materiais perigosos seja resiliente a eventos climáticos extremos, como inundações.
12. Expandir as fronteiras da análise de risco às alterações climáticas.
13. Criar incentivos para projetos de investigação que contribuam para a resiliência.
14. Expandir o conhecimento sobre as causas, resultados e as soluções das alterações climáticas nos perfis curriculares.
15. Desenvolver campanhas de comunicação e formação sobre riscos climáticos.

## 6.7. Resultados- Informação de base

| INFORMAÇÃO DE BASE | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | QUADROS E FIGURAS | PERIGOS CLIMÁTICOS |
|---|---|---|---|
| **Sensibilidade aos perigos climáticos** | | | |
| Sensibilidade climática sectorial Agricultura e Florestas | PMACO | Tabela 19 | • Precipitação intensa<br>• Seca<br>• Calor excessivo/onda de calor<br>• Subida do nível médio das águas do mar<br>• Tempestades<br>• Vento forte<br>• Frio excessivo/ondas de frio |
| Sensibilidade climática sectorial Energia e Segurança Energética | | Tabela 20 | |
| Sensibilidade climática sectorial Recursos Hídricos | | Tabela 21 | |
| Sensibilidade climática sectorial Segurança de Pessoas e Bens | | Tabela 22 | |
| Sensibilidade climática sectorial Transportes e Comunicações | | Tabela 23 | |
| Sensibilidade climática sectorial Zonas Costeiras e Mar | | Tabela 24 | |
| **Exposição aos perigos climáticos** | | | |
| Dias de Verão (T.Max. >25ºC) - média anual, Normal 1971-2000 | RNA2100- Portal do Clima<br>Dados de Soares *et al*, 2024, RNA2100- Projeções Climáticas, Extremos e Índices - Portugal Continental. | Figura 9 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Dias de Verão (T.Max. >25ºC) - média anual, Anomalia 2041-2070 | | Figura 10 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Dias muito quentes (T.Max. >35ºC) - média anual, Normal 1971-2000 | | Figura 11 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Dias muito quentes (T.Max. >35ºC) - média anual, Anomalia 2041-2070 | | Figura 12 | • Calor excessivo/onda de calor |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dias em ondas de calor (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 13 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Dias em ondas de calor (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 14 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Noites tropicais (nº anual), Normal 1971-2000 | | Figura 15 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Noites tropicais (nº anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 16 | • Calor excessivo/onda de calor |
| Dias frios (nº dias anual temp. mín. <7ºC), Normal 1971-2000 | | Figura 17 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias frios (nº dias anual temp. mín. <7ºC), Anomalia 2041-2070 | | Figura 18 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias de geada (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 19 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias de geada (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 20 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias em ondas de frio (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 21 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias em ondas de frio (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 22 | • Frio excessivo/ondas de frio |
| Dias com precipitação (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 23 | • Precipitação intensa |
| Dias com precipitação (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 24 | • Precipitação intensa |
| Dias consecutivos sem precipitação (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 25 | • Precipitação intensa |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Dias consecutivos sem precipitação (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 26 | • Precipitação intensa |
| Máximo acumulado em 5 dias (anual), Normal 1971-2000 | | Figura 27 | • Precipitação intensa |
| Máximo acumulado em 5 dias (anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 28 | • Precipitação intensa |
| Dias com precipitação muito forte (> 20mm) - média anual, Normal 1971-2000 | | Figura 29 | • Precipitação intensa |
| Dias com precipitação muito forte (> 20mm) - média anual, Anomalia 2041-2070 | | Figura 30 | • Precipitação intensa |
| Dias com precipitação extra forte (>50 mm) - média anual, Normal 1971-2000 | | Figura 31 | • Precipitação intensa |
| Dias com precipitação extra forte (>50 mm) - média anual, Anomalia 2041-2070 | | Figura 32 | • Precipitação intensa |
| Nº dias velocidade do vento < 7.2km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 33 | • Vento forte |
| Nº dias velocidade do vento < 7.2km/h (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 34 | • Vento forte |
| Nº dias velocidade do vento >19.8km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 35 | • Vento forte |
| Nº dias velocidade do vento >19.8km/h 8 (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 36 | • Vento forte |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nº dias velocidade do vento > 37.8km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000 | | Figura 37 | • Vento forte |
| Nº dias velocidade do vento > 37.8km/h (nº dias anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 38 | • Vento forte |
| Índice de Aridez (anual), Normal 1971-2000 | | Figura 39 | • Seca |
| Índice de Aridez (anual), Anomalia 2041-2070 | | Figura 40 | • Seca |
| Subida do Nível Médio das Águas do Mar (SNM) | Nasa Sea level projection tool | Figura 41<br>Figura 42 | • Subida do nível médio das águas do mar |
| Submersão Frequente | Antunes, C., 2019<br>Antunes C. *et al*, 2019 | Figura 43 | • Subida do nível médio das águas do mar<br>• Tempestades |
| Ciclones Tropicais | Knutson, T. *et al,* 2020 | Figura 45 | • Tempestades |
| Inundação Extrema Costeira | Antunes, C., 2019<br>Antunes C. *et al*, 2019 | Figura 45 | • Subida do nível médio das águas do mar<br>• Tempestades |

Ω

*Tabela 19- Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Agricultura e Florestas*

| **Sector** | **Agricultura e florestas** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Principais elementos sensíveis a riscos climáticos** | • 390 hectares culturas temporárias de sequeiro e de regadio<br>• 150 hectares de floresta de pinheiro bravo<br>• Área da Mata do Jamor | | | | | |
| **Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)** | | | | | | |
| **Riscos climáticos** | **Inexis-tente** | **Muito baixa** | **Baixa** | **Média** | **Alta** | **Muito Alta** |
| **A. Precipitação intensa** | | | | ○ | ◆ | |
| **B. Redução da precipitação** | | | | ○ | ◆ | |
| **C. Alteração na escala sazonal da precipitação** | | | ○ | ◆ | | |
| **D. Secas** | | | | ○ ◆ | | |
| **E. Temperaturas elevadas/ondas de calor** | | | | | ○ | ◆ |
| **F. Alteração na escala sazonal da temperatura** | | | | ○ ◆ | | |
| **G. Nível médio das águas do mar** | ◆ | ○ | | | | |
| **H. Temperaturas baixas/ondas de frio** | | ○ ◆ | | | | |
| **I. Gelo/geada/neve** | | ○ ◆ | | | | |
| **J. Granizo** | | ○ ◆ | | | | |
| **K. Ventos fortes** | | | ◆ | ○ | | |
| **L. Tempestades/tornados/trovoadas** | | | ◆ | | ○ | |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

*Tabela 20- Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Energia e Segurança Energética*

| Sector | Energia e segurança energética |
|---|---|
| Principais elementos sensíveis a riscos climáticos | • 72% do parque habitacional com fraca qualidade térmica<br>• 11% dos alojamentos com ar condicionado<br>• Infraestruturas sensíveis: Subestação Barcarena e Figueirinha; Linhas de AT |

| Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Riscos climáticos | Inexis-tente | Muito baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
| A. Precipitação intensa | | | | | | ○◆ |
| B. Redução da precipitação | | | ○◆ | | | |
| C. Alteração na escala sazonal da precipitação | | ○◆ | | | | |
| D. Secas | | | ○◆ | | | |
| E. Temperaturas elevadas/ondas de calor | | | | ○◆ | | |
| F. Alteração na escala sazonal da temperatura | | ○◆ | | | | |
| G. Nível médio das águas do mar | | ○ | | ◆ | | |
| H. Temperaturas baixas/ondas de frio | | | ○ | ◆ | | |
| I. Gelo/geada/neve | | ○◆ | | | | |
| J. Granizo | | ○◆ | | | | |
| K. Ventos fortes | | | ○◆ | | | |
| L. Tempestades/tornados/trovoadas | | | ○◆ | | | |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

*Tabela 21- Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Recursos Hídricos*

| Sector | Recursos hídricos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Principais elementos sensíveis a riscos climáticos** | • Recursos hídricos subterrâneos: Pequenas unidades produtivas pouco profundas; zona litoral | | | | | |
| **Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)** | | | | | | |
| **Riscos climáticos** | **Inexis-tente** | **Muito baixa** | **Baixa** | **Média** | **Alta** | **Muito Alta** |
| **A. Precipitação intensa** | | ○ ◆ | | | | |
| **B. Redução da precipitação** | | ○ | ◆ | | | |
| **C. Alteração na escala sazonal da precipitação** | | | ○ ◆ | | | |
| **D. Secas** | | | ○ | ◆ | | |
| **E. Temperaturas elevadas/ondas de calor** | | ○ ◆ | | | | |
| **F. Alteração na escala sazonal da temperatura** | | ○ | ◆ | | | |
| **G. Nível médio das águas do mar** | | ○ | ◆ | | | |
| **H. Temperaturas baixas/ondas de frio** | ◆ | ○ | | | | |
| **I. Gelo/geada/neve** | ◆ | ○ | | | | |
| **J. Granizo** | ◆ | ○ | | | | |
| **K. Ventos fortes** | ◆ | ○ | | | | |
| **L. Tempestades/tornados/trovoadas** | ◆ | ○ | | | | |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

*Tabela 22- Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Segurança de Pessoas e Bens*

| Sector | Segurança de pessoas e bens |
|---|---|
| Principais elementos sensíveis a riscos climáticos | • 2.722 pessoas, 336 edifícios e 1.536 alojamentos expostos à ocorrência de cheias rápidas;<br>• Cerca de 290 pessoas, 50 edifícios e 130 alojamentos localizados em áreas sensíveis a movimentos de massa em vertente;<br>• 129 pessoas, 53 edifícios e 64 alojamentos em áreas sensíveis à ocorrência de incêndios florestais/rurais. |

**Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)**

| Riscos climáticos | Inexis-tente | Muito baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A. Precipitação intensa | | | | | ○◆ | |
| B. Redução da precipitação | | | ○◆ | | | |
| C. Alteração na escala sazonal da precipitação | | | ○◆ | | | |
| D. Secas | | | ○◆ | | | |
| E. Temperaturas elevadas/ondas de calor | | | | | ○◆ | |
| F. Alteração na escala sazonal da temperatura | | ○◆ | | | | |
| G. Nível médio das águas do mar | | | | | ○◆ | |
| H. Temperaturas baixas/ondas de frio | | ◆ | ○ | | | |
| I. Gelo/geada/neve | | ◆ | ○ | | | |
| J. Granizo | | | ○◆ | | | |
| K. Ventos fortes | | | | ○◆ | | |
| L. Tempestades/tornados/trovoadas | | | | ○◆ | | |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

*Tabela 23: Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Transportes e Comunicações*

| Sector | Transportes e comunicações |
|---|---|
| **Principais elementos sensíveis a riscos climáticos** | • Zonas de cheia na zona de Algés a estação de comboios, o terminal dos autocarros, a Av. dos Bombeiros Voluntários de Algés, Nova Carnaxide e Outurela, Zona Industrial perto de Nova Carnaxide. Na zona de Paço d'Arcos e grande parte da zona baixa da frente ribeirinha, expande-se o risco para a zona da Tapada do Mocho, Quinta da Fonte, terminando em Porto Salvo. Em Oeiras junto à praia de Santo Amaro, que se estende desde a praia até Porto Salvo, passando pela Laje e o Jardim de Oeiras<br>• Galgamento da linha ferroviária em Algés<br>• Erosão de solo em diversos eixos rodoviários importantes do concelho |

**Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana)**

| Riscos climáticos | Inexis-tente | Muito baixa | Baixa | Média | Alta | Muito Alta |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A. Precipitação intensa | | | | ○ | | ◆ |
| B. Redução da precipitação | | | ○◆ | | | |
| C. Alteração na escala sazonal da precipitação | | | ○◆ | | | |
| D. Secas | | ○◆ | | | | |
| E. Temperaturas elevadas/ondas de calor | | | | ○◆ | | |
| F. Alteração na escala sazonal da temperatura | | | ○ | ◆ | | |
| G. Nível médio das águas do mar | | | | ○ | | ◆ |
| H. Temperaturas baixas/ondas de frio | | ○◆ | | | | |
| I. Gelo/geada/neve | | ○◆ | | | | |
| J. Granizo | | ○◆ | | | | |
| K. Ventos fortes | | | ○ | ◆ | | |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

*Tabela 24: Matriz de avaliação da sensibilidade climática sectorial Zonas Costeiras e Mar*

| Sector | Zonas costeiras e mar |
|---|---|
| Principais elementos sensíveis a riscos climáticos | • Linha de costa de 15,2 km (1:500), com ocupação humana intensa<br>• Importantes vias de comunicação: EN6 e Linha Ferroviária de Cascais<br>• Ocupação urbana e utilização turística intensa em todo o litoral |

| Sensibilidade climática do sector, na Área Metropolitana de Lisboa e no concelho (escala metropolitana) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Riscos climáticos** | **Inexis-tente** | **Muito baixa** | **Baixa** | **Média** | **Alta** | **Muito Alta** |
| A. Precipitação intensa | | | | ○ | ◆ | |
| B. Redução da precipitação | | ○◆ | | | | |
| C. Alteração na escala sazonal da precipitação | | ○◆ | | | | |
| D. Secas | | ○◆ | | | | |
| E. Temperaturas elevadas/ondas de calor | | ○◆ | | | | |
| F. Alteração na escala sazonal da temperatura | | ○◆ | | | | |
| G. Nível médio das águas do mar | | | | | ○ | ◆ |
| H. Temperaturas baixas/ondas de frio | | ○◆ | | | | |
| I. Gelo/geada/neve | | ○◆ | | | | |
| J. Granizo | | ○◆ | | | | |
| K. Ventos fortes | | | | ○ | ◆ | |
| L. Tempestades/tornados/trovoadas | | | | | ○ | ◆ |

Legenda: ○ Nível médio de sensibilidade do sector na Área Metropolitana de Lisboa
◆ Nível médio de sensibilidade do sector no concelho

Fonte: Oeiras- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades.

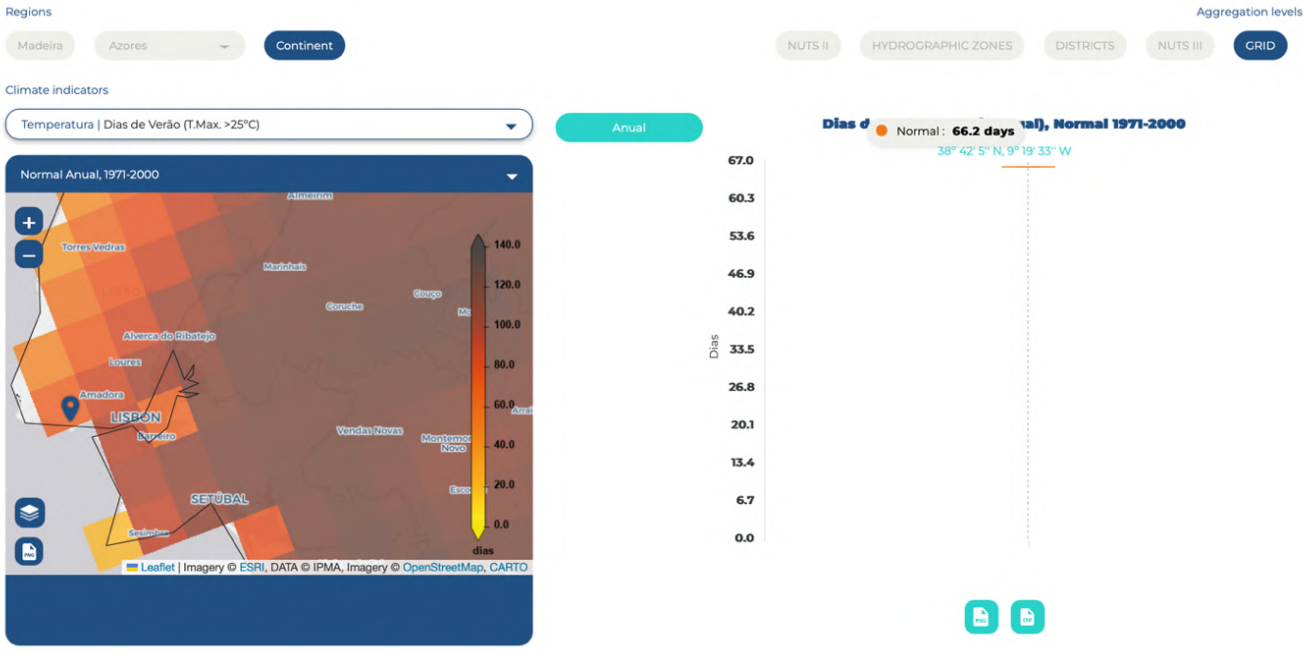



*Figura 9- Dias de Verão (T.Max. >25°C) - média anual, Normal 1971-2000*

*Figura 10- Dias de Verão (T.Max. >25°C) - média anual, Anomalia 2041-2070*

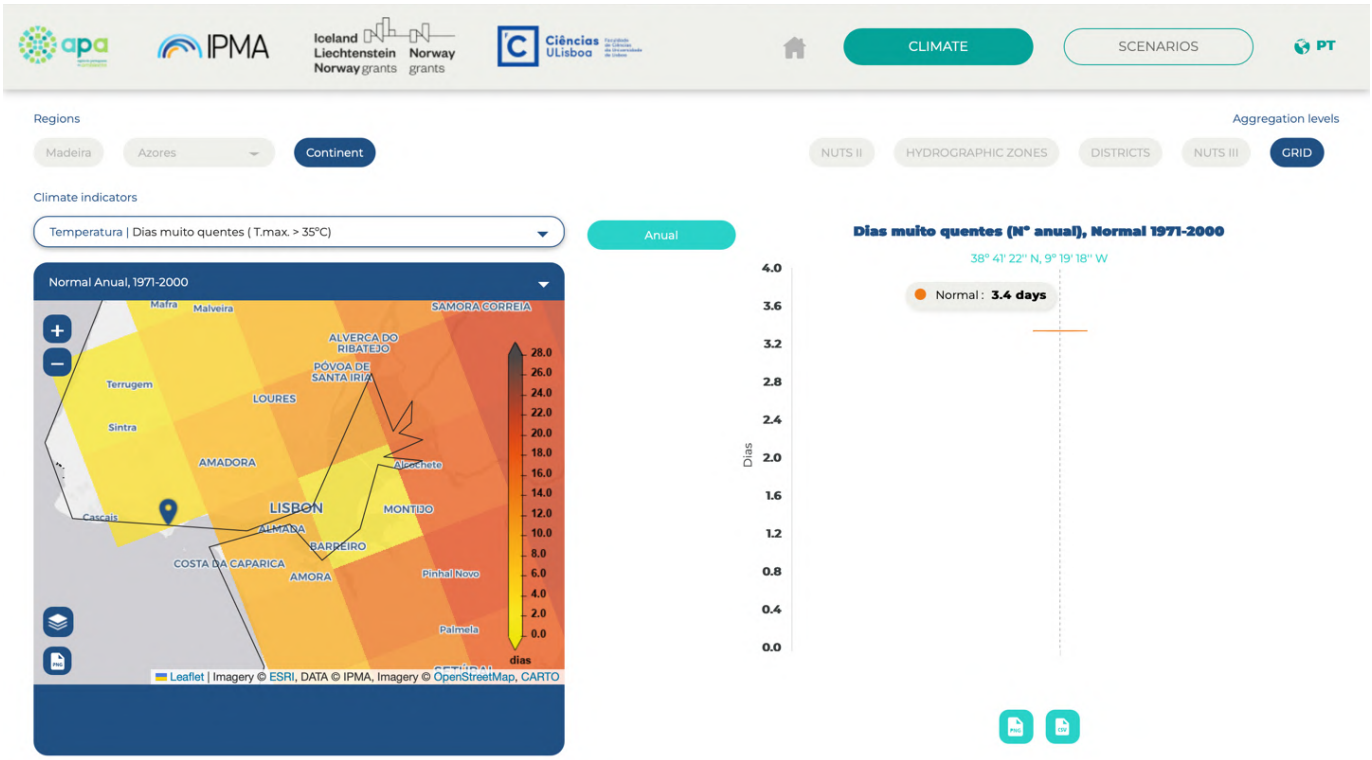



*Figura 11- Dias muito quentes (T.Max. >35°C) - média anual, Normal 1971-2000*

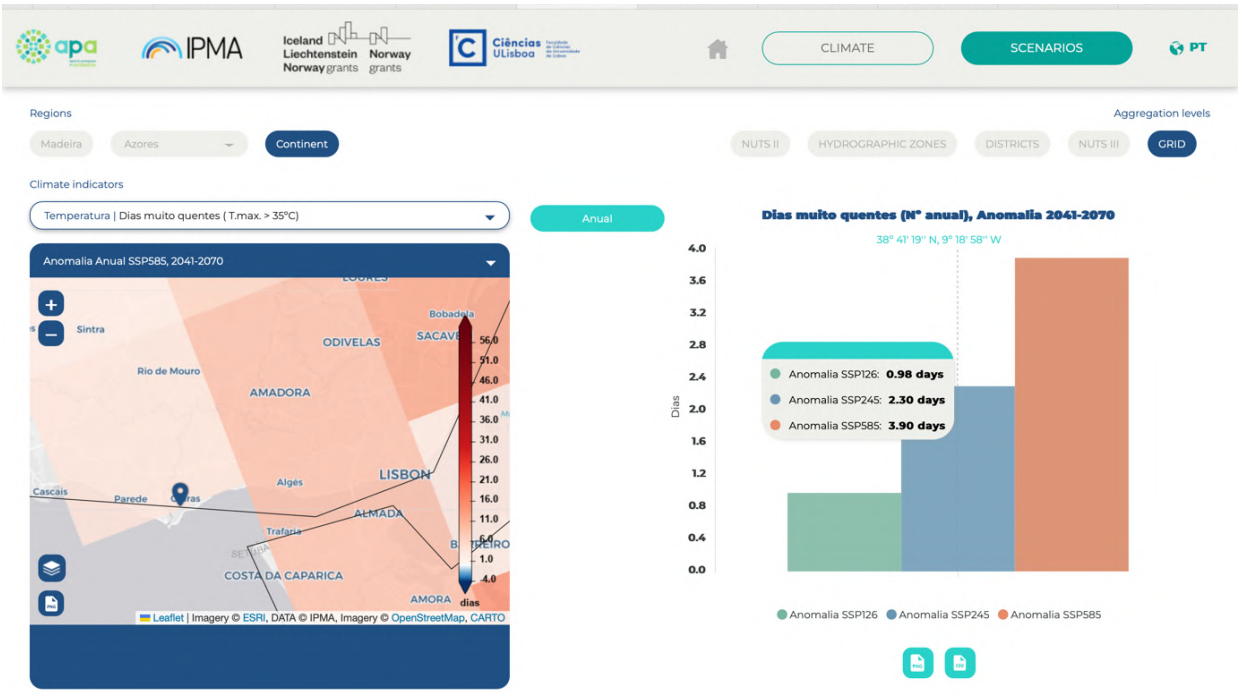



*Figura 12- Dias muito quentes (T.Max. >35°C) - média anual, Anomalia 2041-2070*

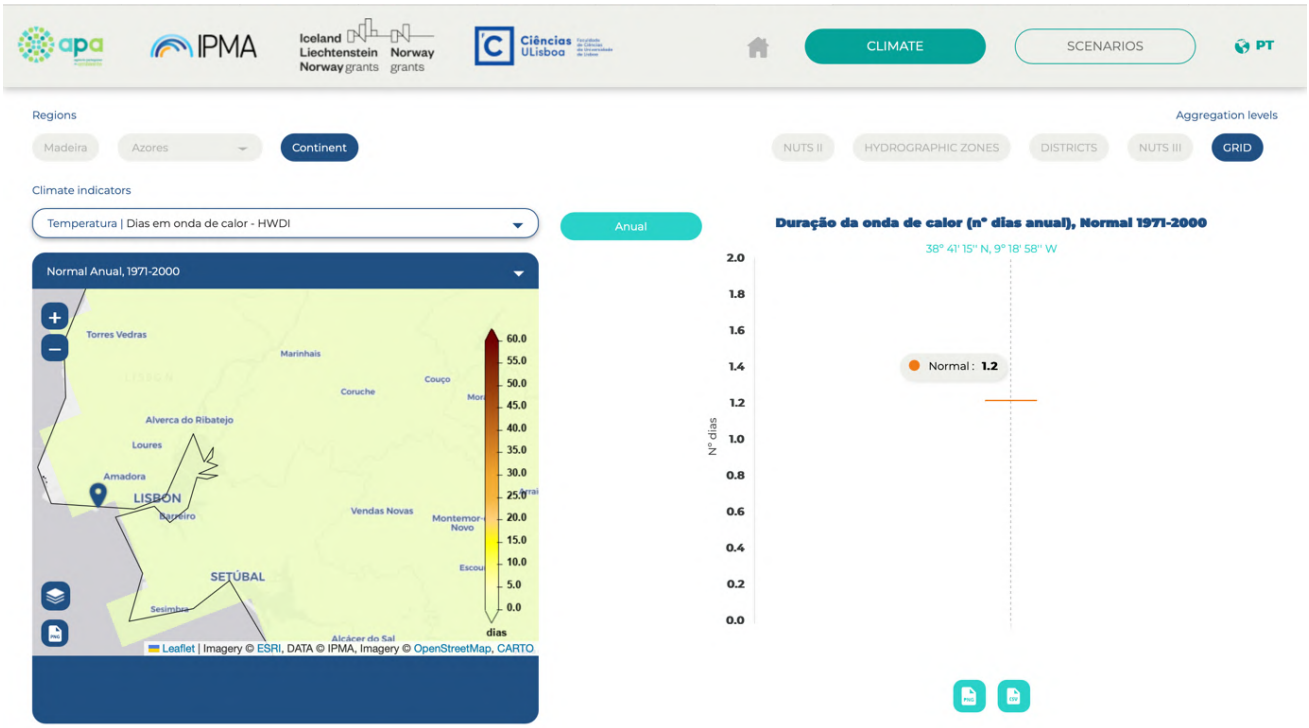



*Figura 13- Dias em ondas de calor (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 14- Dias em ondas de calor (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

*Figura 15- Noites tropicais (nº anual), Normal 1971-2000*

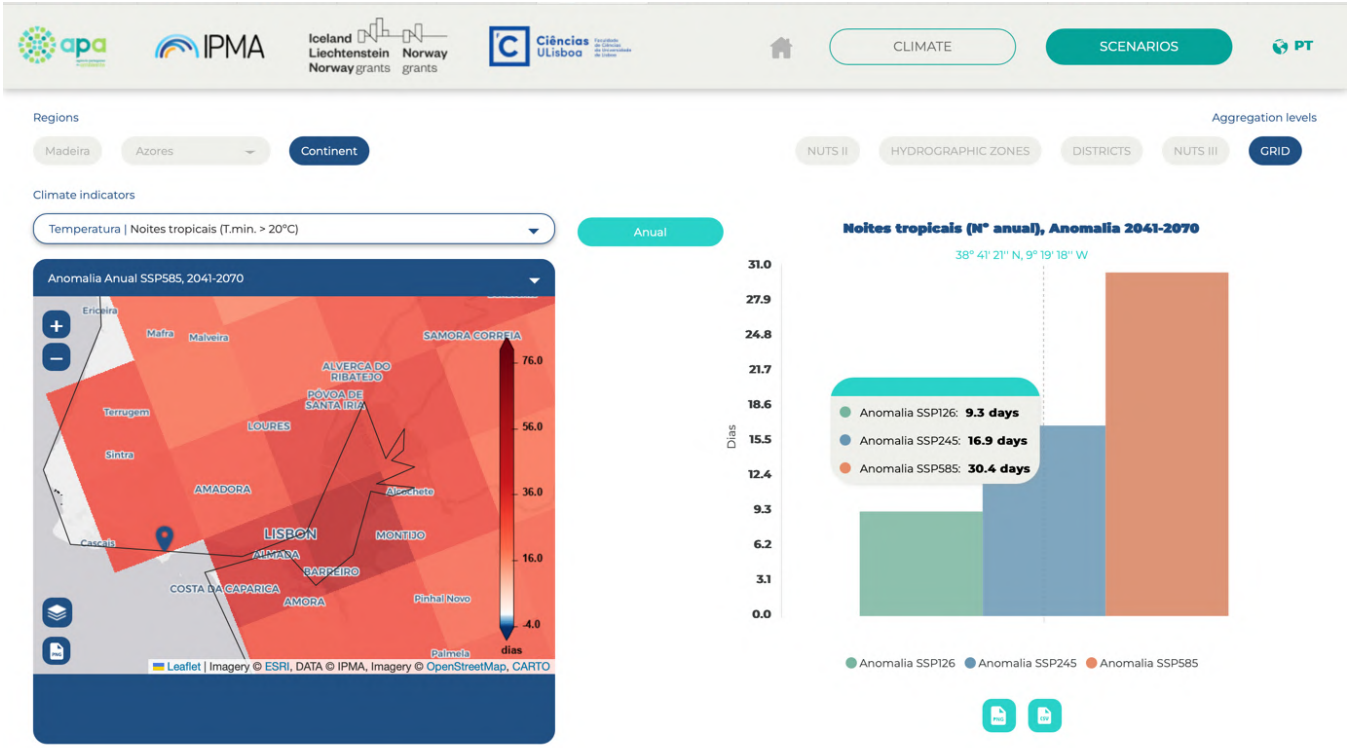



*Figura 16- Noites tropicais (nº anual), Anomalia 2041-2070*

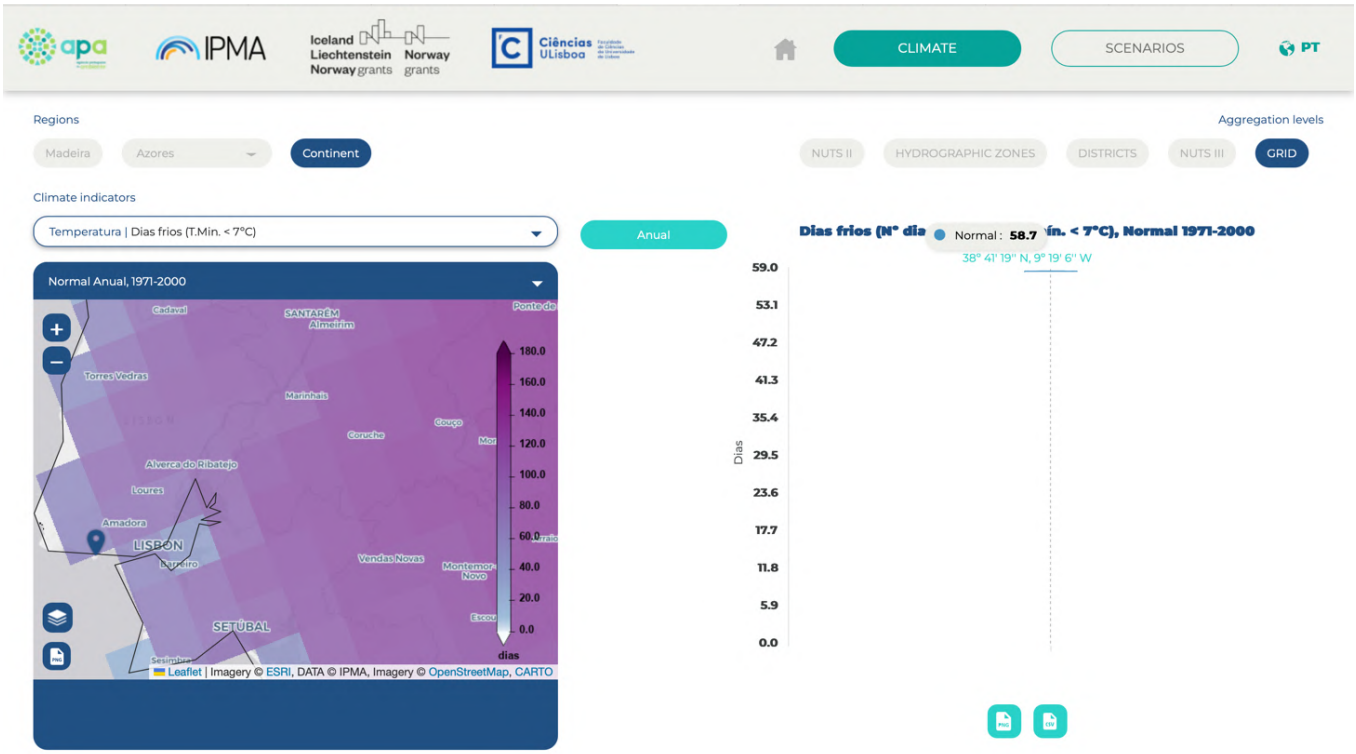



*Figura 17- Dias frios (nº dias anual temp. mín. <7ºC), Normal 1971-2000*

*Figura 18- Dias frios (nº dias anual temp. mín. <7ºC), Anomalia 2041-2070*

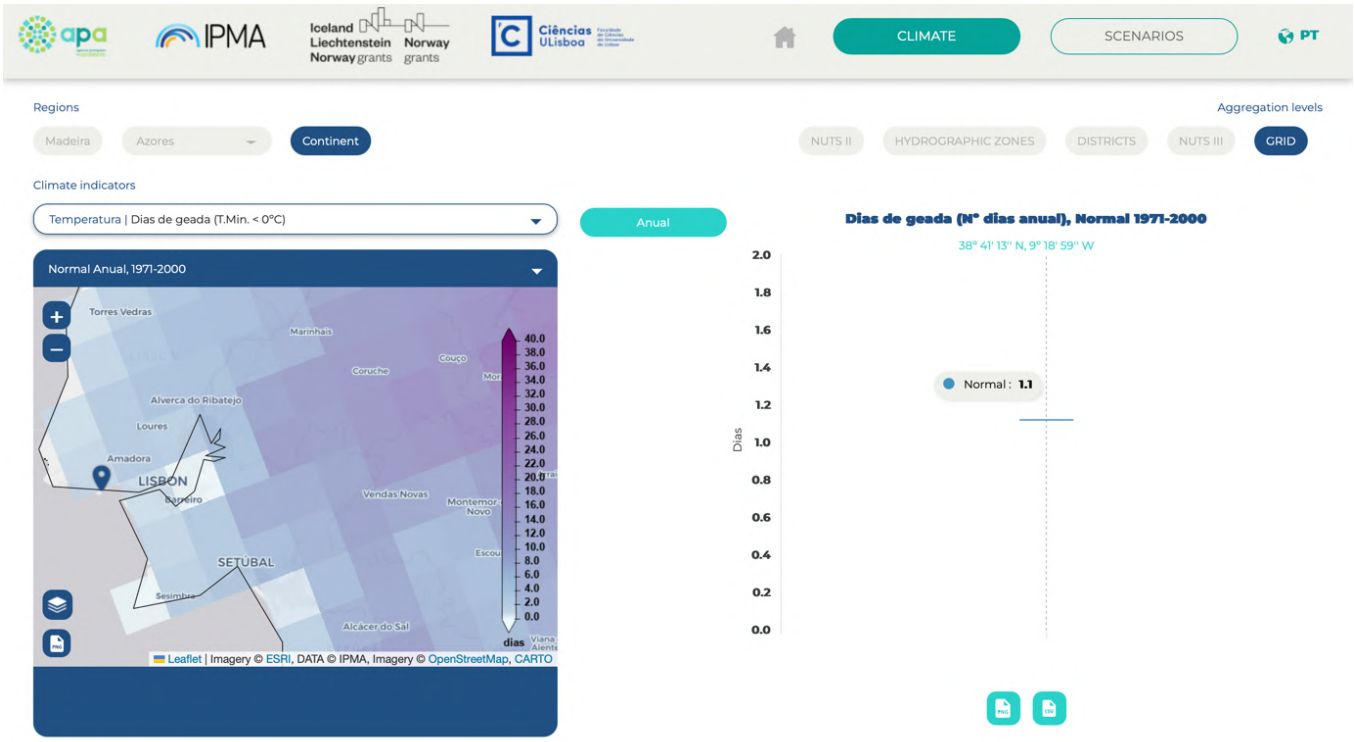



*Figura 19- Dias de geada (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 20- Dias de geada (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

*Figura 21- Dias em ondas de frio (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 22- Dias em ondas de frio (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

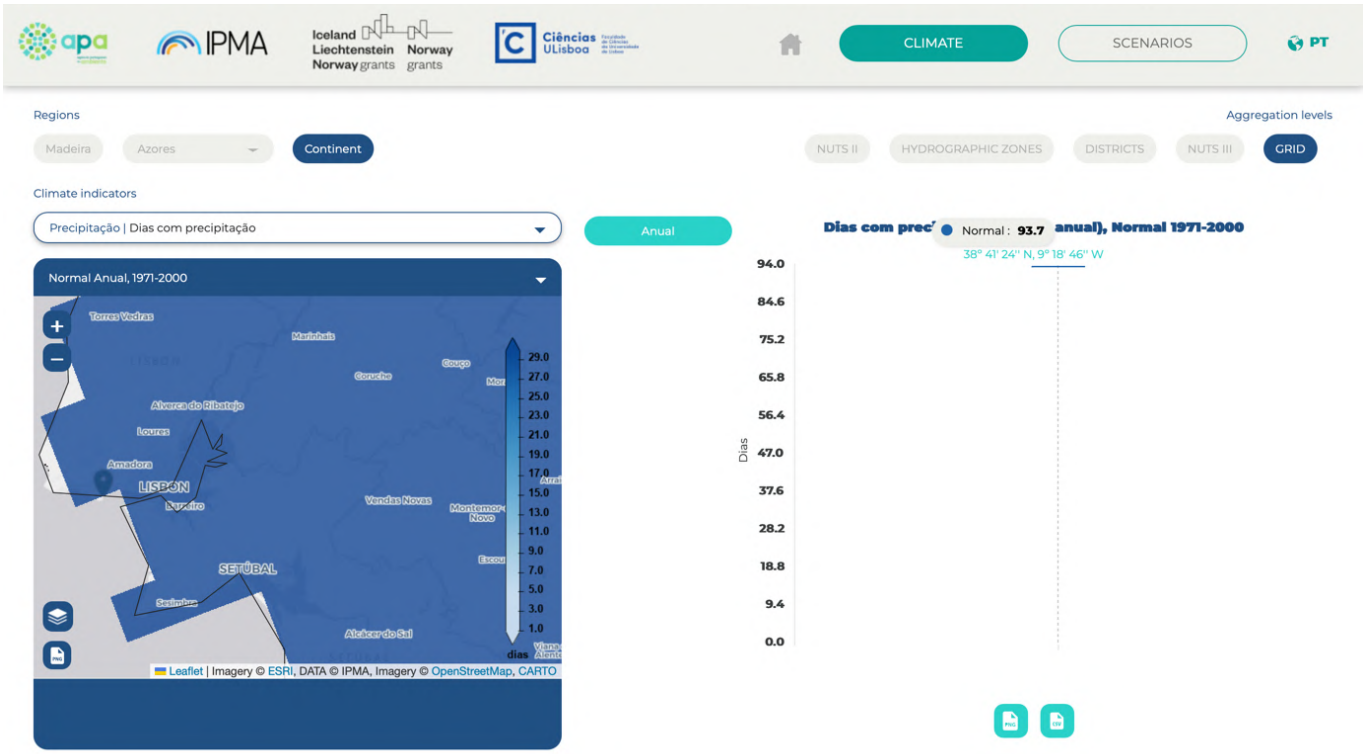



*Figura 23- Dias com precipitação (nº dias anual), Normal 1971-2000*

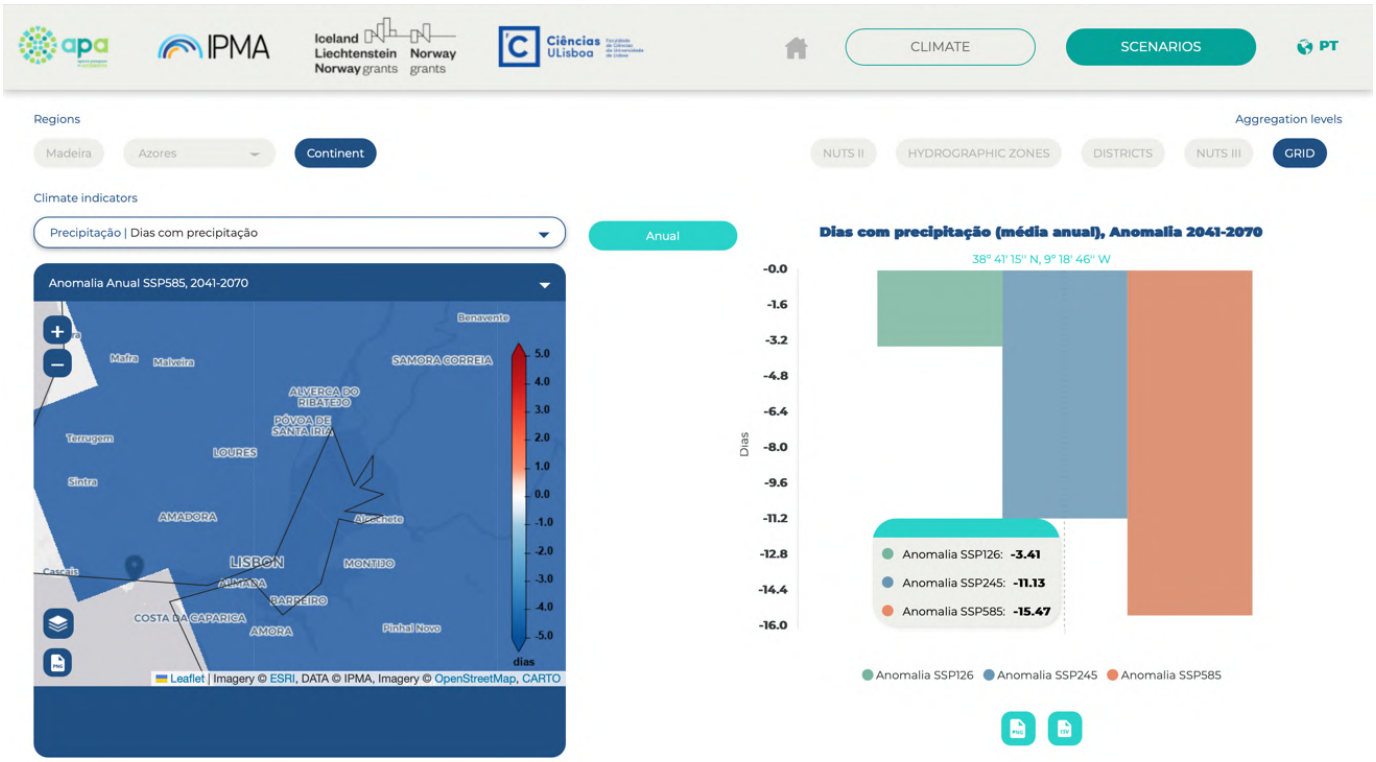



*Figura 24- Dias com precipitação (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

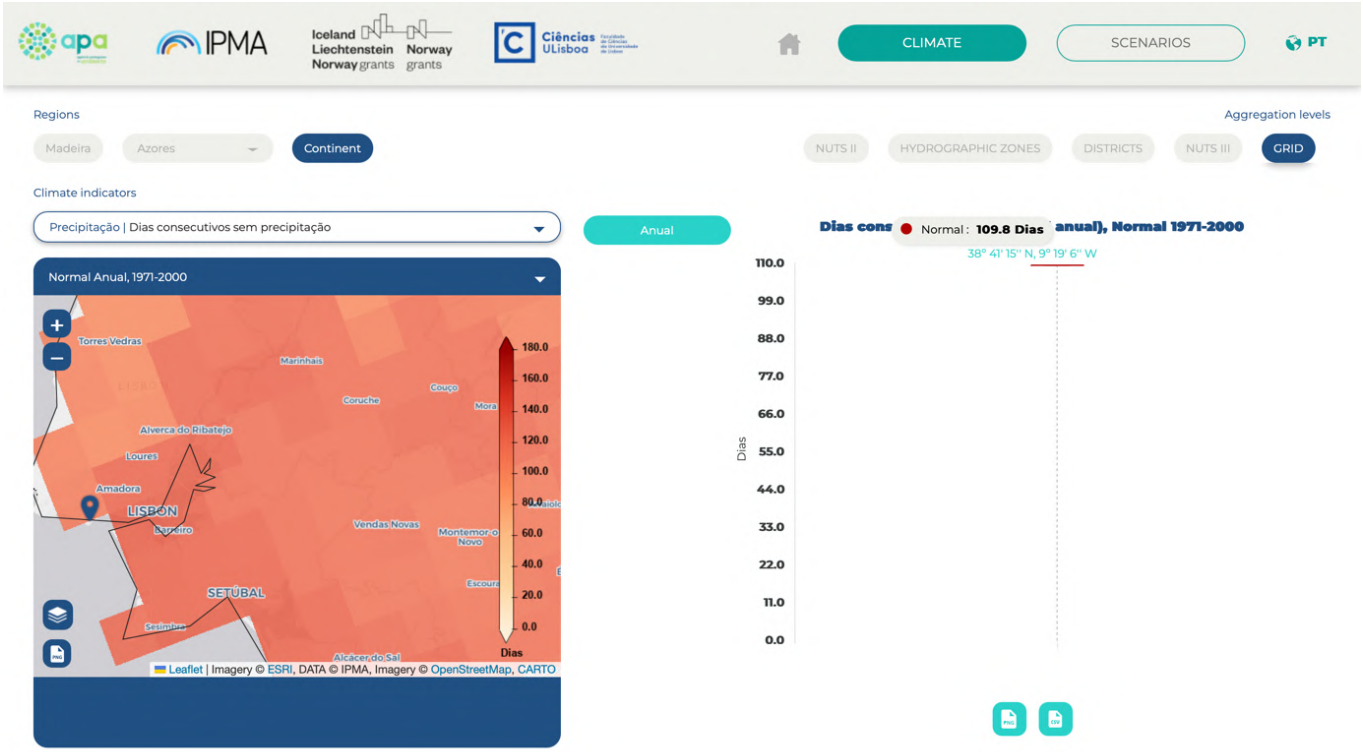



*Figura 25- Dias consecutivos sem precipitação (nº dias anual), Normal 1971-2000*

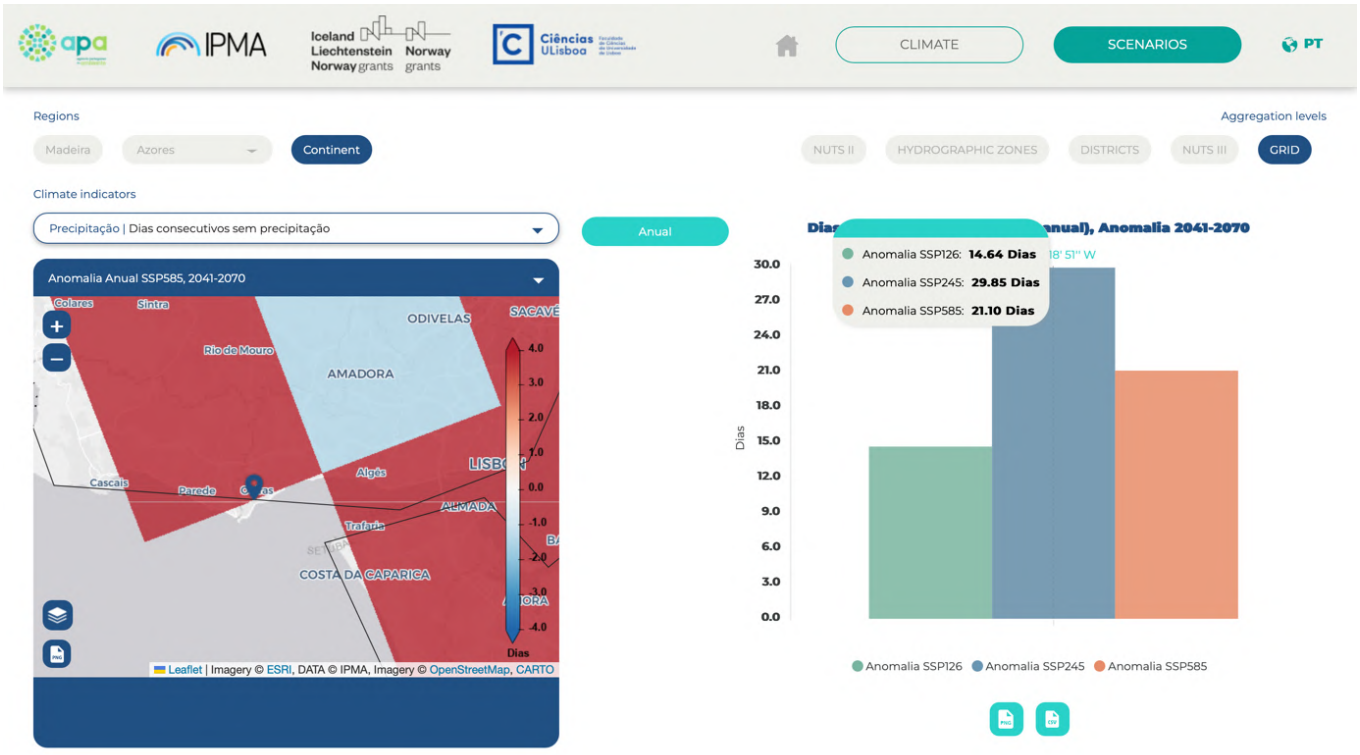



*Figura 26- Dias consecutivos sem precipitação (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

*Figura 27- Máximo acumulado em 5 dias (anual), Normal 1971-2000*

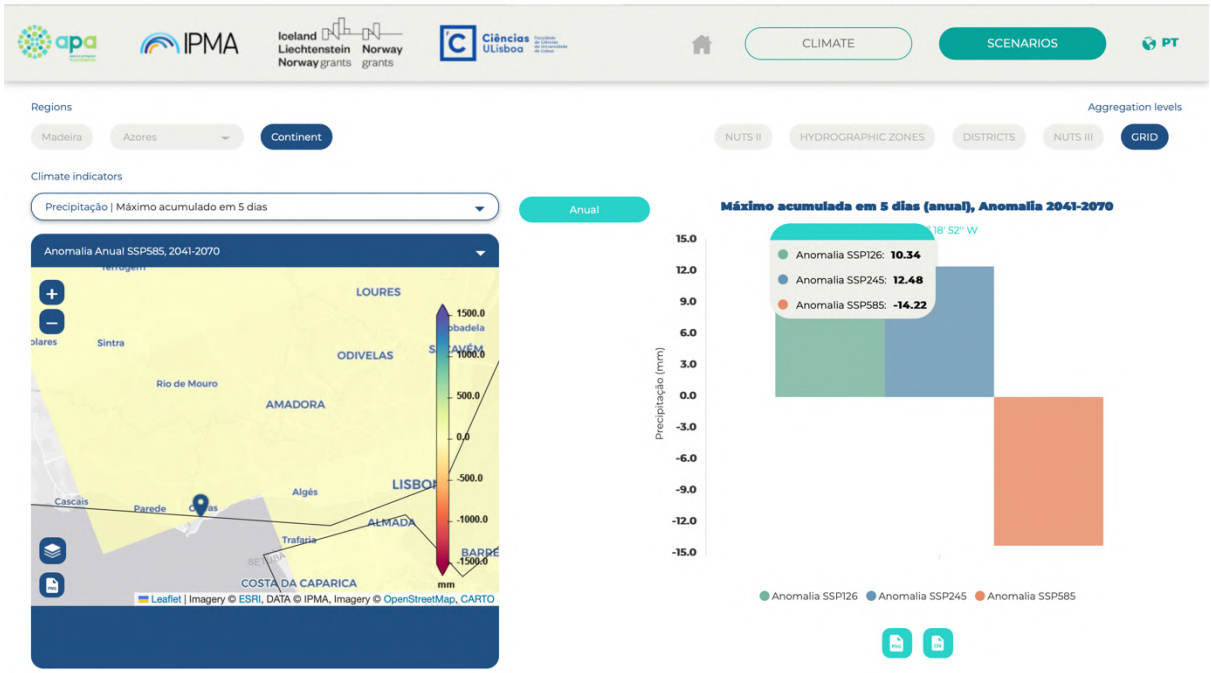



*Figura 28- Máximo acumulado em 5 dias (anual), Anomalia 2041-2070*

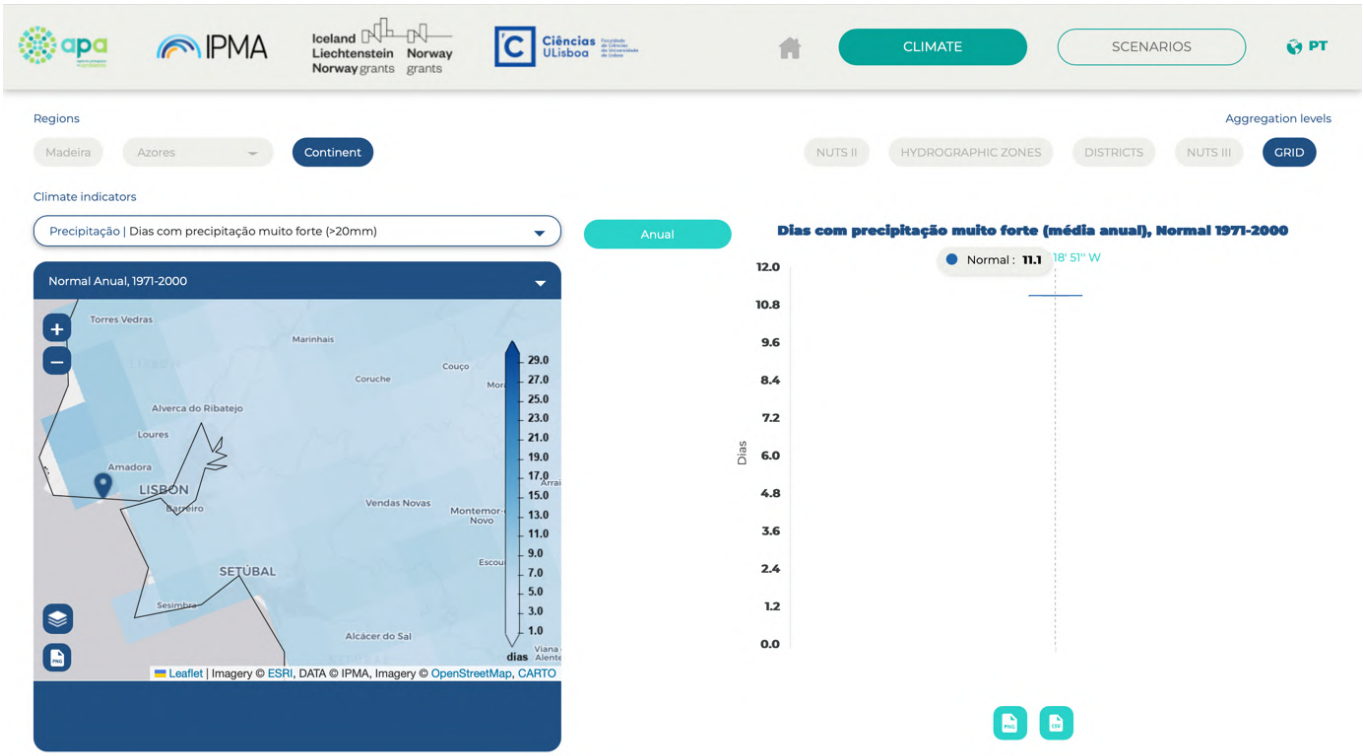



*Figura 29- Dias com precipitação muito forte (> 20mm) - média anual, Normal 1971-2000*

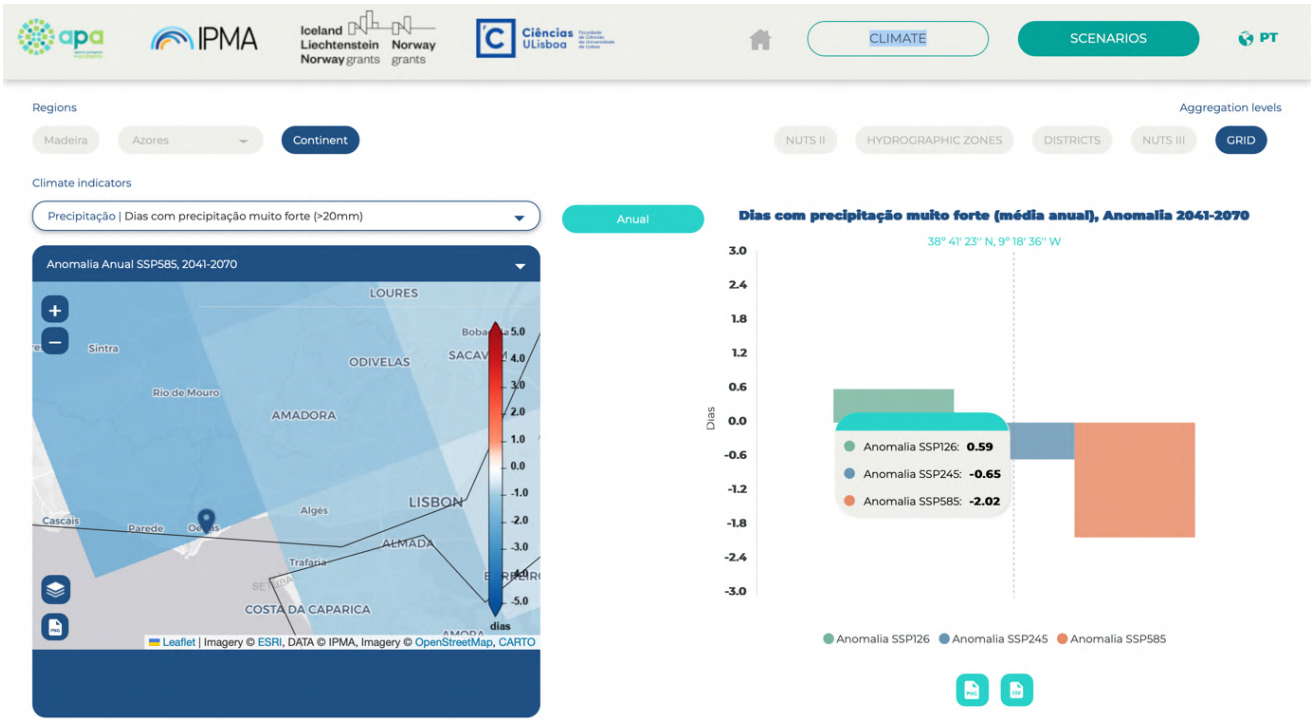



*Figura 30- Dias com precipitação muito forte (> 20mm) - média anual, Anomalia 2041-2070*

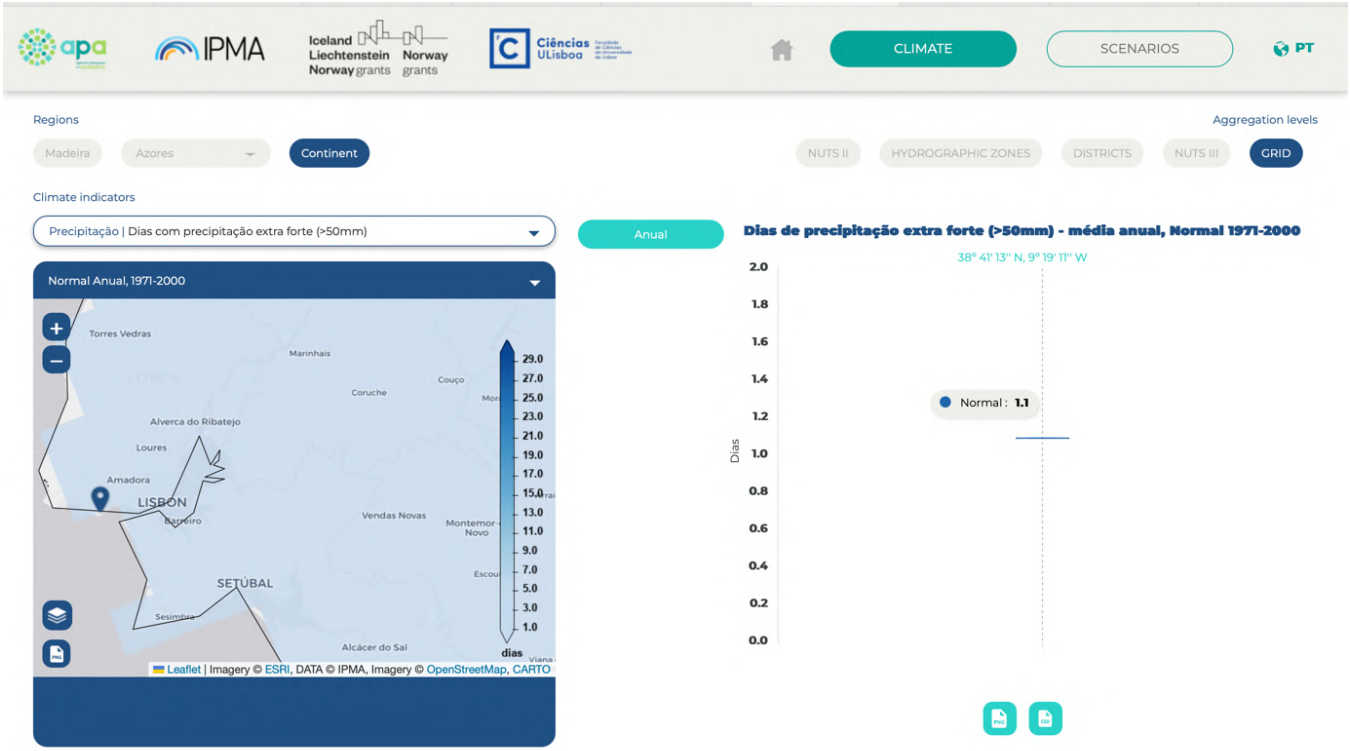



*Figura 31- Dias com precipitação extra forte (>50 mm) - média anual, Normal 1971-2000*

*Figura 32- Dias com precipitação extra forte (>50 mm) - média anual, Anomalia 2041-2070*

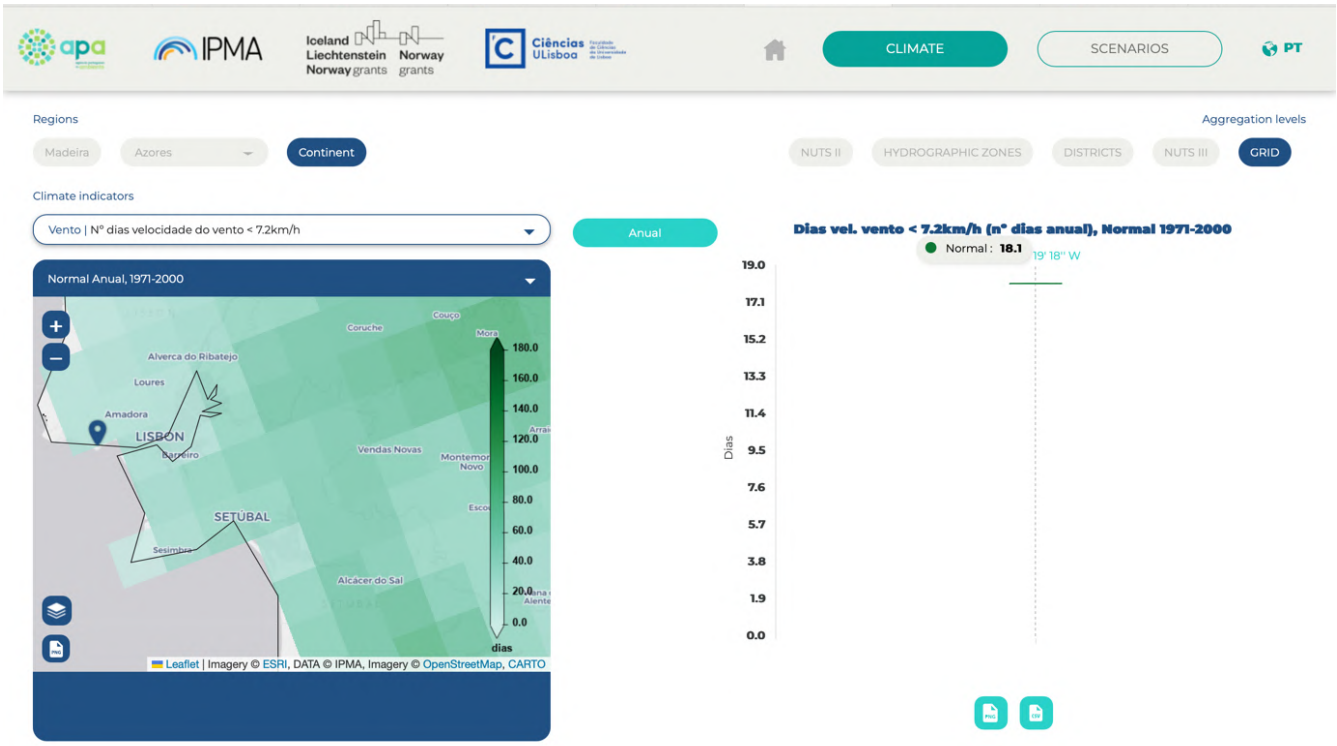



*Figura 33- Nº dias velocidade do vento < 7.2km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 34- Nº dias velocidade do vento < 7.2km/h (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

Ω

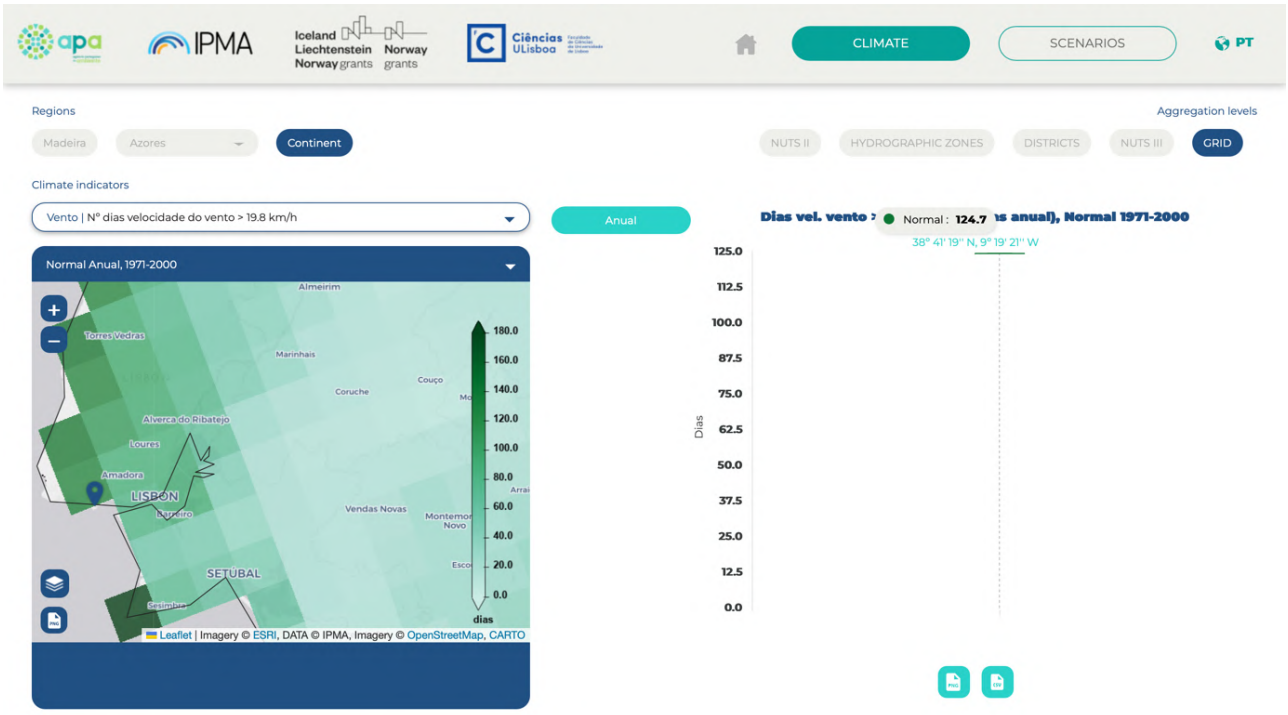



*Figura 35- Nº dias velocidade do vento >19.8km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 36- Nº dias velocidade do vento >19.8km/h 8 (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

*Figura 37- Nº dias velocidade do vento > 37.8km/h (nº dias anual), Normal 1971-2000*

*Figura 38- Nº dias velocidade do vento > 37.8km/h (nº dias anual), Anomalia 2041-2070*

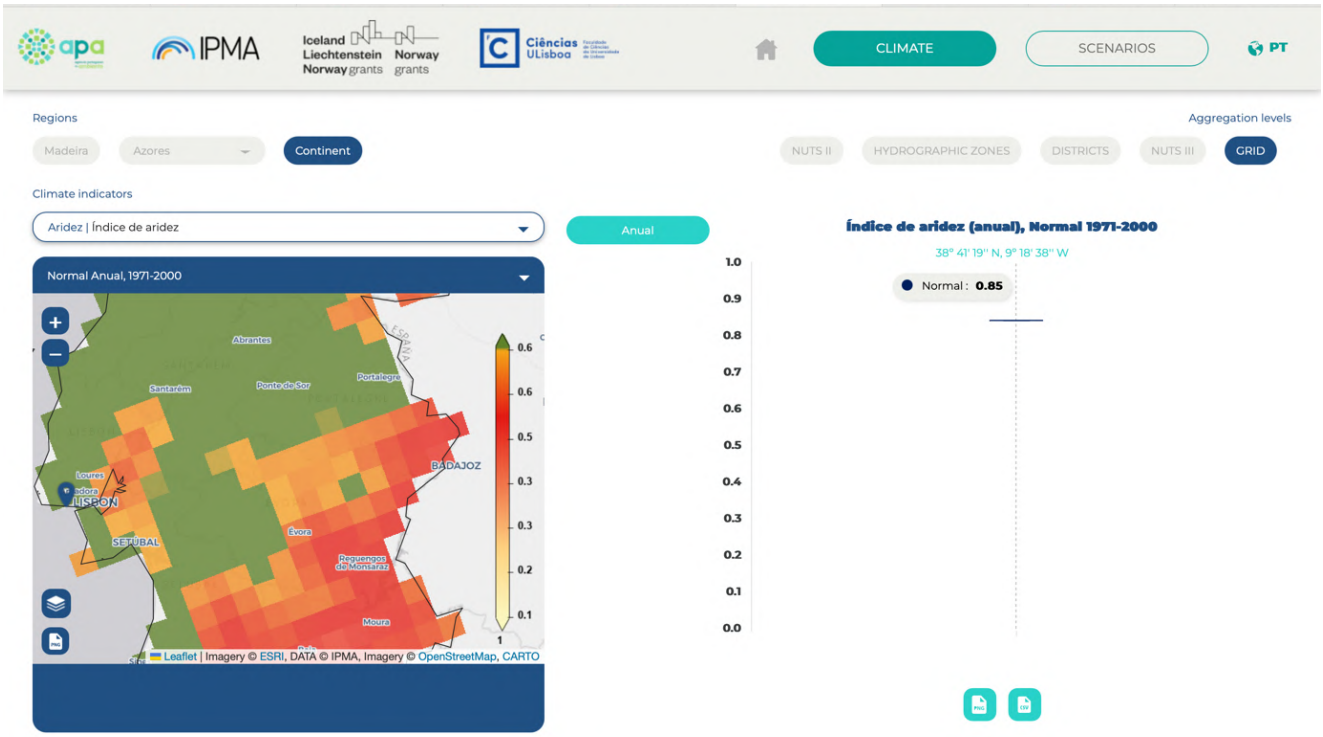



*Figura 39- Índice de Aridez (anual), Normal 1971-2000*

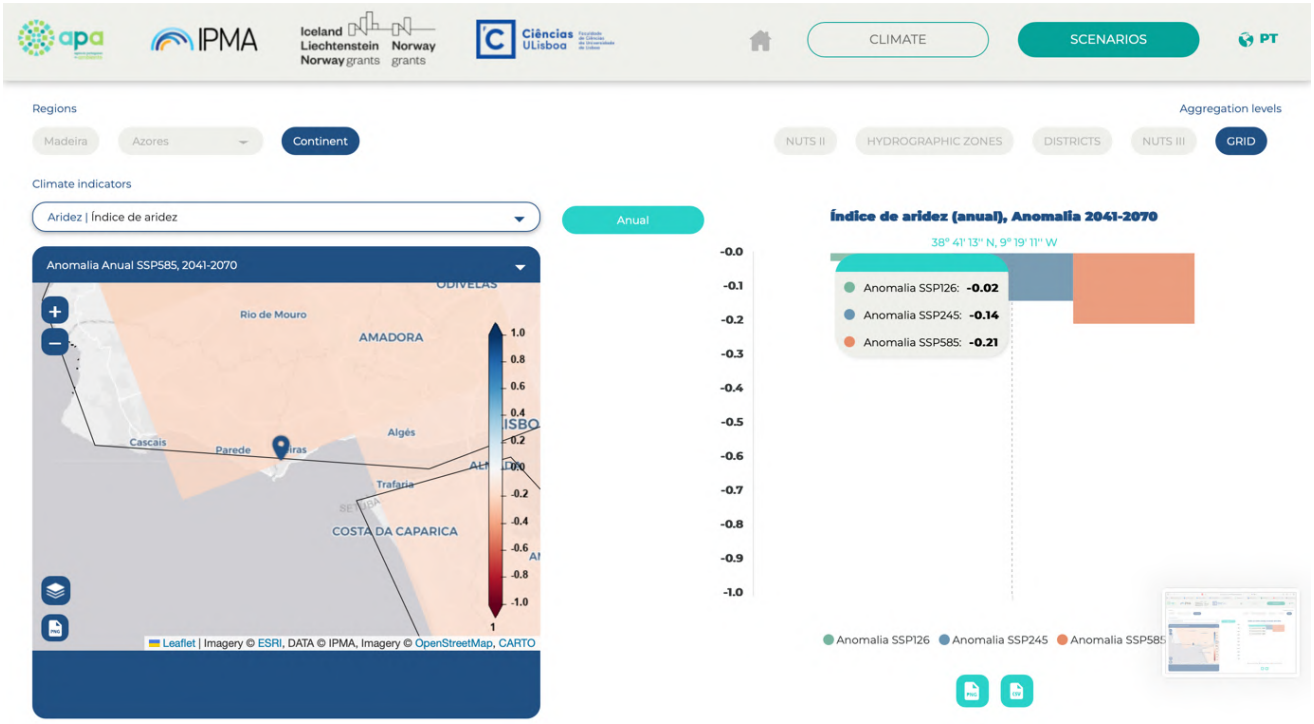



*Figura 40- Índice de Aridez (anual), Anomalia 2041-2070*

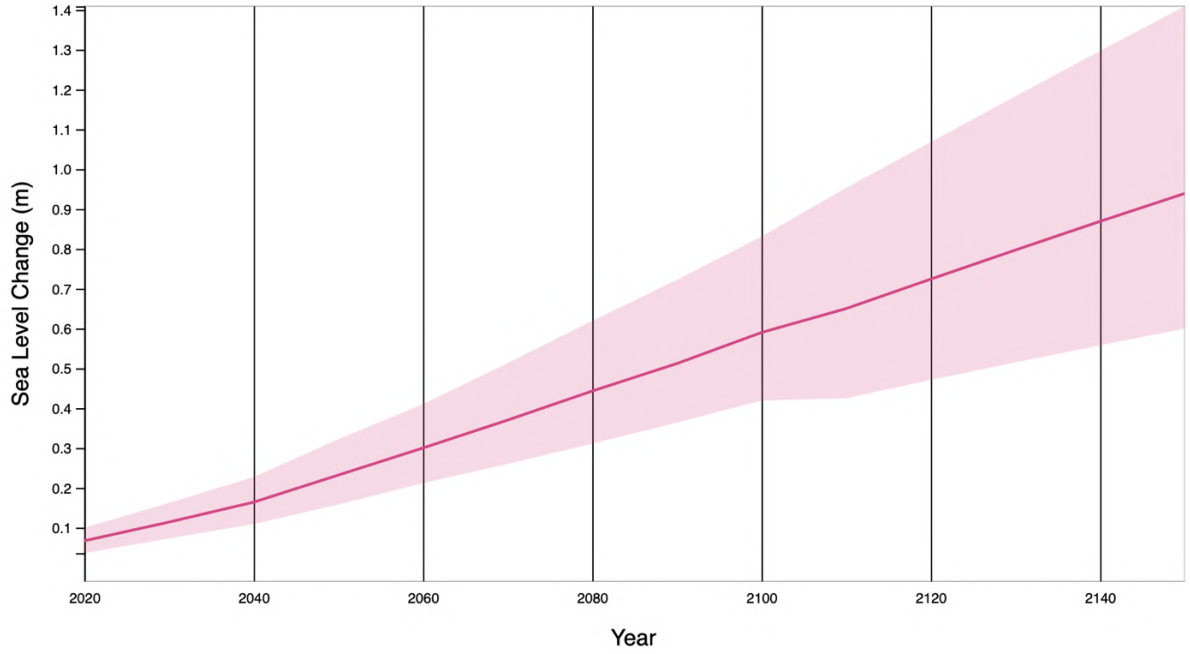



*Figura 41- Subida do nível médio do mar, em Cascais, SSP2-4.5*

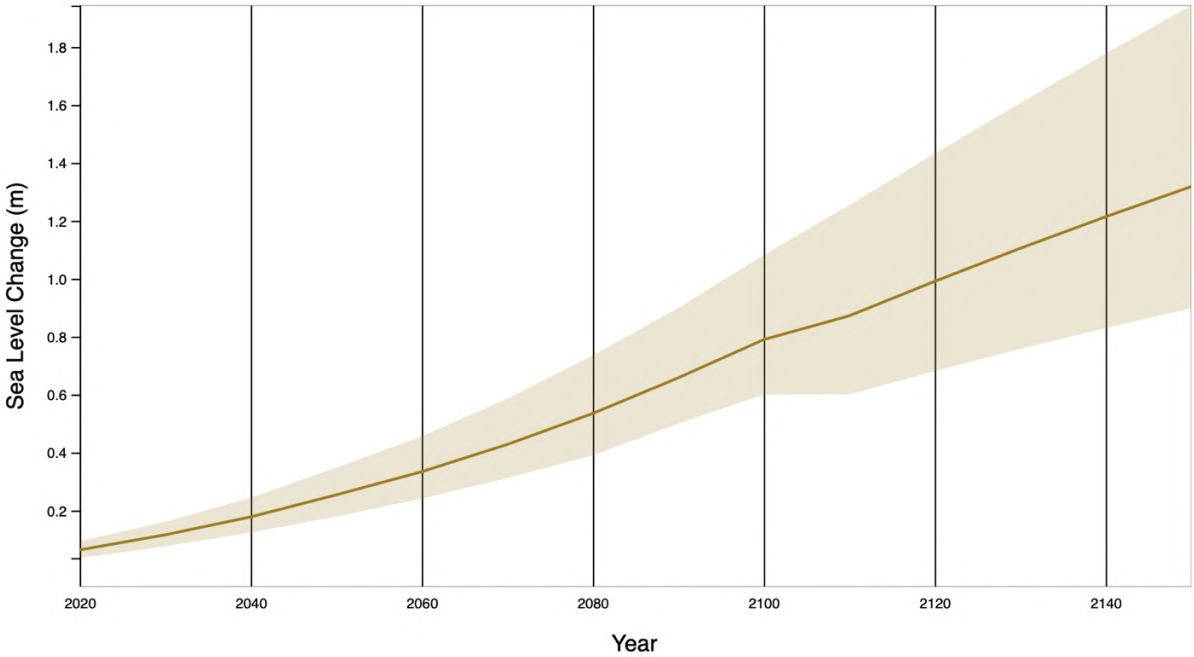



*Figura 42- Subida do nível médio do mar, em Cascais, SSP5-8.5*

*Figura 43- Cartografia de níveis de submersão frequente da maré, para o futuro médio prazo, com subida do NMM segundo a projeção de Perigosidade Intermédia da FCUL, Mod.FC_2 com maré em Preia-Mar máxima sobrelevada (com sobrelevação meteorológica) de período de retorno de 50 anos.*

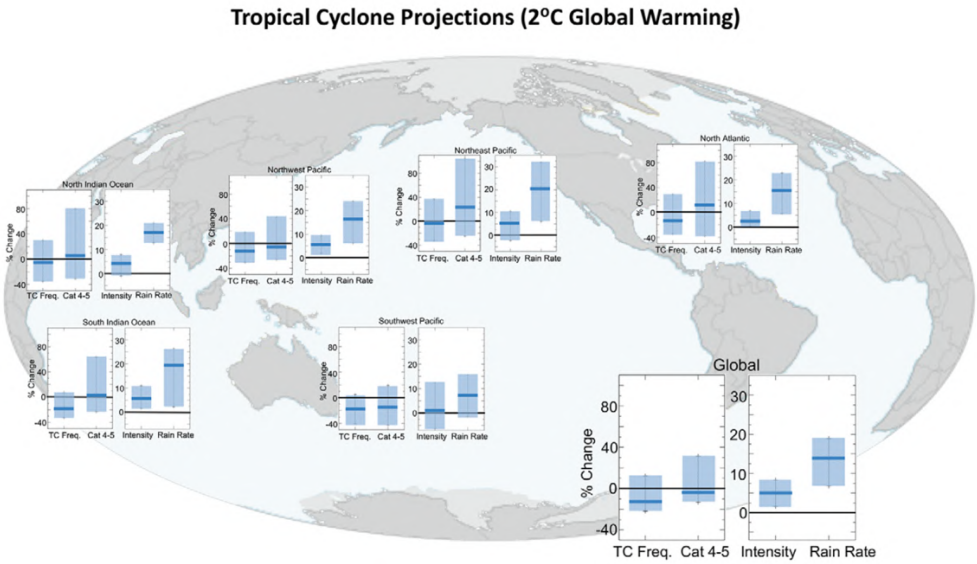



*Figura 44- Resumo das projeções de Ciclones Tropicais para um aquecimento antropogénico global de 2°C. Evidenciam-se intervalos medianos e percentis para mudanças percentuais projetadas na frequência de TC, frequência de TC de categoria 4–5, intensidade de TC e taxa de chuva de quase tempestade de TC, para cada bacia e global.*

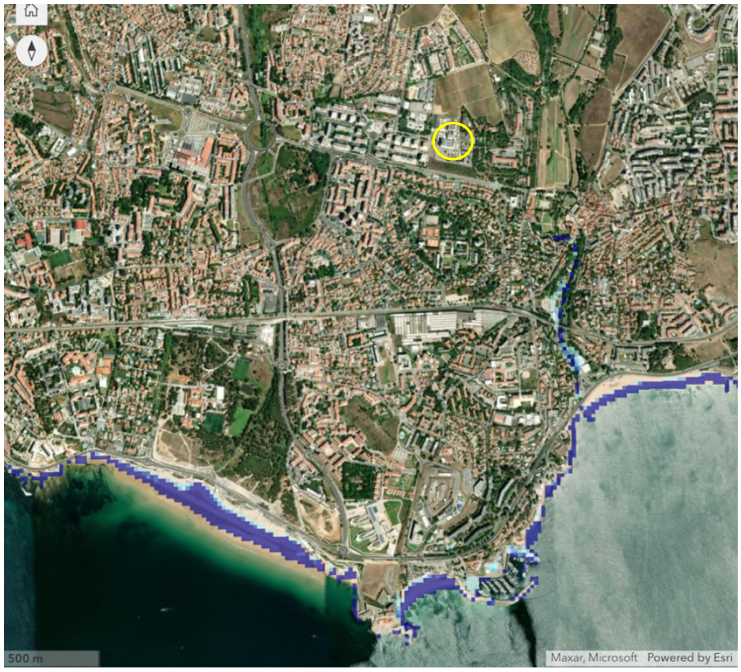



*Figura 45: Inundação Extrema Costeira para o futuro a médio prazo, com subida do NMM segundo a projeção Mod.FC_2 com maré em Preia-Mar máxima sobrelevada (com sobrelevação meteorológica) de período de retorno de 50 anos.*

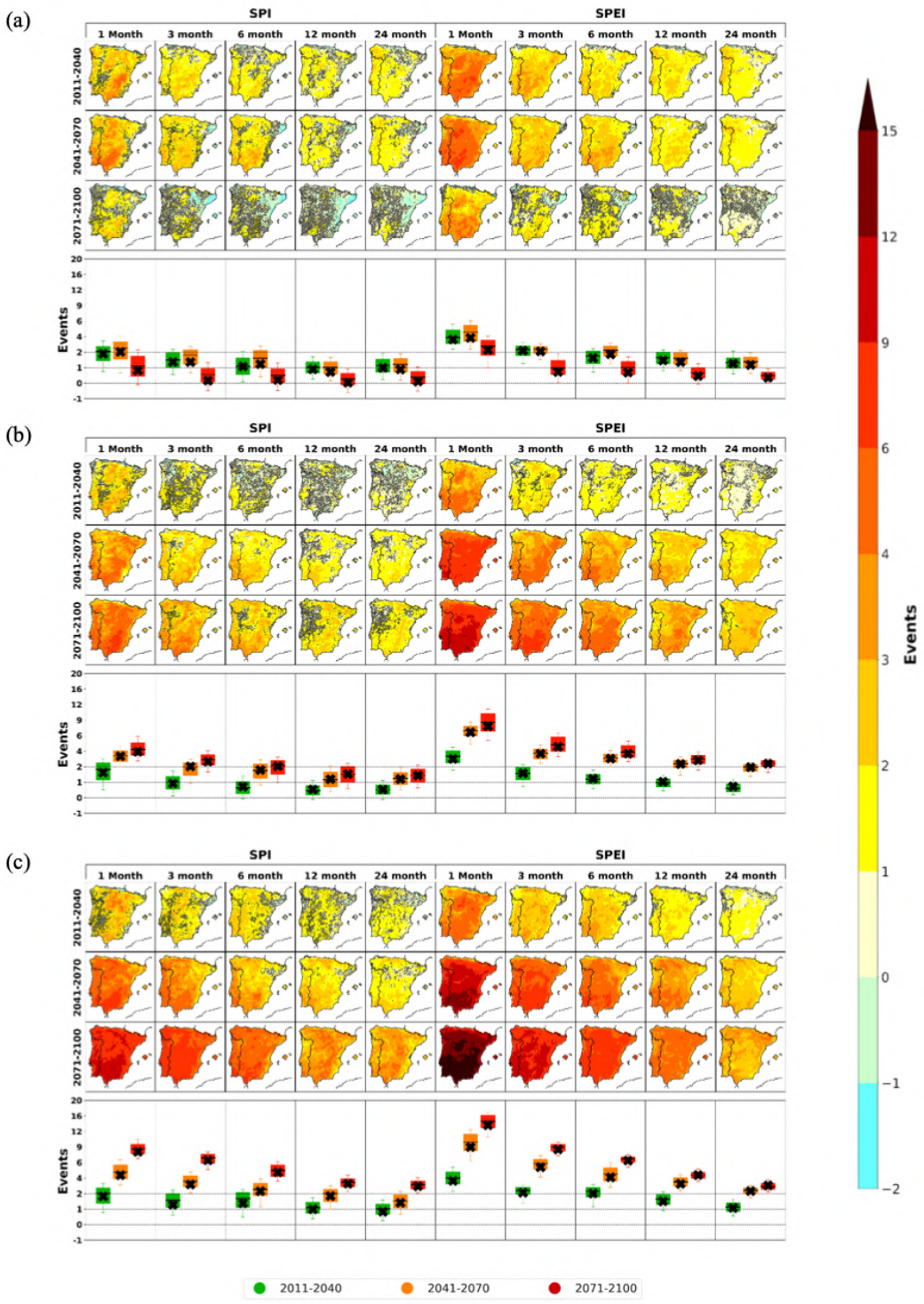
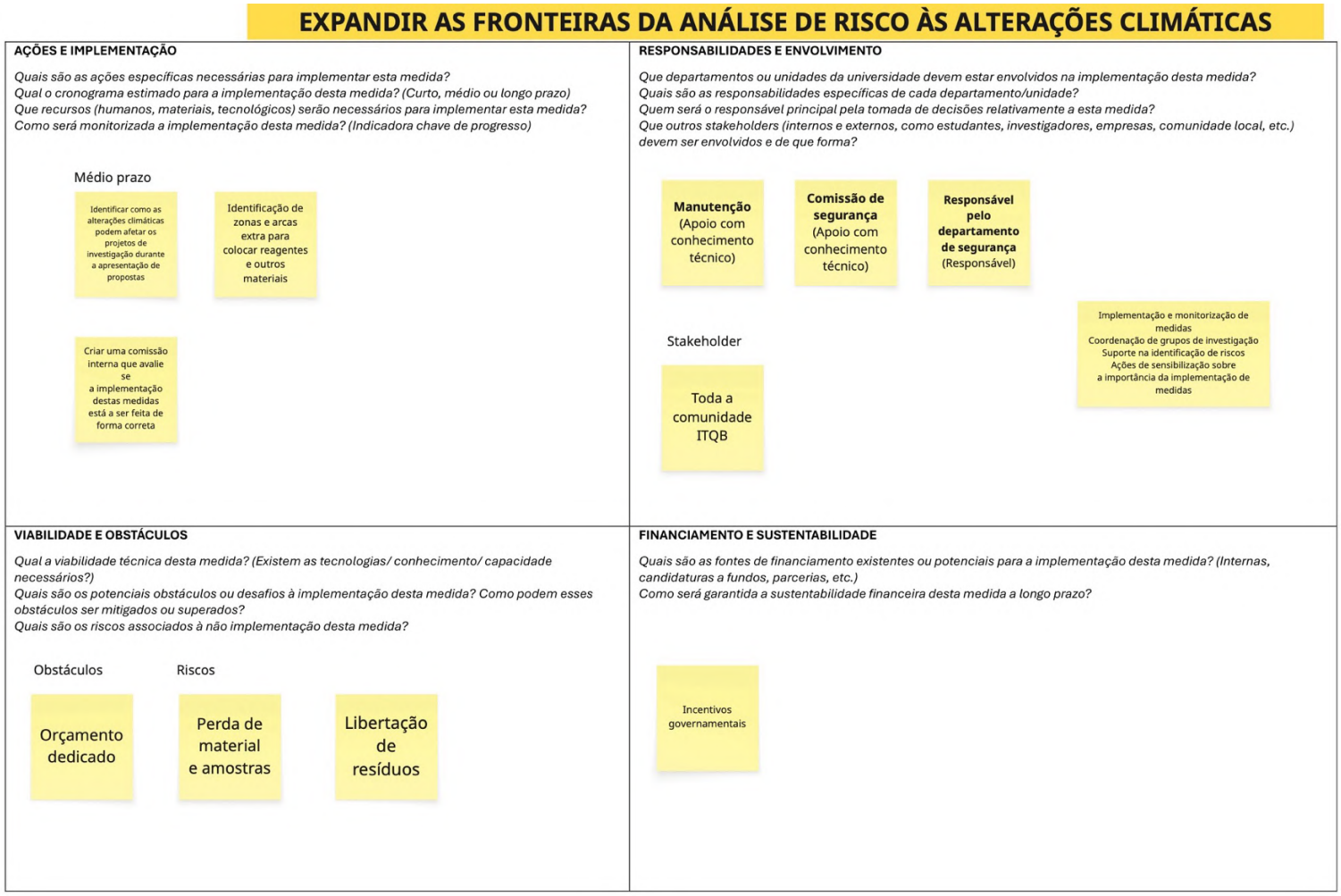



*Figura 46- Diferenças de frequência decenal de seca severa entre os primeiros (2011-2040), meados (2041-2070) e final (2071-2100) do séc. para o EURO-CORDEX, para os cenários (a) RCP2.6, (b) RCP4.5 e (c) RCP8.5*

# 6.8. Resultados- Desenvolvimento das medidas de adaptação (Workshop#2)




Com o apoio de
FUNDO AMBIENTAL

# DESENVOLVER PIANOS DE CONTINGÊNCIA PARA RISCOS CLIMÁTICOS

**AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO**

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

Indenificar medidas necessárias oara manter as atividades face aos riscos

Criar grupo de trabalho envolvendo todas as áreas de investigação e serviços)

Criar guidelines para cada emergência específica

Médio/longo prazo

Ter um "dia de risco" anual no ITQB para informar os colaboradores sobre as respostas a ter para cada risco

Monitorização através de simulacros

**RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO**

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

Todas as áreas de investigação e serviços

Cada departamento (identificar situações de risco)

**Direção** (Responsável)

Stakeholder

Toda a comunidade ITQB

**VIABILIDADE E OBSTÁCULOS**

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

Riscos

Manter os meios de comunicação a funcionar

Obstáculos

O sistema audio obsoleto

Não saber como atuar em situações de emergência

Perda de trabalho de anos

**FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE**

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

PRR para atualização de sistema audio

Com o apoio de FUNDO AMBIENTAL

## COLABORAR COM A CÂMARA MUNICIPAL DE OEIRAS PARA DESENVOLVER ESTRATÉGIAS PARA AUMENTAR A ADAPTAÇÃO DO SISTEMA HÍDRICO A EXTREMOS CLIMÁTICOS

### AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

Curto prazo

- Colaborar com o município
- Identificação do problema e comunicação às entidades competentes
- Estudar a opção de ter seguros aos equipamentos

Médio/longo prazo

- Sensibilização para que o município contemple o problema nos seus próprios planos
- Monitorização através do registo de ocorrências e de sensores da proteção civil

Recursos humanos:

- técnicos do ITQB e da CMO

### RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

- Serviços técnicos do ITQB
- Responsáveis pelos equipamentos
- Direção ITQB
- Reitoria da NOVA
- Câmara Municipal de Oeiras

### VIABILIDADE E OBSTÁCULOS

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

Obstáculos

- Existem soluções técnicas que têm de ser estudadas e pode ser onerosa e de difícil implementação
- Financiamento
- Continuação do risco das inundações
- Relocalização de equipamentos (onerosa)

### FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

- Fundos da NOVA
- Fundos do estado (a nível regional e das entidades competentes)

# PLANO DE REDUNDÂNCIA ENERGIA E REFRIGERAÇÃO

## AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

- Reparar gerador existente e adquiri novo
- Sistema de climatização não funciona, há sobreposição de meios
- Implementação de um sistema fotovoltaico
- Comprar mais arcas e implementar novo sistema de temeperatura (-70º em vez de -80º, -14º em vez de -20º)

## RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

- Comissão de sustentabilidade
- **Direção** (tomada de decisão)
- **Manutenção** (implementação)

## VIABILIDADE E OBSTÁCULOS

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

- Disponibilidade orçamental
- Obstáculo novo sistema de refrigeração: custo e tempo
- Obstáculo sistema fotovoltaico: custo e localização
- Obstáculo mais arcas: custo e espaço
- RISCOS:
  - custo energético elevado
  - incapacidade de responder a emergências

## FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

- Apoios do governo
- Parcerias (EDP?)
- Apoio Municipal

Com o apoio de FUNDO AMBIENTAL

# DESENVOLVER CAMPANHAS DE COMUNICAÇÃO E FORMAÇÃO EM RISCOS CLIMÁTICOS

## AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

Curto prazo

- Fazer uma vistoria a laboratórios de forma a identificar potenciais riscos
- Ter conteúdos disponíveis em diferentes suportes (não apenas digital)
- Implementar sistemas de comunicação nos laboratórios (altifalantes?)

Médio/longo prazo

- Ações de sensibilização anuais
- Criar um manual específico para resposta a situações de crise (ex. como agir, gestão de equipamentos)

## RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

- **Divisão de comunicação** (Implementa e acompanha)
- **Manutenção** (Apoio com conhecimento técnico)
- **Comissão de segurança** (Apoio com conhecimento técnico)
- **Responsáveis de piso** (Disseminação)
- **Responsáveis Direção** (Responsável máximo, em articulação com taskforce)

Stakeholder

- Município
- Restantes instituições do Campus

## VIABILIDADE E OBSTÁCULOS

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

Riscos

- Não existir uma resposta adequada e concertada

Obstáculos

- Recursos humanos e financeiros

Viabilidade

- Existe viabilidade técnica

## FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

- fundos próprios (limitados)
- Município
- Patrocínios
- NOVA
- Prémios de boas práticas

# GARANTIR QUE O ARMAZENAMENTO DE MATERIAIS PERIGOSOS SEJA RESILIENTE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

## AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

- Adaptação de espaços de acordo com cada material
- Criar guidelines para cada emergência específica
- Ter um "dia de risco" anual no ITQB para informar os colaboradores sobre as respostas a ter para cada risco
- Monitorização através de simulacros

## RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

- Todas as áreas de divisões do ITQB
- Cada laboratório/divisão ser responsável pelos riscos dos materiais armazenados específicos
- **Direção** (Responsável)

Stakeholder

- Bombeiros (em caso de acidente)
- PSP
- instituições dentro do campus

## VIABILIDADE E OBSTÁCULOS

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

Obstáculos

- Disponibilidade financeira

Riscos

- Acidente

## FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

- fundos estruturais do ITQB
- universidade e parceiros institucionais
- fundos privativos
- parcerias com Câmara Municipal

# DESENVOLVER ALTERNATIVAS DE DESLOCAÇÃO

**AÇÕES E IMPLEMENTAÇÃO**

*Quais são as ações específicas necessárias para implementar esta medida?*
*Qual o cronograma estimado para a implementação desta medida? (Curto, médio ou longo prazo)*
*Que recursos (humanos, materiais, tecnológicos) serão necessários para implementar esta medida?*
*Como será monitorizada a implementação desta medida? (Indicadora chave de progresso)*

- Aderir ou desenvolver plataforma de carpooling
- Ciclovias e bicicletas partilhadas
- Shuttle ITQB-estação
- Transportes públicos

**RESPONSABILIDADES E ENVOLVIMENTO**

*Que departamentos ou unidades da universidade devem estar envolvidos na implementação desta medida?*
*Quais são as responsabilidades específicas de cada departamento/unidade?*
*Quem será o responsável principal pela tomada de decisões relativamente a esta medida?*
*Que outros stakeholders (internos e externos, como estudantes, investigadores, empresas, comunidade local, etc.) devem ser envolvidos e de que forma?*

- Direção IBET e ITQB
- Manuntenção
- Gabinete de comunicação
- Câmara Municipal de Oeiras

**VIABILIDADE E OBSTÁCULOS**

*Qual a viabilidade técnica desta medida? (Existem as tecnologias/ conhecimento/ capacidade necessários?)*
*Quais são os potenciais obstáculos ou desafios à implementação desta medida? Como podem esses obstáculos ser mitigados ou superados?*
*Quais são os riscos associados à não implementação desta medida?*

Obstáculos

- Falta de adesão
- Manutenção do status quo
- Custos (shuttle)

**FINANCIAMENTO E SUSTENTABILIDADE**

*Quais são as fontes de financiamento existentes ou potenciais para a implementação desta medida? (Internas, candidaturas a fundos, parcerias, etc.)*
*Como será garantida a sustentabilidade financeira desta medida a longo prazo?*

- Câmara Municipal de Oeiras
- Crowdfunding e bolsa de voluntários para condução (shuttle)

Com o apoio de FUNDO AMBIENTAL

## 6.9. Modelo de registo e monitorização de ocorrências e impactos

*Tabela 25- Tipologia de informação a integrar num sistema de registo e monitorização de ocorrências direta ou indiretamente relacionadas com as alterações climáticas*

| Categoria | Dados a recolher | Descrição e exemplos | Relevância e propósito |
|---|---|---|---|
| **Detalhes do evento** | ID do evento | Um identificador distinto para cada evento relacionado com o clima registado. | Crucial para rastreamento, referência cruzada e análise longitudinal. |
| | Name/ Descrição | Um título conciso e informativo (por exemplo, "Onda de calor de julho de 2023", "Inundação no campus - Edifício A", "Tempestade) | Fornece contexto imediato para o evento. |
| | Data e tempo | Carimbos de data/hora precisos para o início e o fim do incidente. Para eventos crônicos, este pode ser um período definido (por exemplo, "Período de Seca 202X"). | Essencial para o acompanhamento cronológico e correlação com outros dados. |
| | Local | Detalhes geoespaciais específicos, incluindo edifícios do campus, áreas designadas (por exemplo, "Dormitórios do Campus Norte", "Estação de Campo de Pesquisa Z") ou locais fora do campus afetados. | Necessário para mapear perigos, vulnerabilidades e impactos localizados. |
| | Tipo de perigo | Categorização baseada em classificações de perigo climático estabelecidas<br>• Calor Extremo/onda de calor<br>• Precipitação Intensa/Inundação<br>• Seca<br>• Tempestade<br>• Vento<br>• Subida do Nível do Mar | Padroniza a classificação de eventos para análise e reportem |
| | Gravidade/ Intensidade | Medidas quantitativas, quando disponíveis (por exemplo, temperatura | Permite a comparação |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | máxima em ºC, precipitação em mm/hora, profundidade de inundação em metros, velocidade do vento em km/h, duração da interrupção de energia). As descrições qualitativas (por exemplo, "catastróficas", "críticas", "substanciais", "limitadas") podem complementar os dados quantitativos. | objetiva da magnitude e do impacto do evento. |
| | Duração | A duração total do evento e seus impactos imediatos (por exemplo, número de dias de onda de calor, horas de interrupção de serviços públicos). | Ajuda a quantificar a extensão dos esforços de interrupção e recuperação. |
| | Fonte de Informação | Documentação de como o evento foi relatado ou identificado (por exemplo, relatório de incidente interno, registo de manutenção, dados da estação meteorológica local, auscultação de funcionários/alunos). | Garante a proveniência dos dados e suporta a validação. |
| **Impactos na infraestrutura** | Ativos afetados | Lista detalhada de edifícios específicos, serviços públicos críticos (por exemplo, rede elétrica, abastecimento de água, rede de TI), conexões de transporte (estradas, caminhos) e equipamentos de investigação especializados que foram afetados. | Identifica vulnerabilidades físicas diretas e sistemas críticos afetados. |
| | Descrição do Dano | Uma narrativa abrangente dos danos físicos sofridos (por exemplo, "porão inundado, exigindo bombeamento e remediação de mofo", "danos no telhado", "sala de servidores comprometida devido a corte de energia"). | Fornece contexto qualitativo para avaliação de danos. |
| | Custo estimado dos danos | Custo financeiro quantificável para reparos, substituições e remediação estrutural. Deve incluir os custos diretos e indiretos. | Essencial para o planejamento financeiro, sinistros de seguros e análise de ROI de adaptação. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Cronograma de reparação/ recuperação | Datas de início e fim dos trabalhos de reparação, bem como o tempo estimado ou real para o restabelecimento completo da funcionalidade. | Rastreia a eficiência da recuperação e informa o planejamento futuro. |
| | Medidas de resiliência testadas/ reprovadas | Identificação de quaisquer medidas de adaptação pré-existentes (ex., barreiras amovíveis contra inundações, geradores de reserva, sistemas de drenagem sustentáveis) que tenham sido utilizadas durante o evento e uma avaliação da sua eficácia ou pontos de falha. | Fundamental para a aprendizagem e melhoria iterativa das estratégias de adaptação. |
| **Impactos nas Operações e Serviços** | Operações Académicas | Descrição da interrupção no ensino (ex., aulas canceladas, mudança para o ensino online), exames, projetos de investigação e operações laboratoriais. Preferencialmente inclui métricas como o número de cursos afetados, alunos ou horas de investigação perdidas. | Quantifica o impacto na missão académica. |
| | Cadeias de Abastecimento | Detalhes de interrupções em cadeias de abastecimento institucionais críticas (ex. serviços de alimentação, produtos químicos de laboratório, componentes de TI) devido ao evento climático. | Identifica vulnerabilidades em dependências externas essenciais. |
| | Sistemas Informáticos | Registo do tempo de inatividade, perda de dados ou incidentes de segurança cibernética que foram exacerbados ou diretamente causados pelo evento climático. | Avalia o impacto na infraestrutura digital crítica. |
| | Resposta de Emergência | Avaliação dos recursos mobilizados, dos tempos de resposta e da eficácia global dos protocolos de emergência estabelecidos durante o evento. | Avalia a preparação e identifica áreas a melhorar na gestão de crises. |
| | Serviços Estudantis | Descrição da interrupção dos serviços essenciais para estudantes, incluindo alojamento, refeições, aconselhamento e serviços de saúde. | As medidas têm impacto no bem-estar dos estudantes e na vida no campus. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Impactos nos Recursos Humanos** | Incidentes de Saúde e Segurança | Número e tipo de incidentes relacionados à saúde (ex., doenças relacionadas ao calor, lesões, exacerbação de condições pré-existentes) e impactos relatados na saúde mental (ex., stress, ansiedade) entre estudantes e funcionários. | Medida direta do custo humano e do impacto no bem-estar. |
| | Deslocamento de Funcionários/ Alunos | Número de indivíduos (estudantes, funcionários, professores) temporária ou permanentemente deslocados de suas residências ou locais de trabalho no campus, e a duração de seu deslocamento. | Quantifica a perturbação para os indivíduos e a potencial necessidade de acordos alternativos. |
| | Impactos no bem-estar e produtividade | Dados qualitativos e quantitativos sobre impactos mais amplos no bem-estar, incluindo níveis de stress relatados, ansiedade e reduções observadas na produtividade ou no desempenho académico. | Fornece uma visão holística do impacto humano para além das lesões físicas. |
| | Populações vulneráveis afetadas | Identificação de grupos demográficos específicos (ex., estudantes internacionais, pessoas deficiência, funcionários de baixa renda, pessoas com condições de saúde pré-existentes) que foram desproporcionalmente impactados pelo evento. | Assegura um planeamento equitativo da adaptação e a afetação de recursos. |
| **Impactos financeiros e reputacionais** | Sinistros de Seguros | Registos detalhados das reclamações de seguros apresentadas, incluindo a natureza da reclamação, o montante reclamado e o pagamento recebido. | Rastreia a recuperação financeira e as implicações do seguro. |
| | Custos inesperados | Registo de despesas imprevistas, tais como pagamento de horas extraordinárias para pessoal de emergência, custos de instalações temporárias, contratos de emergência ou serviços especializados externos. | Captura o encargo financeiro total de um evento. |
| | Perda de receita | Quantificação de perdas de receita de eventos cancelados, redução de matrículas de alunos ou | Mede as perdas financeiras diretas |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | atrasos/suspensões de projetos de pesquisa geradores de receita. | devido à interrupção. |
| **Resposta e ações de recuperação** | Ações imediatas tomadas | Documentação das ações tomadas durante ou imediatamente após o evento para mitigar danos e restaurar as operações. | Fornece um registo da resposta a crises para revisão. |
| | Recursos alocados | Informações sobre o pessoal interno, o equipamento e a ajuda externa (por exemplo, serviços de emergência, contratantes) mobilizados em resposta. | Avalia a mobilização de recursos e a eficiência. |
| | Duração da recuperação | O tempo total necessário para que a instituição retorne à sua capacidade operacional anterior ao evento. | Métrica-chave para a eficácia geral da recuperação. |
| | Eficácia da resposta | Uma avaliação qualitativa e, sempre que possível, quantitativa do desempenho dos planos de resposta e das ações da instituição. | Feedback direto para melhorar os protocolos de emergência. |
| **Dados contextuais** | Projeções climáticas relevantes | Integração de projeções climáticas específicas e localizadas para a região da instituição. Inclui cenários futuros (por exemplo, RCP 4.5, RCP 8.5, SSPs) relevantes para o planeamento a longo prazo. | Fornece um contexto prospetivo para avaliação de riscos e planejamento de adaptação. |
| | Vulnerabilidades pré-existentes | Documentação de quaisquer fraquezas identificadas em infraestruturas, sistemas ou populações específicas que eram conhecidas antes do evento e podem ter exacerbado seus impactos. | Ajuda a identificar fraquezas sistémicas e priorizar medidas proativas. |

Fonte: Adaptado de ISO 14090. (2019). Adaptation to Climate Change

# 7. Rerefências Bibliográficas


[1]. Climate Change, Vulnerability, and Responsibility - UGA Libraries, accessed on May 30, 2025, https://www.libs.uga.edu/reserves/docs/science-fall2017/ross4/ross-geogd2010/cuomo.pdf

[2]. Universities in the face of the climate and nature crises- Redoubling our commitment to a sustainable future. The Guild https://www.the-guild.eu/publications/insight-papers/the-guild_universities-in-the-face-of-the-climate-and-nature-crises_march2025.pdf

[3]. Leal Filho, W.; Aina, Y.A.; Dinis, M.A.P; Purcell, W.; Nagy, G. J., 2023. Climate change: Why higher education matters? *Science of the Total Environment* https://www.haw-hamburg.de/fileadmin/LS/FTZ-NK/PDF/Publications/2023-Climate_Change_-why_higher_education_matters._Science_of_the_Total_Environment.pdf

[4]. Adapting to climate change- Principles, Requirements and guidelines- ISO 14090 International Standard, 2019.

[5]. Higher Ed Climate Action Plan. Aspen Institute. https://www.thisisplaneted.org/img/HigherEdClimateActionPlan.pdf

[6]. How to Climate-Proof schools. Stanford Medicine Magazine, 2023 https://stanmed.stanford.edu/climate-resiliency-schools/

[7]. Glossary of terms related to Climate Change Adaptation, EU Mission on Adaptation to Climate Change. https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/help/glossary

[8]. A Roadmap For Building Climate Resilience At Higher Education Institutions: A Case Study Of Arizona State University, 2020, *Journal of Green Building 15, 4, https://meridian.allenpress.com/jgb/article/15/4/237/449479/A-ROADMAP-FOR-BUILDING-CLIMATE-RESILIENCE-AT*.

[9]. Soares, P.M.; Lima, D.; Cardoso R.; Nogueira, M.; Lemos, G.; Bento V.; Trigo, R., 2024, RNA2100- Projeções Climáticas, Extremos e Índices - Portugal Continental, Avaliação da Vulnerabilidade do Território Português às Alterações Climáticas para o Século XXI- Roteiro Nacional para a Adaptação 2100, 2024. https://nbox.apambiente.pt/s/WBNDsJgEop2JKSG?dir=/&openfile=true

[10]. Technical guidance on the climate proofing of infrastructure in the period 2021-2027. European Comision https://ec.europa.eu/newsroom/cipr/items/722278/en

[11]. Plano Metropolitano de Adaptação às Alterações Climáticas- Plano municipal de identificação de riscos e de vulnerabilidades de Oeiras, 2019. https://documentacao.aml.pt/wp-content/uploads/2023/12/PMAAC_AML_P083_OEI_PLANOMUNICIPAL_RISCOS_REV_JAN2020_compressed.pdf

[12]. Prioritising adaptation options. Climate-ADAPT - European Union https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/tools/urban-ast/step-4-3

[13]. NASA Sea Level Change, 2023. IPCC 6th Assessment Report Sea Level Projections. https://sealevel.nasa.gov/ipcc-ar6-sea-level-projection-tool
[14]. Antunes C., 2019. Assessment of Sea Level Rise at West Coast of Portugal Mainland and Its Projection for the 21st Century. J. Mar. Sci. Eng. Int., 7(3), 61, doi.org/10.3390/jmse7030061.
[15]. Antunes C., Rocha C. and Catita C., 2019. Coastal Flood Assessment due to Sea Level Rise and Extreme Storm Events: A Case Study of the Atlantic Coast of Portugal's Mainland. Geosciences, 9(5), 239, doi.org/10.3390/geosciences9050239.
[16]. Knutson, T., Camargo, S. J., Chan, J. C. L., Emanuel, K., Ho, C.-H., Kossin, J., Mohapatra, M., Satoh, M., Sugi, M., Walsh, K., Wu, L., 2020. Tropical Cyclones and Climate Change Assessment – Part II: Projected Response to Anthropogenic Warming, American Meteorological Society.
[17]. NOAA, 2023. State of the Science Fact Sheet, Atlantic Hurricanes and Climate Change, National Oceanic and Atmospheric Administration.