

# Adaptação Climática da Habitação

## Avaliação de vulnerabilidades do conforto térmico

Sofia Simões (CENSE), Vera Gregório (CENSE/Lisboa E-Nova), Júlia Seixas (CENSE)

Lisboa, 17 Janeiro 2017



ClimAdaPT.Local  
Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas

# SUMÁRIO

**Metodologia**

**Resultados globais**

**Ferramentas BldAdaPT - Município de Lisboa**

**Opções de adaptação**

**Conclusões**

**Próximos desafios**

## METODOLOGIA IMPLEMENTADA

- 29 municípios - 679 freguesias 2,926,321 habitantes (28% da população residente);
- Diversidade nas características dos municípios abrangidos, incluindo Lisboa e Porto, cidades médias e municípios com características mistas ou rurais;
- Todas as zonas climáticas do país;
- Diferentes contextos demográficos e socioeconómicos;
- 225 freguesias rurais, 169 urbanas e 285 freguesias mistas.

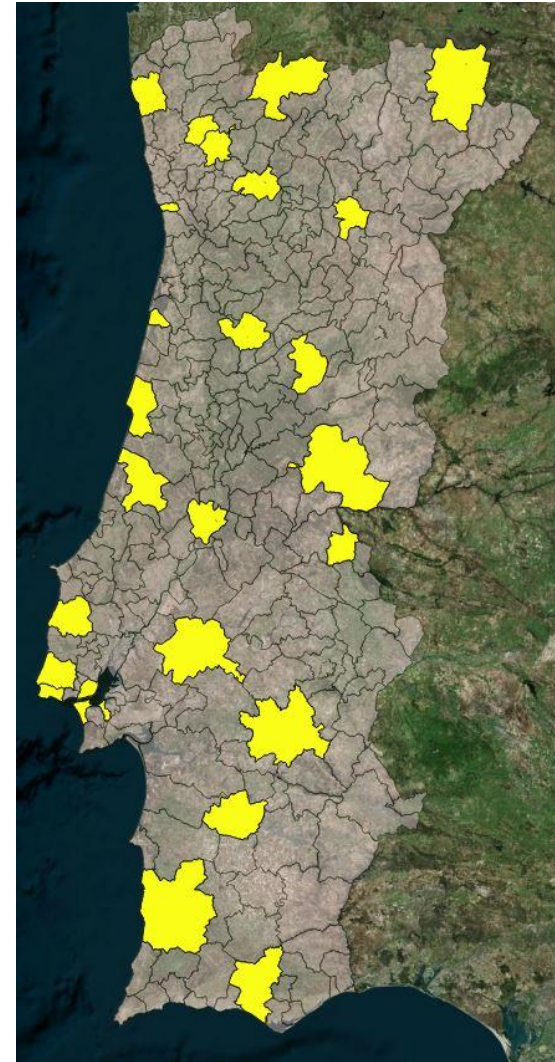
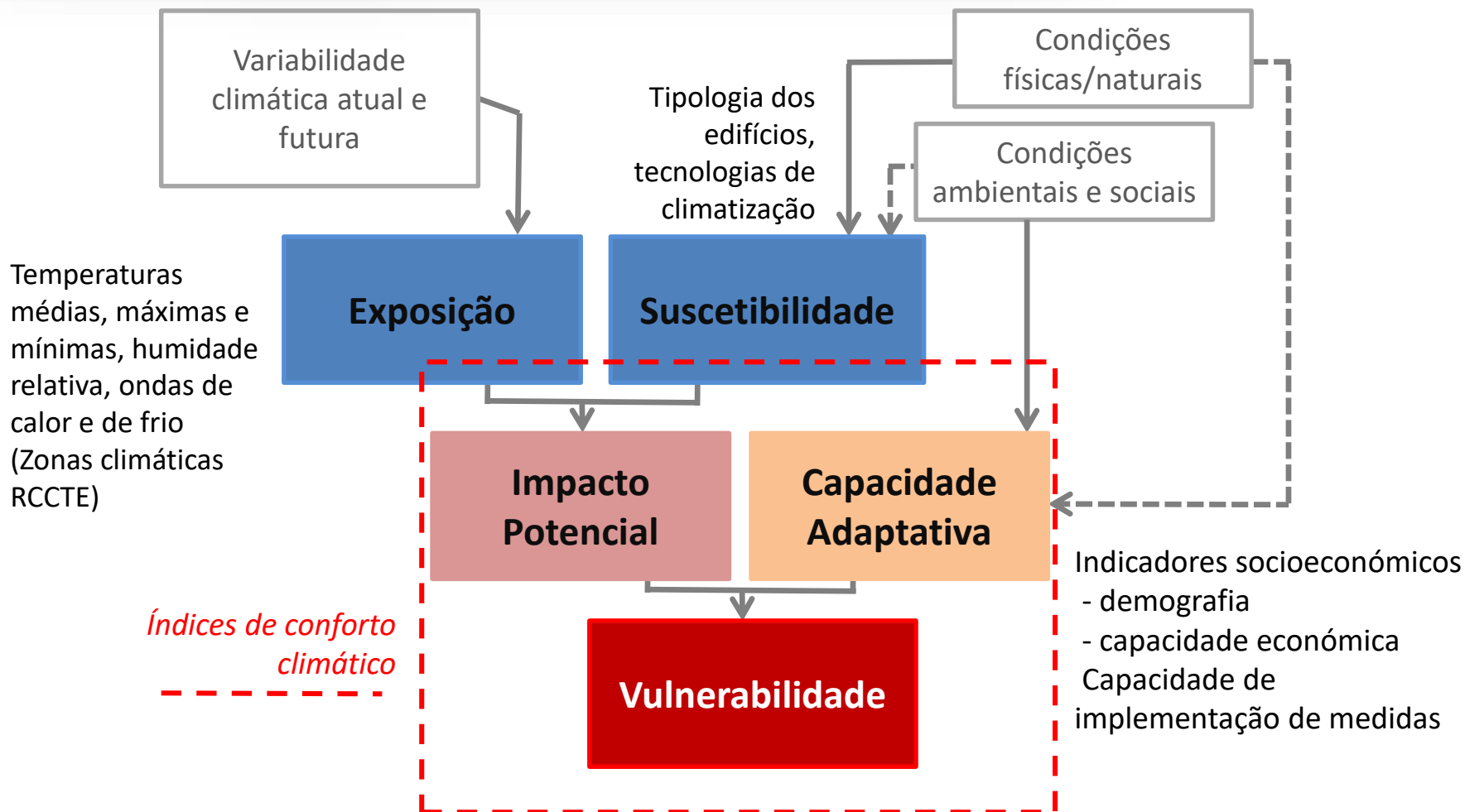


Fig. 1 – Municípios cobertos pelo projeto *ClimaAdaPT.Local*.

# METODOLOGIA PARA AVALIAR A VULNERABILIDADE



# METODOLOGIA PARA AVALIAR A VULNERABILIDADE

## Tipologia dos edifícios (freguesia)

**Tipo:** Isolados, Geminados, Em banda, Prédio, Outros

**Idade:** <1945, 1946-1970, 1971-1990, ≥ 1991

**Construção:** Betão, Alvenaria c/placa, Alvenaria s/ placa, Adobe/Pedra, Outra

Fonte: INE (2011), Lopes (2010)

## Tecnologias de climatização (freguesia)

**Aquecimento:** Lareira, Lareira com recuperador, Salamandra, Caldeira aq. Central (biomassa, gásóleo, gás natural, GPL), aq. Elétrico, aq. GPL, ar condicionado, bomba de calor

**Arrefecimento:** Ar condicionado, Ventoinha, Bomba de calor

Fonte: INE (2011)

Graus-dia aquecimento e Temperatura média ar exterior na estação arrefecimento – Zonas climáticas (RCCTE)

Exposição

Suscetibilidade

Impacto Potencial

Capacidade Adaptativa

Vulnerabilidade

Indicadores socioeconómicos/  
Capacidade de implementar medidas de adaptação

(freguesia/município)

< 4 anos; > 65 anos  
Ganho médio mensal  
Propriedade do alojamento  
Fração da população com ensino superior  
Taxa desemprego

Fonte: INE (2011)

Necessidades aquecimento e arrefecimento dos alojamentos:

IDEAL (20°C aquecimento, 25°C arrefecimento)

≠

Aquecimento e arrefecimento REAL

Fontes:

ICESD (Nacional)  
DGEG (Municipal)

Índices:

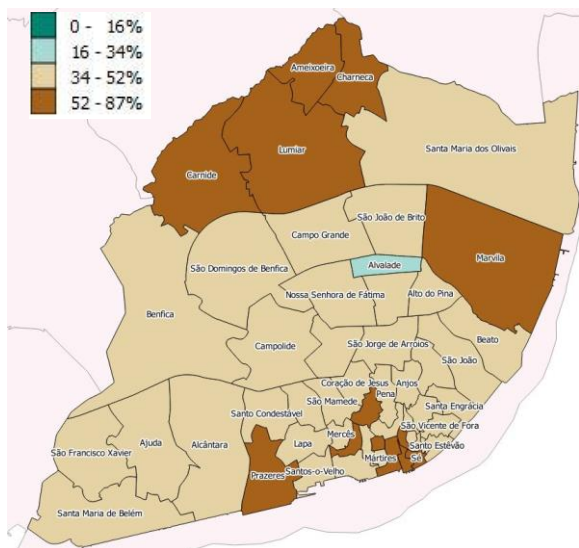
## Capacidade Adaptativa

# índice para quantificar a capacidade de cada freguesia

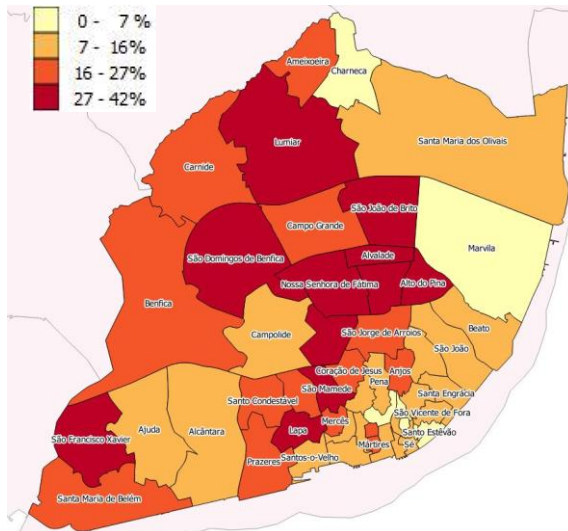
Capacidade =  $0.50 * \text{residentes} < 4 \text{ anos} + 0.50 * \text{residentes} > 65 \text{ anos} + 1.00 * \text{Ganho médio mensal} + 0.25 * \text{propriedade alojamento} + 0.75 * \text{residentes com ensino superior} + 1.00 * \text{residentes desempregados}$

baseado em 5 classes variando de 0 (capacidade mínima) a 5 (capacidade máxima) com dados do INE (Censos 2011)

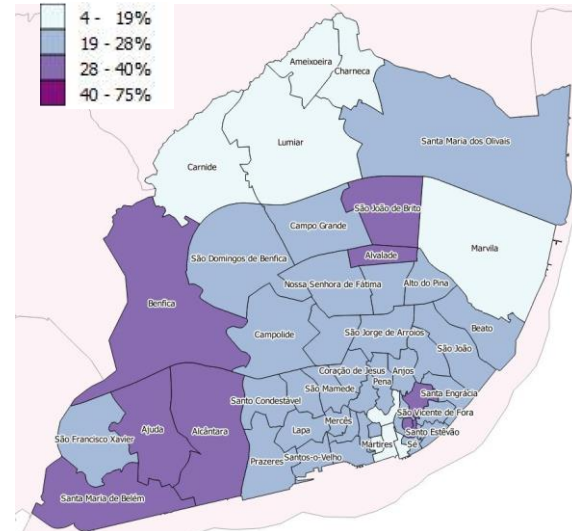
% residentes donos do seu alojamento em Lisboa



% residentes com ensino superior em Lisboa



% residentes com mais de 65 anos em Lisboa



## Impacto Potencial

# intervalo (%) convertido em índice de 0 (sem diferencial) a 20 (diferencial máximo)

GD aquecimento e T média ar exterior estação de arrefecimento por município para o clima atual (RCCTE) para garantir 20°C interiores na estação de arrefecimento 25°C na estação de aquecimento

Necessidade energética “ideal” de acordo com RCCTE para 20°C ( $N_{ic}$ ) e 25°C ( $N_{vc}$ ) por tipo de edifício residencial por freguesia em kWh/m<sup>2</sup>

Caraterísticas detalhadas para tipologias de edifícios residenciais para diferentes zonas climáticas de Portugal, tais como tipo de parede, telhados, e outro elementos do edificado e valores “U”, entre outros - adaptado de Lopes (2010)

Nº. alojamentos por tipo de edifício residencial por freguesia e área média dos alojamentos por freguesia

Taxa de posse equipamento climatização por tipo de alojamento e freguesia x eficiência genérica

**ENERGIA FINAL IDEAL** para 20/25°C por tipo de alojamento por freguesia em kWh

$\Delta$  kWh

**ENERGIA FINAL REAL** (para tipo de alojamento por freguesia) em kWh

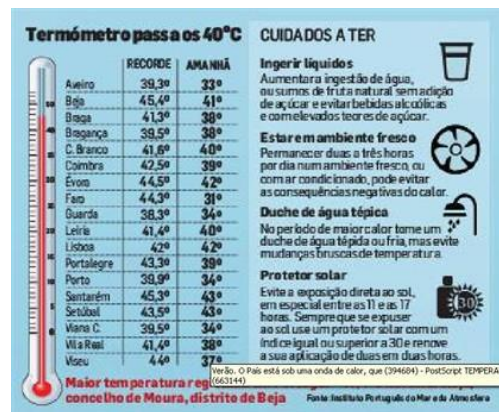
DGEG estatísticas anuais e ICESD: % alocação kWh para aquecimento e arrefecimento dos vários combustíveis por município



# Vulnerabilidade

## índice para cada freguesia de 0 a 20 (maior vulnerabilidade)

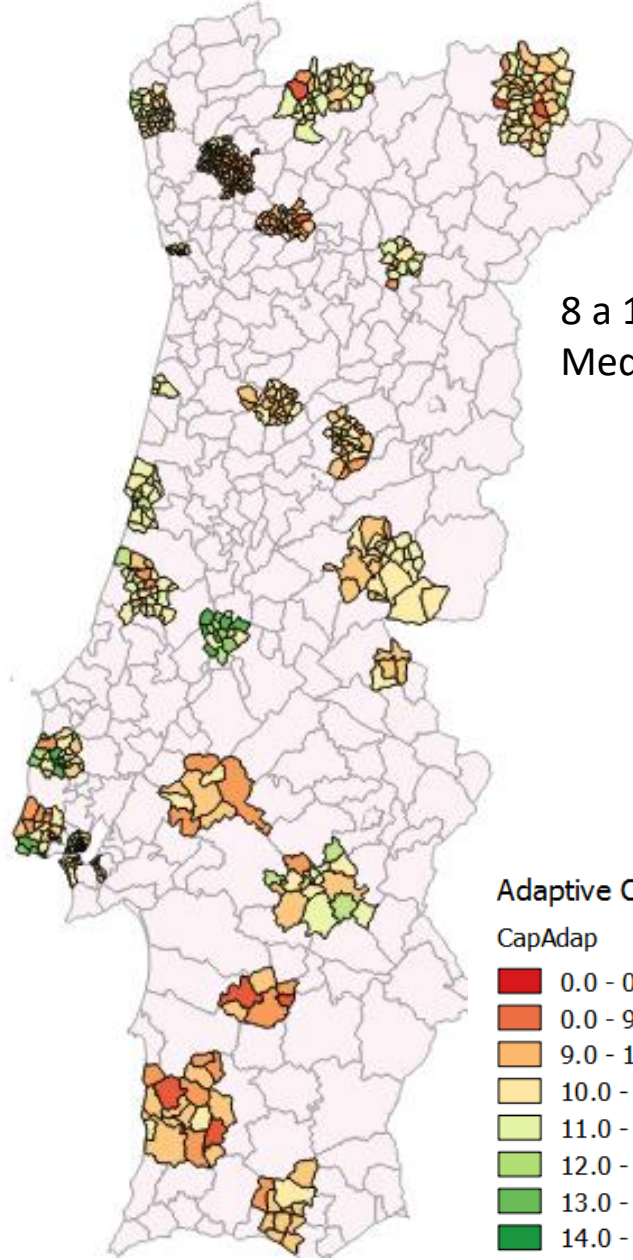
$$\bar{X} = \frac{(20 - \text{capacidade adaptativa}) + \text{diferencial aquecimento e arrefecimento}}{2}$$





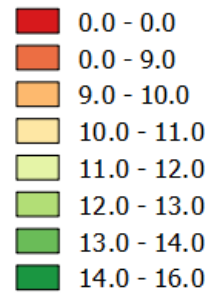
## RESULTADOS GLOBAIS

8 a 16  
Mediana 12



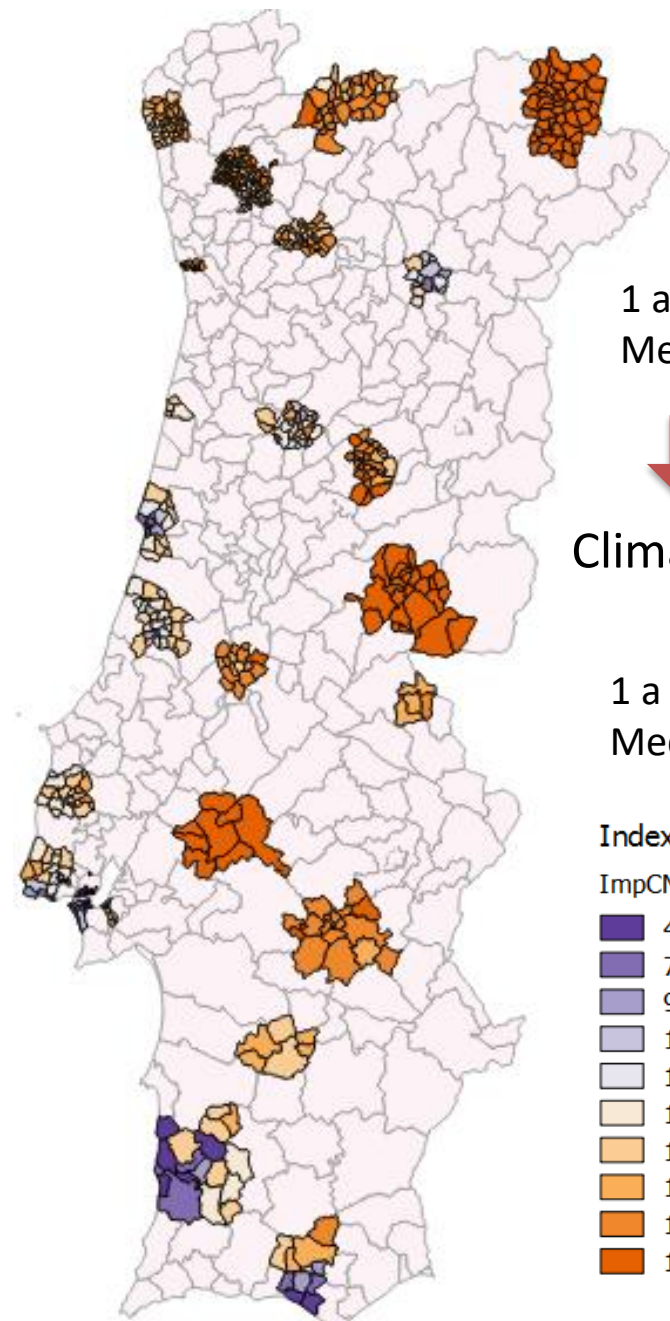
Adaptive Capacity Index (1-20)

CapAdap



+

1 a 20  
Mediana 16

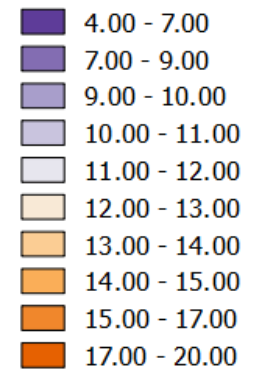


↓  
Clima futuro

1 a 20  
Mediana 15

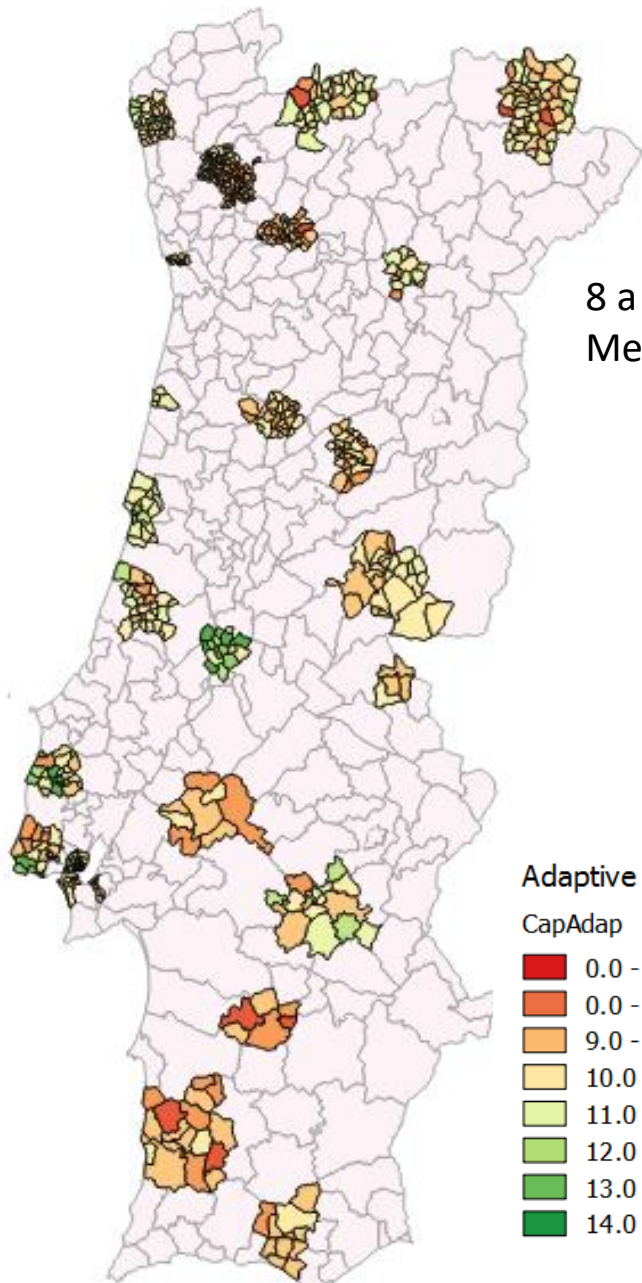
Index (1-20)

ImpCN

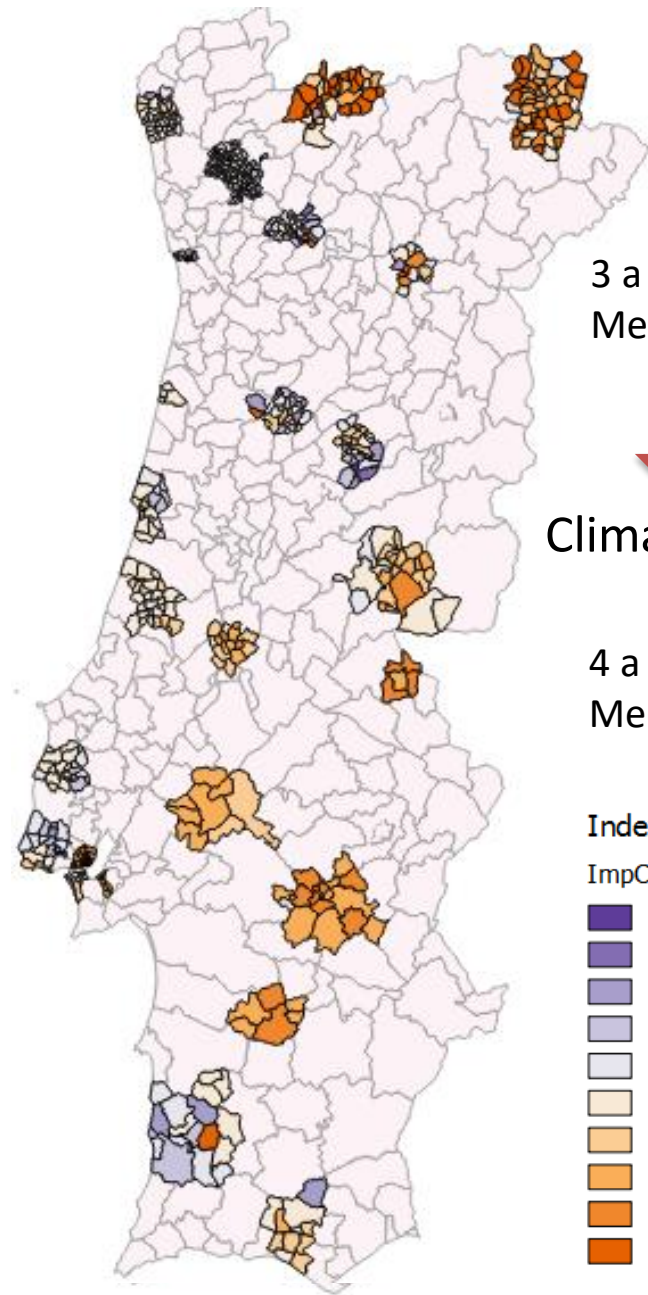


Capacidade Adaptativa

Impacto Potencial Aquecimento



+

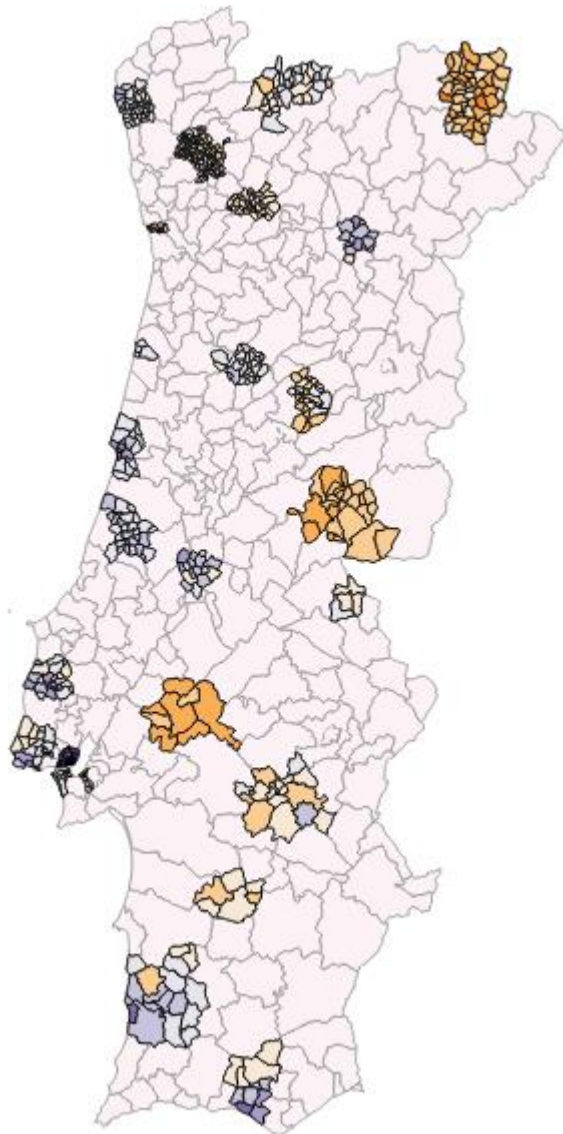


Capacidade Adaptativa

Impacto Potencial Arrefecimento

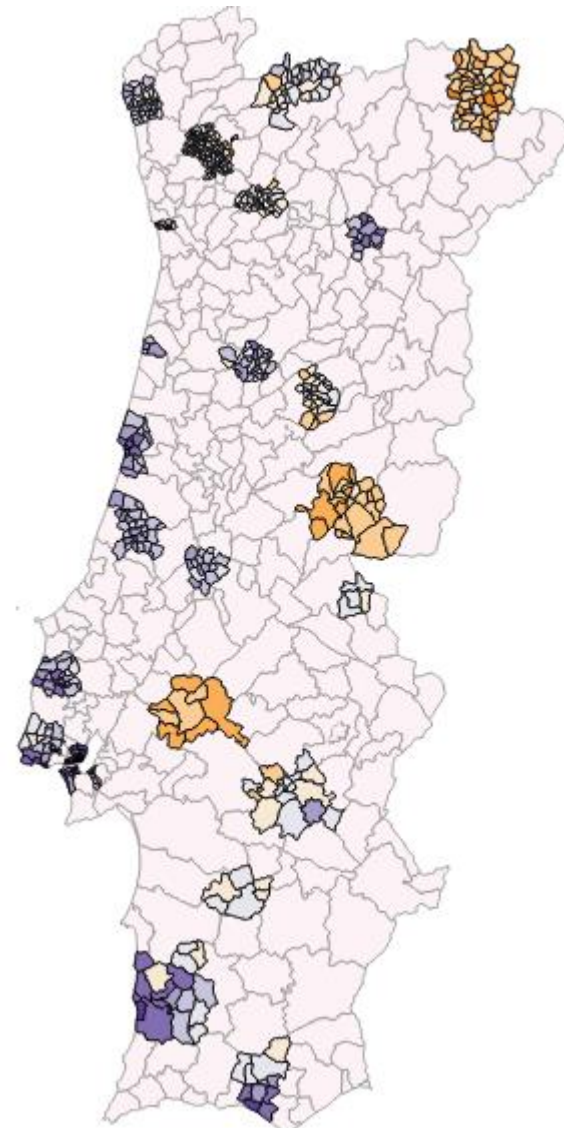
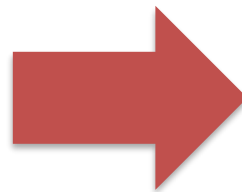


# Vulnerabilidade Aquecimento



3 a 16  
Mediana 12  
580 Freguesias >10

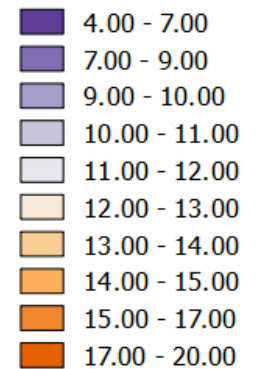
Clima Atual



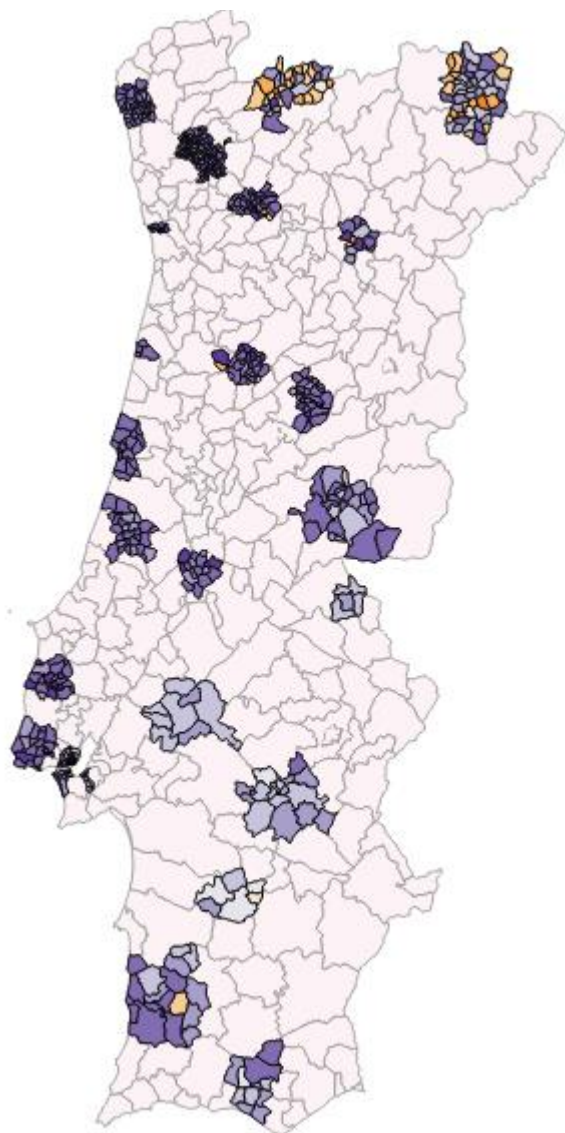
3 a 16  
Mediana 12  
500 Freguesias >10  
Menos 656 000  
pessoas

Clima Futuro

Index (1-20)

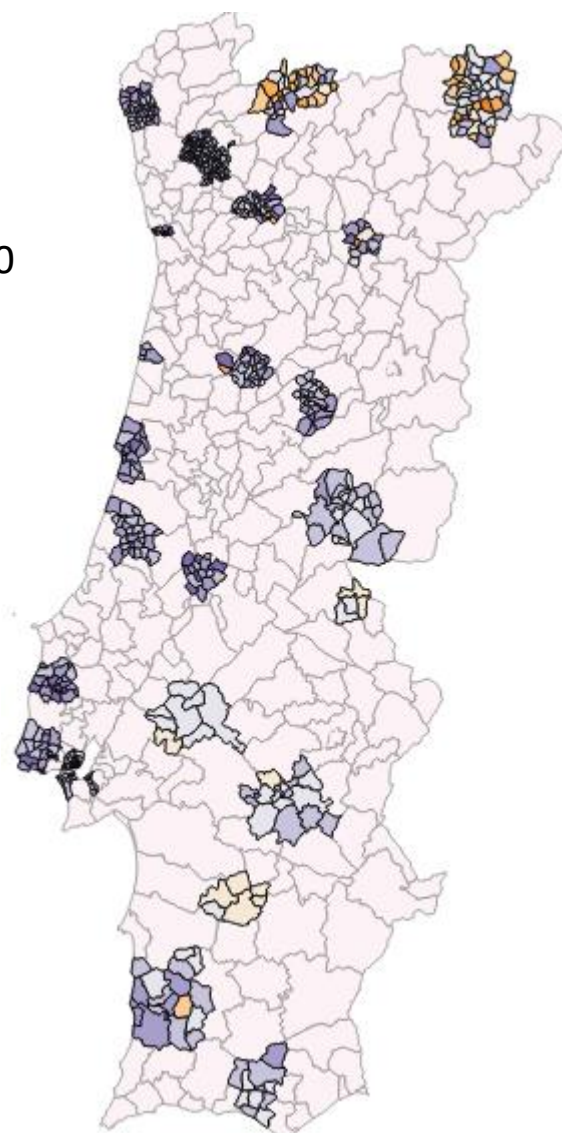
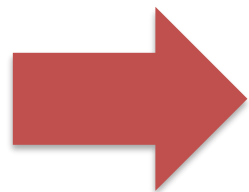


# Vulnerabilidade Arrefecimento



6 a 16  
Mediana 9  
122 Freguesias >10

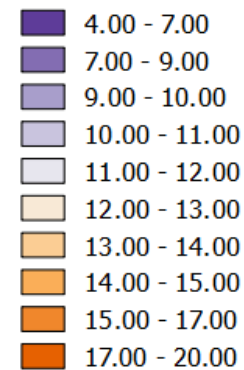
Clima Atual



6 a 16  
Mediana 11  
422 Freguesias >10  
Mais 1 milhão de  
pessoas

Climate Futuro

Index (1-20)



# LIMITAÇÕES

- primeira estimativa grosseira
- RCCTE substituído pelo REH
- censos de 2011 – desatualizados?
- diversidade dentro de cada freguesia e correspondência entre residentes e o respetivo alojamento
- considerar ilha de calor e estado de conservação
- as características socioeconómicas e construtivas não se irão manter constantes quando o clima futuro se modificar!



## RESULTADOS GLOBAIS

- grande variação através do país para estes índices
- extremamente relevante prestar maior atenção à vulnerabilidade relativa ao arrefecimento
- a abordagem apresentada permite analisar, recorrendo a uma amostra do país todo, onde estarão potencialmente as pessoas mais vulneráveis e quais as sua características – permite priorizar os recursos necessários para uma avaliação mais precisa sobre onde estão e quem são as pessoas mais vulneráveis
- abordagem relativamente fácil de implementar
- mais conforto térmico pode agravar consumo de energia e emissões de gases de efeito de estufa exceto se combinado com opções eficiência energética

## FERRAMENTAS BldAdaPT

**Cinco ferramentas complementares para ajudar a gerir a adaptação às alterações climáticas:**

**1. Excel BldAdaPT**

Cálculo dos índices:

Impacto Potencial, Capacidade Adaptativa e Vulnerabilidade

**2. GIS BldAdaPT**

Representação geoespacial a análise dos índices

**3. WebMap BldAdaPT**

Rápido mapeamento dos índices

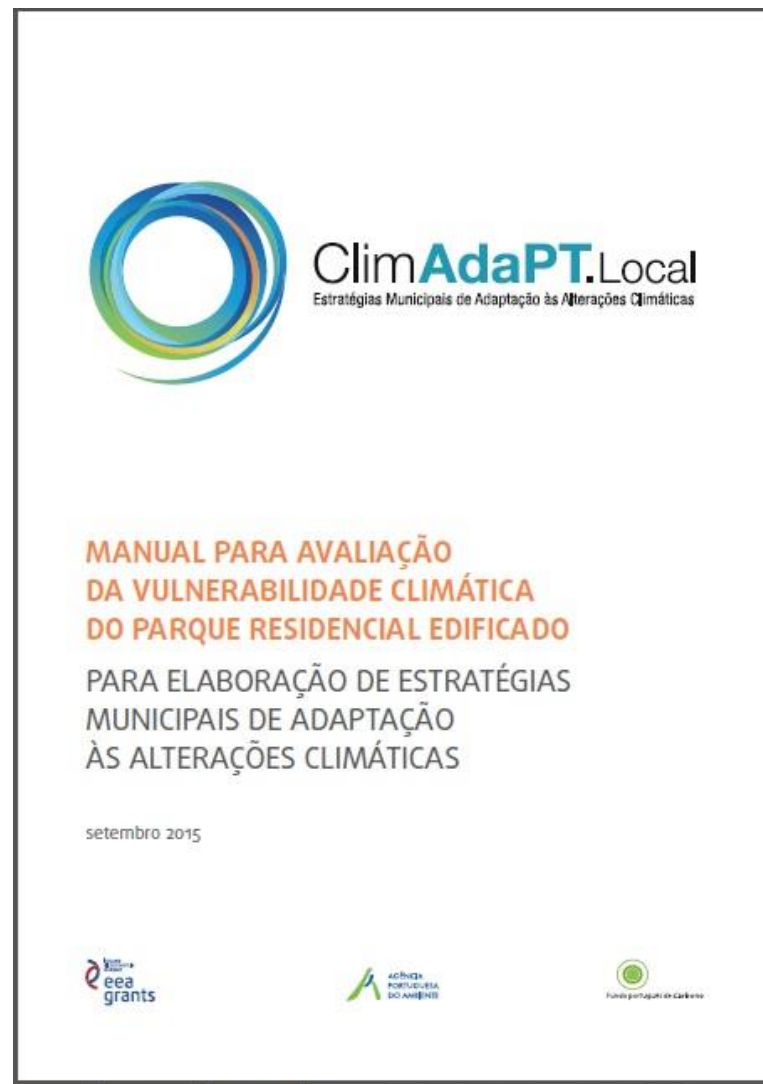
**4. Manual**

Descrição detalhada da metodologia

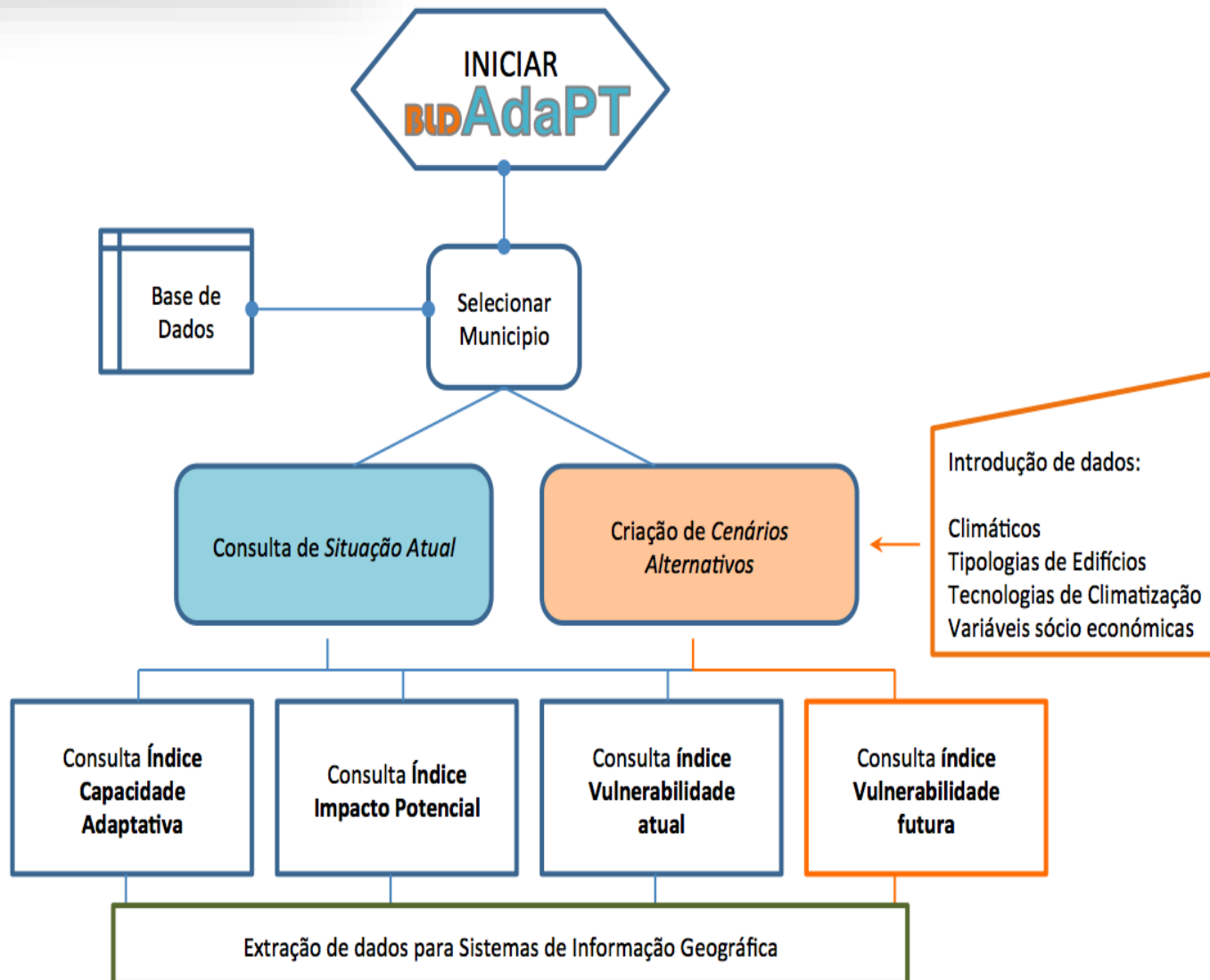
**5. Fichas BldAdaPT**

Sumário dos resultados por Município

# BldAdaPT



# EXCEL BIdAdaPT



# Vulnerabilidade climática e conforto térmico do parque residencial

## Desempenho Municipal e Índices **BUDAdaPT**



### Município de LISBOA

<http://www.cm-lisboa.pt/>



#### Dados climáticos:

Zona Climática Inverno/ Verão: I1/V2 (RCCTE, 2006)

#### Clima Atual / Cenário Futuro (RCP8.5-HadGEM2):

Duração da estação de aquecimento (AQUEC) (meses): 5,3 / 4,3

Graus-dia de aquecimento: 1190/ 733

Temperatura média na estação de arrefecimento (ARREF): 23,0°C / 25,7°C

#### Demografia:

População Residente (INE,2011): 547 733

População muito vulnerável (>65 anos, residente em freguesias com vulnerabilidade igual ou superior a 10 em onda de calor futura): 130 960 pessoas

#### Parque Residencial Edificado (nº alojamentos) (INE, 2011):

Edifícios <1919	1919-1945		1945-1960		1960-1980		1980-2000		> 2000	
	Moradia	Prédio	Moradia	Prédio	Moradia	Prédio	Moradia	Prédio	Moradia	Prédio
17500	15829	23475	25460	33621	20259	38962	4773	24603	2419	13512

Alojamentos com AQUEC|ARREF (INE, 2011): 85% | 12%

Consumo anual de energia final para AQUEC|ARREF per capita:

Atual (DGEG, ICESD): 0,076 | 0,001 tep

Necessária para conforto térmico (RCCTE T interior 20°C AQUEC | 25°C ARREF):

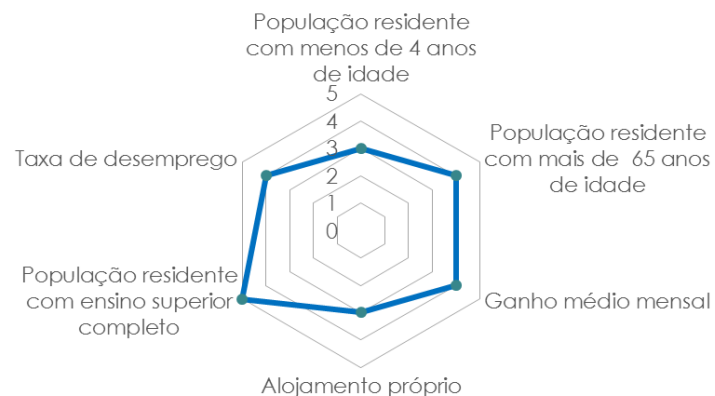
Atual: 0,167 | 0,007 tep

Futuro: 0,092 | 0,010 tep

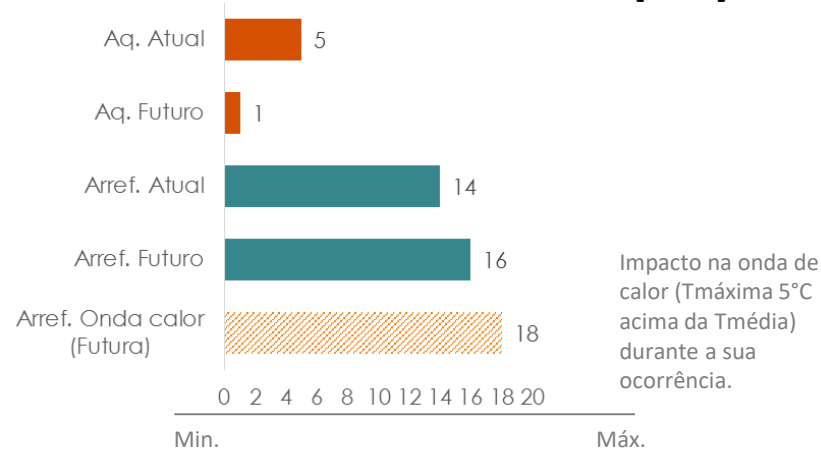
### CAPACIDADE ADAPTATIVA

Índice composto: 16 [1 – 20]

INDICADORES



### ÍNDICE DE IMPACTO POTENCIAL [1- 20]



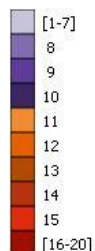
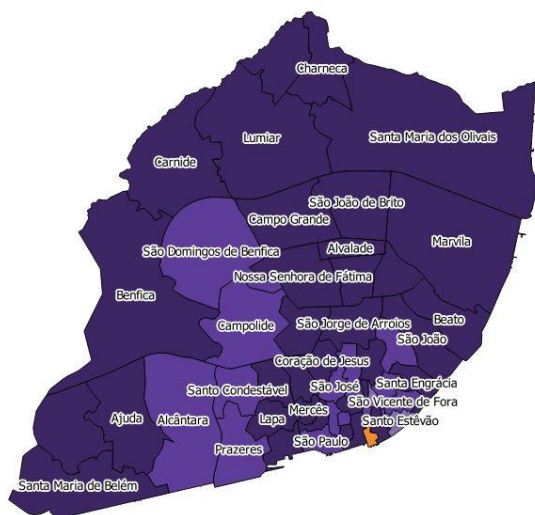
# Vulnerabilidade climática e conforto térmico do parque residencial

Freguesias do Município de Lisboa - Vulnerabilidades Climáticas

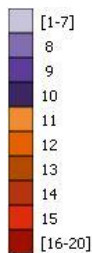
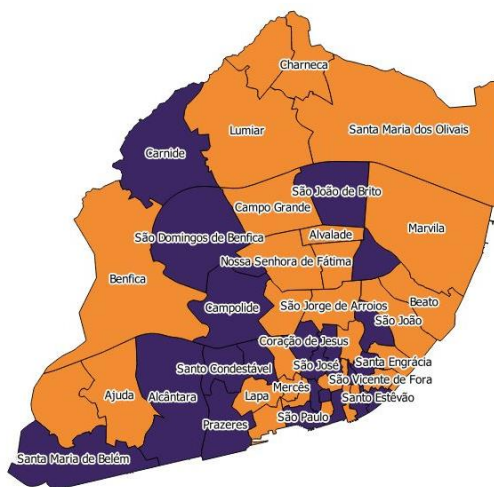
BUDAdaPT



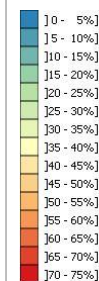
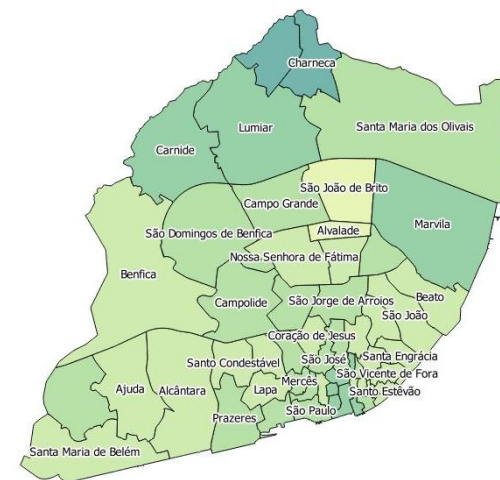
Vulnerabilidade atual do arrefecimento, por freguesia



Vulnerabilidade futura do arrefecimento, por freguesia



% População muito vulnerável (>65 anos, residente em freguesias com vulnerabilidade  $\geq 10$  em onda de calor futura)



## Resultados – Vulnerabilidades do Arrefecimento, Freguesias do Município de Lisboa

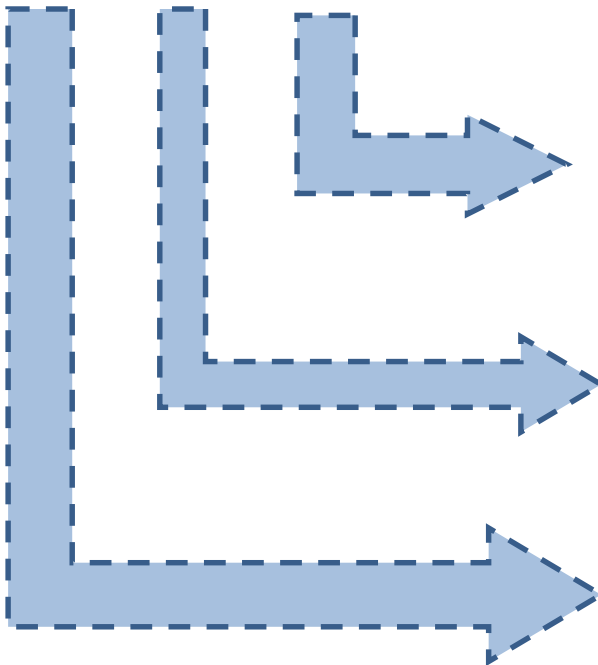
Vulnerabilidade do Arrefecimento Atual (1-20)		Valores Médios para as freguesias com a mesma vulnerabilidade do Arrefecimento Atual				
Nº de Freguesias Lisboa	Atual	Arref. Futuro	Taxa Arref (%)	Aloj. inf a 1960 (%)	Impacto Potencial	Capacidade de Adaptação
3	8	10	2	94%	8	14
15	9	10	9	75%	8	15
34	10	11	13	60%	9	15
1	11	11	8	58%	9	13



## GIS BldAdaPT

O mapeamento dos índices BldAdapt, permite informar o planeamento urbano acerca dos resultados do projeto.

Como questionar o GIS BldAdaPT ?  
(exemplos)



?

Quais são as freguesias de Lisboa com menor capacidade adaptativa?

?

Quais são as freguesias de Lisboa com menor conforto térmico?

?

Aonde se localizam as pessoas mais vulneráveis em situação de onda de calor futura?

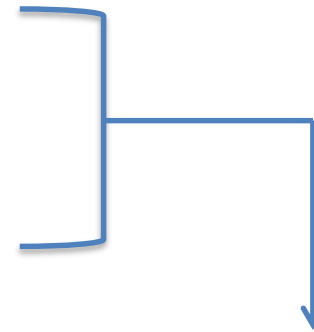
## OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO MENOS VULNERABILIDADE E MAIOR CONFORTO TÉRMICO

- Intervenções nos edifícios residenciais
- Intervenções no espaço urbano

**Comportamento**

**Tecnologias**

**Soluções inovadoras**



**Risco Climático**

- Planos de emergência

## OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO MENOS VULNERABILIDADE E MAIOR CONFORTO TÉRMICO

- Medidas de adaptação nos edifícios residenciais

Isolamento térmico (*telhados, chão, paredes e janelas*)

Telhados brancos | verdes

Ventilação natural

Tecnologias eficientes para aquecimento e arrefecimento

Práticas diurnas e noturnas

## OPÇÕES DE ADAPTAÇÃO MENOS VULNERABILIDADE E MAIOR CONFORTO TÉRMICO

- Medidas de adaptação no espaço urbano

- Sombreamentos fora dos edifícios

- Ventilação passiva obtida a partir da morfologia das ruas e dos edifícios.

- Espaços, paredes e telhados verdes

- Arrefecimento de espaços urbanos usando a água superficial e subterrânea

- Práticas diurnas e noturnas

## RESULTADOS EXPECTÁVEIS DAS FERRAMENTAS BldAdaPT

- Aumento da **consciência** e da **capacidade técnica** ao nível local [técnicos envolvidos no planeamento urbano e energético, decisores políticos e atores locais] com o objetivo de **facilitar o desenho futuro** e a **adopção de estratégias municipais de adaptação às alterações climáticas (EMAACs)**.
- Contributo na **disseminação** dos **resultados** e das **melhores práticas** por outras autoridades Municipais e Regionais.

**CONSCIÊNCIA**

**CAPACIDADE TÉCNICA**

**ADAPTAÇÃO**

**EMAAC'S**

**DISSEMINAÇÃO**

## PRÓXIMOS DESAFIOS

- **Mapeamento com maior detalhe geográfico** da vulnerabilidade climática dos edifícios (ao nível da subsecção estatística).
- **Mapeamento da pobreza energética** ao nível da subsecção estatística.
- **Alavancar em larga escala, a adaptação climática** dos edifícios
  - Capacitação| Ferramentas (proprietários, empresas)
  - Novos modelos financeiros
  - Comunicação e disseminação
- **Avaliar o papel dos governos locais**

Como estimular os investimentos de longo prazo na renovação energética dos edifícios, adotando medidas de adaptação às alterações climáticas e melhorando a qualidade de vida dos cidadãos?



# Obrigada

Sofia Simões

([sgcs@fct.unl.pt](mailto:sgcs@fct.unl.pt))

Vera Gregório

([veragregorio@lisboaenova.org](mailto:veragregorio@lisboaenova.org))

## Resultados Município de Lisboa - Vulnerabilidade Atual e Futura

Freguesias	Vaf_Fre_At	Vaf_Fre_F	Vaq_Fre_At	Vaq_Fre_F	IMPotFreg	TX_Aquec	Tx_Arref	AlojInf60	Capac. Adaptação	
Santo Estêvão	8,00	10,00	10,00	7,00	6,00	8,00	0,65	0,02	0,97	13
São Miguel	8,00	9,00	12,00	12,00	10,00	12,00	1	0,02	0,99	14
Socorro	8,00	10,00	10,00	6,00	5,00	5,00	0,57	0,02	0,85	16
Alcântara	9,00	10,00	10,00	6,00	4,00	8,00	0,82	0,09	0,71	16
Campolide	9,00	10,00	10,00	6,00	4,00	7,00	0,82	0,12	0,63	13
Encarnação	9,00	10,00	10,00	8,00	5,00	13,00	1	0,09	0,82	14
Graça	9,00	10,00	10,00	7,00	6,00	10,00	1	0,06	0,9	13
Pena	9,00	10,00	10,00	6,00	4,00	8,00	0,74	0,07	0,84	14
Penha de França	9,00	10,00	10,00	5,00	3,00	7,00	0,81	0,08	0,79	16
Prazeres	9,00	10,00	10,00	5,00	4,00	8,00	0,82	0,14	0,7	14
Sacramento	9,00	10,00	10,00	7,00	5,00	12,00	0,84	0,14	0,56	16
Santiago	9,00	10,00	10,00	6,00	5,00	9,00	0,78	0,04	0,94	12
Santo Condestável	9,00	10,00	10,00	5,00	4,00	7,00	0,85	0,08	0,65	13
São Cristóvão e São Lourenço	9,00	11,00	11,00	7,00	6,00	8,00	0,73	0,03	0,93	16
São Domingos de Benfica	9,00	10,00	10,00	4,00	2,00	8,00	0,91	0,22	0,37	16
São José	9,00	10,00	10,00	5,00	4,00	7,00	0,79	0,08	0,71	14
São Paulo	9,00	10,00	10,00	3,00	3,00	7,00	0,67	0,04	0,8	15
São Vicente de Fora	9,00	11,00	11,00	7,00	5,00	7,00	0,73	0,05	0,88	16
Ajudá	10,00	11,00	11,00	7,00	5,00	8,00	0,8	0,07	0,78	15
Alto do Pina	10,00	10,00	10,00	4,00	3,00	8,00	0,89	0,18	0,56	16
Alvalade	10,00	11,00	11,00	3,00	3,00	8,00	0,91	0,18	0,83	12
Ameixoeira	10,00	11,00	11,00	6,00	4,00	8,00	0,81	0,11	0,3	15
Anjos	10,00	11,00	11,00	5,00	4,00	8,00	0,8	0,07	0,82	16
Beato	10,00	11,00	11,00	6,00	5,00	7,00	0,79	0,07	0,63	14
Benfica	10,00	11,00	11,00	6,00	4,00	7,00	0,86	0,13	0,38	15
Campo Grande	10,00	11,00	11,00	3,00	3,00	8,00	0,89	0,24	0,59	16
Carnide	10,00	10,00	10,00	5,00	3,00	8,00	0,87	0,2	0,59	16
Castelo	10,00	11,00	11,00	6,00	5,00	6,00	0,75	0,01	0,08	15
Charneca	10,00	11,00	11,00	7,00	5,00	8,00	0,73	0,04	0,3	13
Coração de Jesus	10,00	10,00	10,00	4,00	3,00	8,00	0,83	0,12	0,68	16
Lapa	10,00	11,00	11,00	5,00	3,00	8,00	0,9	0,16	0,75	13
Lumiar	10,00	11,00	11,00	4,00	3,00	8,00	0,89	0,21	0,11	15
Mártires	10,00	11,00	11,00	2,00	2,00	9,00	0	0,32	0,31	14
Marvila	10,00	11,00	11,00	6,00	4,00	7,00	0,74	0,05	0,28	15
Mercês	10,00	11,00	11,00	9,00	6,00	13,00	0,84	0,08	0,8	15
Nossa Senhora de Fátima	10,00	11,00	11,00	4,00	3,00	8,00	0,88	0,2	0,54	13
Santa Catarina	10,00	11,00	11,00	11,00	9,00	15,00	0,79	0,06	0,87	15
Santa Engrácia	10,00	11,00	11,00	6,00	4,00	7,00	0,8	0,05	0,61	13
Santa Isabel	10,00	10,00	10,00	5,00	4,00	10,00	0,9	0,15	0,78	16
Santa Justa	10,00	11,00	11,00	6,00	5,00	7,00	1	0,04	0,48	16
Santa Maria de Belém	10,00	10,00	10,00	5,00	4,00	11,00	1	0,14	0,7	13
Santa Maria dos Olivais	10,00	11,00	11,00	5,00	4,00	8,00	0,86	0,16	0,33	16
Santos-o-Velho	10,00	11,00	11,00	7,00	5,00	12,00	0,78	0,08	0,82	16
São Francisco Xavier	10,00	11,00	11,00	5,00	3,00	9,00	0,95	0,24	0,36	15
São João	10,00	11,00	11,00	6,00	4,00	7,00	0,81	0,07	0,68	14
São João de Brito	10,00	10,00	10,00	5,00	3,00	8,00	0,92	0,16	0,74	16
São João de Deus	10,00	11,00	11,00	4,00	3,00	8,00	0,92	0,16	0,79	13
São Jorge de Arroios	10,00	11,00	11,00	4,00	3,00	8,00	0,84	0,14	0,69	15
São Mamede	10,00	11,00	11,00	5,00	3,00	9,00	0,91	0,15	0,77	14
São Nicolau	10,00	10,00	10,00	6,00	5,00	12,00	1	0,05	0,89	16
São Sebastião da Pedreira	10,00	11,00	11,00	4,00	3,00	9,00	0,92	0,24	0,59	13
Sé	10,00	10,00	10,00	3,00	3,00	8,00	0	0,05	0,85	16
Madalena	11,00	11,00	11,00	5,00	3,00	9,00	0,79	0,08	0,58	13