

1. O QUE É O PROJETO ONDAS DE CALOR EM LISBOA?

É um **projeto** que visa aprofundar o conhecimento dos efeitos das alterações climáticas projetadas para o município de Lisboa até ao final do século, no que se refere ao cenário de aumento da temperatura média anual, bem como o aumento do número de dias com temperaturas elevadas, através da caracterização das Ondas de Calor (OC) e produção de cartografia temática relativa aos efeitos das Ilhas de Calor Urbano (ICU), bem como a conceção de ferramentas de suporte ao planeamento e à estratégia municipal de adaptação e mitigação da cidade.

2. O QUE É UMA ONDA DE CALOR?

Existem vários critérios para a definição de **Onda de Calor**, sendo o mais habitual, aquele que considera a ocorrência de pelo menos 6 dias consecutivos com temperaturas máximas superiores em 5°C ou mais à temperatura máxima média diária do período de referência (30 anos). Neste estudo identifica-se uma onda de calor quando a temperatura máxima do ar é superior a um valor crítico durante pelo menos 3 dias consecutivos; o valor crítico correspondente ao percentil 90 da temperatura máxima diária registada numa janela de 31 dias centrada no dia em questão.

Tendo em atenção que na onda de calor o mais importante é o número de dias que dura, verifica-se que em Lisboa, atualmente, o número médio de dias de onda de calor é de 11, podendo no médio prazo passar para 38 dias e no longo prazo para 64 dias, no cenário mais gravoso.

3. COMO TEM MUDADO A TEMPERATURA EM LISBOA E O QUE SE PREVÊ PARA O FUTURO?

A **temperatura média anual de Lisboa** aumentou aproximadamente 2°C desde a segunda metade do Século XIX, sendo atualmente 17,5°C (1999-2018), contra 17,0°C (1986-2005) e 15,6°C (1855-1900).

Os cenários climáticos evidenciam um aumento (relativo ao clima atual - 1999-2018) da temperatura máxima diária média de 1,6°C para o clima a médio prazo (2046-2065) e 3,6°C a longo prazo (2081-2100). Para o mês de julho projetam-se os maiores aumentos com 2,6°C para a temperatura máxima e 2,1°C para a temperatura mínima a médio prazo e de 5,3°C e de 4,2°C a longo prazo, respetivamente. Para os meses de dezembro a março projetam-se menores aumentos em ambos os períodos futuros.

Os cenários climáticos apontam ainda para que os atuais meses de verão (junho, julho, agosto e setembro) no longo prazo possam ter um deslizamento, prolongando-se o verão de junho até finais de outubro.

4. QUE TEMPERATURA SE FAZ SENTIR DURANTE UMA ONDA DE CALOR?

Cada onda de calor é diferente. Na Região de Lisboa, uma das ondas de calor mais intensas no passado recente, em 2003, registou uma **temperatura máxima** de 46,1°C na estação meteorológica do Cacém no dia 01 de Agosto. Os cenários climáticos apontam que, no futuro, os valores poderão atingir 50°C.

5. PORQUE É IMPORTANTE CONSIDERAR OS EVENTOS DE ONDA DE CALOR?

Em Lisboa, é expectável que as ondas de calor tenham **impactos negativos** sobretudo no aumento de consumo de energia para climatização do ambiente interior e na saúde, podendo existir aumento de mortalidade e morbilidade (e.g. stress térmico, desidratação, patologias do sistema cardio-vascular, do sistema respiratório e do sistema urinário), sobretudo em indivíduos mais vulneráveis (idosos e crianças).

6. O QUE SÃO ILHAS DE CALOR URBANO?

O efeito de ilha de calor é o fenómeno observado em áreas urbanas, onde os valores de temperatura do ar, em média, são superiores às que se verificam em zonas rurais circundantes. Este diferencial de temperatura é mais expressivo durante a noite e é potenciado pela cor e tipo de materiais de que são construídas ou revestidas as cidades, e pelo impacto das atividades humanas, como o tráfego automóvel e a climatização dos edifícios. Assim, as **ilhas de calor urbano (ICU)** são tanto mais expressivas quanto mais densamente construídos forem os aglomerados urbanos, devido à sua maior absorção, retenção, geração de calor e ainda pelo efeito de barreira face à ventilação natural e menor quanto maior for a presença de elementos de água e de espaços verdes. A ilha de calor pode amplificar uma onda de calor produzindo temperaturas extremamente elevadas. A ilha de calor varia com o tipo de condições meteorológicas e com o local dentro de uma cidade, como por exemplo na Baixa Pombalina quando se verifica a ausência de brisas no Tejo acentua-se o efeito da Ilha de Calor Urbano nessa área da Cidade.

7. O QUE REPRESENTA EM LISBOA A ILHA DE CALOR?

A **ilha de calor urbano de Lisboa** traduz-se por um aumento de aproximadamente 3°C relativamente à temperatura registada em áreas sem ocupação urbana, mas pode atingir valores superiores a 6°C em determinados locais da cidade e em determinadas condições meteorológicas, em particular, no Verão.

No Verão ao fim da tarde, período durante o qual a ilha de calor é mais intensa, em condições medianas a temperatura do ar é de 23°C no Aeroporto de Lisboa, e de 26°C na Baixa. Todavia, em condições de calor extremo, no Aeroporto a temperatura mediana atinge os 28°C, e nas áreas mais densamente urbanizadas ultrapassa os 30°C.

8. PORQUE É IMPORTANTE ESTUDAR A ILHA DE CALOR URBANA?

O efeito de ilha de calor pode ter impactos positivos ou negativos, consoante a estação do ano. Assim, no inverno, a existência de ilha de calor urbana é um benefício, minimizando os consumos de energia necessária para o aquecimento dos edifícios. No verão, sucede o contrário, e a intensidade da **ilha de calor urbana** pode agravar os níveis de exposição ao calor, especialmente durante eventos de onda de calor. Em Lisboa, os benefícios da Ilha de Calor Urbano no Inverno são inferiores aos constrangimentos causados no Verão, pelo que é necessário criar medidas de mitigação do sobreaquecimento nas zonas da cidade onde este padrão térmico ocorre.

9. O QUE É POSSÍVEL FAZER PARA MINIMIZAR A INTENSIDADE DA ILHA DE CALOR URBANO?

Sabendo-se que a ventilação natural é um dos **processos mais eficazes** para atenuação de calor, é importante moderar a densidade de ocupação construída nas zonas que permitem a penetração do vento na cidade. A introdução de água, de espaços verdes e de árvores também contribui para atenuar o calor, ainda que o seu impacto seja mais localizado à escala do bairro.

10. PORQUE É QUE AS TRADICIONAIS ESTAÇÕES DO ANO NÃO SE ADEQUAM AO ESTUDO DA ILHA DE CALOR?

As alterações climáticas têm provocado **mudanças significativas** no comportamento anual das temperaturas, nomeadamente o alargamento da estação mais quente. Por exemplo, em Lisboa no final de setembro e início de outubro as temperaturas mantêm-se relativamente elevadas, podendo registar-se, nesse período, onda de calor. O período mais quente do ano estende-se atualmente, entre o início de junho e a primeira semana de outubro.

11. POR QUE É QUE OS CORREDORES DE VENTILAÇÃO E O LIMITE AERODINÂMICO SÃO TÃO IMPORTANTES PARA MITIGAR O EFEITO DA ILHA DE CALOR URBANA E MELHORAR A QUALIDADE DO AR?

Os **corredores de ventilação** são áreas de penetração dos ventos dominantes (áreas de baixa rugosidade aerodinâmica, geralmente nas zonas da periferia das cidades) e que têm um papel fundamental na diminuição das concentrações de poluentes e na redução do sobreaquecimento (Ilha de Calor Urbano) nos centros urbanos mais densificados.

A rugosidade aerodinâmica (z_0) está correlacionada com o atrito e quanto maior for, menor é a velocidade do vento à superfície. Considera-se que o valor de $z_0 = 0,7m$ separa as áreas onde a velocidade do vento sofre uma redução considerável daquelas onde a sua intensidade não se modifica significativamente. A localização deste limite aerodinâmico permite avaliar o crescimento urbano e indica as áreas de potencial redução da velocidade média do vento. Este, se for mais fraco, não terá tanta capacidade para arejar o centro da cidade, onde ocorre mais poluição e a Ilha de Calor Urbano é mais intensa.

12. COMO É QUE A EXPANSÃO/CONSOLIDAÇÃO DE LISBOA IRÁ ALTERAR A ILHA DE CALOR URBANO?

O efeito da **expansão/consolidação de Lisboa** no futuro pode gerar novas ilhas de calor urbano localizado, em áreas atualmente pouco ocupadas e onde se prevê uma ocupação densa, caso não se adotem medidas mitigadoras.

Por outro lado, caso o crescimento urbano viesse a obstruir os corredores de ventilação estudados, o efeito climático agravar-se-ia em toda a Cidade, com particular severidade nas áreas mais centrais.

13. QUAL É O TIPO DE PAVIMENTO QUE NAS CIDADES MAIS AQUECE?

É o **asfalto**, principalmente por dois motivos: **1)** possui uma cor escura, o que faz com que absorva uma parte significativa da radiação solar, chegando a ultrapassar temperaturas acima dos 60°; **2)** possui uma grande capacidade para reter energia sob a forma de calor que, mais tarde, acaba por se libertar para o ar – é por isso que depois de um dia soalheiro ao tocarmos na estrada percebemos que esta se mantém quente, diminuindo o arrefecimento noturno das suas envolventes. Além disto, o asfalto é também um material impermeável que impede a passagem da água da chuva em direção aos solos, não beneficiando do seu efeito arrefecedor.

14. A SIMPLES MUDANÇA DE COR E DE MATERIAIS DE REVESTIMENTO PODEM INFLUENCIAR O AQUECIMENTO DA CIDADE?

Sim, as **cores escuras** fazem aumentar a retenção de energia solar durante o dia, que depois é libertada durante a noite para a atmosfera contribuindo para agravar do efeito de Ilha de Calor Urbano. Assim, uma simples alteração da cor de paredes, coberturas ou pavimentos exteriores pode influenciar decisivamente a temperatura ambiente numa determinada zona da Cidade, particularmente durante a noite. Durante o dia o efeito de reflexão das fachadas de vidro, ou de outros materiais que funcionem como espelhos refletivos, pode originar fenómenos de concentração de calor em determinados pontos da via pública, fazendo o efeito de forno solar, causando temperaturas absolutamente insuportáveis para os cidadãos que circulem nessas ruas.

15. PORQUE É QUE UMA ÁRVORE OU UM JARDIM INFLUENCIAM DE MODO DIFERENTE A TEMPERATURA DA CIDADE?

Uma **árvore** isolada produz uma sombra numa área restrita, de acordo com a dimensão da sua copa, da sua altura e do tipo de folhagem – árvores de folha perene podem, por isso, ser boas soluções para proporcionar sombreamento ao longo de troços pedonais ou do eixo central das vias de tráfego automóvel. Contudo, no que toca ao arrefecimento do ar, esta solução não tem um impacto significativo, pois o vento que por elas passa não encontra superfícies suficientes com as quais interagir e pode não perder calor. Este efeito é assim amplificado no caso de aglomerados de árvores com uma área superior a 5.000m², quer pelo efeito de sombra (bloqueio da radiação solar durante o dia), quer pelo efeito de transpiração da vegetação (evapotranspiração), que arrefece a temperatura do ar, pelo efeito do aumento de humidade.

16. PORQUE É QUE TEMOS UMA SENSAÇÃO DE FRESCURA AGRADÁVEL EM DIAS DE CALOR NA PROXIMIDADE DE UMA FONTE OU REPUXO?

Devido ao efeito denominado arrefecimento evaporativo, que ocorre quando as gotículas de água provenientes da **fonte ou repuxo** “retiram” energia (sob a forma de calor) ao ar, arrefecendo-o, para passar do estado líquido ao gasoso. O mesmo se verifica quando as gotículas tocam na nossa pele: como a pele está mais quente vai transferir calor para a água, dando-nos uma sensação de frescura. Quando a água evapora significa que recebeu uma quantidade de energia chamada calor latente de evaporação. Assim, deve ser criada uma dispersão suficiente de gotículas de água em mistura com o ar para promover a evaporação e um efeito de arrefecimento. Quanto maior for a interação entre água e ar, maior o potencial de arrefecimento: um sistema que pulveriza água diretamente para o ar, é uma solução muito eficaz para aliviar o calor junto dos edifícios.

17. QUANDO PASSO NA RUA, JUNTO A RESTAURANTES, SINTO UM AR MUITO QUENTE A SAIR DAS ARCAS FRIGORÍFICAS E DAS GRELHAS DE VENTILAÇÃO - SERÁ QUE CONTRIBUEM PARA O AQUECIMENTO DA RUA?

Quando falamos em **ventilação** significa que há circulação do ar de um local para outro. Quando este movimento ocorre devido a diferenças de densidade (ou temperatura), a ventilação diz-se natural. Por este motivo é que se costuma sentir calor junto à entrada de um estacionamento subterrâneo ou do metro: o ar mais quente sobe e o mais frio mantém-se nos níveis inferiores. Quando a circulação é feita de forma mecânica, por exemplo recorrendo a ventoinhas, a aceleração da massa de ar provoca o seu arrefecimento.

Um caso semelhante, mas com um funcionamento diferente, é o do arrefecimento do ambiente ou para refrigeração (por bombas de calor). Estes sistemas retiram calor do ar da zona a arrefecer e libertam-no no exterior. No caso de um ar condicionado, o calor é libertado para o ambiente exterior. No caso de um frigorífico ou arca congeladora, o calor é libertado no espaço em que estão instalados. Se imaginarmos ruas compactas cujas fachadas estejam repletas de sistemas de ar condicionado, a transferirem calor do interior para o exterior, estaremos perante uma contribuição muito grande para o efeito de Ilha de Calor Urbana.

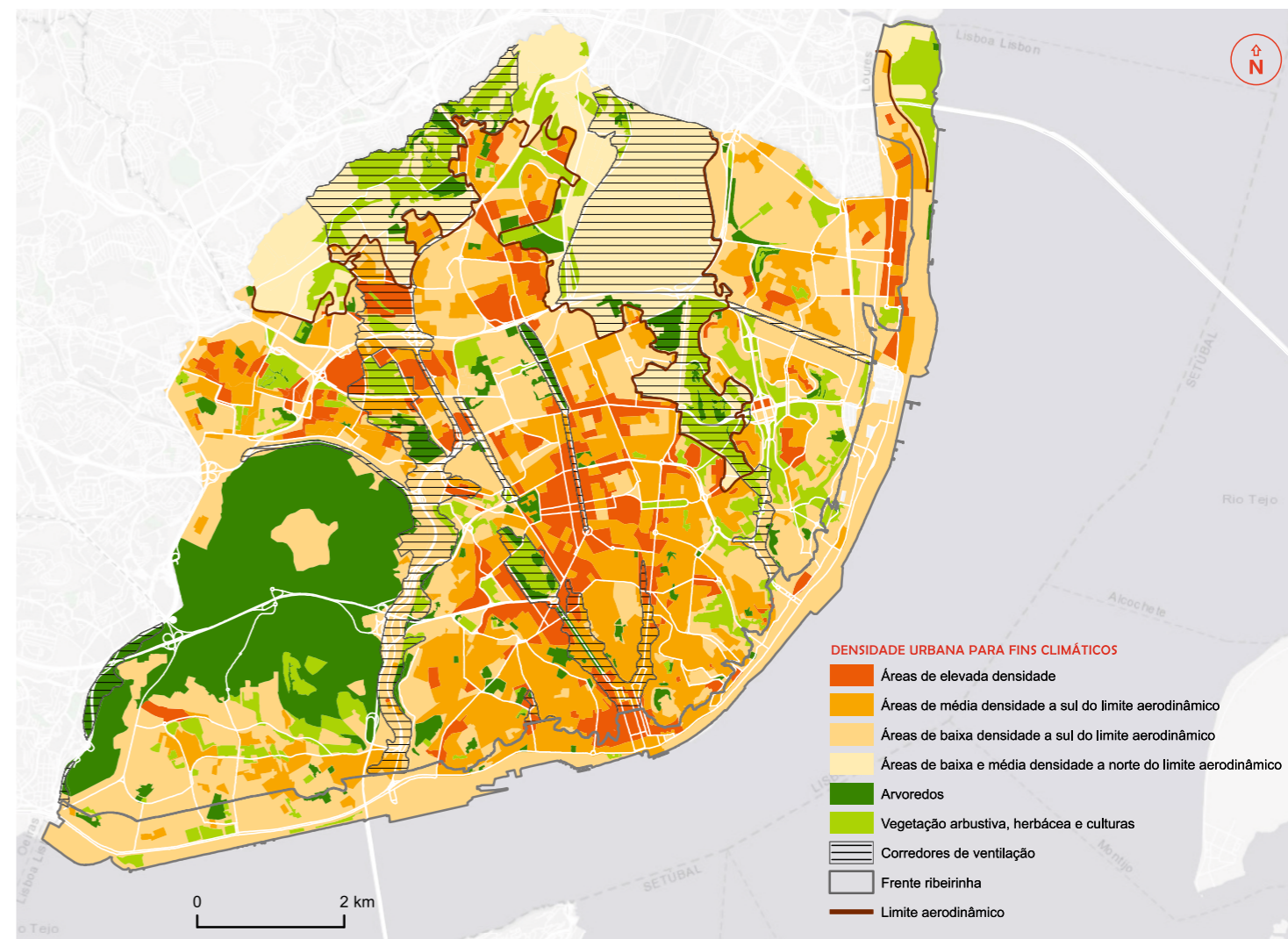
18. SERÁ QUE A PRESENÇA DE PAINÉIS SOLARES PARA PRODUÇÃO DE ELETRICIDADE NOS EDIFÍCIOS, NUMA ESCOLA OU NUM QUARTEIRÃO, PROVOCA AUMENTO DE TEMPERATURA DO AR NO EXTERIOR?

Os **painéis solares** fotovoltaicos são feitos de um material capaz de transformar parte da radiação vinda do sol em eletricidade, que pode ser usada pelos aparelhos elétricos nos nossos edifícios. A outra parte da radiação, que o painel não consegue usar, é convertida em calor que é libertada na sua superfície traseira. Deste modo, se a concentração de painéis na cobertura de vários edifícios for alta, haverá maior libertação de calor pelo conjunto; porém, as quantidades envolvidas não são significativas a ponto de impactarem a temperatura do ar exterior, principalmente próximo do solo onde circulam as pessoas.

19. COMO É QUE A REDUÇÃO NA CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS PODE AJUDAR A REDUZIR A TEMPERATURA DO AR NAS RUAS DA CIDADE E A TORNÁ-LAS MAIS AMENAS?

Os **veículos** tradicionais movem-se através da energia produzida através da queima do combustível no motor, que liberta uma parte dessa energia através de calor emitido para a atmosfera, ao contrário dos veículos elétricos que, não sendo movidos através de combustão, libertam muito menos calor para o ambiente. Os veículos tradicionais, em resultado da queima do combustível, produzem gases muito quentes, libertados pelo escape. Estes gases misturam-se com o ar exterior, representando assim uma fonte de partículas nocivas para a saúde e contribuindo para o aquecimento das ruas. É, pois, de esperar que, quanto maior for o número de veículos de combustão interna em circulação, maior será o impacto térmico negativo. Este impacto é tanto maior quanto mais congestionadas as vias rodoviárias estiverem. **Boas estratégias de mobilidade** que previnam o fluxo de um grande número de veículos de combustão interna nas estradas da cidade são cruciais para combater os efeitos da Ilha de Calor Urbana, mas devem levar em conta outros aspetos associados: restrição ou regulamentação do tráfego nas vias críticas, promoção da mobilidade elétrica, modernização dos transportes públicos e melhoria da oferta, criação de infraestruturas para o incentivo do uso de meios suaves como a bicicleta e “andar a pé”, entre outros.

ORIENTAÇÕES CLIMÁTICAS



20. QUE ORIENTAÇÕES CLIMÁTICAS SE PREVÊM?

Visando a **mitigação** | **adaptação** à Ilha de Calor Urbano e às suas consequências, a melhoria das condições de ventilação e da qualidade do ar, propõe-se as seguintes orientações:

- Continuar a consolidação da **Infraestrutura Verde** que, com os **corredores de ventilação**, propiciam melhores condições bioclimáticas face aos cenários de aumento da temperatura;
- Prosseguir a **adaptação da Infraestrutura Verde** através da introdução de espécies mais resilientes ao tempo quente, favorecendo a biodiversidade;
- Nos **vales**, manter desimpedidos os corredores |canais que favoreçam a drenagem atmosférica. Introduzir vegetação para evitar a dissipação acentuada de energia em noites de arrefecimento radiativo no inverno. Nos vales com maior densidade de ocupação evitar o aumento da densidade, assim como o aumento do número de pisos das edificações.
- Privilegiar a **drenagem atmosférica** nos vales prioritários como corredores de ventilação, tais como: Benfica |Vale de Alcântara, Vale de Chelas, Avenida da Liberdade, Avenida Almirante Reis.
- Reforçar a presença da **vegetação à escala do bairro**, através do desenho do espaço público incluindo áreas de estadia e lazer;
- Desenhar os espaços verdes** com alternância de clareiras e áreas arborizadas de preferência com espécies de folha caduca;
- Prever **barreiras de árvores** de folha persistente sobre o quadrante onde sopra o vento dominante, reduzindo-lhe a velocidade, para proteção das áreas de estadia;
- Procurar a preservação e renaturalização dos **logradouros permeáveis** com adoção de vegetação arbórea ou arbustiva que robusteçam a conectividade da Infraestrutura Verde;
- Favorecer a **“ilha de frescura”** através de soluções que favoreçam a evapotranspiração e maior ensombramento em zonas consideradas críticas;