



**O(S) CLIMA(S)
DE GAIA**

TÍTULO
O(s) Clima(s) de Gaia

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA
Ana Monteiro

EQUIPA
**Ana Monteiro
Helena Madureira
Luís Fonseca
Paula Gonçalves**

DESIGN EDITORIAL
Diana Vila Pouca

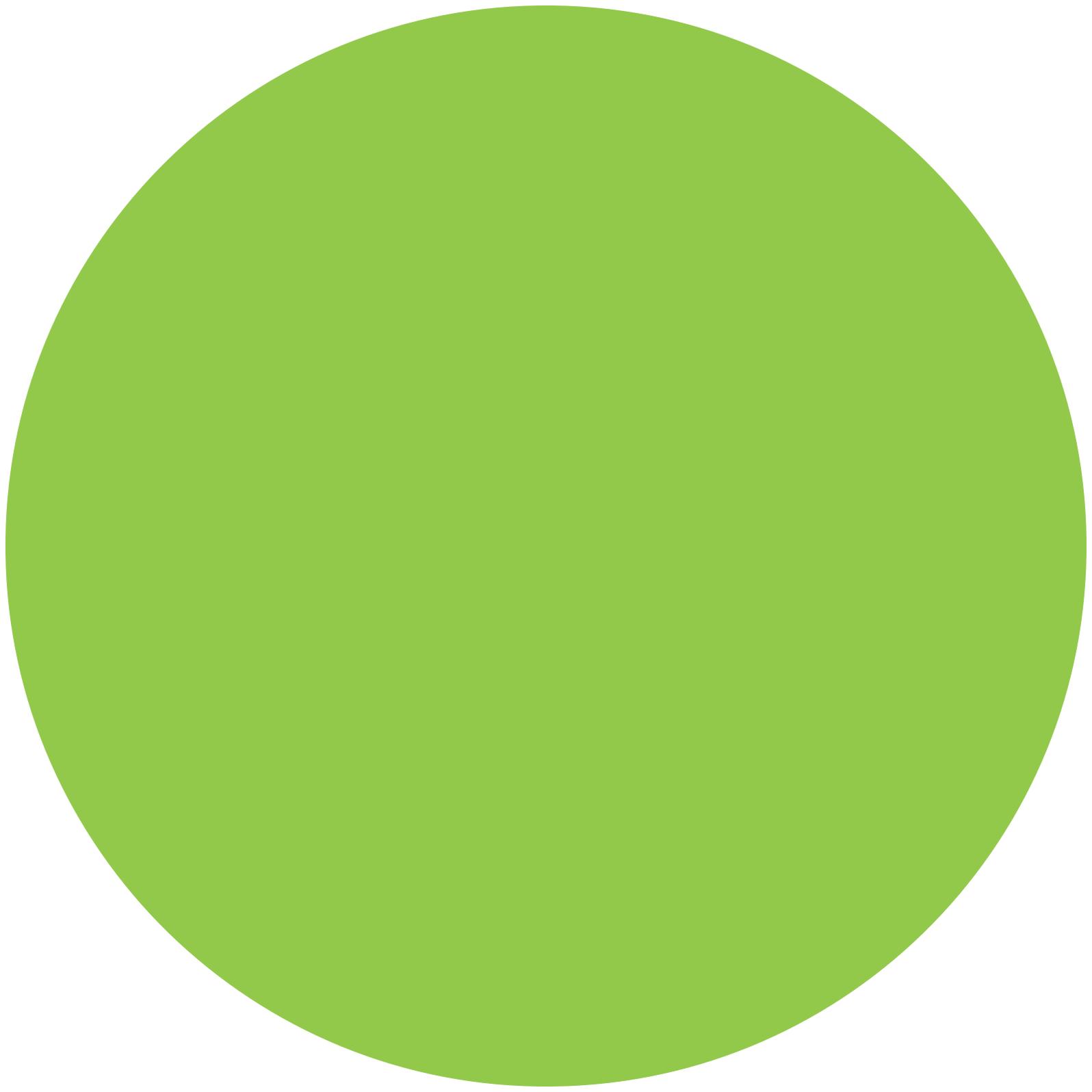
ISBN
978-972-581-080-4

VILA NOVA DE GAIA 2018

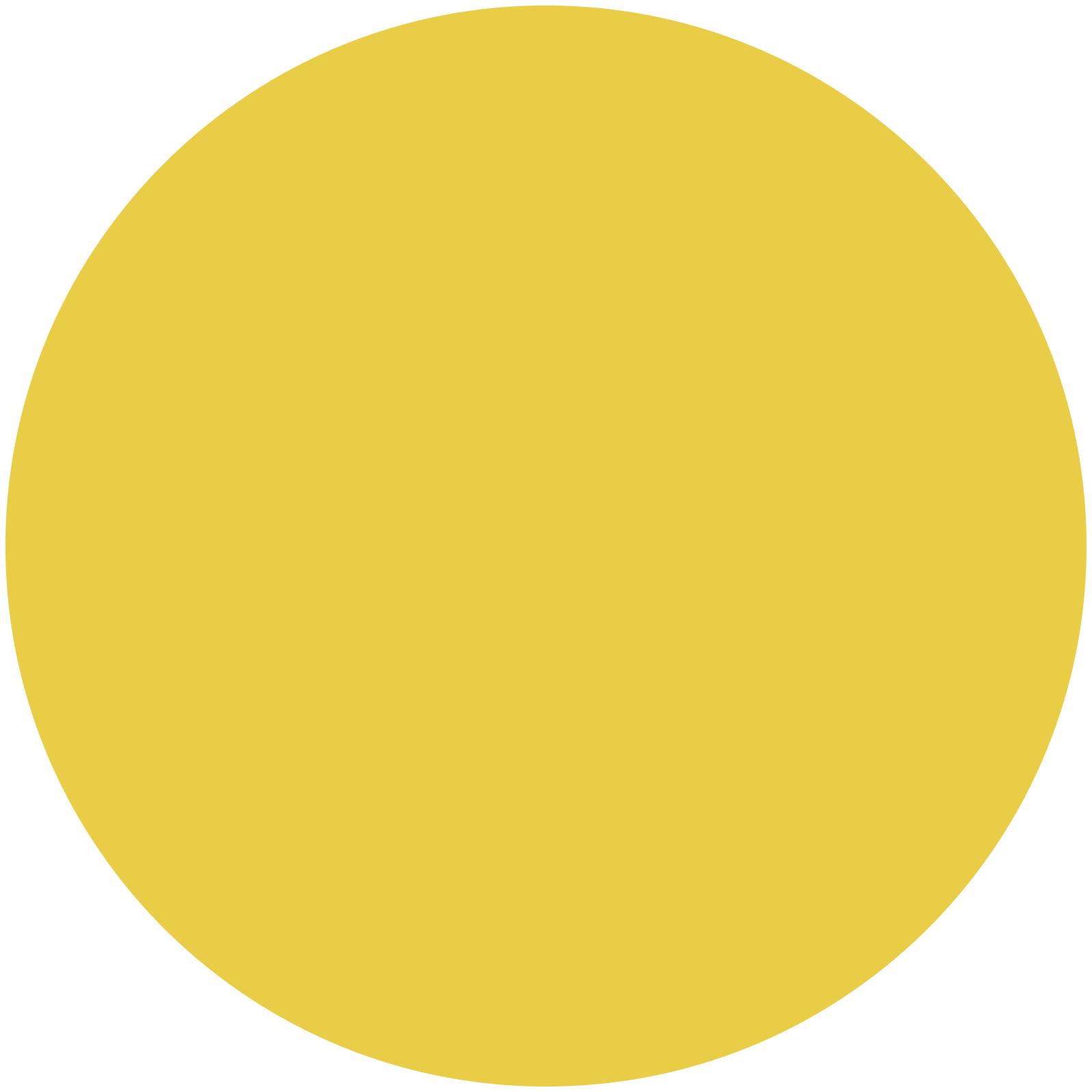


O(S)
CLIMA(S)
DE GAIA





9	Nota prévia
10	Introdução
13	Contexto e caracterização climática de Vila Nova de Gaia
13	Interpretado a partir dos registos da Estação Climatológica do Porto - Serra do Pilar
17	Interpretado a partir das imagens satélite Landsat 7 e 8
19	Interpretado a partir das medições itinerantes no centro de Vila Nova de Gaia
21	Interpretado a partir dos corredores de ventilação
23	O(s) clima(s) de Gaia - Zonamento climático local
26	Áreas Laboratório
40	Perceção pública da importância do conhecimento climático local
45	Menu de soluções para Adaptar
55	Notas
56	Bibliografia



NOTA PRÉVIA

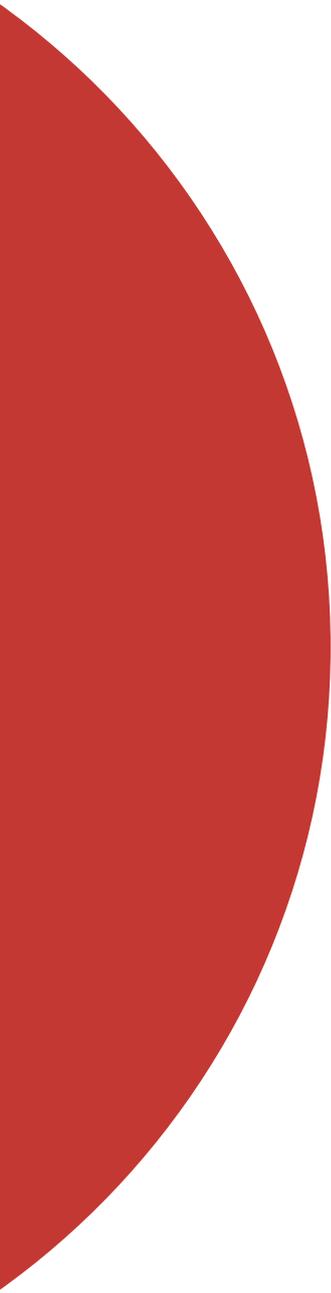
JOSÉ ALBERTO RIO FERNANDES

Presidente da Associação Portuguesa de Geógrafos

Há muito que a relação entre a cidade e as condições climáticas é reconhecida. De facto, já na Grécia Clássica se defendia a vantagem da exposição solar e da abertura da cidade aos ventos, assim como o seu afastamento, em altitude, relativamente ao Mediterrâneo. O “renascimento urbano” do final da Idade Média parece ter incorporado as lições de Hipócrates, Platão, Hippodamus e outros, com as maiores aglomerações de construções, pessoas e comércio a ocorrerem, muitas vezes, em colinas situadas a alguma distância do mar, com especial aproveitamento das encostas voltadas a sul.

Os avanços da tecnologia e a “explosão urbana” vivida um pouco por toda a Europa aquando da Revolução Industrial, diminuiria a consideração atribuída às condições naturais na sua relação com a cidade e, no século passado, chegou mesmo a pensar-se que o homem poderia dominar a natureza, com o ar condicionado a resolver o essencial das necessidades de conforto climático. Todavia, não apenas este não chega a todos, como se sabe que o consumo de energia tem limites, todos convergindo a propósito da vantagem em vivermos com a natureza e não contra ela. Além disso, as condições climáticas vêm ganhando protagonismo, à medida que mais se sabe sobre a intensidade das alterações climáticas e da sua relação com a nossa saúde.

Assim, as questões associadas à exposição solar, temperatura, humidade e pluviosidade, designadamente, têm necessariamente de ser vistas como essenciais, desde logo no ordenamento do território, em especial quando os seus valores se associam a potenciais consequências indesejáveis para o nosso conforto e bem-estar. Por isso, este livro é muito importante e oportuno, pelo papel que pode desempenhar como alerta para o muito que em Portugal há a fazer no âmbito do planeamento e gestão urbana orientados para o nosso bem-estar, bem como enquanto estudo de caso de investigação científica aplicada que contribui para o reconhecimento da utilidade social da Geografia e para o prestígio da Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia •



INTRODUÇÃO

Gaia – a deusa Mãe Terra que na mitologia grega era dotada de poder para criar vidas sozinha – tem a oportunidade quase única de sediar, dentro dos seus limites administrativos, uma das raras estações climatológicas seculares existentes no mundo, a estação Porto-Serra do Pilar (P-SP). Esta potencialidade é uma motivação singular para que este concelho tenha um olhar muito especial para todos os desafios que a variabilidade climática coloca atualmente à sociedade. Ter uma série contínua de registos de diversas variáveis climáticas, desde 1900 até 2007, é um acervo que, em Portugal, só se repete em Lisboa, no Instituto Geofísico D. Luís. Com este acervo de registos, Vila Nova de Gaia tem um testemunho único na história da climatologia portuguesa elucidativo da sua grande aplicabilidade à medicina, à agricultura ou à meteorologia.

Por todos estes motivos Vila Nova de Gaia teve e tem todas as condições para se tornar num exemplo feliz da utilidade social da ciência e pode atualmente prestar ao país um contributo eficaz nos incentivos à mudança de paradigma quanto ao modo como o conhecimento científico, neste caso em climatologia, pode e deve ser incorporado nas políticas públicas e, por isso, estar verdadeiramente ao serviço das pessoas. Pode aliás, ter uma posição ímpar, relativamente à inclusão do clima nas decisões de planeamento, como acontece há muito na maioria dos espaços urbanizados alemães, britânicos ou suecos, onde o planeamento urbano teve, desde o início do século XX e sobretudo no pós-guerra, como princípios norteadores das decisões de convivialidade do ser humano com o seu território, a *lufth and licht*, isto é, a qualidade do ar e a luminosidade.

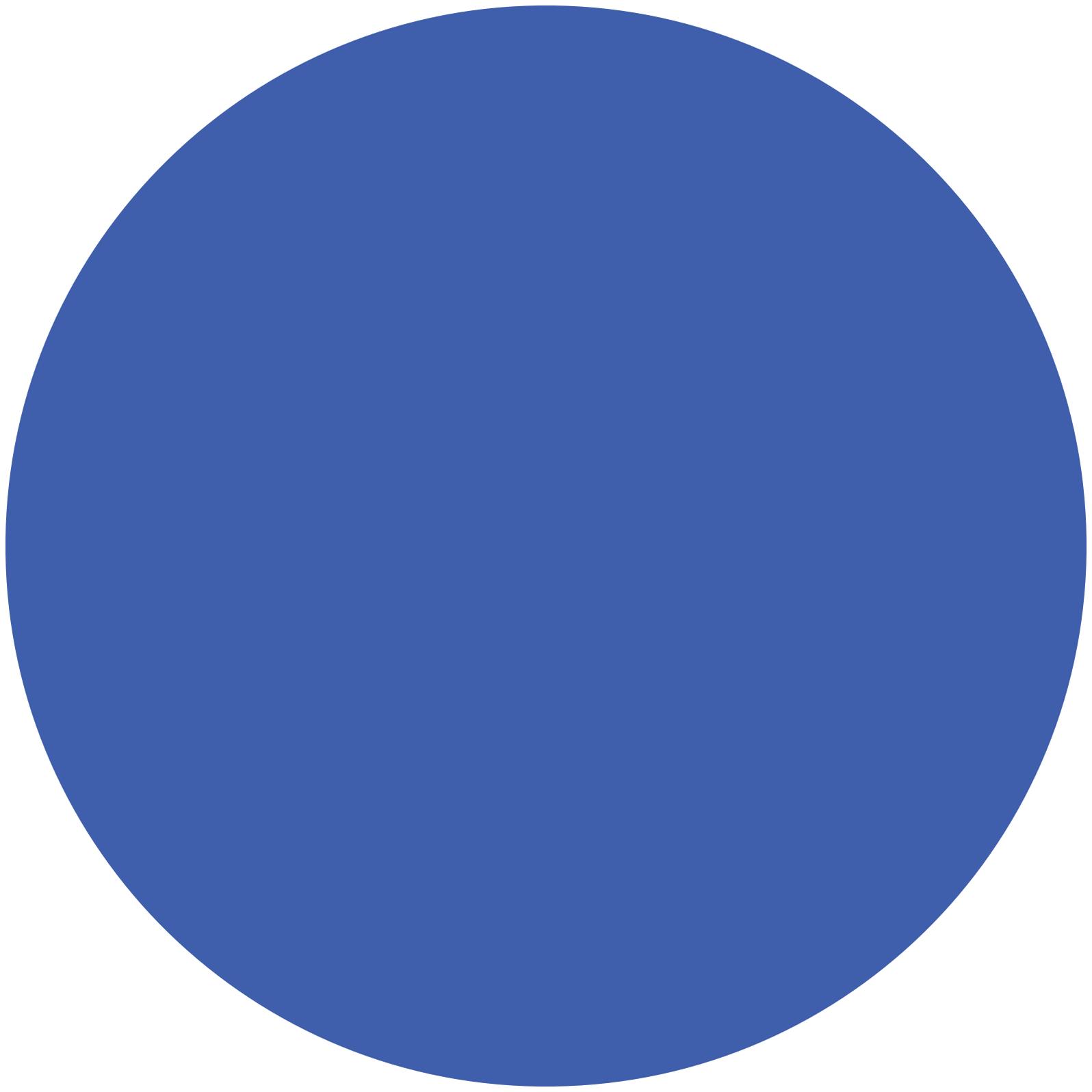
Atualmente, a evidência de algumas manifestações de mudança climática indesejáveis, o aumento do custo da energia e o insucesso de um elevado número de soluções experimentadas em ambiente urbano cujo objectivo principal era, à partida, a promoção de sustentabilidade e qualidade de vida, tem vindo a revelar com clareza que o erro está principalmente na perspetiva de análise. Ao separar a forma e a função urbana, o comportamento climático global e zonal do regional do local, e ao considerar

separadamente os subsistemas climáticos *indoor* e *outdoor* à escala urbana, foi-se perdendo a possibilidade de avançar concertadamente com soluções eficazes para promover qualidade de vida sem beliscar substantivamente o *modus operandi* do sistema climático.

Assim, a inclusão do conhecimento em climatologia para otimizar a distribuição das pessoas, dos abrigos e das funções no espaço, tem vindo a ser atualmente retomado em diversos pontos do globo como a melhor solução para incrementar a sua resiliência. Procura-se designadamente aplicar o conhecimento das variáveis climáticas locais (albedo, exposição à radiação solar, temperatura, humidade relativa, velocidade e direção do vento), a ações concretas e recomendações de planeamento (forma e volume dos edifícios, materiais construtivos, orientação das ruas, distribuição dos espaços verdes, mosaicos de água), em escalas temporais diversas.

Por isso, para Vila Nova de Gaia, o desígnio da inclusão da climatologia no planeamento, e por exemplo na promoção da saúde das pessoas e do ecossistema em geral, deveria merecer ser perseguido como um vector de desenvolvimento, de qualificação do território e de bem estar para os seres humanos, porque são de facto muito poucos os lugares com tão boas condições para cumprir uma intenção desta envergadura. Com o acervo de dados climatológicos, sociais, económicos e de saúde existentes em Vila Nova de Gaia há todas as condições para fundamentar uma estratégia de desenvolvimento a curto, médio e longo prazo que, partindo de uma visão holística e sistémica do espaço e das pessoas, contemple outro modo de vida mais saudável, menos nocivo para o ecossistema e também menos oneroso.

É precisamente, este o exercício de reflexão que propomos, imaginando que Vila Nova de Gaia pode passar a ancorar também a sua estratégia de desenvolvimento na oportunidade de ter um acervo de conhecimento climatológico único – o Observatório da Serra do Pilar – e alguns exercícios de investigação ilustrativos das inúmeras vantagens que a inclusão das considerações climáticas no planeamento urbano tem para a saúde de todo o ecossistema urbano •



INTERPRETADO A PARTIR DOS REGISTOS DA ESTAÇÃO CLIMATOLÓGICA DO PORTO - SERRA DO PILAR

Vila Nova de Gaia tem um clima temperado do subtipo mediterrânico com uma forte influência atlântica traduzindo-se em invernos moderadamente frescos nas áreas mais próximas do mar e frios ou muito frios nas áreas mais abrigadas do interior e nos lugares com altitudes mais elevadas (Figura 1). O verão é moderadamente quente. A precipitação pode ocorrer em qualquer mês do ano embora seja mais frequente e mais intensa na época mais fria do ano. Os ventos no verão são frequentemente de NW e no inverno de E, com uma velocidade media anual ronda os 20-25 km/h (5,5-6,9 m/s). A humidade relativa é na maioria dos dias muito elevada (> 70%), e, são frequentes os nevoeiros de advecção junto ao litoral e os de radiação nas áreas morfologicamente mais movimentadas localizadas no interior do concelho.

De acordo com o índice de conforto térmico “Physiological Equivalent Temperature” (PET)¹ (Figura 2), em Vila Nova de Gaia experienciam-se ao longo de todo o ano condições de conforto térmico bastante variadas, que podem ser consideravelmente hostis tanto devido ao frio como devido ao calor. De facto, e a título ilustrativo, refira-se que entre 2002 e 2016 apenas 14% dos dias foram ‘confortáveis’, houve uma significativa presença de dias ‘frescos’ e ‘frios’ (39%) e 16% dos dias foram francamente hostis do ponto de vista do conforto climático, quer por serem muito ou extremamente frios (4%), quer por serem muito ou extremamente quentes (12%). Importa ainda assinalar que as condições de conforto podem ser diferenciadas de acordo com o género e as características individuais das pessoas (Figura 3).

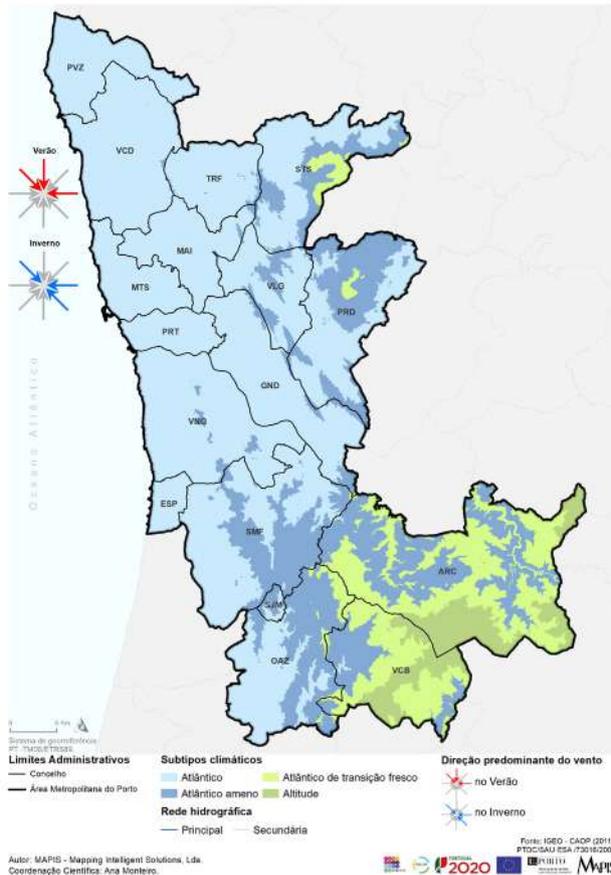


FIGURA 1 - Contexto climático de Vila Nova de Gaia e da Área Metropolitana do Porto. Fonte: Monteiro et al. 2012 (adaptado)

Analisando agora o comportamento da temperatura média, mínima e máxima ao longo do último século², percebemos que, e à semelhança do que acontece noutros lugares à mesma latitude, estas têm registado uma tendência de aumento, particularmente a partir da década de 80 do século passado (Figura 4). Todavia, a análise dos registos diários seculares do Porto-Serra do Pilar permite verificar que esta tendência ocorreu em ritmos diferentes na temperatura mínima e na temperatura máxima. A temperatura média aumentou com um gradiente médio de 0,009 °C/ano, enquanto a máxima foi de 0,015 °C/ano e a mínima de 0,004 °C/ano.

Paralelamente, observando as tendências seculares de eventos climáticos extremos de calor e frio, representadas nas Figuras 5 e 6, verificamos que enquanto que os eventos climáticos extremos de calor parecem ter aumentado nas últimas décadas, os episódios de frio extremo aparentam ter diminuído substancialmente nas últimas duas décadas³.

Podemos assim concluir que em Vila Nova de Gaia ao longo do último século ocorreram múltiplos contextos térmicos desconfortáveis e eventualmente prejudiciais para a saúde da sua população. E apesar da tendência de diminuição de episódios de frio extremo, tal não significa, como já foi demonstrado por Monteiro (2012 a), que o frio extremo tenha deixado de ser um risco para a saúde em Vila Nova de Gaia •

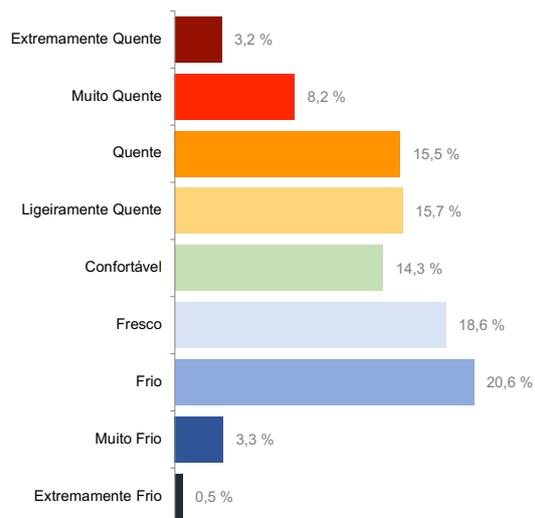


FIGURA 2 • Frequência de ocorrência de cada uma das classes de conforto da PET, no período de 2002 a 2016 em Vila Nova de Gaia (Estimada a partir da Temperatura máxima com software Rayman 1.2, considerando os critérios Roupa - 0.9 clo e Atividade - 80 w)

Níveis	(°C)	Mulheres						Homens					
		10 anos 30 kg 135 cm	35 anos 75 kg 175 cm	35 anos 110 kg 175 cm	64 anos 75 kg 170 cm	84 anos 75 kg 170 cm	84 anos 110 kg 170 cm	10 anos 30 kg 135 cm	35 anos 75 kg 175 cm	35 anos 110 kg 175 cm	64 anos 75 kg 170 cm	84 anos 75 kg 170 cm	84 anos 110 kg 170 cm
Extremamente frio	< 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Muito frio	5 - 7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Frio	8 - 12	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fresco	13 - 17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Confortável	18 - 22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ligeiramente quente	23 - 28	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1	16.1
Quente	29 - 34	45.2	45.2	45.2	45.2	48.4	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2	45.2
Muito quente	35 - 40	25.8	25.8	25.8	25.8	22.6	25.8	22.6	25.8	25.8	25.8	25.8	25.8
Extremamente quente	> 41	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	16.1	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9

FIGURA 3 • Frequência de ocorrência (%) de cada uma das classes de PET para mulheres e homens de diferentes idades e características, em agosto de 2016 em Vila Nova de Gaia (Estimada a partir da Temperatura máxima com software Rayman 1.2, considerando os critérios Roupa - 0.9 clo e Atividade - 80 w)

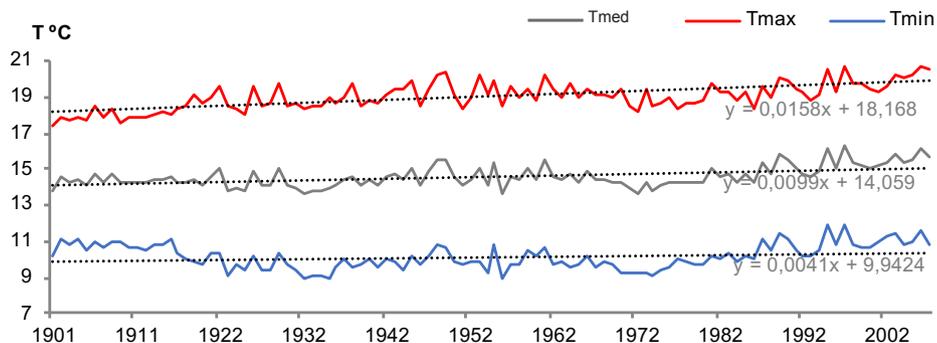


FIGURA 4 • Temperatura média, mínima e máxima anual no Porto Serra do Pilar entre 1901 e 2007 e respetivas linhas de tendência. Fonte: Monteiro, *et al.* 2012a (adaptado)

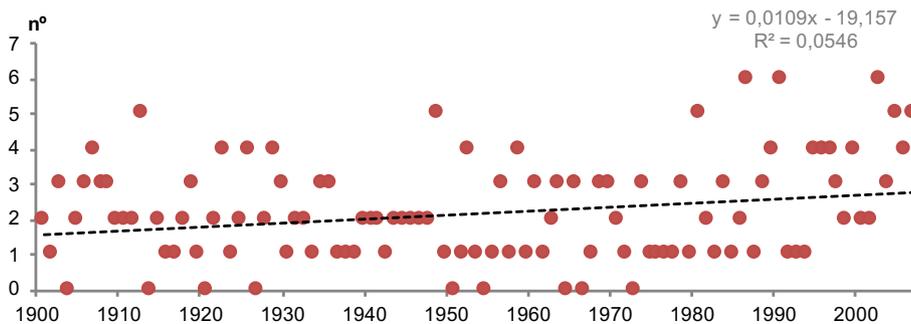


FIGURA 5 • Tendência secular de eventos climáticos extremos de calor (Díaz). Fonte: Monteiro, *et al.* 2012a (adaptado)

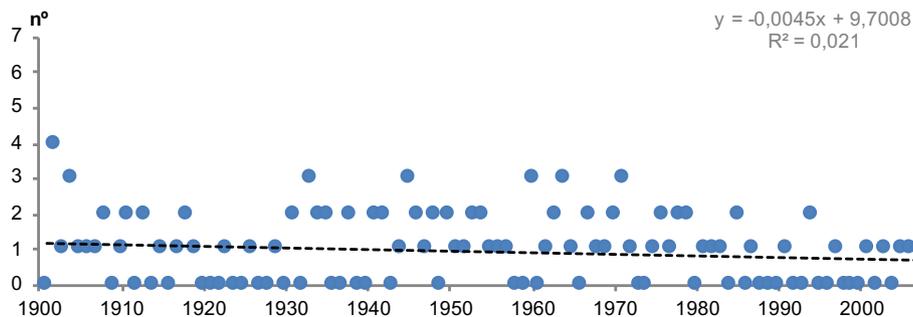


FIGURA 6 • Tendência secular de eventos climáticos extremos de frio (Díaz). Fonte: Monteiro *et al.* 2012a (adaptado)

INTERPRETADO A PARTIR DAS IMAGENS SATÉLITE – LANDSAT 7 E 8

Fatores como a proximidade/afastamento ao mar, a morfologia do terreno, e também os diversos usos e ocupações do território, concorrem para a definição de diferentes mosaicos climáticos em Vila Nova de Gaia. A inexistência de uma rede de monitorização climática adequada à escala local condiciona a apreciação rigorosa destes diferentes mosaicos climáticos que coexistem no município.

Para ultrapassar esta lacuna grave recorreremos a um elemento de análise que não trata a temperatura do ar mas que dá indícios sobre o comportamento deste elemento climático: as imagens térmicas.

De entre as múltiplas imagens térmicas (banda termal) processadas, e depois de caracterizada a situação sinóptica de cada um desses dias, identificámos o que pode ser considerada uma situação bastante frequente de verão e outra de inverno⁴ (Figuras 7 e 8).

Estas cartas térmicas indiciam a configuração dos mosaicos térmicos de Vila Nova de Gaia. É evidente a diferenciação térmica induzida pela maior ou menor proximidade ao mar, fazendo com que as temperaturas sejam mais amenas na faixa litoral. É também notória a influência da ocupação e uso do território, verificando-se, sobretudo na situação de verão, um sobreaquecimento das áreas mais intensamente urbanizadas, das áreas industriais e dos maiores nós rodoviários.

A utilização de cartas térmicas do Landsat 7 e 8 permitiu-nos ainda explorar indícios de alterações recentes na temperatura de superfície decorrentes de transformações na ocupação e uso do solo. A Figura 9 sintetiza as diferenças de temperatura (°C) entre 2002 e 2016 utilizando duas imagens térmicas de dias de junho com situações sinópticas idênticas. Destaca-se a individualização, na parte leste do município, de um mancha consistente e contínua de áreas que registaram um aumento da temperatura de superfície, sendo clara a relação com as alterações no uso e ocupação do solo aí ocorridas, designadamente com a expansão da mancha urbanizada, das áreas industriais e da rede rodoviária •

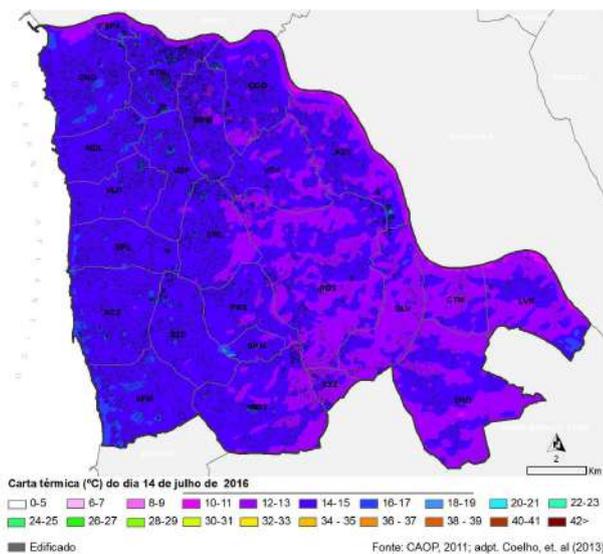


FIGURA 7 • Carta térmica de 5 de dezembro de 2016.
 Fonte: Silva (2018) (adaptado)

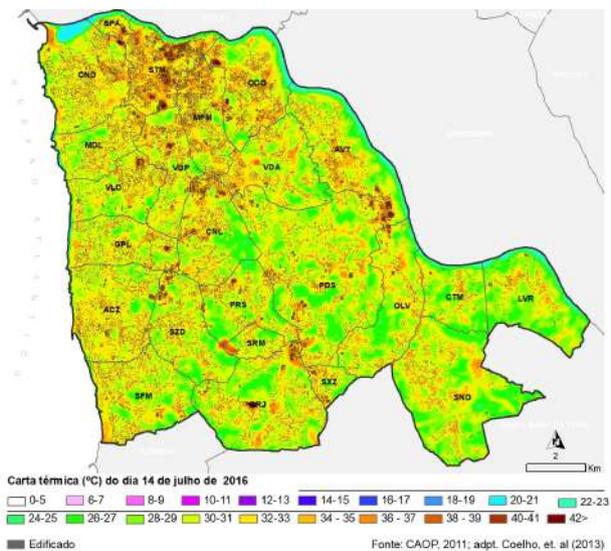


FIGURA 8 • Carta térmica de 14 de julho de 2016.
 Fonte: Silva (2018) (adaptado)

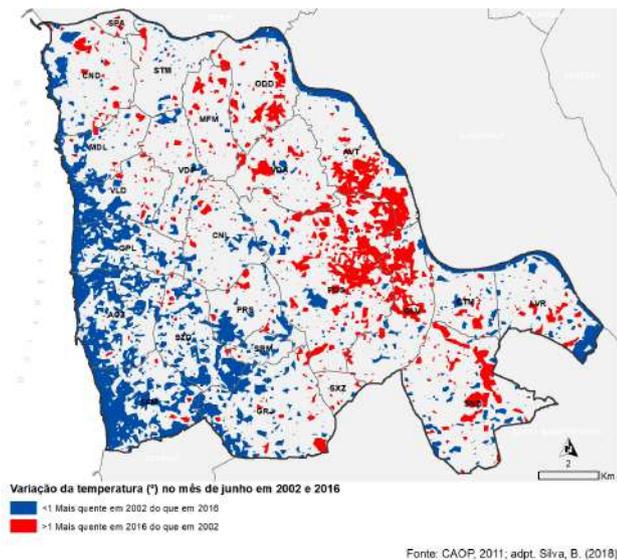


FIGURA 9 - Diferença de temperatura (°C) entre duas imagens térmicas de dias de junho com situações sinóticas idênticas (2002 e 2016). Fonte: Silva (2018) (adaptado)

INTERPRETADO A PARTIR DAS MEDIÇÕES ITINERANTES NO CENTRO DE VILA NOVA DE GAIA

A partir de um percurso de medições itinerantes composto por 86 pontos (Figura 10), obtivemos retratos dos mosaicos térmicos no centro de Vila Nova de Gaia em diferentes dias do ano⁵.

Na Figura 11 estão mapeados os mosaicos térmicos obtidos em quatro dias diferentes. Podemos verificar que ocorrem frequentemente anomalias térmicas positivas nas áreas mais intensamente urbanizadas e que, pelo contrário, na área nordeste e sudeste são frequentes anomalias térmicas

negativas. Devemos sobretudo assinalar que o padrão de comportamento das anomalias térmicas, quer quanto à magnitude, quer quanto à forma, depende de um conjunto muito variado de fatores, tais como a situação sinóptica presente, a velocidade e rumo do vento, a estação do ano, o dia da semana, da hora do dia, etc. E é esta intrincada rede de fatores condicionantes que confere a enorme plasticidade, quer no tempo quer no espaço, aos mosaicos térmicos que se estabelecem nos espaços urbanos •

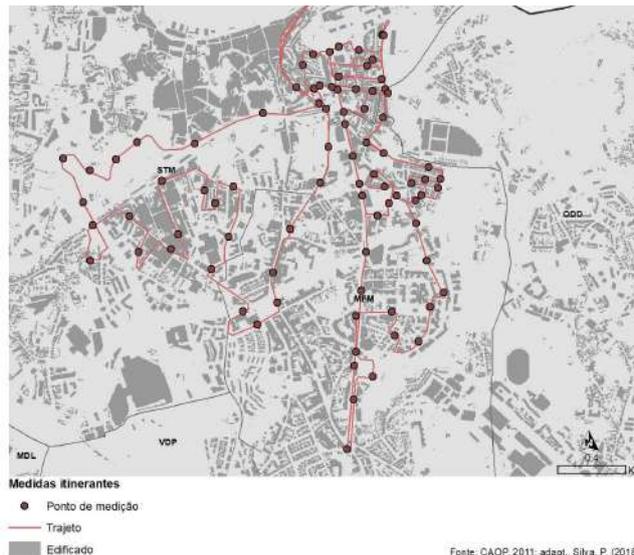


FIGURA 10 • Pontos e percurso das medições itinerantes efetuadas no centro de Vila Nova de Gaia. Fonte: Silva (2018, no prelo) (adaptado)

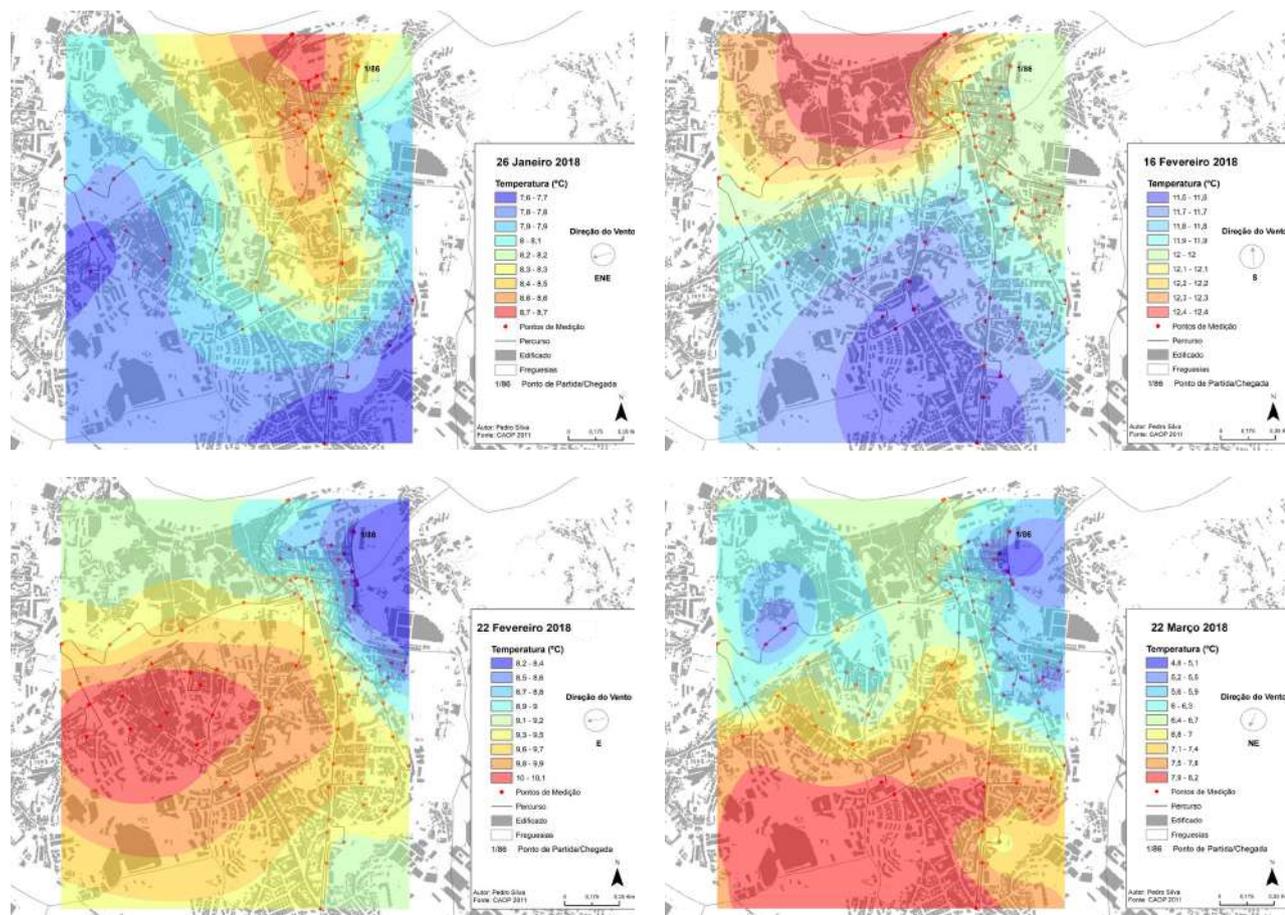


FIGURA 11 • Mosaicos térmicos no centro de Vila Nova de Gaia em diferentes dias, obtidos a partir de medições itinerantes. Fonte: Silva (2018, no prelo) (adaptado)

INTERPRETADO A PARTIR DOS CORREDORES DE VENTILAÇÃO

Os dados da estação climatológica de Porto-Pedras Rubras indicam que os rumos predominantes do vento registados têm sido de NW e N na época mais quente do ano e de NW, NE e SE na época mais fria do ano e têm soprado com uma velocidade média anual entre 20km/h e 25Km/h.

Esta informação é, contudo, insuficiente para estimar os corredores de ventilação dentro do espaço urbano. Por isso, optámos por fazer uma estimativa do comportamento do vento à escala do município. Para tal, combinámos o rumo predominante do vento determinado pela situação sinóptica, com algumas das características específicas do território (altitude, declives, distância ao mar, distância ao rio Douro, densidade do edificado) que podem promover a travagem ou a aceleração dos fluxos de ar que afectam o município.

Os resultados obtidos para as épocas mais quente e mais fria do ano (Figuras 12 e 13) mostram que toda a mancha construída do centro da cidade é, com algumas raras excepções, uma área de fraca circulação do vento. O resto do território municipal é pulverizado por inúmeras manchas de forte ventilação.

Refira-se que estas áreas de baixa ventilação concorrem para a uma intensidade e longevidade de possíveis anomalias térmicas e de contaminação da atmosfera, já que a circulação do ar está aí muito dificultada •

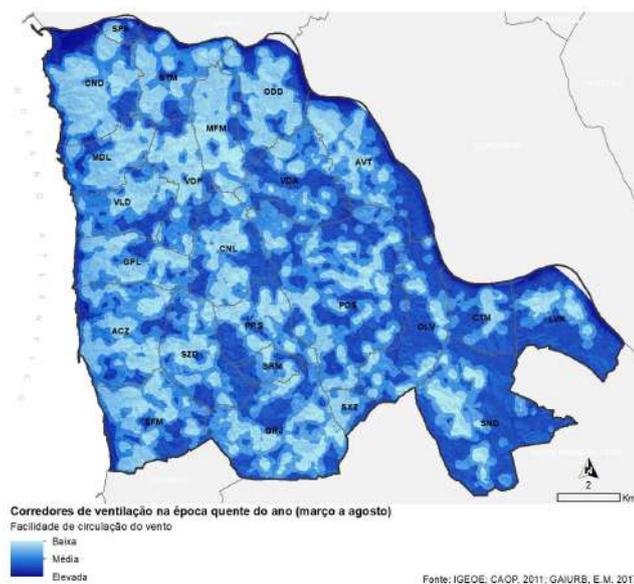
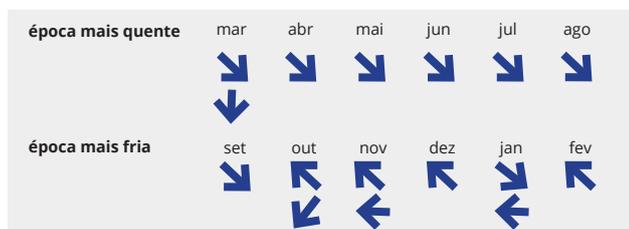


FIGURA 12 • Corredores de ventilação na época quente do ano (março a agosto)

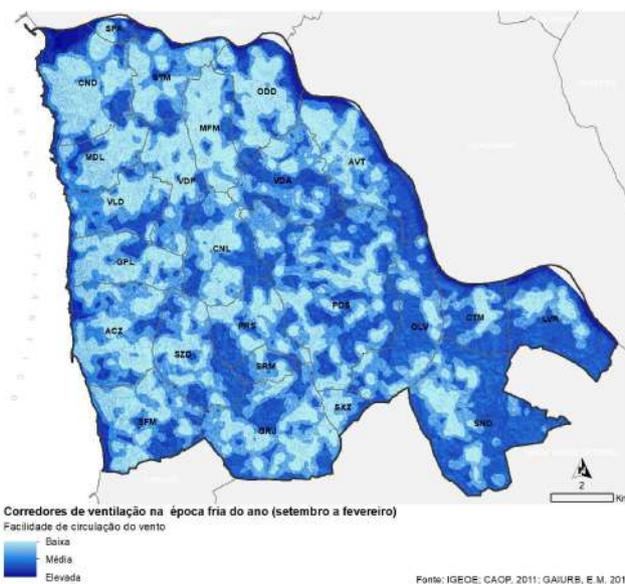


FIGURA 13 • Corredores de ventilação na época fria do ano (setembro a fevereiro)

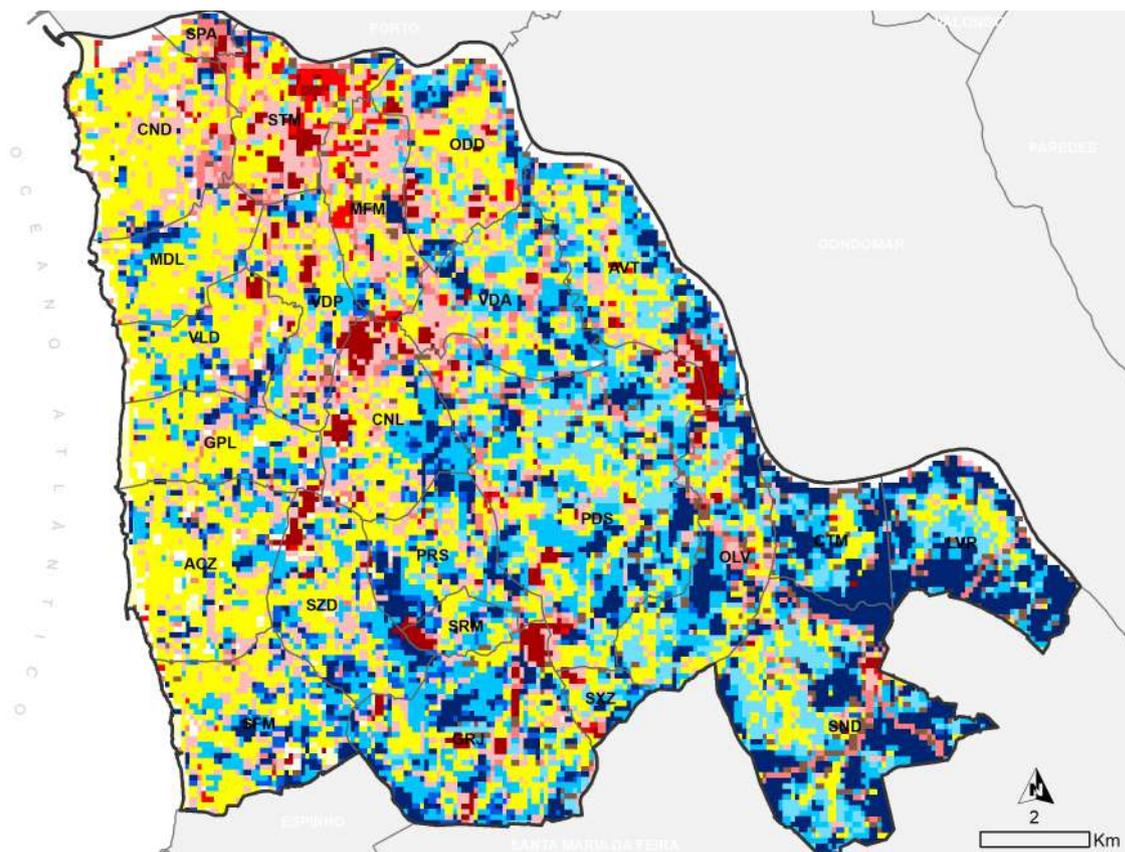


O(S) CLIMA(S) DE GAIA – ZONAMENTO CLIMÁTICO LOCAL

A aplicação do protocolo da plataforma WUDAPT⁶ permitiu identificar as diferentes 'zonas de clima local' (LCZ) em Vila Nova de Gaia. Na medida em que a cada uma destas 'zonas de clima local' (LCZ) corresponde um padrão térmico específico, podemos obter a distribuição espacial das anomalias térmicas prováveis (Figura 14). Assinalam-se três principais tendências na distribuição das anomalias térmicas prováveis no município de Vila Nova de Gaia: i) prevalência de classes com anomalias térmicas positivas no núcleo central de Gaia e nas “zonas industriais e de armazenagem”; ii) marcada dicotomia E-W, prevalecendo a oeste classes com anomalias térmicas negativas; iii) e sobretudo uma grande dispersão das diferentes classes por todo o município, sintoma da inerente complexidade dos padrões térmicos.

O município de Vila Nova de Gaia comporta, portanto, um complexo puzzle de contextos climáticos, induzidos por uma diferenciação térmica, higrométrica e anemométrica intraurbana, que se refletirá naturalmente em condições de conforto climático também elas muito diversas. Tal decorre da variabilidade de condições geográficas naturais (altitude, distância ao mar, distância ao rio, exposição solar, declive, etc.), e também das condições de ocupação e uso do solo.

O conhecimento da distribuição das zonas de clima local (LCZ) e também de todo o conhecimento acumulado sobre a as ilhas de calor e de frescura e os canais prováveis de travagem e aceleração do vento, permitiu-nos diferenciar quatro principais classes conforto climático, representadas e descritas na Carta de Conforto Climático para Vila Nova de Gaia (Figura 15) •



Anomalia térmica

POSITIVA

RESULTANTE DO EDIFICADO

- Muito elevadas resultantes do edificado extremamente denso
- Muito elevadas resultantes do edificado muito denso
- Muito elevadas resultantes do edificado denso
- Ligeiras resultantes do edificado pouco denso

NEGATIVA

RESULTANTE DA VEGETAÇÃO

- Arborea muito densa
- Arborea dispersa
- Arbustiva
- Arborea/agricola

OUTROS

- Oceanicidade e/ou corredores de ventilação
- Solo ou areia
- Rocha nua ou pavimento

FIGURA 14 • Mosaicos térmicos locais em Vila Nova de Gaia identificados a partir de da aplicação do protocolo Wudapt

ÁREAS LABORATÓRIO

O projeto sobre o(s) clima(s) de Gaia segue uma abordagem multiescalar. Parte da contextualização climática regional, passa pela identificação das principais classes de conforto climático no município e, finalmente, inclui uma análise a uma escala mais pormenorizada, concretizada em seis áreas laboratório com características socioterritoriais diferenciadas entre si: Centro Histórico, Avenida da República, Vila d'Este, Zona Industrial e de Serviços de Canelas e Rechousa e Centro urbano dos Carvalhos e ARU Aguda-Granja (Figura 16).

O diagnóstico das áreas laboratório incorpora pois, naturalmente, o conhecimento quer do contexto climático à escala regional, quer das condições de diferenciação climática intraurbana induzidas pelo mosaico de condições naturais e de ocupação e uso do solo. E adicionalmente, porque incidindo a uma escala mais pormenorizada, inclui informação sobre os contextos climáticos passíveis de serem identificados a esta escala, refletindo as diferentes ocupações do solo, as variadas atividades desenvolvidas, e também a diversidade de contextos térmicos, higrométricos e anemométricos induzidos pela volumetria criada pelo edificado. De facto, do ponto de vista das orientações de planeamento, para além de conhecer as ilhas de calor e de frescura e os canais de travagem e aceleração do vento prováveis, importa saber onde é que ambas as condições se combinam para incrementar ou diminuir o conforto climático.

Nas próximas páginas (Figuras 17 a 22) apresentam-se os mapas indicativos das condições locais de conforto climático para cada uma das áreas laboratório. Complementarmente, inclui-se um diagnóstico síntese das condições locais indiciadores

de maior ou menor conforto climático. Ou seja, para cada área laboratório faz-se uma seleção de alguma da informação cartografada que serviu de base à delimitação dos mapas indicativos das condições locais de conforto climático: hipsometria, declives, exposições de vertentes, temperaturas de superfície num dia de verão e de inverno, 'zonas de clima local' (LCZ), radiação solar incidente e ocupação do solo. Adicionalmente, e a título de exemplo, é apresentado o mapeamento de alguns indicadores socioeconómicos, designadamente da população desempregada, da população com menos de 15 anos e com mais de 64 anos. De facto, para drenar o conhecimento climatológico para a promoção do conforto climático e para prevenção dos riscos para a saúde humana dos gaienses, e, assim influenciar as políticas públicas promotoras de desenvolvimento sustentado, é fundamental conhecer, para além das várias matrizes bioclimáticas locais, as especificidades demográficas, sociais e económicas. Só depois será possível identificar as áreas onde é de facto fundamental e prioritário agir, promovendo o conforto bioclimático e prevenindo os riscos. Para tal deverão ser identificadas as áreas de maior privação, isto é, aquelas onde as injustiças ambientais, sociais e económicas são mais graves e que devem, por isso, merecer uma maior atenção •

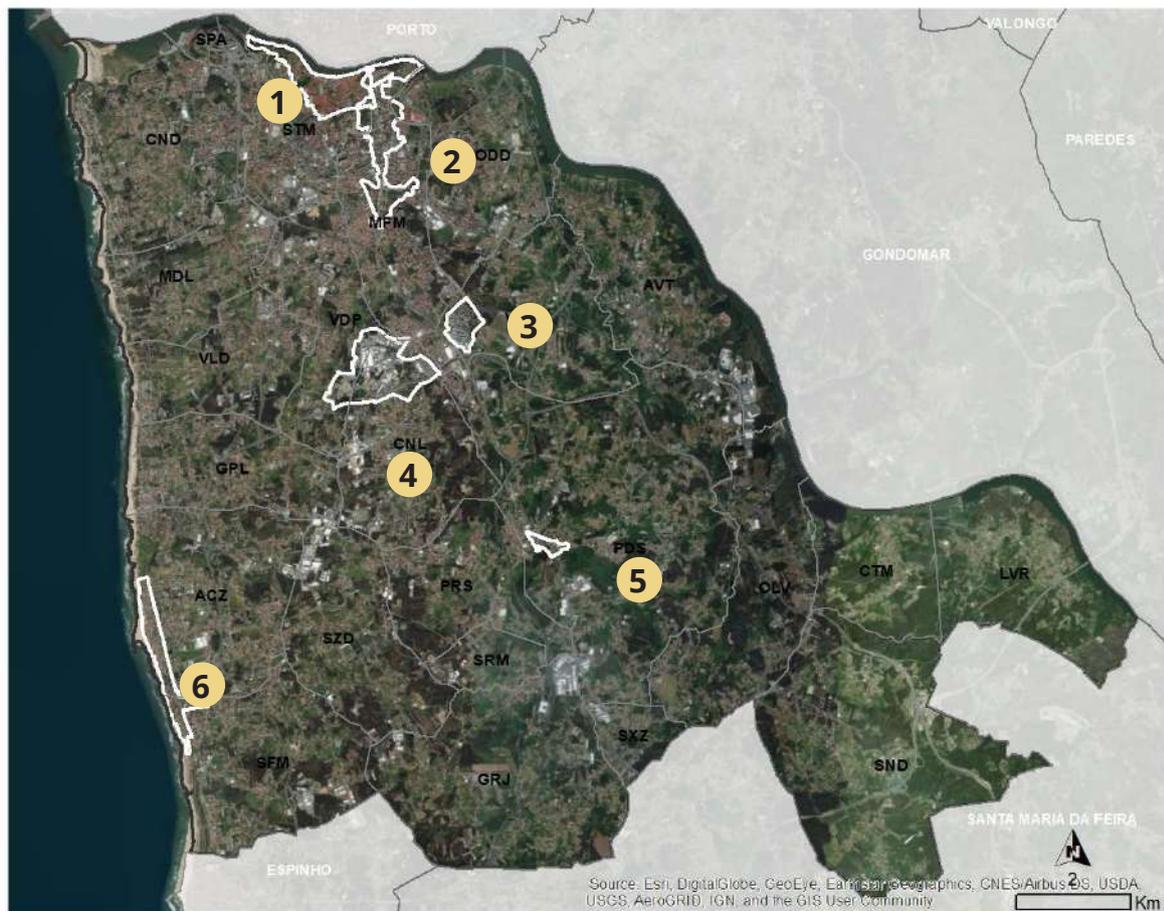
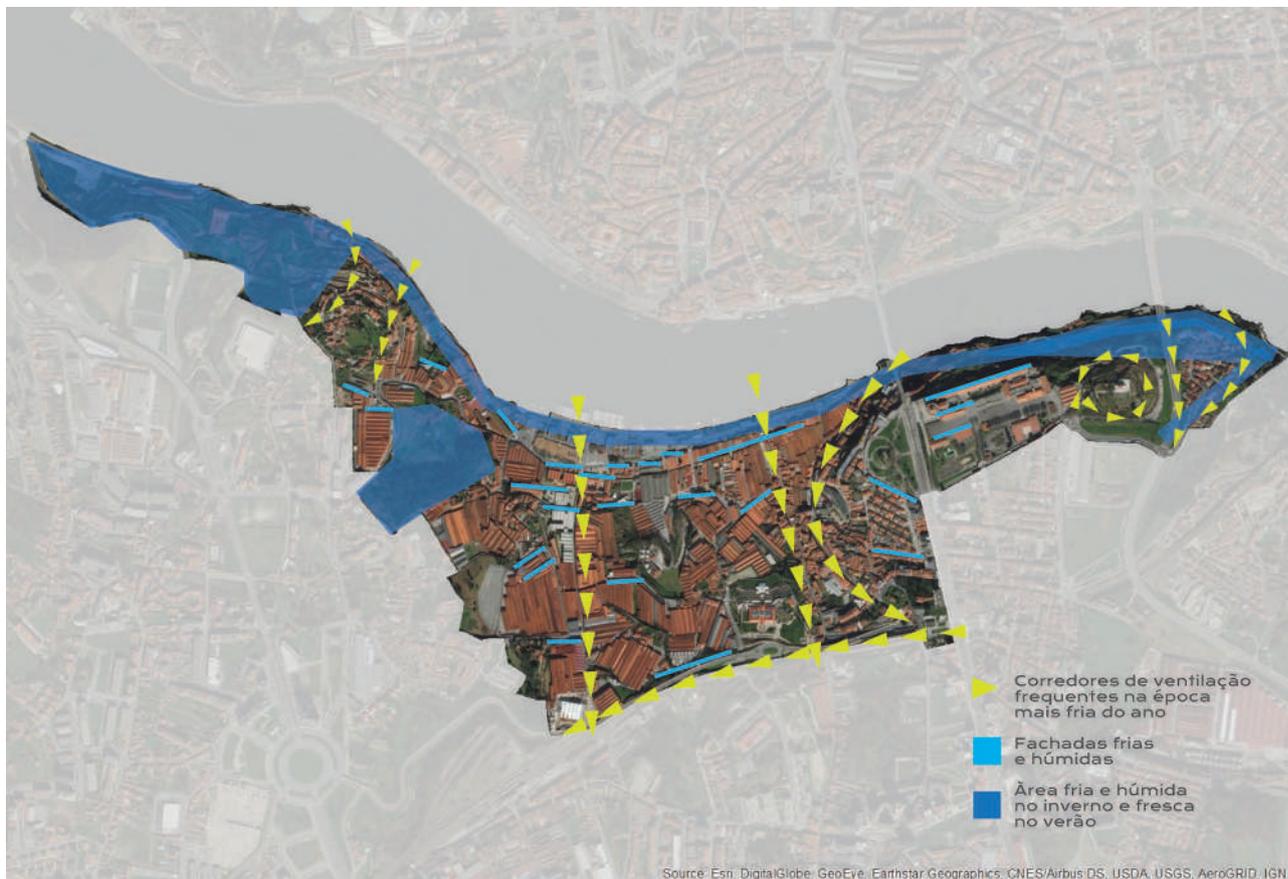


FIGURA 16 • Localização das áreas laboratório

- 1 - Zona Centro Histórico
- 2 - Zona Central da Cidade - Avenida da República
- 3 - Vila D'este
- 4 - Zona Industrial - Empresarial da Rechousa - Canelas
- 5 - Centro Urbano dos Carvalhos
- 6 - ARU Aguda-Granja

ZONA CENTRO HISTÓRICO

Mapa indicativo das condições locais de conforto climático na Zona Centro Histórico



ZONA CENTRAL DA CIDADE - AVENIDA DA REPÚBLICA

Mapa indicativo das condições locais de conforto climático
na Zona Central da Cidade - Avenida da República



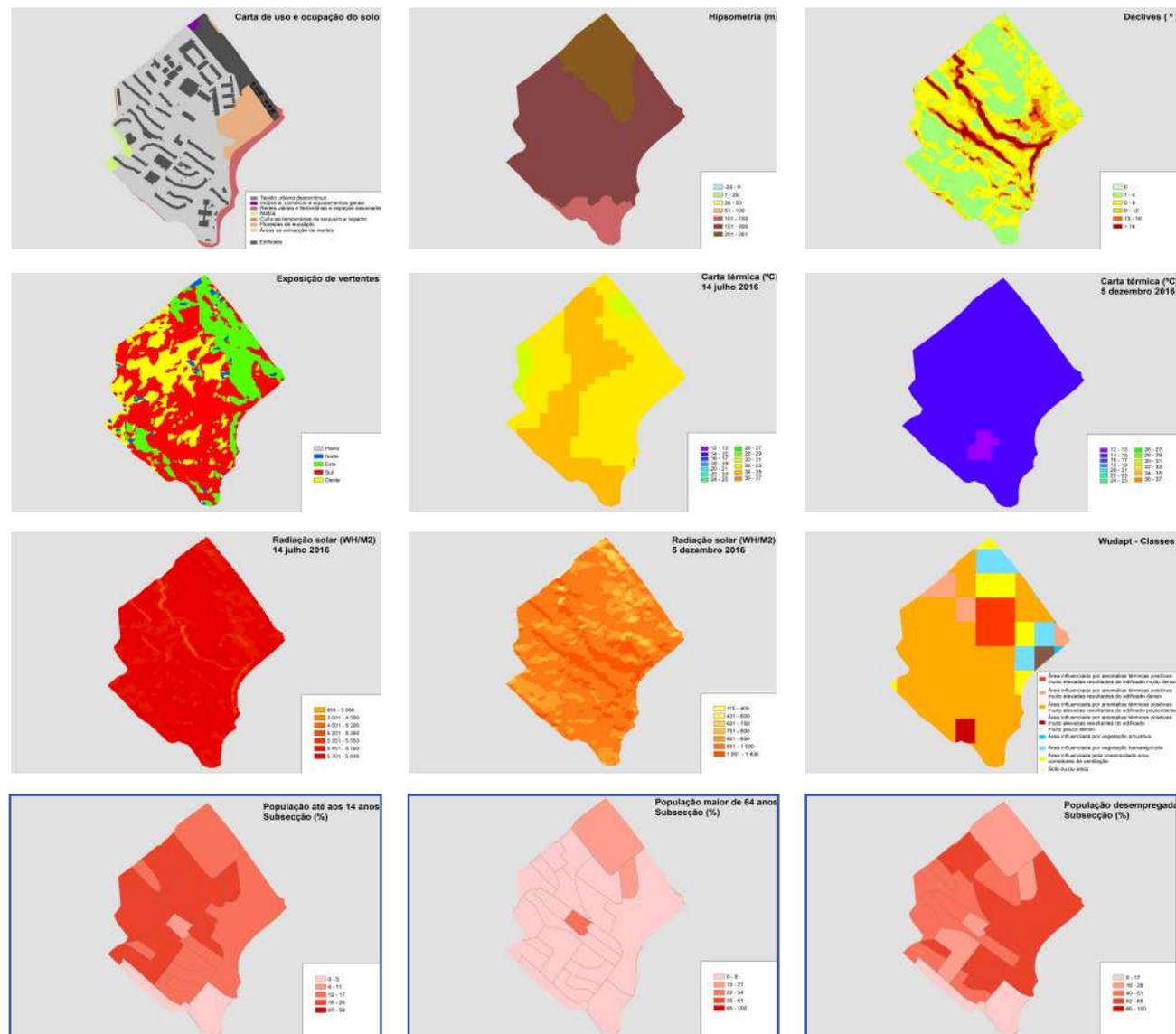


FIGURA 19 • Elementos de diagnóstico das condições locais diferenciadoras do conforto climático em Vila d'Este

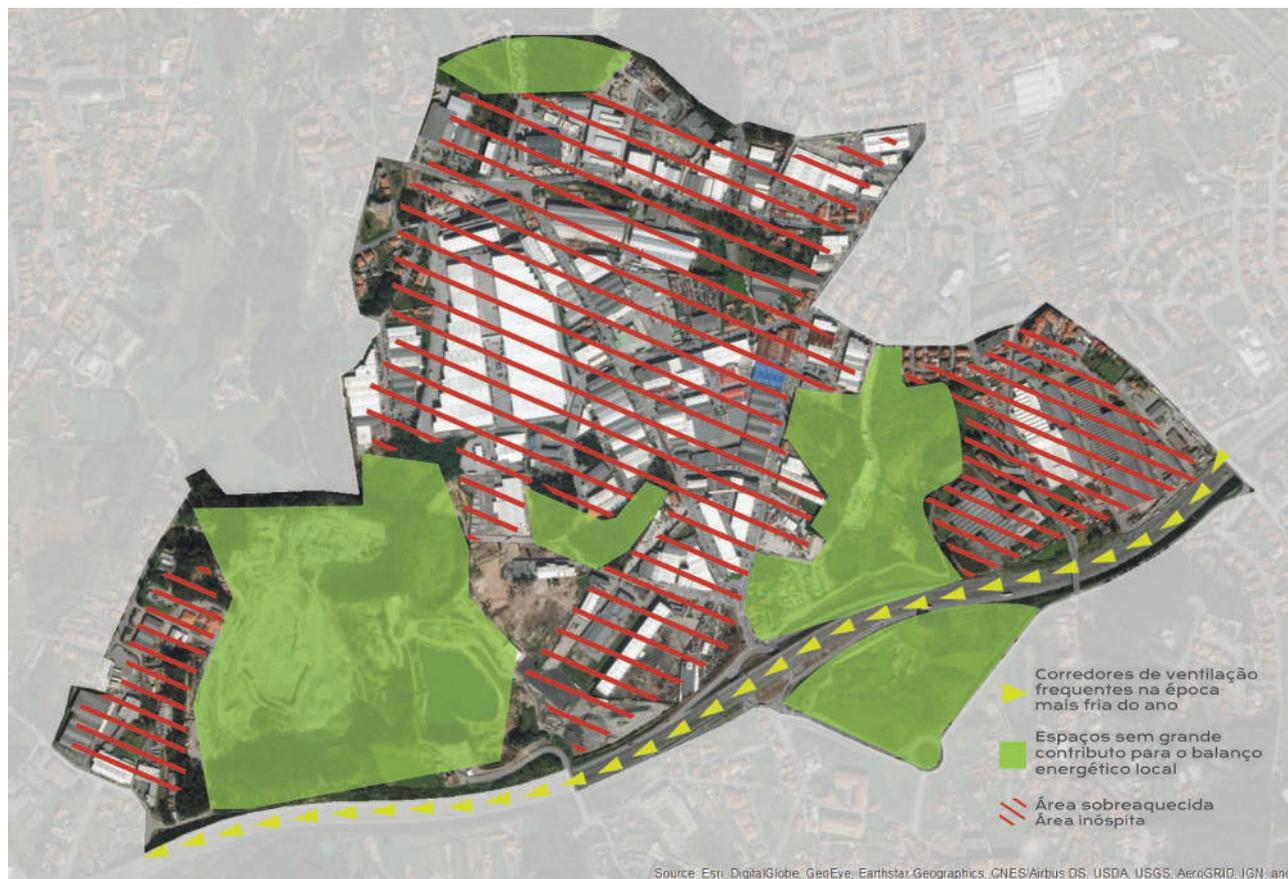
VILA D'ESTE

Mapa indicativo das condições locais de conforto climático em Vila d'Este



ZONA INDUSTRIAL - EMPRESARIAL DA RECHOUSA - CANELAS

Mapa indicativo das condições locais de conforto climático
na Zona Industrial - Empresarial da Rechousa - Canelas



CENTRO URBANO DOS CARVALHOS

Mapa indicativo das condições locais de conforto climático no Centro Urbano dos Carvalhos



ARU Aguda-Granja

Mapa indicativo das condições locais de confortoclimático na ARU Aguda-Granja





PERCEÇÃO PÚBLICA DA IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO CLIMÁTICO LOCAL

Os questionários são um dos instrumentos primordiais para aferirmos a conformação entre os resultados da investigação científica e as vivências e percepção das pessoas. Permitem simultaneamente ajudar a elaborar o diagnóstico dos contextos climáticos locais percebidos e valorizados pelos utilizadores e ajudar a envolver as pessoas na identificação do(s) problema(s) e a co-responsabilizarem-se nas soluções que vierem a ser encontradas. Assim, preparam os indivíduos para co-criarem com os investigadores, com os planeadores e com os decisores as soluções mais adequadas no seu contexto geográfico em concreto.

Neste contexto, apresentam-se os resultados de um inquérito aplicado a residentes em Vila Nova de Gaia, que foi conduzido “online” e divulgado através de e-mails, redes sociais e páginas de internet entre abril e Novembro de 2017.

A amostra obtida foi de 369 indivíduos, com o perfil apresentado na Figura 23. Caracteriza-se por uma maior prevalência de inquiridos do sexo feminino, da faixa etária dos 31 aos 50 anos e com elevadas habilitações literárias.

O grau de preocupação dos gaienses com as alterações climáticas foi avaliado a partir de duas questões complementares, uma aferindo as consequências que estas podem ter na sociedade e uma outra aludindo às consequências que podem ter no respondente individualmente (Figura 24). Os resultados mostraram que globalmente os gaienses estão muito preocupados com as alterações climáticas, e em particular com as possíveis consequências na sociedade.

A partir da visualização da Figura 25 podemos avaliar a sensibilidade dos gaienses a várias questões relacionadas com as causas e consequências das alterações climáticas. Confirma-se um elevado grau de concordância com a ideia de que as alterações climáticas são um problema grave para a população e para a sociedade e, concomitantemente, um massivo desacordo com a afirmação de que a preocupação com as alterações climáticas é exagerada. Deve-se, contudo, assinalar a dispersão de resultados relativamente à afirmação de que as consequências das alterações climáticas estão bem explicadas. Destaque-se ainda que a grande maioria dos inquiridos concorda ou concorda totalmente que as alterações climáticas resultam das atividades humanas, contrastando com o baixo grau de concordância relativamente à atribuição das alterações climáticas a causas naturais.

Indo ao encontro dos resultados anteriores, os inquiridos revelaram estarem preocupados ou muito preocupados com os variados riscos climáticos que foram convidados a avaliar, estando especialmente preocupados com a diminuição da qualidade e/ou quantidade de água potável, com o aumento dos incêndios florestais, com o agravamento de doenças respiratórias, circulatórias e alergológicas e com o aumento dos períodos de seca severa (Figura 26). Os riscos climáticos que merecem menor preocupação, mas ainda assim muito elevada, são os relacionados com o aumento dos dias com frio extremo, dos custos da energia e dos movimentos de vertente

Os gaienses inquiridos atribuem níveis elevados de responsabilidade às várias entidades no que se refere à resolução dos problemas relacionados com as alterações climáticas (Figura 27). Ainda assim, refira-se a imputação de uma maior responsabilização aos níveis de decisão superiores, designadamente a União Europeia e o Governo, quando comparado por exemplo com as escalas metropolitana e local. Refira-se ainda que o nível de responsabilidade atribuído às empresas e aos cidadãos, foi consideravelmente superior ao atribuído às associações da sociedade civil.

Finalmente, os inquiridos consideram como globalmente importantes ou muito importantes as diversas ações para adaptar a área de residência aos riscos climáticos (Figura 28). Destaque-se, ainda assim, a maior importância dada às ações relacionadas com o aumento do uso de energias renováveis, com o aumento e/ou melhoria de espaços verdes e com a dinamização de ações de educação ambiental. Os resultados relativos à disponibilidade para participar em ações para adaptar os cidadãos aos riscos climáticos na área de residência seguem, aproximadamente, aqueles obtidos anteriormente. Assim, os gaienses manifestaram-se mais disponíveis para participar em ações relacionadas com o aumento e/ou melhoria de espaços verdes e com o aumento do uso de energias renováveis. A dinamização de ações de educação ambiental também mereceu um grande apoio, talvez pela presumível maior facilidade de integração neste tipo de ações •

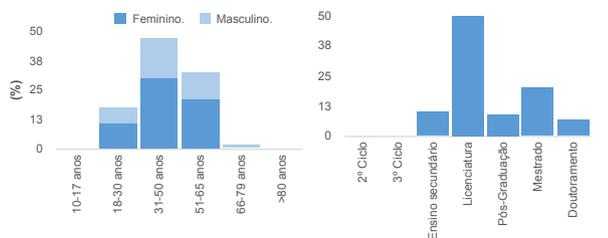


FIGURA 23 • Características da amostra: idade e sexo (%); habilitações literárias (%)

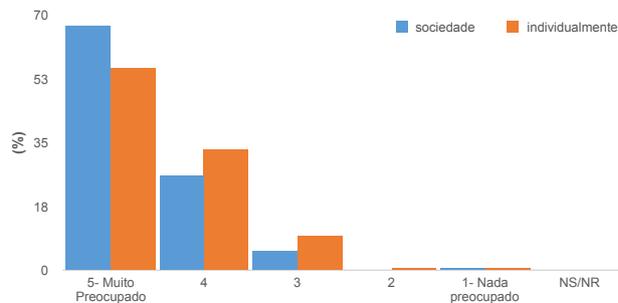


FIGURA 24 • Grau de preocupação com as alterações climáticas, tendo em conta os impactos que podem ter na sociedade e no inquirido individualmente

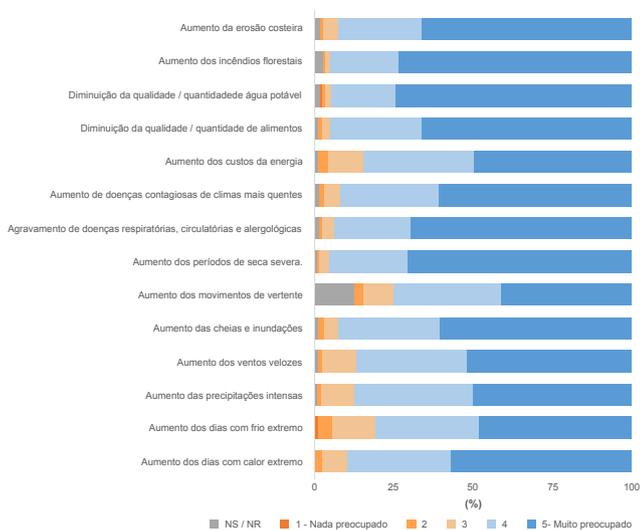


FIGURA 25 • Grau de preocupação com os riscos climáticos

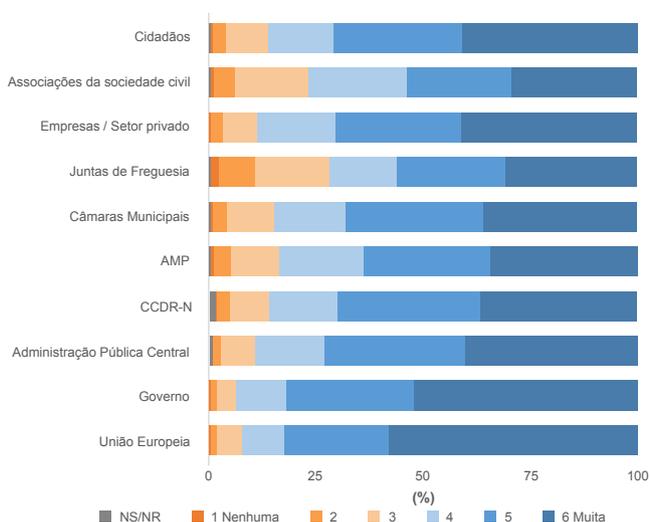


FIGURA 26 • Grau de responsabilidade imputado a diferentes entidades relativamente à resolução dos problemas relacionados com as alterações climáticas

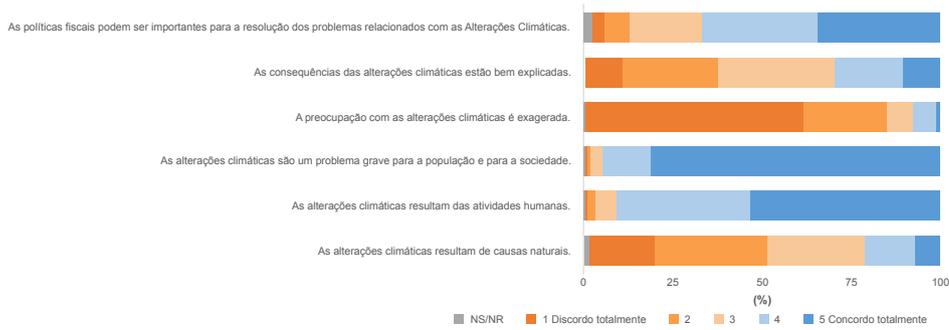


FIGURA 27 • Sensibilidade às causas e consequências das alterações climáticas

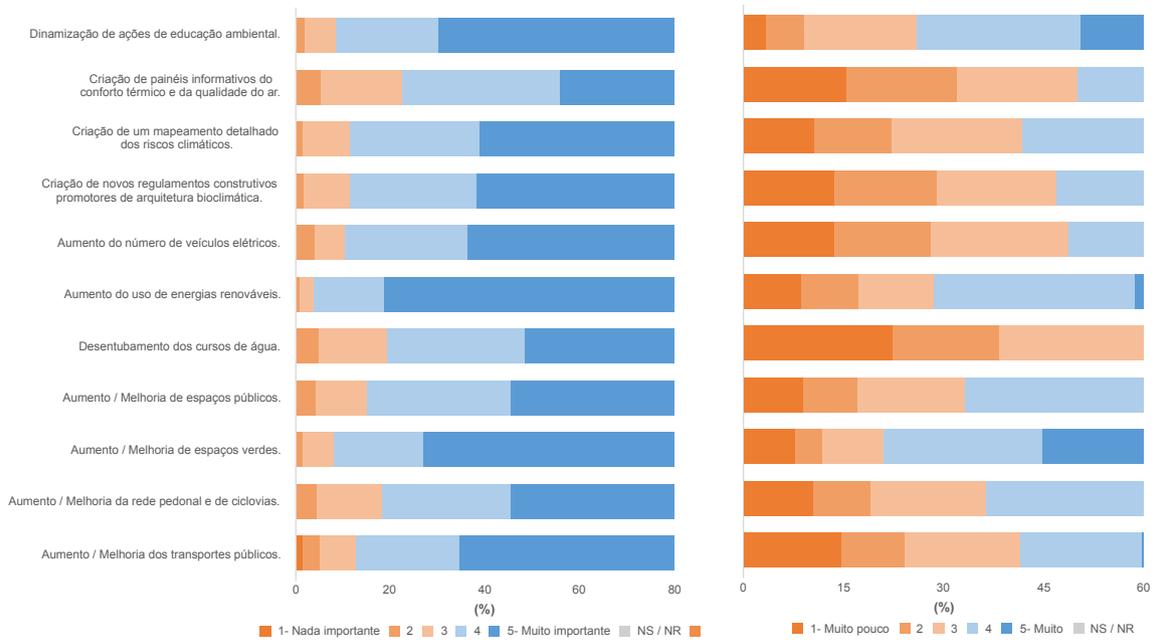
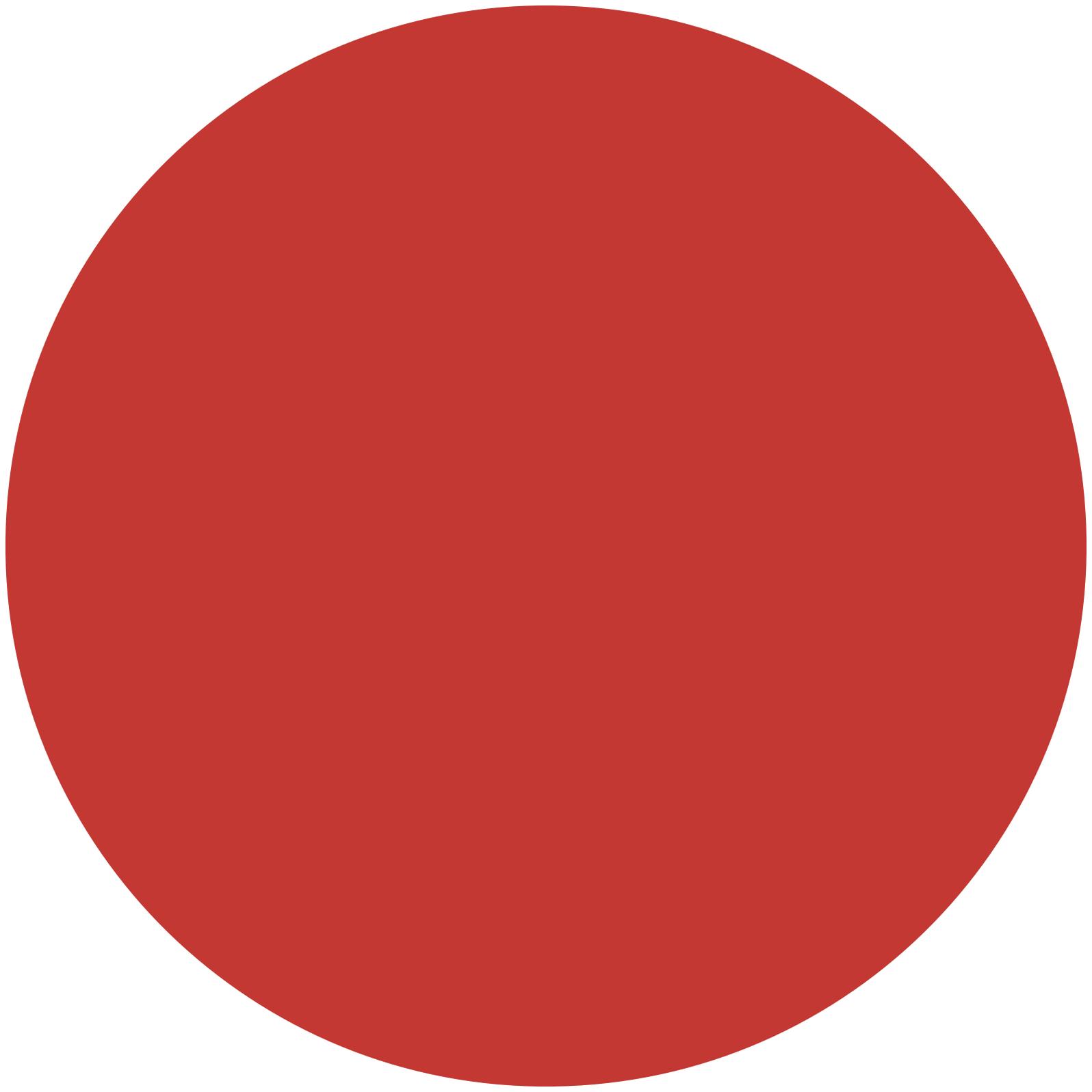


FIGURA 28 • Importância atribuída (à esquerda) e disponibilidade para participar (à direita) em ações para adaptar a área de residência aos riscos climáticos



MENU DE SOLUÇÕES PARA ADAPTAR

A adaptação climática é um processo moroso e complexo. Normalmente só é desencadeado quando há o reconhecimento explícito de que dela podem resultar benefícios individuais substantivos (adaptação preventiva ou proactiva), ou uma diminuição considerável de perdas e danos (adaptação curativa ou reativa). Por isso, é indispensável granjear e atrair o conhecimento científico em climatologia aplicada sobre o território gaiense, assim como reconhecer as vulnerabilidades ambientais, sociais e económicas existentes, procurando, na medida do possível, compreender a multiplicidade de expectativas de qualidade de vida, bem-estar e saúde existentes. E também comprometer todos os atores locais para a necessidade de adoção de medidas de adaptação, tanto reativas como proactivas. Tal implica uma abordagem pedagogicamente eficaz que comprometa os atores locais com um novo paradigma de qualidade de vida e bem-estar onde o convívio com a irregularidade intrínseca ao sistema climático seja cada vez harmonioso. Ao promover o envolvimento de todos, contribuir-se-á para elevar o nível de exigência, criar e consolidar atitudes de co-responsabilização e de busca de soluções de adaptação que proporcionem melhor qualidade de vida, saúde e bem-estar em cenários climáticos que a evidência científica garante, com grande probabilidade, vão ser bastante diversos dos atuais.

Em suma, trata-se de alterar o paradigma vigente, construindo um modelo de planeamento resiliente ao desconforto bioclimático e que promova a inteligência bioclimática (Figura 29).

O menu de soluções para adaptar, e para promover um território resiliente ao desconforto bioclimático, é potencialmente diversificado (Figura 30 e 31). Deverá ser o resultado do conhecimento do contexto climático local, numa abordagem necessariamente multiescalar. Conhecimento esse corporizado em cartografias múltiplas, envolvendo o mapeamento quer do comportamento de cada uma das variáveis climáticas e das suas relações com o suporte biogeofísico e com as formas e funções urbanas, quer das características demográficas, sociais e económicas da população. Só assim será possível identificar as áreas de maior privação, isto é, aquelas onde as injustiças ambientais, sociais e económicas são mais graves e que devem, por isso, merecer uma maior atenção. As soluções de adaptação, a desenvolver em ações de curto, médio ou longo prazo, e mobilizando um manancial de medidas relacionadas com o albedo dos materiais, a exposição, a ventilação ou a vegetação, só poderão portanto ser soluções à medida e de base local.

E é com estes pressupostos, e tendo consideração os resultados do diagnóstico, que nas páginas seguintes (Figuras 32 a 37) apresentamos um roteiro estratégico de medidas de adaptação para cada uma das seis áreas laboratório. Medidas que, a serem implementadas a curto, médio ou longo prazo, promovam garantidamente uma melhor harmonização entre as formas e as funções de todas as peças existentes e desejáveis num território que se deseja mais resiliente ao desconforto bioclimático •



FIGURA 29 - Um novo paradigma: um modelo de planeamento resiliente ao desconforto bioclimático e que promova a inteligência bioclimática

I. PRESSUPOSTOS - Relações entre as variáveis climáticas e a forma e função urbana

REGIÃO	ÁREA URBANA	EDIFÍCIO
Impactes no planeamento regional?	Impactes no planeamento urbano?	Impactes do desenho e da função dos edifícios?
Localização geográfica Sítio e posição geográfica Funções, localização e usos do solo Identificação dos riscos naturais	Formas e funções urbanas Densidades de espaços (im)permeáveis Radiação solar e sombreamento do edificado Espaços abertos Canais de escoamento de vento	Tipo e função dos edifícios Orientação Aproveitamento da radiação solar Sombreamento Ventilação Desenho de aberturas: janelas e portas Forma, inclinação, cobertura dos telhados Cor dos edifícios

II. OPERACIONALIZAÇÃO

CARTOGRAFIAS DOS ELEMENTOS	CARTOGRAFIA DO SUPORTE BIOGEOFÍSICO	CARTOGRAFIA DAS FORMAS E FUNÇÕES URBANAS	CARTOGRAFIA DA SAÚDE E QUALIDADE DE VIDA
Temperatura Humidade Precipitação Nebulosidade Qualidade do ar	Morfologia Declives Hidrografia Solo Flora	Demografia Socioeconomia Usos do solo Edificado Acessibilidade	Prevalência de patologias (respiratórias, circulatórias, alergológicas, etc.)
Clima regional e local	Contexto ambiental	Contexto socioeconómico	

III. NOVAS ESTRATÉGIAS

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Materiais construtivos	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Materiais de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

IV. AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 30 • Esquema conceptual do menu de soluções para adaptar

A ter em conta no desenho urbano

Orientação, forma, massa térmica, desenho e materiais de revestimento das fachadas e do telhado, materiais construtivos, cores dos revestimentos, ventilação, insolação, espaços abertos, sombreamento, aberturas.

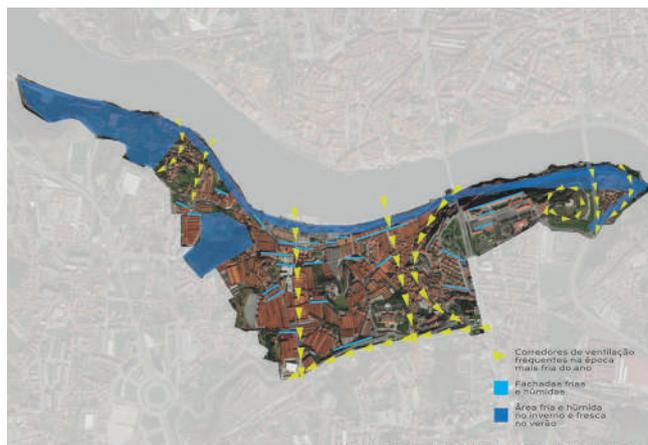
Para espaços sobreaquecidos

- Reduzir a absorção da radiação
- Criar barreiras verdes no percurso da radiação solar direta
- Aumentar o albedo das superfícies prevenindo, contudo, o desconforto do potencial excesso de luminosidade no outdoor
- A evapotranspiração de uma árvore pode ter um efeito de arrefecimento de 20-30kW (cerca de 10 unidades de ar condicionado)
- A sombra provocada pela copa de uma árvore pode significar, indoor, uma poupança de consumo de energia para arrefecimento entre 27% e 42% por ano.
- A distribuição das árvores e a seleção das espécies não deve bloquear os corredores de ventilação.
- As fachadas verdes podem significar uma diminuição da temperatura indoor entre 0,2°C e 1,2°C.
- Os telhados verdes têm um efeito amenizador da temperatura indoor mas são ineficazes para o outdoor
- Os mosaicos de água são, pelo consumo de energia utilizado na evaporação, podem diminuir a temperatura outdoor entre 1°C e 3°C num buffer de 30 a 40 metros contudo, devem ser consideradas as consequências na sensação térmica provocadas pelo aumento da humidade relativa.
- O isolamento térmico com materiais adequados pode garantir uma homeotermia indoor ao longo do ano
- A escolha dos materiais de revestimento e da cor do edificado pode significar um duplo benefício para o conforto indoor e outdoor (uma parede amarela tem em média uma temperatura 4°C superior a uma branca)
- Um telhado branco pode reduzir a temperatura cerca de 10°C enquanto um telhado preto pode aumentá-la em cerca de 50°C

Para espaços frios e húmidos

- Aumentar a superfície exposta à radiação solar direta
- Diminuir o albedo das superfícies expostas à radiação solar direta
- Um telhado verde é mais adequado do que um refletivo (branco)
- A escolha de materiais e cores de revestimento com baixo albedo pode aumentar significativamente a temperatura indoor

FIGURA 31 • Considerações a ter no desenho urbano



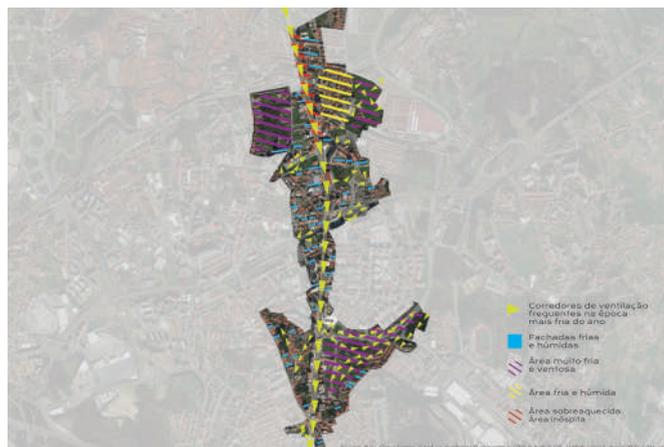
ZONA CENTRO HISTÓRICO - NOVAS ESTRATÉGIAS (— AÇÕES PRIORITÁRIAS)

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Materiais construtivos	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Materiais de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 32 • Medidas de adaptação para a Zona Centro Histórico



ZONA CENTRAL DA CIDADE AVENIDA DA REPÚBLICA - NOVAS ESTRATÉGIAS (AÇÕES PRIORITÁRIAS)

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Material construtivo	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Material de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 33 • Medidas de adaptação para a Zona Central da Cidade - Avenida da República



VILA D'ESTE - NOVAS ESTRATÉGIAS (AÇÕES PRIORITÁRIAS)

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Materiais construtivos	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Materiais de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 34 • Medidas de adaptação para Vila d'Este



ZONA INDUSTRIAL - EMPRESARIAL DA RECHOUSA - CANELAS - NOVAS ESTRATÉGIAS (AÇÕES PRIORITÁRIAS)

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Materiais construtivos	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Materiais de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 35 • Medidas de adaptação para a Zona Industrial - Empresarial da Rechousa - Canelas



ARU AGUDA-GRANJA – NOVAS ESTRATÉGIAS (— AÇÕES PRIORITÁRIAS)

ALBEDO	VEGETAÇÃO	EXPOSIÇÃO	VENTILAÇÃO
Materiais construtivos	Tipos de coberto vegetal	Geometria e volume do edificado	Escoamento dos fluxos de ar
Tipos de pavimentação	Distribuição da vegetação	Orientação dos edifícios	Cobertura dos edifícios e dos pavimentos
Materiais de revestimento dos telhados e fachadas	Cobertura dos pavimentos	Largura das ruas	Forma dos edifícios
Formas de retenção de água à superfície		Orientação das ruas	Dimensão e localização dos espaços abertos

AÇÕES DE PLANEAMENTO

CURTO PRAZO	MÉDIO PRAZO	LONGO PRAZO
Intervenções nos edifícios e nos revestimentos do pavimento; reorientação do tráfego automóvel; etc.	Reabilitação e criação de novas regras para o volume, o tipo e a função do edificado	Inclusão do Clima nos programas, políticas e planos de Ordenamento do Território nacional, regional e local.

FIGURA 37 • Medidas de adaptação para a ARU Aguda-Granja



NOTAS

1. A Physiological Equivalent Temperature (PET), é um dos muitos índices de conforto utilizados para este fim, que considera no seu procedimento de cálculo, a temperatura do ar, a humidade do ar, o vento, a radiação solar, a massa corporal, a idade, o sexo, o tipo de roupa utilizada e as trocas de calor entre o corpo humano e o espaço envolvente.
2. Para uma leitura adicional sobre a tendência secular da temperatura a partir dos registos da estação Porto-Serra do Pilar ver, por exemplo, Monteiro (1997) ou Monteiro, A., Carvalho, V., (2013d).
3. Para uma leitura adicional sobre os efeitos do frio e do calor extremo na saúde consultar, por exemplo, Monteiro, A. *et al.* (2012a) ou Monteiro, A., (2014b).
4. Para detalhes sobre a metodologia de processamento das cartas térmicas consultar, por exemplo, Madureira e Monteiro (2018).
5. Para detalhes sobre os processos metodológicos associados às medições itinerantes consultar, por exemplo, Monteiro (1997).
6. A plataforma World Urban Database and Portal Tool (WU-DAPT) (<http://www.wudapt.org>) é um projeto colaborativo internacional recente que visa a aquisição, armazenamento e disseminação de informação climática para cidades de todo o mundo. Para informações mais detalhadas sobre o processo de aplicação desta metodologia a Vila Nova de Gaia, consultar Madureira, H., Monteiro, A. (2018) •

BIBLIOGRAFIA

Berlin Department of Urban Development (2018). Berlin digital environmental atlas. Acedido em 1 de outubro em <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/einhalt.htm>.

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *Int. J. Biometeor* 43, 71-75.

Madureira, H., Monteiro, A. (2018). A Carta de Zonamento Climático Local como instrumento para as políticas de base territorial: o exemplo de Vila Nova de Gaia. *Place-Based Policies – III Conference On Public Policies, Territorial Planning and Spatial Development, Vila Nova de Gaia*, 30-35.

Matzarakis, A., Amelung, B. (2008). Physiological equivalent temperature as indicator for impacts of climate change on thermal comfort of humans. In *Seasonal forecasts, climatic change and human health* (ed: M. Thomson, R. Garcia-Herrera, M. Beniston). Springer, Dordrecht, 161-172.

Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *Int. J. Biometeor* 43, 76-84.

Matzarakis, A., Rutz, F. (2008). RayMan: A tools for research and education in applied climatology. *Proc. 8th Conference on Meteorology-Climatology-Atmospheric-Physics (COMECAP 2006)*, 161-168.

Matzarakis, A., Rutz, F., Mayer, H. (2000). Estimation and calculation of the mean radiant temperature within urban structures. In: *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the Millenium* (ed. R.J. de Dear, J.D. Kalma, T.R. Oke, A. Auliciems). World Meteorological Organization, Geneva, 273-278.

Mohamed, M. (2017). Analysis of Digital Elevation Model and LANDSAT Data Using Geographic Information System for Soil Mapping in Urban Areas. *Natural Resources*, 8, 767-787.

Monteiro, A. (1997). O clima urbano do Porto. Contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território. *Textos Universitários de Ciências Sociais e Humanas, Fundação Calouste Gulbenkian, Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Lisboa*.

Monteiro, A. (2013b). Compensa correr o risco de arriscar viver no clima portuense? Ou será um perigo para a saúde que devemos evitar? In *Riscos naturais, antrópicos e mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo* (Coord: F. Lourenço, M. Mateus), Departamento de Geografia da Universidade de Coimbra, Coimbra, pp. 301-312.

Monteiro, A. *et al.* (2014a). Plano Estratégico de Base Territorial da Área Metropolitana do Porto. 3 volumes (Diagnóstico, Estratégia e Plano de Acção), Área Metropolitana do Porto, Porto.

Monteiro, A. *et al.* (2012a). Atlas da saúde e da doença – vulnerabilidades climáticas e socioeconómicas na Grande Área Metropolitana do Porto e Concelho do Porto. Volumes I e II, Porto.

Monteiro, A., Carvalho, V. (2013d). Uma abordagem metodológica para avaliação de eventos climáticos extremos. In: *Climatologia urbana e regional: Questões teóricas e estudos de caso* (Coord: M. Amorim, J. Neto, A. Monteiro), Editora Outras Expressões, Brasil, São Paulo, 117-142.

Monteiro, A., Carvalho, V., Góis, J., Sousa, C. (2012b). Use of “Cold Spell” indices to quantify excess chronic obstructive pulmonary disease (COPD) morbidity during winter (November to March 2000–2007): case study in Porto. *Int J Biometeorol*, 57 (6), 857-870.

Monteiro, A., Fonseca, L. (2013c). Conhecer o clima para não transformar Gaia num deserto – a bioclimatologia como alavanca para outras políticas públicas. In: *Eixos de desenvolvimento local – O caso de Vila Nova de Gaia* (Coord: E. Rodrigues), Omnisinal Edições, Vila Nova de Gaia.

Monteiro, A., Fonseca, L., Velho, S., Almeida, M. (2013a). Os riscos para a saúde humana causados pelo frio nos climas mediterrânicos – o exemplo da área portuense. In: *Desigualdades socioterritoriais e comportamentos de saúde* (ed. P. Remoaldo, H. Nogueira). Edições Colibri, Lisboa, 141-183.

Monteiro, A., Madureira, H., Fonseca, L., Gonçalves, P (2017). Plano metropolitano de adaptação às alterações climáticas [Metroclima]. Área Metropolitana do Porto, Porto.

Raymond, C.M., Berry, P., Breil, M., Nita, M.R., Kabisch, N., de Bel, M., Enzi, V., Frantzeskaki, N., Geneletti, D., Cardinaletti, M., Lovinger, L., Basnou, C., Monteiro, A., Robrecht, H., Sgrigna, G., Muhari, L. and Calfapietra, C. (2017). An Impact Evaluation Framework to Support Planning and Evaluation of Nature-based Solutions Projects. Report prepared by the EKLIPSE Expert Working Group on Nature-based Solutions to Promote Climate Resilience in Urban Areas. Centre for Ecology & Hydrology, Wallingford, United Kingdom.

Silva B. (2018). Variações temporais e espaciais da temperatura da superfície em Vila Nova de Gaia: análise com base em imagens de satélite Landsat 7 e 8. Dissertação de Mestrado em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território, FLUP.

Silva, P. (2018, no prelo). Caracterização do clima urbano, medições itinerantes. Dissertação de Mestrado em Riscos, Cidades e Ordenamento do Território, FLUP.

Stewart, I.D., Oke, T.R. (2012). Local Climate Zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93, 1879-1900.

Stewart, I.D., Oke, T.R., Krayenhoff, E.S. (2014). Evaluation of the ‘local climate zone’ scheme using temperature observations and model simulations. *International Journal of Climatology*, 34: 1062-80.

Wang, R., Ren, C., Xu, Y., Lau, K. K. L., Shi, Y. (2018). Mapping the local climate zones of urban areas by GIS-based and WUDAPT methods: A case study of Hong Kong. *Urban climate*, 24, 567-576.

Winter Design Guidelines. Transforming Edmonton into a Great Winter City. December 2016 •

PLANEAMENTO
QUALIDADE DE VIDA
GOVERNANÇA CONHECIMENTO EXPERIMENTAÇÃO
MOTIVAÇÃO
INTELIGÊNCIA INCERTEZA COMPLEXIDADE
PARTILHA
PRUDÊNCIA MONITORIZAÇÃO PACTO
PERCEÇÃO CONFIANÇA INFORMAÇÃO
MUDANÇA MAPEAMENTO
CONFORTO BIOCLIMÁTICO
EQUILÍBRIO CONFORTO
SAÚDE HARMONIA PRECAUÇÃO
BEM-ESTAR COMPROMISSO
AMBIENTE TRANSIÇÃO
RISCO CLIMÁTICO



**GRANGEAR E ATRAIR O CONHECIMENTO
CIÊNTIFICO EM CLIMATOLOGIA APLICADA**



**ACAUTELAR AS EXPECTATIVAS DE QUALIDADE
DE VIDA E BEM ESTAR DOS RESIDENTES**



**INFORMAR OS UTILIZADORES DO ESPAÇO GAIENSE
SOBRE OS DIVERSOS MOSAICOS CLIMÁTICOS LOCAIS**



**AVISAR E COMPROMETER TODOS OS ATORES LOCAIS
PARA A NECESSIDADE DE TORNAR GAIA NUM ESPAÇO
MAIS RESILIENTE AOS RISCOS CLIMÁTICOS**

