



Ana Natálio,
FLUP ~ anatalio@gmail.com

Bruno Rocha,
FLUP ~ brunomiguel.p.rocha@gmail.com

Ana Monteiro,
FLUP – DG – ISPUP - CITTA ~
anamonteirosousa@gmail.com

1. A importância das características naturais e antrópicas no clima urbano - estudo de caso na Freguesia da Vitória.

Recursos Naturais e Ordenamento do Território

2. Resumo

Com este trabalho abordou-se alguns dos conceitos mais estudados no clima urbano, nomeadamente as características físicas da cidade e o metabolismo urbano, de forma a compreender os resultados obtidos nas medições itinerantes de temperaturas realizadas na freguesia da Vitória. Estes foram os factores que permitiram a definição do percurso realizado neste estudo, uma vez que as actividades humanas e o tipo de mobiliário urbano podem provocar alterações substantivas no balanço energético com reflexos à escala local e regional. Conclui-se que todos os factores estudados, apesar das características que os compõem serem diferentes, funcionam em articulação e interferem entre si, contudo é necessário conhecer a dinâmica que os envolve. O que comprova que no clima urbano o *modus vivendi* é de extrema importância e muito influenciador das variações de temperatura da cidade.

Palavras-chave: climatologia aplicada, Clima urbano, medições itinerantes de temperatura, metabolismo urbano.

3. Abstract

This paper addresses some of the most important concepts of the research field that focuses on the study of urban climate, namely those related with the physical characteristics of the city and the urban metabolism, in order to understand the results of the itinerant measurements of temperature that were carried out in the parish of Vitória. These factors have also been considered in the establishment of the route for the collection of the different measurements, given that the types of human activities and the characteristics of the public spaces are believed to produce varying effects on the energy balance at both local and regional levels. The main conclusion is that despite the distinctive characteristics of each of the factors analyzed in this paper, they seem to be interconnected. This proves that the *modus vivendi* plays

a crucial role in urban climate, strongly influencing the temperature variations in a specific urban area.

Keywords: Applied Climatology, Urban climate, itinerant measurements of temperature, urban metabolism.

4. Introdução

Actualmente os centros urbanos são locais de grande expansão e concentração populacional e de actividades económicas e sociais que modificam o seu metabolismo provocando alterações no suporte biofísico que os caracteriza. Esta forte densidade, traduz-se em intervenções antrópicas sobre as cidades e o ambiente urbano, das quais se pode referir a poluição, a construção de edifícios e pavimentos, redução de vegetação, entre outros. O ambiente urbano inclui elementos naturais, construídos e socioeconómicos que permitem compreender o seu metabolismo e a sua dinâmica, pelo que o conhecimento dos factores e causalidades que aí interferem, sejam de origem natural ou antrópica, é essencial no estudo do clima urbano que *“resulta da modificação das condições climáticas gerais pelas características físicas da cidade (nomeadamente a morfologia urbana) e pelo metabolismo urbano”*, (Alcoforado and Andrade 2007) e da eventual formação de Ilhas de Calor urbano (IC). Estas *“são sobretudo um fenómeno nocturno e associado principalmente a tipos de tempo estáveis, com céu limpo e pouco nublado e vento fraco.”* Sendo o aspecto mais estudado do clima urbano *“engloba as áreas do centro da cidade com temperaturas mais elevadas que a periferia rural”* (Alcoforado and Andrade 2007) deve-se perceber então que a relação entre o clima urbano e os factores naturais e antrópicos provocam fenómenos a uma escala espacial e temporal que importa aprofundar e esclarecer de forma a promover o conhecimento da *“climatologia urbana para a qualidade de vida e para a sustentabilidade urbana”*. (Andrade 2005)

O Clima Urbano devido à sua extrema importância e interacção com outras áreas do conhecimento tem dado origem a diversas análises de aplicabilidade e dos conceitos que lhe estão directamente relacionados, bem como a diversos estudos. (Balkestaohl 2009) no seu estudo sobre esta temática, reforça a importância destes estudos e dá-nos alguns exemplos de trabalhos realizados anteriormente por diferentes autores e em diferentes cidades¹.

Nesse sentido, o presente trabalho propõe-se analisar os registos de temperatura recolhidos durante um percurso de medições itinerantes durante a noite e procura incluir os diferentes metabolismos urbanos existentes na freguesia da Vitória assim como a diferenciação morfológica e de desenho urbano, uma vez que as actividades humanas e o tipo de mobiliário urbano podem provocar alterações substantivas no balanço energético com reflexos à escala local e regional.

O objectivo desta investigação pretende identificar as possíveis Ilhas de Calor na freguesia da Vitória e compreender de que forma a formação e localização destas ilhas de calor são influenciadas pelas características naturais e antrópicas e o próprio metabolismo urbano da freguesia.

Tentamos avaliar diversos factores como a diferenciação altimétrica, a distância ao mar e ao rio já que a presença de massas líquidas nas proximidades de um local funcionam como importantes reguladores térmicos. A existência ou a inexistência de vegetação e a distância a

¹ Londres, Chandler, 1965; Nova Iorque, Bornstein, 1968; St. Louis, Changnon Jr., 1978; Montreal, T. Oke, 1975; Columbia, Maryland, Landsberg, 1979; Uppsala, A. Sunborg, 1950 e R. Taesler, 1980; Madrid, A. López Gómez, 1984; Lisboa, M.J. Alcoforado, 1986; Porto, A. Monteiro, 1993; Coimbra, Ganho, N., 1995.

que ela se encontra. E incluir no percurso monitorizado áreas com diversas larguras de ruas e altura dos edifícios (*skyview factors*), atravessando ruas com materiais construtivos diversos e com vitalidades urbanas diurnas e nocturnas diferenciadas (*modus vivendi*).

5. Metodologia

Foi elaborado um breve enquadramento teórico versando sobre os conceitos de ilhas de calor e clima urbano. A investigação foi apoiada pela realização de medições itinerantes de temperatura de forma a identificar as ilhas de calor na freguesia da Vitória, recolha de informação, *in loco*, referente a indicadores como a tipologia dos edifícios e a morfologia da freguesia, de modo a compreender de que forma as características naturais (Altimetria; Distância ao mar e ao rio; Vegetação) e antrópicas (*Skyview Factor*; Características do Edificado e Suporte Rodoviário) influenciam a formação das ilhas de calor. Os dados recolhidos permitiram a realização de cartografia específica através do método de kriging².

6. Caso de Estudo

O nosso caso de estudo é a freguesia da Vitória situada na cidade do Porto. Inserida no núcleo central da cidade, a freguesia da Vitória, confina com Miragaia, Santo Ildefonso, Cedofeita, Sé e S. Nicolau (Mapa 1) é caracterizada por um terreno acidentado, um casco urbano antigo formado por ruas e ruelas estreitas e algumas áreas com ruas mais amplas e com uma intervenção mais recente. A cidade do Porto e consequentemente a freguesia da Vitória, “Inserese na fachada atlântica do Noroeste da Península Ibérica, na zona das latitudes médias afectadas alternadamente pelos centros de acção subpolar e subtropical do hemisfério norte, pelo que revela características climáticas temperadas mas sujeita à grande variabilidade tipicamente mediterrânica; a sua integração num território da margem meridional da zona temperada do norte confere-lhe influências da circulação proveniente do norte de África.” (Balkestaohl 2009)

Com base nos últimos censos (2001) é uma área de 0,31 km² com 2 720 habitantes, o que traduz uma densidade populacional de 8 774,2 hab/km²., representando 1% da população portuguesa, no entanto, apesar de ser a freguesia com menor número de indivíduos, possuía a quinta maior densidade populacional. Cerca de 70% dos edifícios existentes na freguesia da Vitória foram construídos na primeira metade do século XX.

Esta área central do Porto tem vindo a sofrer, nos últimos anos, uma profunda reestruturação funcional que incluiu, por exemplo, novas ofertas culturais, museológicas, administrativas e lúdico-recreativas com repercussões significativas na vitalidade do espaço tanto durante o dia como durante a noite.

7. Resultados – Análise

Sendo definido e estabelecido previamente o percurso, com base nos factores explicados anteriormente, este trabalho impôs a realização de medições itinerantes para a obtenção da temperatura. As medições efectuaram-se com recurso a termohigrometro digital Delta OHM – DO 9406, efectuado em automóvel e numa extensão de aproximadamente 4 Km, incluindo 79 pontos e uma duração de cerca de 20 minutos (Mapa 2). Estas medições foram realizadas no período

² Kriging, também muitas vezes traduzido como Krigagem, é um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados.

compreendido entre Março e Maio de 2010, num total de 10 registos³. A recolha dos dados do termohigrometro foi efectuada através de um software específico, *TeraTerm*, e exportados para uma folha de cálculo (Excel) de forma a serem submetidos a tratamento e análise.

Para tentar responder à nossa questão de partida, procedemos à análise dos diferentes resultados dos parâmetros que consideramos importante analisar na nossa investigação que serão apresentados seguidamente:

1.1. Situação sinóptica

Teve-se em consideração a recolha e análise das cartas sinópticas do site da UKMO⁴, tentando-se perceber se a situação sinóptica representava dias de estabilidade ou instabilidade atmosférica.

Analisando as cartas sinópticas pode-se constatar, que todos os dias de medição corresponderam a dias de instabilidade atmosférica, à excepção do dia 19 de Maio de 2010 que apresentou uma situação sinóptica característica de estabilidade.

1.2. Krigagem

Para uma análise dos dados obtidos começamos por realizar cartografia através do método de kriging⁵, verificando que os resultados de temperatura obtidos e cartografados à mesma escala impossibilitavam a análise dos mesmos, pelo facto de os mapas não serem representativos de variações de temperatura durante o percurso. As temperaturas registadas nos diferentes dias apresentam valores entre 12,9° C e 25,5° C, ou seja uma amplitude de 12,6° C, o que resulta em manchas extensas não permitindo a representação das variações das temperaturas nos diferentes dias das medições.

Decidimos então que seria importante fazer uma escala específica para cada dia de medição, com uma amplitude da escala variável, dependendo da amplitude térmica registada (Conjunto de mapas 4). Constatamos então que os mapas já permitiam ter uma leitura dos resultados mais correcta e próxima da realidade, em alguns dos dias. Mas, considerando que o kriging parte do princípio que pontos próximos no espaço tendem a ter valores mais parecidos do que pontos mais afastados, e como o percurso é relativamente reduzido e com pontos muito próximos uns dos outros, e por vezes com passagens repetidas em alguns deles, e que tem temperaturas por regra diferente em cada passagem seria difícil perceber situações específicas da variação das temperaturas em alguns casos e respectivos fenómenos explicativos.

Optamos por realizar mapas, para cada um dos dias de medições, onde constam as temperaturas exactas em cada ponto de medição do percurso, conseguindo-se dessa forma ter uma noção espacial mais exacta da distribuição e variação das temperaturas.

Conforme explicado não existia um “padrão” destacável nem temporal nem espacial das temperaturas dos mapas realizados através do kriging. Ainda assim, uma análise dos mesmos a

³ O total de registos obtidos deve-se ao facto de durante o período estabelecido para as medições ter ocorrido uma perda significativa de dados já recolhidos bem como a existência de dias com uma situação climática adversa para a realização das medições, já que não é possível realiza-las em dias de precipitação.

⁴ <http://www.metoffice.gov.uk/weather/europe/>

⁵ Kriging, também muitas vezes traduzido como Krigagem, é um método de regressão usado em geoestatística para aproximar ou interpolar dados.

escalas de amplitude variável dependendo do dia, permite nos elencar nos 10 dias de medição, 3 grupos de mapas com características de temperatura aproximada.

Um primeiro grupo constituído pelos dias 11 de Maio e 7 de Abril que apresentam temperaturas mais baixas, entre 12° e 14° C. Um segundo grupo constituído pelos dias 19, 20, 21 e 24 de Maio que apresentam as temperaturas mais elevadas, entre 18° e 26° C. E um terceiro grupo constituído pelos dias 16 e 17 de Março e 13 e 26 de Abril com as temperaturas intermédias. Podemos então perceber que as temperaturas registadas nos diferentes dias apresentam valores entre 12,9° e 25,5° C, ou seja uma amplitude de 12,6° C. Mas em cada dia a amplitude térmica situa-se entre 0,7° e 3,8° C, sendo que em 6 dos 10 dias, a amplitude situa-se entre 0,7° e 1,0° C, e os restantes dias apresentam valores mais díspares, entre 2,2° e 3,8° C.

1.3. Pontos repetidos

Como existem pontos repetidos decidimos também apoiar a análise em tabelas para rapidamente visualizarmos de forma global todas as temperaturas nos diferentes pontos e dias de medição

Identificando os locais de passagem repetidos e respectivo número do ponto:

- | | |
|---|--|
| ▪ Meio do Campo dos Mártires da Pátria (21 e 32) | ▪ GNR porta (55 e 68) |
| ▪ Meio do jardim, frente ao Museu da Fotografia (22, 33 e 61) | ▪ ICBAS (56 e 69) |
| ▪ Torre dos Clérigos (34 e 62) | ▪ 2ª Palmeira frente ao hospital (57 e 70) |
| ▪ Fim da Igreja (35 e 63) | ▪ Antes da esquina – cruzamento (58 e 71) |
| ▪ Antes da travessa das Taipas (19, 30, 78) | ▪ Frente ao Palácio da Justiça (59 e 72) |
| ▪ ISPUP (20, 31 e 79) | ▪ Estátua da Liberdade (60 e 73) |

Nestes pontos, é possível verificar que a temperatura entre os diferentes momentos de passagem e registo de temperatura no local e no mesmo dia, com diferenças de tempo nunca superiores a cinco minutos, se traduz, na maioria dos casos numa oscilação térmica que pode ir dos 0,1° até 1° C, sendo raros os casos em que a temperatura não sofre alterações

1.4. Distância ao mar e ao rio

Com o Google Earth realizou-se a marcação dos pontos de medição, respectivas coordenadas, altitude, distância ao mar e ao rio de cada um dos pontos.

Relativamente à análise que nos propusemos realizar em relação aos mosaicos de água é possível verificar que a diferença entre o valor mínimo e máximo da distância ao mar é de 482,6 metros, entre os diferentes pontos do percurso sendo o valor mínimo de 4828,2m (2ª palmeira frente ao hospital) e o valor máximo de 5310,8m (Banco de Portugal) (Tabela 1) e Existe um maior número de dias em que as temperaturas são inferiores no ponto mais próximo do mar relativamente ao mais afastado (6 dias em 10). (Tabela 2).

A diferença entre a distância mínima e máxima ao rio é de 628,8 metros, sendo o valor mínimo de 262,64m (Início da Rua das Taipas) e o valor máximo 891,2m (Molaflex) (Tabela 3). Comparando o ponto mais afastado do ponto mais próximo do rio, verifica-se que em 4 dias as

temperaturas são inferiores no ponto mais distante, sendo que nos outros 6 dias a temperatura é superior, registando uma diferença até 3.4° C (Tabela 4).

1.5. Altimetria

Relativamente à altitude esta tem uma diferença entre o valor mínimo e máximo de 50,4 metros, sendo o valor mínimo de 39,6m (Largo de São Domingos) e o valor máximo de 90m (Moinho de Vento, Casa Viúva, Docelândia, Teatro Carlos Alberto, Junta de Freguesia e Ordem do Carmo – porta) (Tabela 5). Analisando o ponto mais baixo do percurso e o conjunto de pontos mais elevados verifica-se que em três dos dias totais de medições no conjunto de pontos mais altos a temperatura é mais elevada do que no ponto com a altitude inferior (Tabela 6).

Pelo facto de a freguesia da Vitória ter uma topografia muito irregular consideramos importante ver alguns exemplos demonstrativos dessa irregularidade, portanto além de comparar os pontos mais altos com ponto mais baixo, as denominadas cotas altas e cotas baixas, atendendo a que não existe um padrão comparamos também o ponto Torre dos Clérigos (80 m) com o ponto Ana Gentil (68,31 m), já que os mesmos apresentam altitudes diferentes, mas características morfológicas e de metabolismo urbano idênticas. E registou-se novamente resultados distintos nos diferentes dias, já que existiram 5 dias com temperaturas superiores, 3 com temperaturas inferiores e duas com valores idênticos, no ponto mais baixo, Ana Gentil (Tabela 7).

1.6. Espaços verdes

Observando os espaços verdes, relativamente aos pontos com a presença de uma importante mancha verde (Jardim da Cordoaria) (Tabela 8), verifica-se que no dia 08 de Abril 2010 o ponto Meio do jardim, registou a temperatura mais elevada desse dia. No dia 16 de Março o ponto Frente ao Palácio da Justiça registou igualmente a temperatura mais elevada desse dia. No dia 18 de Março os pontos Estátua da Liberdade e Meio do Jardim registaram a temperatura mínima desse dia (Tabela 9). Ou seja volta a não haver um modelo idêntico em todos os dias, pois tanto se atinge as temperaturas mínimas como as máximas do respectivo dia, no mesmo local.

Relativamente aos factores naturais (distância ao mar e ao rio, altimetria e espaços verdes) realizou-se um mapa onde se faz a localização desses mesmos pontos (Mapa 3).

1.7. Skyview factor (SVF)

Depois de construído o quadro com as características da geometria e tipologias urbanas e suas funcionalidades (Tabela 10), consideramos que poderíamos de forma a tentar avaliar o SVF do nosso percurso agrupar as características em dois grupos. Pois, o *skyview factor* ou o índice de céu visível é entendido como um nível de obstrução solar. Consiste no “ângulo formado por duas rectas procedentes do centro da rua em direcção ao ponto mais elevado das paredes dos edifícios adjacentes”. É então “a razão entre o céu visível num determinado local e o máximo possível, num local sem obstáculos, podendo variar entre 0 e 1”. Isto é quanto maior for o seu resultado, ou seja, quanto mais elevado se apresentar a abertura ao céu, superior será a irradiação para o exterior. (Carvalho 2006)

Agrupamos então as três primeiras características constantes do quadro no grupo do SVF com maior grau de obstrução, e os dois últimos com SVF superior, ou seja com um menor grau de obstrução. (Tabela 11).

Nos pontos respeitantes ao SVF superior, existem dias em que são atingidas as temperaturas máximas do respectivo dia, como é exemplo o dia 16 de Março em frente ao Palácio da Justiça, dia 13 de Abril e 11 de Maio na GNR-porta, dia 26 de Abril no ICBAS, dia 19 de Maio na Casa viúva, dia 21 de Maio na Molaflex, entre outros. Assim como se atingem temperaturas mínimas dos dias em estudo, nestes mesmos pontos, tais como dia 17 de Março na GNR-porta, dia 16 de Março na Casa viúva, dia 7 de Abril na Torre dos Clérigos e Fim da

igreja. Situação idêntica acontece nos pontos de SVF inferior ou seja com maior grau de obstrução, tanto se atingem temperaturas mínimas como máximas (Tabela 12).

1.8. Características do edificado e Suporte Rodoviário

Durante o processo de troca de energia, a radiação solar pode ser absorvida em maior ou menor quantidade, consoante a quantidade de radiação solar reflectida. Geralmente denominado por *albedo*⁶ este processo de troca calorífica, é variável segundo dois parâmetros “o ângulo de incidência dos raios solares (...) e em segundo lugar, a natureza do corpo sobre o qual incide a radiação, sendo que esta é muito variável.” (Cuadrat and Pita 2000). A cor dos elementos determina o valor do *albedo*, sendo que quanto mais clara mais radiação solar reflecte e os elementos mais escuros tornam-se pouco reflectores.

Relativamente a esta temática poderemos ter em conta as características do edificado e também suporte rodoviário visto que ambos podem variar de tonalidade e materiais usados. Essa análise foi feita e compilada, e demonstra que relativamente as características do edificado a maioria dos pontos são de materiais variados (pintado, azulejos e granito) mas quase todos eles tem uma tonalidade média (Tabela 13). No suporte rodoviário a maior percentagem de pontos encontra piso em granito, e apenas uma das vias de circulação e de registo de temperaturas encontra um piso de asfalto (pontos 42 a 45) (Tabela 14). Consideramos então que a análise destas características não seria muito significativa.

8. Discussão

Concluimos que o facto de termos apenas um dia com uma situação estável não nos permitiu perceber se, “na generalidade as situações sinópticas de estabilidade potenciam e as de instabilidade atenuam/inibem a existência e a magnitude da ilha de calor.” Atendendo a que “esta relação não é absolutamente linear” (Balkestaohl 2009) não conseguimos saber se se comprova ou não. Mas a verdade é que o facto de toda a nossa área de estudo se localizar no centro da cidade, que como já foi referido é onde se localiza a ilha de calor urbano e a inexistência do cálculo de anomalias térmicas faz com que não nos tenhamos direccionado directamente para o estudo da mesma, já que este não seria conclusivo. E como defende (Góis 2002), no seu estudo também realizando medições itinerantes em toda a cidade, “o núcleo central da cidade do Porto apresenta sistematicamente as temperaturas mais altas registadas ao longo dos percursos, independentemente da altura do ano em que se realizam as medições.”

Concentrando-nos na análise dos resultados relativos a questões naturais, verificamos que estes não têm só por si uma relação directa com as temperaturas registadas num determinado local, pois o facto de se estar mais perto do rio não significou sempre que se registava uma temperatura menor do que o ponto mais afastado do rio. O mesmo aconteceu com os factores de altimetria, de proximidade ao mar e à vegetação, pois no clima urbano estes factores enfrentam outros de ordem antrópica como o *skyview factor*, características do edificado, suporte rodoviário, entre outros, que atenuam as características intrínsecas dos factores naturais. Mas a verdade é que também analisando apenas estes factores antrópicos não se consegue justificar as variações encontradas.

Todos estes factores, apesar das características que os compõem serem diferentes, funcionam em articulação e interferem entre si, contudo é necessário conhecer a dinâmica que os envolve. O que comprova que no clima urbano o *modus vivendi* é de extrema importância e muito influenciador das variações de temperatura da cidade. Entre enumeras actividades que se poderiam salientar, importa realçar o grau de congestionamento de tráfego urbano, já que *de per si* o fluxo de carros que circula na via pública está directamente associado à emissão de gases

⁶ A percentagem de energia reflectida de um corpo em relação ao total da energia incidente sobre ele

para a atmosfera potenciadores de agravamento do “efeito de estufa”, e, portanto, alterações no cocktail gasoso que afecta naturalmente os valores da temperatura.

Este estudo vem reforçar os resultados obtidos em estudos anteriores, nomeadamente um estudo realizado para a Área Metropolitana do Porto que afirma que, *“pese embora, a proximidade do mar e as diferenciações altimétricas contribuam para diluir a importância da complexa geometria das superfícies urbanizadas, da variedade de formas e orientação dos edifícios, das diferentes propriedades térmicas dos materiais utilizados, da intensa impermeabilização do solo ou do calor libertado pelas diversas actividades antrópicas, na modificação do balanço energético, não são suficientes para eliminar os contributos do modus vivendi urbano nos mosaicos climáticos regionais e locais.”* (Monteiro 2006)

Os resultados obtidos vem confirmar que o clima urbano *“resulta da modificação das condições climáticas gerais pelas características físicas da cidade (nomeadamente a morfologia urbana) e pelo metabolismo urbano”* (Alcoforado and Andrade 2007) mas seria importante confirmar e alargar esta mesma análise tentando efectuar as medições itinerantes com um número aproximado de dias de estabilidade e instabilidade sinóptica.

Relativamente aos mapas de kriging poder-se ia encontrar um valor médio para os pontos com mais de uma passagem no mesmo dia, para dessa forma se tentar diminuir o possível erro resultante de para o mesmo local existir valores de temperatura diferente no mesmo dia.

Estas medições deverão também corresponder a um calendário o mais regular possível, tentando abranger todos os dias da semana, para se perceber de forma mais clara o *modus vivendi* da cidade e suas variações. Desta forma seria possível e desejável aumentar-se a amostra para se conseguir confirmar uma série de situação anómalas que foram sendo registadas, como por exemplo o caso conjunto e comparativo da Torre dos Clérigos e Ana Gentil, ou o ponto Meio do Jardim, e até mesmo o conjunto de pontos com maior altitude comparativamente com o de menor altitude, entre outros. Para dessa forma se tentar perceber mais concretamente com que regularidade as situações de maiores ou menores temperaturas num determinado ponto acontecem comparativamente com outros, considerando a situação sinóptica, a época do ano, o dia da semana, a orientação dos ventos, entre outros aspectos.

Acima de tudo tentar-se-ia sobretudo melhorar o conhecimento do impacte das várias peças que compõe este *puzzle* urbano, em concreto, nos balanços energéticos locais. Assim, estaremos também a munir os decisores de mais e melhor informação para avaliar o peso relativo de algumas decisões sobre o território no sucesso da implementação das suas políticas de desenvolvimento sustentável de espaços urbanos de média dimensão como o Porto e o seu núcleo central.

9. Bibliografia

1.1.1.Livros

Cuadrat, J. M.; Pita, M. F. (2000) – Climatología, Cátedra, Madrid: pp. 496 (44)

1.1.2.Artigos

Alcoforado, M. J. and H. Andrade (2007). Clima e Saúde na Cidade. Implicações para o Território. Finisterra. Coimbra, Almedina: 99-118.

Andrade, H. (2005). Clima Urbano - Natureza, Escalas De Análise E Aplicabilidade. Finisterra. Lisboa, Centro de Estudos Geográficos. XL: 67-91.

Balkestaohl, L. C. (2009). Estrutura espaciotemporal da Ilha de Calor Urbano (Porto). Porto, Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Departamento de Geografia.

Monteiro, A. (2006). A Climatologia Urbana enquanto indicador de sustentabilidade urbana - estudos de caso na Área Metropolitana do Porto. II Congresso Luso-Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional Integrado e Sustentável, Campus de Gualtar, Universidade Minho.

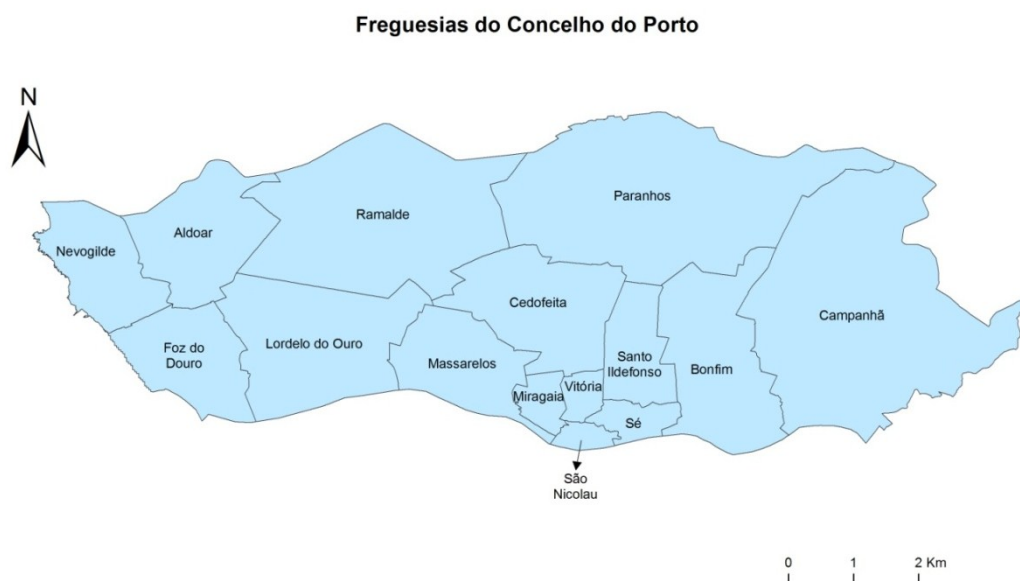
Peixoto, J. P. (1989). "O que é o Clima: quid est clima." Fundação Calouste Gulbenkian: 17 - 30.

1.1.3.Teses

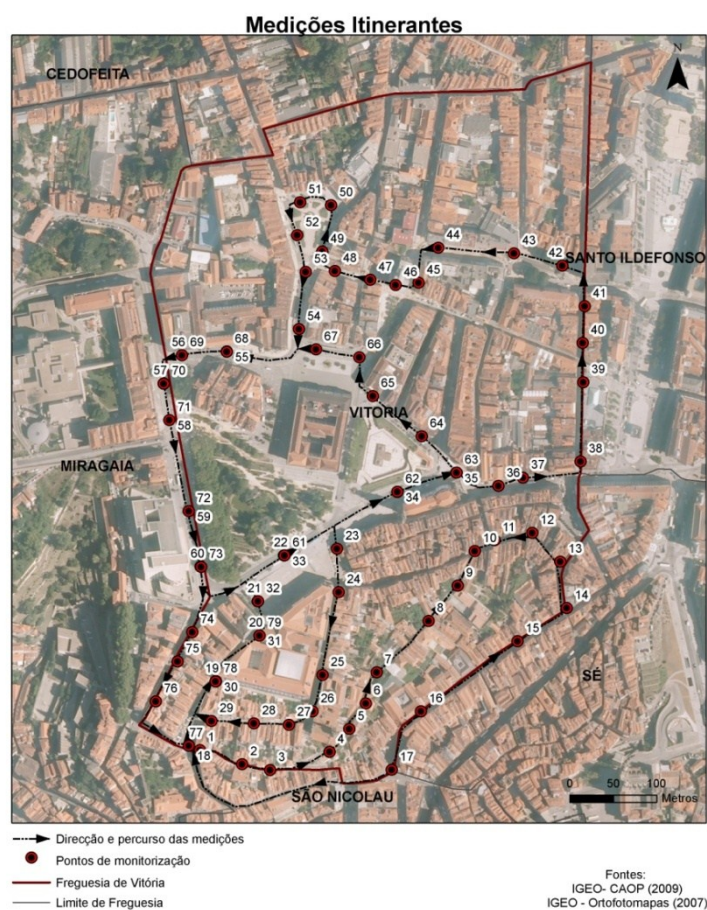
Carvalho, V. (2006). Contributos bioclimáticos para o planeamento urbano sustentável: medidas de mitigação e de adaptação enquanto resposta às alterações climáticas. Faculdade de Engenharia e Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto, Universidade do Porto. Master: 373.

Góis, J. E. S. (2002). Contribuição dos Modelos Estocásticos para o Estudo da Climatologia Urbana. Faculdade de Engenharia - Departamento de Engenharia de Minas. Porto, Universidade do Porto. Doutoral

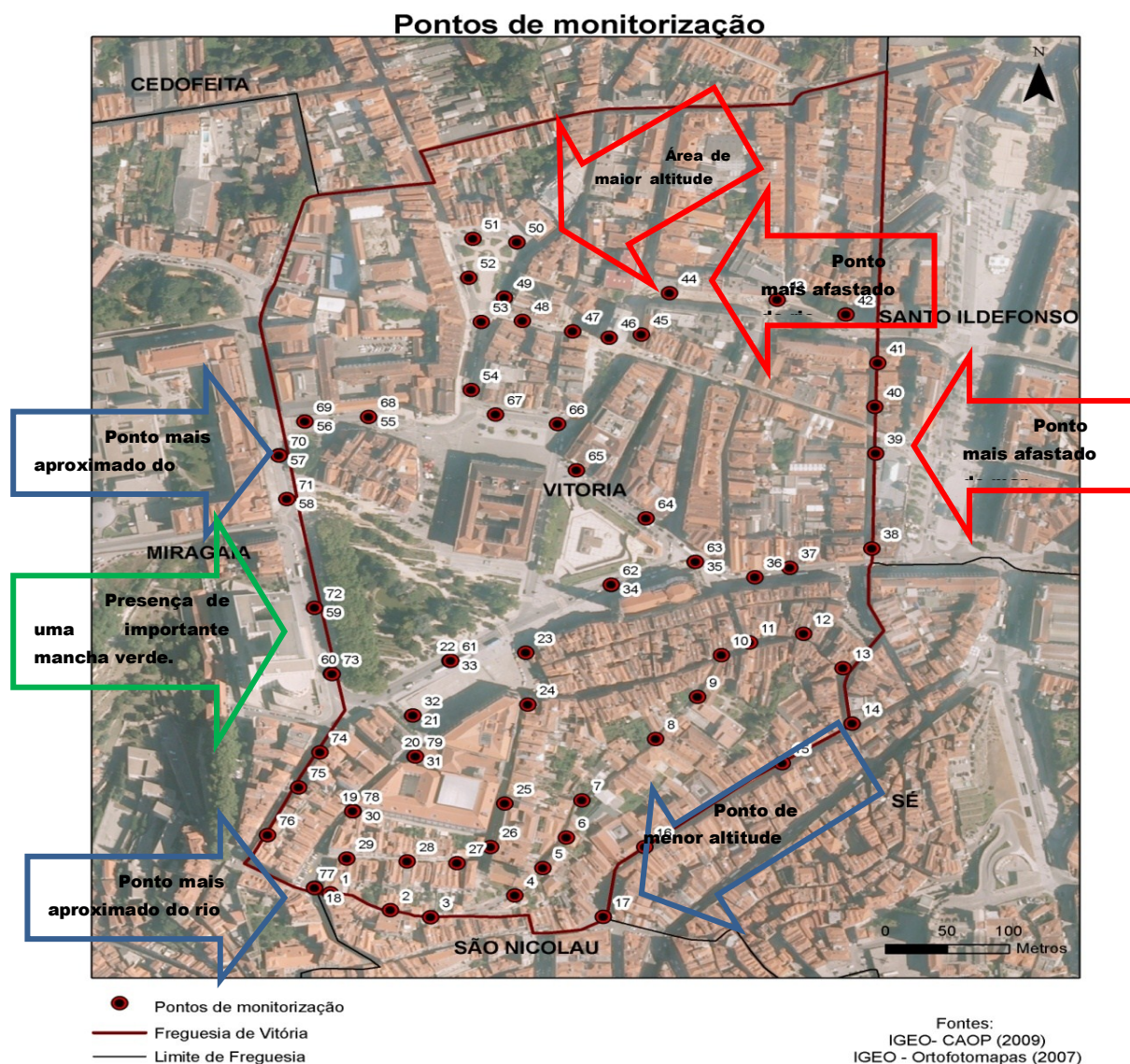
10. Anexos



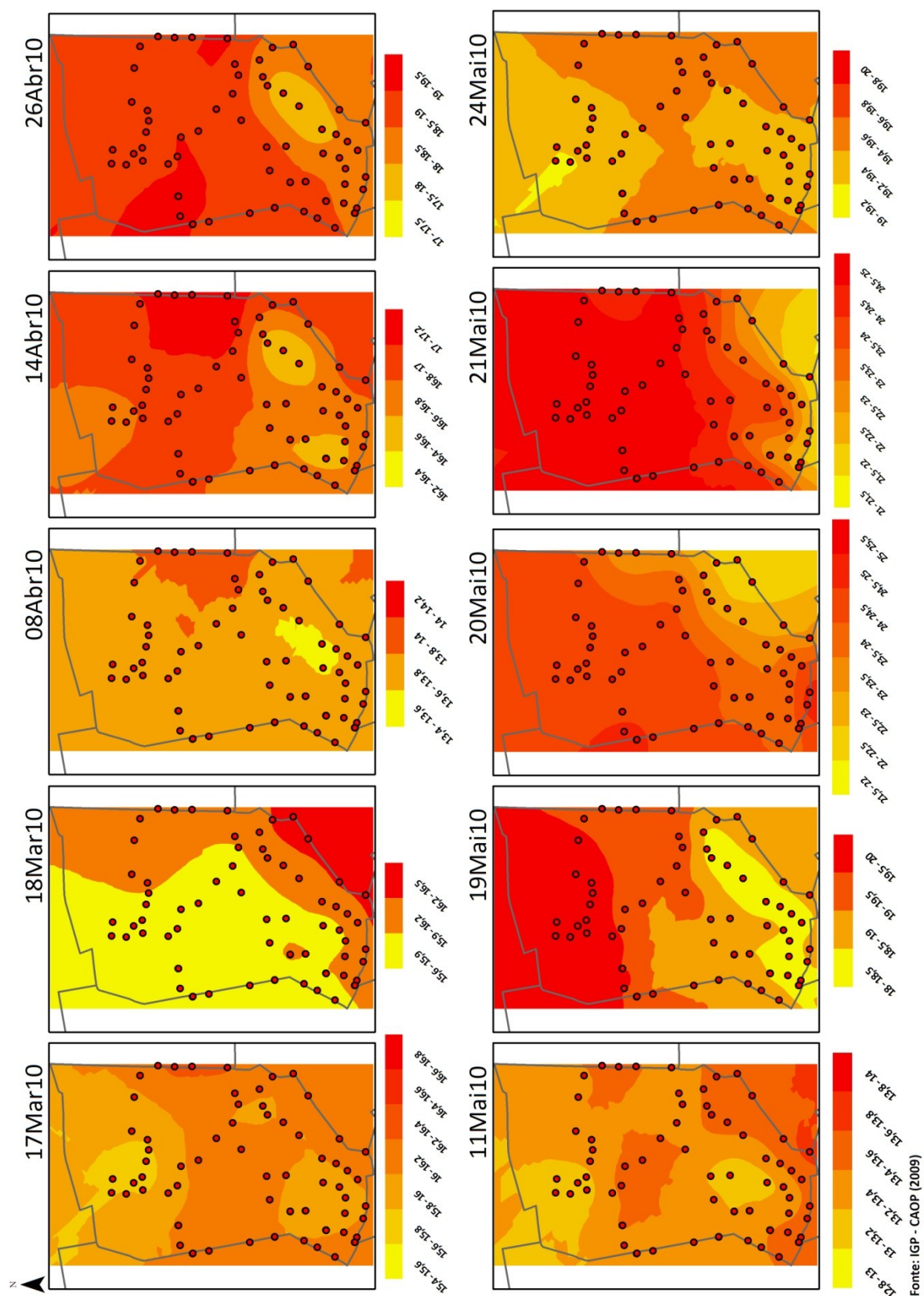
Mapa 1 - Localização geográfica da freguesia da Vitória



Mapa 2 - Mapa de pontos e percurso das medições itinerantes



Mapa 3 – Localização dos pontos referentes aos factores naturais (Distância ao rio e ao mar, altimetria e presença de manchas verdes)



Conjunto de mapas 4 - Mapas Kriging de todos os dias de medições itinerantes realizados com a escala específica consoante a amplitude térmica registada e localização dos respectivos pontos de medição.

	Pontos	Distância ao mar
Ponto mais afastado	39 - Banco de Portugal	5310,8 metros
Ponto mais aproximado	57- 2ª Palmeira frente ao Hospital	4828,2 metros
	Diferença entre o ponto mais aproximado e o mais afastado	482,6 metros

Tabela 1 - Distância dos pontos, mais afastado e mais aproximado, do mar e respectiva amplitude

Pontos	16-03-2010	18-03-2010	08-04-2002	14-04-2010	26-04-2010	11-05-2010	19-05-2010	20-05-2010	21-05-2010	24-05-2010
Banco de Portugal	16,2° C	16,2° C	14 °C	17,2° C	18,9° C	13,5° C	19,4° C	22,7° C	24,4° C	19,6° C
2ª palmeira frente ao Hospital	16° C	15,7° C	13,7° C	16,8° C	19,1° C	13° C	19,4° C	24,5° C	24,8° C	19,4° C

Tabela 2- Valores de temperatura nos pontos, mais afastado e mais próximo, do mar

	Pontos	Distância ao rio
Ponto mais afastado	44 - Molaflex	891,2 metros
Ponto mais aproximado	18 - Início da rua das taipas	262,4 metros
	Diferença entre o ponto mais próximo e o mais afastado	628,8 metros

Tabela 3- Distância dos pontos, mais afastado e mais aproximado, do rio e respectiva amplitude

Pontos	16-03-2010	18-03-2010	08-04-2002	14-04-2010	26-04-2010	11-05-2010	19-05-2010	20-05-2010	21-05-2010	24-05-2010
Molaflex	15,9° C	16° C	13,7° C	17,1° C	19° C	13,4° C	19,8° C	24,6° C	25° C	19,5° C
Início Rua das Taipas	16,2° C	16,1° C	13,8° C	16,5° C	18,3° C	13,6° C	18,4° C	23° C	21,6° C	19,4° C

Tabela 4- Valores de temperatura nos pontos, mais afastado e mais próximo, do rio

	Pontos	Altitude
Ponto mais baixo	Largo de são Domingos	39,6 metros
Pontos mais altos	Moinho de Vento, Casa Viúva, Docelândia, Teatro Carlos Alberto, Junta de Freguesia e Ordem do Carmo – porta	90 metros
	Diferença entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo	50,4 metros

Tabela 5- Altitude dos pontos, maior e menor altitude, e respectiva amplitude

Pontos	16-03-2010	18-03-2010	08-04-2002	14-04-2010	26-04-2010	11-05-2010	19-05-2010	20-05-2010	21-05-2010	24-05-2010
Largo S. Domingos	16° C	16,3° C	13,8° C	16,9° C	18,5° C	13,8° C	18,6° C	22,8° C	21,2° C	19,6° C
Moinho de vento	15,7° C	15,8° C	13,7° C	16,8° C	18,8° C	13,3° C	19,9° C	24,3° C	24,7° C	19° C
Casa Viúva	15,5° C	15,8° C	13,7° C	16,9° C	18,8° C	13,1° C	20° C	24,3° C	24,7° C	19,1° C
Docelândia	15,7° C	15,7° C	13,7° C	16,7° C	18,8° C	13,1° C	19,9° C	24,4° C	24,7° C	19,1° C
Teatro Carlos Alberto	15,7° C	15,7° C	13,6° C	16,7° C	18,7° C	13,1° C	19,8° C	24,2° C	24,5° C	19,3° C
Junta de freguesia	15,8° C	15,7° C	13,7° C	16,6° C	18,7° C	13,1° C	19,8° C	24,4° C	24,5° C	19,1° C
Ordem do Carmo - porta	16° C	15,7° C	13,7° C	16,8° C	18,9° C	13° C	19,8° C	24,4° C	24,6° C	19,2° C

Tabela 6- Valores de temperatura dos pontos com maior e menor altitude

Pontos	16-03-2010	18-03-2010	08-04-2002	14-04-2010	26-04-2010	11-05-2010	19-05-2010	20-05-2010	21-05-2010	24-05-2010
Torre dos Clérigos	16,1° C	15,8° C	13,8° C	17° C	18,7° C	13,3° C	19,4° C	24,2° C	24,6° C	19,2° C
Ana Gentil	16,1° C	16° C	13,9° C	17,2° C	18,9° C	13,1° C	19,3° C	24,1° C	24,6° C	19,7° C

Tabela 7- Valores de temperatura dos Torre dos Clérigos e Ana Gentil

Pontos de medição	Espaços Verdes
1 a 20; 23 a 41; 43 a 48; 53 a 55; 62 a 68; 74 a 79.	Ausência de manchas verdes.
21; 22; 59; 60; 61; 72; 73.	Presença de uma importante mancha verde.
42; 49 a 52; 56 a 58; 69 a 71.	Presença de áreas verdes.

Tabela 8 - Classificação dos diferentes pontos relativamente aos espaços verdes

Pontos	6-03-2010	8-03-2010	8-04-2002	4-04-2010	6-04-2010	1-05-2010	9-05-2010	0-05-2010	1-05-2010	4-05-2010
Meio do jardim - frente ao Museu da fotografia	6,1° C	6° C	4,2° C	6,8° C	9° C	3,3° C	8,9° C	4,2° C	4,4° C	9,4° C
Frente ao Palácio da Justiça	6,5° C	5,7° C	3,8° C	6,8° C	9° C	3,5° C	8,9° C	4,2° C	4,2° C	9,6° C
Estatua da Liberdade	6,4° C	5,6° C	3,8° C	6,7° C	8,9° C	3,2° C	8,9° C	3,8° C	4,2° C	9,3° C
Meio do jardim - frente ao Museu da fotografia	6,3° C	5,6° C	3,6° C	6,4° C	9° C	3,4° C	8,9° C	4,1° C	4,6° C	9,4° C
Temperatura mínima	5,5° C	5,6° C	3,5° C	6,2° C	7,3° C	2,9° C	8,2° C	1,8° C	1,2° C	9,0° C
Temperatura máxima	6,5° C	6,3° C	4,2° C	7,2° C	9,5° C	3,9° C	0,0° C	5,5° C	5,0° C	9,9° C

Tabela 9 - Valores de temperatura de alguns pontos localizados na mais importante mancha verde e respectivas temperaturas mínimas e máximas do dia.

Pontos de medição	Geometria e tipologias urbanas (Urbanização-Funcionalidades)
1 a 13	- Área densamente urbanizada, ruas muito estreitas, com blocos de apartamentos até 2 andares. - Grande vocação residencial.
19; 27 a 30; 78	- Área densamente urbanizada, ruas estreitas, com prédios altos. - Grande vocação residencial.
14 a 16; 20; 24 a 26; 31; 38 a 41; 74 a 76; 79.	-Área densamente urbanizada, ruas estreitas, com prédios altos. - Grande vocação residencial, comércio e serviços.
21 a 23; 32 a 37; 42 a 73	-Área urbanizada, ruas largas ou espaços abertos. -Alguma vocação residencial, intenso comércio e serviços.
17;18;77	- Área urbanizada, espaços abertos ou ruas largas. - Vocação residencial, comércio e serviços.

Tabela 10- Classificação dos diferentes pontos relativamente à Geometria e tipologias urbanas.

Pontos de medição	Geometria e tipologias urbanas (Urbanização-Funcionalidades)
1 a 13	- Área densamente urbanizada, ruas muito estreitas, com blocos de apartamentos até 2 andares. - Grande vocação residencial.
19; 27 a 30; 78	- Área densamente urbanizada, ruas estreitas, com prédios altos. - Grande vocação residencial.
14 a 16; 20; 24 a 26; 31; 38 a 41; 74 a 76; 79.	-Área densamente urbanizada, ruas estreitas, com prédios altos. - Grande vocação residencial, comércio e serviços.
21 a 23; 32 a 37; 42 a 73	-Área urbanizada, ruas largas ou espaços abertos. -Alguma vocação residencial, intenso comércio e serviços.
17;18;77	- Área urbanizada, espaços abertos ou ruas largas. - Vocação residencial, comércio e serviços.

SkyView Factor

Tabela 11- Classificação do SkyView Factor

Pontos	16-03-2010	18-03-2010	08-04-2002	14-04-2010	26-04-2010	11-05-2010	19-05-2010	20-05-2010	21-05-2010	24-05-2010
Frente ao Palácio da Justiça	16,5° C	15,7° C	13,8° C	16,8° C	19° C	13,5° C	18,9° C	24,2° C	24,2° C	19,6° C
GNR - porta	16,2° C	15,7° C	13,7° C	17,2° C	19,2° C	13,9° C	19,4° C	24,4° C	24,7° C	19,4° C
GNR - porta	15,9° C	15,6° C	13,7° C	16,9° C	19,3° C	13,1° C	19,9° C	24,4° C	24,7° C	19,1° C
ICBAS	15,8° C	15,7° C	13,8° C	16,9° C	19,5° C	13° C	19,8° C	24,6° C	24,8° C	19,4° C
Casa Viúva	15,5° C	15,8° C	13,7° C	16,9° C	18,8° C	13,1° C	20° C	24,3° C	24,7° C	19,1° C
Molaflex	15,9° C	16° C	13,7° C	17,1° C	19° C	13,4° C	19,8° C	24,6° C	25° C	19,5° C
Temperatura mínima	15,5° C	15,6° C	13,5° C	16,2° C	17,3° C	12,9° C	18,2° C	21,8° C	21,2° C	19,0° C
Temperatura máxima	16,5° C	16,3° C	14,2° C	17,2° C	19,5° C	13,9° C	20,0° C	25,5° C	25,0° C	19,9° C

Tabela 12- Valores de temperatura de alguns pontos localizados nas áreas com um SkyView Factor superior e respectivas temperaturas mínimas e máximas do dia.

Pontos de medição	Características do Edificado
1 a 4; 7 a 9; 16; 17; 34; 35; 39 a 41; 59; 60; 62; 63; 72; 73.	Construção em granito de cor média.
24 a 26; 56 a 58; 69 a 71.	Construção em granito de cor escura.
5; 10 a 12; 14; 15; 18; 20; 21; 31; 32; 36 a 38; 42; 51; 52; 64; 65; 77; 79.	Construção em azulejos de cor média.
13; 19; 23; 27 a 30; 43 a 50; 53 a 55; 66 a 68; 74 a 76; 78.	Construção com paredes pintadas de cor média.

Tabela 13- Classificação dos diferentes pontos relativamente às características do edificado

Pontos de medição	Suporte Rodoviário
14 a 17; 22; 33 a 41; 46 a 73.	Piso em granito, intensa circulação rodoviária diurna.
42 a 45.	Piso em asfalto, intensa circulação rodoviária diurna.
1 a 13; 18 a 21; 23 a 32; 74 a 79.	Piso em granito, circulação pouco intensa.

Tabela 14- Classificação dos diferentes pontos relativamente às características do suporte rodoviário