ESPAÇO EM REVISTA
ISSN: 1519-7816

IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISE DAS CONDICIONANTES FÍSICAS RELEVANTES NO DINAMISMO DAS PAISAGENS URBANAS: Apontamentos sobre a Dinâmica Topoclimática da Cidade do Porto (Portugal)

Jorge Luis P. Oliveira-Costa
Investigador do CEGOT
Doutorando em Geografia Física. Universidade de Coimbra (Portugal)
Visiting Fellow. Trinity College Dublin (Irlanda)
ORCID: 0000-0002-1612-1910
E-mail: oliveiracostajorge@gmail.com

Belmira Antônia Brito Goth
Mestre em Geografia Física - Ambiente e Ordenamento do Território
Universidade de Coimbra (Portugal)
Email: belagoth@hotmail.com

Resumo
As transformações introduzidas pela ação antrópica na cidade, seja alterando-a, ou com perturbações, pode implicar diretamente na sua configuração. As cidades são, certamente, as construções do homem de maior impacto na superfície terrestre. O crescimento da cidade do Porto (Região Norte de Portugal), bem como a sua urbanização, se formou a partir da exploração intensificada do seu entorno. Tal processo tem ocasionado uma série de alterações na ambiência local, nos seus mais diversificados níveis. Sabe-se que a temperatura e a humidade do ar se relacionam no ambiente urbano sob uma variabilidade temporal e espacial ao longo do dia, mês e ano, sendo duas condicionantes climáticas importantes para serem analisadas e espacializadas no estudo das paisagens urbanas. Considerando esta problemática, esta pesquisa visa identificar os elementos físicos capazes de produzir condições de conforto térmico específicos. Assim, se objetivou primordialmente a realização de uma análise da distribuição espacial da temperatura média e da humidade relativa diária entre os meses de outubro e novembro, na escala topoclimática do município do Porto. Como objetivo específico, o estudo buscou compreender a diferença entre os valores máximos e mínimos de temperatura e humidade atingidos entre duas estações meteorológicas localizadas em áreas distintas no município do Porto. Para tanto, foram feitas pesquisas bibliográficas referente ao tema, e medições climatológicas nos dois espaços analisados. O método adotado neste trabalho se baseia em dados meteorológicos de observação de superfície recolhidos em duas estações automáticas da cidade do Porto, postos 'Porto Aeroporto' e 'San Gens', disponibilizados no endereço eletrônico: www.meteo.pt (site de informação meteorológica do Instituto de Meteorologia, IP, Portugal), e em imagens de satélite e cartas sinóticas à nível de superfície e altitude da Europa, disponibilizadas no endereço eletrônico: www.infomet.fcr.es (servidor de informação meteorológica da Universidade de Barcelona). Os resultados mostraram que a metodologia empregada é eficiente e pode ser aplicada para a avaliação da distribuição espacial da temperatura média e humidade relativa, proporcionando uma análise satisfatória da área de estudo e possibilitando, desta forma, a sua aplicabilidade em diversos setores, principalmente no ordenamento e planejamento do território.
Palavras-chave: Clima Urbano. Temperatura. Humidade do Ar. Microclima. Região Norte de Portugal. Porto.

IDENTIFICATION AND ANALYSIS OF PHYSICAL TRAITS RELATED TO THE DYNAMICS OF URBAN LANDSCAPES: Preliminary assumptions on the Climate Conditions in Porto (Portugal)

Abstract
The changes introduced by human activities in the city may impact directly its configuration. Cities is, indeed, the man's constructions with the greatest impact on surface of the earth. The spread of the city of Porto, and its urbanization, is resulted by the intensified exploitation of its around and its environments. This process has led to a series of changes in the local ambience of Porto, in several and diverse levels. This work aims primarily to identify the physical climate elements importants to the producing thermal comfort specific in the study area. Thus, we made a review of the literature available about the theories involved, and meteorological measurements in two target areas, localized in Porto. This work may become an important tool for future researches and to understanding about the "urban climate" as important drive of local climate processes in the city of Porto.
Keywords: Urban Climate. Temperature. Humidity. Microclimate. North Portugal. Porto.

Introdução

A cidade é uma realização humana, que revela seu caráter como espaço contínuo e acumulativo, derivado desta ação antrópica no meio ambiente, e que tendência cada vez mais ao aumento dos centros urbanos. Assim, as transformações introduzidas pela ação antrópica na cidade, seja alterando, ou perturbando, implicam diretamente na sua configuração.

As cidades são, certamente, as construções do homem de maior impacto na superfície terrestre. É a partir da relação *cidade vs. clima* que deriva a noção de clima urbano - tipo de clima configurado de acordo com as características particulares citadinas.

O crescimento da cidade do Porto, bem como a sua urbanização, se formou a partir da exploração intensificada do seu entorno e do meio ambiente. Tal processo ocasionou uma série de alterações na ambiência local, nos seus mais diversificados níveis.

Porto, capital do Distrito do Porto, somada aos municípios adjacentes, constitui um importante aglomerado urbano com cerca 1.286.276 habitantes, representando a segunda maior metrópole portuguesa. De uma área total de 3.985 hectares, a cidade tem aproximadamente 752,7 hectares ocupados (1/5 do total) por cerca de 44.086 edifícios (MONTEIRO, 1997).

Atualmente, seguindo a tendência entre as cidades europeias, a cidade do Porto passa por um aumento da sua atratividade, com aumento da sua população e disseminação de espaços ocupados, especialmente nas freguesias do centro. Desse modo, são nas freguesias periféricas, como Ramalde, Paranhos, Bonfim e Campanhã, onde concentram os principais sítios industriais e agrícolas da região metropolitana do Porto.

Uma modificação sobre o clima decorrente da ocupação do espaço pelo homem, é associada ao estabelecimento de um novo equilíbrio entre os termos do balanço de energia e do balanço hídrico, designando diferentes atributos climáticos locais. Estes diferentes atributos climáticos podem ser entendidos como microclimas de características peculiares, distribuídos sobre uma superfície de ocupação irregular.

Com a convergência vertical a que os microclimas urbanos estão expostos, há uma gradual homogeneização nos níveis mais elevados da superfície, o que permite a uma área mais abrangente espacialmente ser climaticamente reconhecida, numa escala cada vez mais ampla. Desse modo, um conjunto de microclimas urbanos permite o estabelecimento de um Topoclima (aproximadamente 100m acima da superfície). Um conjunto de topoclimas definem um Mesoclima (entre 1km e 2km acima da superfície), e, consequentemente, da combinação entre mesoclimas há a configuração do Macroclima (aproximadamente 4km a partir da superífice). Num exemplo, o clima do planeta corresponderia a um macroclima, uma região costeira a um mesoclima, uma floresta a um microclima, e uma cidade a um topoclima.

Nesse sentido, é válido considerar que a variabilidade do conforto térmico se conjuga de forma hierarquizada e escalonada nas diferentes regiões do globo, dessa forma, a cidade do Porto (Portugal) se insere neste modelo teórico. Considerando este modelo teórico e problemática é que se objetivou a realização de uma análise da distribuição espacial da temperatura média e da umidade do ar, com vistas a obtenção de dados que levem a compreensão da diferença diária entre temperatura (Δt) e umidade do ar (Δu) na escala topoclimática para o distrito do Porto, região norte de Portugal.

Quanto a temperatura e humidade relativa do ar, objeto de análise do presente artigo, estes são considerados dois elementos climáticos complexos por apresentarem uma variabilidade temporal e espacial distinta ao longo do dia, mês e ano.

Em geral as maiores médias térmicas de temperatura ocorrem durante o verão, e as menores médias térmicas durante o inverno, influenciando os valores da humidade relativa, já que temperatura e humidade possuem correlações, marcadamente inversamente proporcionais, onde quanto maior a temperatura menor é a humidade. Entretanto, esta correlação segue um padrão, que está na dependência de outros fatores do clima.

Em linhas gerais, alguns fatores determinantes na dinâmica da temperatura e da humidade do ar são: (i) o fator latitudinal (que altera as médias térmica e de humidade no trajeto entre o equador e os polos); (ii) grandes corpos hídricos – oceanos (que atuam como reguladores suavizando as flutuações de humidade e reduzindo a amplitude térmica); (iii)

fator altitude (onde à medida que aumenta a altitude na troposfera, diminui a temperatura e aumenta a humidade relativa do ar). Nas regiões das latitudes médias do Mundo, onde está localizado Portugal, pela proximidade de regiões subtropicais e tropicais e, consequentemente, dos efeitos atmosféricos gerados nestas áreas, a altitude é um fator determinante, especialmente no que tange a melhoria do conforto ambiental.

Outros fatores naturais como a emissão de gases e partículas de vulcões, e outros fatores antrópicos como a emissão de gases de efeito estufa (Dióxido de carbono e Metano), gerados durante a queimadas de florestas e de combustíveis fosseis, também podem influenciar na dinâmica da temperatura e da humidade dentro do espaço urbano.

Acreditamos que o presente trabalho e metodologia venham a se tornar importantes instrumentos de pesquisa e de compreensão das dinâmicas presente e futura no âmbito do clima urbano enquanto processo intensificador dos problemas urbanos na cidade do Porto.

Material e métodos

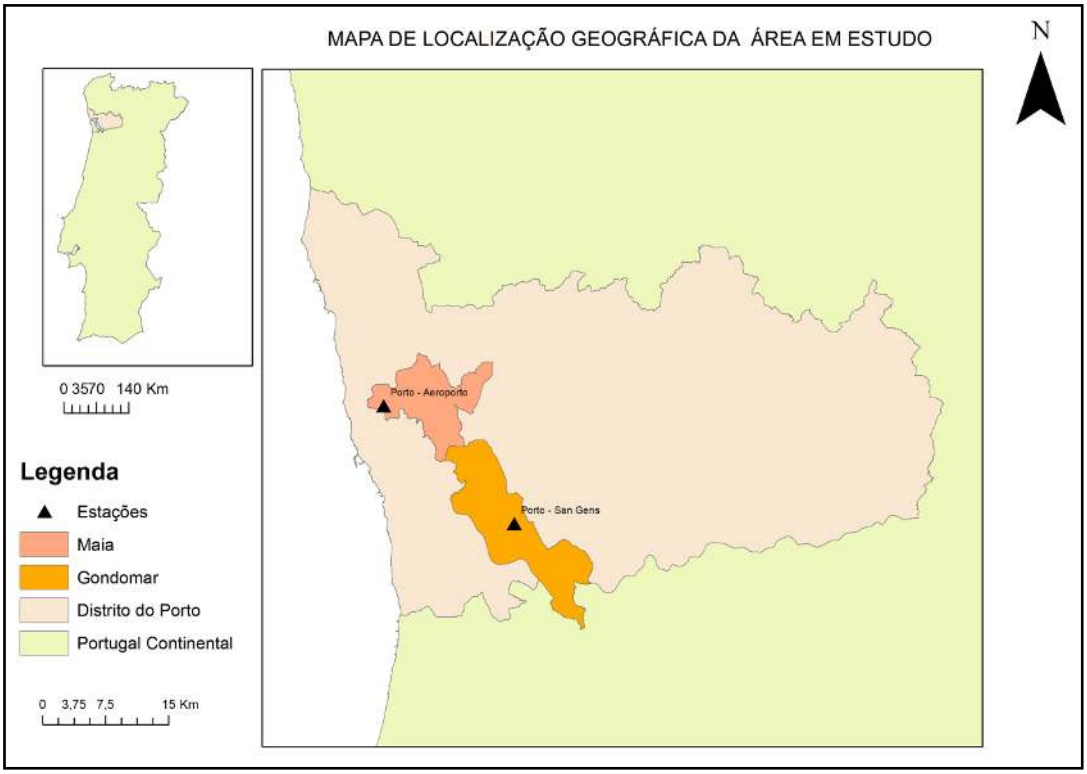
Do ponto de vista metodológico, utilizou-se como referência:

- A carta topográfica do distrito do Porto, disponibilizada através da Carta Militar de Portugal, folha 122, escala 1:25.000, desenvolvida pelo Serviço Cartográfico do Exército, apresentada no mapa da área de estudo (Figura 1).
- Dados meteorológicos de observação da superfície de duas estações automáticas da cidade do Porto, disponibilizados no endereço eletrônico - www.meteo.pt - página web de informação meteorológica do Instituto de Meteorologia, IP Portugal.
- Imagens de satélite e cartas sinóticas da Europa disponibilizadas no endereço eletrônico - www.infomet.fcr.es - servidor de informação meteorológica desenvolvido pelo Departamento de Astronomia e Meteorologia da Universidade de Barcelona.

Na intenção de sistematizar um método operacional de estudo, que permitisse verificar a diferença da temperatura média e da humidade relativa do ar diária em dois postos meteorológicos distintos, escolheram-se as estações ‘Porto Aeroporto’ e ‘Porto San Gens’, ambas localizadas na cidade do Porto, sob diferentes condições geográficas.

As medições dos atributos meteorológicos ocorreram nos dias 26, 27, 28, 29, 30 e 31 de outubro de 2012, no intervalo de 09:00; 10:00; 11:00; 14:00; 16:00; 17:00; 18:00; 19:00; 20:00; 22:00; a cada 1 hora.

Figura 1 - Localização da área de estudo



Fonte: organizado pelos autores

Variação da temperatura média e humidade relativa do ar na escala topoclimática do município do Porto - apresentação e discussão dos resultados

Os dados da temperatura média (ΔT) e da humidade do ar (ΔU) relativos aos dias e as horas de recolha determinados, e obtidos com aplicação da metodologia proposta para as latitudes de 41º 8´ e 41º e 11´ N do município do Porto, são apresentados nas tabelas a seguir.

Considerando os valores de temperatura, verifica-se que entre os meses de outubro e novembro as médias mais elevadas e mais baixas obtidas, ocorrem sob um gradiente de variação diária e horária significativamente amplo e semelhante entre os dois postos meteorológicos (Porto Aeroporto e Porto San Gens) – ΔT↑: 18:00h (26 out), 11:00h e 14:00h (27 out), 13:00h (3 nov), 17:00h (6 nov), 13:00h (15 nov); ΔT↓: 9:00h (31 out), 19:00h (3 nov), 7:00h (5 nov), 7:00h (6 nov), 9:00h (9 nov), 9:00h (11 nov).

Tabela 1 - Quadro geral dos termos do balanço topoclimático nas áreas de estudo

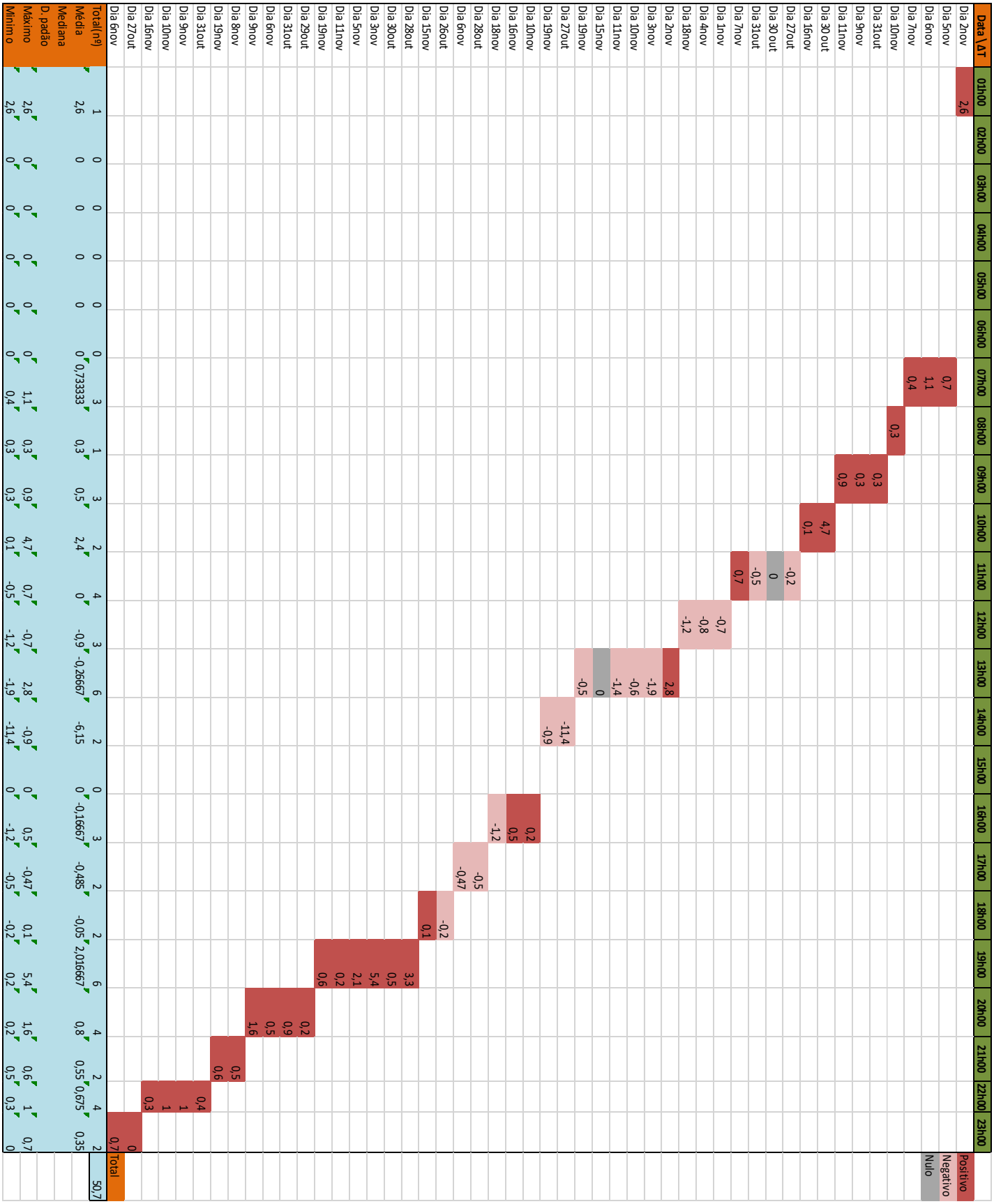
estação	dia	hora	vento	temp	hm.R
s.pilar	25	16h/ 19h	0/11,2	16,6 /15,8	95/94
s.gens	25	16/19	4.3km/ 3,6km	17,1 /15,8	92 /94
p.aerop.	25	16/19	10.4 /9Km	17,2 /16.5	82 /79
s.pilar	26	jul/18		14	100
s.gens	26	jul/18	8,8 / 7,6	14,1/ 17,5	100/ 86
p.aerop.	26	jul/18	13,7 /19,1	14,2/ 17,3	91/ 81
s.pilar	27	11/14h			
s.gens	27	11/14h/23	10.1/12,2/8,6	18,7/32,1/14,5	70/53/63
p.aerop.	27	11/14h/23	16,6/19,8/12,6	18,5/ 20,7/14,5	61/45/55
s.pilar	28	17h/19h		18,9/12,3	39/64
s.gens	28	17h/19h	6,1/ 0	16,4/10,1	44/69
p.aerop.	28	17h/19h	10,8 /6,8	15,9/ 13,4	32 /44
s.pilar	29	16/20h	5/	14,4/12,7	54/74
s.gens	29	16/20h		/12.8	/76
p.aerop.	29	16/20h	4,7/10,8	15,5/13,2	42/62
s.pilar	30/	10/11h/19h	/7,6/	10,9/13,3	99/84
s.gens	30/	10/11h/19h	/5,4/ /4,7	10,8/13,6/12,1	99/83/78
p.aerop.	30/	10/11h/19h	12,2 /11,2/9	15,5/13,6/12,6	84/73/68
s.pilar	31/	/11h/20/		/ 10,3/13,8	/ 86/71
s.gens	31/	9h/11h/20/22	//0,4/5,8	8,2/11,2/14,2/15,2	93/82/70/71
p.aerop.	31/	9h/11h/20/22	12/10,8/11,2/15,5	8,5/10,7/15,1/15,6	79/75/57/62
s.pilar	01/				
s.gens	01/	12/	7,6	15,9/	87/
p.aerop.	01/	12/	10,4	15,2/	83/

Já os valores mais altos e mais baixos de humidade do ar, ocorrem sob um gradiente de variação diária e horária menos amplo e mais semelhante, se comparado ao gradiente da dinâmica da temperatura entre as duas estações estudadas - ΔU↑: 7:00h (5 nov), 21:00h (8 nov), 9:00h e 22:00h (9 nov), 8:00h (10 nov); ΔU↓: 14:00h (17 out), 17:00h e 19:00h (28 out), 17:00h e 20:00h (6 nov), 11:00h (7 nov), 13:00h (11 nov).

Tabela 2 - Detalhamentos da performance da temperatura nas áreas de estudo

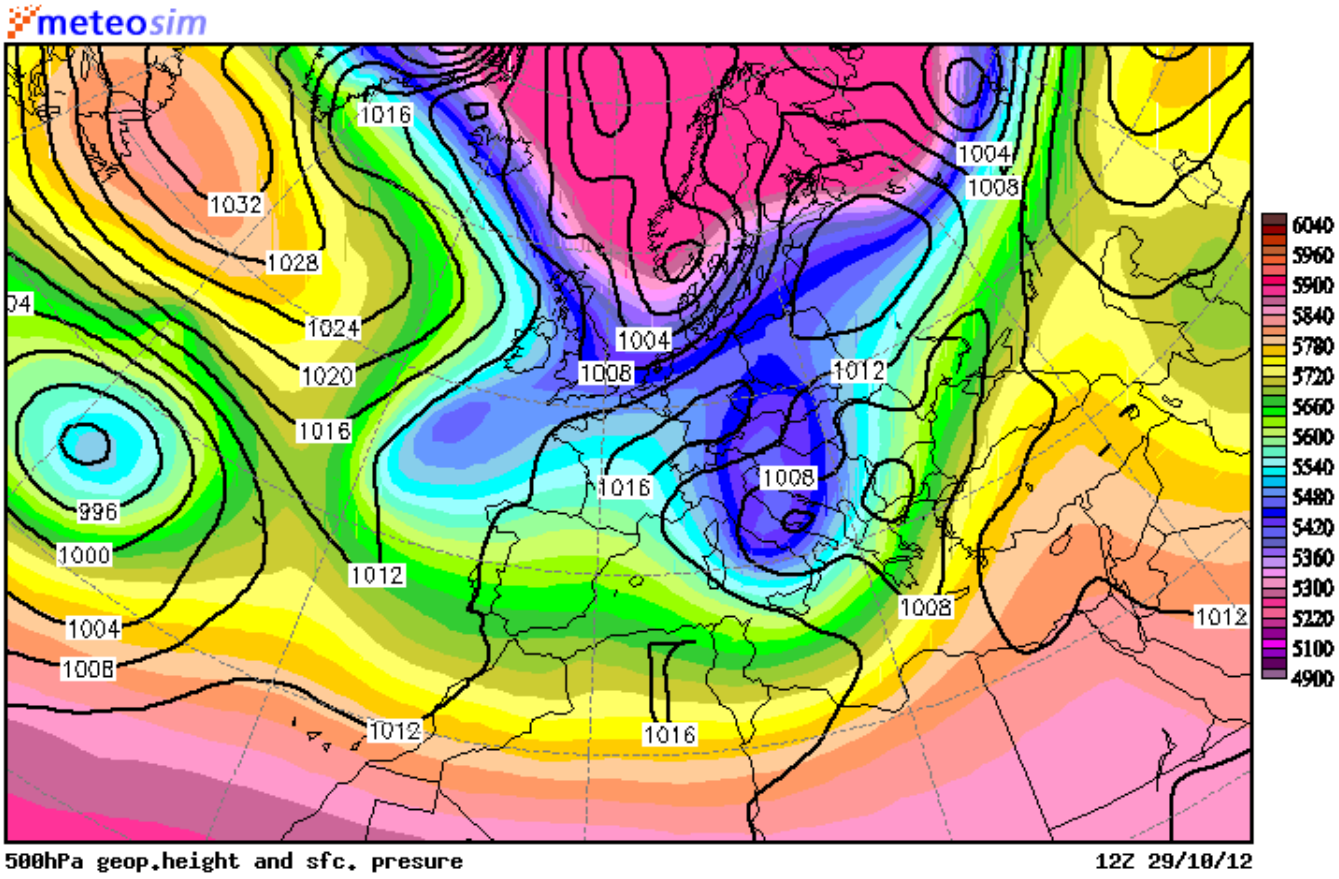
Data \ ΔU	01h00	02h00	03h00	04h00	05h00	06h00	07h00	08h00	09h00	10h00	11h00	2h00	13h00	14h00	15h00	16h00	17h00	18h00	19h00	20h00	21h00	22h00	23h00		
Dia 2nov	-10																								Negativo
Dia 5nov							-10																		Nula
Dia 6nov							-22																		
Dia 7nov							-11																		
Dia 10nov								-11																	
Dia 31out									-14																
Dia 9nov									-7																
Dia 11nov									-17																
Dia 30 out										-15															
Dia 16nov										-1															
Dia 27out											-9														
Dia 30 out											-10														
Dia 31out											-7														
Dia 7nov											-14														
Dia 1nov												-4													
Dia 4nov												-4													
Dia 18nov												-6													
Dia 2nov													-8												
Dia 3nov													0												
Dia 10nov													-2												
Dia 11nov													-7												
Dia 15nov													-10												
Dia 19nov													-7												
Dia 27out														-7,5											
Dia 19nov														-7											
Dia 10nov																-15									
Dia 16nov																-13									
Dia 18nov																-5									
Dia 28out																	-12								
Dia 6nov																	-8								
Dia 26out																		-5							
Dia 15nov																		-9							
Dia 28out																			-25						
Dia 30out																			-10						
Dia 3nov																			-23						
Dia 5nov																			-25						
Dia 11nov																			-7						
Dia 19nov																			-12						
Dia 29out																				-14					
Dia 31out																				-13					
Dia 6nov																				-48,8					
Dia 9nov																				-30					
Dia 8nov																					-10				
Dia 19nov																					-12				
Dia 31out																						-9			
Dia 9nov																						-11			
Dia 10nov																						-16			
Dia 16nov																						-10			
Dia 27out																							-8		
Dia 6nov																							-11	Total	
Total(nº)	1	0	0	0	0	0	3	1	3	2	4	3	6	2	0	3	2	2	6	4	2	4	2	39	
Média	-10	0	0	0	0	0	-14,33	-11	-13	-8	-10	-5	-5,67	-7,25	0	-11	-10	-7	-17	-26,5	-11	-8,4	-9,5		
Mediana	-10	0	0	0	0	0	-11	-11	-14	-8	-9,5	-4	-7	-7,25	0	-13	-10	-7	-17,5	-22	-11	-11	-9,5		
D. padão																									
Máximo	-10	0	0	0	0	0	-10	-11	-7	-1	-7	-4	0	-7	0	-5	-8	-5	-7	-13	-10	-9	-8		
Minim o	-10	0	0	0	0	0	-22	-11	-17	-15	-14	-6	-10	-7,5	0	-15	-12	-9	-25	-48,8	-12	-16	-11		

Tabela 3 - Detalhamentos da performance da humidade do ar nas áreas de estudo



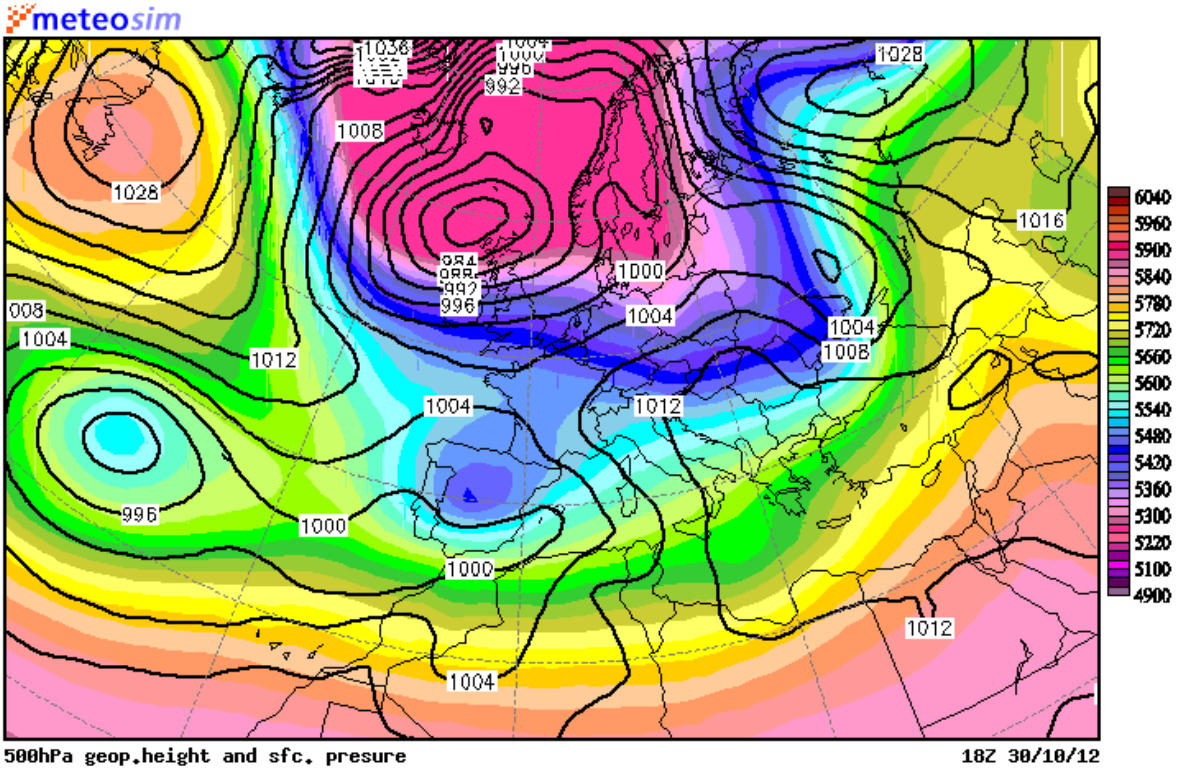
Considerando que nos meses de outubro e novembro as áreas das baixas latitudes do Mundo encontram-se no período da passagem do outono para o inverno (Figuras 2, 3 e 4), período caracterizado por climas significativamente mais frios e secos com pequenas variações na temperatura e baixos índices de pluviosidade, verifica-se que as altas temperaturas obtidas (Tabela 1, 2, 3), com médias abaixo dos 21º (houve apenas um registro acima desta média - 32,1º), ocorreram no período da tarde, na faixa entre as 13:00h e 17:00h, quando a superfície, aquecida pela radiação solar, encontra seu estágio máximo de calor.

Figura 2 - Contexto sinótico para a área de estudo no período de análise de Outubro/2012



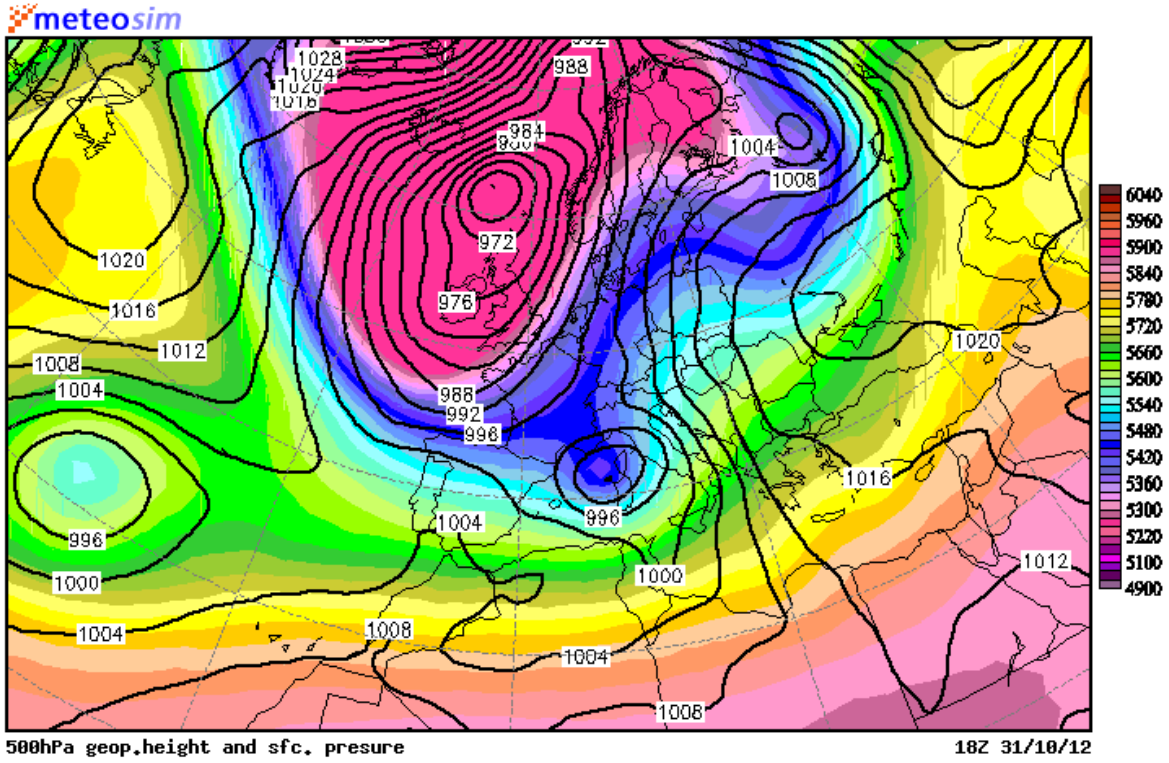
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 2 - Contexto sinótico para a área de estudo no período de análise de Outubro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 3 - Contexto sinótico para a área de estudo no período de análise de Outubro/2012

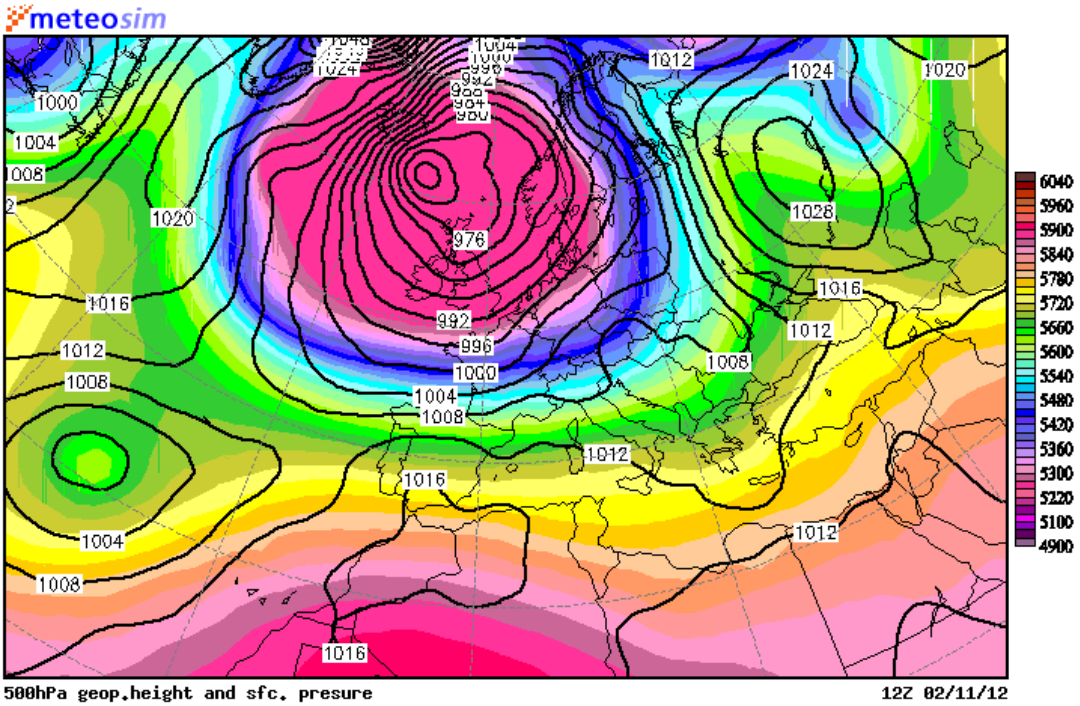


Fonte: www.infomet.fcr.es

Já as baixas temperaturas obtidas, com médias abaixo dos 9º, ocorreram pela manhã, na faixa entre as 7:00h e 9:00h (Tabelas 1, 2 e 3). O registro das 19:00h é explicado pelo fato de que, com o início da noite, quando a superfície aquecida pela radiação começa o processo de arrefecimento, a temperatura vai diminuindo conforme a superfície vai tornando-se menos aquecida, a partir da mudança do fluxo de calor que inverte sua direção, da atmosfera para a superfície terrestre. Quanto aos valores de humidade do ar, verifica-se uma variação diária e horária menos ampla que os índices de temperatura - os valores maiores e menores concentram-se no mês de novembro, enquanto que a semelhança entre as datas e horários é maior - os valores de umidade entre os postos se assemelham nos dias e horários recolhidos.

Os maiores valores de humidade, com média acima de 89% atingindo os 100%, ocorreram no período da manhã, entre as 7:00h e 9:00h, quando a quantidade de vapor de água na atmosfera é maior e geralmente ocasiona saturação e, consequentemente, precipitação. Já os menores valores, com médias acima de 12% atingindo os 59%, ocorreram no período entre a tarde e a noite, das 13:00h às 20:00h, que pode ser entendido a partir da relação inversamente proporcional entre humidade-temperatura, onde no período entre a tarde e a noite quando a superfície atinge seu maior ponto de aquecimento e o ar aquece mais rápido em razão da alta emissão de calor sensível, a umidade tende a diminuir.

Figura 4 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 5 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012

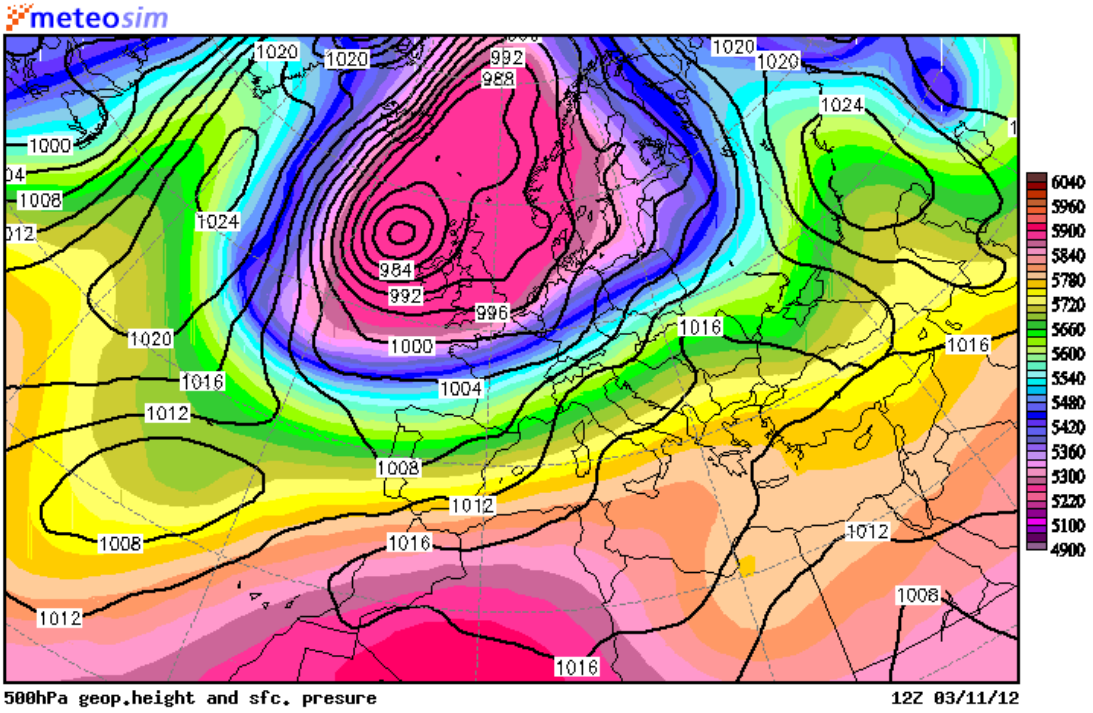
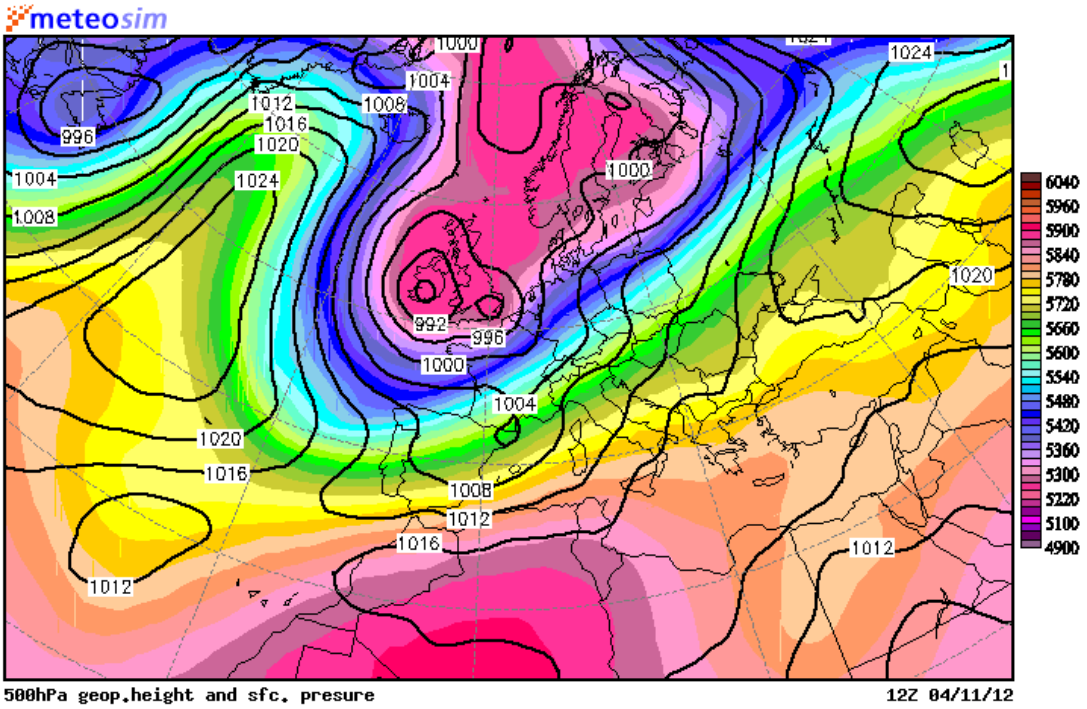
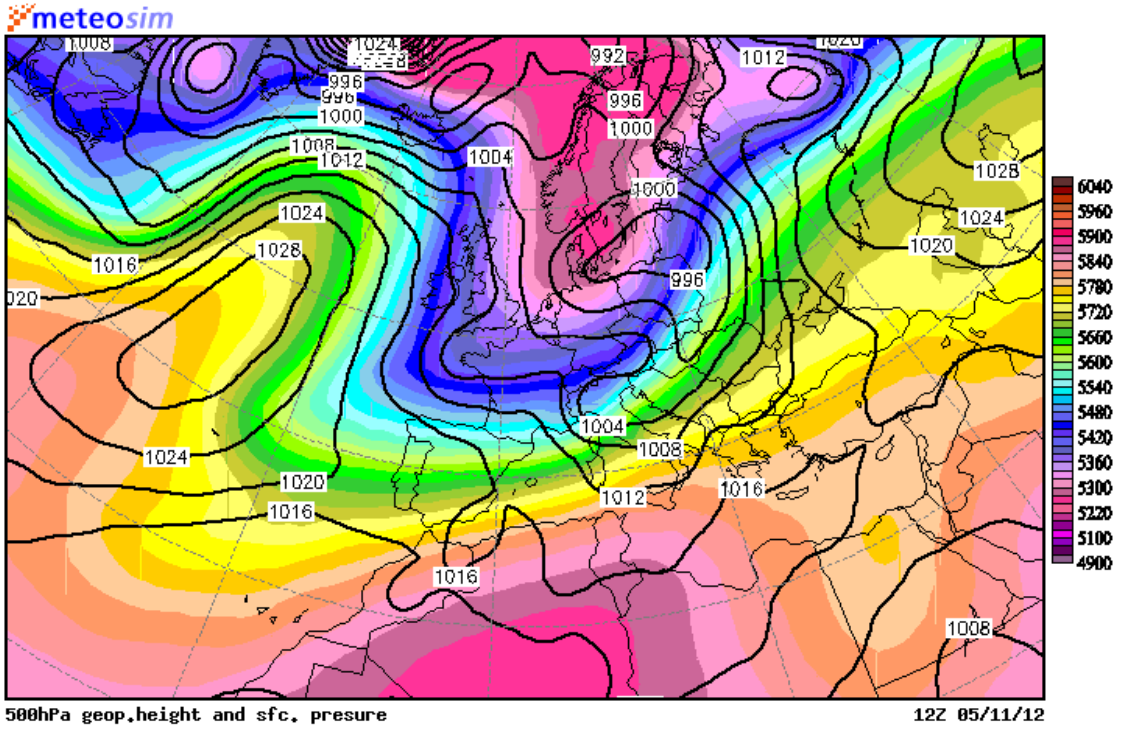


Figura 6 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012



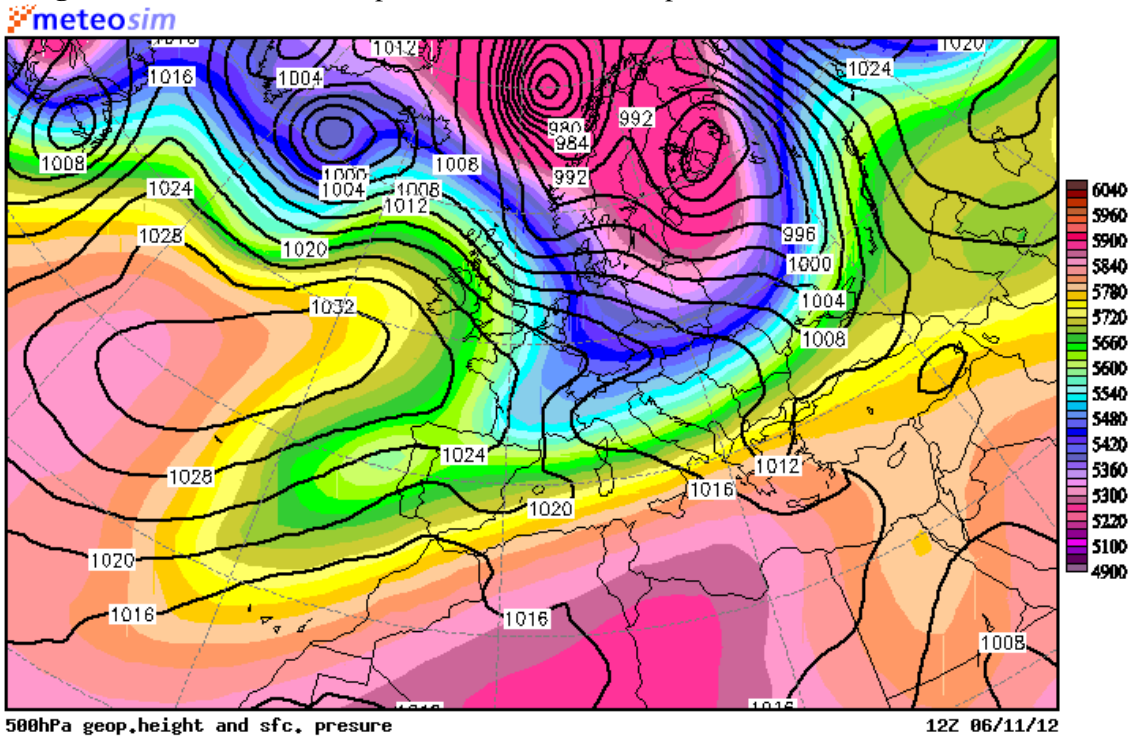
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 7 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012



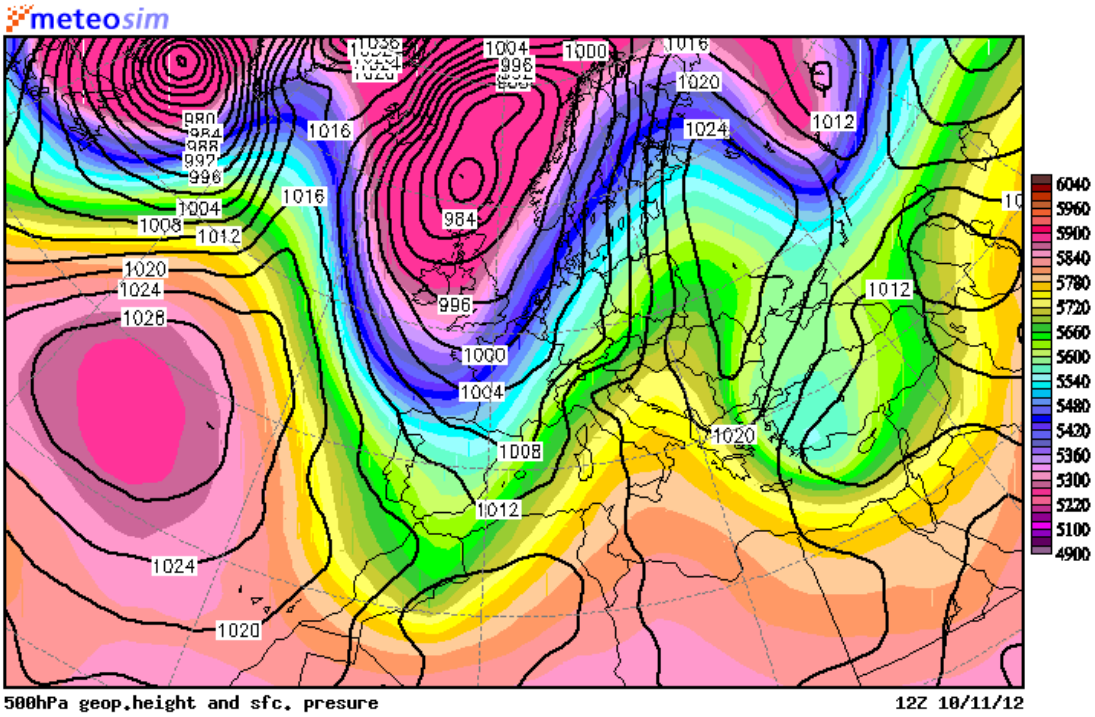
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 8 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 9 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do início de Novembro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

Para o cálculo da média, mediana, desvio padrão, valor máximo e valor mínimo, foram produzidas duas matrizes com os dados subtraídos da temperatura média (Δt) e da humidade do ar (ΔU) entre as duas estações meteorológicas, conforme as tabelas 2 e 3.

Verifica-se nas matrizes valores positivos, negativos e nulos. Os positivos representam os índices mais elevados, enquanto que os negativos referem-se aos índices mais baixos, e os valores nulos correspondem aos valores na qual obteve-se média zero.

Na matriz de temperatura média (Tabela 2), dos 50 valores obtidos, 32 são positivos, 15 são negativos e 3 valores são nulos. Verifica-se neste caso dominância dos valores positivos, enquanto que na matriz de humidade do ar (Tabela 3) dos 50 valores obtidos, 49 são negativos e 1 valor é nulo, não havendo índices positivos.

O fato da humidade do ar ter tendência a diminuir com o aumento da temperatura, é um dos aspectos que justificam a dominância do valor negativo na matriz da humidade (Tabela 2). Entretanto, há momentos em que se verifica uma relação diretamente proporcional, possivelmente relacionados a influência de fatores como o estado do tempo, o armazenamento de calor, e a quantidade de ar libertado, a ocupação do solo e a topografia.

Mesmo com diferença de altitude pequena, a estação Porto Aeroporto está à 50m da superfície, enquanto que a estação San Gens à 90m. Qualquer diferença topográfica tem

significativa importância na dinâmica da temperatura e da humidade, principalmente neste caso com estações meteorológicas tão próximas, e de áreas significativamente urbanizadas, que podem influenciá-las com o calor advindo das cidades.

O maior valor apresentado na matriz de temperatura foi de 5,4, representativo da maior diferença de temperatura entre as duas estações. Foi recolhido no dia 3 de novembro às 19:00h, quando a estação Porto Aeroporto apresentava temperatura de 12ºC, enquanto que San Gens registrava um de seus menores índices (6,6ºC). Foram obtidos 6 valores nesse horário (3,3/28 out; 0,5/30 out; 2,1/5 nov; 0,2/11 nov; 0,6/19 nov), sendo o valor máximo de 5,4, e o valor mínimo de 0,2, com média de 2,0, mediana de 1,4, e desvio padrão de 2,5.

As cartas sinóticas de superfície e de altitude (Figuras 4, 5, 6, 7, 8, e 9), levantadas no início do mês de novembro, apresentam para a área em epígrafe o registro da passagem de uma frente quente à superfície, possivelmente associada às altas pressões vindas do Anticiclone dos Açores, com valor de 1008 hPa.

Seguindo seu processo natural, a medida que a frente quente originada no anticiclone avança em direção ao continente, há a tendência a arrefecer-se devido a influência de movimentos ascendentes dos fluxos do ar vindos do oceano e à características orográficas.

No caso específico do município do Porto, onde estão localizadas as duas estações objeto de análise, as cartas sinóticas de superfície (Figuras 10, 11, 12, 13, 14, 15, e 16) registram que a frente quente vinda do Anticiclone dos Açores ao aproximar-se do meridiano de 10º e do paralelo de 40º arrefece, e ao atravessar o continente o ar retoma seu movimento descendente em direção à superfície produzindo uma inversão térmica.

O menor valor apresentado na matriz de temperatura foi de -0,2, simbolizando a menor diferença de temperatura entre as duas estações. Foi recolhido no dia 26 de outubro às 18:00h, quando as estações Porto Aeroporto e San Gens apresentavam um dos seus maiores índices de temperatura (P.A: 17,3º e S.G: 17,5). Nesse mesmo horário foram obtidos 2 valores (-0,2/26 out; 0,1/15 nov), sendo o valor máximo 0,1, e o valor mínimo -0,2, com média de -0,05. O mesmo valor foi recolhido no dia 27 de outubro às 11:00h, quando as duas estações também apresentavam altos indíces de temperatura (P.A: 18,5 e S.G: 18,7). Foram obtidos 4 valores nesse horário (-0,2/27out; 0/30out; -0,5/31out; 0,7/7nov), sendo o valor máximo 0,7, e o valor mínimo -0,5, com média 0.

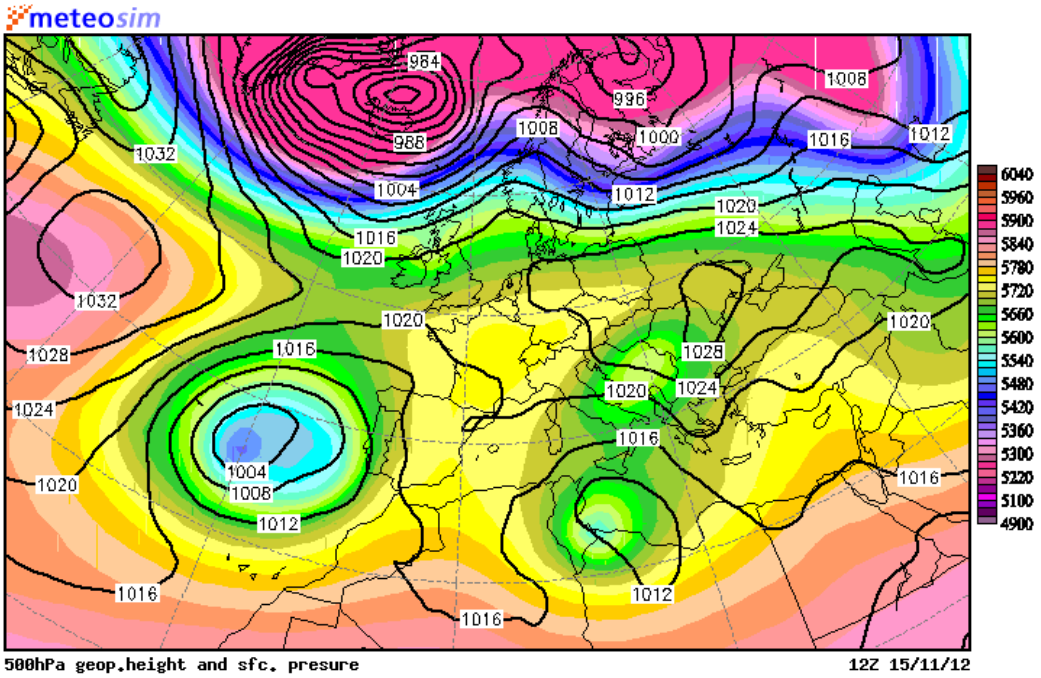
A carta sinótica de superfície e de altitude levantada no dia 26 de outubro apresenta para a área em epígrafe o registro da passagem de um sistema frontal em oclusão, ou seja,

uma onda frontal quente e fria, possivelmente associada a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com valor de 1004 hPa.

No que diz respeito a humidade relativa, o valor mais alto registrado foi verificado no dia 6 de novembro ás 20h (-48,8), com média de -26,5, mediana de -22,0 e desvio padrão de 19,9. Observa-se na carta sinótica dessa data, uma subida do ar por frente oclusa na porção sul de Portugal, com origem vinculada ao oceano atlântico, com 1016 hPa. A frente avança em direção ao norte da Península Ibérica devido á Força de Coriolis, transportando o ar quente e húmido para o hemisfério norte, acompanhado de vento forte, o que contribui para a formação de nuvens e precipitação.

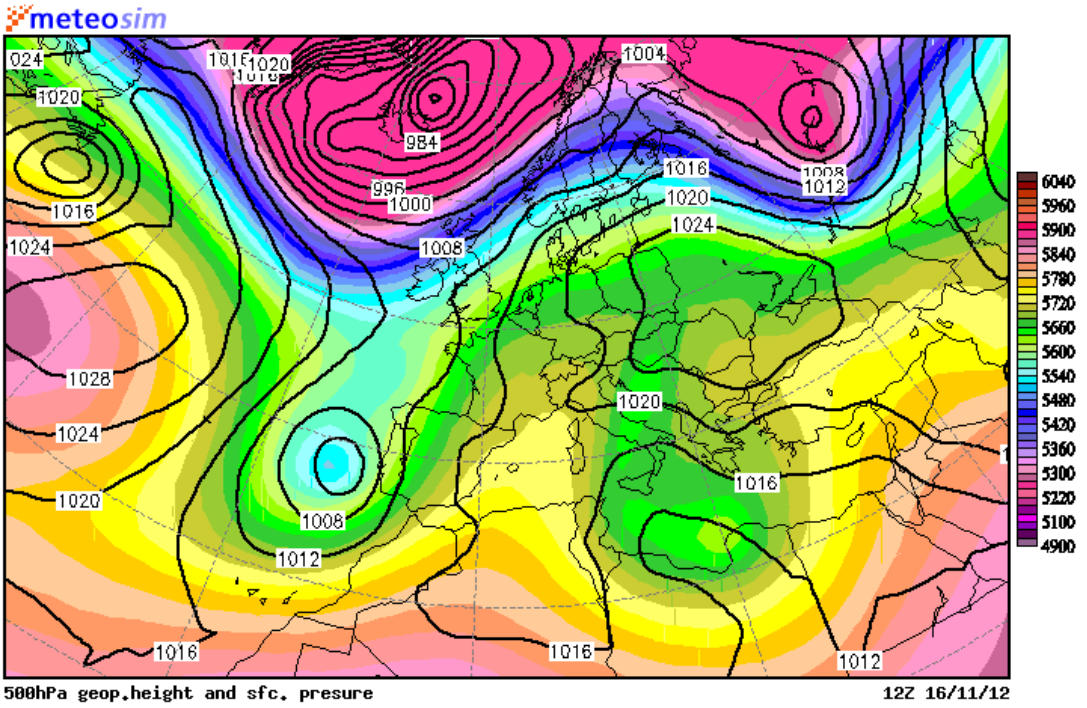
Quanto ao valor mais baixo registrado na matriz de humidade, este possui total de -1, com média de -8,0, mediana de -8,0 e desvio padrão de 9,1, verificado ás 10h do dia 16 de novembro. Observa-se na carta sinótica desta data, uma dinâmica das massas de ar possivelmente relacionada a atuação de uma zona de convergência a sul do atlântico, um núcleo de baixas pressões de 1008 hPa. Ressalta-se o fato do desvio padrão apresentar resultado positivo tanto no valor mais alto quanto no mais baixo, justificando deste modo a percentagem significativa da humidade relativa do ar.

Figura 10 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do final de Novembro/2012



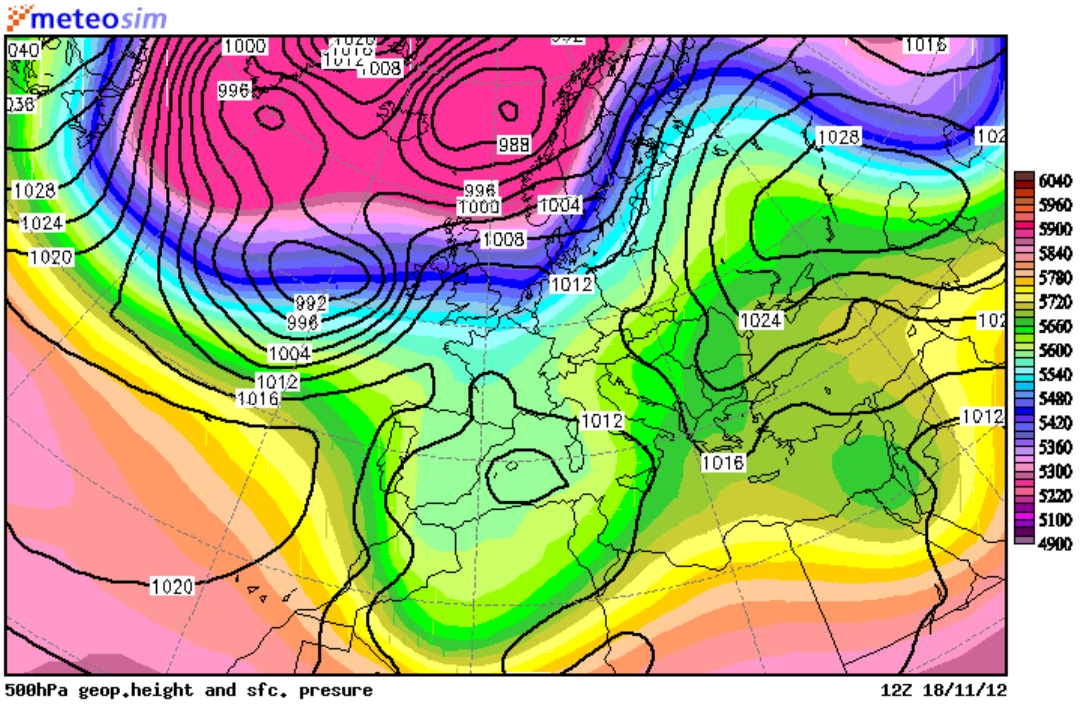
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 11 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do final de Novembro/2012



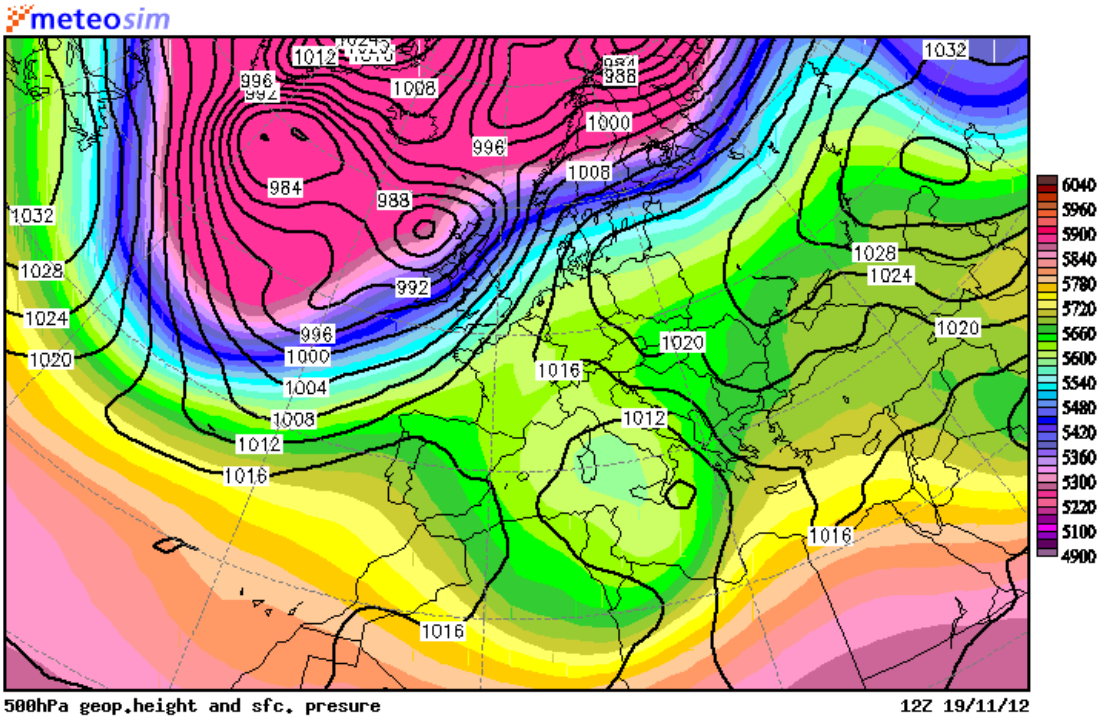
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 12 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do final de Novembro/2012



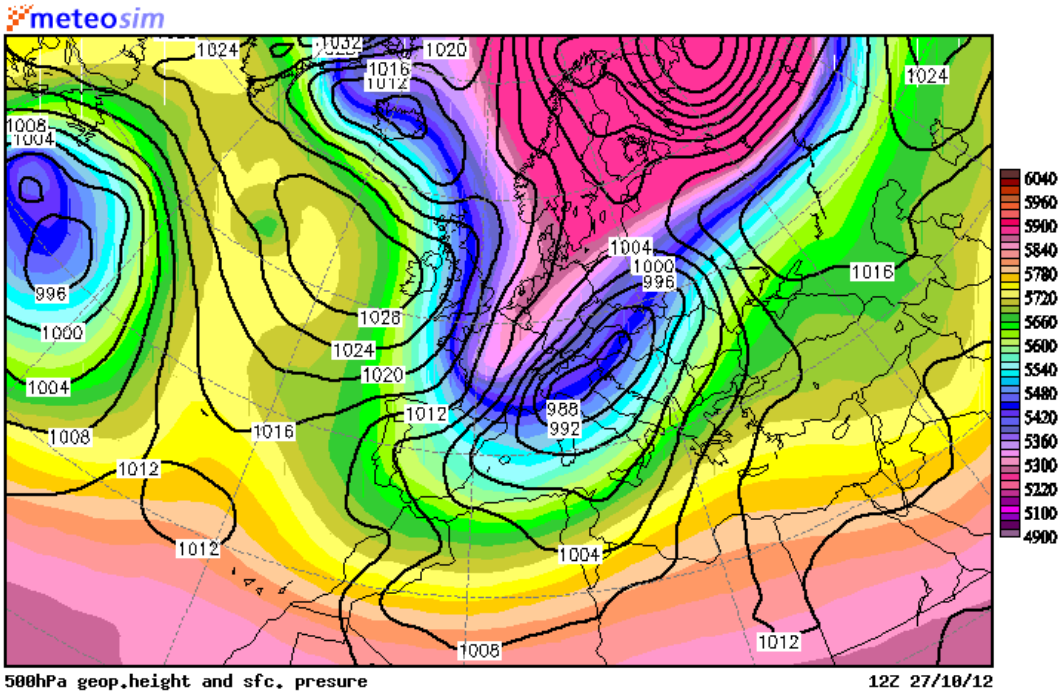
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 13 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do final de Novembro/2012



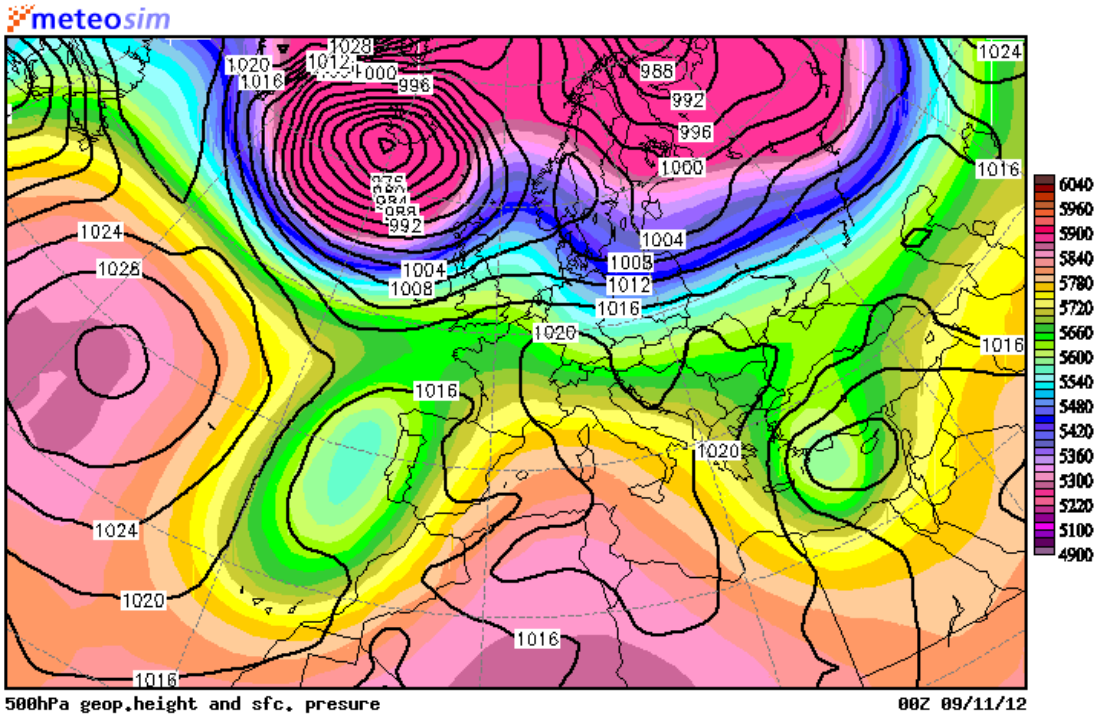
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 14 - Contexto sinótico para a área de estudo no período do final de Novembro/2012



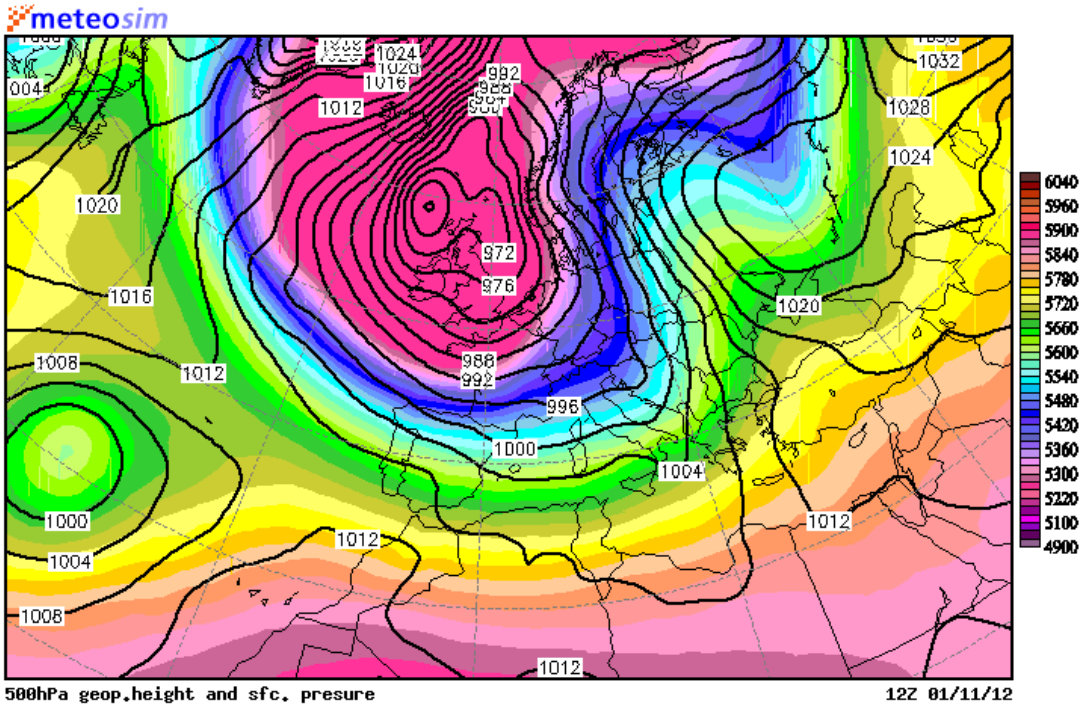
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 15 - Contexto sinótico para a área de estudo no período de análise de Outubro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 16 - Contexto sinótico para a área de estudo no período de análise de Outubro/2012



Fonte: www.infomet.fcr.es

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escala topoclimática pode-se identificar e analisar a relação entre a superfície e as respectivas alterações na variação diária da temperatura e da humidade relativa do ar, que contribuem para os diferentes fluxos de energia envolvidos nas trocas de calor entre a superfície e a atmosfera, no caso em epígrafe na área do município do Porto.

Constatou-se, a partir dos resultados obtidos da analise entre os contrastes térmicos e hidrométricos das duas estações comparadas de Porto Aeroporto e San Gens, que o fluxo do calor se concentra de forma mais intensa nos períodos em que o sol oculta o horizonte.

Os maiores valores da humidade relativa do ar concentram-se no período da manhã e da noite quando o ar no ambiente se encontra com maior quantidade de vapor de água.

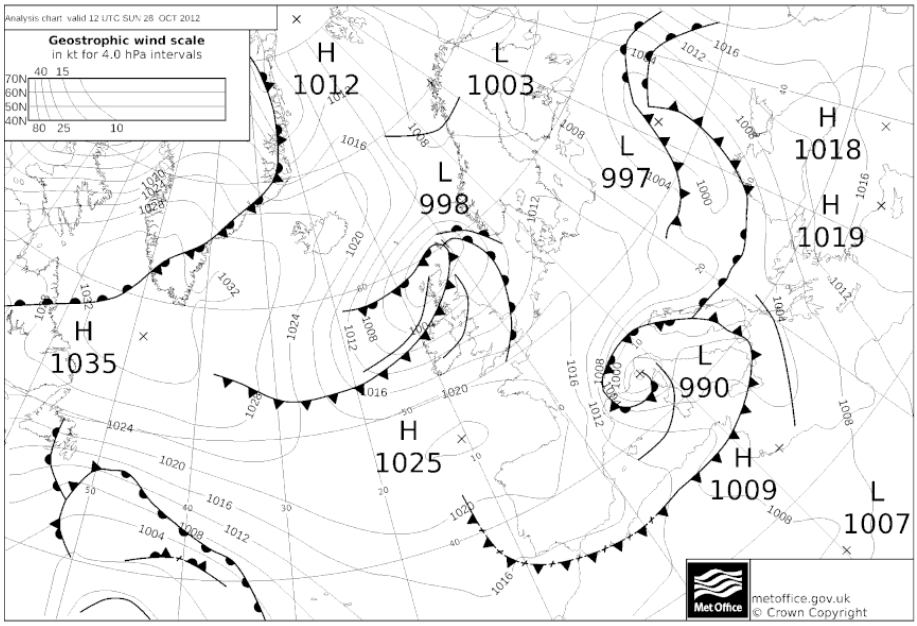
Com a análise das cartas sinópticas (Figuras 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28) constamos que as variações termo-hidrométricas estão associadas com o tempo presente no local e das condições adversas proporcionadas pela camada inferior da atmosfera.

Portanto, observou-se que nas áreas menos urbanizadas e mais distantes dos centros urbanos, detentoras de maiores valores de umidade relativa do ar, como é o caso da área onde está localizada a estação meteorológica de Porto San Gens, caracterizam-se como espaços com menores temperaturas, já que predominam as trocas de calor latente, pois o que aquece a atmosfera próxima à superfície são os fluxos difusos de calor e as correntes de convecção.

Já nas áreas mais urbanizadas, próximas dos centros urbanos, onde há elevado número de espaços impermeabilizados e de solos expostos, estas são mais aquecidas, devido, em grande parte, as radiações diretas, que contribuem para maior aquecimento do solo e do ar por condução, através do fluxo de calor sensível.

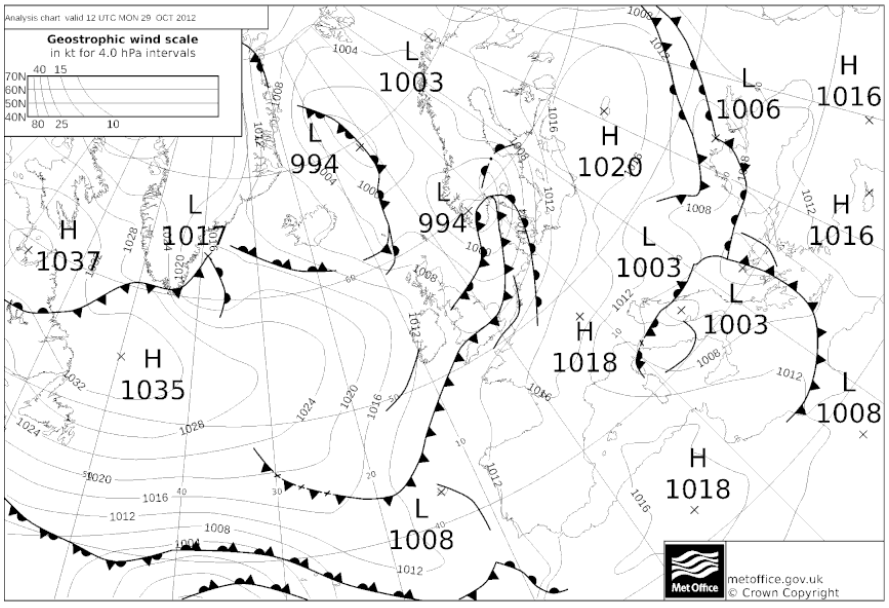
Acreditamos que o presente trabalho e metodologia venham a se tornar importantes instrumentos de pesquisa e de compreensão das dinâmicas presente e futura no âmbito do clima urbano enquanto processo intensificador dos problemas urbanos na cidade do Porto.

Figura 17 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



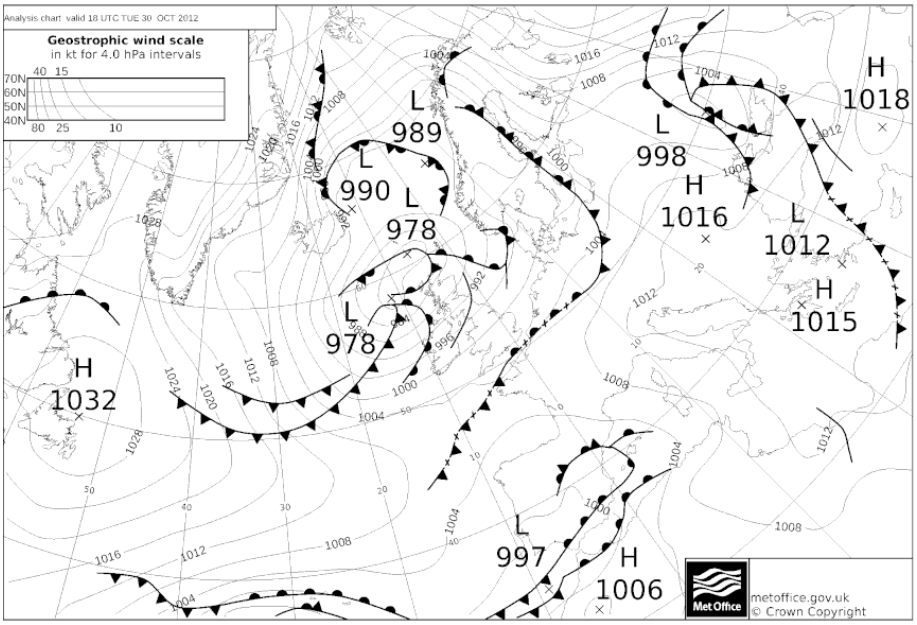
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 18 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



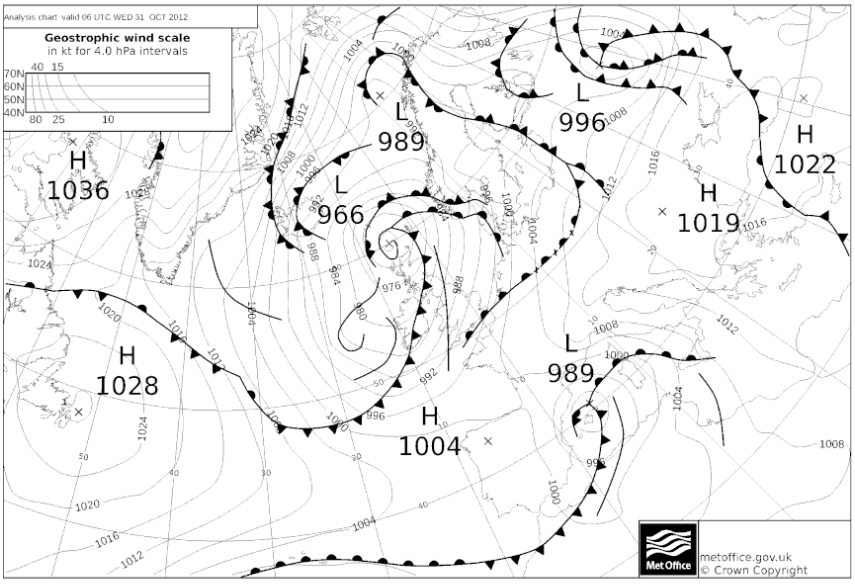
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 19 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



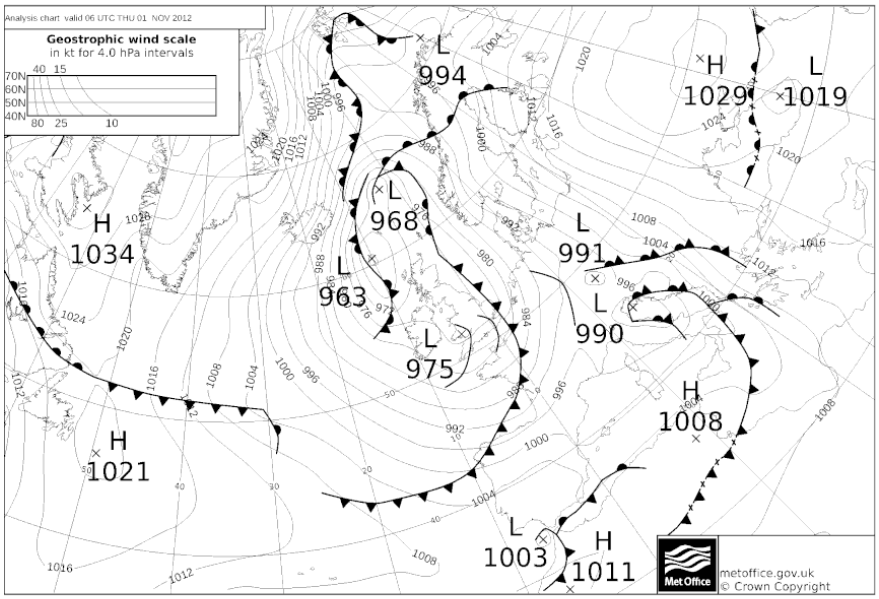
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 20 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



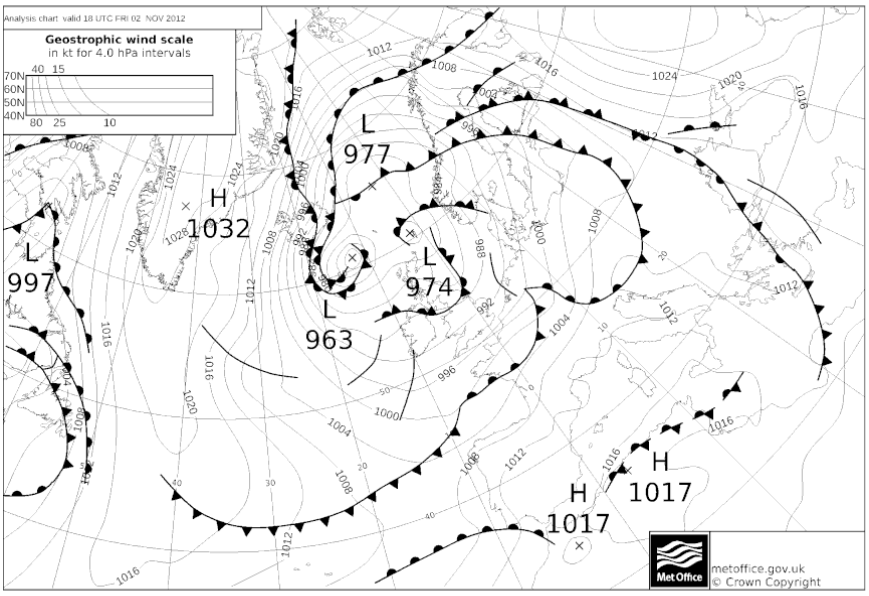
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 21 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



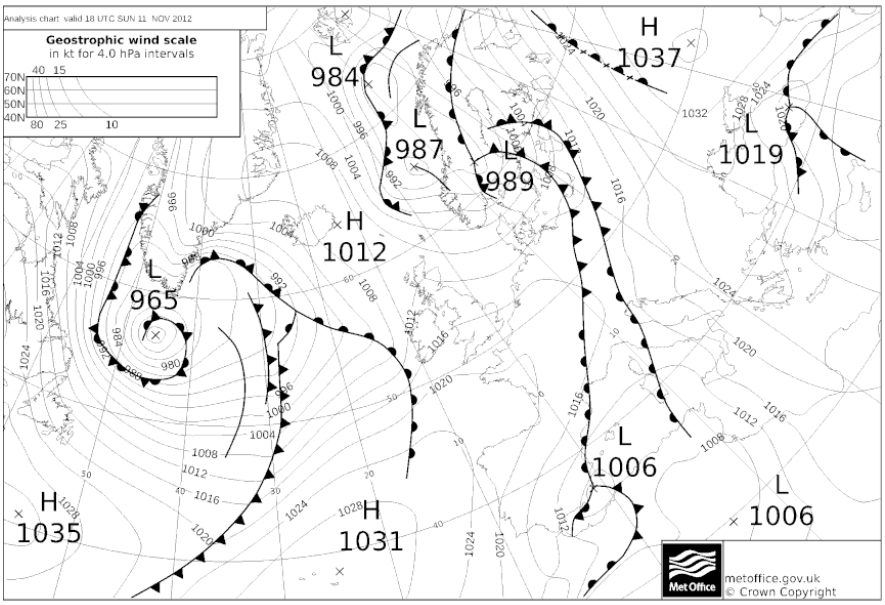
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 22 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



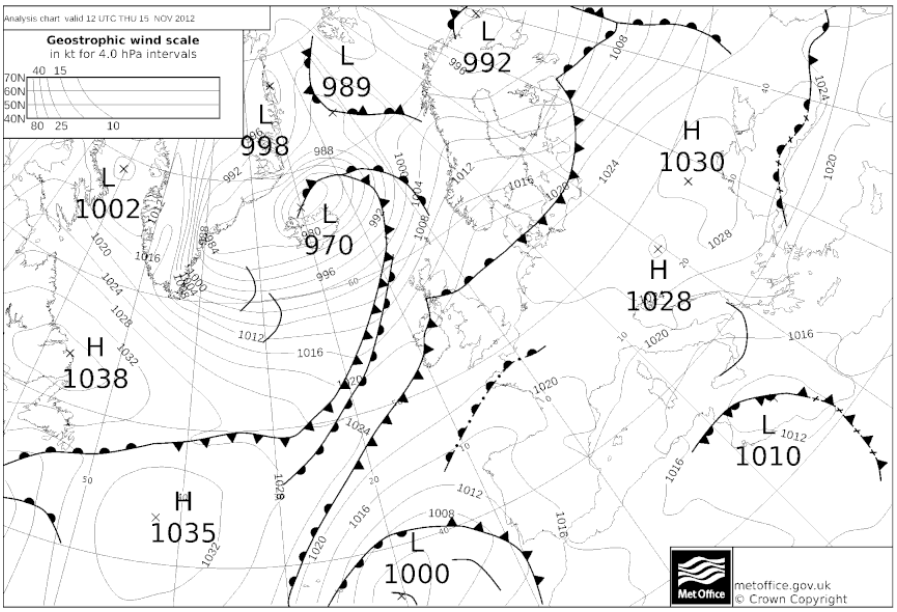
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 23 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



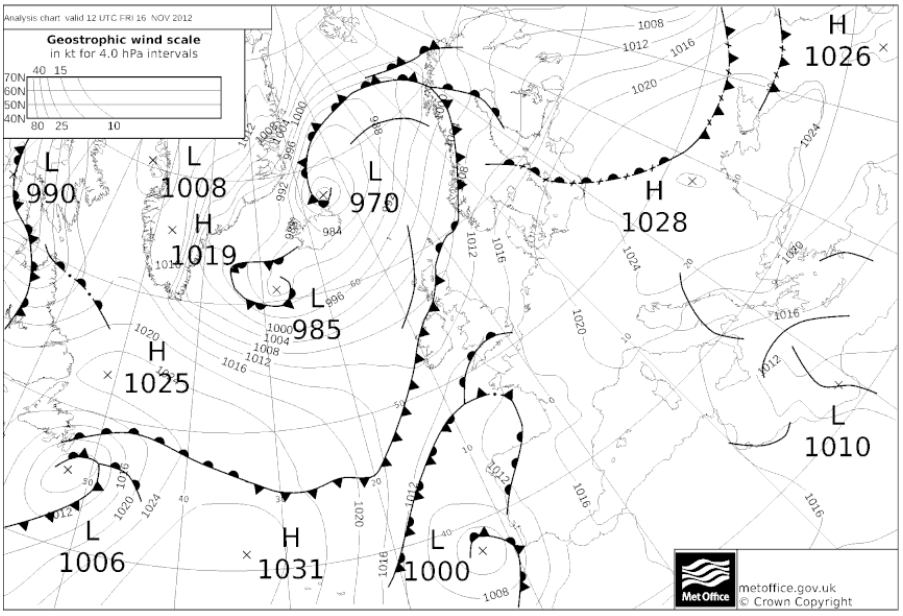
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 24 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



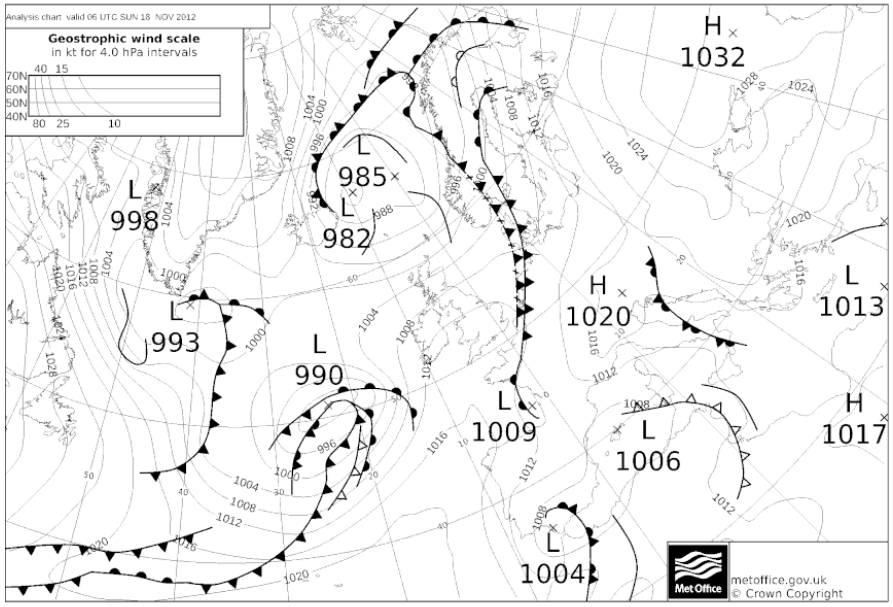
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 25 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



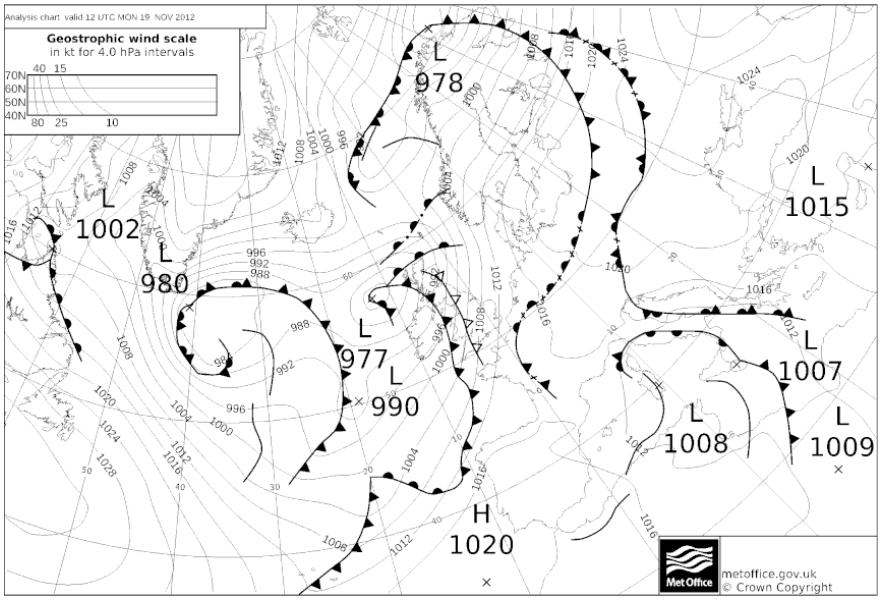
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 26 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



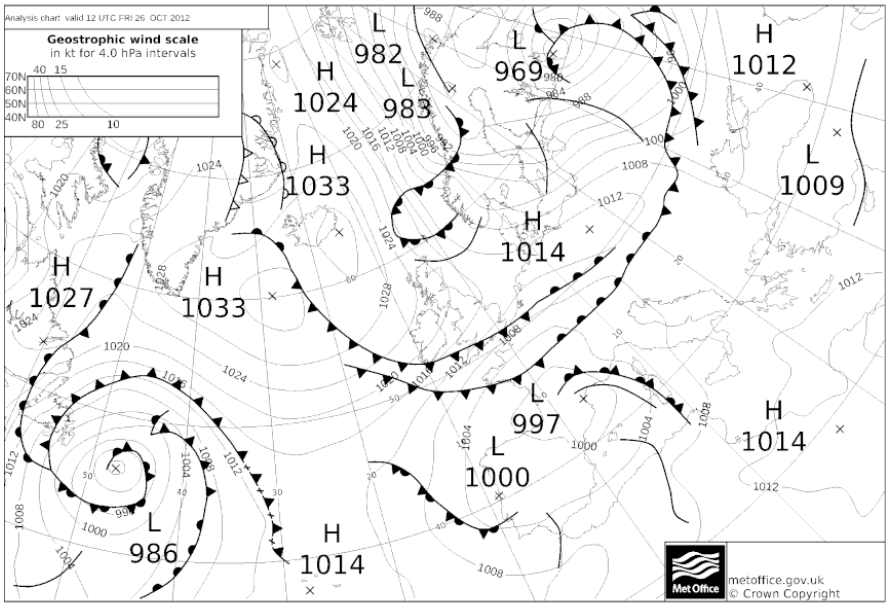
Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 27 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



Fonte: www.infomet.fcr.es

Figura 28 - Carta sinótica de superfície para a área de estudo no período de análise



Fonte: www.infomet.fcr.es

REFERÊNCIAS]

MONTEIRO, A. **Clima Urbano do Porto**: Contribuição para a Definição das Estratégias de Planeamento e Ordenamento do Território. Fundação Calouste Gulbenkian. Portugal. 1997.

ALCOFORADO, M. J. **Climatologia Urbana para o Ensino**. Centro de Estudos Geográficos. Núcleo Clima e Mudanças Ambientais. Lisboa. 2010.

GANHO, N. **O Clima Urbano de Coimbra**. Estudo de Climatologia local aplicada ao ordenamento urbano. Tese de Doutoramento em Geografia, especialidade de Geografia, apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra. 1998.

GANHO, N. Investigação de Fatores Intervenientes nos Contrastes Térmicos Espaciais em Topoclimatologia Urbana - O Caso de Coimbra. **Cadernos de Geografia**. 20. 2001.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. Série Teses e Monografia. 25. São Paulo: IGEO/USP, 1976.