

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1	Tipologia de atitudes humanas possíveis face a uma situação de risco (O'RIORDAN, 1983, adaptado).....	4
Fig. 2	Organograma exemplificativo da estrutura lógica subjacente ao cumprimento dos objectivos deste trabalho de investigação	6
Fig. 3	Geografia – uma disciplina com grande flexibilidade teórica e metodológica (adaptado de HAGGETT, 1975)....	10
Fig. 4	Perspectiva sistémica da Climatologia (C. MONTEIRO, 1976, adaptado).....	12
Fig. 5	Inquérito à perceptibilidade climática dos Portuenses	20
Fig. 6	Exemplo do inquérito à <i>Perceptibilidade Climática</i> realizado a 305 pessoas residentes na cidade do Porto durante o mês de Dezembro de 1990	23
Fig. 7	Características dos acontecimentos climáticos e modo como influenciam a percepção (A. WHYTE, 1986, adaptado).....	24
Fig. 8	Consumo de energia em algumas regiões do globo (adaptado de MOHEN, V.A., GOLDSTEIN, W., WANG, W., 1991).....	33
Fig. 9	Gases importantes para o efeito de estufa cujas concentrações na troposfera têm sido afectadas pelas acções antrópicas (IPCC, 1990)	34
Fig. 10	Enquadramento da área de estudo (Porto)	40
Fig. 11 a)	Corografia da área de estudo (Porto)	41
Fig. 11 b)	Hipsometria da área de estudo (Porto)	42
Fig. 11 c)	Rede hidrográfica da área de estudo (Porto)	43
Fig. 12	Rede rodoviária principal do concelho do Porto.....	44

Fig. 13	Mapa de declives da cidade do Porto.....	45
Fig. 14	Distribuição dos declives em três perfis na área de estudo (A. ARAÚJO, 1991).....	47
Fig. 15 a)	Geologia da área de estudo (Porto).....	50
Fig. 15 b)	Mapa geológico da área de estudo (A. ARAÚJO, 1991) ...	51
Fig. 16	Carta neotectónica de Portugal: fragmento da parte Norte do país (CABRAL, J., RIBEIRO, A., 1989)	52
Fig. 17	Esboço geomorfológico (adaptado de A. ARAÚJO, 1991)...	53
Fig. 18	Idade e altura dos edifícios no concelho do Porto (GPU, 1983)	57
Fig. 19	Densidade populacional no concelho do Porto por freguesia (entre 1911 e 1991)	58
Fig. 20	Número de estabelecimentos e de edifícios ocupados por algumas funções urbanas (GPU, 1983)	59
Fig. 21	Número de unidades industriais poluentes, por freguesia, na cidade do Porto.....	60
Fig. 22	Manchas verdes na cidade do Porto	63
Fig. 23	Localização das estações climatológicas	67
Fig. 24	Perfis topográficos representativos da posição da estação climatológica da Serra do Pilar (Porto)	71
Fig. 25	Temperatura média mínima e máxima no Porto-Serra do Pilar (1900-1989)	75
Fig. 26	Distribuição de frequência (%), das temperaturas médias máximas durante os 90 anos em análise (1900-1989), no Porto-Serra do Pilar	79
Fig. 27	Distribuição de frequência (%), das temperaturas médias mínimas durante os 90 anos em análise (1900-1989), no Porto-Serra do Pilar	80
Fig. 28	Leituras <i>transversal</i> e <i>longitudinal</i> da série cronológica em análise.....	81
Fig. 29	Desvio padrão e média dos registos de temperatura média, máxima e mínima (1900-1989), no Porto-Serra do Pilar...	82
Fig. 30	Comparação entre a distribuição de frequência das temperaturas médias mínimas dos dias 1 de Janeiro no Porto-Serra do Pilar (1900-1989) e uma distribuição <i>normal</i> ou <i>Gaussian</i>	84
Fig. 31	Calendário de Probabilidades para a temperatura máxima e mínima do Porto-Serra do Pilar.....	86

Fig. 32	Precipitação total mensal, média e desvio padrão para a estação de Porto-Serra do Pilar (1900-1989).....	88
Fig. 33	Distribuição de frequência dos totais mensais de precipitação na estação de Porto-Serra do Pilar.....	89
Fig. 34	Coeficientes de correlação superiores a ± 0.95 para os valores médios mensais de cada um dos elementos climáticos (1970-89)	102
Fig. 35 a)	Temperatura média mensal mínima (1970-1989).....	108
Fig. 35 b)	Temperatura média mensal mínima – ritmo evolutivo intra-anual.....	108
Fig. 36	Temperatura média mensal máxima (1970-1989)	113
Fig. 37	Temperatura média mensal máxima – ritmo evolutivo intra-anual.....	113
Fig. 38	Precipitação total mensal (1970-1989)	117
Fig. 39	Precipitação total mensal – ritmo evolutivo intra-anual....	117
Fig. 40	Mês mais pluvioso em cada um dos 20 anos estudados (1970-1989).....	121
Fig. 41	Número de dias com precipitação \geq a 10 mm (1970-1989)..	123
Fig. 42	Número de dias com precipitação \geq a 0.1 mm (1970-1989).	123
Fig. 43	Humidade relativa (%) média mensal às 9h (1970-1989) ...	125
Fig. 44	Coeficientes de variação das séries mensais de humidade relativa às 9h (1970-1989)	125
Fig. 45	Número de dias com nevoeiro (1970-1989)	126
Fig. 46	Média mensal da evaporação total (1970-1989)	128
Fig. 47	Frequência média mensal dos rumos do vento (1970-1989)	130
Fig. 48	Quadrantes do vento mais frequentes (1970-1989)	131
Fig. 49	Velocidade média mensal do vento (1970-1989)	134
Fig. 50	Temperatura média mensal mínima mais elevada do ano..	138
Fig. 51	Rectas de regressão para os valores de temperatura média mensal mínima ($r \geq 0.50$).....	142
Fig. 52	Temperatura média mensal máxima mais elevada do ano .	144
Fig. 53	Rectas de regressão para os totais mensais de precipitação (1970-1989)	154
Fig. 54	Médias móveis de 5 anos dos totais mensais de precipitação (1970-1989).....	155
Fig. 55	Comparação das temperaturas médias mínimas de Porto-Serra do Pilar, nos períodos 1930-60, 1951-80 e 1960-89..	166
Fig. 56	Comparação da precipitação total mensal de Porto-Serra do Pilar, nos períodos 1930-60, 1951-80 e 1960-89.....	166

Fig. 57 a)	Rectas de regressão para os valores da temperatura da água do mar entre 1950 e 1979 (40°N e 10°W de Gr.)	170
Fig. 57b)	Rectas de regressão para os valores da temperatura da água do mar entre 1970 e 1990 em Leixões.....	172
Fig. 58	Valor de temperatura mínima e máxima, registado no Porto-Serra do Pilar nos dias 1, 11 e 21 de cada mês do ano de 1988.....	182
Fig. 59	Valor de temperatura mínima e máxima, registado no Porto-Serra do Pilar nos dias 1, 11 e 21 de cada mês do ano de 1989	183
Fig. 60	Valor de temperatura mínima e máxima, registado no Porto-Serra do Pilar nos dias 1, 11 e 21 de cada mês do ano de 1990.....	184
Fig. 61	Número de situações anticiclónicas (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991)	191
Fig. 62	Número de situações depressionárias (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991).....	191
Fig. 63	Número de situações com circulação zonal (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991).....	193
Fig. 64	Número de situações com circulação meridiana – corrente ondulatória (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991).....	193
Fig. 65	Número de situações com circulação meridiana – situação de bloqueio (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991).....	194
Fig. 66	Relação entre a situação sinóptica em altitude e a situação à superfície (entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991).....	199
Fig. 67	A cidade do Porto – enquadramento regional	216
Fig. 68	Padrão térmico diário para uma estação a 40°N (GRIFFITHS, 1985, adaptado).....	223
Fig. 69	Registos semi-horários da temperatura na Av. dos Aliados (Dezembro de 1990)	224
Fig. 70 a)	Comparação entre as temperaturas horárias registadas na estação de Porto-Serra do Pilar e num posto móvel localizado na Av. dos Aliados em Dezembro de 1990	225
Fig. 70 b)	Vento e humidade relativa no posto móvel da Av. dos Aliados e velocidade do vento em Porto-Serra do Pilar (Dezembro de 1990)	227

Fig. 71	Comparação dos valores de temperatura registados em termómetros similares colocados no exterior de casas particulares em Paranhos, S. Roque e Francos e os valores registados no posto móvel da Av. dos Aliados (Dezembro de 1990)	237
Fig. 72 a)	Comparação dos valores de temperatura registados em termómetros similares colocados no exterior de casas particulares em Paranhos, S. Roque e Francos (Janeiro a Abril de 1991)	241
Fig. 72 b)	Comparação dos valores de temperatura registados em termómetros similares colocados no exterior de casas particulares em Paranhos e S. Roque (Maio a Julho de 1991)	242
Fig. 72 c)	Comparação dos valores de temperatura registados em termómetros similares colocados no exterior de casas particulares em Paranhos, S. Roque e Monte dos Burgos (Dezembro de 1991 e Janeiro de 1992)	243
Fig. 73 a)	Itinerários de medição de temperatura e humidade relativa efectuados na cidade do Porto entre 1 de Março de 1989 e 1 de Março de 1992	248
Fig. 73 b)	Localização dos pontos de registo de cada um dos itinerários de medição de temperatura e humidade relativa efectuados na cidade do Porto entre 1 de Março de 1989 e 1 de Março de 1992	249
Fig. 74	Perfis topográficos correspondentes aos percursos em que foram efectuadas medições itinerantes na cidade do Porto.....	250
Fig. 75	Declives das ruas do percurso 2	251
Fig. 76 a)	Anomalias térmicas médias relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (percurso 1)...	257
Fig. 76 b)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (3-8-1989) ...	257
Fig. 76 c)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (18-4-1991) ...	258
Fig. 76 d)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (21-7-1991) ...	258
Fig. 76 e)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (3-11-1989) ...	259

Fig. 76 f)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (24-4-1991) ...	259
Fig. 76 g)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (1-9-1989) ...	260
Fig. 76 h)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (17-7-1991) ...	260
Fig. 76 i)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (22-9-1989) ...	261
Fig. 76 j)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (22-8-1989) ...	261
Fig. 76 k)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (2-4-1991) ...	262
Fig. 76 l)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (10-8-1991) ...	262
Fig. 76 m)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (23-8-1989) ...	263
Fig. 76 n)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (29-9-1989) ...	263
Fig. 76 o)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (12-1-1990) ...	264
Fig. 76 p)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (8-9-1989) ...	264
Fig. 77 a)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (2-2-1991) ...	267
Fig. 77 b)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (12-2-1991) ...	267
Fig. 77 c)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (27-1-1991) ...	268
Fig. 77 d)	Anomalias térmicas relativamente à temperatura registada na estação de Porto-Serra do Pilar (19-1-1991) ...	268
Fig. 78	Pontos de medição com maior frequência de anomalias térmicas positivas	273
Fig. 79	Representação esquemática das formas e intensidades da "ilha de calor" portuense sob a acção de diversas situações sinópticas.....	276
Fig. 80	Valores reais de temperatura e humidade relativa registados durante as medições itinerantes	278

Fig. 81	Comparação entre as características topográficas e morfologia urbana portuense e as <i>modelo</i> (a – características topográficas e morfologia urbana do percurso 2; b – características topográficas e morfologia urbana modelo)	289
Fig. 82	Contrastes entre o balanço energético nas áreas urbanas e nas áreas rurais (DOUGLAS, 1983, p. 37, adaptado).....	297
Fig. 83	Lista de classificação de poluentes (HOLDGATE, 1980, modificado)	300
Fig. 84	Percorso de alguns gases na atmosfera (GRAEDEL e CRUTZEN, 1986, adaptado).....	301
Fig. 85	Rede de medição de acidez forte e fumos negros na área do Porto da DGQA-Porto	312
Fig. 86	Valores diários de acidez forte (1 de Abril de 1987/31 de Março de 1991).....	313
Fig. 87	Número de dias com concentração de SO ₂ superior a 100 µg/m ³ (1 de Abril 1987/31 de Março de 1991)	318
Fig. 88	Algumas causas da variação da poluição atmosférica (de THOMPSON, 1978, adaptado).....	320
Fig. 89	Médias semi-horárias de SO ₂ , NO _x , CO e partículas suspensas entre o dia 20 e 24 de Dezembro de 1990 na Av. dos Aliados (DGQA)	321
Fig. 90	Número de dias com SO ₂ acima de 150 µg/m ³	326
Fig. 91	Número de dias com acidez forte acima de 150 µg/m ³	329
Fig. 92	Número de dias com acidez forte acima de 200 µg/m ³	330
Fig. 93	Número de dias com SO ₂ acima de 150 µg/m ³ nos postos localizados na Casa de Saúde da Boavista e em Leça da Palmeira	331
Fig. 94	Número de dias com SO ₂ acima de 200 µg/m ³ nos postos localizados na Casa de Saúde da Boavista e em Leça da Palmeira	332
Fig. 95	Rumo predominante do vento na estação de Porto-Serra do Pilar nos dias em que pelo menos um posto da rede da DGQA-Porto registou SO ₂ ≥100 µg/m ³ e SO ₂ ≥150 µg/m ³ ..	335
Fig. 96	Número de dias em que o SO ₂ ultrapassou os 200 µg/m ³ em pelo menos um dos postos	344
Fig. 97	Número de dias com acidez forte ≥ 150 µg/m ³ em pelo menos um posto da rede de medição da qualidade do ar da DGQA-Porto, segundo o dia da semana (1 de Abril de 1987/31 de Março de 1991).....	351

Fig. 98	Vias de acesso do chumbo libertado na atmosfera até alcançar o organismo humano (WMO, 1977)	353
Fig. 99	Localização dos pontos de recolha das amostras de solo urbano portuense não pavimentado.....	364
Fig. 100	Teor de cobre, chumbo e zinco de algumas amostras de solo urbano portuense não pavimentado.....	370
Fig. 101	Teor de cobre, chumbo e zinco nas amostras de solo recolhidas em vários pontos do jardim da Rotunda da Boavista.....	374
Fig. 102	O estado de degradação da qualidade do ar na região do Porto – que contributo para as manifestações de mudança climática detectadas?	384
Fig. 103	Anomalias térmicas médias na cidade do Porto (extraída e ampliada da Fig. 79)	387
Fig. 104	Características do espaço urbano portuense potencialmente condicionantes das trocas de energia e matéria no subsistema climático	387
Fig. 105	Época do ano em que as doenças infecciosas, a tuberculose, as hemorragias cerebrais, as doenças do coração, a bronquite e a pneumonia, foram a primeira causa de morte, no Continente, entre 1970-1989.....	392
Fig. 106	N.º de internamentos no Hospital de S. João com patologias ligadas ao foro respiratório, segundo o sexo do paciente (1 de Abril de 1989/31 de Março de 1991).....	394
Fig. 107	N.º de internamentos no Hospital de S. João com patologias ligadas ao foro respiratório, segundo a idade do paciente (1 de Abril de 1989/31 de Março de 1991).....	394
Fig. 108	N.º de internamentos no Hospital de S. João com asma e bronquite, segundo a idade do paciente (1 de Abril de 1989/31 de Março de 1991).....	397
Fig. 109	Localização aproximada da Via de Cintura Interna	404
Fig. 110	Zonas Verdes e Desportivas existentes, propostas pelo P.G.U. (CMP, 1987)	406
Fig. 111	A inclusão da climatologia urbana nos processos de tomada de decisão em planeamento urbano (CHANDLER, 1976, adaptado).....	408