

ÍNDICE

I – Introdução

1. – Objectivo de trabalho	1
2. – A manutenção de um Meio Ambiente equilibrado – uma forma de recuperar o objecto da Geografia	7
2.1. – Enquadramento epistemológico	7
2.2. – A opção por uma perspectiva sistémica da Climatologia .	9
2.3. – A opção pelo meio urbano	12

II – As mudanças climáticas globais – o problema mais importante para a Humanidade nos próximos 50 anos ?

1. – A vulnerabilidade dos portuenses às perturbações climáticas impostas pela urbanização	19
2. – A crescente preocupação com as questões ambientais – elemento determinante na apreciação cognitiva das relações Homem-Meio Ambiente	28
3. – Provas científicas de mudança no Sistema Climático do Globo – o contributo do Intergovernmental Panel on Climate Change.....	35

III – A Área de estudo – a cidade do Porto

1. – Caracterização física	39
2. – Caracterização sócio-económica	57

IV – O clima da área do Porto desde o início do século XX

1. – Adaptação da metodologia em função da informação disponível.....	65
2. – A estação climatológica de Porto-S. Pilar – a única série secular disponível na nossa área de estudo	68
2.1. – A Temperatura.....	74
2.1.1. – Médias Mensais de Temperatura Máxima e Mínima	74
2.1.2. – Médias Diárias de Temperatura Máxima e Mínima	80
2.2. – A Precipitação.....	87

V – O clima da área do Porto nos últimos 20 anos

1. – Factores geográficos determinantes no comportamento da Temperatura e Precipitação na região durante os últimos 20 anos (1970-1989).....	94
1.1. – A regressão múltipla e os coeficientes de correlação ..	94
2. – Análise comparativa do comportamento médio de alguns elementos climáticos em cada uma das estações, incluídas na área de estudo, durante os últimos 20 anos (1970-1989)..	100
2.1. – Coeficientes de correlação entre as séries de cada uma das estações	100
2.1.1. – Temperatura Média Mensal Mínima.....	101
2.1.2. – Temperatura Média Mensal Máxima	103
2.1.3. – Precipitação Total Mensal.....	105
2.1.4. – Humididade Relativa (9h).....	105
2.1.5. – Evaporação	106
2.2. – Análise comparativa dos valores mensais médios nas estações climatológicas (1970-1989)	106
2.2.1. – Temperatura Média Mensal Mínima.....	106
2.2.2. – Temperatura Média Mensal Máxima	111
2.2.3. – Precipitação Total Mensal	116
2.2.4. – Humididade Relativa e Número de dias com nevoeiro	124
2.2.5. – Evaporação	127

2.2.6. – Vento – rumos predominantes e velocidade média mensal	129
2.2.6.1. – Frequência média mensal (1970-1989)	129
2.2.6.2. – Velocidade média mensal (1970-1989).....	133
3. – Ritmo evolutivo interanual dos valores médios mensais durante o período 1970-1989	137
3.1. – Temperaturas Médias Mensais	137
3.1.1. – Temperatura Média Mensal Mínima	137
3.1.2. – Temperatura Média Mensal Máxima	141
3.2. – Precipitação	146
4. – O padrão de comportamento de alguns elementos climáticos na área do Porto durante os últimos 20 anos – <i>nuances</i> detectadas	157
5. – Ruído associado à variabilidade intrínseca ao Sistema Climático ou manifestações de mudança?	162
5.1. – Caracterização do período estudado relativamente às Normais Climatológicas publicadas para 1931-60 e 1951-80 – o Porto-Serra do Pilar	163
5.2. – Análise comparativa das temperaturas da água do mar registadas em dois pontos do Oceano Atlântico próximos da área do Porto	168
5.2.1. – Temperatura da água do mar ao largo da cidade do Porto	169
5.2.2. – Temperatura da água do mar no porto de Leixões	174
5.3. – Hipóteses explicativas	175

VI – Análise dos registo diários de alguns elementos climáticos na estação de Porto-Serra do Pilar entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991

1. – Temperatura	180
2. – Precipitação	186
3. – Vento	187
4. – Nebulosidade, Insolação Relativa e Radiação Solar	188
5. – Situações sinópticas mais frequentes	188
5.1. – Situações sinópticas à superfície	188
5.2. – Situações sinópticas em altitude	190

5.3. – Relação entre as situações sinópticas à superfície e em altitude	195
5.4. – Relação entre as situações sinópticas à superfície e o comportamento de alguns elementos climáticos no Porto-Serra do Pilar	201

VII – O clima urbano do Porto – intensidade e forma da “ilha de calor”

1. – Considerações gerais sobre os efeitos das áreas urbanas no clima local	206
1.2. – O fenómeno urbano portuense – magnitude e intensidade dos impactes no clima local	215
2. – Questões metodológicas comuns aos diversos estudos no âmbito da climatologia urbana	218
2.1. – A nossa opção metodológica	219
3. – Existe “ilha de calor” urbano?	222
3.1. – A temperatura na cidade e na periferia – comparação dos registos horários na Av. dos Aliados e no Porto-Serra do Pilar	223
4. – A forma e a intensidade da “ilha de calor”	234
4.1. – Os termómetros fixos em alguns pontos da cidade..	235
4.2. – O comportamento térmico de 3 postos de registo fixos na cidade e o posto móvel na Av. dos Aliados durante Dezembro de 1990	236
4.3. – O comportamento térmico de alguns postos de registo fixos na cidade entre Janeiro de 1991 e Janeiro de 1992	240
4.4. – As medições itinerantes	245
4.4.1. – Método de recolha	245
4.4.2. – Características dos percursos escolhidos e pontos de registo.....	246
4.4.3. – Anomalias térmicas – procedimento metodológico.....	252
4.4.4. – Anomalias térmicas médias	254
4.4.5. – Anomalias térmicas e tipos de tempo.....	265
4.4.5.1. – Representatividade da amostra.....	266

4.4.5.2. – A intensidade da “ilha de calor” sob a acção de diversos tipos de tempo	270
4.4.5.3. – A forma da “ilha de calor” sob a acção de diversos tipos de tempo	271
4.4.6. – A importância explicativa da altitude, da distância ao mar e da densidade de ocupação do solo na forma e na intensidade da “ilha de calor”	272
4.4.6.1. – A distância ao mar	275
4.4.6.2. – A altitude	282
4.4.6.3. – A estação do ano	283
4.4.6.4. – O tipo de ocupação do solo	285
5. – Síntese	286
6. – O clima da região do Porto – indícios de ruptura ou de <i>outros equilíbrios?</i>	292

VIII – Poluição atmosférica no Porto

1. – Definição do(s) conceito(s) de poluição.....	298
2. – Tipo de poluentes – fontes e tempos de residência na atmosfera.....	303
2.1. – O ozono, os compostos de cloro, o CO ₂ e os óxidos de azoto – efeitos à escala planetária	305
2.1.1. – O ozono	305
2.1.2. – Os compostos de cloro	305
2.1.3. – Os compostos de carbono	306
2.1.4. – Os compostos de azoto	307
2.2. – O SO ₂ – efeitos à escala regional	308
2.3. – Os metais pesados – efeitos à escala local.....	308
3. – Acidez forte e fumos negros na cidade do Porto.....	309
3.1. – A eficácia do SO ₂ e dos fumos negros como indicadores da qualidade do ar na cidade do Porto...	309
3.2. – Tipo de rede de registo	311
3.3. – Concentrações de SO ₂ na cidade do Porto entre 1 de Abril de 1987 e 31 de Março de 1991.....	316
3.4. – Concentrações superiores ao limite máximo do valor guia (150 µg/m ³).....	326

3.5. – Comportamento de alguns elementos climatológicos nos dias de maior concentração de SO ₂	333
3.6. – Características do estado de tempo nos dias de maior concentração de SO ₂	337
3.7. – Outros factores explicativos	351
4. – Chumbo e outros metais pesados na cidade do Porto	352
4.1. – A nossa opção metodológica: avaliação directa e indirecta dos teores de chumbo e outros metais pesados na atmosfera portuense.....	352
4.2. – Tipo de fontes e magnitude dos efeitos do chumbo e de outros metais pesados.....	353
4.3. – Teor de chumbo e de outros metais pesados detectado na atmosfera portuense	359
4.4. – Teor de chumbo, zinco e cobre nos solos da cidade do Porto.....	362
4.4.1. – Procedimento metodológico	362
4.4.2. – Metais pesados no solo urbano portuense ..	365
4.4.3. – A contaminação dos solos na Rotunda da Boavista – um exemplo da importância do número de veículos em circulação extrapolável para a cidade?	373
5. – Síntese	376

IX – O binómio Poluição Atmosférica – Clima: essencial na avaliação dos impactes ambientais em espaços urbanizados

1. – Indispensável para a compreensão das manifestações de mudança climática	383
2. – Indispensável na identificação das causas responsáveis pelo agravamento de determinadas patologias	390
3. – Indispensável na definição das estratégias de ordenamento do espaço urbano da “cidade do futuro”	399
3.1. – As propostas do Plano Geral de Urbanização.....	402

X – Conclusão

411

Bibliografia

427