



Universidade de Coimbra

Faculdade de Letras

“A transformação de um território /zona de conflito e as inerentes preocupações ambientais, de qualidade de vida e sustentabilidade: O caso da Cidade de Estarreja”



Patrícia Alexandra de Pinho Bastos
Outubro 2010

Dissertação de Mestrado em Geografia Física - Ambiente e Ordenamento do Território,
especialidade em Geografia Física - Ambiente e Ordenamento do Território,
apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, sob a orientação do
Professor Doutor António Manuel Rochette Cordeiro.

Dedico este trabalho a vocês: pai, mãe...e avó Germana!

agradecimentos

Agradeço ao Professor Doutor António Manuel Rochette Cordeiro, meu orientador neste trabalho, pela transmissão dos seus conhecimentos e pelas palavras de apoio e incentivo.

Um agradecimento especial ao David Marques, por ter despendido algum do seu tempo, na análise dos dados térmicos e dos dados relativos às concentrações de poluentes atmosféricos, necessários no meu estudo.

Um obrigado à Eng.^a Helena Lameiras, Técnica da CCDRC, responsável pelas Estações da Qualidade do Ar, pelo seu apoio e prestabilidade na cedência de dados necessários para a realização desta dissertação.

Uma palavra de apreço à DOW Portugal – Estarreja, à Dona Ana Maria Martins, ao Bar do Parque e ao Paulo Reis, por me terem permitido colocar sondas nas suas instalações.

Agradeço também à Câmara Municipal de Estarreja por todo o seu apoio, nomeadamente, ao Sr. Presidente da Câmara, Dr. José Eduardo de Matos, à Divisão de Planeamento e Urbanismo - Dra. Paula Ribas e Dr. António Granja, e ao Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica - Eng. Ana Catarina Melo, Arq. Teresa e Eng. Cármen Lamego.

Um obrigado especial a todos os meus amigos e colegas de trabalho, que sabem ter contribuído para a concretização deste trabalho, que me acompanharam nos melhores e nos piores momentos e me apoiaram ao longo desta etapa, com a sua paciência, carinho e amizade!

Um sentido obrigado à minha família...PAI e MÃE! Um obrigado como prova de toda a gratidão por me terem proporcionado todos estes anos de estudo, por me ajudarem a crescer e a ser o ser humano que eu sou hoje...devo-vos tudo! Pai...agradeço-te por toda a paciência, compreensão e companhia de horas e horas a realizar percursos com a sonda móvel...tivemos conversas bem interessantes e divertidas! Vocês são os meus pilares, o meu orgulho...são os melhores pais do mundo!

palavras – chave

espaços verdes, qualidade de vida, qualidade do ar, sustentabilidade ambiental

resumo

Para a generalidade da população, habitar em aglomerados urbanos tem sido uma preocupação constante, no que diz respeito à qualidade de vida dos cidadãos e à sustentabilidade ambiental.

A presença de espaços verdes urbanos é latente na minimização dos efeitos negativos do processo de urbanização, uma vez que, permitem e contribuem para melhores condições de habitabilidade, nomeadamente, a nível estético, na qualidade do ar, na redução dos níveis de ruído e na geração de condições micro-climáticas mais confortáveis.

Actualmente, existe uma procura acentuada de espaços verdes por parte da população, como também, se constata ser uma crescente preocupação pela adopção de um planeamento urbano mais ecológico e sustentável, por parte das entidades e agentes locais.

A presente dissertação tem como objectivo o estudo do papel dos espaços verdes na qualidade de vida das populações, e neste caso em concreto, da cidade de Estarreja.

Para tal, foram efectuados registos de temperatura, quer através da colocação de sondas fixas em quatro pontos distintos, dentro e fora da cidade, quer através de percursos efectuados durante um determinado período, com uma sonda móvel. Nesta investigação, também foram elaboradas análises dos principais poluentes atmosféricos, incidentes nesta área de estudo.

Hoje e futuramente, as áreas verdes são e serão, as principais responsáveis e detentoras, pela promoção de qualidade de vida da população e do ambiente.

keywords

green spaces, quality of life, air quality, environmental sustainability

abstract

For the population in general, living in urban areas has been a constant concern regarding the quality of life and the environmental sustainability.

The presence of urban green spaces is essential to minimize the negative effects of urbanization, once they enable and contribute for better living conditions, especially in enhancing aesthetics, improving air quality, reducing noise levels and generating more comfortable micro-climatic conditions.

Nowadays, there is a strong demand for green spaces among the population, but there is also a growing concern for the adoption of a greener and more sustainable urban planning by the authorities and local agents.

This dissertation intends to study the role of green spaces in the quality of life of populations, focusing the attention in the town of Estarreja.

With this purpose in mind, temperature records were made either through the placement of fixed probes in four different sites within and outside the town, either through journeys made during a certain period of time with a mobile probe. In this investigation, the analysis of major air pollutants was made. These air pollutants are of special relevance in this area of study.

Now and in the future, the green areas are and will be primarily responsible for promoting the quality of life of citizens and the protection of the environment.

Índice Geral

Índice Geral.....	i
Índice de Figuras.....	ii
Índice de Gráficos.....	iii
Índice de Quadros.....	iv
Índice de Tabelas.....	iv
1. Introdução.....	1
1.1. Conceitos Introdutórios.....	2
2. Caracterização da área em estudo.....	9
2.1. Enquadramento Territorial e Caracterização Física.....	9
2.2. Caracterização da Rede Viária.....	23
2.3. Caracterização Demográfica.....	26
2.4. Caracterização Habitacional.....	29
2.5. Caracterização Socio-Económica e a Importância da Zona Industrial.....	30
3. Metodologia.....	36
3.1. Percursos e pontos de medição escolhidos.....	36
3.2. Instrumentos utilizados.....	55
3.3. Indicadores de análise.....	56
4. Resultados alcançados.....	57
4.1. Tratamento de dados das sondas fixas.....	57
4.2. Tratamento de dados dos percursos efectuados com a sonda móvel.....	62
4.3. Tratamento de dados relativos às concentrações de poluentes gasosos.....	72
5. Considerações Finais.....	92
6. Referências Bibliográficas.....	94
Anexos	
Anexo 1 – Ortofotomapa do Concelho de Estarreja	
Anexo 2 – “Mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos” – DAVEAU, S. et al. (1985)	
Anexo 3 – “O ambiente climático” – FERREIRA, D. B. (2005)	
Anexo 4 – Pontos de Medição do Percurso Itinerante	
Anexo 5 – Tabelas de Dados Térmicos das Sondas Fixas:	

- Tabela 1 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Diurno
- Tabela 2 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Nocturno

Anexo 6 – Tabelas de Dados de Poluentes:

- Tabela 1 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO₂ (µg/m³)
- Tabela 2 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO (µg/m³)
- Tabela 3 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO_x (µg/m³)
- Tabela 4 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – O₃ (µg/m³)
- Tabela 5 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – SO₂ (µg/m³)
- Tabela 6 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM_{2,5} (µg/m³)
- Tabela 7 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM₁₀ (µg/m³)

Índice de Figuras

Figura 1 – Enquadramento Regional do Concelho de Estarreja.....	9
Figura 2 – Altimetria e Hidrografia do Concelho de Estarreja	10
Figura 3 – Relevo do Concelho de Estarreja	11
Figura 4 – Rede Hidrográfica do Concelho de Estarreja	12
Figura 5 – Uso do Solo do Concelho de Estarreja	13
Figura 6 – Octógono Anemoscópico da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra	19
Figura 7 – Velocidade do Vento Mensal (km/h) da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra.....	20
Figura 8 – Enquadramento do Concelho de Estarreja e principais eixos viários	24
Figura 9 – Concelho de Estarreja e principais eixos viários	24
Figuras 10, 11 e 12 – Eco-Parque de Estarreja	34
Figura 13 – Enquadramento do Eco-Parque Empresarial de Estarreja	34
Figura 14 – Esquiço das diversas tipologias de espaço/zonamento, na área de intervenção.....	37
Figura 15 – Percorso Itinerante e Pontos de Medição – Ortofotomapa.....	39
Figura 16 – Zona Industrial – Empresa DOW.....	41
Figura 17 – Edificado Urbano.....	41
Figura 18 – Edificado Rural.....	41
Figura 19 – Espaço Verde Urbano – Ortofotomapa.....	41
Figura 20 – Espacialização do percurso móvel e dos termógrafos.....	42
Figura 21 – Sondas Fixas Tinytag.....	55
Figura 22 – Sonda Móvel Tinytag.....	55

Figura 23 – Percurso Nocturno – 27 de Janeiro de 2010 – 22h00.....	65
Figura 24 – Carta Sinóptica de 11 de Agosto de 2010.....	66
Figura 25 – Percurso Diurno – 11 de Agosto de 2010 – 14h30.....	67
Figura 26 – Percurso Nocturno – 11 de Agosto de 2010 – 22h00.....	68
Figura 27 – Percurso Nocturno – 12 de Agosto de 2010 – 00h30.....	69
Figura 28 – Percurso Diurno – 23 de Maio de 2010 – 14h30.....	70
Figura 29 – Campo Térmico Médio decorrente de 19 campanhas de observação.....	71
Figura 30 – Carta Sinóptica de 26 de Julho de 2010.....	82
Figura 31 – Carta Sinóptica de 29 de Janeiro de 2010.....	84

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Temperaturas Médias das Máximas, das Médias e das Mínimas da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra	15
Gráfico 2 - Termo-Pluviométrico da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra	16
Gráfico 3 - Número de Dias de Ocorrência de Nevoeiros da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra	17
Gráfico 4 - Humidade Relativa da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra.....	22
Gráfico 5 – Temperaturas Médias.....	60
Gráfico 6 – Taxas de Aquecimento e de Arrefecimento Horário.....	61
Gráfico 7 – Extremos Máximos e Mínimos das Séries Horárias de Temperatura.....	62
Gráfico 8 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO ₂ – Estarreja (Teixugueira).....	81
Gráfico 9 – Ritmo intradiurno de NO ₂ e velocidade do vento no dia 26 de Julho de 2010.....	82
Gráfico 10 – Ritmo intradiurno de NO ₂ e velocidade do vento no dia 30 de Julho de 2010.....	83
Gráfico 11 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO – Estarreja (Teixugueira).....	83
Gráfico 12 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO _x – Estarreja (Teixugueira).....	85
Gráfico 13 – Ritmo intradiurno dos níveis de poluição de NO _x no dia 29 de Janeiro de 2010.....	85
Gráfico 14 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO _x – Aveiro.....	86
Gráfico 15 – Emissão Máxima, Mínima e Média de O ₃ – Estarreja (Teixugueira).....	87
Gráfico 16 – Ritmo intradiurno médio das concentrações horárias de O ₃	88
Gráfico 17 – Emissão Máxima, Mínima e Média de SO ₂ – Estarreja (Teixugueira).....	89
Gráfico 18 – Emissão Máxima, Mínima e Média de PM _{2,5} – Estarreja (Teixugueira).....	90

Gráfico 19 – Emissão Máxima, Mínima e Média de PM ₁₀ – Estarreja (Teixugueira).....	91
Gráfico 20 – Ritmo intradiurno das emissões médias horárias de PM ₁₀ e O ₃	91

Índice de Quadros

Quadro 1 – Distribuição da Densidade populacional em 1991 e em 2001, no Baixo Vouga.....	27
Quadro 2 – Variação e Densidade da população Residente por Freguesias.....	28
Quadro 3 – Evolução da População Activa no Concelho de Estarreja por Sectores de Actividade(1950 a 2001).....	30

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Uso do Solo – Concelho de Estarreja.....	14
Tabela 2 – Pontos de Medição do Percurso Móvel e suas Características.....	43
Tabela 3. – Variações dos dados térmicos das sondas fixas no período diurno e no período nocturno.....	58
Tabela 4 – Dados térmicos relativos ao percurso itinerante e seus pontos de medição.....	63
Tabela 5 – Valores Limite de Emissão de Aplicação Geral (VLE gerais).....	78
Tabela 6 – Valores Limite para o Dióxido de Enxofre (SO ₂).....	78
Tabela 7 – Valores Limite para o Dióxido de Azoto (NO ₂).....	79
Tabela 8 – Valores Limite para Partículas em Suspensão (PM _{10;2,5}).....	79
Tabela 9 – Valores alvo e objectivos a longo prazo para o ozono (O ₃).....	80
Tabela 10 – Avaliação de situações Críticas de Poluição Atmosférica.....	80

Anexos

Anexo 1 – Ortofotomapa do Concelho de Estarreja

Anexo 2 – “Mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos” – DAVEAU, S. et al. (1985)

Anexo 3 – “O ambiente climático” – FERREIRA, D. B. (2005)

Anexo 4 – Pontos de Medição do Percurso Itinerante

Anexo 5 – Tabelas de Dados Térmicos das Sondas Fixas:

- Tabela 1 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Diurno

- Tabela 2 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Nocturno

Anexo 6 – Tabelas de Dados de Poluentes:

- Tabela 1 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO₂ (µg/m³)

- Tabela 2 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO (µg/m³)

- Tabela 3 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO_x (µg/m³)

- Tabela 4 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – O₃ (µg/m³)

- Tabela 5 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – SO₂ (µg/m³)

- Tabela 6 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM_{2,5} (µg/m³)

- Tabela 7 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM₁₀ (µg/m³)

Anexo 1 – Ortofotomapa do Concelho de Estarreja

Anexo 2 – “Mapas climáticos de Portugal. Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos” –
DAVEAU, S. et al. (1985)

Anexo 3 – “O ambiente climático” – FERREIRA, D. B. (2005)

Anexo 4 – Pontos de Medição do Percurso Itinerante

Anexo 5 – Tabelas de Dados Térmicos das Sondas Fixas:

- Tabela 1 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Diurno

- Tabela 2 – Dados Térmicos das Sondas Fixas no Período Nocturno

Anexo 6 – Tabelas de Dados de Poluentes:

- Tabela 1 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO₂ (µg/m³)
- Tabela 2 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO (µg/m³)
- Tabela 3 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – NO_x (µg/m³)
- Tabela 4 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – O₃ (µg/m³)
- Tabela 5 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – SO₂ (µg/m³)
- Tabela 6 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM_{2,5} (µg/m³)
- Tabela 7 – Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja – PM₁₀ (µg/m³)

1. Introdução

“ Hoje em dia, o ser humano apenas tem ante si três grandes problemas que foram ironicamente provocados por ele próprio: a super povoação, o desaparecimento dos recursos naturais e a destruição do meio ambiente. Triunfar sobre estes problemas, vistos sermos nós a sua causa, deveria ser a nossa mais profunda motivação.”

(Jacques Yves Cousteau, 1910-1997)

Ao longo dos tempos, as cidades revelaram ser a forma de organização espacial, de pessoas e actividades, mais vantajosa do que qualquer outra, uma vez que são detentoras de grandes centralidades económicas e culturais, permitem a fácil acessibilidade a bens e a serviços e por serem promotoras de inovação e difusão de informação. Todos estes atributos, continuam a ser as escolhas decisivas e atractivas para os cidadãos escolherem os seus lugares para viverem (LÓPEZ LÚCIO, 1993; MATOS, 2001; PARTIDÁRIO, 2007).

Actualmente, as cidades padecem de sinais crescentes de ‘stress’ ambiental, resultado do elevado tráfego automóvel, ruído excessivo, da forte pressão habitacional, o aquecimento doméstico, entre outros. A solução destes problemas passa e passará cada vez mais, pela inserção do factor ambiente nas estratégias de planeamento e ordenamento do território. A procura pela melhor qualidade de vida e por uma cidade sustentável será o grande desafio do futuro.

Com este estudo, que incide sobre a Cidade de Estarreja, tenciona-se demonstrar a evolução das zonas industriais, nomeadamente, no que diz respeito à sua sensibilização para com o ambiente, onde actualmente, a grande maioria dos parques industriais são certificados a nível ambiental, cumprem as normais legais de emissão de poluentes e são caracterizados pela sua eco-eficiência, como também, pretende-se avaliar o papel dos espaços verdes no meio urbano, através da análise de dados térmicos e de dados das concentrações de poluentes atmosféricos, juntamente com as características morfológicas do espaço urbano, do espaço rural e do espaço industrial e o seu clima local, e de que forma estes espaços verdes poderão contribuir, para a melhoria da qualidade ambiental e proporcionar conforto bioclimático aos munícipes residentes neste concelho.

Para a concretização deste objectivo, a metodologia utilizada baseou-se na colocação de sondas fixas em quatro sítios estratégicos (espaço urbano, espaço rural, espaço industrial e espaço verde urbano), permitindo retirar valores da temperatura e na realização de um percurso itinerante, com paragem em 46 pontos de medição, com a utilização de uma sonda móvel, ao longo de 8 meses (Janeiro a Agosto), com diferentes estados de tempo. Juntamente com o tratamento destes dados térmicos, efectuou-se também o tratamento de dados relativos às concentrações de poluentes gasosos no concelho de Estarreja, dados esses facultados pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro – CCDRC.

1.1. Conceitos Introdutórios

Os Espaços Verdes e o seu “Papel” na Qualidade do Ar

Os espaços verdes são considerados peças fundamentais na estrutura urbana, quer pelo seu valor estético e social, como também, e fundamentalmente, pela sua contribuição no campo ambiental das cidades, que por sua vez afecta as condições topo e microclimáticas (BERNATZKY, 1982; OKE, 1989; DIMOUDI e NIKOLOPOULOU, 2003).

O coberto vegetal arbóreo, quer de média ou de grande dimensão, demonstra a sua importância, no que diz respeito à atenuação da ilha de calor, à diminuição da poluição atmosférica e à redução da velocidade do vento (ALCOFORADO, 1996; GANHO, 1996; ROSENFELD et al., 1998), proporcionando uma melhoria das condições de conforto bioclimático e da própria saúde das populações em causa (GONÇALVES et al., 2007; SANTANA et al., 2007; VASCONCELOS e VIEIRA, 2007)

A existência dos espaços verdes em meio urbano é reconhecida de um modo geral, como um factor extraordinariamente positivo, sendo locais com bastante procura, sobretudo como espaços de lazer, recreio e prática desportiva.

Estes espaços públicos, para além de permitirem um conforto ambiental são detentores de conforto térmico. O estudo do conforto térmico em espaços exteriores constitui uma importante fonte de informação, que ajuda a compreender as opções de utilização do espaço

público em actividades ao ar livre, incluindo o recreio e o lazer (THORSSON et al., 2004). Estudos desenvolvidos em condições locais diferenciadas permitem avaliar os reflexos que as opções de concepção urbanísticas têm sobre o conforto humano, permitindo formular recomendações que potenciem o uso social dos espaços exteriores urbanos.

As condições térmicas dos espaços urbanos são influenciadas por diferentes características, urbanísticas e arquitectónicas, reconhecendo-se a existência de diferenças significativas no clima urbano, por comparação com os espaços rurais (HOUGH, 1998), registando-se, ainda, a presença de fenómenos microclimáticos na ampla diversidade de tipologias de ocupação urbana, reconhecendo-se a existência de condições térmicas particulares, presentes nos espaços verdes, por comparação com os espaços pavimentados e na presença de edifícios, numa mesma realidade urbana (GIVONI, 1991).

O estudo do conforto térmico envolve um conjunto de elementos complementares, incluindo variáveis térmicas como a temperatura, o vento, a humidade relativa e a radiação, e, também, variáveis subjectivas ou pessoais. As variáveis subjectivas com influência na obtenção do conforto térmico relacionam-se com a actividade física e com o tipo de vestuário. Além das variáveis acima mencionadas, existem variáveis psicológicas a serem levadas em consideração nos estudos de conforto térmico, de difícil leitura e relacionadas com a vivência pessoal dos indivíduos.

Um dos principais problemas ambientais e de saúde pública nas cidades é a poluição atmosférica causada pelos transportes, pela morfologia do edificado (aquecimento e arrefecimento dos edifícios), pelas indústrias, entre outros. É do conhecimento geral que a vegetação ajuda na remoção dos poluentes atmosféricos.

O que determina a forma como a vegetação e os espaços verdes urbanos afectam a qualidade do ar são as características das emissões, a química da atmosfera e os factores locais. É fundamental considerar os principais poluentes urbanos de um modo integrado, uma vez que podem ter interacções complexas.

O arbóreo urbano, por exemplo, contribui não só para a remoção de ozono, amónia e partículas, como também, liberta compostos orgânicos voláteis (COV's) que podem colaborar na produção de aerossóis orgânicos secundários e ozono.

A vegetação desempenha o papel de reservatório de dióxido de carbono e algumas espécies, têm a capacidade de utilizar os poluentes atmosféricos com eficiência. As plantas dispõem a capacidade de interceptar toneladas de poeiras e servem também de barreiras acústicas em auto-estradas e zonas industriais. Várias plantas têm a capacidade de colher as partículas em suspensão na atmosfera e “diluem” a concentração de gases tóxicos e nocivos à saúde humana tais como, SO₂, CO₂, etc. (FAISAL, 1999). Foi reportado ainda, que as árvores têm a capacidade de remover da atmosfera alguns compostos participantes em ciclos fotoquímicos e também metais pesados, como o mercúrio (Hg) e chumbo (Pb) (SCHEFFER AND SCHACHTSCHABEL, 1992; FAISAL, 1999).

A remoção de alguns poluentes atmosféricos, têm a colaboração do coberto vegetal, através da absorção via estomas (na superfície das folhas), embora outros gases sejam eliminados pela própria superfície da planta. A absorção dos poluentes efectuada na superfície das folhas, é feita pelas finas camadas de água que se formam nestas, dando origem a ácidos ou então, ao reagirem com as superfícies internas das folhas e uma vez dentro da folha, processa-se a difusão do poluente em direcção aos espaços intercelulares. Depois de o poluente ser absorvido, a árvore transforma-o num metabolito inofensivo através de vários processos fisiológicos (NOWAK, 1993).

Como a capacidade de filtração aumenta com a superfície foliar da planta, esta é mais visível nas árvores do que nos arbustos e terrenos relvados (GIVONI, 1991). As coníferas, por exemplo, têm um maior poder de “filtração” do que as folhosas, uma vez que, com as suas agulhas (estas mantêm-se durante o Inverno, quando a qualidade do ar é normalmente pior), conseguem ter uma maior área foliar total (STOLT, 1982). No entanto, as coníferas são sensíveis à poluição atmosférica e as folhosas são mais eficientes na absorção de gases (STOLT, 1982). O ideal será uma mistura dos dois tipos de árvores.

Em geral, a filtração do ar é mais eficiente através da vegetação, do que através da água ou os espaços abertos. A grande área superficial das folhas e a turbulência dos movimentos das massas de ar provocada pelas árvores, bosques e sebes, fazem com que estas consigam remover mais poluentes, do que a vegetação rasteira ou qualquer outro tipo de uso do solo. (FOWLER et al., 1989, BECKETT et al., 2000). A localização e a estrutura do espaço verde são dois factores de elevada importância no que diz respeito à melhoria da capacidade de filtração do ar. Alguns autores defendem que 70% da poluição atmosférica pode ser filtrada por vias arborizadas e 85% por um parque (BERNATZKY, 1983).

Uma cobertura menos consistente pode permitir a passagem do ar e filtrá-lo mais eficientemente, enquanto que, uma vegetação densa pode causar apenas alguma turbulência no ar envolvente (BERNATZKY, 1983). O planeamento de uma zona verde na área urbana, com a finalidade de servir como pulmão da cidade, deve ser diferente do padrão utilizado nas áreas industriais. Ao longo da periferia devem ser plantadas em várias filas, pequenas árvores e arbustos, sendo intercaladas gradualmente, por árvores de médio e de grande porte, em direcção ao centro, de modo a que as plantas interceptem os poluentes de diferentes direcções (FAISAL, 1999).

Existem estudos recentes sobre a modelação de poluentes, onde fazem referência que, algumas espécies têm efeitos benéficos enquanto outras podem não ter, especialmente sob certas condições climáticas extremas (MCPHERSON et al., 1999).

Algumas espécies arbóreas apresentam problemas para a saúde, nomeadamente, problemas ligados à asma/alergias. Estudos do foro respiratório e alérgico, efectuados em períodos de floração, apontam para que os problemas relacionados com asma têm a sua origem, nas concentrações outdoor de pólenes de carvalho/plátano e pinheiros (WEI ZHONG et al., 2006). Alguns destes efeitos podem ser potenciados pela presença de outros poluentes atmosféricos (FERNANDES, A. L. F., 2007).

A Evolução das Zonas Industriais

Desde a revolução industrial que se têm vindo a observar inúmeros acidentes relacionados com poluição atmosférica nas áreas urbanas, o que resulta numa degradação ambiental urbana acrescida. De facto, mesmo quando se referem a cidades de média dimensão, a poluição começa a tornar-se um problema significativo, quando se aliam as condições ideais para a sua concentração, como a crescente impermeabilização dos solos urbano, tráfego intenso, que quando conjugados com estados de tempo propícios para o desenvolvimento de inversões térmicas que inibem a dispersão da pluma poluída (LOMBARDO, 1985), afectam de forma decisiva a qualidade do ar actuando, deste modo sobre o conforto bioclimático das populações (PINTO, D.; et al., 2007-2008).

As indústrias eram instaladas sem qualquer planeamento e ordenamento do território, sem qualquer controlo ambiental (limite de emissão de poluentes) e sem ter em consideração, a localização mais benéfica e a sua orientação, no sentido climatológico, nomeadamente, o sentido dos ventos dominantes, que é um factor de elevada importância, no que diz respeito à concentração e dispersão de poluentes.

Para tentarem minimizar todos os aspectos negativos, fruto de uma má organização espacial da localização das indústrias, surgiu em Portugal, o conceito de parque industrial desenvolvendo-se no sentido de Áreas de Localização Empresarial (ALE). Em Abril de 2003 é publicado em Diário da República o Decreto-Lei nº 70/2003, que estabelece o regime de licenciamento da instalação das áreas de localização empresarial, assim como, os princípios necessários à sua gestão. Este novo regime permite a criação de zonas devidamente licenciadas para a instalação de actividades industriais, comerciais e de serviços. O seu principal objectivo é criar ALE como sendo um espaço planeado e organizado, de forma a permitir a partilha de infra-estruturas e equipamentos de apoio por parte das empresas e demais entidades nela instaladas, de forma a reduzir custos de operação e manutenção.

As ALE devem ser promovidas e geridas por uma sociedade gestora, que deverá ser uma sociedade anónima especificamente constituída para esse efeito e que tenha como accionista maioritária, uma entidade que comprovadamente tenha experiência no domínio da

concepção, da instalação, da promoção e da gestão de parques empresariais. As competências das sociedades gestoras, passam pela autorização de instalação de empresas nas ALE e respectiva supervisão, e por assegurar o bom estado de conservação e manutenção das áreas de utilização comum.

As ALE apresentam as condições propícias à promoção de locais eco-eficientes, na medida em que prevêem em grande parte, a garantia de um sistema organizado, sob gestão de uma entidade, que poderá, sempre que possível, impor ou propor às empresas constituintes do parque, comportamentos cada vez mais eficientes.

Para as empresas envolvidas, um parque industrial eco-eficiente, possibilita a diminuição de custos de produção, através da possibilidade de criação de fluxos de materiais e energia, resultando no aumento da eficiência de utilização dos mesmos, assim como, a criação de novos rendimentos a partir de resíduos e redução das implicações económicas do não cumprimento da legislação ambiental.

A simbiose industrial de um parque deste tipo, proporciona um melhor estado ambiental da região em que o parque se encontra, como também, potencia a economia da região, representando um pólo centralizado, de produção de riqueza e trabalho. A criação de parques industriais eco-eficientes possibilita uma expansão nas oportunidades de negócio, com particular foco, em empresas ambientalmente informadas e evoluídas.

Um parque industrial eco-eficiente, numa perspectiva holística, consiste na disposição ordenada de diversas indústrias e empresas num mesmo local geográfico, em função da sua actividade, de forma a ser criada uma interacção simbiótica entre as mesmas, com o objectivo fundamental de desenvolvimento sustentável, em respeito pelos princípios ambientais. Trata-se de um local com grande autonomia, apresentando-se geralmente como apoio aos estabelecimentos industriais, empresas de serviços, equipamentos de apoio, instalações para actividades culturais e recreativas, instalações de carácter social, entre outros.

O intercâmbio geral de recursos numa perspectiva de reunião de esforços comuns, permite o desenvolvimento de benefícios colectivos, que se caracterizam por serem maiores do que os

benefícios que cada entidade teria, ao trabalhar isolada. Um parque industrial eco-eficiente pressupõe, uma visão direccionada para a integração das vertentes ambiental, económica e social.

A concepção de um parque industrial eco-eficiente representa um desafio para todos os actores envolvidos, reflexo da complexidade que podem assumir. No entanto, por se tratar de projectos com interesse para toda a comunidade e mais especificamente para as entidades envolvidas, devem ser desenvolvidos mecanismos, para a requalificação de parques e zonas industriais já existentes, assim como, para novos projectos.

A eco-eficiência caracteriza-se por ser uma filosofia de gestão, que visa a optimização de todos os processos envolvidos na criação de um produto ou serviço, de forma a possibilitar o mesmo nível de produção, com uma menor utilização de recursos. Trata-se de um processo dinâmico, que exige um esforço contínuo de melhoria, envolvendo uma avaliação crítica de todos os estádios do ciclo de vida de um produto.

Não se restringindo apenas à optimização de processos de produção ou serviços, a eco-eficiência centra-se num forte apelo à criatividade e inovação, no desenvolvimento de produtos e serviços, com melhores funcionalidades e durabilidade, criando novas oportunidades de negócio para as empresas.

A aplicação do conceito a parques industriais conduz à criação de parques industriais eco-eficientes. Cada vez mais, existe a consciencialização das responsabilidades que nos são devidas relativamente à utilização desregrada de recursos naturais e aos níveis de poluição consequentes da actividade humana. Apesar de nos encontrarmos longe de um estado exemplar no que ao ambiente diz respeito, as preocupações são cada vez mais visíveis, através da criação de políticas cada vez mais restritivas, por parte dos órgãos de poder. A própria crescente exigência dos consumidores, como elemento fundamental no desenvolvimento de mercados, vai ao encontro de políticas cada vez menos intrusivas do ponto de vista ambiental, com respeito pelos princípios fundamentais do desenvolvimento sustentável.

2. Caracterização da área em estudo

2.1. Enquadramento Territorial e Caracterização Física

O concelho de Estarreja constitui parte integrante da sub-região do Baixo Vouga, localizando-se na zona Noroeste da NUT II – Região Centro. Ocupando uma área aproximada de 108 Km², abrange as freguesias de Avanca e Pardilhó, a Norte, Beduído e Veiros, ao centro, e Salreu, Canelas e Fermelã, a Sul – ver Anexo 1 e Figura 1. Pertence ao Distrito de Aveiro e está enquadrado pelos concelhos de Ovar, a Norte-Noroeste, Aveiro a Sul, Murtosa a Oeste, Oliveira de Azeméis a Nordeste e Albergaria-a-Velha a Este-Sudeste. Geograficamente, Estarreja insere-se ainda, na Área Territorial da Ria de Aveiro (fundamentalmente através das freguesias de Pardilhó e Veiros) conjuntamente com os municípios vizinhos de Ovar, Murtosa e Aveiro, bem como, Ílhavo, Vagos e Mira (já no Distrito de Coimbra), perfazendo uma extensão aproximada de 45 Km e ocupando uma área líquida de 5 000 Hectares. Este concelho compreende na sua totalidade 28 182 habitantes (Censos 2001).

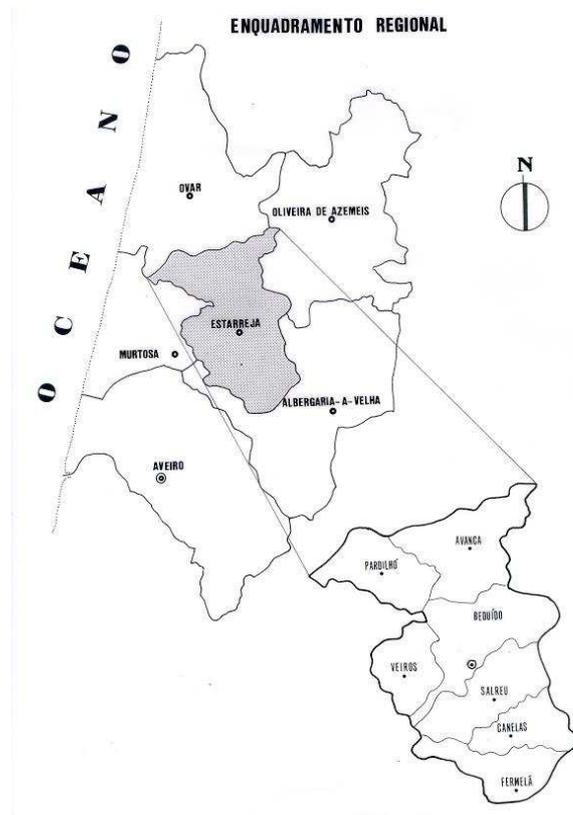


Figura 1 – Enquadramento Regional do Concelho de Estarreja (Fonte: Plano Director Municipal de Estarreja)

Do ponto de vista morfo-estrutural, o concelho de Estarreja encontra-se inserido maioritariamente, na Orla Meso-Cenozóica Ocidental, unidade constituída fundamentalmente por materiais sedimentares, nomeadamente, arenitos, argilas e alguns calcários, assim como, depósitos de praias antigas, areias de duna e aluviões. Observa ainda, nos sectores mais orientais – Freguesias de Beduído, Salreu e Canelas – que se desenvolve num substrato rochoso metassedimentar, os micaxistos, quartzitos e filitos, sendo que no conjunto, representam os terrenos da Zona de Ossa Morena.

Neste sentido, a morfologia deste fragmento de território, aliás como na maioria dos Municípios do Baixo Vouga, é dominada por um relevo bastante aplanado e amplo, com altitudes que variam entre os 3 e os 50 metros, alcançados no sector Oriental, variação essa, que surge como resultado da ligeira inclinação da Plataforma Litoral para Oeste (ver Figura 2).

Altimetria e Hidrografia - Concelho de Estarreja

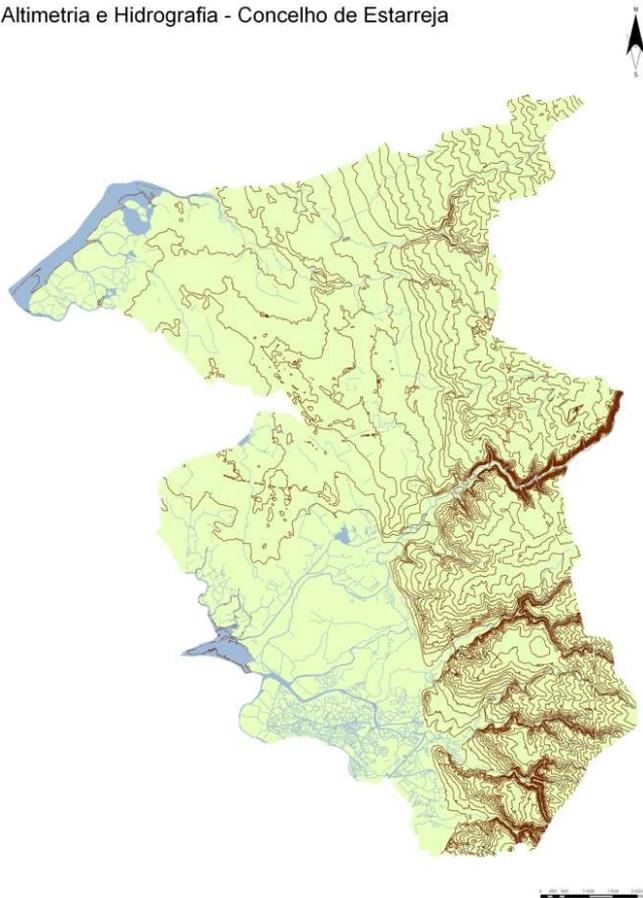


Figura 2 – Altimetria e Hidrografia do Concelho de Estarreja (**Fonte:** Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica – Câmara Municipal de Estarreja)

Dada a inexistência de relevos salientes, um dos braços Norte da laguna de Aveiro destaca-se como o principal elemento morfológico deste território, marcando de forma evidente a paisagem do sector Sudoeste. Outro elemento que vai contrariar a morfologia aplanada do território do Município de Estarreja é o encaixe do rio Antuã, o qual se verifica, no essencial, no sector oriental, antes de desaguar na laguna – ver Figura 3.

Os declives são elementos fulcrais na identificação de factores limitantes ou condicionantes à ocupação humana. O concelho em estudo é detentor de declives predominantemente suaves, sendo um pouco superiores, ao longo do vale fluvial do Antuã.

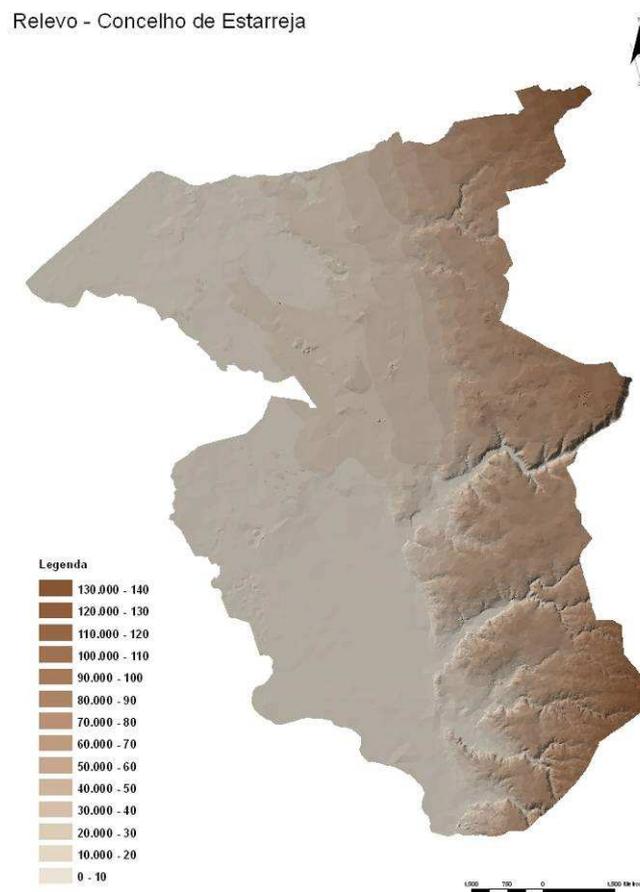


Figura 3 – Relevo do Concelho de Estarreja (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica – Câmara Municipal de Estarreja)

Todo o território concelhio é recortado por uma rede hidrográfica relativamente densa – ver Figura 4. As principais linhas de água do concelho são o Rio Antuã, o Rio Gonde, o Rio Fontela, o Rio Jardim, a Ribeira da Boca do Monte, e a Ribeira da Sardinha. As linhas de água estruturam o território, marcando os vales agricultados e separando naturalmente os lugares e freguesias, sendo esta situação particularmente clara na parte sul do concelho.

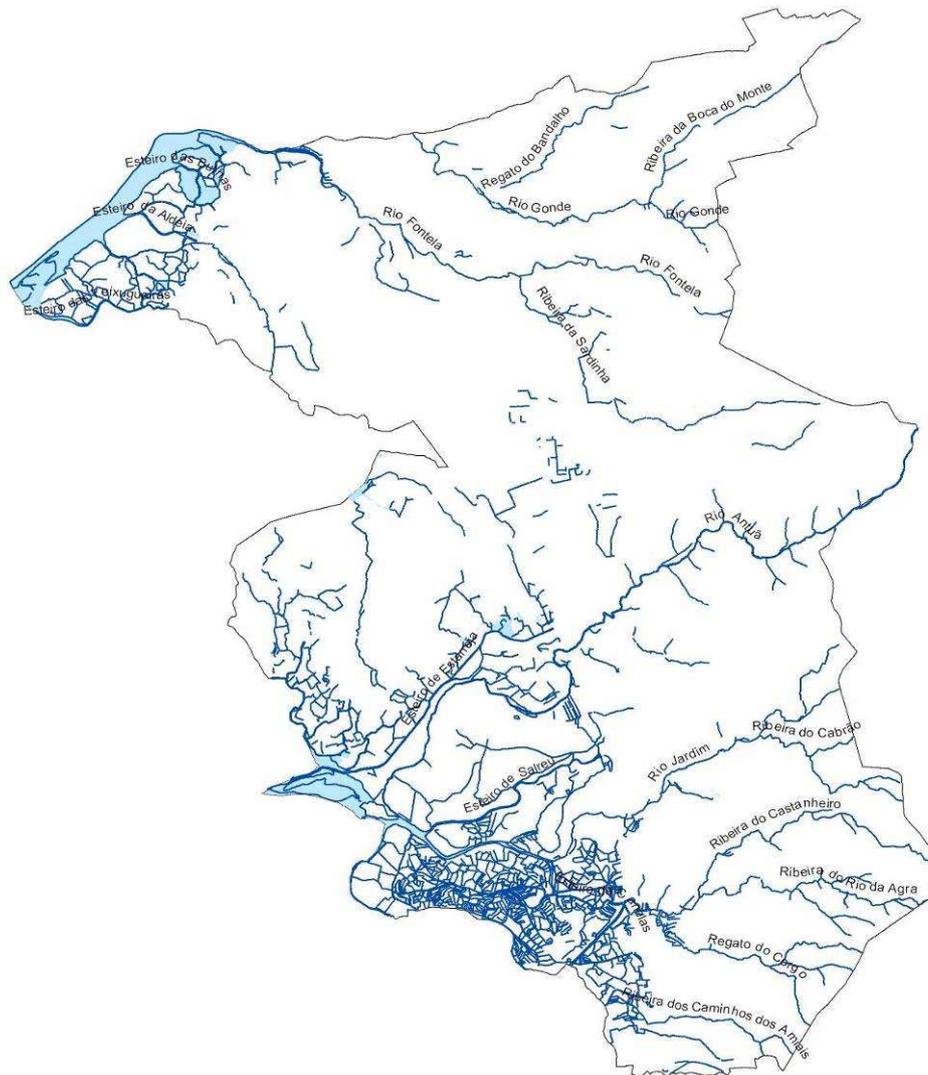


Figura 4 – Rede Hidrográfica do Concelho de Estarreja (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica – Câmara Municipal de Estarreja)

São, ainda, de realçar os Esteiros, braços de Ria que constituíram outrora os mais importantes acessos ao concelho, dando origem a alguns dos aglomerados e consequentemente às vias de comunicação que estruturaram o seu crescimento.

Relativamente ao uso do solo, o concelho de Estarreja é representado pelo solo urbano, solo industrial, áreas aráveis, áreas florestais, áreas horto-frutícolas e áreas verdes (não aráveis) – ver Figura 5.

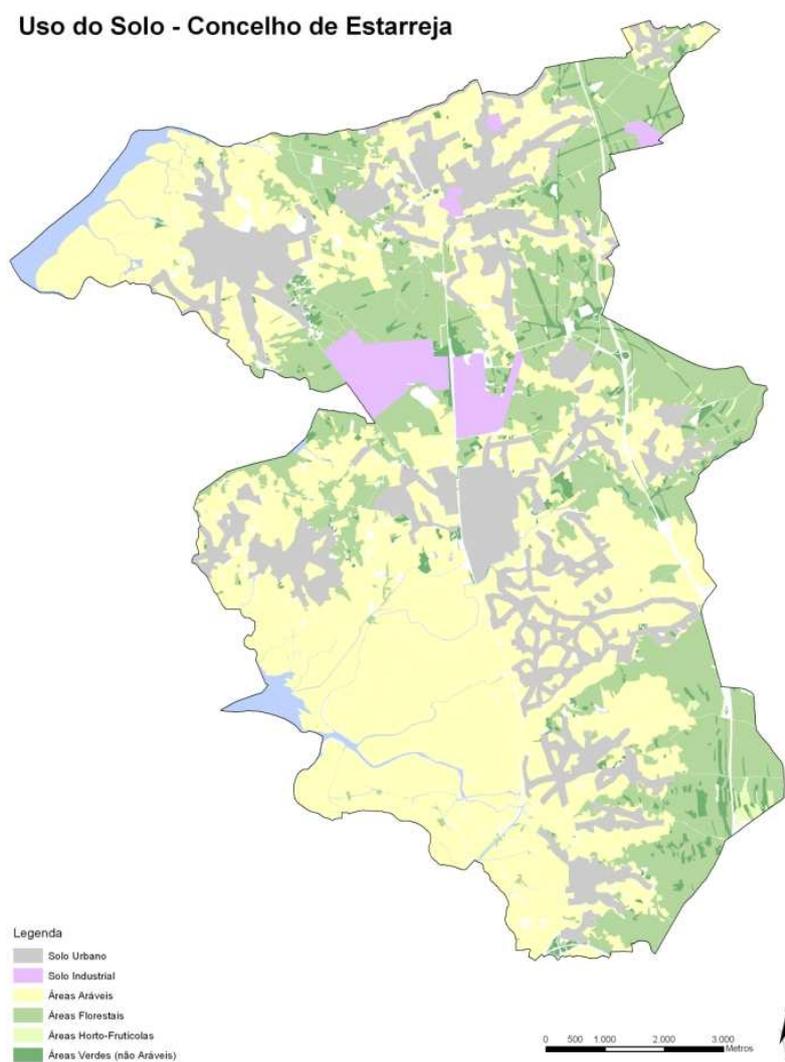


Figura 5 – Uso do Solo do Concelho de Estarreja (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica – Câmara Municipal de Estarreja)

A área florestada do concelho é de cerca de 2 890ha, correspondendo a uma taxa de arborização de 26,7%, sendo o revestimento florestal constituído maioritariamente por eucalipto e pinheiro bravo – ver Tabela 1.

Tabela 1 - Uso do Solo - Concelho de Estarreja

	Agrícola	Florestal	Urbano	Outro	Área Total
Área (ha)	5894	2890	1927	125	10836
% do Total	54,4	26,7	17,8	1,1	100

Fontes: INE e Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica - Câmara Municipal de Estarreja.

Os terrenos agrícolas na sua maioria são de reduzidas dimensões (minifundiários), sendo predominantes culturas como o milho, feijão, batata e forrageiras.

A breve caracterização climática do concelho que se segue teve como referências, informações meteorológicas registadas na estação meteorológica mais próxima – Estação Meteorológica de Aveiro/Barra¹. A unidade de análise encontra-se localizada numa área de baixa altitude e de uma efectiva proximidade do litoral ocidental, manifestando assim, um clima muito próximo do que é habitualmente caracterizado como de influência mediterrânea, atenuado pela proximidade do mar e sem qualquer intervenção do relevo.

Temperatura

As temperaturas do litoral Centro-Norte reflectem as características predominantes de um clima de claras influências mediterrâneas, em especial na sua relação com a estação seca. As temperaturas mais elevadas fazem-se sentir nos meses de Julho, Agosto Setembro e as mais baixas a observam-se nos meses de Dezembro, Janeiro e Fevereiro. Todas elas saem reforçadas pelas características de um clima, associadas às massas de ar marítimo provenientes do Atlântico.

¹ A estação apresenta uma latitude de 40^o 39' Norte, longitude 8^o 44' Oeste e uma altitude com apenas 3 metros, sendo os dados utilizados para a concretização desta análise os referentes às Normais Climatológicas de 1931-1960.

Ao nível da temperatura média mensal da estação de Aveiro/Barra, as temperaturas mais elevadas destacam-se no mês de Agosto – 21,9^o C. -, enquanto que, as mínimas centram-se no mês de Janeiro com 9,9^o C (ver Gráfico 1). Relativamente aos valores médios das máximas e das mínimas, a relação com os dados anteriores são claramente correlacionáveis, observando-se que, pela sua localização, Aveiro/Barra apresenta um valor de Amplitude Térmica Anual de apenas 8,5^o (ver Gráfico 1).

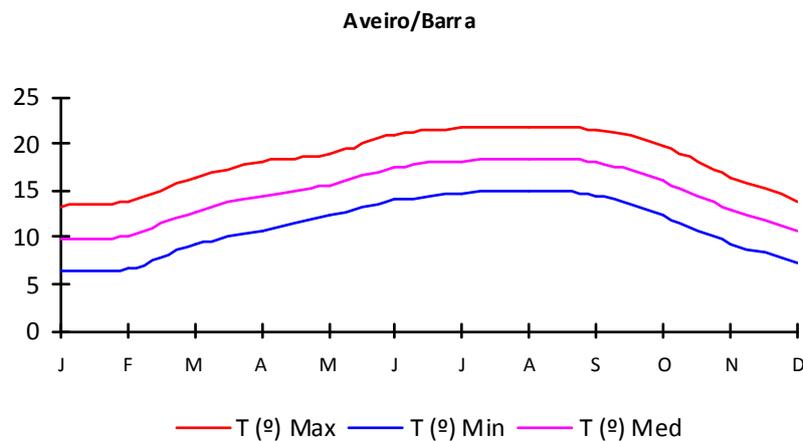


Gráfico 1 - Temperaturas Médias das Máximas, das Médias e das Mínimas da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

Pluviosidade

Relativamente ao ritmo pluviométrico, este não se apresenta contínuo, salienta uma clara variabilidade estacional (cerca de 80 % e faz-se sentir entre os meses de Outubro a Abril), com a existência de uma maior ou menor estação seca – no caso da estação em análise de 2 meses -, características estas, que denunciam claramente a sua influência mediterrânea (ver Gráfico 2).

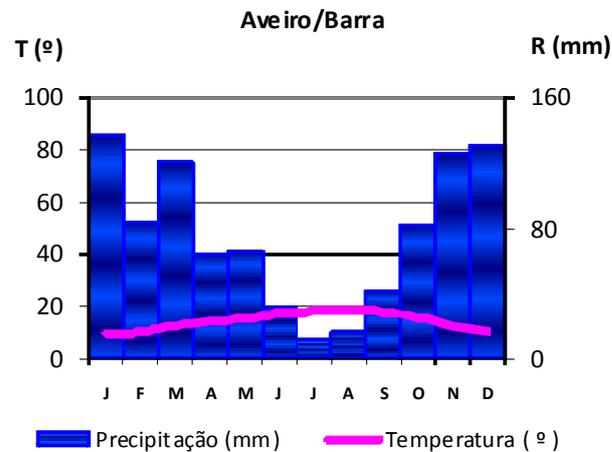


Gráfico 2 - Termo-Pluviométrico da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

O total de pluviosidade no posto de Aveiro/Barra é de cerca de 913 mm, sendo o mês mais chuvoso Janeiro, que apresenta 137,2 mm. Quanto às máximas diárias, é de realçar o valor máximo ao longo dos trinta anos das Normais dos 173 mm registados em Maio. No entanto, quando se observam os anuários, verifica-se que os seus máximos não correspondem sempre ao mesmo período do ano, facto que denuncia que os máximos de precipitação nesta área podem encontrar-se associados a outros momentos que não o Inverno.

A maioria das precipitações encontra-se associada a perturbações frontais (e massas de ar a elas associadas) provenientes do Atlântico, facto que motiva valores mais elevados durante o período em que o Anticiclone dos Açores se localiza mais para Sul.

Nevoeiros

Devido às características topográficas da área em causa e da proximidade da linha de costa, os nevoeiros assumem um significativo papel na análise de uma possível interferência do clima na poluição.

Com um grau de perigosidade que advém da facilidade de fixação dos poluentes nas gotículas em suspensão, as quais podem ser facilmente respiráveis pelos seres vivos, este factor que em muitos outros locais do território nacional pode ser negligenciável, apresenta-se como bastante significativo no caso da área de Aveiro, assim como em todo o sector litoral ocidental.

Os nevoeiros da estação em análise apresentam valores médios de 53 dias de ocorrência², sendo de realçar que os valores mais significativos observam-se nos meses de Verão – Julho, Agosto e Setembro – com um número de dias com nevoeiros que pode mesmo atingir em Agosto cerca de um terço dos dias do mês - 11 dias (ver Gráfico 3).

Quando se tenta compreender o posicionamento de Aveiro/Barra, no quadro geral do litoral centro, com uma ampla exposição às massas de ar oceânico, parece ser evidente que os nevoeiros, que são como se pode constatar pela bibliografia temática decisivos em influenciar a poluição, podem apresentar génese diversa.

No caso dos nevoeiros de Verão, designados de “nevoeiros de advecção”, os quais resultam da invasão de ar marítimo, geralmente de Noroeste ou Oeste. Observam-se durante as manhãs, ou por vezes durante todo o dia, enquanto que, no caso dos nevoeiros de Outono, Inverno e Primavera, menos comuns, devem-se ou à irradiação e acumulação relativa do ar mais frio tão típico das zonas baixas, ou a situações de características mistas, nestes casos só de manhã.

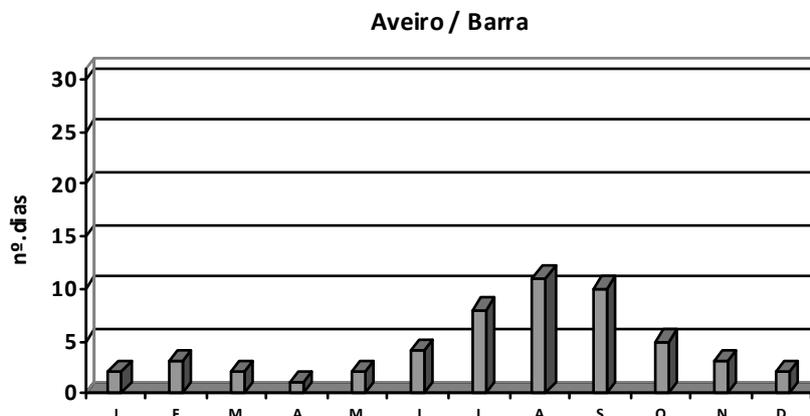


Gráfico 3 - Número de Dias de Ocorrência de Nevoeiros da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

² É de realçar que, de todas as estações deste sector do território, Aveiro/Barra é de todas, aquela que apresenta um número de dias com nevoeiro menos significativo, observando-se por exemplo, no caso de Dunas de Mira, um valor de 81 dias.

Regime de Ventos

A análise do regime de ventos desta região torna-se fundamental na observação dos diferentes factores climáticos que vão ter interferência decisiva no impacte ambiental, por ser susceptível de condicionar decisivamente os impactes sobre a qualidade do ar, devido à sua manifesta influência na concentração ou dispersão das emissões gasosas das unidades fabris.

A não existência de vento vai provocar a manutenção da poluição nos lugares de emissão, apresentando-se a velocidade como um factor decisivo na diminuição das taxas de poluição, assim como também, a direcção desses mesmos ventos, explica a localização dos locais mais problemáticos da influência da poluição sobre as populações.

Tendo em linha de conta que no território nacional, no seu todo, a acção do vento depende da localização dos centros barométricos, e pelo simples facto de no sector em causa a interferência da orografia não se fazer sentir (só mesmo através da interferência de microrugosidades), tem de reconhecer-se que o regime de ventos se vai apresentar como muito semelhante em toda esta faixa litoral a Norte do Rio Mondego.

Em termos gerais, os ventos oriundos de Oeste são habitualmente mais húmidos por força do seu trajecto marítimo, enquanto que, os ventos provenientes de Este com a sua génese e/ou trajecto “continental” apresentam-se bastante mais secos.

Numa análise mais detalhada das rosas anemoscópica da estação de Aveiro/Barra (ver Figura 6), pode-se constatar, vários factos determinantes. Os ventos dos quadrantes de Sul, Sudeste e Este são mais usuais nos meses de Inverno, apresentando-se de uma forma sistemática com maiores velocidades (ver Figura 6).

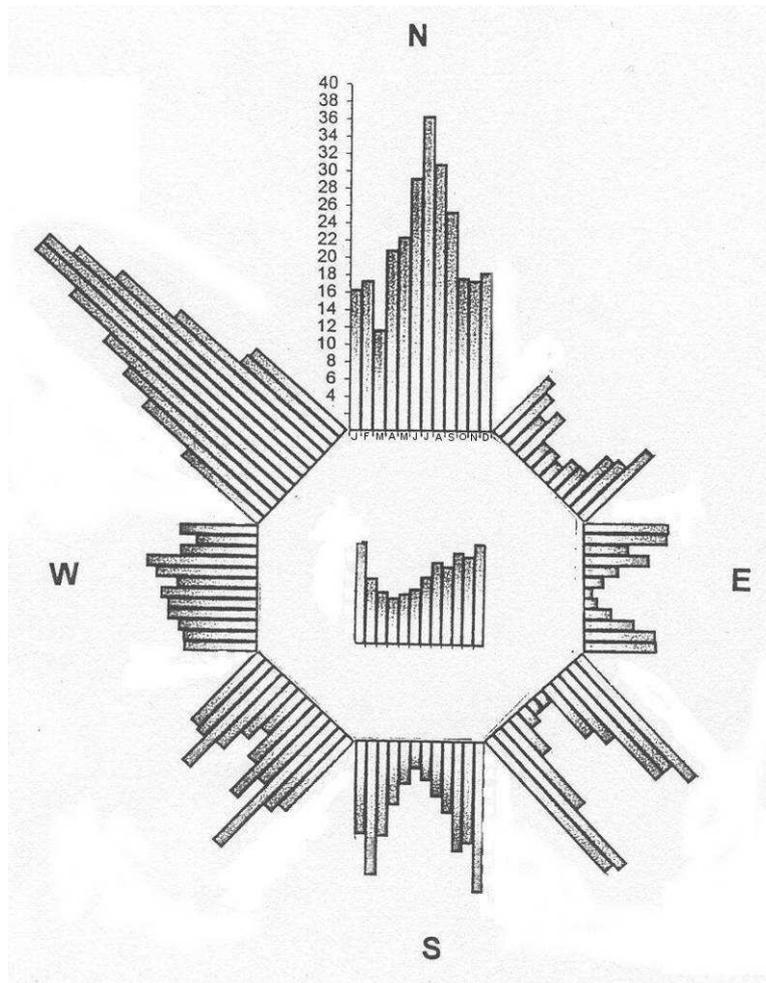


Figura 6 - Octógono Anemoscópico da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

Nos meses de Verão, os quadrantes mais representados, são de Norte e de Noroeste, reflectindo de um modo claro, as habitualmente designadas “nortadas” (ver Figura 6). Porém, e embora a sua ocorrência seja muito frequente, é de referir que a sua velocidade é normalmente um pouco mais baixa, e isto tendo sempre em atenção que essas mesmas velocidades médias raramente atingem valores superiores aos 30 km/hora (ver Figura 7).

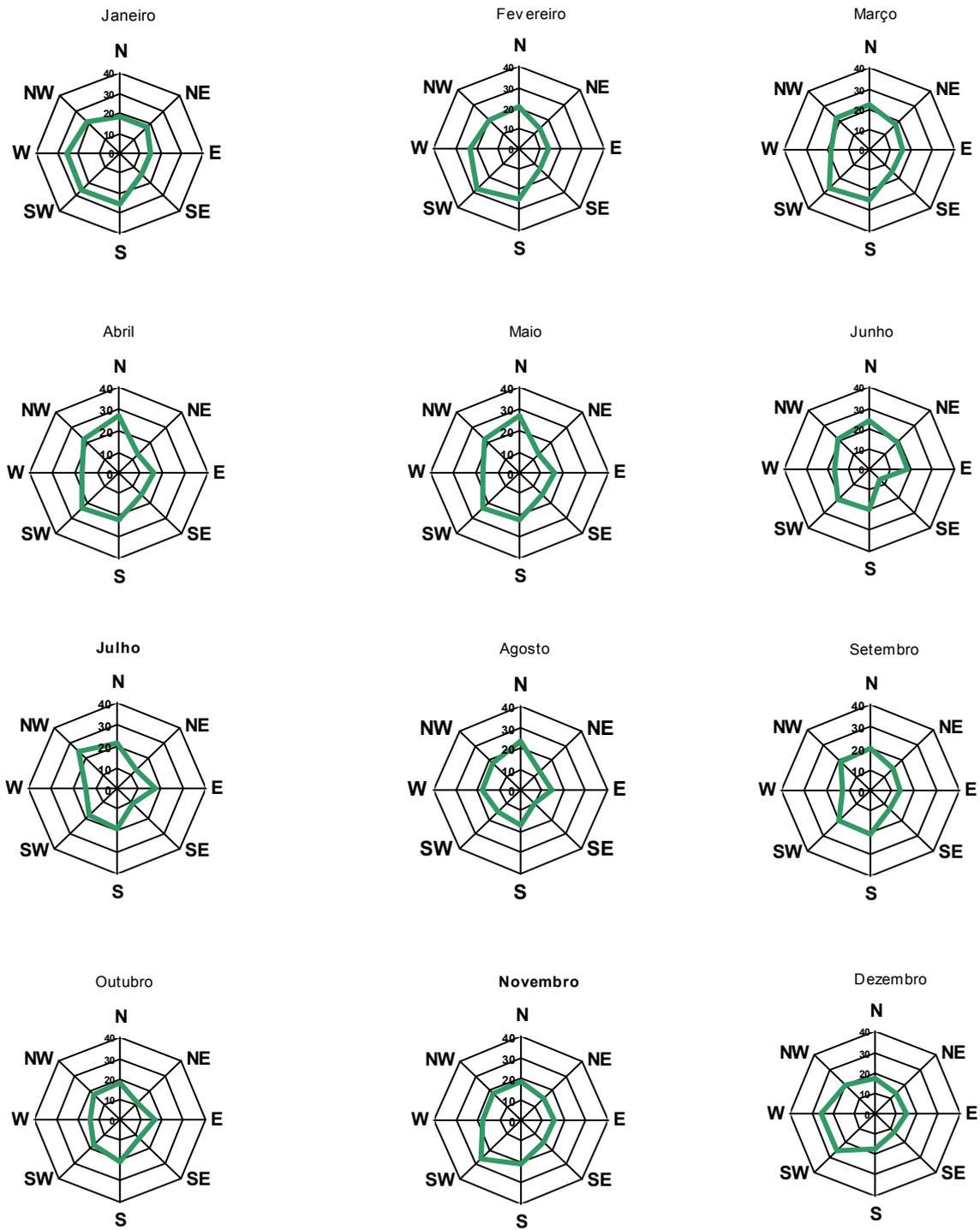


Figura 7 – Velocidade do Vento Mensal (km/h) da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

No que diz respeito a esta mesma velocidade do vento, factor fundamental na dispersão de poluentes libertados, os ventos observados no Inverno, apresentam os seus valores mais elevados nas direcções de Sul e Sudeste (por exemplo superiores a 70 km/h em Dezembro de 1974), evidenciando assim, uma forte relação da maior velocidade com tipos de tempo que se encontram associados aos anticiclones térmicos formados no interior da Península Ibérica nos períodos mais frios³.

Um outro factor que deve ser mencionado, relaciona-se com a observação de registos de calmas⁴, uma vez que estas impedem ou retardam a dispersão de poluentes e intensificam a influência do solo sobre o ar, aumentando a frequência de inversões térmicas.

As calmas em Aveiro/Barra surgem ao longo do ano facto que, e atendendo a todos os condicionalismos referidos anteriormente sobre o regime de ventos do Centro-Litoral português, não se vai mostrar como muito problemático nas questões relacionadas com a dispersão das futuras emissões gasosas, das diferentes unidades fabris, nas diferentes áreas da Zona Industrial.

Porém, deve ter-se em atenção o facto de que devido aos ventos dominantes serem os dos quadrantes de Norte e de Noroeste, o sector da cidade de Estarreja – zona central urbana, localizada a Sul da zona industrial, pode vir a sofrer alguma influência das emissões (cone de influência das chaminés).

Humidade Relativa

O facto da área em análise se encontrar relativamente próxima do mar vai influenciar os valores da humidade relativa, que podem mesmo atingir os 90 %, nos meses de Inverno (ver Gráfico 4).

É ainda de referir o facto de os valores percentuais às 7 horas serem sempre mais elevados que os das 18 horas, situação entendida pela diferença de temperatura observada entre os dois momentos do dia.

³ Os ventos mais violentos são normalmente associados a uma forte turbulência e pelo espalhar dos poluentes.

⁴ Entendidas como ventos com velocidades inferiores a 2 km/h, segundo a escala de *Beaufort*.

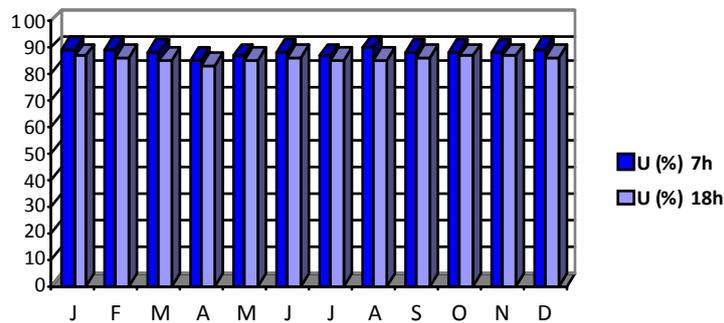


Gráfico 4 - Humidade Relativa da Estação Meteorológica de Aveiro/Barra (Fonte: Normais Climatológicas de 1931-1960)

Classificação climática

O clima da região em estudo apresenta características mediterrâneas, embora com influências directas oceânicas, as quais impõem Invernos suaves, com o mês mais frio a baixar raramente do valor de 10^o C de temperatura média e os Verões a não se apresentarem muitos quentes, uma vez que a temperatura média do mês mais quente raramente atinge valores superiores aos 20^o C.

Esta área enquadra-se numa vasta região onde se observam verões moderados, com dias em que a máxima é próxima dos 25^o C, embora estas possam por vezes atingir ou mesmo ultrapassar os 30^o C nos dias mais quentes do Verão – Julho e Agosto.

É no decorrer destes mesmos meses que se observa uma estação seca em que os valores de precipitação não ultrapassam os 20 mm.

O Inverno é moderado a fresco, com 2 a 10 dias com mínimo inferior a 0^o C, embora após alguns dias de forte calor ou de frio sensível, estas situações sejam rapidamente ultrapassadas sob a acção da brisa do mar ou pela chegada da massa de ar oceânica respectivamente no Verão e no Inverno (DAVEAU, 1985).

As precipitações, que só excepcionalmente ultrapassam os 1000 mm anuais, apresentam um ritmo pluviométrico que evidencia uma clara variabilidade estacional, com cerca de 80 % do seu total a observar-se entre os meses de Outubro a Abril, denunciando assim a sua clara influência mediterrânea.

Do ponto de vista climático, e utilizando a classificação que nos parece ser a mais correcta para o território de Portugal Continental, a de DAVEAU *et coll.* (1985) – ver Anexo 2, a área de análise insere-se numa região climática mais vasta de “tipo marítimo da fachada atlântica” e apresenta um “clima térmico ainda suave, mas com alguns dias de forte calor ou frio sensível” (DAVEAU *et coll.*,1985)⁵. De acordo com uma classificação mais recente de FERREIRA (2005), para as regiões climáticas de Portugal Continental, este território integra o domínio atlântico, onde em ano médio P/ETP, é francamente excedentário – ver Anexo 3.

2.2. Caracterização da Rede Viária

O desenvolvimento das vias de comunicação (rodo-ferroviárias e aéreas), constitui um dos factores para a projecção do concelho na região e no país em termos económicos, designadamente no que se refere ao sector secundário. Um conjunto de eixos viários assume grande importância para Estarreja, pela acessibilidade aos principais centros urbanos da Região e do País. Facilitando e viabilizando as relações exteriores, as seguintes vias destacam-se pelo seu carácter e papel estruturante na distribuição dos aglomerados e ocupação do solo, e assim, no desenvolvimento local e regional – ver Figuras 8 e 9:

- ❑ Auto-Estrada do Norte (A1);
- ❑ Itinerário Complementar 1 (IC1/A29).
- ❑ Itinerário Principal 5 (IP5/A25);
- ❑ Estrada Nacional 109 (EN 109);
- ❑ Estrada Nacional 224 (EN 224);
- ❑ Estrada Nacional 1-12 (EN 1-12);
- ❑ Estrada Nacional 109-5 (EN 109-5);
- ❑ Estrada Nacional 224-2 (EN 224-2);
- ❑ Estrada Nacional 224-3 (EN 224-3);

⁵A classificação climática apresentada pela autora e seus colaboradores por visar mais concretamente o território nacional, parece-nos ser a mais aconselhada para o tema em desenvolvimento. Podem, no entanto, serem referidas outras classificações climáticas de índole global: Csb segundo Koppen-Geiger, B2B'2 sA' segundo Mendes e Bettencourt, (1980).

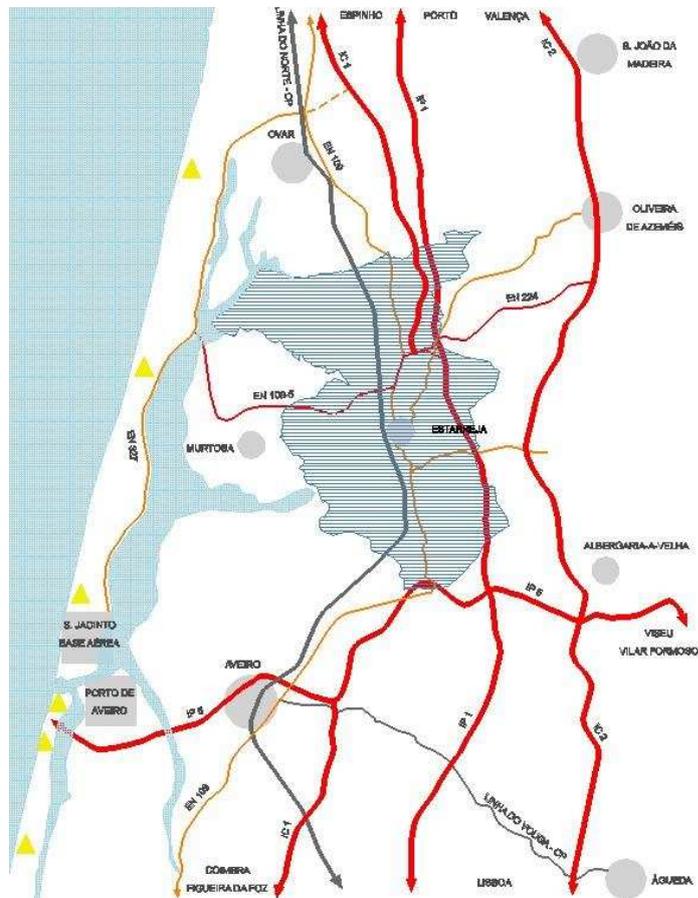


Figura 8 – Enquadramento do Concelho de Estarreja e principais eixos viários (Fonte: Câmara Municipal de Estarreja)

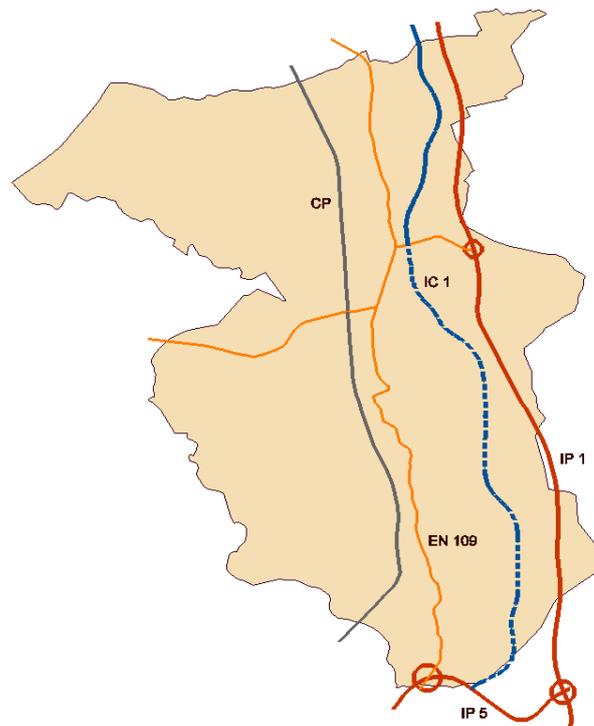


Figura 9 – Concelho de Estarreja e principais eixos viários (Fonte: Câmara Municipal de Estarreja)

A A1, neste sector, permite a ligação tanto à A25 como à A29, assume-se fundamental nas ligações entre Lisboa e Porto, apresentando-se desse modo, como o eixo estratégico de maior importância a nível nacional e regional, sendo deste modo responsável pela melhoria das acessibilidades do Município de Estarreja com os principais pólos de desenvolvimento nacionais. Ao nível do seu território municipal, a A1, intercepta as Freguesias de Avanca, Beduído (sede de Município), Salreu, Canelas e Fermelã, num sentido de Norte para Sul, apresentando um único nó de ligação localizado na Freguesia de Beduído.

Relativamente à A29, este eixo permite a ligação à A1 e também estabelece ligação à A25 no nó de Angeja (Município de Albergaria-a-Velha), representando actualmente a principal alternativa à A1, principalmente nos fluxos dos Municípios do sector setentrional do Baixo Vouga com os Municípios das Sub-regiões de Entre Douro e Vouga e do Grande Porto.

A EN109, assume-se como uma peça decisiva nas mobilidades intra/intermunicipais deste trecho de território. Deste modo, ao nível das mobilidades intermunicipais, a EN109, assegura as ligações aos Municípios de Ovar, Esmoriz e Espinho, a Norte, ao passo que, a Sul, estabelece a ligação ao Município de Albergaria-a-Velha, onde torna possíveis os acessos à A25, no nó de Angeja, e ainda ao Município de Aveiro e Vagos.

Ao nível das mobilidades locais, esta via é de facto a mais estruturante, na medida em que representa a principal via de ligação da maioria das freguesias que constituem o Município de Estarreja, nomeadamente para as Freguesias de Avanca, Beduído (onde se localiza a cidade de Estarreja), Salreu, Canelas e Fermelã, representando deste modo um exemplo claro da importância dos transportes na estruturação do espaço geográfico.

A EN224 é outra via importante, que se destaca sobretudo, por efectuar a ligação da EN109 tanto à A1 como à A29, na sede de Município. O seu prolongamento, para Nordeste, com passagem sobre o rio Antuã, assegura ainda o acesso ao IC2 no Município de Oliveira de Azeméis.

A EN224-2, com início na EN109 na Freguesia de Avanca (sector setentrional), assegura os acessos do restante território municipal com a Freguesia de Pardilhó, localizada no sector

ocidental, nas proximidades do braço Norte da laguna de Aveiro. Por sua vez, a Freguesia de Veiros, tem na EM558-2, a via de ligação à cidade de Estarreja.

Em termos de acessibilidades ferroviárias, o Município é servido pela principal linha ferroviária nacional, a Linha do Norte, fundamental nas ligações entre Lisboa-Coimbra-Aveiro-Porto. Atravessa todo o sector central do território municipal, interceptando as Freguesias de Fermelã, Canelas, Salreu, Beduído e Avanca.

2.3. Caracterização Demográfica

O Concelho de Estarreja insere-se, em termos demográficos, na faixa litoral, onde tradicionalmente se vêm fixando os maiores quantitativos populacionais, tendência essa que, se tem vindo a manifestar no crescimento de aglomerados que se estruturam ao longo de Estradas Nacionais e da linha de caminho de ferro.

É exactamente ao longo dessas vias de comunicação que, no decorrer das últimas décadas, têm afluído numerosas unidades industriais, o que tem tido reflexos no aumento do êxodo rural e na transformação das condições e padrões de vida das populações.

O povoamento caracteriza-se de uma forma geral pela linearização das construções ao longo das vias de comunicação, originando aglomerados dispersos e com pouca estruturação urbana, o que manifestamente induz a dificuldades no ordenamento do território e na programação de equipamentos e infra-estruturas.

Com efeito, a população do Concelho de Estarreja, que representa cerca de 9% da população do Baixo Vouga (constituindo o quarto concelho com maior peso, num total de doze), encontra-se esmagadoramente fixada ao longo do principal eixo viário que atravessa longitudinalmente o território Municipal, a EN 109, concentrando-se fundamentalmente na zona Norte/Nascente da Linha de Caminho de Ferro.

O Concelho de Estarreja, com um total de 28182 habitantes e estendendo-se por uma área de 108,3 Km², integra-se nos Concelhos do Litoral que, em 2001, registam uma densidade

superior a 250 Hab./Km², de parceria com Aveiro, Ovar e Ílhavo, quando a média registada para o mesmo ano no agrupamento do Baixo Vouga foi de 214 Hab./Km² (ver Quadro 1), unidade que melhor tem resistido à tendência de recessão populacional.

Quadro 1 - Distribuição da Densidade Populacional em 1991 e em 2001, no Baixo Vouga

Concelhos do Agrupamento do Baixo Vouga	Densidade Populacional 1991 (Hab./km ²)	Densidade Populacional 2001 (Hab./km ²)
Águeda	132	146,3
Albergaria-a-Velha	141	158,5
Anadia	133	145,6
Aveiro	333	366,9
Estarreja	247,4	260,2
Ílhavo	443	506,5
Meahada	165	187,5
Murtosa	130	129
Oliveira do Bairro	214	242,4
Ovar	331,3	374,4
Sever do Vouga	106,4	101,7
Vagos	115	133,7
Baixo Vouga	195	214

Fonte: INE, Recenseamento Geral da População de 1991, Anuário Estatístico de 1997 e Anuários Estatísticos Regionais de 2001.

Relativamente à evolução populacional registada no concelho, verifica-se que a dinâmica demográfica registada nos decénios de 60/70, 70/81, 81/91, aponta para variações globalmente pouco relevantes (ver Quadro 2). Em contrapartida, na última década (91/2001), o concelho de Estarreja sofreu um acréscimo populacional significativo, na ordem dos 5,4%, o qual foi ‘absorvido’ apenas pelas freguesias, de Veiros que sofre o maior incremento populacional em termos relativos (23,7%), Beduído (15,8%) e Avanca (0,7%).

Quadro 2 - Variação e Densidade da População Residente por Freguesias

Freguesias	Área (Km ²)	População Residente					Variação (%)				Densidade (Hab./Km ²) 2001
		1960	1970	1981	1991	2001	60/70	70/81	81/91	91/2001	
Avanca	21,7	5164	5745	6114	6426	6474	+11,2	+6,4	+5,1	+0,7	298,3
Beduído	20,1	6211	6145	6976	6731	7794	-1,1	+13,5	-3,5	+15,8	387,8
Canelas	10,7	1412	1280	1499	1498	1486	-9,3	+17,1	-0,06	-0,8	138,9
Fermelã	12,3	1359	1580	1535	1580	1482	+16,3	-2,8	+2,9	-6,2	120,5
Pardilhó	15,7	3912	3615	3890	4234	4175	-7,6	+7,6	+8,8	-1,4	265,9
Salreu	16,5	4741	4475	4213	4157	4153	-5,6	-5,9	-1,3	-0,09	251,7
Veiros	11,3	2414	2495	2034	2116	2618	+3,4	-18,5	+4,0	+23,7	231,7
Concelho	108,3	25213	25335	26261	26742	28182	+0,5	+3,7	+1,8	+5,4	260,2

Fonte: INE, Recenseamentos Gerais da População de 1960 a 2001.

A situação de crescimento populacional, relativamente significativo, verificado na década de 70, foi consequência da diminuição da emigração, mas fica a dever-se fundamentalmente ao fluxo da população das Ex-colónias, fenómeno que se verificou de grosso modo, em quase todas as regiões do País. A década de 81/91 está associada a uma variação de crescimento pouco significativa (1,8%) e equivalente a pouco mais do verificado na década de 60 (0,5%), período de regressão demográfica generalizada a um número significativo de Municípios do País, consequência do forte fluxo migratório que então ocorreu.

Genericamente, são dois os factores que, embora de natureza diversa, têm igual influência nas implicações que determinam, ao nível da dinâmica populacional. Por um lado, o Saldo Fisiológico (Natalidade-Mortalidade), que permaneceu positivo até 1981, tornando-se depois negativo, resultado da baixa dos níveis de fecundidade na década de 80, por outro, o fenómeno emigratório que embora sem o peso associado aos grandes surtos no passado, ainda se faz sentir.

Esta situação revela particular interesse, pois determina que em termos futuros a tendência seja para uma certa estabilização da população do Concelho, fundamentalmente como resultado da diminuição do crescimento natural, ao qual está intimamente associado o envelhecimento da população.

A capacidade do Município de retenção/atração da sua população, nestes quatro períodos, traduziu-se de uma forma diferenciada pelas suas freguesias. Tal situação terá derivado da conjugação de diversos factores, aos quais não serão alheios questões como a maior ou menor

proximidade ao único centro de concentração das principais funções urbanas, Beduído, o maior ou menor nível de acessibilidade às principais vias estruturantes do Concelho, a estrutura produtiva e obviamente factores de ordem social e cultural.

2.4. Caracterização Habitacional

De acordo com o Recenseamento Geral da População e Habitação de 2001, existiam 10 424 edifícios no Concelho de Estarreja. Os edifícios de 1 e 2 pisos são amplamente dominantes, constituindo cerca de 95.8% do total, aferindo-se assim, que as tipologias características são de habitação unifamiliar, de Rés-do-chão e de Rés-do-chão+1. Com efeito, a construção em altura (mais de 3 pisos) reduz-se a percentagens muito pouco significativas (cerca de 1,1% do total de edifícios existentes no concelho), que se concentram fundamentalmente na sede do concelho, freguesia de Beduído (concentra cerca de 75,5% do total de edifícios com mais de 3 pisos). Cerca de 70% dos edifícios têm como elemento resistente paredes e não betão armado.

É do conhecimento, que a qualidade dos alojamentos é passível de relacionamento estrito com a respectiva idade, com o seu grau de conservação e também com o seu nível de conforto e modernização, a qual, resulta das alterações dos conceitos e tecnologias referentes à função habitar. Por outro lado, só conhecendo com rigor o estado de conservação do parque habitacional e a sua localização concreta, é possível aferir as potencialidades de rentabilização económica, social e cultural com vista à orientação de um aproveitamento racional.

Cerca de 9% dos edifícios presentes no concelho têm mais de 70 anos e 47% dos edifícios foram construídos até 1970, demonstrando, de certa forma, a fraca renovação do parque habitacional. Em 2001, cerca de 67% dos edifícios tinham mais de 35 anos e no último período intercensitário, construíram-se 1756 edifícios, representando cerca de 17% do total de edifícios existentes. O período mais significativo, em termos de construção, incidiu na década de 70, resultante, na maior parte dos casos, de investimentos de emigrantes.

2.5. Caracterização Socio-Económica e a Importância da Zona Industrial

A análise da evolução da população activa do Concelho de Estarreja (ver Quadro 3) permite aferir que o Concelho desenvolveu a sua estrutura socio-económica, tendo por base o tradicional desenvolvimento do sector primário, seguindo os modelos tipificados de crescimento económico em termos sectoriais. De facto, se em 1950 constituía o sector dominante, seguido do secundário, em 1970, essa situação invertia-se passando o sector secundário a ocupar a primeira posição, sendo responsável pela actividade de cerca de 38% do total de activos do Concelho.

Quadro 3 - Evolução da População Activa no Concelho de Estarreja por Sectores de Actividade (1950 a 2001)

Anos	Total	Sector Primário		Sector Secundário		Sector Terciário	
		Total	%	Total	%	Total	%
1950	6 776	4 186	61,7	1 610	23,8	980	14,1
1960	8 460	3 416	40,4	3 092	36,5	1 952	23,1
1970	8 220	2 830	34,4	3 125	38,0	2 265	27,6
1981	9 810	2 239	22,8	4 880	49,8	2 691	27,4
1991	a) 10 564	1 192	11,3	5 175	49,0	4 197	39,7
2001	a) 12 135	516	4,3	6 011	49,5	5 608	46,2

Fonte: INE, Recenseamentos Gerais da População e Habitação de 1970 a 2001.

Nota:

a) Os dados estatísticos para 1991 e para 2001 referem-se à população activa empregada, desagregada por ramos de actividade. O valor da população activa, no sentido lato (empregada e desempregada), é de 11 209 em 1991 e de 13 013 em 2001.

A partir de 1970, assiste-se à quebra contínua do peso do sector primário, cuja percentagem de activos passa a ser inferior, inclusivamente à do sector terciário, em 1981, tendência essa reforçada pelos dados de 1991 e de 2001. Com efeito, tanto em 1991 como em 2001, o sector primário ocupava o último lugar (**1991** - 11,3%; **2001** – 4,3%) em termos do seu contributo para o total de activos, predominando estes, no sector secundário (**1991** - 49%; **2001** – 49,5%) e terciário (**1991** - 39,7%; **2001** – 46,2%). É de salientar também que de 1991 para 2001 o sector primário sofreu um decréscimo de 56,7%.

Esta evolução, de carácter geral, não pode deixar de ser relacionada com o próprio processo de crescimento económico a nível nacional, nomeadamente com o arranque da industrialização durante os anos 50.

Estarreja é um concelho de forte tradição industrial (com a sua génese na década de 30), sendo inegável a posição de referência do seu complexo químico (desde a II Guerra mundial, com o início da produção de amoníaco), com visibilidade nacional e internacional, formado pelas empresas do grupo CUF (com a privatização da Quimigal e integrando a Uniteca, em 1997), a Dow Portugal Produtos Químicos LDA (a maior companhia química do mundo), a Air Líquido, o Complexo Industrial de Resinas Sintéticas - Cires SA e a Aliada Química de Portugal - APQ. A transformação do tecido produtivo industrial em Estarreja, surgiu com as transformações na conjuntura do mercado, com as multiplicidades de efeitos na estratégia tecnológica (novos processos produtivos), com a reconversão funcional /sectorial das instalações fabris da Quimigal e consequente desmembramento em outras empresas, designadamente, a Anilina Portugal, a Quimigal Adubos de Portugal e a Quimiparque. Em 1990, a Quimiparque, passou a ser a empresa gestora de espaços livres e instalações desactivadas (fundamentalmente da ex-Quimigal) e receptora de empresas de menor dimensão dos ramos mais diferenciados.

Em Novembro de 1993, as empresas do Complexo Químico de Estarreja (Air Liquide, CIREs, AQP, Dow, Quimigal e Uniteca) subscrevem a declaração inicial e formalizam a sua adesão voluntária ao programa Actuação Responsável, programa este, que visa a prática de uma melhoria contínua do seu desempenho ambiental, de segurança e saúde, comunicando a todos os intervenientes na cadeia de fornecimento, aos accionistas financiadores, autarquias, administração e comunidade em que estão inseridas, os progressos alcançados, partilhando com eles as suas preocupações e os seus sucessos. Em 1998, iniciam-se conversações entre as empresas para criar o primeiro painel consultivo comunitário de Actuação Responsável, o que vem a efectivar-se em 2000.

O PACOPAR – Painel Consultivo Comunitário do Programa Actuação Responsável teve a sua génese em 2001, quando as empresas químicas do Complexo Químico de Estarreja decidiram unirem-se ainda mais, abandonando assim, uma política de aproximação á comunidade,

baseada em iniciativas individuais. Esta reunião de esforços permitiu a criação de um fórum alargado aos agentes locais, representativos de várias áreas sociais, onde concentram todas as questões e problemáticas da comunidade, desenvolvendo-se uma política de boa vizinhança, cooperação e entreaajuda.

O processo de alargamento do Painel tem sido efectuado de forma gradual, garantindo assim, a sua consolidação e permitindo desta forma, aprofundar as suas bases técnicas, através de uma actuação cada vez mais sólida e abrangente. São membros efectivos do PACOPAR, entidades que, pelo seu peso institucional, pela sua independência e pelo seu prestígio junto da comunidade credibilizam o próprio Painel, sendo elas, a Câmara Municipal de Estarreja, a protecção civil, a saúde, o associativismo, a educação, a investigação, o ambiente e a autoridade.

O PACOPAR como agente forte, respeitado e indispensável, tem como finalidade, melhorar continuamente a qualidade de vida de Estarreja, congregando sinergias para promover um desenvolvimento sustentável.

Actualmente, o Complexo Químico de Estarreja converteu-se numa estrutura muito dinâmica, de articulação com outras unidades processuais do cluster português da refinação de petróleos/indústrias petroquímicas (do qual o Complexo de Estarreja foi o fundador), situadas noutras plataformas industriais.

Paralelamente, um outro conjunto de dinâmicas tem sido potenciado para a operacionalização de um processo de modernização/diversificação do tecido produtivo industrial, atendendo ao papel que a indústria transformadora detém, enquanto pilar fundamental da sustentabilidade económica e social e à matriz industrial instalada e emergente. Com efeito, no âmbito deste processo, não é alheio um conjunto de acções municipais, designadamente na promoção pública do solo industrial e empresarial.

Os Eco-Parques Empresariais são áreas industriais que têm como principais objectivos o crescimento económico, a protecção do ambiente e o desenvolvimento social da região onde são instaladas.

Atendendo ao Complexo Químico de Estarreja, um dos mais importantes pólos de consolidação do investimento estrangeiro em Portugal, ao conhecimento da dinâmica do tecido produtivo e no sentido de promover o desenvolvimento económico da Região, a Autarquia promove o Eco-Parque Empresarial de Estarreja (Plano de Pormenor (PP) em vigor – *“PP do perímetro I da Área de Desenvolvimento Programado – Espaço Industrial”*), tendo como principal desafio, a aplicação dos princípios da Ecologia Industrial e do Desenvolvimento Sustentável.

O Eco-Parque Empresarial (E-PE) de Estarreja é um espaço geográfico localizado na convergência de 3 Freguesia do Concelho de Estarreja (Beduído, Avanca e Pardilhó), está situado a 2 Kms do centro urbano de Estarreja, a 23 Kms do Porto de Aveiro, a 55 Kms do Porto de Leixões (pontos de ligação de rotas marítimas para a Europa e para os continentes Americano, Africano e Asiático) e a 70 Kms, do Aeroporto Internacional Francisco Sá Carneiro - Porto.

O E-PE de Estarreja encontra-se servido por uma rede viária, a qual liga directamente à rede de auto-estradas nacionais, com nós de ligação, a A1, a A29, a EN 109 e a A25. Toda a plataforma empresarial encontra-se servida por vias internas de circulação rodoviária. É atravessado também, pela linha do Norte, estando assim ligado à rede ferroviária nacional e internacional. Presentemente a Quimiparque dispõe de plataforma logística ferroviária.

O Eco-Parque de Estarreja tem como principal objectivo, orientar a localização e instalação das diferentes actividades económicas (Industriais, Comerciais, Armazenagem e Serviços) que procurem uma área estruturada e licenciada para esse efeito, com fáceis acessibilidades e numa envolvente empresarial dinâmica, na região Centro/Norte do País – ver Figuras 10, 11, 12 e 13.



Figuras 10, 11 e 12 – Eco-Parque de Estarreja (Fonte: Câmara Municipal de Estarreja)

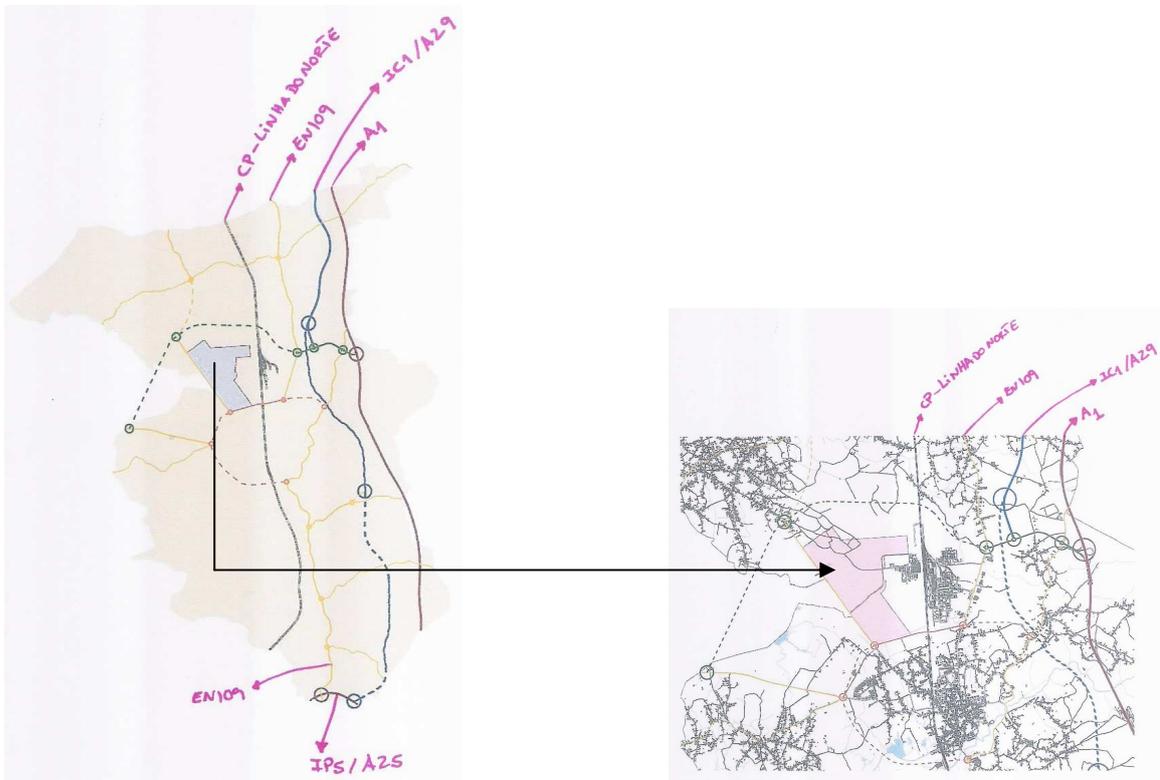


Figura 13 – Enquadramento do Eco-Parque Empresarial de Estarreja (Fonte: Câmara Municipal de Estarreja)

Estrategicamente encontra-se articulado com o desenvolvimento do Pólo Químico-Industrial/Quimiparque/Polígono Industrial Nascente e Plataforma Logística, beneficiando da proximidade ao Porto de Aveiro e às acessibilidades viárias e ferroviárias que o servem.

O E-PE contém 36,40ha de área social, 63,16ha de espaços verdes, 3,35ha de espaço de estacionamento, 16,49ha de arruamentos e passeios e 84,77ha de área de implementação empresarial.

Como última nota, importa fazer referência, à evolução positiva que a Zona Industrial de Estarreja tem vindo a ser alvo. Nos anos 50/60, esta localizava-se a Norte do centro da Cidade (reportando-se à época em questão, Vila de Estarreja), tendo como “fronteiras”/limites, a Linha do Norte a Noroeste e a EN109 a Nordeste. O aparecimento e a localização das indústrias químicas neste concelho, não foram objecto de um planeamento e ordenamento do território eficaz, nem foram considerados factores importantes como, a certificação da qualidade do ar (limite das emissões dos poluentes) e a climatologia da região, onde os ventos dominantes são dos quadrantes de Norte e Noroeste, fazendo com que, os poluentes se dirigissem para a cidade, para a zona urbana mais densificada...Mudam-se os tempos, as vontades e as mentalidades...Surgem as preocupações como o ambiente, a sustentabilidade e a qualidade de vida. Perante estas novas exigências do ser humano, o Complexo Químico, desenvolveu e desenvolve, esforços nesse sentido e a nova Zona Industrial que surgiu em Estarreja, surgiu ligada ao conceito eco-eficiência, designando-se de Eco-Parque. O Eco-Parque de Estarreja localiza-se a Noroeste desta Cidade, ao lado (Nordeste) do Complexo Químico, mas de uma forma planeada, estudada, tendo sempre presente, todas as preocupações inerentes ao ambiente e à qualidade de vida dos cidadãos estarrejenses.

É neste pressuposto que este trabalho foi equacionado, tendo em conta o facto de anteriormente este município ter o “peso” da poluição, que actualmente, contraria toda essa imagem negativa, pois apresenta-se como um concelho virado para as preocupações ambientais, para um desenvolvimento sustentável. Para tal, é cada vez mais necessário, que as vertentes clima e poluição tenham uma forte interacção com a vegetação.

3. Metodologia

3.1. Percursos e pontos de medição escolhidos

Tal como foi referido anteriormente, a área de estudo localiza-se no concelho de Estarreja (área urbana de pequena dimensão), mais propriamente entre duas freguesias, Beduído e Salreu. Os pontos de medição foram escolhidos perante as características topográficas, a ocupação do solo, a vegetação, a morfologia do edificado e das vias.

Como se pode constatar através da Figura 14, a área de intervenção é composta por diferentes tipologias de uso do solo: espaço industrial, espaço rural, espaço urbano, espaço florestal, espaço agrícola e espaço natural.

O centro da Cidade de Estarreja é caracterizado como sendo um espaço urbano de alta e média densidade, com edificações unifamiliares, multifamiliares e edificações em banda (no máximo com 4 pisos), é atravessada pela principal via estruturante – EN109, contempla vias com arborização e é detentor de um parque verde urbano, a Sudeste, junto ao rio Antuã.

A Sudeste do centro da Cidade, surge o espaço urbano de baixa densidade, sobretudo caracterizado pela existência de moradias.

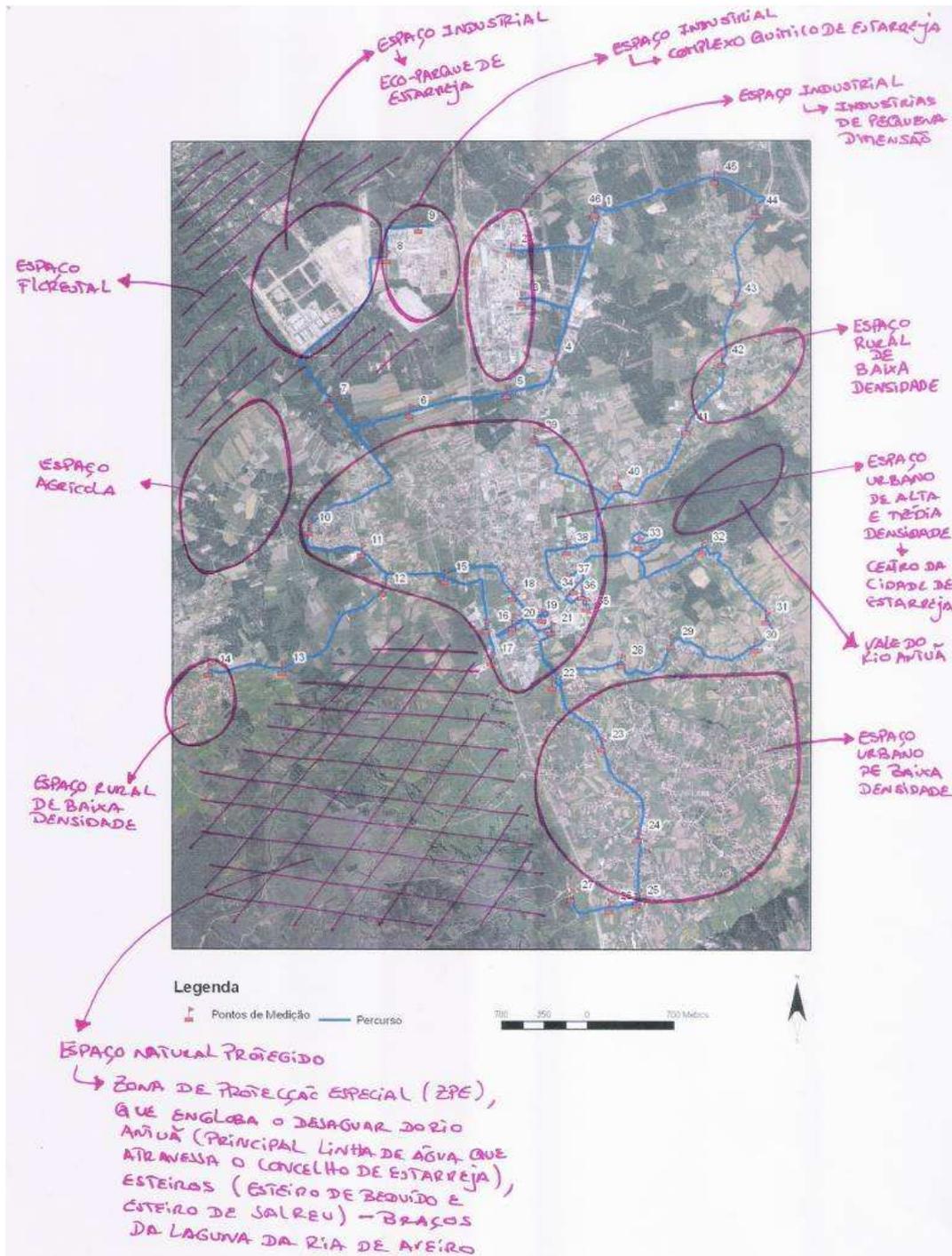


Figura 14 – Esquício das diversas tipologias de espaço/zonamento, na área de intervenção (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)

A Nordeste e a Sudoeste, a área de intervenção é “presenteada” pelo espaço rural de baixa densidade. As edificações são predominantemente moradias, dispersas entre si e ao longo das vias, e onde os seus proprietários, ainda se dedicam à prática da agricultura.

A área de estudo é detentora de um espaço natural protegido, Zona de Protecção Especial (ZPE), a Sudoeste, em que contempla dois braços da laguna Ria de Aveiro – Esteiro de Beduído e Esteiro de Salreu, é onde desagua a principal linda de água que atravessa o concelho – rio Antuã, e é “brindado” por uma biodiversidade riquíssima, de fauna e flora únicas.

A Este do centro localiza-se o Vale do Antuã, a Oeste o território é agrícola e a Noroeste, ao redor do Espaço Industrial, predomina o espaço florestal, que é um dos “agentes” mais importantes na diluição dos poluentes emitidos.

A Noroeste e a Norte da Cidade, situa-se a Zona Industrial de Estarreja, com a presença do Eco-Parque, o Complexo Químico e algumas indústrias de pequena dimensão, a Nascente da EN109.

Convém fazer referência, mais uma vez, ao facto da Zona Industrial de Estarreja ter sido alvo de uma progressão bastante positiva, no que diz respeito ao ambiente. Tal como foi referido anteriormente, na caracterização socio-económica, o espaço industrial estarrejense nos anos 50/60 (Complexo Químico), não foi sujeito a qualquer tipo de planeamento eficaz, nem foram tidas considerações sobre dois factores fundamentais: a certificação da qualidade do ar (limite na emissão de poluentes) e a climatologia da região (os ventos dominantes são dos quadrantes Norte e Noroeste, fazendo com que, a poluição “rumasse” em direcção à zona urbana – centro da Cidade). No entanto, tiveram e têm um ponto a seu favor, também ele de extrema importância, que é o facto deste espaço ser rodeado de floresta pois esta contribui, de uma forma bastante considerável, para a diluição dos poluentes. Actualmente, as preocupações de sustentabilidade ambiental e qualidade de vida são consideradas palavras-chave para a Zona Industrial de Estarreja e nomeadamente, para o Eco-Parque. Todas as empresas são certificadas a nível ambiental pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA) e entre elas, têm um controlo a nível de emissão de poluentes, existindo uma cooperação e entrelaçada entre estas e as diversas entidades locais. O lema do novo espaço industrial de Estarreja, que

contempla, quer o Complexo Químico, quer o Eco-Parque, é promover um desenvolvimento sustentável e permitir qualidade de vida, aos cidadãos deste concelho.

As medições foram efectuadas sob duas formas, através da instalação de 4 sondas fixas e através da realização de um percurso itinerante, de carro, com uma sonda móvel, onde foram tidos em conta, 46 pontos de medição – ver Figura 15. As sondas em causa tinham como finalidade registar valores da temperatura. O período de recolha de dados apanhou três estações do ano, Inverno, Primavera e Verão, e decorreu de Janeiro de 2010 a Agosto de 2010.

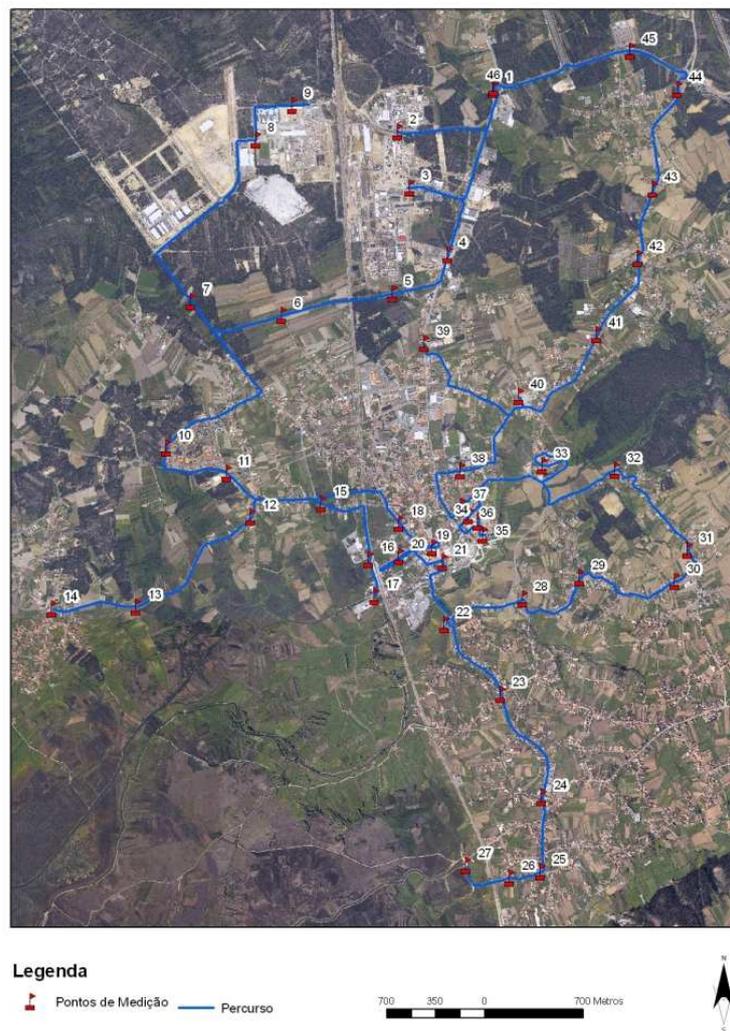


Figura 15 – Percurso Itinerante e Pontos de Medição – Ortofotomapa (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)

Sondas Fixas

As sondas fixas foram colocadas em lugares abrigados, com exposição a Norte, impedindo desta forma interferências térmicas (temperatura do ar – protecção da radiação solar directa; Humidade relativa – protecção da radiação solar directa e chuva; vento – impedir interferências de obstáculos na velocidade do vento), como também em diferentes contextos topográficos, de morfologia urbana e morfologia rural. Perante estes critérios, as sondas foram instaladas estrategicamente em quatro lugares: a primeira localizou-se na zona industrial, na empresa DOW; a segunda foi colocada no centro da cidade, junto ao edificado urbano de média densidade; a terceira foi instalada num meio mais provinciano, numa moradia unifamiliar e próximo da principal linha de água do concelho de Estarreja – Rio Antuã; e a quarta encontrava-se no espaço verde urbano, mais propriamente nas instalações do Bar do Parque – ver Figuras 16, 17, 18 e 19.

A título de curiosidade, o registo das quatro sondas foi efectuado apenas durante praticamente 3 meses – Janeiro, Fevereiro, Março e início de Abril (últimos registos). A sonda que se localizava no seio do espaço urbano, em Abril, foi destruída sem lógica aparente, razão pela qual, a partir dessa data, apenas se registaram dados das outras três sondas e dos percursos móveis.



Figura 16 – Zona Industrial – Empresa DOW (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)

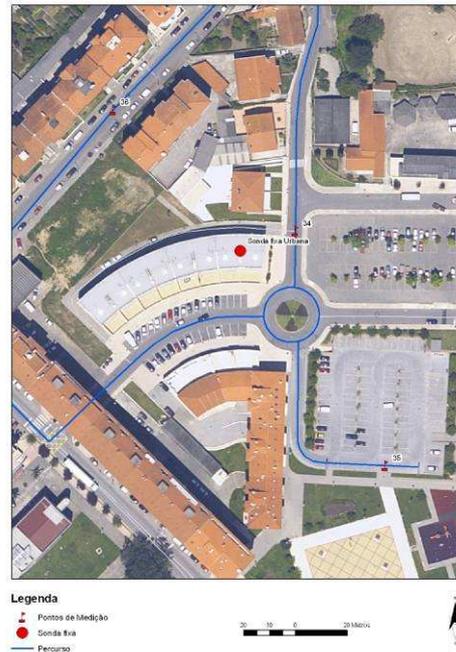


Figura 17 – Edificado Urbano (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)



Figura 18 – Edificado Rural (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)



Figura 19 – Espaço Verde Urbano – Ortofotomapa (Fonte: Sector de Inventariação e Gestão de Informação Geográfica da Câmara Municipal de Estarreja)

Sonda Móvel

A sonda móvel foi utilizada para percursos itinerantes, realizados de carro, a 40Km/h, durante os meses de Janeiro, Março, Abril, Maio, Junho, Julho e Agosto, e contemplou 46 pontos de medição da temperatura – ver Figura 20, Tabela 2 e Anexo 4. Este percurso foi efectuado com diferentes estados de tempo, bem como, a horários diferentes, sendo que, a maioria das viagens foram executadas durante a noite, a partir das 22h00, com tempo estável, ou seja, céu pouco nublado ou limpo e drenagem ligeira de leste.

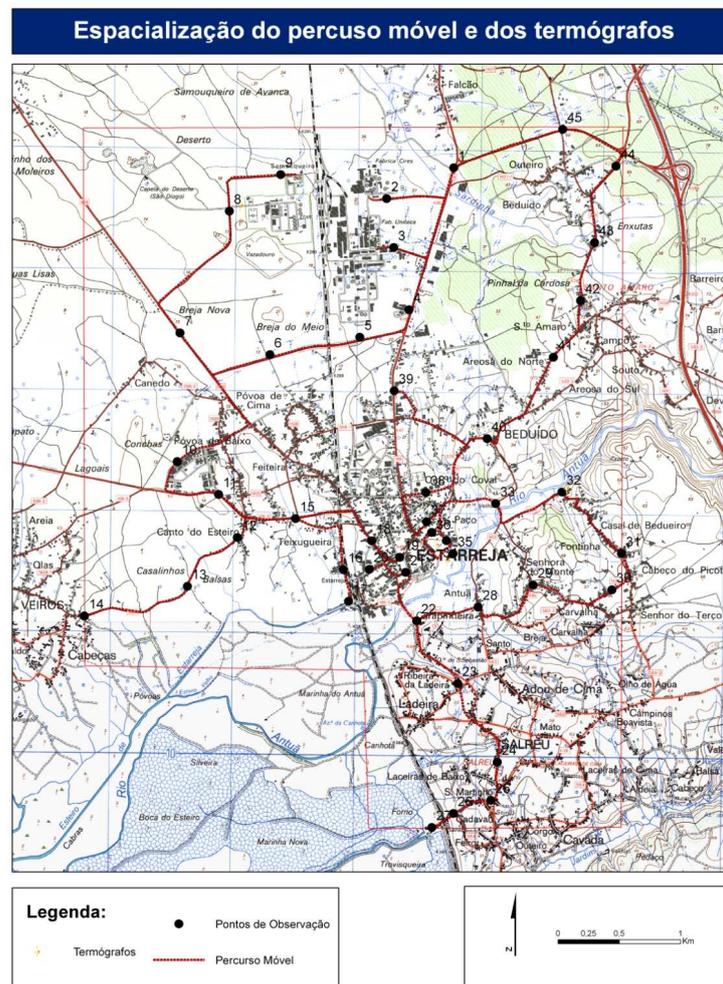


Figura 20 – Espacialização do percurso móvel e dos termógrafos (Fonte: Carta Militar 1/25000)

Tabela 2 – Pontos de Medição do Percurso Móvel e suas Características

Ponto de Medição	Ponto Cotado	Localização	Características
1 e 46	30m	Norte da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Nó de acesso às principais vias estruturantes que atravessam o concelho de Estarreja: A1, A29, EN 224 e EN 109.</p> <p>- Vias com dois sentidos, extremamente movimentadas – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).</p>
2 3 4 8 9	27m 27m 29m 20m 20m	Norte e a Noroeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Detentora de empresas muito poluentes, que fazem descargas sobretudo em dias encobertos e à noite. “O aumento do número de suspensões sólidas” (através da poluição das empresas e veículos automóveis) “e consequente diminuição do coeficiente de transparência da atmosfera, provocam uma diminuição da radiação directa, enviada em maior percentagem para o espaço e em maior parte absorvida” (NUNO GANHO, 1998), contribui também, para o aumento do número de dias de nevoeiro e para a deterioração das condições de visibilidade.</p> <p>- Zona propícia a nevoeiros matinais e nocturnos, muitas vezes devido às descargas efectuadas pelas empresas.</p> <p>- É rodeada de floresta (cobertura herbácea e árvores de médio porte – essencialmente eucaliptos e pinheiros). Os espaços verdes podem contribuir para a diminuição do teor do ar em suspensões sólidas e em dióxido de carbono, mitigando localmente os níveis de poluição atmosférica. “No entanto, como as situações de poluição atmosférica não surgem somente na dependência da densidade e intensidade das fontes poluidoras, mas também de condições atmosféricas de carácter regional e local inibidoras da dispersão dos poluentes, os espaços verdes, constituindo núcleos frios no campo térmico local, vão determinar circulações específicas e uma estrutura térmica vertical da camada atmosférica directamente por eles influenciada que, em função do seu contexto geográfico podem, em espaços próximos, fomentar condições inibidoras da dispersão de poluentes.” (NUNO GANHO, 1998). Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), as chaminés altas das indústrias poluem as camadas mais elevadas e não as camadas junto ao solo.</p>

			<ul style="list-style-type: none"> - É atravessada por vias alcatroadas, bastante largas, iluminadas e bastante movimentadas por veículos pesados. - Os seus edifícios são de grande dimensão, com cerca de 2 pisos, revestidos a material de cor clara e telhados de zinco. O material que reveste os telhados, é um excelente condutor térmico, que tem a propriedade de irradiar temperaturas elevadas, como também, elevadas quantidades de calor sensível. Uma parte desta radiação será emitida para dentro dos edifícios por contra-radiação, permitindo um aquecimento do interior dos edifícios, criando desta forma, um microclima. Ao longo da noite, grande parte deste calor desaparece. - Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite. - A sua envolvente tem fraca capacidade de construção, permitindo desta forma o escoamento das massas de ar. - Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.
5 6 7	21m 15m 15m	Noroeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<ul style="list-style-type: none"> - Zona propícia a nevoeiros matinais e nocturnos, muitas vezes devido às descargas efectuadas pelas empresas. - Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite. - A sua envolvente tem fraca capacidade de construção, permitindo desta forma o escoamento das massas de ar. - Zona próxima da linha do caminho-de-ferro e rodeada de floresta. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira. - É atravessada por vias alcatroadas, de dois sentidos, bastante movimentadas por veículos pesados (proximidade à zona industrial) e ligeiros. - Como são campos agrícolas e não têm nenhuma “obstrução” / barreira, permitem a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar. Ausência de efeito de sombra e aumento da temperatura, pela radiação solar directa, podendo permitir desta forma, durante os dias de céu limpo e vento fraco, a existência de conforto bioclimático, sobretudo nos dias de Inverno.
10	10m	Oeste da	<ul style="list-style-type: none"> - Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os

11	10m	Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo
12	7m		mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai
14	9m		tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da
15	7m		radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998). - Vias com dois sentidos.
13	1m	Oeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Zona propícia a nevoeiros matinais e nocturnos. - Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite. - A sua envolvente tem fraca capacidade de construção, permitindo desta forma o escoamento das massas de ar. - É atravessada por uma via alcatroada, de dois sentidos. - Como são campos agrícolas e não têm nenhuma “obstrução” / barreira, permitem a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar. Ausência de efeito de sombra e aumento da temperatura, pela radiação solar directa, podendo permitir desta forma, durante os dias de céu limpo e vento fraco, a existência de conforto bioclimático, sobretudo nos dias de Inverno.
16	5m	Sudoeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Devido à proximidade à linha de água, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHO, 1998). - Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite. - Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento

			das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.
17	3m	Sudoeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona rodeada de espaços abertos e verdes. Atenuação do efeito de sombra, manifestando-se pelo aumento da temperatura, mas que devido a uma grande disponibilidade de água e ao povoamento arbóreo envolvente, impede uma diminuição sensível da humidade relativa (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Devido à linha de água, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Lago de ar frio, que provoca arrefecimento nocturno.</p> <p>- Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.</p>
18	13	Sudoeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Via com dois sentidos, extremamente movimentada – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical</p>

			dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).
19	21m	Centro da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- “Na cidade, a velocidade horizontal do vento diminui bastante, devido ao aumento da rugosidade; a complexidade da morfologia urbana origina grandes variações espaço-temporais do rumo e da velocidade do vento; em certos locais, devido a efeitos de canalização ou ao <i>efeito venturi</i>, a velocidade do vento é muito maior do que em terreno aberto, a barlavento da cidade. Estes locais são contíguos a outros quase completamente abrigados do vento pelas construções e / ou pela topografia.” (MARIA JOÃO ALCOFORADO, 1999).</p> <p>- Zona de lazer, rodeada de espaços abertos e verdes. Atenuação do albedo e do efeito de sombra, manifestando-se pelo aumento da temperatura, mas que devido a uma grande disponibilidade de água e ao povoamento arbóreo envolvente, impede uma diminuição sensível da humidade relativa (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Zona rodeada de edificação (2pisos).</p>
20	16m	Centro da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- “Na cidade, a velocidade horizontal do vento diminui bastante, devido ao aumento da rugosidade; a complexidade da morfologia urbana origina grandes variações espaço-temporais do rumo e da velocidade do vento; em certos locais, devido a efeitos de canalização ou ao <i>efeito venturi</i>, a velocidade do vento é muito maior do que em terreno aberto, a barlavento da cidade. Estes locais são contíguos a outros quase completamente abrigados do vento pelas construções e / ou pela topografia.” (MARIA JOÃO ALCOFORADO, 1999).</p> <p>- Zona habitacional, com 2 a 3 pisos, com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo,</p>

			<p>embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. As circulações descendentes nocturnas expressam o escoamento do ar arrefecido pela base e simultaneamente o efeito “atractivo” da ilha de calor. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Via com dois sentidos e um separador central “decorado” com árvores de médio porte – corredor verde, com bastante movimento. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).</p> <p>- Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.</p>
21	18m	Centro da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- “Na cidade, a velocidade horizontal do vento diminui bastante, devido ao aumento da rugosidade; a complexidade da morfologia urbana origina grandes variações espaço-temporais do rumo e da velocidade do vento; em certos locais, devido a efeitos de canalização ou ao <i>efeito venturi</i>, a velocidade do vento é muito maior do que em terreno aberto, a barlavento da cidade. Estes locais são contíguos a outros quase completamente abrigados do vento pelas construções e / ou pela topografia.” (MARIA JOÃO ALCOFORADO, 1999).</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Zona rodeada de edificação (2pisos).</p>
22	5m	Sul da Cidade de Estarreja (principal mancha)	<p>- Devido à proximidade à linha de água – Rio Antuã, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHO, 1998).</p>

		urbana)	<p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Via com dois sentidos, extremamente movimentada – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).</p>
23 24 25	27m 44m 30m	Sul da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Vias com dois sentidos, extremamente movimentadas – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).</p>
26	21m	Sudoeste da Cidade de	<p>- Devido à proximidade à linha de água, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação</p>

		Estarreja (principal mancha urbana)	<p>directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.</p>
27	1m	Sudoeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona rodeada de campos agrícolas. Não têm nenhuma “obstrução” / barreira, permitem a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar. Ausência de efeito de sombra e aumento da temperatura, pela radiação solar directa, podendo permitir desta forma, durante os dias de céu limpo e vento fraco, a existência de conforto bioclimático, sobretudo nos dias de Inverno.</p> <p>- Devido à linha de água, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.</p> <p>- Lago de ar frio, que provoca arrefecimento nocturno.</p> <p>- Zona próxima da linha do caminho-de-ferro. Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), a proximidade a esta zona implica um aumento das poeiras, mas como é rodeado de zonas verdes, estas filtram com rapidez a poeira.</p>
28 30 31	13m 58m 53m	Sudeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que</p>

			os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHÓ, 1998).
29	49m	Sudeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana), na freguesia de Salreu	<p>- Situa-se em cima do vale do Rio Antuã (principal linha de água que atravessa o concelho). Circulação nocturna do ar ao longo do vale, permitindo uma constante renovação do ar e uma dispersão vertical dos poluentes, assegurada pela turbulência dinâmica (NUNO GANHÓ, 1998).</p> <p>- Zona de declive acentuado, e sem grandes barreiras, o que permite uma grande movimentação das massas de ar, como também radiação solar directa. Tem coberto vegetal reduzido, o que pode permitir o surgimento de efeito de sombra. Perante este cenário poderá existir conforto bioclimático, durante os dias de céu limpo e vento fraco, sobretudo nos dias de Inverno.</p>
32	11m	Este da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana), na freguesia de Salreu	<p>- Situa-se junto ao vale do Rio Antuã (principal linha de água que atravessa o concelho). Circulação nocturna do ar ao longo do vale, permitindo uma constante renovação do ar e uma dispersão vertical dos poluentes, assegurada pela turbulência dinâmica (NUNO GANHÓ, 1998).</p> <p>- Devido à proximidade à linha de água, haverá possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. (NUNO GANHÓ, 1998).</p>
33	26m	Este da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e</p>

			diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998).
34	12m	Este da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998).
35	8m	Este da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Zona de lazer, rodeada de espaços abertos e verdes. Atenuação do efeito de sombra, manifestando-se pelo aumento da temperatura, mas que devido a uma grande disponibilidade de água e ao povoamento arbóreo envolvente, impede uma diminuição sensível da humidade relativa (NUNO GANHO, 1998). - Proximidade à principal linda de água que atravessa o concelho – Rio Antuã / Vale do Rio Antuã (bastante encaixado e com encostas bem protegidas por floresta). Devido à proximidade do rio, possibilidade de maior humidade do ar, através da evaporação da água por acção da radiação directa incidente – efeito higrométrico. Humidade relativa mais elevada provocando assim um ambiente atmosférico menos confortável – desconforto bioclimático. Circulação nocturna do ar ao longo do vale, permitindo uma constante renovação do ar e uma dispersão vertical dos poluentes, assegurada pela turbulência dinâmica (NUNO GANHO, 1998). - Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite. - Lago de ar frio, que provoca arrefecimento nocturno.
36	13m	Este da Cidade de	- Zona habitacional em banda, com 3 a 4 pisos de ambos os lados da rua. Com estas características, esta via torna-se muito sombria (altitude do

		Estarreja (principal mancha urbana)	edificado não deixa entrar muita luminosidade) e ventosa. Menor temperatura do ar, menor capacidade higrométrica do ar, promovendo desta forma um aumento da humidade relativa. O vento é canalizado pelas ruas e quando se verifica um estreitamento da secção transversal do fluxo, aumenta de velocidade: <i>efeito venturi</i> . (NUNO GANHO, 1998).
37 38 39	15m 20m 22m	Nordeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998). - Vias com dois sentidos, extremamente movimentadas – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).
40	30m	Nordeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	- Zona com declives suaves, podendo implicar a deslocação de ar frio e húmido durante a noite.
41 42 43	47m 66m 53m	Nordeste da Cidade de Estarreja	- Zona habitacional, com 2 pisos e com quintais e jardins domésticos. Os espaços arbóreos localizados em zonas urbanas, apresentam um albedo mais fraco, que vai aumentando à medida que o coberto vegetal se vai

44	60m	(principal mancha urbana)	<p>tornando mais aberto, absorvendo ao nível das copas a maior parte da radiação solar incidente, chegando aos fustes e ao solo pouca radiação. Abaixo das copas constata-se também uma redução da duração da iluminação (o dia começa mais tarde e termina mais cedo). Em consequência do efeito de sombra, o balanço térmico diurno do solo, embora seja positivo, é abrandado relativamente ao balanço térmico das copas e dos espaços abertos ou urbanizados. Pelo facto de os espaços com ocupação arbórea absorverem maior quantidade de energia do que os espaços urbanizados, implica que as temperaturas não sejam tão elevadas, uma vez que há maior disponibilidade de água retida nos solos e transferida para o ar pela evapotranspiração (aumento do calor latente e diminuição do calor sensível). Durante a noite as temperaturas do ar são mais elevadas na parte dos fustes ou mesmo na atmosfera dos espaços urbanizados ou abertos. (NUNO GANHO, 1998).</p> <p>- Vias com dois sentidos – poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).</p>
45	57m	Nordeste da Cidade de Estarreja (principal mancha urbana)	<p>- É rodeada de floresta (cobertura herbácea e árvores de médio porte – essencialmente eucaliptos e pinheiros). Os espaços verdes podem contribuir para a diminuição do teor do ar em suspensões sólidas e em dióxido de carbono, mitigando localmente os níveis de poluição atmosférica. “No entanto, como as situações de poluição atmosférica não surgem somente na dependência da densidade e intensidade das fontes poluidoras, mas também de condições atmosféricas de carácter regional e local inibidoras da dispersão dos poluentes, os espaços verdes, constituindo núcleos frios no campo térmico local, vão determinar circulações específicas e uma estrutura térmica vertical da camada atmosférica directamente por eles influenciada que, em função do seu contexto geográfico podem, em espaços próximos, fomentar condições inibidoras da dispersão de poluentes.” (NUNO GANHO, 1998). Segundo RUDOLF GEIGER (Manual de Climatologia), as chaminés altas das indústrias poluem as camadas mais elevadas e não as camadas junto ao solo.</p> <p>- Via com dois sentidos, extremamente movimentada – aumento da poluição atmosférica. É no espaço urbano que se concentram as fontes</p>

			emissoras de poluentes permitindo a possibilidade de dispersão vertical dos poluentes numa camada mais espessa, contribuindo assim para a diminuição da qualidade do ar, “até porque”, o acréscimo da termoconvecção induzida pela ilha de calor, induz circulações compensatórias de superfície, com efeitos na concentração de poluentes: brisas de campo.” (NUNO GANHO; 1998).
--	--	--	---

3.2. Instrumentos utilizados

Para a realização deste estudo foram recolhidas informações do site do Instituto de Meteorologia (www.meteo.pt), foram retirados dados dos Relatórios da Qualidade do Ar na Região Centro – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro – CCDRC, foram também cedidos por esta mesma edilidade dados de 2000 – 2010, foram utilizadas as Cartas Militares de Portugal: Folhas 163 e 174, os Ortofotomapas de 2008, a Cartografia 1:10000 do IGP e foram utilizadas sondas “Tinytag” – ver Figuras 21 e 22.



Figura 21 – Sondas Fixas Tinytag



Figura 22 – Sonda Móvel Tinytag

3.3. Indicadores de análise

Após definida a área de estudo, foi delimitado um percurso e a colocação de pontos de medição, para se proceder a observações itinerantes de temperatura e a colocação de sondas fixas em quatro zonas estratégicas na Cidade de Estarreja. A escolha dos pontos de medição não é tarefa fácil, sobretudo em áreas urbanas de pequena dimensão, tornando mais complexa a compreensão de determinadas dinâmicas que se fazem sentir no topoclima. Para além da temperatura, foram tidos em conta outros indicadores para se proceder à análise do impacto dos espaços verdes em áreas urbanas, rurais e industriais: vento, humidade, uso e ocupação do solo, áreas verdes, poluentes atmosféricos (dióxido de enxofre, dióxido de azoto, ozono, ...).

4. Resultados alcançados

4.1. Tratamento de dados das sondas fixas

Objectivos:

Neste ponto analisam-se os contrastes térmicos espaciais entre diferentes espaços do Município de Estarreja, onde o uso do solo, a morfologia urbana e a topografia, representam os principais factores que em função da sua ocupação diferenciada, exercem maior interferência no campo térmico local.

Tratando-se de uma área, onde as variações topográficas são praticamente inexistentes, à excepção do sector onde o rio Antuã apresenta maior entalhe, são essencialmente os diferentes usos do solo que influenciam os contrastes térmicos espaciais, devendo ser referida a importância da proximidade ao Oceano Atlântico e à Laguna de Aveiro.

Metodologia:

Com o objectivo de se proceder à monitorização do campo térmico da cidade de Estarreja, foram instalados quatro termógrafos, com diferentes localizações do ponto de vista de uso do solo. Neste sentido, dois sensores de temperatura colocaram-se na cidade, sendo que um localizado no parque verde da cidade onde predomina uma cobertura herbácea e um segundo em área habitacional. Os restantes sensores foram colocados um pouco afastados do espaço de maior densidade de construção. Um a sudeste de Estarreja, mais propriamente no vale fluvial do Antuã, e outro na área industrial, localizada a aproximadamente 3km a Norte da cidade.

Relativamente ao período-amostra, os dados utilizados neste estudo dizem respeito ao período de 05 de Janeiro de 2010 a 07 de Abril do mesmo ano, o que perfaz uma amostra de 93 dias de análise. Deste modo, e do ponto de vista estacional, este estudo centrou-se no período invernal e primaveril – ver Anexo 5.

Análise comparativa dos registos de temperatura máxima e mínima

Ao nível dos registos das séries horárias (T0 a T23) de diferença de temperatura máxima, verifica-se que do ponto de vista médio e comparativamente à área industrial (sonda referencial), tanto o termógrafo representativo do Espaço Construído como o do Parque Verde, apresentam anomalias térmicas positivas de 1°C e 0,8°C, respectivamente – ver Tabela 3. Por seu turno, o termógrafo do Vale do Antuã regista uma anomalia negativa neste período amostra de -0,1°C, sendo de igual modo, o que apresenta um desvio padrão inferior (1°C).

Quanto aos contrastes extremos das séries de temperatura máxima, o mais elevado corresponde ao Espaço Construído, com 4,9°C, seguido do Parque Verde com 4,8°C, e por fim, o Vale do Antuã com 2,5°C. Os contrastes extremos inferiores colocam em primeiro lugar, o Parque Verde com -3,7°C, seguido pelo Vale do Antuã, com -2,1°C, seguido pelo Espaço Construído, com -1,7°C – ver Tabela 3.

Mais ilustrativa é a análise percentual entre as anomalias positivas e negativas ou nulas. Deste modo, em 78% e 75% das situações, as sondas relativas ao Espaço Construído e ao Parque Verde, respectivamente, apresentam registos de temperaturas máximas superiores às verificadas na área industrial. Em contraponto, a sonda do Vale do Antuã, em 51,6% dos casos a temperatura máxima registada é inferior.

Relativamente à análise dos registos de diferença de temperatura mínima, todas as sondas apresentam anomalias negativas, sendo esta mais acentuada no caso do Parque Verde (-1,3°C), enquanto que, os termógrafos do Vale do Antuã e do Espaço Construído, apresentam anomalias de -0,3°C e -0,1°C, respectivamente – ver Tabela 3.

	ΔT_x (°C)			ΔT_n (°C)		
	P. Verde - Ind.	Vale Antuã - Ind.	Espaço Construído - Ind.	P. Verde - Ind.	Vale Antuã - Ind.	Espaço Construído - Ind.
Média	0,8	-0,1	1,0	-1,3	-0,3	-0,1
Desvio-Padrão	1,4	1,0	1,2	0,9	0,8	0,9
Máximo	4,8	2,5	4,9	0,4	-1,7	4,6
Mínimo	-3,7	-2,1	-1,7	-3,6	-2,4	-1,9
% >0	75,3	48,4	78	7,5	44,1	31,2
% ≤0	24,7	51,6	15	92,5	55,9	68,8

Tabela 3 – Variações dos dados térmicos das sondas fixas no período diurno e no período nocturno

Por sua vez, ao nível dos contrastes extremos das séries de temperatura mínima, o mais elevado corresponde ao Espaço Construído, com 4,6°C, seguido do Vale do Antuã com 1,7°C, e por fim, o Parque Verde com 0,4°C. Os contrastes extremos inferiores colocam em primeiro lugar, o Parque Verde com -3,6°C, seguido pelo Vale do Antuã, com -2,4°C, seguido pelo Espaço Construído, com -1,9°C – ver Tabela 3.

Percentualmente, em 92,5% dos registos de temperatura mínima analisados, o Parque Verde apresentou diferenças de temperatura inferior ou igual a 0, ao passo que, as restantes sondas registaram valores inferiores, nomeadamente de 68,8% (Espaço Construído) e 55,9% (Vale do Antuã).

Comportamento Médio das séries horárias (T0 a T23) de temperatura (análise intradiurna)

Neste ponto procede-se à análise do comportamento médio para cada série horária de temperatura, o que por sua vez, nos dá o comportamento intradiurno de cada termógrafo. Assim, partindo da análise do Gráfico 5, verifica-se que o Parque Verde, entre as 20h da noite até às 9h da manhã, em termos médios, é a sonda fixa que apresenta temperaturas mais baixas. No entanto, durante o período da tarde a partir das 14h até às 19h, apresenta temperaturas superiores, o que para além de uma razão de insolação superior, já que se trata de um espaço aberto e plano, a ocultação do horizonte é praticamente inexistente, o que aliado à ausência de vegetação de porte arbóreo, este espaço verde acaba por assumir um comportamento térmico aproximado aos espaços densamente construídos.

Sendo que o termógrafo relativo ao espaço construído, apresenta durante a manhã (10h-14h), as temperaturas mais elevadas, contudo, durante o período da tarde, e em função da orientação do edifício a Norte, o efeito de sombra originado, parece reflectir-se de forma evidente nos registos da temperatura.

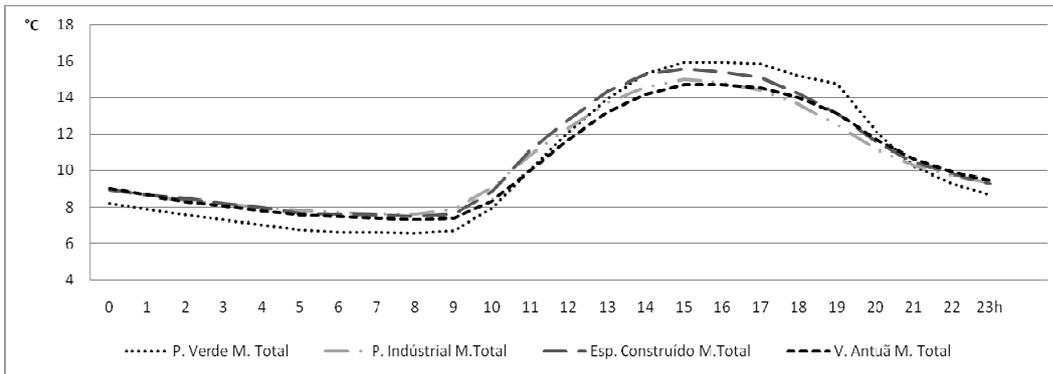


Gráfico 5 – Temperaturas Médias

Por outro lado, durante o período nocturno, como já referido, à excepção da sonda do Parque Verde que se destaca, pela formação de um “lago de ar frio” e “ilha de humidade” bastante circunscrito espacialmente, os restantes termógrafos apresentam um comportamento térmico bastante aproximado, sendo contudo de assinalar que as sondas relativas ao Espaço Construído e Parque Industrial, a partir das 2h até às 10h, registam valores de temperatura ligeiramente superiores, coincidindo com os espaços de maior actividade antrópica diariamente.

Entre as 10h da manhã e as 16h da tarde, é a sonda do Vale de Antuã, que apresenta as temperaturas mais baixas, sendo “substituída” a partir dessa hora pela sonda localizada no Parque Industrial, onde a densa ocupação florestal, contribui para que tal suceda.

Análise das taxas de aquecimento ou arrefecimento horário

O ritmo intradiurno da temperatura nos termógrafos analisados, está directamente relacionado com as diferenças inter-horárias das taxas de aquecimento ou arrefecimento, que aliás se encontram representadas no Gráfico 6.

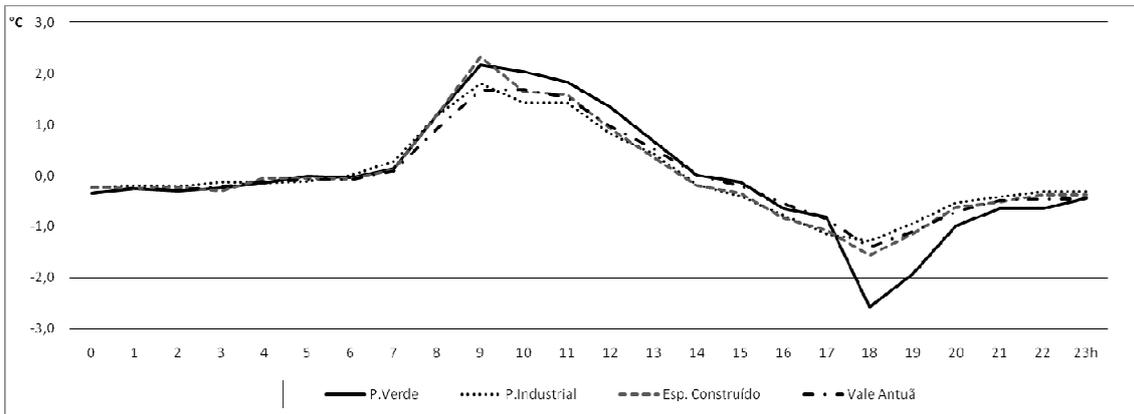


Gráfico 6 – Taxas de Aquecimento e de Arrefecimento Horário

Neste sentido, as taxas de maior aquecimento verificam-se ao início da manhã em todos os termógrafos, principalmente no caso do Parque Verde sito em espaço urbano e do Espaço Construído, verificando-se entre as 7h e as 9h taxas de aquecimento horárias de 1°C.

Por seu turno, as maiores taxas de arrefecimento, verificam-se no período de tempo compreendido entre as 17h e as 18h, onde é evidente o decréscimo de temperatura de uma forma geral, em particular na sonda do Parque Verde, a qual regista uma taxa de arrefecimento inter-horária na ordem dos 2°C.

Análise dos extremos máximos e mínimos das séries horárias de temperatura

Para além da importância que a análise do comportamento médio das variáveis climáticas reveste, neste caso, a temperatura, o estudo dos valores extremos é igualmente importante para uma compreensão dos contrastes térmicos espaciais.

Deste modo, como seria de esperar ao nível dos extremos máximos de temperatura, como seria expectável, o termógrafo do Parque Verde, seguido do referente ao Espaço Construído e Parque Industrial, são os que apresentam os registos superiores de temperatura máxima absoluta da série de dados, em contraponto, ao termógrafo do Vale do Antuã. Sendo que durante o período nocturno, o comportamento térmico é condizente em todos os termógrafos – ver Gráfico 7.

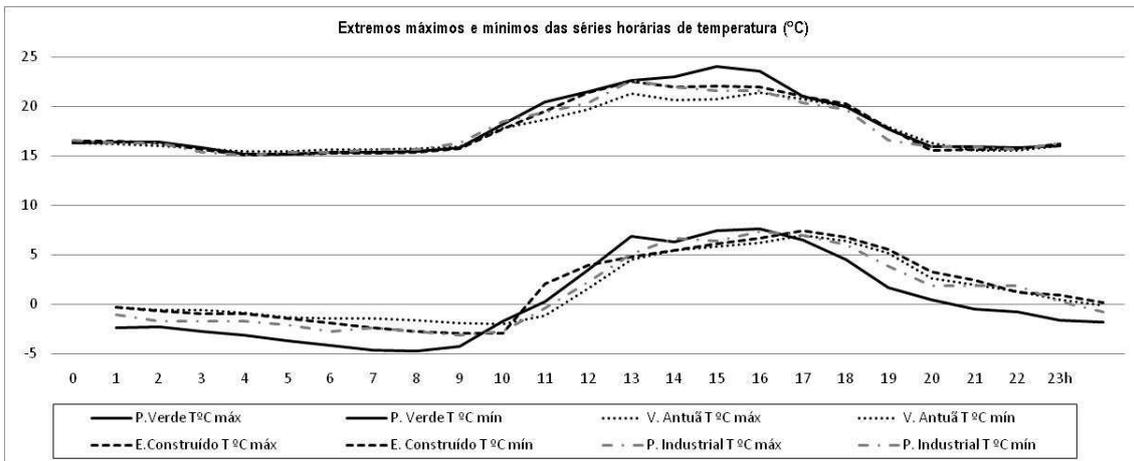


Gráfico 7 – Extremos Máximos e Mínimos das Séries Horárias de Temperatura

Por seu turno, ao nível dos extremos mínimos das séries horárias, durante o período amostra, em todas as sondas registaram-se temperaturas inferiores a 0°C, atingindo mesmo os -5°C na sonda do Parque Verde (“Lago de ar frio”), o que num sector do território nacional, que se localiza a apenas 12km de distância do Oceano Atlântico, é bastante significativo. Estas temperaturas negativas, aliadas a elevados valores de humidade relativa e ocasionalmente com velocidades do vento moderadas (*windchill*), contribuem certamente para situações de desconforto bioclimático considerável durante o período invernal, mesmo em áreas do litoral, como esta – ver Gráfico 7.

4.2. Tratamento de dados dos percursos efectuados com a sonda móvel

Tal como foi referido anteriormente, no ponto 2.2.1. Percursos e pontos de medição escolhidos, foi “desenhado” um percurso itinerante e foram escolhidos 46 pontos de medição, ao longo de duas freguesias do concelho de Estarreja – Beduído e Salreu, onde foram retirados dados de temperatura. Este percurso foi realizado 19 vezes, 17 foram efectuados durante o período nocturno e dois foram executados durante período diurno.

Os resultados obtidos podem ser observados através da Tabela 4, como também, através de alguns exemplos de percursos itinerantes, por forma a demonstrarem as variações do campo térmico, quer no período diurno, quer no período nocturno. Convém realçar, que três destes exemplos dizem respeito a três percursos de observação, que foram realizados no mesmo dia e durante a madrugada (11 e 12 de Agosto de 2010).

ID	Designação	27-Jan	29-Jan	22-Mar	07-Abr	05-Mai	17-Mai	23-Mai (Diurno)	21-Jun	23-Jun	30-Jun	05-Jul	14-Jul	26-Jul	11-Agosto 1º	11-Agosto 2º	11-Agosto 3º	17-Ago	26-Ago	30-Ago	Média
0	Parida - Rotunda	5,6	5,4	9,1	11,9	11,5	15,1	26,0	17,8	17,2	17,9	22,6	16,8	22,3	27,0	15,9	16,4	17,8	21,2	21,6	16,8
1	Cires	5,8	5,6	9,5	12,0	11,5	15,2	26,5	18,2	17,2	17,8	22,0	16,5	22,9	27,2	15,9	16,5	17,6	21,0	21,9	16,9
2	CUF	5,9	5,2	9,7	12,2	12,0	16,0	27,1	19,3	17,6	18,5	22,3	17,5	24,5	29,2	16,7	16,6	18,0	21,2	24,0	17,6
3	Prozincó	5,3	5,6	9,9	12,4	12,0	15,4	26,9	19,4	17,4	18,2	21,7	17,7	25,0	28,4	16,8	16,6	18,0	21,5	23,2	17,4
4	Avenida do Engenheiro I	6,4	5,4	9,9	12,1	11,5	15,4	26,8	19,0	17,3	18,0	21,5	17,5	23,6	28,2	16,4	16,5	17,6	21,2	22,3	17,2
5	Avenida do Engenheiro II	5,3	5,5	9,9	11,6	12,0	14,3	28,3	16,4	17,1	17,4	20,3	16,6	22,2	27,3	16,0	16,5	17,5	20,9	21,4	16,5
6	Gândara	4,8	5,7	9,5	10,9	11,3	14,0	25,9	17,0	16,9	17,2	20,3	15,9	21,6	26,2	16,0	16,5	17,5	20,7	20,3	16,2
7	Zona Industrial (sonda fixa)	6,7	5,6	9,3	12,1	12,6	14,8	25,7	18,5	17,3	17,6	20,8	17,1	23,7	28,0	16,0	16,5	17,3	21,1	21,8	17,0
8	Samouqueiro	5,2	5,5	7,8	10,9	10,6	13,0	26,6	15,8	17,3	16,9	20,1	15,6	21,2	28,1	16,0	16,5	17,4	21,2	20,2	16,1
9	Póvoa de Baixo	4,6	6,2	9,2	11,4	12,3	14,3	27,0	16,7	17,3	17,6	20,7	16,6	21,8	27,9	16,1	16,6	17,7	21,2	21,0	16,6
10	Próximo da outra entrada para as Póvoas	6,5	6,2	9,4	10,7	10,5	14,9	26,4	17,1	17,1	17,3	20,6	17,1	22,3	27,4	16,3	16,6	17,5	20,7	19,9	16,6
11	Canto do Esteiro	6,0	5,9	8,8	10,9	11,4	15,1	27,6	17,3	17,3	17,3	20,7	17,2	22,2	27,8	16,3	16,7	17,5	21,1	20,4	16,7
12	Casalinhos (próximo da casa isolada)	6,1	5,4	9,3	10,3	9,4	14,2	25,7	16,4	17,1	16,4	20,0	16,1	18,9	26,6	16,2	16,5	17,2	20,6	18,2	15,8
13	Cruzamento Cabeças/Escola	6,9	6,0	10,1	11,3	11,0	15,1	26,4	17,7	17,2	17,4	20,3	16,8	22,0	26,3	16,0	16,7	17,2	20,4	20,6	16,6
14	Rotunda	6,4	6,2	9,2	11,1	10,8	14,4	26,5	17,4	17,3	18,0	20,7	16,8	21,7	27,4	16,3	16,6	17,4	20,1	20,1	16,6
15	Entrada da empresa	5,4	6,3	9,9	11,4	11,5	14,9	27,4	17,8	17,3	17,7	21,0	17,3	22,3	28,5	16,4	16,7	17,7	20,3	20,5	16,8
16	Esteiro de Beduido	5,5	5,9	9,6	11,2	10,9	14,3	27,3	17,3	17,1	17,3	20,6	17,2	21,3	28,6	16,1	16,8	17,6	20,1	19,7	16,5
17	Comércio de Marmores	7,5	6,9	10,0	12,5	12,7	15,3	26,8	18,7	17,4	18,5	21,3	18,1	23,4	28,2	16,4	16,7	17,6	20,2	22,1	17,4
18	Centro (ao lado da Praça Francisco Barbosa)	7,5	6,8	9,8	12,7	12,4	15,6	27,2	19,3	17,4	18,6	21,8	18,2	24,6	28,5	16,6	16,8	17,9	20,1	23,2	17,6
19	Avenida Visconde Salreu (Malhas)	7,5	7,1	10,8	12,7	12,5	15,7	27,7	19,1	17,4	19,0	21,5	18,2	24,5	29,2	16,7	16,8	17,9	20,0	23,0	17,7
20	Próximo da Câmara/Correios	7,4	7,2	10,2	12,5	12,1	15,7	26,9	18,7	17,4	18,6	21,4	18,0	24,3	28,2	16,5	16,7	17,7	20,2	23,1	17,5
21	Rotunda do Hospital	5,9	5,9	8,8	10,6	10,5	14,4	26,4	17,3	17,1	18,1	21,1	17,7	21,2	29,2	16,7	16,7	17,1	19,9	20,5	16,6
22	Entre a Ribeira da Ladeira e a Ladeira	6,2	6,4	10,1	12,1	12,2	15,2	27,1	18,1	16,9	18,4	20,9	17,6	23,3	28,4	16,4	16,6	16,9	19,9	22,0	17,1
23	Centro de Salreu/Igreja	6,8	7,0	10,5	12,8	12,1	15,4	27,1	18,5	16,8	18,3	20,9	17,2	25,0	29,5	16,5	16,6	17,0	19,9	23,0	17,4
24	Cortada para Cadeval/Seixal	7,1	6,1	9,5	11,8	11,9	14,9	27,4	17,8	16,9	18,0	20,9	17,3	23,5	30,1	16,7	16,7	17,2	20,1	22,5	17,2
25	Antes do caminho de ferro	7,0	6,1	9,8	11,9	12,0	14,7	27,6	17,6	17,0	18,0	20,9	17,4	23,5	29,4	16,7	16,8	17,1	19,8	22,0	17,1
26	Esteiro de Salreu	6,8	6,1	9,6	11,5	11,0	13,6	26,5	15,8	16,7	17,0	20,1	16,3	20,1	27,2	16,4	16,8	16,7	19,8	19,6	16,2
27	Cruzamento	4,1	5,8	8,4	9,8	10,3	13,6	27,3	15,7	16,9	17,5	21,3	16,9	20,4	28,3	16,7	16,7	16,7	20,0	19,6	16,1
28	Senhora do Monte	6,9	6,6	9,0	11,7	11,2	14,6	27,3	17,5	16,8	17,9	21,5	16,8	23,8	29,0	16,7	16,6	16,7	19,8	21,3	16,9
29	Rua Cabeça/Picoto/Loja Carita	6,0	6,5	9,3	11,7	11,7	14,4	26,2	17,2	16,9	17,6	21,3	16,6	23,1	28,4	16,5	16,4	16,7	19,7	21,7	16,7
30	Próximo de Casal Bedueiro	6,3	6,6	8,9	12,9	11,6	14,5	27,0	17,2	16,7	17,7	21,3	16,5	23,0	29,0	16,2	16,3	16,7	19,6	21,9	16,8
31	Habituação Ana Maria (sonda fixa)	1,8	5,3	8,2	10,0	9,8	13,0	26,9	15,4	17,0	16,9	20,8	15,5	21,5	29,0	16,5	16,5	16,6	20,0	20,2	15,8
32	Hotel Eurosol	5,4	5,7	8,3	10,2	10,4	12,4	27,0	16,3	16,9	16,4	21,2	16,0	20,8	29,3	16,7	16,6	16,6	19,8	19,9	16,1
33	Casa do Kilas (sonda fixa)	8,1	5,6	9,1	10,7	10,8	13,5	26,6	16,2	17,1	18,2	21,5	17,1	22,4	27,1	16,8	16,8	16,6	20,0	20,5	16,6
34	Parque de estacionamento do Parque do Antuã (próximo da sonda fixa)	6,4	6,0	9,9	10,4	10,9	14,0	25,9	16,8	16,9	18,4	22,0	17,6	22,7	27,2	16,6	16,8	16,7	19,9	21,0	16,6
35	Rua Luis de Camões	6,2	6,2	8,8	10,8	11,0	14,3	26,6	16,9	17,1	18,2	21,8	17,5	22,4	26,8	16,6	16,8	16,7	20,0	20,7	16,6
36	Rua Jornal de Estarreja	6,9	6,0	8,8	11,1	11,0	14,0	26,5	16,1	17,0	18,3	21,6	17,4	22,1	27,4	16,9	16,9	16,6	19,9	20,8	16,6
37	Escola Secundária	6,4	6,2	9,1	11,4	11,6	14,8	26,5	17,3	17,0	18,1	21,3	17,3	23,5	27,4	16,6	16,8	16,5	20,0	21,9	16,8
38	Ezqueiel	8,6	6,0	8,6	10,1	10,6	14,1	24,9	15,9	16,8	18,0	20,5	16,7	21,0	26,0	16,8	16,6	16,3	19,9	19,8	16,2
39	Igreja de Beduido/Cemitério	5,7	6,0	9,0	10,6	11,1	14,3	25,2	16,5	16,9	17,7	21,1	16,4	22,7	28,3	16,6	16,6	16,5	20,0	21,0	16,4
40	Capela (Areosa Norte)	6,3	6,0	8,6	11,3	10,0	13,7	24,9	15,9	17,0	17,5	20,8	16,6	22,9	26,9	16,4	16,4	16,3	19,7	21,4	16,2
41	Igreja de Santo Amaro	5,2	6,4	8,8	12,3	10,8	13,9	24,1	16,9	16,7	17,4	21,0	16,7	24,6	26,3	16,5	16,2	16,3	19,6	22,5	16,4
42	Cruzamento das Enxutas	2,0	6,0	8,1	9,9	9,1	12,7	25,0	14,8	16,7	16,3	20,4	16,4	20,4	26,7	16,4	16,3	16,3	19,7	19,3	15,4
43	Cruzamento perto da variante EN224	2,2	6,0	8,3	10,8	9,5	12,6	24,6	15,4	16,5	16,5	20,9	16,2	21,3	26,2	16,5	16,0	16,3	19,7	20,8	15,6
44	Estação da EDP	1,8	5,5	7,8	9,9	8,9	11,9	23,3	16,1	16,4	15,9	20,1	15,7	22,0	26,6	16,4	16,2	16,2	19,6	20,1	15,3
45	Parque Verde	4,0	5,7	8,8	10,7	9,7	13,0	27	16,8	17,9	17,05	22	16,0	21,6	29,7	17,1	17,0	18,0	20,0	20,6	16,5
46	Espaço Construído	9,5	5,9	9,1	10																8,6
47	Vale Antuã	2,7	4,8	8,5	9,8	9,8	12,4	27	16,5	18	16,5	20,6	16,6	21,5	29	16,8	16,6	16,5	19,6	18	15,9
48	Parque Industrial	5,8	5,3	8,0	11	11	13,2	26	16,3	18,5	17,5	21	16,6	22	27,9	16,9	17,5	17,5	21	21	16,5

Tabela 4 – Dados térmicos relativos ao percurso itinerante e seus pontos de medição

Exemplos de Campanhas de Observação Móvel

Percurso Nocturno – Dia 27 de Janeiro de 2010 (22h00)

Este percurso realizado na noite de 27 de Janeiro de 2010, sob condições de alguma instabilidade atmosférica e com uma velocidade do vento inferior a 10 km/h de Nordeste, evidenciava uma amplitude aproximada de 7°C (6,8°C).

Com base na análise da Figura 23, na qual se representa espacialmente o campo térmico da área em estudo, é bem evidente um núcleo quente principal condizente com as áreas de maior densidade de urbanização, designadamente a cidade de Estarreja, onde o efeito antrópico é por demais evidente na modificação do balanço energético local, sendo que neste sector as temperaturas rondavam de uma forma geral, os 8°C, com a temperatura máxima a ser registada no ponto de observação nº39 (8,6°C).

Um outro núcleo quente menos intenso, definia-se no sector meridional a oriente da “Laguna de Aveiro”, no lugar de Salreu e redondezas, sendo que a menor densidade de construção em detrimento de um aumento das áreas permeáveis, parece explicar que as temperaturas registadas sejam um pouco inferiores, em termos médios cerca de 1,5°C, relativamente ao núcleo quente principal (Estarreja).

Por outro lado, no sector oriental, o rio Antuã apresenta um entalhe mais significativo que a ocidente, o que determina um vale com vertentes de maior declive, logo, potenciadoras para a “produção de ar frio” para posterior acumulação e drenagem ao longo do vale. Assim, é neste sector que se registaram temperaturas inferiores, nomeadamente nos pontos 32 e 45 (1,8°C), definindo o principal núcleo frio.

No sector Noroeste, designadamente os pontos 7 e 10, apresentavam 4,8°C e 4,6°C, respectivamente, o que definia um núcleo frio de menor intensidade, muito por força, do uso do solo presente nesta área, onde predominam extensas áreas agrícolas e florestais. A Norte da Cidade, na zona industrial, as temperaturas rondavam os 6/6,5°C.

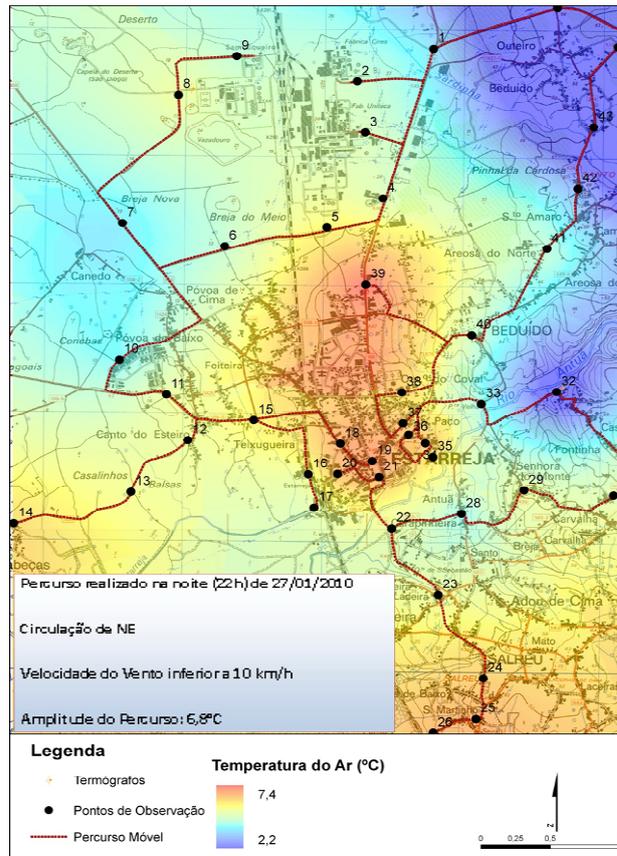


Figura 23 – Percurso Nocturno – 27 de Janeiro de 2010 – 22h00 (Fonte: Carta Militar 1:25000)

Percurso Diurno – Dia 11 de Agosto de 2010 (1ºpercurso – 14h30)

Esta campanha de observação realizada no dia 11 de Agosto de 2010 (período estival), decorreu entre as 14h30m e as 16h00m. A esta hora na estação meteorológica da Barragem de Castelo Burgães, localizada no Município de Vale de Cambra a Nordeste da área de estudo, a temperatura registada neste período de tempo era na ordem dos 30°C, com uma velocidade de vento inferior a 15 km/h de Noroeste (situação de nortada), em situação de estabilidade atmosférica, com céu pouco nublado ou limpo, sendo visível a típica depressão de origem térmica à superfície sobre a Península Ibérica (Figura 24).

Tendo este percurso sido realizado durante o dia (Figura 24), a questão de ultrapassar a radiação solar no registador, mostra-se um factor a ter em linha de conta, sendo por vezes difícil de controlar por completo esse facto.

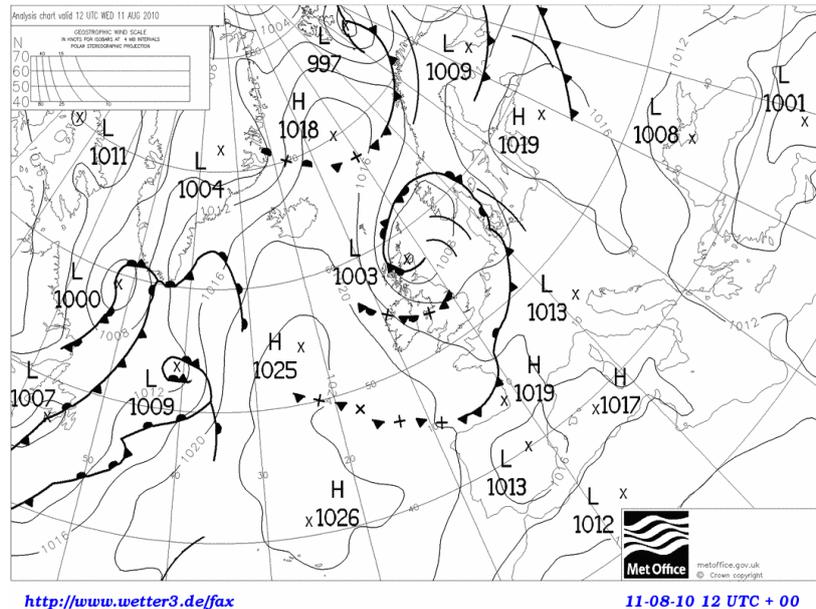


Figura 24 – Carta Sinóptica de 11 de Agosto de 2010 (Fonte: wetter3.de)

O principal núcleo quente, verificava-se no sector sudeste, na área de Salreu, apresentando o ponto de observação nº 25 a temperatura máxima registada de 30,1°C. Esta campanha de observação poderá ser analisada em função da exposição à radiação solar, onde factores, como a presença de um substrato arbóreo de maior densidade, em oposição a áreas essencialmente agrícolas, sendo que na cidade de Estarreja, em particular nos pontos de análise 35 a 38, a influência do construído na criação do “efeito de sombra” contribuirá para uma diminuição da temperatura sensível ao nível da atmosfera urbana inferior.

Por sua vez, o núcleo quente identificado no sector sudeste, poderá ser compreendido à luz, de diferentes condições de ventilação, face aos ventos de NW, que por norma ao início das tardes de verão apresentam maior intensidade (Nortada), amenizando assim as temperaturas em determinados sectores.

Outra particularidade, é a questão da área industrial, localizada a Norte de Estarreja, a qual registava temperaturas em torno dos 28°C, 29°C, sendo visível na Figura 25, que esta área relativamente às áreas envolventes, onde o uso de solo, é predominantemente florestal, apresenta temperaturas superiores na ordem dos 2°C, que para além das diferenças ao nível do uso do solo, podem ser originadas pela libertação de gases e partículas, o que apesar da absorção da radiação, implica de forma directa, menor quantidade de radiação directa

recebida à superfície, contribui para uma retenção da irradiação, originando assim um aumento da temperatura local.

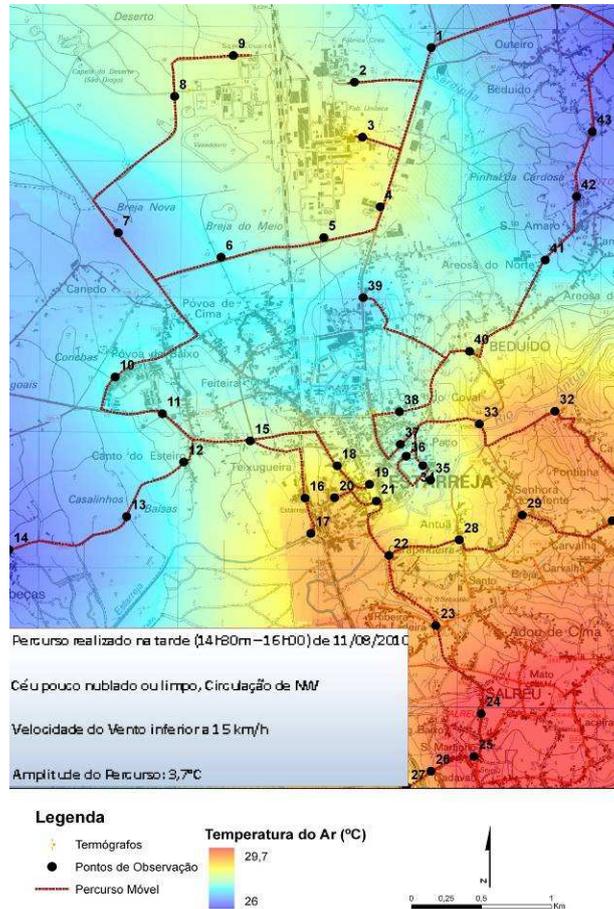


Figura 25 – Percurso Diurno – 11 de Agosto de 2010 – 14h30 (Fonte: Carta Militar 1:25000)

Percurso Nocturno – Dia 11 de Agosto de 2010 (2ºpercurso – 22h00)

Realizado na noite de 11 de Agosto entre as 22 horas e as 23 horas e 30 minutos, este percurso com uma circulação fraca de Noroeste, apresentou uma amplitude de apenas 1°C, tendo as temperaturas variado entre os 15,9°C (ponto nº1) e os 16,9°C (ponto nº 37).

Apesar das pequenas diferenças verificadas, é possível definir um padrão espacial do campo térmico, sendo particularmente visível na Figura 26 um núcleo quente relativo à cidade de Estarreja e o sector noroeste com temperaturas inferiores, na ordem de um 1°C, muito por força da mancha florestal e da brisa suave de Noroeste.

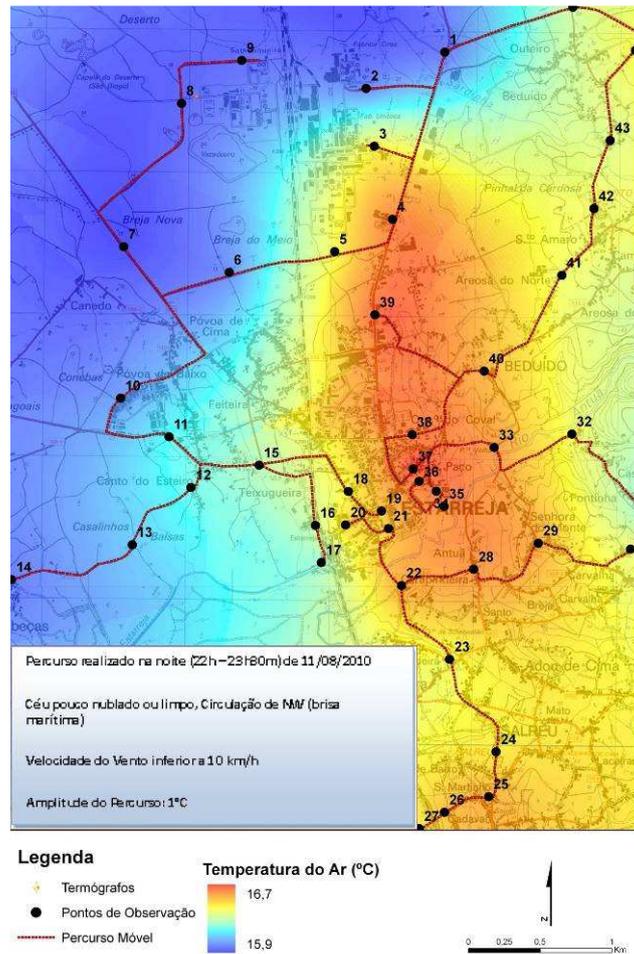


Figura 26 – Percurso Nocturno – 11 de Agosto de 2010 – 22h00 (Fonte: Carta Militar 1:25000)

Percurso Nocturno – Madrugada – Dia 12 de Agosto de 2010 (3ºpercurso – 00h30)

No seguimento da campanha de observação anterior, este percurso apresenta do ponto de vista cartográfico algumas modificações, tendo-se mantido uma baixa amplitude (0,9°C) – ver Figura 27. Contudo, o facto que merece maior destaque, prende-se com a modificação do rumo do vento, tendo este rodado para Este, indicando assim a influência da morfologia regional (Montanhas Centro-Occidentais).

Neste sentido, o sector Nordeste da área de estudo, é o que apresenta uma temperatura do ar um pouco inferior. Por sua vez, apesar da fraca intensidade este núcleo quente, apresenta-se

bem definido espacialmente, centrando-se no espaço urbano de maior urbanização, na Cidade de Estarreja.

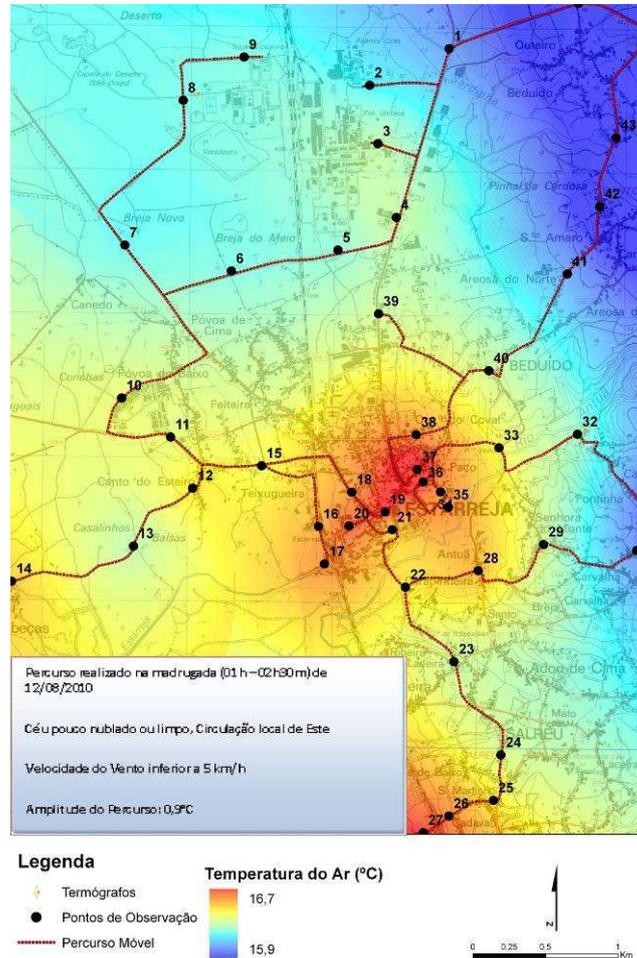


Figura 27 – Percurso Nocturno – 12 de Agosto de 2010 – 00h30 (Fonte: Carta Militar 1:25000)

Campo Térmico Diurno

Este percurso realizado na tarde de 23 de Maio de 2010, teve como finalidade representar o campo térmico diurno com céu pouco nublado ou limpo, com vento de Oeste e uma velocidade inferior a 10 km/h. De referir que de acordo com o Instituto de Meteorologia, o mês de Maio em Portugal Continental foi caracterizado por baixos valores de precipitação e por um período quente entre os dias 17 e 23 de Maio, com a ocorrência de uma onda de calor que afectou essencialmente as regiões do litoral Norte e centro e parte do Alentejo.

Com uma amplitude de 3,5°C (Figura 28), esta campanha de observação diurna, apresenta alguns núcleos quentes, em especial na Cidade de Estarreja e no lugar de Salreu, como também no sector setentrional, relativo á área industrial, onde os gases existentes na troposfera podem originar um efeito de estufa local, contribuindo dessa forma para um aumento das temperaturas.

Por sua vez, as áreas envolventes, maioritariamente agrícolas e florestais, apresentam as temperaturas mais baixas, com diferenças de 3°C (sector Nordeste), o que muito se deve a uma maior quantidade de coberto arbóreo.

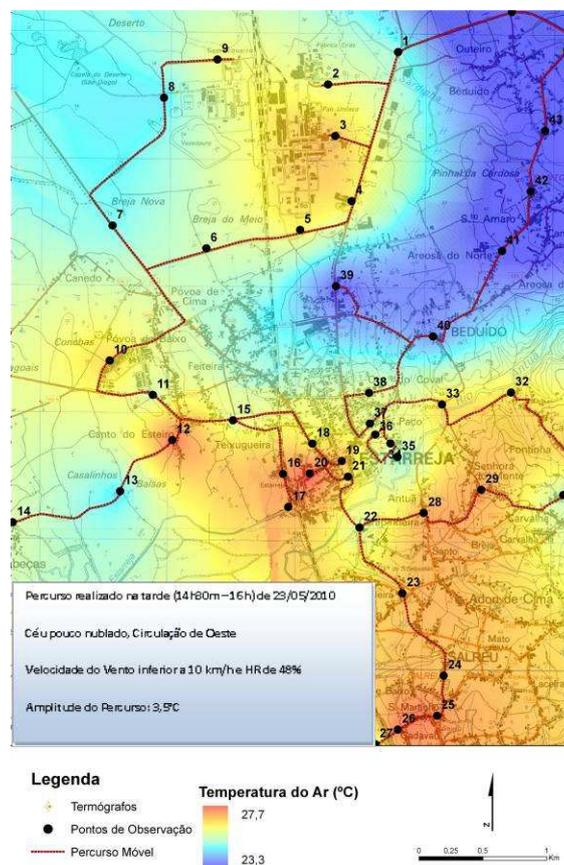


Figura 28 – Percurso Diurno – 23 de Maio de 2010 – 14h30 (Fonte: Carta Militar 1:25000)

Campo Térmico Médio

Muito do que foi dito anteriormente, encontra-se reflectido na análise do campo térmico médio (Figura 29), onde no decurso dos vários percursos de observação realizados, são

evidentes três núcleos quentes. Um principal, localizado no espaço urbano propriamente dito, um segundo no sector sudeste na área de Salreu e por fim, um outro núcleo na área industrial. Por seu turno, o sector nordeste e oriental, é o que apresenta em termos médios, temperaturas inferiores, coincidindo com o tramo do vale do Antuã que apresenta maior incisão na área de estudo por nós analisada.

Já, o sector ocidental, apesar de apresentar igualmente temperaturas mais baixas que os núcleos quentes identificados, não só devido ao efeito amenizador da “Laguna de Aveiro”, como também do Oceano Atlântico, contribuem para que as amplitudes térmicas sejam menores, quando comparadas com o sector oriental, onde a passagem para uma morfologia mais acidentada, se faz notar no campo térmico local.

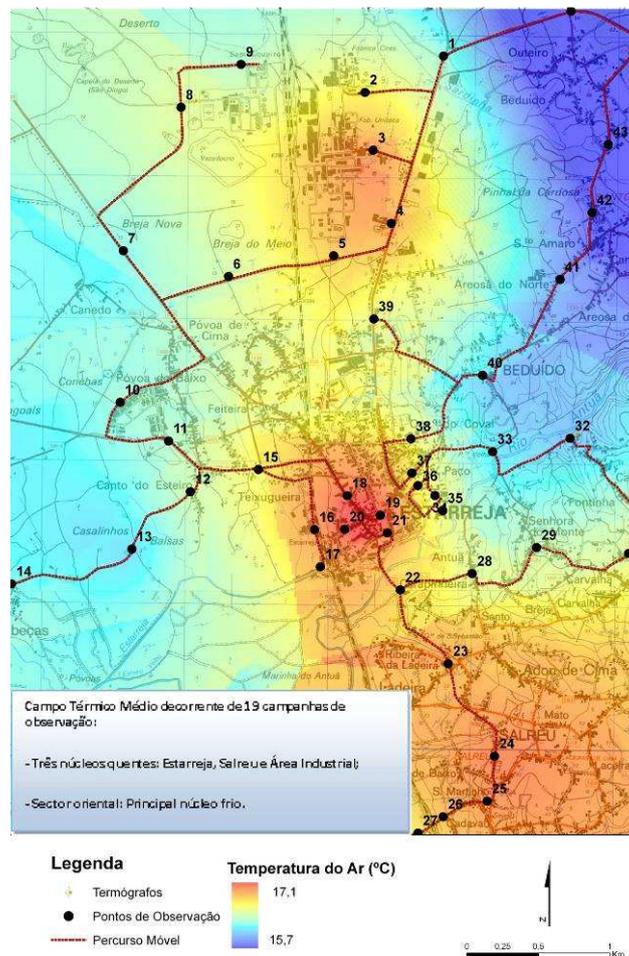


Figura 29 – Campo Térmico Médio decorrente de 19 campanhas de observação (Fonte: Carta Militar 1:25000)

4.3. Tratamento de dados relativos às concentrações de poluentes gasosos

Principais poluentes analisados e suas consequências

“(...) a qualidade do ar é medida pela quantidade de substâncias poluentes presentes no ar. A variedade das substâncias que podem ser encontradas na atmosfera é muito grande, o que torna difícil a tarefa de estabelecer uma classificação. Para facilitar essa classificação, dizemos que os poluentes podem ser considerados primários, quando são expelidos directamente pelas fontes de emissão (dos quais são exemplo o material particulado, compostos de nitrogénio, óxidos de carbono, entre outros), ou secundários, quando são formados na atmosfera através da reacção química entre poluentes primários e componentes naturais da atmosfera, como a radiação solar ou a humidade, dos quais exemplificamos os oxidantes, ou o smog (GANHO, 1998).

O sector industrial e o sector dos transportes urbanos são os principais responsáveis pelos níveis de poluição. As indústrias, no processo de transformação de matérias-primas para produtos acabados, emitem para a atmosfera uma parte dos seus resíduos, sendo exemplos de tal situação, as indústrias químicas, as de petróleo e as metalúrgicas. A rede de transportes urbanos, por sua vez e na sua maioria, utiliza derivados de petróleo, do qual a combustão completa e sobretudo a incompleta, é a maior geradora de poluição atmosférica. (Pinto, D. – 2007-2008)

Compostos de Azoto

Na atmosfera o azoto reflecte-se de variadíssimas formas, tais como, NO_x (NO , NO_2), NO_y (N_2O , N_2O_3 , N_2O_4 , NO_3 , N_2O_5 , PAN ($\text{CH}_3\text{COONO}_2$). Estes compostos são constituídos por um odor amoniacal e pútrico e têm propriedades básicas, que podem ser destruídas por ácidos. A neutralização de NO e NO_2 é feita através da formação de ácido nítrico, que quando dissolvida na água acidifica-a, gerando desta forma, as chuvas ácidas.

Os óxidos de azoto são originados quer por fontes naturais, como a oxidação do amoníaco, a actividade microbiana no solo, os relâmpagos e processos fotolíticos ou biológicos nos oceanos; quer por fontes antropogénicas, designadamente, processos químicos industriais,

estações de tratamento de esgoto e a queima de combustíveis fósseis e de biomassa. As precipitações e a deposição seca são consideradas sumidouros de NO_x (MIRANDA, 2001).

O monóxido de azoto (NO) é um gás incolor, pouco solúvel em água e é gerado por actividades antropogénicas, sendo a principal fonte emissora, a queima de combustíveis em veículos automóveis.

O dióxido de azoto (NO_2), é um gás de cor castanha, com um odor característico e a maior fonte emissora deste poluente, é normalmente, a oxidação do próprio monóxido de carbono.

Os NO_x são os responsáveis pelas chuvas ácidas e pelo smog fotoquímico, que se concretiza através da conjugação de variáveis específicas, como por exemplo, uma forte concentração de NO_2 e H_c aliada a uma elevada radiação solar.

O ciclo fotoquímico básico dos óxidos de azoto e do ozono teve o contributo do NO, do NO_2 e do ozono troposférico (O_3). Este ciclo é responsável pelo aumento elevado da concentração de ozono troposférico, relativamente ao ar não poluído.

Ozono Troposférico

Na estratosfera o ozono é gerado pela acção fotoquímica dos raios ultravioleta sobre uma molécula de oxigénio e um átomo de oxigénio.

O ozono encontra-se nos níveis mais baixos da atmosfera (troposfera), como poluente secundário, resultante de reacções entre determinados compostos de origem biogénica e antropogénica, nomeadamente, o óxido de azoto (NO_x), o monóxido de carbono (CO), o metano (CH_4) e os compostos orgânicos voláteis, tendo um factor comum entre eles, a radiação solar.

As suas fontes naturais surgem nas correntes alternadas de alta voltagem. Por exemplo, quando há descargas eléctricas provenientes dos relâmpagos, estando na presença de oxigénio, produzem ozono.

As suas fontes antropogénicas não emitem directamente ozono, emitem sim, compostos que vão conduzir à formação deste, reflectindo-se na exaustão dos gases dos veículos, nas emissões industriais e nos solventes químicos, entre outros (CTCV, 2007).

Material Particulado

O material particulado é o conjunto de todas as substâncias presentes na atmosfera em estado sólido ou líquido, excepto aquelas provenientes da condensação da água (STERN, 1984). Do ponto de vista químico, as partículas não constituem uma espécie bem definida, mas sim, um grupo de substâncias e materiais em estado sólido ou líquido. As partículas totais em suspensão formam um grupo especial de material particulado que se distingue pela sua dimensão superior a 10 μm (diâmetro aerodinâmico).

PM₁₀ ou PM_{2,5} como são partículas em suspensão, passíveis de recolha por tomada selectiva e com eficiência de corte de 50%, para um diâmetro aerodinâmico de 20 ou 2,5 μm , respectivamente (CTCV, 2007).

As partículas menores que 10 μm (PM₁₀) emitidas pelos veículos, invadem o aparelho respiratório, pois não são retidas pelas defesas do organismo (pêlos do nariz ou as mucosas), provocando desta forma, irritação nos olhos e garganta, reduzem a resistência às infecções e causam doenças crónicas (STERN, 1984). Estas partículas para além de originarem grandes problemas na saúde humana, podem funcionar como núcleos de condensação quando estão em suspensão, o que segundo vários autores (ANDRADE, 1994 e MONTEIRO, 1989) pode levar ao aumento da precipitação nas áreas urbanas.

Concentração e Dispersão de Poluentes

Sob o ponto de vista climatológico, mesmo sendo importante a existência de transformações químicas sofridas pelos poluentes, importa estudar o grau de dispersão e concentração dos poluentes e a forma como as variáveis meteorológicas vão influenciar esse processo (MONTEIRO, 1989 e GANHO, 1998).

Após o poluente ser lançado para a atmosfera, este sofre alguns processos, como a dispersão, a transformação, a remoção e a acumulação (SEINFELD, 1978). A dispersão varia com a

topografia do lugar e as condições meteorológicas que se verificam no momento. A transformação do poluente engloba todos os processos químicos e depende da reactividade deste com a temperatura da atmosfera, com a intensidade da radiação solar, com os respectivos comprimentos de onda e da concentração de outros poluentes existentes nesse local. Relativamente à remoção, o poluente pode ser eliminado e diluído da atmosfera, apenas pela troca de meio, ou seja, passar da atmosfera para a biosfera, a litosfera ou para a hidrosfera, através da sedimentação ou pelo transporte pelos hidrometeoros. A acumulação, por sua vez, é a disposição final do poluente, seja no solo, nos leitos de água ou nos organismos vivos.

O impacto ambiental causado pela emissão de poluentes pode ser avaliado, através do conhecimento detalhado do processo de dispersão próximo à fonte. Desta forma, poderá solucionar-se o problema mais convenientemente e encontrar-se soluções para um futuro próximo.

O comportamento de uma pluma de poluentes na atmosfera é um processo complexo, que é influenciado pelas características da emissão, efeitos do terreno, perfil do vento, estratificação e turbulência. As plumas emitidas na atmosfera elevam-se, sob a acção de seu momentum e pela impulsão inicial. Para as termoeléctricas e outras fontes industriais, o maior contributo para a ascensão da pluma surge a partir do fluxo de calor. Dependendo da quantidade de calor libertada, a partir da fonte, a pluma pode elevar-se centenas de metros na atmosfera. Este tipo de fenómeno pode contribuir substancialmente para a diluição dos constituintes da pluma antes de alcançarem o nível do solo (STULL, 1988).

O grau de poluição de uma determinada região, resulta na sua grande maioria, das condições meteorológicas locais. Para a avaliação da dispersão de poluentes, é necessário conhecer os fenómenos que acontecem na atmosfera.

No processo de dispersão atmosférica, os poluentes gasosos e particulados emitidos para a Camada Limite Atmosférica (CLA), vão ser dispersos pelo vento médio (responsável pelo transporte) e pela turbulência (responsável pela difusão).

Os outros factores relevantes na dispersão de poluentes são: os obstáculos orográficos ou de edifícios, a altura de emissão, a geometria da fonte, a velocidade de emissão e o tipo de poluente. Nos espaços urbanos, o principal produtor de poluição da atmosfera, é o tráfego automóvel, o qual produz substâncias que reagem quimicamente por efeito da radiação solar.

As condições de estabilidade atmosférica têm um papel incisivo na dispersão dos poluentes. As condições instáveis caracterizam-se por altos níveis de turbulência, que originam uma intensa dispersão dos poluentes na atmosfera. Em condições estáveis, os níveis de energia cinética turbulenta são muito menores e a dispersão dos poluentes é suprimida, causando altos níveis de concentrações no centro da pluma.

Desta forma, vem reforçar o facto da concentração de poluentes estar fortemente relacionada às condições meteorológicas, pelo que, alguns dos parâmetros que favorecem altos índices de poluição são a alta percentagem de calmas, ventos fracos e inversões térmicas a baixa altitude.

O vento é o principal responsável pelo transporte e pela difusão dos poluentes, sendo o transporte influenciado pela direcção e velocidade, enquanto que a difusão, é mais influenciada pela turbulência. Em meio urbano, a velocidade do vento será o maior factor de dispersão, limitando o volume de ar em que os poluentes se vão difundir e a distância de transporte, mas no entanto, isso irá causar uma diminuição da altura efectiva das emissões. A direcção do vento irá determinar os locais, que vão ser alvo da pluma poluída.

Os principais efeitos da topografia relativamente à dispersão da poluição, traduzem-se nas mudanças na direcção do escoamento principal, que afecta o caminho da pluma, na turbulência, que afecta a dispersão, e na possibilidade da advecção para regiões de recirculação.

A topografia complexa influencia a trajectória e a difusão da pluma, embora se verifiquem altas concentrações de poluentes em terreno complexo, como por exemplo, na situação em que uma pluma intercepta uma montanha, muitos processos físicos agem no sentido de minimizarem as concentrações.

Dentro do meio urbano, o vento juntamente com o gradiente vertical da temperatura, a topografia e a morfologia urbana, implicará a concentração ou dispersão de poluentes. A morfologia urbana determina os ventos locais, diminuindo-lhe a velocidade (ou aumentando), canalizando-o, expandindo-o ou criando turbulência. Quando as correntes de vento entram em contacto com as rugosidades das formas urbanas, a sua velocidade diminuí e aumenta a sua turbulência. A morfologia urbana também interfere, na direcção dos fluxos do vento (PINTO, D., 2007-2008).

Dados da Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja, no referente aos poluentes em causa

Para a análise das concentrações de poluentes gasosos no concelho de Estarreja, e para se poder proceder a uma comparação com os dados registados pela sonda móvel nos dias em que foram efectuados os percursos, foram cedidos pela Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Centro (CCDRC), dados dos seguintes poluentes (quer da Estação da Qualidade do Ar da Teixugueira – Estarreja, quer da Estação da Qualidade do Ar de Aveiro): NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Óxido de Azoto, O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Ozono, $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Partículas em suspensão susceptíveis de passar através de um filtro selectivo com 50% de eficiência para um diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 μm , PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Partículas em suspensão susceptíveis de passar através de um filtro selectivo com 50% de eficiência para um diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm , SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Dióxido de Enxofre, NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Dióxido de Azoto e NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Monóxido de Azoto. Convém ressaltar que, estes dados ainda não se encontram devidamente tratados, nem foram publicados.

Para este estudo teve-se sempre presente os valores limite destes poluentes, que se podem consultar através das Tabelas 5, 6, 7, 8, 9 e 10.

Tabela 5 – Valores Limite de Emissão de Aplicação Geral (VLE gerais)

Poluente	Valor Limite ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
Dióxido de enxofre (SO_2)	500
Óxido de azoto (NOX)	500 (expressos em NO_2)
Partículas (PTS)	150
Compostos inorgânicos fluorados	5 (expresso em F^-)
Compostos inorgânicos clorados	30 (expresso em Cl^-)
Sulfureto de hidrogénio (H_2S)	5
Composto orgânicos voláteis (COV)	200 (expresso em C)
Composto orgânicos voláteis não metânicos (COVNM)	110 (expresso em C)
Cloro (Cl_2)	5
Br e compostos inorgânicos de Br	5 (expresso em HBr)
Metais I (1)	0,2
Metais II (2)	1
Metais III (3)	5

(1) Cádmio (Cd), mercúrio (Hg), tálio (Tl).

(2) Arsénio (As), níquel (Ni), selênio (Se), telúrio (Te).

(3) Platina (Pt), vanádio (V), chumbo (Pb), crómio (Cr), cobre (Cu), antimónio (Sb), estanho (Sn), manganésio (Mn), paládio (Pd), zinco (Zn)

Fonte: Decreto-Lei n.º 78/2004 de 3 de Abril - Diário da República n.º 80, I-Série-A

Tabela 6 – Valores Limite para o Dióxido de Enxofre (SO_2)

VALORES LIMITE PARA O DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2)	
Período Considerado	Valor Limite
1 hora	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor a não exceder mais de 24 vezes por ano civil)
24 horas	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valor a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)

Nota: Segundo, o Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril (Fonte: Adaptado de CCDRC)

Tabela 7 – Valores Limite para o Dióxido de Azoto (NO₂)

VALORES LIMITE PARA O DIÓXIDO DE AZOTO (NO₂)	
Período Considerado	Valor Limite (a partir de 2010)
1 hora	200 µg/m ³ (valor a não exceder mais de 18 vezes em cada ano civil)
Ano Civil (Média Anual)	40 µg/m ³ (valor a não exceder mais de 3 vezes por ano civil)

Nota: Segundo, o Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril (**Fonte:** Adaptado de CCDRC)

Tabela 8 – Valores Limite para Partículas em Suspensão (PM_{10;2,5})

VALORES LIMITE PARA O PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO (PM_{10;2,5})	
Período Considerado	Valor Limite (a partir de 2010)
1 hora	50 µg/m ³ (valor a não exceder mais de 7 vezes em cada ano civil)
Ano Civil (Média Anual)	20 µg/m ³

Nota: Segundo, o Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril (**Fonte:** Adaptado de CCDRC)

Tabela 9 – Valores alvo e objectivos a longo prazo para o ozono (O₃)

VALORES ALVO E OBJECTIVOS A LONGO PRAZO, PARA O OZONO (O₃)			
Tipo	Valor	Parâmetro	Data de Cumprimento
Valor Alvo	120 µg/m ³ (não deve ser excedido em mais de 25 dias por ano civil, calculados em média em relação a 3 anos)	Valor Máximo das Octo-horárias do Dia	2010
Objectivo a Longo Prazo	40 µg/m ³		2020

Nota: Segundo, o Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril (**Fonte:** Adaptado de CCDRC)

Tabela 10 – Avaliação de situações Críticas de Poluição Atmosférica

Avaliação de Situações Críticas de Poluição Atmosférica				
Poluente	Tipo	Valor Limiar	Período Considerado	Legislação
SO ₂	Limiar de Alerta	500 µg/m ³	Três horas consecutivas	Decreto-Lei n.º 111/2002, de 16 de Abril
NO ₂	Limiar de Alerta	400 µg/m ³	Três horas consecutivas	
O ₃	Limiar de Informação da População	180 µg/m ³	Valor médio de 1 hora	Decreto-Lei n.º320/2003, de 20 de Dezembro

Fonte: Adaptado de CCDRC

NO₂ (µg/m³) – Dióxido de Azoto

No caso do NO₂, o limite legal de emissões horárias é de 200 µg/m³, enquanto que, do ponto de vista médio, os limites são de 40 µg/m³. Ao se analisar o Gráfico 8 e a Tabela 1 do Anexo 6 pode-se constatar que, os valores máximos horários registados foram de 138 µg/m³, no dia 26 de Julho de 2010, entre as 19-20h e de 102 µg/m³, no dia 30 de Agosto de 2010, entre as 20-21h.

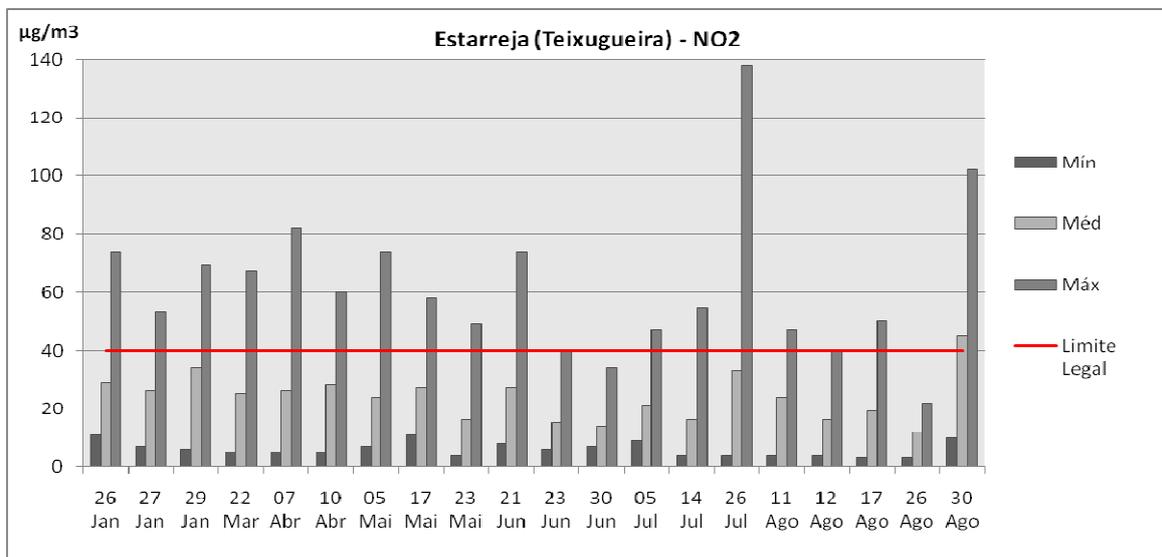


Gráfico 8 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO₂ – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

Do ponto de vista de emissões médias diárias, o dia 30 de Agosto, foi o único dia da amostra, que ultrapassou os limites legais de emissão (40 µg/m³), com 45 µg/m³. O estado de tempo no dia 26 de Julho, foi condicionado pela depressão de origem térmica centrada na Península Ibérica (ver Figura 30), a qual transportou para Portugal Continental, uma massa de ar quente e seca numa circulação de Este, tendo originado no período de 23 a 30 de Julho, um aumento significativo das temperaturas.

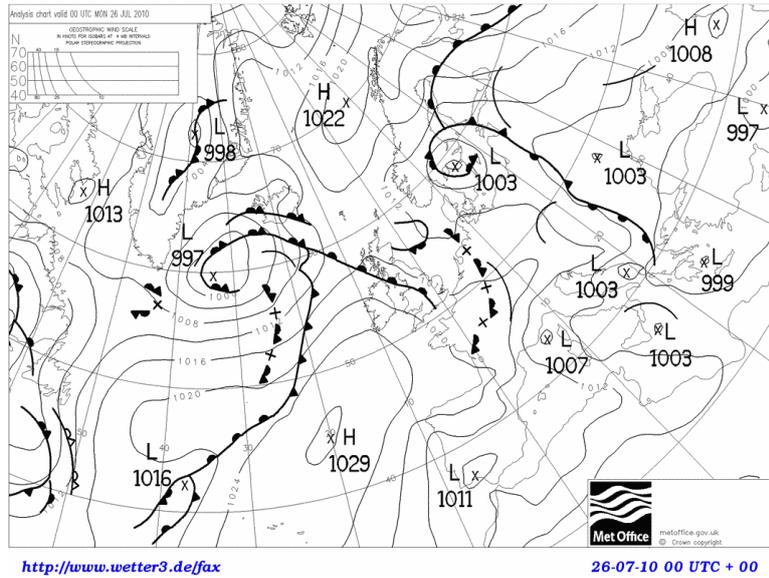


Figura 30 – Carta Sinóptica de 26 de Julho de 2010 (Fonte: wetter3.de)

O pico de concentração do dióxido de Azoto, entre as 19-20h deveu-se à diminuição da velocidade do vento do quadrante Este, em particular, a partir das 17 horas, fazendo com que a capacidade dispersante da atmosfera diminuísse, como é evidente nos Gráficos 9 e 10, onde se verifica, uma relação directa entre os níveis de poluição e a velocidade do vento. Por seu turno, deve ter-se também em consideração, o ritmo intradiurno das actividades antrópicas que emitem este poluente (tráfego e laboração industrial).

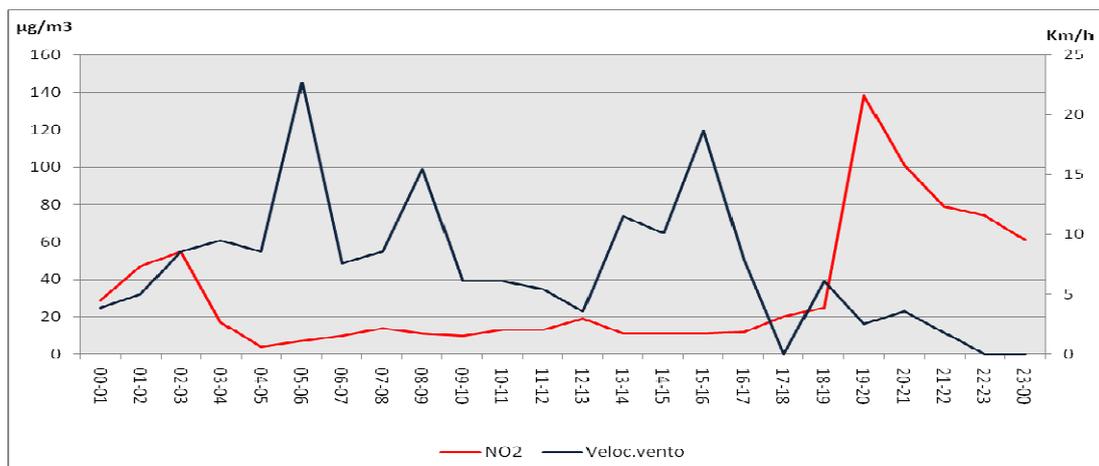


Gráfico 9 – Ritmo intradiurno de NO2 e velocidade do vento no dia 26 de Julho de 2010 (Fonte: CCDRC)

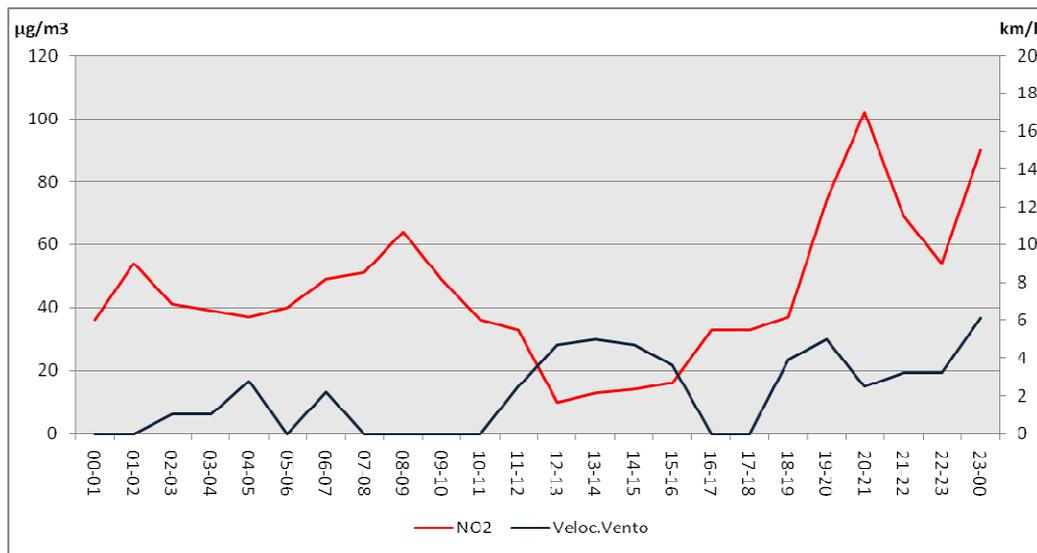


Gráfico 10 – Ritmo intradiurno de NO2 e velocidade do vento no dia 30 de Julho de 2010 (Fonte: CCDRC)

NO (µg/m³) – Monóxido de Azoto

Relativamente à análise do Monóxido de Azoto (NO) (ver Tabela 2 do Anexo 6), pode-se constatar que, o principal episódio de degradação da qualidade do ar verificou-se no dia 29 de Janeiro de 2010 (Gráfico 11), sendo que, o estado de tempo em Portugal Continental neste dia, foi marcado pela passagem de uma superfície frontal associada a uma depressão bastante cavada localizada sobre a Escandinávia, o que originou períodos de chuva ou um regime de aguaceiros, em especial nas regiões do Norte e Centro (Figura 31).

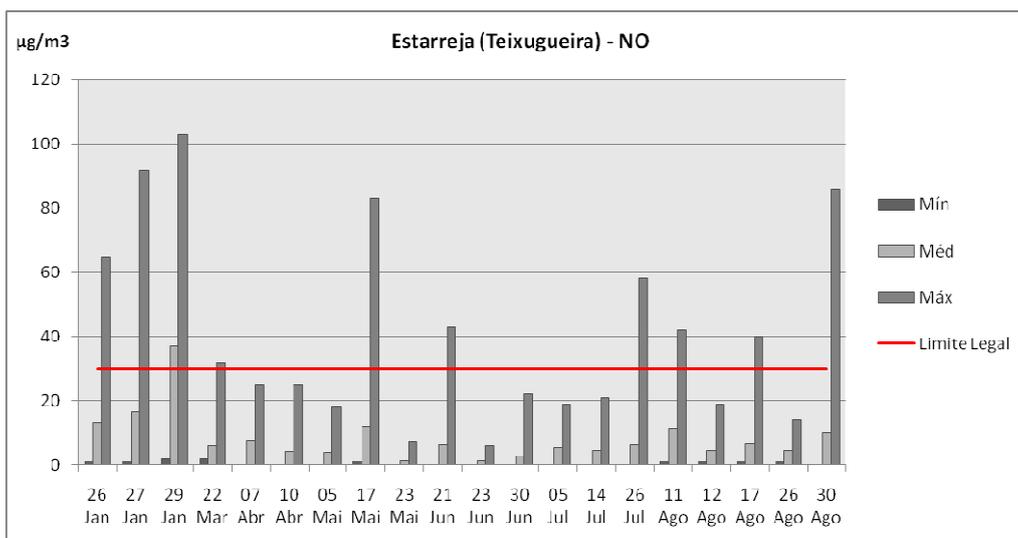


Gráfico 11 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

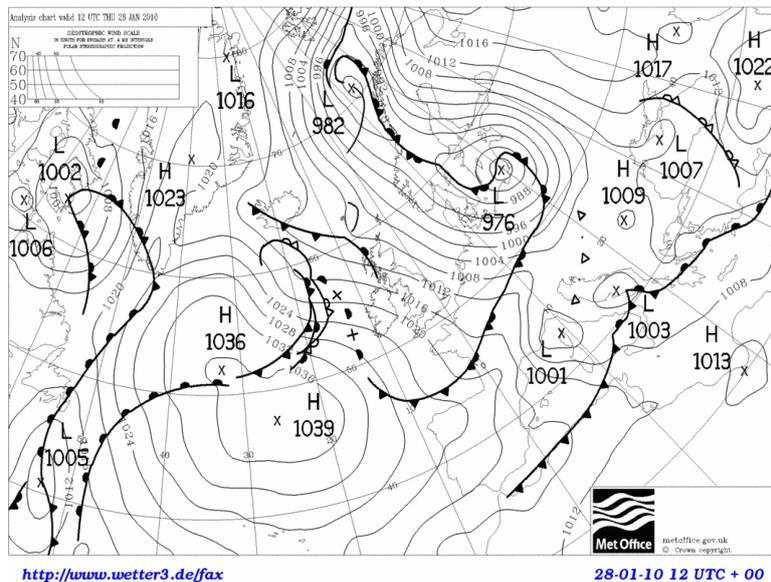


Figura 31 – Carta Sinóptica de 29 de Janeiro de 2010 (Fonte: wetter3.de)

Este dia, para além de ter registado o máximo de emissão horária ($103 \mu\text{g}/\text{m}^3$) entre as 19 e as 20 horas, é também o dia da amostra, que apresenta o valor médio diário de emissão mais elevado, com uma média de $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Neste sentido, em situações de tempo depressionário, verifica-se um aumento da poluição atmosférica por parte deste poluente, uma vez mais, devido à diminuição da capacidade dispersante da atmosfera.

NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) – Óxido de Azoto

Com base na análise da Tabela 3 do Anexo 6 e dos Gráficos 12 e 13, o dia de 29 de Janeiro de 2010, foi o dia que registou em termos médios diários, os maiores valores de emissão deste poluente ($91 \mu\text{g}/\text{m}^3$), no entanto, o máximo de emissão inter-horária, registou-se no dia 26 de Julho de 2010, entre as 19 e as 20 horas, com 228 microgramas por metro cúbico.

O Óxido de Azoto (NO_x), em função das fontes de poluição, apresenta um padrão intradiurno bem definido, coincidindo em grosso modo, com os horários em que os níveis de tráfego são superiores, nomeadamente, entre as 7 e as 11 horas da manhã e entre as 18 e as 21 horas, ou

seja, apresenta uma relação directa com as actividades antrópicas que envolvem todo o tipo de combustão. Para além do ritmo intradiurno facilmente identificável, a questão da variação ao longo da própria semana, também se aplica.

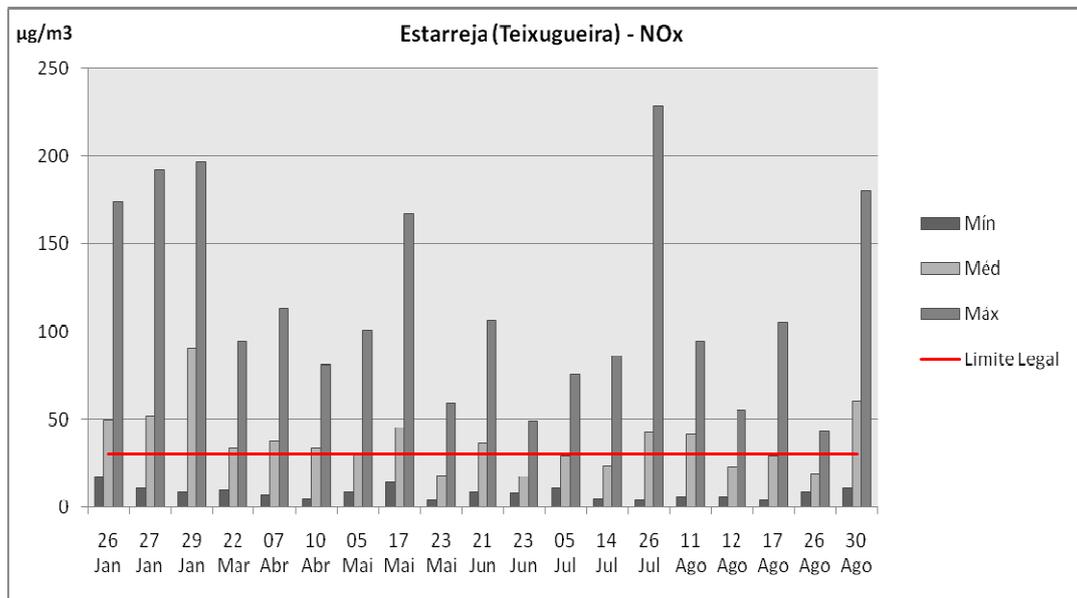


Gráfico 12 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO_x – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

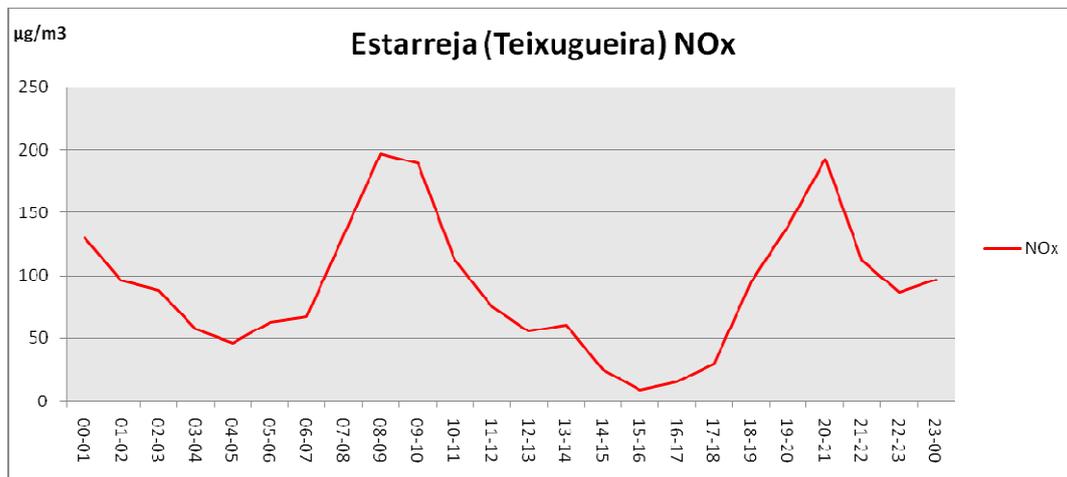


Gráfico 13 – Ritmo intradiurno dos níveis de poluição de NO_x, no dia 29 de Janeiro de 2010 (Fonte: CCDRC)

Outro ponto a ter-se em consideração, é o facto de que em 19 dias de amostra, em 11 dias ultrapassaram-se os limites presentes no Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril, onde em cada ano civil, não deve ser ultrapassado mais do que três vezes o limite de 30 µg/m³.

Em comparação com a Estação de Qualidade do Ar de Aveiro (Gráfico 14), a principal diferença entre a Cidade de Aveiro e a Zona Industrial de Estarreja, reside em maiores concentrações deste poluente, uma vez que, os índices urbanização são maiores, como também, o volume de tráfego é bem mais significativo.

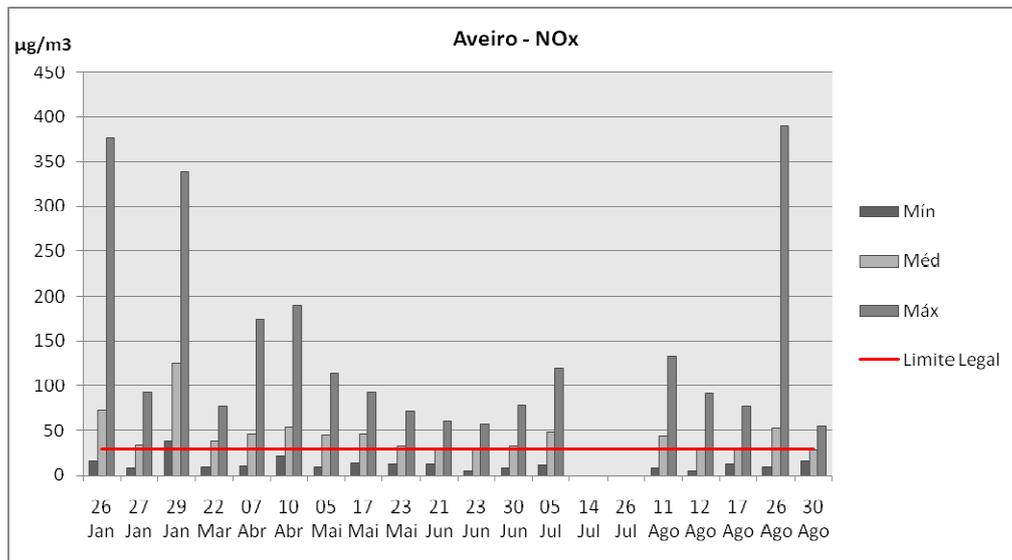


Gráfico 14 – Emissão Máxima, Mínima e Média de NO_x – Aveiro (Fonte: CCDRC)

O₃ (µg/m³) – Ozono

Se existe poluente que apresenta uma variação estacional bem marcada, o Ozono é seguramente um deles, dado que o seu processo de formação envolve um elevado consumo de radiação solar. Deste modo, é no período estival (Gráfico 15) e diurno (Gráfico 16), que o Ozono apresenta índices de concentração mais elevados, contribuindo para que nesse período do ano haja um aumento da degradação da qualidade do ar, podendo provocar, não só dificuldades respiratórias, como também, prejuízos agrícolas e danos na vegetação.

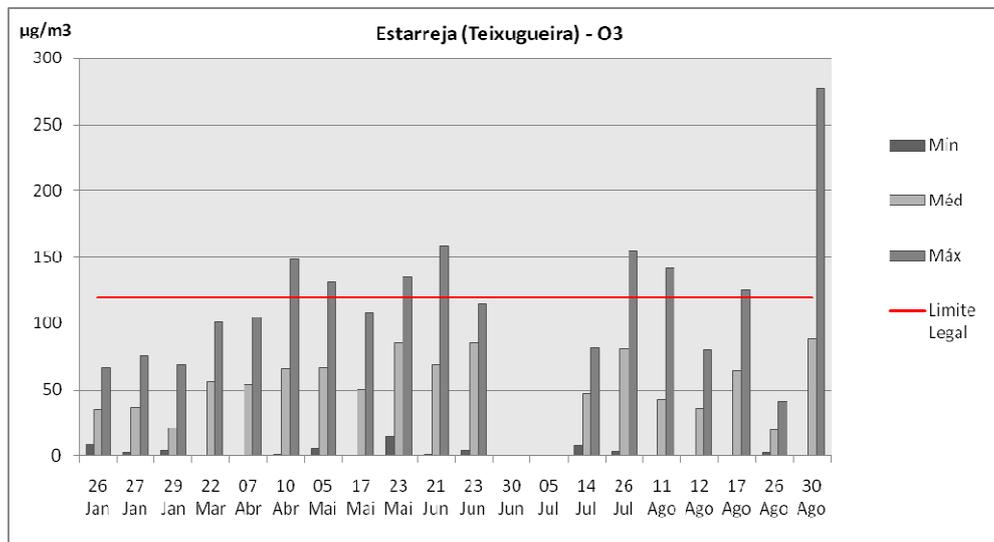


Gráfico 15 – Emissão Máxima, Mínima e Média de O₃ – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

Neste sentido, no dia 30 de Agosto do ano de 2010, perante uma situação de estabilidade atmosférica, com céu limpo e vento em geral fraco de Nordeste, atingiram-se os valores mais elevados de Ozono, com um valor médio diário de 88 microgramas por metro cúbico. Por sua vez, e no mesmo dia, registou-se entre as 15 e as 16 horas, o valor máximo inter-horário de concentração de O₃ (277 µg/m³) – ver Tabela 4 do Anexo 6.

O Decreto-Lei n.º320/2003, de 20 de Dezembro, define que caso os valores horários sejam superiores a 180 µg/m³, será necessário efectuar-se um aviso à população. Desta forma, e tendo em linha de conta que os valores registados no dia 30 de Agosto, mais propriamente entre as 13 e as 17 horas, ultrapassaram largamente os 200 µg/m³, facilmente se constata, as elevadas concentrações deste poluente e o risco elevado que o Ozono representou neste dia, para a população.

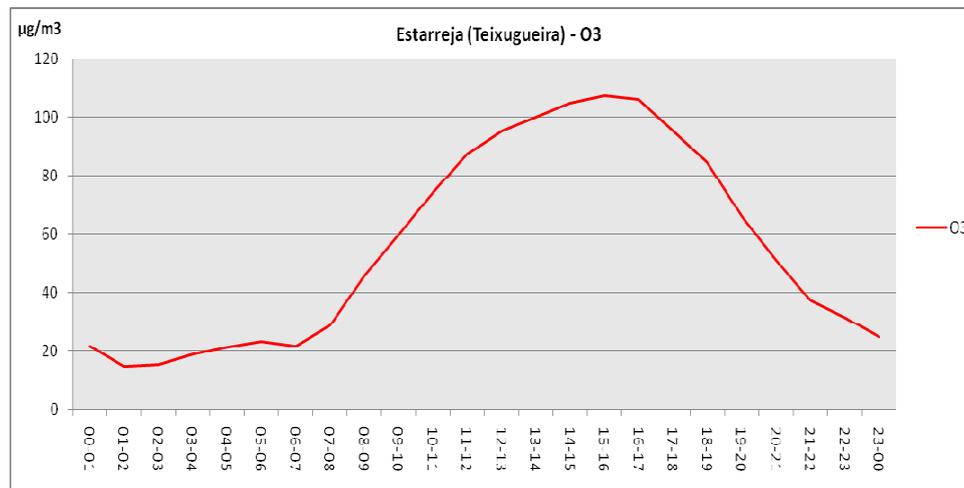


Gráfico 16 – Ritmo intradiurno médio das concentrações horárias de O₃ (Fonte: CCDRC)

SO₂ (µg/m³) – Dióxido de Enxofre

Directamente relacionado com a actividade industrial, o SO₂ tem como principais efeitos, problemas de ordem respiratória, especialmente em grupos sensíveis, como por exemplo, doentes asmáticos, para além disso, é um poluente acidificante, contribuindo para a acidificação da precipitação.

No caso de estudo de Estarreja e, analisando-se quer a Tabela 5 do Anexo 6, quer o Gráfico 17, pode-se constatar que, não houve um dia em que os limites legais diários foram ultrapassados. Durante este período de amostra, o SO₂ não se apresenta como sendo um dos poluentes que reflecte as concentrações mais elevadas. Contudo, no dia 26 de Julho, registou-se um valor máximo horário de 177 µg/m³, igualmente entre as 19-20h, da mesma forma que se sucedeu com o NO₂, devendo-se este pico de concentração de dióxido de enxofre, à diminuição da velocidade do vento.

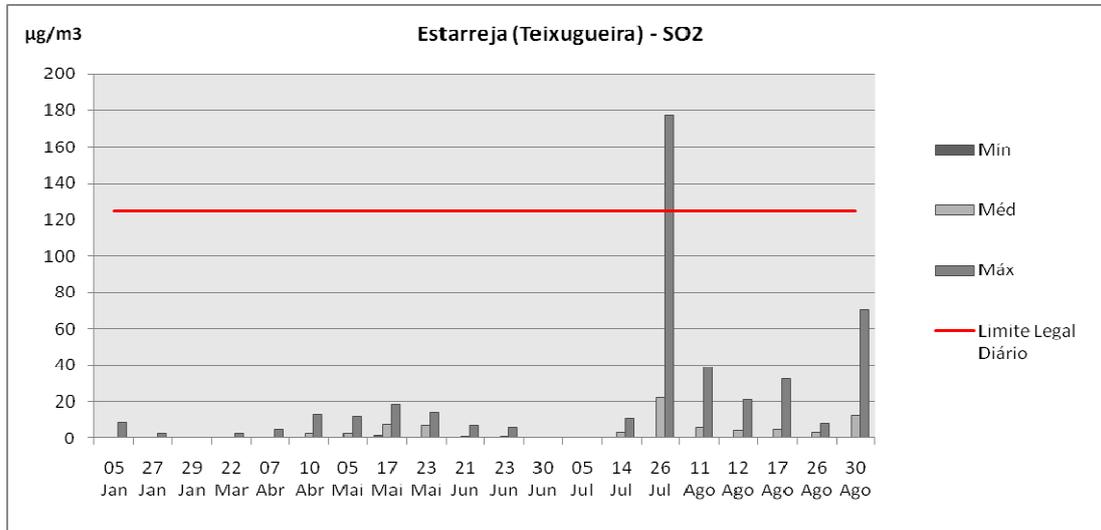


Gráfico 17 – Emissão Máxima, Mínima e Média de SO₂ – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

PM_{2,5} (µg/m³) e PM₁₀ (µg/m³)

Estas partículas propensas à suspensão na atmosfera, de uma forma geral, provêm do tráfego automóvel, das actividades industriais, da construção civil, das actividades agrícolas, dos incêndios florestais, da erupção vulcânica ou até mesmo da acção do vento sobre o solo.

Relativamente às PM_{2,5}, procedendo-se à análise dos dados da Estação de Qualidade do Ar de Estarreja e de acordo com os limites legais horários de 50 µg/m³, os valores máximos diários de emissão, ultrapassaram o estipulado pelo Decreto-Lei n.º111/2002 de 16 de Abril, por quatro vezes – ver Tabela 6 do Anexo 6 e Gráfico 18.

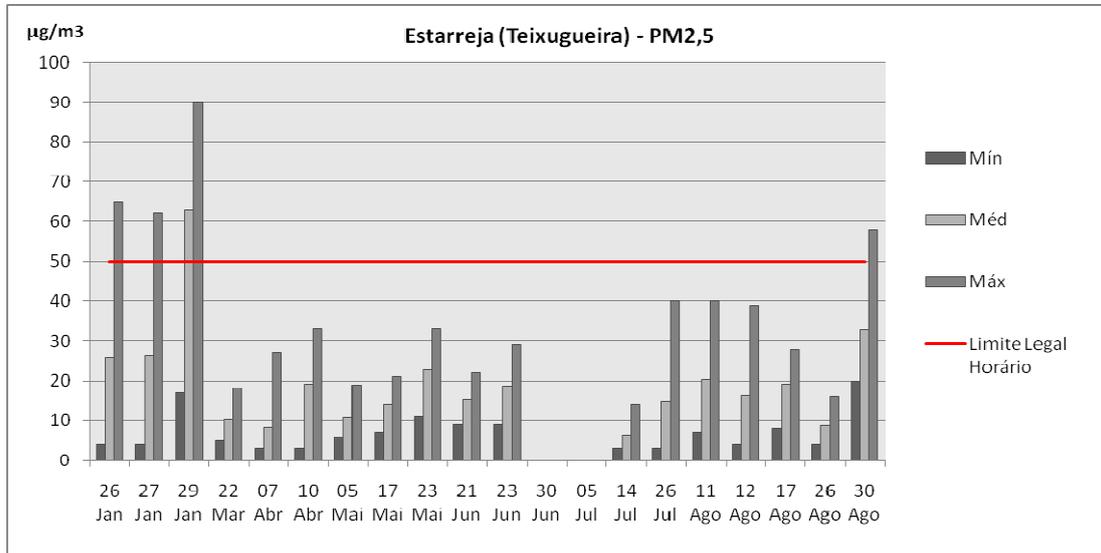


Gráfico 18 – Emissão Máxima, Mínima e Média de PM_{2,5} – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

Tal como se verificou com outros poluentes, a situação mais crítica ocorreu no dia 29 de Janeiro, sob condições de instabilidade atmosférica, num dia em que inclusivamente ocorreram períodos de chuva, com temperaturas baixas, inferiores a 10°C, e vento fraco, resultando perante este cenário, elevadas concentrações de material particulado na atmosfera, não sendo de descurar o facto de que, o valor máximo registado (90 µg/m³) ter coincidido com um vento de Norte, o que poderá ter transportado até à Cidade de Estarreja, partículas provenientes da Zona Industrial.

No caso das PM₁₀, a situação anteriormente descrita é igualmente válida, sendo de assinalar que neste caso, as concentrações são significativamente superiores, tendo sido registado o valor máximo (140 µg/m³) igualmente no dia 29 de Janeiro e à mesma hora (1h-2h) – ver Tabela 7 do Anexo 6 e Gráfico 19. Por seu turno, se no caso das PM_{2,5} o limite legal foi ultrapassado por 4 vezes, para as PM₁₀, os máximos horários legais de 50 µg/m³, foram ultrapassados 8 vezes, apresentando maior magnitude, nos meses de Inverno e Primavera.

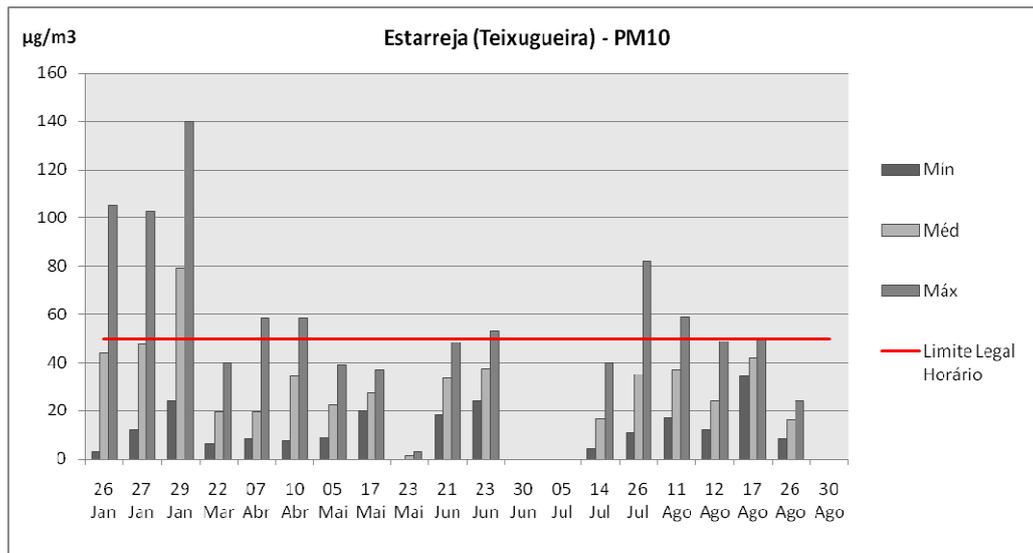


Gráfico 19 – Emissão Máxima, Mínima e Média de PM₁₀ – Estarreja (Teixugueira) (Fonte: CCDRC)

Para além de outras leituras possíveis, este material particulado, apresenta um padrão intradiurno bem definido ao nível das suas concentrações, na medida em que, apresenta concentrações superiores durante o período nocturno, em oposição ao Ozono (Gráfico 20), momento do dia em que, as inversões térmicas são mais frequentes, surgindo assim, os “lagos de ar frio” como as áreas mais propícias à acumulação de poluentes.

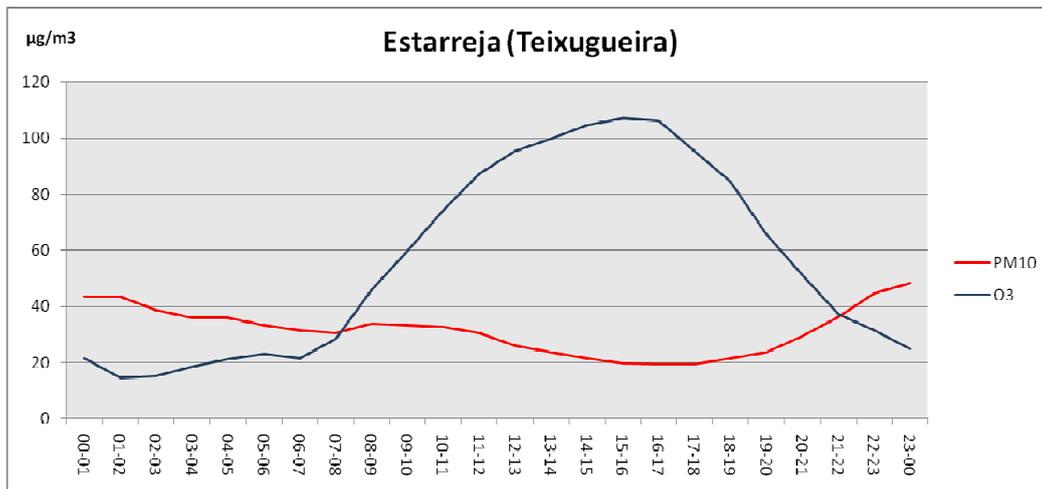


Gráfico 20 – Ritmo intradiurno das emissões médias horárias de PM₁₀ e O₃ (Fonte: CCDRC)

Perante estas análises, pode-se constatar que o poluente mais incisivo e mais emitido para a atmosfera do concelho de Estarreja, é o Ozono (O₃), sendo seguido pelos NO_x, SO₂, PM₁₀, NO₂, NO e por fim, pelo PM_{2,5}.

5. Considerações Finais

A Cidade de Estarreja surge num concelho que faz parte integrante da sub-região do Baixo Vouga, localizando-se na zona Noroeste da Nut II – região Centro. Este município abrange uma área de cerca de 108km², é constituído por sete freguesias e alberga 28182 habitantes. A nível morfológico apresenta um relevo bastante aplanado e amplo, onde os seus declives são predominantemente suaves. É detentor de uma vasta rede hidrográfica e ao nível do uso do solo, é constituído pelo solo urbano, solo industrial, áreas aráveis, áreas florestais, áreas hortofrutícolas e áreas verdes (não aráveis). A nível climatológico, Estarreja insere-se numa região que integra o domínio atlântico, onde em ano médio P/ETP, é francamente excedentário e é caracterizada pelos seus ventos dominantes serem predominantemente os dos quadrantes Norte e Noroeste. Todo este território é atravessado por uma importante rede viária e é virado sobretudo, para o sector secundário. É detentor de uma Zona Industrial, que contempla um Complexo Químico e um Eco-Parque.

Este estudo, para além de caracterizar a realidade da Cidade de Estarreja, nomeadamente no que se concerne à sua imagem, uma vez que este concelho num passado foi considerado um dos mais poluentes por albergar indústrias químicas mas actualmente constata-se o inverso, é um exemplo de sucesso, no que diz respeito à sustentabilidade ambiental e qualidade de vida, como também, permitiu conhecer e reconhecer os benefícios e a importância da influência dos espaços verdes de pequena e média dimensão, sobretudo os que fazem parte dos espaços com coberto vegetal arbóreo, nas condições topoclimáticas, microclimáticas e nos níveis de conforto bioclimático.

A análise efectuada aos poluentes emitidos para a atmosfera deste concelho demonstra que, as maiores concentrações acontecem em situações de tempo depressionário, onde a velocidade do vento é menor, fazendo com que, a capacidade dispersante da atmosfera diminua. Por sua vez, após o estudo dos contrastes térmicos espaciais entre diferentes espaços do Município de Estarreja, permitiu constatar que, os principais factores que exercem maior interferência no campo térmico local são o uso do solo, a morfologia urbana e a topografia.

A zona identificada como célula de maior desconforto nos dias mais frios de Inverno associada aos espaços verdes, foi o Parque Urbano da Cidade de Estarreja – Parque do Antuã (“Lago de Ar Frio”), que curiosamente, também se apresenta como um dos locais mais quentes no Verão. A justificação para que este desconforto aconteça nos novos Parques das Cidades, tem a ver com o tipo de coberto vegetal equacionado para estas áreas, normalmente são cobertos herbáceos em detrimento dos cobertos arbóreos, onde cada vez mais, o coberto vegetal herbáceo ocupa um espaço claramente superior ao estrato arbóreo, juntamente com as características topográficas da área em questão e da própria morfologia urbana.

Perante este cenário, pode-se concluir e sugerir que, na criação de áreas verdes urbanas deverá ter-se em atenção alguns critérios como, a sua dimensão, esta deve ser média, e deverá ter uma composição vegetal mista com áreas relvadas e arborizadas, preferencialmente com espécies caducifólias, pois estas retêm o calor solar nos dias frios e intersectam a radiação solar nos dias quentes de verão.

Com o aumento crescente da procura de espaços verdes urbanos por parte dos cidadãos, intensifica-se também, a existência de parques verdes no meio urbano. Como tal, esta temática deverá ser alvo de maior reflexão no âmbito do planeamento e do ordenamento do território, nomeadamente, na criação de espaços públicos nos centros urbanos, por forma a tirar-se partido das potencialidades da vegetação na mitigação das condições climáticas extremas e na redução dos níveis de poluentes atmosféricos.

Neste momento, tendo em consideração a localização da Cidade de Estarreja e a localização da Zona Industrial, o que se pretende demonstrar com este estudo, é que deverá de haver um maior cuidado e preocupação, na implantação de espaços verdes, numa lógica de reter os poluentes atmosféricos. A procura por uma cidade sustentável será o grande desafio para o nosso futuro!

O presente estudo comprova que a qualidade ambiental e o conseqüente conforto bioclimático encontra-se fortemente relacionado com a interação conjunta entre os espaços verdes, a ocupação e a morfologia urbana e com a relevância dada a este factor, no desenho urbanístico da cidade.

6. Referências Bibliográficas

- AMORIM, Jorge Humberto de Melo Rosa (2003), “Modelação do escoamento e da dispersão de poluentes atmosféricos em áreas urbanas”. Tese de Mestrado em Poluição Atmosférica, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
- ALCOFORADO, M. J. (1996), “Comparaison des ambiances bioclimatiques estivales d’espaces verts de Lisbonne”. Publ. Assoc. Intern. Climat, 9, pp. 273-280
- ALCOFORADO, M. J. (1999), “Aplicação da climatologia ao planeamento urbano. Alguns apontamentos”. Finisterra, XXXIV, 67-68, pp.83-94
- ALCOFORADO, M. J.; LOPES, A.; H. e VASCONCELOS, J. (2005), “Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa”. Relatório n.º 4, Centro de Estudos Geográficos, Universidade de Lisboa, 83 p.
- AUSTIN, Jill; BRIMBLECOMBE, Peter; STURGES, William (2002), “Air pollution science for the 21st century”. Elsevier, Oxford
- ASSOCIAÇÃO BRASOLEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA, “Indicadores de sustentabilidade ambiental”
- Caso de Estudo – “O Complexo Químico de Estarreja: A conquista da competitividade global”. Revista Ingenium, II Série, Número 87, Maio/Junho 2005, pp. 28-31
- CASTANHEIRA, Luís (2004), “Energia, ambiente e desenvolvimento sustentável”. SPI-Sociedade Portuguesa de Inovação, Porto
- COSTA, Ana Margarida Lobo Lourenço da (2008), “Microscale modelling of exposure to atmospheric pollutants in urban areas / Modelação de microescala da exposição a poluentes atmosféricos em áreas urbanas”. Tese de Doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
- DAVEAU, S. et al. (1985), “Mapas climáticos de [Portugal](#). Nevoeiro e nebulosidade. Contrastes térmicos”. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, Número 7, Lisboa
- DIMOUDI, A NIKOLOPOULOU, M. (2003), “Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits”. Energy and Buildings, 35, pp. 69-76
- ENERGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA REGIÃO NORTE, “Parques industriais eco-eficientes”

- FERNANDES, Ana Lúcia Feitais (2007), “Os impactos dos espaços verdes na qualidade do ar”. Tese de Mestrado em Engenharia do Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
- FERREIRA, D. B. (2005), “O ambiente climático”. Geografia de [Portugal](#), Volume 1, Círculo de Leitores, Lisboa
- FIDÉLIS, Teresa (2000), “Sustentabilidade ambiental e diferenciação territorial no controlo do desenvolvimento na envolvente a áreas sensíveis: o caso da ria de Aveiro”. Tese de Doutoramento em Ciências Aplicadas ao Ambiente, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
- GAMA, Rui, “Dos parques industriais aos parques de ciência e tecnologia: novas formas de implantação das actividades (industriais) ”. Centro de Estudos Geográficos de Coimbra – CEGC, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
- GANHO, N. (1991), “Contribuição para o conhecimento dos tipos de tempo de verão em Portugal – O exemplo de Coimbra”. Cadernos de Geografia, N.º 10, Instituto de Estudos Geográficos, Coimbra
- GANHO, N. (1992), “O clima urbano de Coimbra – Aspectos térmicos estivais”. Dissertação de Mestrado em Geografia apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
- GANHO, N. (1996), “Espaços verdes no interior do tecido urbano de Coimbra, Portugal: Contrastes topoclimáticos, influência bioclimática e riscos de poluição atmosférica”. Territorium, 3, pp.35-56
- GANHO, N. (1998), “O clima urbano de Coimbra – Estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano”. Tese de Doutoramento em Geografia apresentada à Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, Instituto de Estudos Geográficos
- GEIGER, R. (1961), “Manual de microclimatologia – O clima da camada de ar junto ao solo”. Fundação Calouste Gulbenkian, 2.ª Edição
- GEORGII, H. W. (1986), “Atmospheric pollutants in forest areas: their deposition and interception”. D. Reidel, Dordrecht
- GONÇALVES, Fernando António de Castro (2004), “A cidade, a paisagem e os espaços verdes: contributo para um planeamento urbano de base ecológica em Vila Nova de Gaia”. Tese de Doutoramento em Geografia Humana, Faculdade de Letras da Universidade do Porto

- GONÇALVES, A.; RIBEIRO, A. C.; RODRIGUES, O.; CORTEZ, P.; NUNES, L. e M. FELICIANO (2007), “Avaliação da influência dos espaços verdes no conforto térmico urbano”. In Actas da 9.ª Conferência Nacional do Ambiente, Aveiro, Portugal
- GWILLIAM, Michael (1998), “Sustainable renewal of suburban areas”. Joseph Rowntree Foundation, York
- LEAL, Cátia (2008), “Os espaços verdes na cidade de Coimbra: Uma abordagem topo e microclimática”. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
- LEAL, Cátia; GANHO, Nuno; CORDEIRO, A. M. Rochette (2007/2008), “O contributo dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topoclima, microclima e no conforto bioclimático”. Cadernos de Geografia N.º 26/27, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, pp. 333-341
- LOMBARDO, M. A. (1985), “Ilhas de Calor nas Metrópoles: o caso de São Paulo”. São Paulo, HUCITEC, p. 244
- LÓPEZ LUCIO, R. (1993), “Ciudad y Urbanismo a finales del sec.XX”. Universidade de Valência: Servei de Publicacions
- MAGALHÃES, Manuela Raposo (1991), “Espaços verdes urbanos”. Direcção-Geral do Ordenamento do Território, Lisboa
- MARQUES, David; GANHO, Nuno; CORDEIRO, A. M. Rochette (2007/2008), “Clima local e ordenamento urbano – exemplo de Coimbra”. Cadernos de Geografia N.º 26/27, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, pp. 313-323
- MARTINS, Abel Pedro António (2005), “Avaliação da qualidade do ar em Lisboa: estações urbanas de tráfego”. Tese de Mestrado em Poluição Atmosférica, Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro
- MATOS, F. L. (2001), “A Habitação no Grande Porto: uma perspectiva geográfica de evolução do mercado e da qualidade habitacional desde finais do séc. XIX até final do milénio”. Faculdade de Letras, Universidade do Porto
- MAURÍCIO, B. M. M. C. (2009), “Alterações Climáticas e Qualidade do Ar: integração das partículas PM2,5 e PM10 no modelo TIMES_PT e análise de políticas comuns de redução”. Dissertação, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa
- MEETING OF THE EXPERT PANEL ON AIR POLLUTION MODELING, 4, OBERURSEL, FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY (1973), “Proceedings of the fourth meeting of the

- expert panel on air pollution modeling”. NATO, Committee on the Challenges of Modern Society, Bruxelles
- MONTEIRO, Joaquim Calejo (1985), “Controle da poluição e preservação do ambiente na área urbano-industrial de Sines: a experiência de uma década, 1975-1985”. Gabinete da Área de Sines, Divisão de Controle do Ambiente, Sines
 - NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION. COMMITTEE ON THE CHALLENGES OF MODERN SOCIETY (1980), “Practical demonstration of urban air quality simulation models: assessment methodology and modeling: a report of the NATO/CCMS Pilot Study on Air Pollution”. North Atlantic Treaty Organization, Committee on the Challenges of Modern Society, Washington
 - OLIVEIRA, Sandra; ANDRADE, Henrique; ALCOFORADO, Maria João; VAZ, Teresa, “O contributo potencial dos espaços verdes para a adaptação às alterações climáticas nas cidades – o exemplo de dois jardins de Lisboa”. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, Faculdade de Letras, Alameda da Universidade
 - OKE, T. R. (1989), “The micrometeorology of urban forest”. Phil. Trans.R.Soc.Lond., B324, pp. 335-349
 - Plano Director Municipal de Estarreja, 1993
 - PARTIDÁRIO, M. R., (2007), “Cidades Sustentáveis que cidades no futuro?”. Impactus, pp. 16-19
 - PINTO, Daniela (2007/2008), “Poluição atmosférica e clima urbano na Cidade de Coimbra”. Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra
 - PINTO, Daniela; GASPAR, Paulo; GANHO, Nuno; CORDEIRO, A. M. Rochette (2007/2008), “Poluição atmosférica e clima urbano de Coimbra. Alguns dados preliminares”. Cadernos de Geografia N.º 26/27, Faculdade de Letras da Universidade de Coimbra, pp. 325-332
 - QUENTAL, Nuno, “A organização espacial do território como contributo para a sustentabilidade”
 - Recenseamentos Gerais da População e da Habitação de 1970 a 2001
 - REIS, J.; TOLDA, J.; COELHO, L.; MARINHEIRO, C. (1996), “Potencialidades e factores de dinamização dos concelhos de Águeda e Estarreja”. Observatório do Emprego e Formação Profissional, Lisboa

- RIBAS, Rafael Burmester Bessa (1979), “Recolha e análise dos dados da poluição do ar na zona piloto: relatório de actividade”.
- ROSENFELD, A. H.; AKBARI, H.; ROMM, J. e POMERANTZ, M. (1998), “Cool communities: strategies for heat island mitigation and smog reduction”. *Energy and Buildings*, 28, pp. 51-62
- SANTANA, P.; NOGUEIRA, H.; SANTOS, R. e COSTA, C. (2007), “Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes Urbanos no Bem-estar e na Saúde”. In Santana, P. (coord.) – *A Cidade e a Saúde*, Edições Almedina, Coimbra, pp. 219-237
- Serviço Meteorológico Nacional (1965), “Normais climatológicas do Continente, Açores e Madeira correspondentes a 1931-1960”, *O clima de Portugal*, Fascículo XIII, Serviço Meteorológico Nacional, Lisboa
- SOUSA, Mafalda Sousa; SOUSA, João Dionísio (2006), “Investimentos Autárquicos e Sustentabilidade Ambiental: As cidades sustentáveis”. *Autarquias de Excelência*, INESC Porto & Euronatura
- VASCONCELOS, J. e VIEIRA, R. (2007), “Conforto Bioclimático da Amadora. Contributo para o Planeamento Saudável”. In Santana, P. (coord.) – *A Cidade e a Saúde*, Edições Almedina, Coimbra, pp. 197-217
- VIERS, G. – “Éléments de climatologie”. Fernand Nathan Editeur
- WHO WORKING GROUP, BILTHOVEN (1986), “Air quality guidelines for major urban air pollutants: report”. World Health Organization, Copenhagen
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. EXPERT COMMITTEE (1972), “Air quality criteria and guides for urban air pollutants”. WHO, Genève
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1980), “Air quality in selected urban areas 1977-1978”. WHO, Genève
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (1977), “Air monitoring design for urban and industrial areas”. WHO, Genève

Sites

<http://ecoparque.cm-estorreja.pt/index.php>

[\[lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=304L0107&model=guichett\]\(http://lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=304L0107&model=guichett\)](http://eur-</p></div><div data-bbox=)

[\[lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=308L0050&model=guichett\]\(http://lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexapi!prod!CELEXnumdoc&lg=PT&numdoc=308L0050&model=guichett\)](http://eur-</p></div><div data-bbox=)

<http://portuguese.wunderground.com/global/stations/08544.html>

<http://sig.cm-estorreja.pt/sig/>

<http://www.doc.ua.pt/>

www.apambiente.pt

www.ccdrc.pt

www.cm-estorreja.pt

www.dre.pt

www.ine.pt

www.meteo.pt

www.pacopar.org/index.php

www.qualar.org/

www.wetter3.de

Legislação

- Ministérios do Ambiente e do Ordenamento do Território – Diário da República n.º 89, 1.ª Série-A: Decreto-Lei n.º 111/2002 de 16 de Abril
- Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente – Diário da República n.º 293, I-Série-A: Decreto-Lei n.º 320/2003 de 20 de Dezembro
- Ministério das Cidades, Ordenamento do Território e Ambiente – Diário da República n.º 80, I-Série-A: Decreto-Lei n.º 78/2004 de 3 de Abril

- Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Diário da República n.º 16, I-Série-B: Portaria n.º 80/2006 de 23 de Janeiro
- Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional e da Economia e da Inovação – Diário da República n.º 80, 1.ª Série: Portaria n.º 437-A/2009 de 24 de Abril
- Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Diário da República n.º 119, 1.ª Série: Portaria n.º 675/2009 de 23 de Junho
- Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Diário da República n.º 119, 1.ª Série: Portaria n.º 676/2009 de 23 de Junho
- Ministérios do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional, da Economia e da Inovação e da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas – Diário da República n.º 119, 1.ª Série: Portaria n.º 677/2009 de 23 de Junho