

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



**QUEDA DE ÁRVORES MOTIVADA POR  
VENTOS FORTES EM LISBOA**

**Paulo José do Rosário Ribeiro**

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

2011

UNIVERSIDADE DE LISBOA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO



## **QUEDA DE ÁRVORES MOTIVADA POR VENTOS FORTES EM LISBOA**

**Paulo José do Rosário Ribeiro**

Mestrado em Geografia Física e Ordenamento do Território

Dissertação elaborada com vista à obtenção do grau de mestre em  
Geografia Física e Ordenamento do Território da Universidade de Lisboa  
sob orientação do Professor Doutor António Manuel Saraiva Lopes

Lisboa  
2011

**Agradecimentos:**

Ao Professor Doutor António Lopes por ter aceite ser meu orientador e pela ilimitada paciência, experiência e cooperação que sempre deu desde o início ao fim do trabalho, sem a qual não chegaria ao fim.

Ao Professor José Luís Zêzere pela colaboração dispensada no capítulo dos riscos.

À Professora Doutora Maria João Alcoforado pelo seu grau de exigência nos mestrados.

Ao Regimento de Sapadores Bombeiros de Lisboa, na pessoa do Dr. Pedro Pedro, pelos dados disponibilizados, sem os quais este trabalho não poderia ser desenvolvido.

Ao Departamento do Ambiente e Espaços Verdes da Câmara Municipal de Lisboa, na pessoa da Sra. Eng.<sup>a</sup> Ana Cristina Custódio, pelo fornecimento dos dados relativos aos custos pagos pelo Município referentes a indemnizações por danos provocados por quedas de árvores em viaturas estacionadas na via pública.

Às oficinas e mediador de seguros que acederam colaborar nos inquéritos e entrevista.

Aos meus colegas João Madeira e Andriara Benedito pelo apoio e incentivo.

À minha família pela compreensão e tolerância durante todo o trajecto que foi necessário para chegar ao fim.

## **Resumo**

A presença de árvores nas cidades traz benefícios, mas pode também causar danos humanos e materiais devido à sua queda. Em Lisboa a queda de árvores e ramos é frequente e tem aumentado nos últimos anos. Este estudo dá continuidade ao trabalho iniciado sobre este tema pelo Projecto UrbKlim do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. A actualização da base de dados com as quedas de 2007 e 2008, fornecida pelo Regimento de Sapadores Bombeiros de Lisboa, permitiu adicionar 436 ocorrências, divididas por quedas de árvores e ramos e separadas por direcções predominantes de vento forte e por estação do ano. Efectuou-se um estudo das quedas por rumo de vento, segundo a orientação das ruas da cidade de Lisboa, para determinar a relevância da orientação das ruas no número de ocorrências. Efectuou-se igualmente a análise do número de eventos de vento forte nos anos em estudo (1990-2008) e elaboraram-se mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco. Foram estimados os custos associados aos danos provocados pela queda de árvores sobre viaturas estacionadas na via pública e analisados relatos de ocorrências na comunicação social para avaliar a forma como os “media” transmitem e comentam estas ocorrências e o grau de adequação dos avisos de alerta feitos, nesses meios de comunicação, às populações.

Concluiu-se que o número de quedas nos dois últimos anos mantém a tendência de subida, havendo mais quedas em zonas onde existem mais árvores e com maior propensão em ruas de orientação Norte/Sul, continuando-se a verificar mais quedas no Outono, e nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro. O aumento de quedas também pode estar ligado a causas fitossanitárias, mas sem investigação nesse campo, o vento continua a ser o elemento que explica mais consistentemente as quedas de árvores. Com o regime de Nortada caem mais ramos e pernadas, e o rumo Sul e Sudoeste apresenta maior número de viaturas danificadas segundo a orientação das ruas. Não obstante o período estudado ser muito pequeno para se verificar uma regra, a análise dos eventos de vento forte pressupõe que o número de eventos alterna entre valores máximos e mínimos, num ciclo de 4 a 5 anos. O custo médio por viatura danificada calculou-se em 1817€, valor que foi utilizado para o cálculo do risco de quedas que atingem viaturas.

A informação transmitida pelos jornais é na maioria dos casos realista mas o grau de alerta às populações não é o mais adequado. O mapa de perigosidade confirmou quatro áreas de maior perigo de queda de árvores, coincidentes com o estudo anterior. A principal situa-se entre o Aeroporto e a Baixa com sentido geral Norte/Sul, situação confirmada nos mapas de vulnerabilidade e de risco, as outras nas freguesias de Campo de Ourique, Olivais e Chelas, e Benfica.

O município não investe em melhoramentos no parque arbóreo, preferindo o pagamento dos prejuízos causados pelas tempestades de vento. No futuro é importante desenvolver um plano de alerta e informação para a cidade quando em condições de ventos fortes.

Palavras-chave: Queda de árvores; tempestades de vento; Perigosidade; Vulnerabilidade; Risco; danos associados às quedas; Lisboa.

## **Abstract**

The presence of trees in cities brings benefits but can also cause human and material damage due to his downfall. Fallen trees and branches are common in Lisbon and have increased in recent years. This study continues the work begun on the subject by the URBKLIM Project of the Center for Geographical Studies of the University of Lisbon. The initial database was updated with the falls of 2007 and 2008, provided by the Fire Brigade of Lisbon, which allow to add 436 falls, divided by falling trees and branches, separated by prevailing wind directions and seasons, and correlated with street orientations of Lisbon in order to verify is relevance in the number of falls. The strong wind events in the in period 1990-2008 were studied. Hazard, vulnerability and risk maps were elaborate. The damages in the vehicles were estimated. News about storm events were analyzed to evaluate and understand the way “media” communicate this information.

We concluded that the number of falls maintains its upward trend, by means of more falls in areas with more trees. The falls increased in the last years, and with a good agreement between the main directions of the wind and the direction of the streets, with superior tendency for street oriented North. The falls occurred especially in Autumn and in the months of October, November and December. Fitossanitarias causes may be connected to the increased of falls but with no study to prove it, the wind continues to be the most important responsible. “Nortada” takes down more branches than trees and the direction South and Southwest has a higher number of vehicles damaged according to streets direction. The analysis of strong wind events in the considered period (1990-2008) requires that the number of strong wind storms have an alternate cycle of 4 to 5 years but the studied period is too short to formulate a rule. The average price for a damage vehicle was estimated at 1817€.

The information in “media” is usually realistic but the level of alert must be more adequate. The hazard map confirmed four danger areas of falling trees. The main area is located between the Airport and Downtown with general North/South direction, coincident with the previous study. The “green areas city department” prefers to compensate the damage caused by falling trees instead of prevention. In the future it will be important to develop an alert plan and information to the city when a wind storm occurs.

Key-Words: Wind storms; Falling trees; Hazard; damage in vehicles; Lisbon city.

## **INDICE**

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 Objectivos e motivação	2
<b>2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO</b>	<b>3</b>
2.1 O vento forte em ambiente urbano	3
2.1.1 Fenómenos meteorológicos extremos em Lisboa: as tempestades de vento	3
2.1.2 O clima de Lisboa e os regimes de vento	4
2.2 Adaptação das árvores ao ambiente urbano e ao vento forte	6
2.2.1 As árvores na cidade de Lisboa	6
2.2.2 Adaptação das árvores em áreas urbanas: efeitos do vento forte e ambiente adverso	9
2.3 Morfologia urbana e características físicas de Lisboa	10
2.4 Resultados dos estudos anteriores	12
<b>3. METODOLOGIA</b>	<b>14</b>
3.1 Metodologia para a determinação dos eventos extremos de vento em meio urbano	14
3.2 Actualização da base de dados das quedas de árvores, ramos e pernadas devidas ao vento forte	14
3.3 Recolha e tratamento da informação dos danos causados nas viaturas	17
3.4 Recortes de imprensa online	17
3.5 Risco de quedas de árvores em Lisboa	18
<b>4. RESULTADOS</b>	<b>21</b>
4.1 Eventos extremos de vento forte em meio urbano (1990-2008)	21
4.2 Análise de quedas: actualização de resultados entre 2007 e 2008	25
4.2.1 Ocorrências mensais, anuais e estacionais (actualização 2007-2008)	25
4.2.2 Ocorrências por rumos de vento entre 1990 e 2008	27
4.2.3 Quedas estacionais por rumo de vento	28
4.2.4 Relação entre as quedas e as orientações das ruas	28
4.2.5 Ocorrências de quedas de árvores com danos em viaturas estacionadas na via pública	32
4.2.6 Relação entre as viaturas danificadas e os rumos de vento	33
4.2.7 Percentagem de eventos que causam quedas	34

4.3 Custos associados às quedas sobre viaturas estacionadas na via pública	35
4.4 As quedas devidas ao vento forte vistas pela imprensa online	37
4.5 Análise de risco de quedas de árvores em Lisboa	45
4.5.1 Localização de árvores de rua, de quedas e de viaturas atingidas	47
4.5.2 Avaliação da Perigosidade, Vulnerabilidade e Risco de quedas sobre viaturas	51
<b>5. CONCLUSÕES</b>	<b>60</b>
<b>6. BIBLIOGRAFIA</b>	<b>64</b>

## INDICE DE QUADROS E FIGURAS

Figura 1 – Espécies de árvores dominantes nas ruas de Lisboa registadas desde 1929	7
Figura 2 – Área verde da cidade de Lisboa	8
Figura 3 – Velocidade do vento na hora da queda e nas horas precedentes	13
Figura 4 – Quedas estacionais (%) por rumo de vento entre 1990 e 2008	16 e 28
Figura 5 – Grelha utilizada na elaboração dos mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco (500 x 500 metros)	18
Figura 6 – Etapas e fontes de informação na construção dos mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco de quedas atingirem viaturas	20
Figura 7 – Eventos anuais de vento forte	23
Figura 8 – Comparação entre o número de eventos de vento forte e o número de quedas de árvores	23
Figura 9 – Eventos estacionais de vento forte	24
Figura 10 – Eventos mensais de vento forte	24
Figura 11 – Ocorrências anuais de queda de árvores, ramos e pernadas entre 1990 e 2008	26
Figura 12 – Ocorrências estacionais de queda de árvores, ramos e pernadas entre 1990 e 2008	26
Figura 13 – Ocorrências mensais de queda de árvores, ramos e pernadas entre 1990 e 2008	27
Figura 14 – Ocorrências por rumos de vento entre 1990 e 2008	27
Figura 15 – Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em Situações de vento forte de NO e O (anual)	29
Figuras 16 – Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em Situações de vento forte de S e SO (anual)	30
Figuras 17 – Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de S e SO (Out., Nov. e Dez)	30
Figuras 18 – Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de N, NO e O (Inverno)	31
Figuras 19 – Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em Situações de vento forte de N e NO (Verão - Nortada)	32
Figura 20 – Ocorrências com danos em viaturas (%)	33
Figura 21 – Número de viaturas danificadas nas situações de rumos de vento estudadas	34
Figura 22 – Percentagem de eventos que causam quedas de árvores	35
Figura 23 – Diferença entre velocidades noticiadas e velocidades máximas horárias na estação meteorológica Lisboa/Gago Coutinho	44
Figura 24 – Localização das árvores no Concelho de Lisboa	48
Figura 25 – Localização de quedas de árvores ramos ou pernadas entre 1990 e 2008	49
Figura 26 – Localização de viaturas atingidas (todas as direcções consideradas) entre 1990 e 2008	50
Figura 27 – Correlação entre as árvores de rua e as árvores caídas	51
Figura 28 – Perigosidade entre 1990 e 2008 (todas as direcções de vento forte incluídas)	53
Figura 29 – Vulnerabilidade entre 1990 e 2008 (todas as direcções de vento forte incluídas)	54

Figura 30 – Risco de queda de árvores sobre viaturas (todas as situações consideradas) entre 1990 e 2008	55
Figura 31 – Risco de quedas em situação de Nortada entre 1990 e 2008	57
Figura 32 – Risco de quedas em situações de vento forte de N e NO entre 1990 e 2008	58
Figura 33 – Figura 33 – Risco de quedas em situações de vento forte de S e SO entre 1990 e 2008	59
Quadro 1 – Exemplo de alguns campos da base de dados utilizada neste estudo	15
Quadro 2 – Número de eventos de vento forte ocorridos entre 1990 e 2008	22
Quadro 3 – Número de referências aos elementos estudados nas notícias	39
Quadro 4 – Acção do Serviço Nacional de Protecção Civil nos períodos citados nas notícias	41
Quadro 5 – Comparação entre velocidade do vento noticiada e registada na estação meteorológica de Lisboa/Gago Coutinho	43

## **1. INTRODUÇÃO**

Os eventos meteorológicos extremos fazem parte da dinâmica climática pelo que devem ser estudados de forma a permitir uma reflexão sobre a acção do homem no ambiente.

Na sociedade actual, as populações das metrópoles reclamam um elevado grau de segurança, sendo por isso fundamental reconhecer os fenómenos perigosos e tentar prevenir os seus possíveis danos, de forma a minimizar os prejuízos. Para isso são importantes as medidas de adaptação bem como a implementação de um correcto ordenamento do território. O reconhecimento e a avaliação regular dos riscos naturais que interferem na segurança das populações são passos indispensáveis para o progresso do planeamento de emergência e de ordenamento do território.

Julião *et al* (2010) refere que “a situação geográfica e as características geológicas e climáticas de Portugal, nos territórios do continente e nas regiões insulares, tendo ainda em consideração o contexto actual das alterações climáticas, exigem uma monitorização e gestão preventivas dos diversos riscos naturais ou antrópicos”. É neste contexto que surge este trabalho, que partiu da análise dos eventos extremos de vento forte e seu efeito nas árvores de rua da cidade de Lisboa, para estimar os danos causados e a delimitação de zonas de “risco”. Um melhor estudo da adaptação das actividades humanas ao território, numa óptica de progresso, trará melhores resultados para o país, relativamente aos riscos (Gaspar, 1996).

Os riscos fazem parte do mundo em que vivemos. Segundo Ayala (2002), uma catástrofe natural consiste na “interrupção séria da funcionalidade de uma comunidade, causando perdas humanas, materiais ou ambientais significativas, que excedem a capacidade da comunidade ou sociedade afectada em recuperar com base nos seus próprios recursos”. Compreender estes fenómenos extremos obriga a entender como os ambientes prosperam mas também como entram em extinção. A dimensão das calamidades está ligada ao planeamento dos riscos na natureza das nossas infra-estruturas e pode melhorar a nossa reposta aos perigos e ampliar a probabilidade de resistir às adversidades (Queiroz, 2009a).

O Projecto UrbKlim iniciou o estudo das causas meteorológicas das tempestades, de ventos implicados nas quedas de árvores (Lopes *et al*, 2008b); (Fragoso e Lopes, 2008). Nesses estudos foram analisados 17 anos de dados (entre 1990 e 2006), num total de 1241 ocorrências. A maior percentagem de quedas verificou-se nos últimos 7 anos deste período. As quedas ocorreram sobretudo nas áreas centrais da cidade, onde há mais árvores de rua.

Com a introdução de 435 ocorrências que sucederam em 2007 e 2008 (entende-se ocorrência como queda de árvore, ramo ou pernada, para a qual há uma chamada para

os Bombeiros), progride-se na actualização da base de dados existente, referente à queda de árvores em Lisboa, com o intuito de contribuir para um melhor conhecimento dos danos causados pela queda de árvores durante a ocorrência de tempestades de vento e daqui partir para a elaboração de mapas de risco na cidade de Lisboa.

## **1.1 Objectivos e motivação**

O objectivo geral deste estudo é dar continuidade ao trabalho iniciado sobre este tema pelo Projecto UrbKlim do Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. A base de dados do Regimento de Sapadores Bombeiros de Lisboa (RSBL) com a localização das quedas de árvores, troncos e pernadas (que a seguir são citadas como ocorrências) é o suporte de trabalho deste estudo, à qual se acrescentam as 435 ocorrências registadas nos anos de 2007 e 2008. A partir da análise da base de dados das ocorrências no período 1990-2008, pretende-se elaborar mapas de risco de queda de árvores durante episódios extremos de vento forte na cidade de Lisboa. Pretende-se também conhecer os custos associados às quedas de árvores sobre viaturas estacionadas na via pública e analisar as notícias na imprensa online sobre as quedas.

O trabalho divide-se em cinco partes. Expõem-se inicialmente algumas considerações relacionadas com o vento forte em ambiente urbano, as árvores de rua e sua adaptação ao ambiente urbano, as tempestades de vento e as características físicas da cidade de Lisboa. As conclusões alcançadas em estudos anteriores serão também alvo de uma breve referência. Numa primeira parte apresenta-se o estudo sobre eventos extremos de vento forte em meio urbano nos anos em estudo (1990-2008). Depois actualiza-se a base de dados com os anos de 2007 e 2008, onde se dividem as quedas de árvores, de ramos e pernadas, por direcções predominantes dos ventos fortes e por estação do ano. De seguida apresenta-se o resultado da relação entre as quedas (por rumo de vento) e as orientações das ruas, com o qual se pretende verificar quais as ruas mais expostas e se a orientação da rua é um factor determinante nas ocorrências. Apresenta-se depois uma primeira estimativa de custos associados à queda de árvores, ramos ou pernadas que atingem viaturas estacionadas na via pública. No capítulo 4 é apresentado um estudo de notícias respeitantes a algumas ocorrências relatadas em meios de comunicação social (a partir de 85 notícias de ocorrências de eventos de vento forte recolhidas aleatoriamente na imprensa online), com o objectivo de observar como os “media” comentam e descrevem estas ocorrências e analisar se a notícia é realista ou sensacionalista. A partir desta avaliação faz-se uma breve reflexão sobre a forma de melhorar os avisos de alerta anunciados, nestes meios, às populações. Por fim elaboram-se mapas de risco de queda de árvores na cidade de Lisboa. Na base de partida para esta pesquisa encontram-se

duas questões pertinentes: i) é possível minimizar os danos causados pela queda de árvores em Lisboa? ii) face aos prejuízos identificados com as quedas das árvores dever-se-á cuidar o parque verde da cidade de uma forma mais eficiente (com custos económicos bastante elevados) ou justifica-se a actual atitude de indemnizar alguns dos cidadãos que de algum modo possam ser “vítimas” das quedas?

Como objectivos específicos pretende-se sobretudo delimitar áreas da cidade de Lisboa onde caem mais árvores e tentar apontar razões para a sua queda. A elaboração dos mapas de risco, como resultado final de várias etapas deste estudo, é uma resposta possível e uma tentativa de ir ao encontro das questões colocadas. A investigação do risco é muito importante para as decisões a tomar no que diz respeito a encontrar medidas de gestão de ordenamento do território bem como fundamentar as medidas de mitigação das quedas e minimização dos danos.

No futuro pretende-se contribuir para o desenvolvimento de um sistema de alerta que permita que sejam limitados ao mínimo os danos materiais e humanos, durante e após as tempestades de vento forte. Apesar dos estudos já realizados é importante continuar a persistir na investigação deste tema.

## **2. ENQUADRAMENTO TEÓRICO**

### **2.1 O vento forte em ambiente urbano**

#### **2.1.1 Fenómenos meteorológicos extremos em Lisboa: as tempestades de vento**

Segundo o IPCC, nos últimos anos tem-se assistido a um aumento da frequência de tempestades de vento em todo o Hemisfério Norte (IPCC, 2007a). De acordo com o *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)* as tempestades de vento na Europa são uma das principais causas de desastre natural no continente europeu. Segundo Pinto (2009), “as tempestades de Inverno são uma das catástrofes naturais mais importantes na Europa Ocidental e Central e uma única destas tempestades pode causar danos no valor de vários milhões de Euros. A análise de 28 tempestades que afectaram a Alemanha desde 1990 mostra que é possível estimar os prejuízos causados por uma tempestade, em termos regionais, com boa precisão. Os resultados indicam que o número de tempestades de Inverno de grande intensidade deve aumentar até ao fim do século XXI e, em termos regionais, as estimativas apontam para um aumento dos custos de prémios de seguros na Alemanha, em comparação com os valores actuais” (Pinto, 2009).

Apesar de termos em Portugal um clima considerado ameno (Saraiva, 1983), ocorrem por vezes alguns eventos de vento forte com danos consideráveis para as populações urbanas. Como se poderá verificar mais à frente neste trabalho, no capítulo referente à análise das notícias sobre ocorrências, tem sucedido alguns eventos severos, que, para além de danos materiais, provocaram também mortos e feridos. Um exemplo recente ocorreu no dia 8 de Dezembro de 2010 e foi noticiado pela Rádio Renascença (online): “Há notícia de, pelo menos, 40 feridos, dos quais 19 são crianças de um jardim-escola de Tomar; mais de 200 casas destelhadas, muitas estruturas industriais seriamente danificadas, estradas cortadas, centenas de árvores derrubadas pelo vento, tal como estruturas da EDP e da PT”.

Segundo a previsão de vários estudos, (IPCC, SIAM II) antevê-se um agravamento na frequência e violência dos fenómenos extremos nas latitudes médias (IPCC 2007c) e também no território de Portugal Continental, resultado do plausível aquecimento global (Santos *et al*, 2006), apesar deste tema ser ainda motivo de discussão científica.

Apesar da evidência de que os impactos dos desastres naturais estão a crescer, não se sabe se este facto é consequência do acréscimo da frequência e da magnitude dos fenómenos naturais ou das concentrações urbanas, sendo, no entanto, reconhecidas as mudanças climáticas como causa principal para este acréscimo (Guzzetti *et al*, 2002). Por outro lado, segundo Zêzere *et al* (2007), como o aumento dos eventos relacionados com a geodinâmica interna não se verifica, nestes casos esse acréscimo é devido à exposição das populações e à sua vulnerabilidade.

### **2.1.2 O clima de Lisboa e os regimes de vento**

Os regimes de vento na cidade de Lisboa caracterizam-se por diferenças marcadas entre as estações do ano. Durante o Inverno o vento sopra com maior frequência do quadrante Norte, Nordeste e Noroeste, Oeste. Segundo Alcoforado (1992) há uma elevada frequência de perturbações de Sudoeste, Oeste, ou mais raramente de Nordeste, enquanto massas de ar frias e secas têm trajectórias de Nordeste ou de Este. Os regimes das estações intermédias conheceram nos meses da Primavera, um aumento da predominância do vento de Norte e de Nor-Noroeste que, no mês de Maio, atinge quase 52% das frequências na estação de Lisboa/Portela. Segundo Alcoforado (1992), os ventos de Este e Sudeste, que predominam no Verão, são raros, sendo esta uma situação que só lentamente se vai alterando. Na Primavera há um aumento da frequência dos ventos do quadrante Norte. No Verão predomina a Nortada, vento relativamente forte de Norte, que ocorre mais intensamente junto à costa ocidental da Península Ibérica, entre Maio e Setembro/Outubro, quando existe um anticiclone Atlântico e uma depressão térmica sobre

a Península Ibérica. Este vento regional surge com a existência um forte gradiente de pressão atmosférica entre o interior da península, mais quente, onde habitualmente se mantém uma depressão térmica, e o oceano, com temperatura mais baixa, sobre o qual está geralmente o anticiclone dos Açores (Lopes, 2003a). Segundo Alcoforado e Lopes (2003), num estudo feito na cidade de Lisboa sobre as interações entre os regimes de vento de Verão e as brisas do oceano e do estuário do Tejo (Alcoforado, 1987), foi comprovado que as direcções mais comuns do vento foram Norte e Noroeste. A Nortada assume grande importância para a cidade no que respeita à qualidade do ar e ao conforto, uma vez que promove a dispersão de poluentes e reduz a carga de calor tanto de origem natural como antrópica, no entanto também pode ser causa de desconforto nas pessoas. O Outono é marcado pela diminuição da frequência e velocidade de ventos de Norte e Noroeste e um aumento da frequência dos ventos de Nordeste (Lopes, 2003a). A grande divergência entre o Verão e o Outono resume-se à diminuição das frequências e da velocidade de ventos provenientes de Norte e Noroeste, no acréscimo da frequência dos ventos de Noroeste, de Este e de Sudeste e Sul.

O vento é indispensável à qualidade do ar, sendo um imprescindível factor de dispersão, transporte e expansão de poluentes e elementos alérgicos existentes na atmosfera. É por isso essencial avaliar os riscos que dele podem resultar para a cidade (Andrade, 1996). Em relação ao conforto e à saúde, a intervenção do vento pode verificar-se de uma forma térmica e/ou mecânica: por um lado reduz ou reforça o conforto ou desconforto térmico, por outro actua mecanicamente sobre as pessoas. Dependendo da resistência física dos indivíduos, os factores de risco e perigosidade aumentam em locais de aceleração do vento (Lopes *et al*, 2008b). Por conseguinte é importante a avaliação dos riscos que decorrem para a cidade e os seus habitantes, sejam as velocidades do vento fracas, actuando na dispersão de poluentes, ou fortes e muito fortes, promovendo a queda de objectos e até de indivíduos. No caso da poluição e do conforto térmico têm sido realizados alguns trabalhos na cidade de Lisboa (Andrade, 2003). Há também estudos sobre o conforto mecânico em Lisboa, nos quais se designaram critérios de bem-estar e segurança para a zona da Expo 98, sendo determinado que o princípio do desconforto mecânico coincidia com velocidades de vento superiores a 5 m/s, as condições de grande incómodo a velocidades superiores a 10 m/s e as situações de perigo com velocidades superiores a 16 m/s (Saraiva *et al*, 1997).

Não há ainda informação sobre o estado de saúde das árvores da cidade, que é um dos elementos de vulnerabilidade e risco para as pessoas e bens em caso de tempestades de vento.

Assim, verificamos que, tal como as árvores em meio urbano, o vento apresenta inconvenientes e vantagens. Para além dos inconvenientes ambientais já citados, salientam-se ainda o arrefecimento do ar no Inverno, o dificultar da deslocação das pessoas e a perturbação das actividades de ar livre. Nas vantagens destaca-se, a regulação de padrões térmicos desfavoráveis que diminui as vagas de calor extremo e melhoria de saúde e conforto dos mais debilitados (Lopes, 2003a).

O vento forte é o principal causador das quedas de árvores no Verão. A Nortada é responsável por mais de 70% das ocorrências nesta estação do ano (Lopes *et al*, 2008b), no entanto há outros factores que, com a presença do vento, também podem ter influência, como a altura dos prédios e a largura das ruas (H/W), a densidade de construção (rugosidade) ou as características da espécie de árvore e o seu estado fitossanitário, factores que não vão ser analisados neste estudo.

A queda de árvores pernadas e ramos é um facto na cidade de Lisboa e o número de quedas também depende da estação do ano e das condições meteorológicas. Nos últimos 30 anos registaram-se algumas tempestades com ventos fortes na cidade, com velocidades máximas na ordem dos 22 a 33 m/s (80 a 120 km/h) (Lopes *et al*, 2008b). Pela leitura de notícias na imprensa nacional verifica-se que algumas tempestades de vento forte em Portugal provocam mortos, feridos e estragos materiais consideráveis, muitos deles relacionados com quedas de árvores. Não havendo ainda estudos sobre os riscos para os cidadãos de Lisboa que residem em locais mais degradados, será importante identificar as zonas mais expostas a ventos fortes bem como avaliar a situação dos equipamentos urbanos e o estado das árvores da cidade. Será importante identificar locais de queda e número de árvores que podem cair em caso de tempestade e respectivos prejuízos. Os mapas de risco apresentados neste trabalho podem ser um primeiro passo para a cidade de Lisboa em termos de informação dirigida para o planeamento e ordenamento do território.

## **2.2 Adaptação das árvores ao ambiente urbano e ao vento forte**

### **2.2.1 As árvores na cidade de Lisboa**

Um dos trabalhos de investigação do Projecto UrbKlim baseou-se na determinação de uma metodologia para a avaliação de risco de queda de árvores devido a ventos fortes em Lisboa. Os dados das ocorrências registadas foram cedidos pelo RSBL, identificando-se as principais espécies de árvores atingidas, os padrões de quedas na cidade e a relação destes padrões com a morfologia urbana (Lopes *et al*, 2008 e 2009).

“Os espaços verdes urbanos são reconhecidos, nas suas múltiplas facetas, como importantes contributos para melhorar a qualidade do ambiente urbano” (Soares *et al* 2008). As árvores em meio urbano oferecem inúmeros benefícios ambientais, económicos e sociais. No entanto, em situações de vento forte, as árvores podem também ser causa de danos materiais e humanos, devido à queda de ramos, pernasas ou da própria árvore (Lopes *et al*, 2008b). De facto a presença de árvores nas cidades apresenta benefícios e constrangimentos. Em Lisboa a queda de árvores e ramos é frequente e tem aumentado nos últimos anos, como demonstrou o estudo sobre este tema integrado no projecto “UrbKlim” (2008).

As maiorias das espécies arbóreas de arruamento são usadas desde 1929 (fig. 1) e “constituem a massa de árvores que faz parte da vivência da cidade e da sua imagem” (Soares e Castel-Branco, 2007).

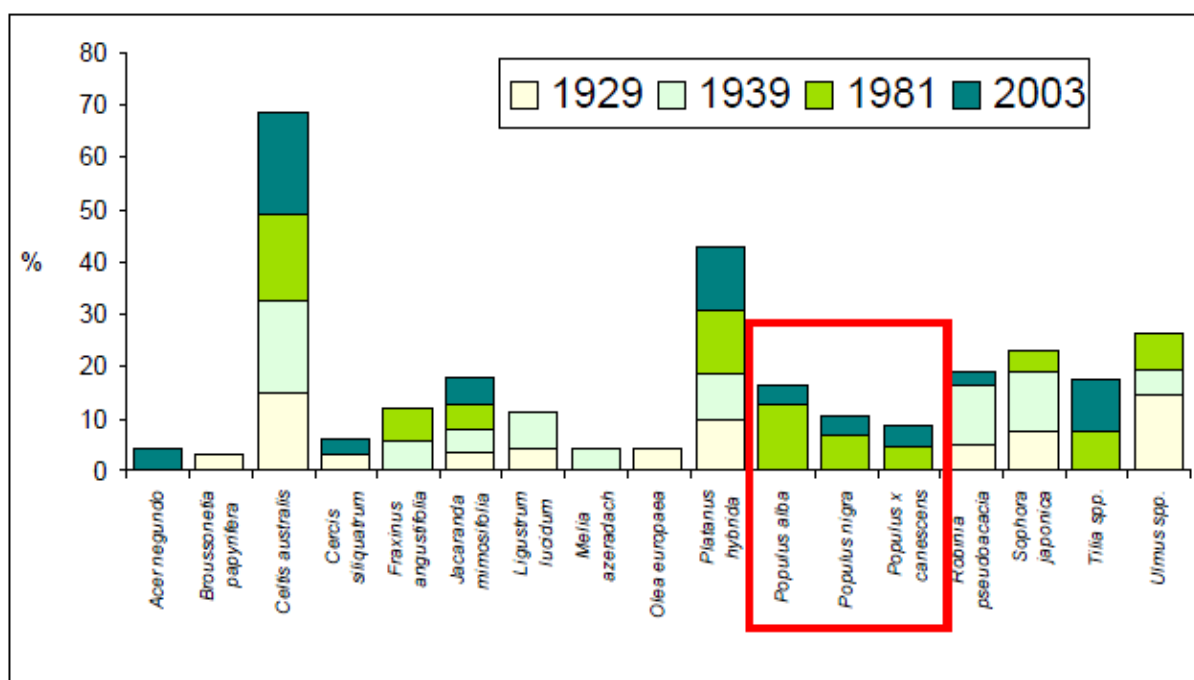


Figura 1 – Espécies arbóreas dominantes nas ruas de Lisboa registadas desde 1929 (Lopes *et al*, 2007)

Extraído de: Soares e Castel-Branco, 2007

Na década de 40 o urbanista De Groer juntamente com Duarte Pacheco projectam a estrutura verde de Lisboa, sendo nesta década que o Parque Eduardo VII e o Campo Grande foram planeados por Keil do Amaral, que muito contribuiu para uma cidade “verde”. O Parque Florestal de Monsanto (fig. 2) foi projectado em 1938 com a intenção de criar um importante “pulmão verde”, cumprindo também o objectivo de fornecer lenha à cidade (Soares e Castel-Branco, 2007).

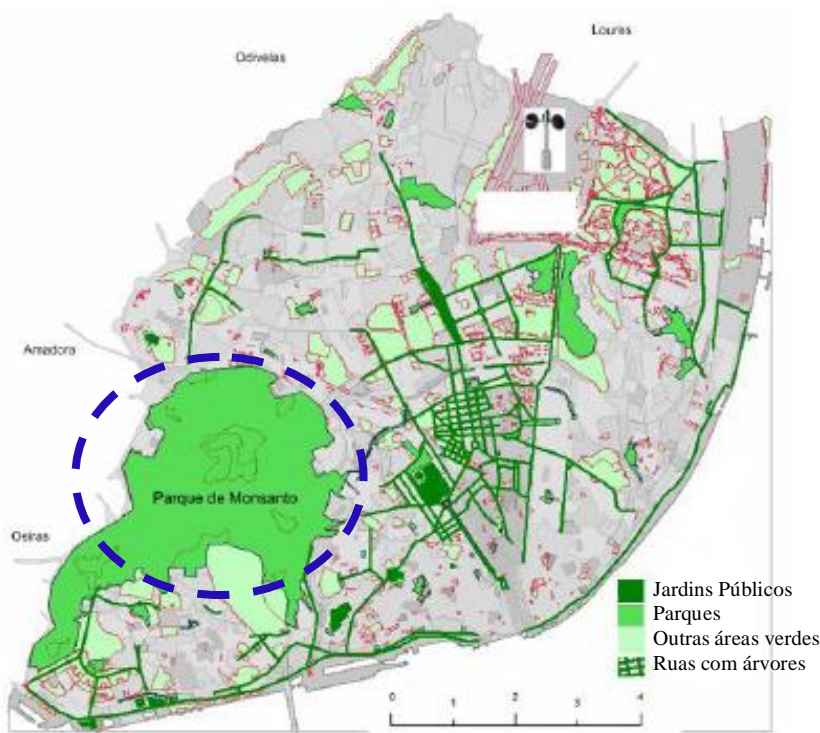


Figura 2 – Área verde da cidade de Lisboa

Extraído de: Lopes *et al*, 2007

Segundo Soares e Castel-Branco (2007), o índice verde (valor médio de área de espaço verde maioritariamente coberto por árvores) incluindo o parque de Monsanto é de 26,8m<sup>2</sup>/hab, e sem o parque de Monsanto desce para 9,1m<sup>2</sup>/hab. São dados que realçam a importância da presença do parque de Monsanto na cidade.

O clima de Lisboa possibilita a existência de uma imensa diversidade de espécies. Cerca de 55% do parque arbóreo da cidade de Lisboa é pertencente a apenas cinco géneros (Soares e Castel-Branco, 2007).

Actualmente, segundo dados da Câmara Municipal de Lisboa (CML) referentes a 2003, as dez principais espécies de árvores na cidade de Lisboa, todas acima dos 900 indivíduos, são o Lodão (*Celtis australis*) com 19,5% do total das 32.936 árvores existentes à data, os Plátanos (*Platanus hybrida*) com 12,4%, as Tílias (*Tilia spp*) com 9,9%, o Jacarandás (*Jacaranda mimosifolia*) com 6,3%, seguindo-se o Bôrdio (*Acer negundo*), as três espécies de Choupas, introduzidas sobretudo desde 1981 (*Populus x canescens*, *Populus nigra* e *Populus alba*) a Acácia-bastarda (*Robinia pseudoacacia*) e a Olaia (*Cercis siliquastrum*). O Lodão foi a espécie que melhor se adaptou ao ambiente urbano na cidade de Lisboa, seguido do Plátano. De 1981 para 2003, três espécies tiveram uma quebra acentuada, o Ulmeiro (*Ulmus spp*), de 6,8 para 0,7%, debelado pela grafiose (doença holandesa dos ulmeiros), o Freixo (*Fraxinus augustifolia*), de 6,3 para 2,4%, e a Acácia-do-Japão (*Sophora japónica*), de 4,2% para 1,5%. Algumas alterações também se devem às escolhas dos responsáveis pela arborização em determinados momentos, daí existir maior

quantidade de Acácias-do-Japão em 1981, relativamente à actualidade, pois esta árvore começou a ser rejeitada por os seus frutos sujarem demasiado as ruas. As razões das escolhas têm a ver com as qualidades estéticas, com o crescimento rápido, a boa sombra e a beleza. O número de choupos tem diminuído por acção antrópica e o seu decréscimo tem a ver com o crescimento rápido e a sua forte raiz que faz levantar os pavimentos, para além de não oferecerem grande sombra ou beleza estética (Soares e Castel-Branco, 2007).

### **2.2.2 Adaptação das árvores em áreas urbanas: efeitos do vento forte e ambiente adverso**

No que diz respeito ao ambiente adverso, o vento é o maior gerador da tensão a que as árvores têm de resistir (James, 2003). No entanto, são vários os factores que causam malefícios às árvores em meio urbano: as características das espécies (dimensão, densidade da folhagem, largura do fuste, densidade da madeira, idade limite, resistência e flexibilidade), as suas condições fitossanitárias (alteradas pelo ambiente urbano, onde a poluição da cidade é um factor a ter em conta) e a ocorrência de situações meteorológicas extremas. Torna-se assim difícil generalizar resultados uma vez que, cada árvore manifesta um grau de resistência diferente à força do vento (Lopes *et al*, 2008b).

Em ambiente urbano as circunstâncias em que as árvores se desenvolvem são muito diferentes das encontradas nos ambientes naturais ou nos espaços rurais. A luminosidade, as características do solo, a qualidade do ar e o clima são menos propícios para as árvores nos ambientes urbanos. Estas condições aliadas aos efeitos da ilha de calor urbano, com baixas condições de insolação e temperaturas mais altas, são algumas das razões para a redução do tempo de vida das árvores (Lopes *et al*, 2008b). Para as árvores colocadas em zonas calcetadas ou alcatroadas as condições são ainda mais limitativas comparativamente com as árvores situadas em jardins e parques, pois estão expostas a situações de maior restrição (Fabião, 1996; Nilsson *et al.*, 2000). O número de géneros plantados nas zonas calcetadas ou pavimentadas é usualmente muito mais baixo que nos outros espaços urbanos (Lopes *et al*, 2008b). Os solos urbanos têm, vulgarmente, uma fraca qualidade de nutrientes e escasso volume disponível para a expansão das raízes, o que limita a capacidade de captação de água e de ar pelas raízes das plantas.

Para além da poluição do ar, que também tem efeitos negativos, procedimentos desajustados aplicados durante a plantação e manutenção das árvores e os impactes físicos causados pelos automóveis, insectos e doenças, constituem ainda factores adversos que afectam as condições fitossanitárias das árvores (Lopes *et al*, 2008b).

No presente estudo será pois difícil definir, com precisão, todos os factores que causam as quedas de árvores, sugerindo-se como causa mais usual, o vento forte.

### **2.3 Morfologia urbana e características físicas de Lisboa**

A cidade de Lisboa germinou na colina de S. Jorge, onde se descobrem os bairros mais antigos, e foi abrangendo o Vale da Baixa e os interflúvios contíguos, tendo a urbanização avançado nas plataformas das “Avenidas Novas”, apenas a partir de meados deste século, com os troços montantes dos vales, pelos quais era fácil o acesso ao centro da cidade, a serem posteriormente alvo de intensa construção. A morfologia diversificada da cidade de Lisboa desenvolveu-se na base das diferentes fases de crescimento. Historicamente há uma estrutura urbana anterior e posterior ao terramoto de 1755, onde a renovação pela mão do Marquês de Pombal faz surgir ruas longitudinais com orientação Norte-Sul e transversais Oeste/Este, na zona da Baixa (Salgueiro, 2001). A cidade foi crescendo para Norte da Baixa, surgindo então as Avenidas da Liberdade e Almirante Reis, entre outras, adquirindo uma estrutura radiocêntrica com a ocupação das áreas contíguas (Baltazar, 2010). Novos bairros como os da Estefânia, Campo de Ourique, Avenidas Novas ou Calvário, são desde logo organizados numa perspectiva hierarquizada e de expansão ortogonal. Em 1903 surgem regras de edificação obrigatórias que passam a decretar a relação entre a altura dos prédios e a largura das ruas e permitem melhores situações de ventilação nestas zonas da cidade (Baltazar, 2010). A região de Lisboa actual organizou-se principalmente entre as décadas de 50 a 70 em consequência de relevantes movimentos migratórios. Até 1975 Lisboa recebeu emigrantes das regiões rurais do país e após 1975 chegaram fluxos de população procedente de África. O aumento demográfico reflectiu-se no crescimento dos problemas de habitação. A baixa criação de alojamentos sociais fomentou o crescimento de bairros clandestinos e de barracas, inicialmente na cidade depois nos arredores. Em termos gerais a densidade de construção não é muito elevada devido à existência de muitas zonas verdes, terrenos florestais e agrícolas não construídos e à área da toalha fluvial do “Mar da Palha”, aumentando nas zonas construídas devido ao crescimento em altura e às escassas superfícies desocupadas nas recentes zonas residenciais, com maior expansão na margem Norte e no acompanhamento das linhas ferroviárias suburbanas (Salgueiro, 1997).

Com a administração democrática, os concelhos adoptaram mais autonomia e também mais capacidades com as quais tentam primeiro ultrapassar as privações deixadas em relação às condições de vida primárias, satisfazendo depois as situações de cariz

económico e utilizando o planeamento do território como ferramenta não só para atenuar esses obstáculos mas também para dar mais competitividade à sua região. Nos anos 80 decorrem três mudanças profundas na Área Metropolitana de Lisboa: uma desconcentração de habitações e actividades, a difusão de novas centralidades e execuções de recentralização selectiva (Salgueiro, 1997).

Com o desenvolvimento do sector dos serviços o centro desloca-se para Norte da cidade, onde se começa a revelar um novo centro terciário que surge na zona do Marquês de Pombal e Avenidas Novas. Nesta fase desenvolvem-se novos centros no interior da cidade e arredores, correspondendo a pontos de centralização terciária que reúnem habitação, boas acessibilidades e espaços para novas empresas (Salgueiro, 1997).

A proximidade do oceano, o seu posicionamento na margem do estuário do Tejo e as características topográficas da cidade de Lisboa, com o seu relevo irregular e ladeado pela colina de Monsanto a Oeste, são factores que influenciam o clima de Lisboa (Alcoforado, 1987).

A Norte da cidade os vales seguem as principais vias de comunicação (Campo Grande, Av. Gago Coutinho), e a Este é abrangida pelo Parque da Bela Vista e a Sul o estuário do Tejo com os seus interflúvios pouco extensos. Algumas das principais avenidas, como os eixos da Av. da Liberdade, Av. Almirante Reis e Chelas, são de fraco declive e tem direcção Norte/Sul, em direcção ao Tejo, justificando as trajectórias das depressões, por serem corredores de ventilação. Os principais eixos de Lisboa estão localizados nos fundos de vales e são linhas de aceleração de ventos.

O centro mais antigo da cidade de Lisboa, com elevado número de ruas estreitas, rodeadas por edifícios, complica a disseminação dos poluentes, mesmo que as circunstâncias meteorológicas ajudem. Nos casos em que os rumos de vento e a orientação das ruas coincidem, a canalização associada ao subsequente aumento da velocidade do vento, pode beneficiar esse transporte de poluentes (Alcoforado, 1992).

Como já foi referido, as diversas fases de expansão da cidade correspondem a um determinado tipo de morfologia urbana, com importante influência no clima. As grandes variações de relevo, de densidade de construção e de morfologia no interior da cidade originam o complexo clima local lisboeta, que resulta da justaposição de inúmeros microclimas (Alcoforado, 1993) e como já foi também referido, a expansão urbana que se deu a Norte da segunda circular fez atenuar a velocidade média do vento no Verão no início dos anos 80 (Lopes, 2003; Alcoforado *et al*, 2005). Os principais resultados de um estudo efectuado por Lopes (2003b) demonstraram que ocorreu uma diminuição na velocidade média do vento no Verão em Lisboa no princípio dos anos 80, etapa coincidente com a forte expansão urbana para Norte da segunda circular.

Neste estudo foi assumido que a rugosidade aerodinâmica (<sup>1</sup>) vai continuar a aumentar a Norte da cidade, pelo que se realizou uma projecção para um futuro mais imediato, verificando-se que quando confrontada com valores estimados para os anos 80, poderá acontecer uma diminuição ainda maior da velocidade do vento, concluindo-se que até aos anos 80 a velocidade média do vento não teve alterações significativas no Norte da cidade, onde a rugosidade aerodinâmica era realmente menor, o que não significa que o vento quando é forte diminua.

Numa caracterização geral em termos de rugosidade, Lisboa tem áreas de fraca densidade de construção a Norte de Lisboa, com baixa rugosidade, que por essa razão são zonas que oferecem menor resistência à circulação do vento. Tem áreas construídas de média densidade na zona oriental e Sudoeste da cidade, com maior rugosidade devido às estruturas das construções. Tem áreas construídas de alta densidade no centro histórico da cidade, nas Avenidas Novas, a Sudeste, ao longo da cidade e dos principais eixos viários (Benfica e Lumiar), com redução da velocidade média do vento e corredores de ventilação em áreas de fundos de vale não construídos, áreas contíguas com baixa densidade de construção e espaços verdes não arbóreos, onde a frequência dos ventos N e NW atinge 70%. Em Lisboa não há grandes corredores verdes embora estejam planeados (Alcoforado *et al*, 2005).

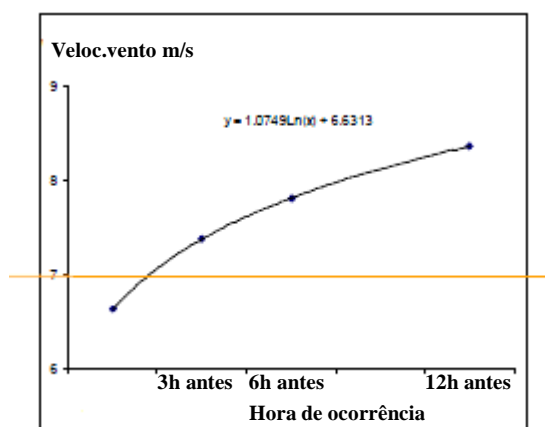
A tipologia das ruas da cidade de Lisboa é diversa e será, em parte, alvo de estudo no capítulo onde se relaciona os rumos do vento, quando ocorrem quedas, e a orientação das ruas.

## **2.4 Resultados dos estudos anteriores**

Lopes *et al*, (2008b), com base nos dados analisados entre 1990 e 2006, identificaram as ocorrências anuais e mensais e calcularam as médias da velocidade do vento para a hora da ocorrência e para as horas anteriores (3h, 6h, 9h e 12h), determinando a frequência de rumos dos ventos fortes por meses e estações do ano (fig. 3). Das conclusões dos estudos anteriores, os autores determinaram que a maioria das quedas se tinham registado nos últimos sete anos (70,5% desde 2000), com um máximo em 2006 (23,8%). Anteriormente apenas em 1993 e 1997 se registou uma percentagem de ocorrências mais significativa, cerca de 5,9 e 8,4%, respectivamente.

---

(<sup>1</sup>)  $z_0$  – a rugosidade  $z_0$  é um dos principais factores que modificam os campos de vento, diminuindo a velocidade de escoamento do ar junto à superfície, e corresponde à altura acima do solo, em metros, a que o perfil logaritmico do vento é zero.



Fonte: Lopes *et al*, 2007

Figura 3 – velocidade do vento na hora da queda e nas horas precedentes

A década de 90 registou apenas 30% das ocorrências, sendo adiantado como hipóteses o envelhecimento das árvores, o aumento do tráfego automóvel com consequentemente aumento de poluentes que podem afectar as condições fitossanitárias e diminuir a resistência das árvores aos ventos fortes, as mudanças de metodologia de registo utilizado pelo RBSL, traduzida em diferenças no tipo de informação inserida, e a possibilidade de condições meteorológicas mais adversas e frequentes terem sucedido nos anos mais recentes do período estudado, facto que será alvo de estudo no capítulo 4 desta dissertação.

No estudo anterior verificou-se maior número de ocorrências nas estações do Outono e Inverno e nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro. Por rumos do vento verificou-se maior número de quedas em rumos do quadrante Sul e Sudoeste com maior frequência durante os meses de Outono e Inverno. No Verão, o vento de rumo Norte foi responsável por 75% das ocorrências. Nas restantes estações, 63% do total de ocorrências corresponderam a ventos de Sul e Sudoeste. Os autores verificaram que a maioria das quedas ocorreu quando o vento ultrapassou 7m/s (intensidades médias horárias). A velocidade do vento forte que provocou quedas variou ligeiramente com o rumo, sendo os de Oeste e Sudoeste os que atingiram, em média, maiores velocidades.

Quanto à localização verificou-se que as quedas se encontram relativamente distribuídas pela cidade, com maior registo de ocorrências na zona entre o Campo Grande e a Baixa (Avenidas Novas), nos bairros de Campolide, Campo de Ourique e Alcântara, na parte Nordeste da cidade (Encarnação e Chelas) e em Benfica (Lopes *et al*, 2008b). No presente trabalho pretende-se verificar se se mantiveram estes padrões, ou se, pelo contrário, ocorreram mudanças significativas. Os resultados serão apresentados no capítulo 4.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Metodologia para a determinação dos eventos extremos de vento em meio urbano**

A análise dos dados de vento levantou alguns problemas devido a lacunas existentes na base de dados da estação meteorológica de Lisboa/Gago Coutinho, uma vez que alguns anos não continham a velocidade do vento de hora a hora. Esta situação foi ultrapassada com a alteração do método de recolha para o resultado final. Para os anos de 1990 a 1997 só existiam séries de dados de 3 em 3 horas pelo que foi necessário transformar as séries de dados existentes de 1 em 1 hora em séries de 3 em 3 horas, utilizando-se para o estudo o valor mais elevado dessas 3 horas, uma vez que se fosse utilizada a média poderíamos correr o risco de desprezar vários eventos.

Considerou-se um “episódio de vento forte”, sempre que se registaram velocidades de vento superiores a 7m/s durante, pelo menos, mais de 3 horas consecutivas (metodologia de Lopes *et al*, 2008b). Sempre que ocorreu uma interrupção mínima de 3 horas considerou-se um novo evento. Estes eventos foram depois separados e apresentados por ano, estação do ano e por mês (capítulo 4).

#### **3.2 Actualização da base de dados das quedas de árvores, ramos e pernadas devidas ao vento forte**

O registo dos dados cedidos pelo RSBL foi melhorando a sua fiabilidade ao longo do tempo. A informação reunida compreende a data, a hora da recepção do telefonema e o local da ocorrência. Geralmente também é recolhido o nome da rua e o número de porta mais próximo ou, na falta destes dados, um elemento de fácil identificação ou referência, como um cruzamento ou local reconhecível, sendo também registados os danos causados. Casualmente é igualmente assinalada a espécie de árvore caída, a sua dimensão e a causa provável da ocorrência. Actualmente são ainda registadas as matrículas das viaturas danificadas, dados solicitados pelo Departamento do Ambiente e Espaços Verdes (DAEV) da CML, para posterior abertura de um processo de indemnização aos proprietários das viaturas. Apesar das melhorias na recolha dos dados existem algumas limitações na base de dados, já referidas no estudo anterior (Lopes *et al*, 2008b), das quais destaco as que ainda podem, eventualmente, suceder neste estudo, como o desfazamento entre a hora de recepção do telefonema e a hora da queda e as ocorrências registadas na base de dados aludirem apenas a incidentes que causaram danos para pessoas e bens, não existindo informação sobre quedas de árvores em

parques, quintas e outros espaços privados, onde as quedas não afectam bens públicos (Lopes *et al*, 2008b).

Na base de dados com valores até 2006, juntaram-se as quedas de 2007 e 2008, que serão objecto de estudo mais pormenorizado nesta dissertação. O registo das 436 ocorrências de 2007 e 2008 foi fornecido apenas em suporte de papel pelo que foi necessário incluir toda a informação na base de dados digital, identificar padrões de localização das quedas de árvores e definir possíveis relações entre as características dos locais e as direcções e velocidades dos ventos fortes. A análise das ocorrências por orientação da rua é também estudada e apresentada.

No que diz respeito às dificuldades encontradas na manipulação da base de dados, a identificação das coordenadas de todos os pontos de queda, foi uma etapa morosa devido à necessidade de colocar os pontos com as coordenadas correctas, tendo cada ponto de queda necessidade de ser confirmado nos dois sites da internet utilizados (“Google Earth” e “sapo mapas”). A partir da morada relacionada com cada ocorrência registada pelos bombeiros as coordenadas dos locais das quedas foram determinados com recurso aos sites [www.GoogleEarth.com](http://www.GoogleEarth.com) e [www.sapo.mapas](http://www.sapo.mapas). Dado que as coordenadas geográficas não se encontram no mesmo sistema das utilizadas na base de dados cartográfica (Lisboa Hayford Gauss-IGeo), foi necessário converte-los, tendo-se utilizado o conversor que se encontra disponível no sitio da internet do IGeoE <http://www.igeo.pt/convert>.

Tendo como apoio o estudo realizado a partir das ocorrências entre 1999 e 2006 e a recolha de informação na base de dados do RSBL relativa ao registo de ocorrências de quedas de árvores, ramos e pernadas, seguiu-se a metodologia de Lopes *et al* (2008b) e, numa primeira fase, acrescentaram-se à base de dados já disponível do estudo anterior, como já se referiu, os dados relativos a 2007 e 2008, o que possibilitou actualizar a informação sobre as quedas de árvores até 2008 (quadro 1).

Quadro 1 – Exemplo de alguns campos da base de dados utilizada neste estudo

Nº ocorrência	Ano	Mês	Dia	Hora	Rua	Lote	Orientação Rua
1241	2006	12	8	9:45	R. Visconde de Santarém	Frente ao 2	NO-SE
1242	2006	12	8	13:38	R. Quatro	152 B <sup>o</sup> da Boavista	NNO-SSE
1243	2006	12	8	16:20	R. João Fernandes Labrador	14	SSO-NNE
1244	2006	12	9	16:28	R. Janelas Verdes	Frente ao 17	SO-NE
1245	2006	12	8	9:45	R. Visconde de Santarém	Frente ao 2	NO-SE

Coordenada “x” ponto de queda	Coordenada “y” ponto de queda	Queda de árvore	Queda de ramo ou perna	Rumo vento	Velocidade m/s	3hmax	6hmax	12hmax
112671.345	196867.053		1	NO	4.917	4.023	11.175	11.175
106979.856	196835.545		1	NO	5.811	7.152	7.152	11.175
106235.703	193644.563		1	NO	4.917	8.94	8.94	11.175
110748.422	193668.235	1		NO	4.917	8.94	8.94	11.175
114191.410	195284.900	1		NE	3.129	3.129	1.788	1.788

Numa segunda fase separaram-se os dados das ocorrências por rumos de vento com a aplicação de filtros na base de dados, em cinco situações distintas, com o objectivo de estudar a relação entre as direcções dos ventos fortes e as orientações das ruas:

- NO e O, em todos os meses do ano
- S e SO, em todos os meses do ano
- S e SO, nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro
- N, NO e O, nos meses de Inverno
- N e NO, nos meses de Verão

Numa terceira fase foram seleccionadas as orientações de Norte (só Verão) e de Norte e Noroeste e Sul e Sudoeste (todo o ano), para a elaboração dos mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco, que serão posteriormente apresentados no capítulo 4. Os critérios de selecção destes rumos basearam-se em estudos anteriores (Lopes *et al*, 2008b) nos quais se verificou que esses eram os rumos dominantes quando ocorrem quedas, o que se confirma na (fig. 4) relativa a este estudo e que será comentada no capítulo 4.

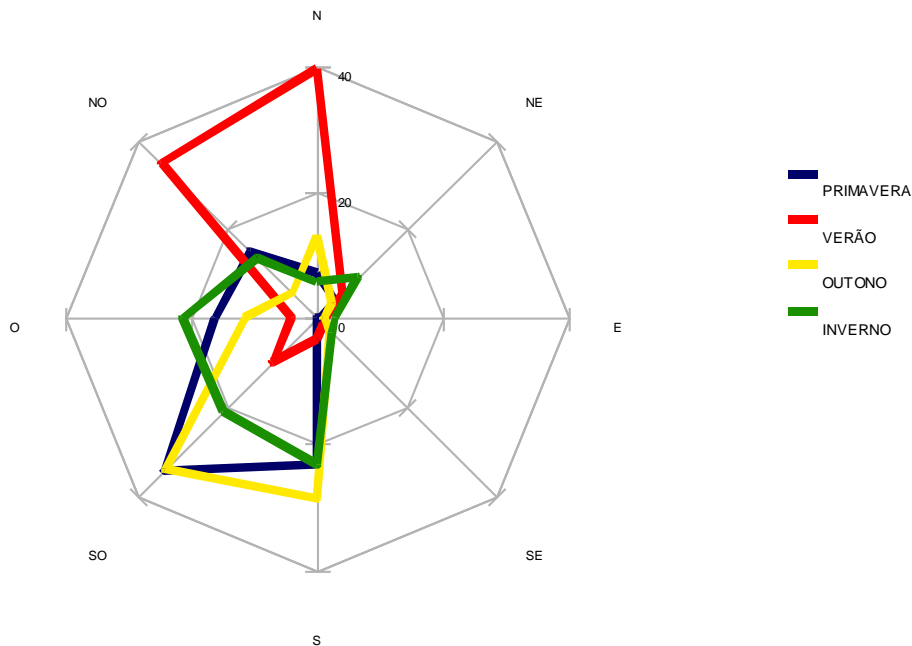


Figura 4 – Quedas estacionais (%) por rumo de vento entre 1990 e 2008

Como já foi referido o critério considerado para seleccionar um evento extremo, foram as situações em que a velocidade do vento atingiu um mínimo de 7m/s nas nove horas anteriores à hora registada (Lopes *et al*, 2008b).

### **3.3 Recolha e tratamento da informação dos danos causados nas viaturas**

Os dados utilizados foram obtidos a partir de inquéritos realizados a oficinas de reparação automóvel e de uma entrevista com colaboradores do DAEV da CML.

A avaliação do cálculo dos custos dos danos provocados nas viaturas atingidas foi uma etapa mais longa do que à partida se poderia supor. Não houve colaboração por parte das companhias de seguros e o inquérito realizado às oficinas necessitava de ser validado, uma vez que com um número reduzido de inquéritos poderíamos obter resultados afastados da realidade. Posteriormente obteve-se resposta por parte do Gabinete Jurídico do DAEV da CML, a qual permitiu adquirir mais informação. Com os valores apurados na Divisão de Jardins da CML, relativos ao custo pago pelas viaturas danificadas com a queda de árvores (indenizações por danos), e através dos inquéritos realizados às oficinas de reparação automóvel, contabilizou-se o valor dos custos das quedas de árvores em veículos estacionados na via pública, valor utilizado no cálculo dos mapas de risco.

### **3.4 Recortes de imprensa online**

A análise de notícias não apresentou grandes dificuldades para além da sua observação mais exaustiva, surgindo apenas algumas situações na confirmação da importância de algumas notícias, por falta de dados do Serviço Nacional de Protecção Civil (SNPC) que atestassem a fidelidade dos relatos descritos nas notícias que foram confrontadas.

Procedeu-se à recolha de informação na comunicação social sobre notícias das tempestades com queda de árvores, de uma forma aleatória, através da internet, seleccionando-se 85 notícias de ocorrências de eventos de vento forte na imprensa online, que foram numeradas e ordenadas por data, e de onde se retiraram as informações que permitiram observar a forma como os “media” relatam as ocorrências, com o objectivo de verificar se há veracidade nos dados apresentados, se a ênfase dada na notícia foi apropriada ao acontecimento e se de facto houve intervenção do SNPC nos dias referidos nas notícias, o que comprovaria a razão da eventual gravidade descrita. Foram registadas todas as referências a velocidades, danos, constrangimentos, socorros, previsões meteorológicas, e alertas à população. Foram igualmente seleccionados os períodos dos dias referidos nas notícias e comparados com a base de dados de saídas da Protecção

Civil, para ocorrências meteorológicas, com o objectivo de concluir se houve um número elevado de registos de saídas nesses dias.

### 3.5 Risco de queda de árvores em Lisboa

A partir da base de dados das ocorrências identificou-se o número de viaturas danificadas, que contribuiu para a elaboração do mapa de vulnerabilidade. O valor dos custos das quedas de árvores em veículos estacionados na via pública é utilizado na elaboração dos mapas de risco.

São inicialmente apresentados três mapas com a finalidade de localizar as árvores no concelho de Lisboa, as quedas de árvores ramos e pernadas, e as viaturas atingidas. Para os mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco foi construída uma grelha com quadrículas de 500 x 500 metros para a área de estudo (fig. 5), na qual os mapas são apresentados em escala de cores.

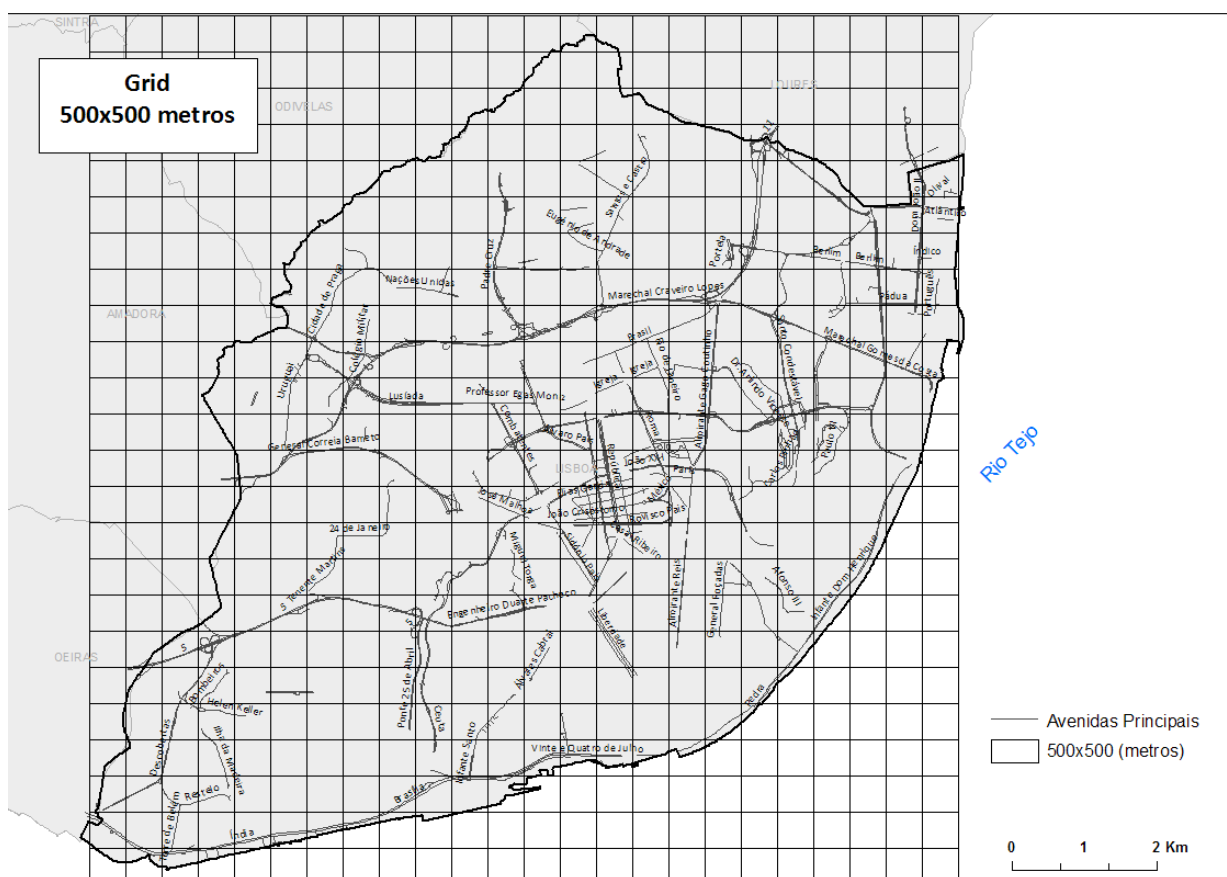


Figura 5 – Grelha utilizada na elaboração dos mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco (500 x 500 metros)

Para desenvolver o mapa de probabilidade foi necessário o número total de árvores e as ocorrências de quedas entre 1990 e 2008, sendo a expressão utilizada para obter o índice de probabilidade a divisão do número de quedas (de árvores, ramos ou pernadas) pelo total de árvores de cada quadrícula. O mapa de vulnerabilidade foi calculado a partir da divisão do número de viaturas atingidas pelo número de quedas. Para a elaboração do mapa de risco foi necessário calcular primeiro o dano potencial, obtido através produto da vulnerabilidade pelo valor do custo médio da reparação de um veículo danificado pela queda de uma árvore, ramo ou pernada. Este valor do dano potencial é depois multiplicado pela vulnerabilidade, obtendo-se o risco. Todo o trabalho de elaboração dos mapas foi efectuado com recurso ao software de cálculo e SIG (ArcGis) e calculado por quadrícula. Os apuramentos para cada quadrícula de 500 x 500 metros foram obtidos utilizando uma ferramenta integrada no software ArcGis (Hawthtools) que contabiliza o total de pontos em cada uma. Depois de obtidos os totais das quedas de árvores, utilizou-se uma classificação baseada em intervalos geométricos (por se ter verificado que seria a mais adequada) para classificar a informação obtida em 5 classes. A cada uma foi atribuída um valor de 1 a 5, da mais baixa à mais elevada. A partir do cruzamento entre as probabilidades e os danos potenciais obteve-se a cartografia de risco que é apresentada no capítulo 4. As etapas deste processo encontram-se esquematizadas na fig. 6.

Apresentam-se de seguida as definições utilizadas neste trabalho, que foram transcritas do “Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal”:

- Perigosidade ou Probabilidade do Perigo (P) - Probabilidade de ocorrência de um processo ou acção (natural, tecnológico ou misto) com potencial destruidor (ou para provocar danos) com uma determinada severidade, numa dada área e num dado período de tempo. Representável cartograficamente de mapas de zonamento, nos casos de processos naturais e mistos identificados. A probabilidade de ocorrência é quantificada e sustentada cientificamente.

Severidade (Sv) – Capacidade do processo ou acção para danos em função da sua magnitude, intensidade, grau, velocidade ou outro parâmetro que melhor expresse o seu potencial destruidor. O conceito reporta-se exclusivamente à grandeza física do processo ou acção e não às suas consequências (estas dependem também da exposição).

- Vulnerabilidade (V) - Grau de perda de um elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado da ocorrência de um processo (ou acção) natural, tecnológico ou misto de determinada severidade. Expressa numa escala de 0 (sem perda) a 1 (perda total). Reporta-se aos elementos expostos. Pressupõe a definição de funções ou matrizes de vulnerabilidade reportadas ao leque de severidades de cada perigo considerado.

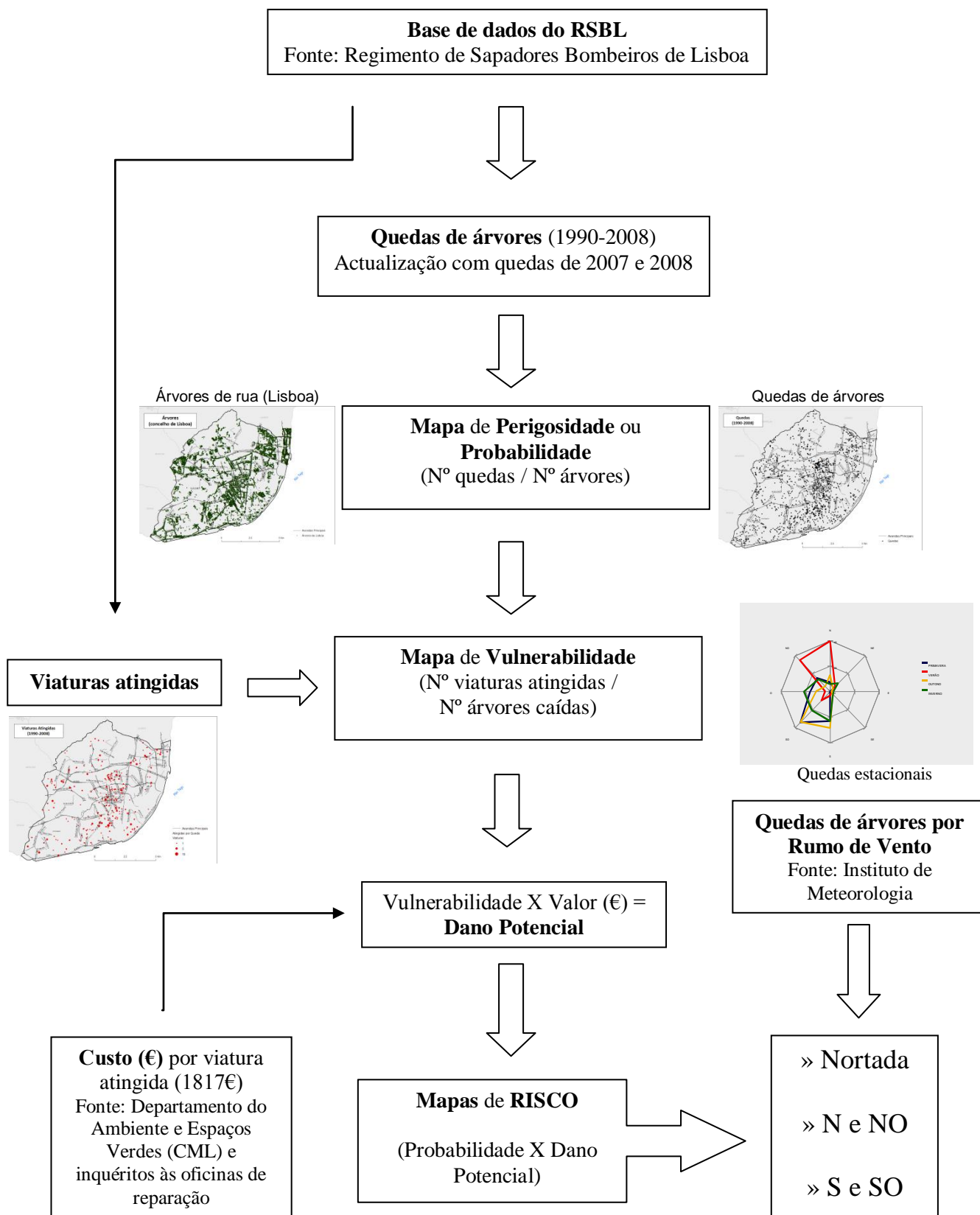


Figura 6 – Etapas e fontes de informação na construção dos mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco de quedas atingirem viaturas

- Exposição (E), Elementos expostos, Elementos em risco – População, propriedades, estruturas, infra-estruturas, actividades económicas, etc., expostos (potencialmente afectáveis) a um processo perigoso natural, tecnológico ou misto, num determinado território. Expressão cartográfica com representação pontual, linear e zonal.

- Valor (dos elementos expostos) (VE) - Valor monetário (também pode ser estratégico) de um elemento ou conjunto de elementos em risco que deverá corresponder ao custo de mercado da respectiva recuperação, tendo em conta o tipo de construção ou outros factores que possam influenciar esse custo. Deve incluir a estimativa das perdas económicas directas e indirectas por cessação ou interrupção de funcionalidade, actividade ou laboração. Reporta-se aos elementos expostos.

- Consequência ou Dano Potencial (C) - Prejuízo ou perda expectável num elemento ou conjunto de elementos expostos, em resultado do impacto de um processo (ou acção) perigoso natural, tecnológico ou misto, de determinada severidade ( $C = V \cdot VE$ ). Reporta-se aos elementos expostos.

- Risco (R) - Probabilidade de ocorrência de um processo (ou acção) perigoso e respectiva estimativa das suas consequências sobre pessoas, bens ou ambiente, expressas em danos corporais e/ou prejuízos materiais e funcionais, directos ou indirectos. ( $R = P \cdot C$ ). É o Produto da perigosidade pela consequência perigosidade.

No caso deste estudo adequou-se esta fórmula multiplicando a vulnerabilidade pelo valor (em euros) do dano, obtendo-se o dano potencial e multiplicando-o depois pela probabilidade para chegar ao risco.

(Fonte: Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de Sistemas de Informação Geográfica de base nacional, 2009).

## **4. RESULTADOS**

### **4.1 Eventos extremos de vento forte em meio urbano (1990-2008)**

Este estudo tem como objectivo verificar se o número de eventos extremos de vento forte tem vindo a aumentar nos últimos anos, como alguns autores sugerem. Serve também para tentar apurar se o número de quedas está em concordância com esse, possível, aumento de eventos de vento forte.

O levantamento realizado a partir dos dados da velocidade do vento possibilitou o registo de 998 eventos de vento forte. Tal como já foi referido, foi considerado um evento sempre que se identificou uma velocidade média do vento superior a 7m/s pelo menos durante 3 horas consecutivas, considerando-se um novo evento sempre que surgiu uma interrupção mínima

de 3 horas. Em média ocorreram 53 episódios de vento forte por ano, nos 19 anos em estudo (quadro 2).

Quadro 2

Número de eventos de vento forte ocorridos entre 1990 e 2008

Eventos	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	Total
1990	4	0	8	17	4	4	7	6	1	8	0	4	63
1991	7	4	10	4	8	12	5	4	3	3	3	0	63
1992	1	1	11	10	10	2	14	4	7	6	0	5	71
1993	0	4	4	7	4	1	10	3	5	10	5	2	55
1994	8	8	6	8	10	4	5	6	5	1	1	4	66
1995	5	6	4	1	4	3	5	7	3	1	2	9	50
1996	8	5	2	1	4	3	1	0	2	1	1	4	32
1997	1	0	0	1	2	4	2	2	1	0	3	5	21
1998	1	1	2	7	5	4	3	3	4	0	2	0	32
1999	3	2	3	4	2	1	0	0	2	5	0	2	24
2000	0	0	1	9	0	1	3	4	0	2	6	6	32
2001	10	8	15	8	4	5	7	3	2	7	8	5	82
2002	5	6	5	9	12	8	12	10	5	7	4	9	92
2003	9	6	5	9	7	7	4	5	1	8	6	2	69
2004	4	2	9	6	7	3	7	4	0	8	2	1	53
2005	2	0	0	2	6	3	8	4	4	4	2	2	37
2006	2	2	5	5	1	2	2	9	4	6	3	3	44
2007	3	7	4	2	5	9	6	10	1	0	5	1	53
2008	5	2	9	8	3	1	2	4	5	6	6	8	59
Total	78	64	103	118	98	77	103	88	55	83	59	72	998

Fonte: Velocidade do vento na estação meteorológica Lisboa / Gago Coutinho entre 1990 e 2008, onde pelo menos durante 3 horas ocorreram velocidades superiores a 7 m/s.

A partir dos valores do quadro 2 elaboraram-se os gráficos das figuras 7, 9 e 10, referentes ao número de eventos de vento forte, anuais, estacionais e mensais respectivamente.

Observando o gráfico da fig. 7 é possível verificar a existência de dois ciclos, entre 1990 e 1994 e entre 2001 e 2004, com um número de eventos mais elevado que nos restantes anos, pressupondo-se que o número de eventos alterna entre os valores máximos e mínimos em ciclos de 4 a 5 anos (apesar de o período estudado ser curto para se verificar uma regra). Não parece existir uma relação directa do número de tempestades com o número de quedas, como se verifica na fig. 8. No período entre 2001 e 2003 houve um número mais elevado de eventos de vento forte mas em relação às quedas verifica-se que não há uma correspondência, pois embora o ano de 2000, anterior a este período, seja o

terceiro mais elevado dos anos em estudo, os três anos seguintes revelam um decréscimo no número de quedas (tendo em conta que nos primeiros anos não há certeza de todas as quedas terem sido registadas pelos bombeiros, autores da informação).

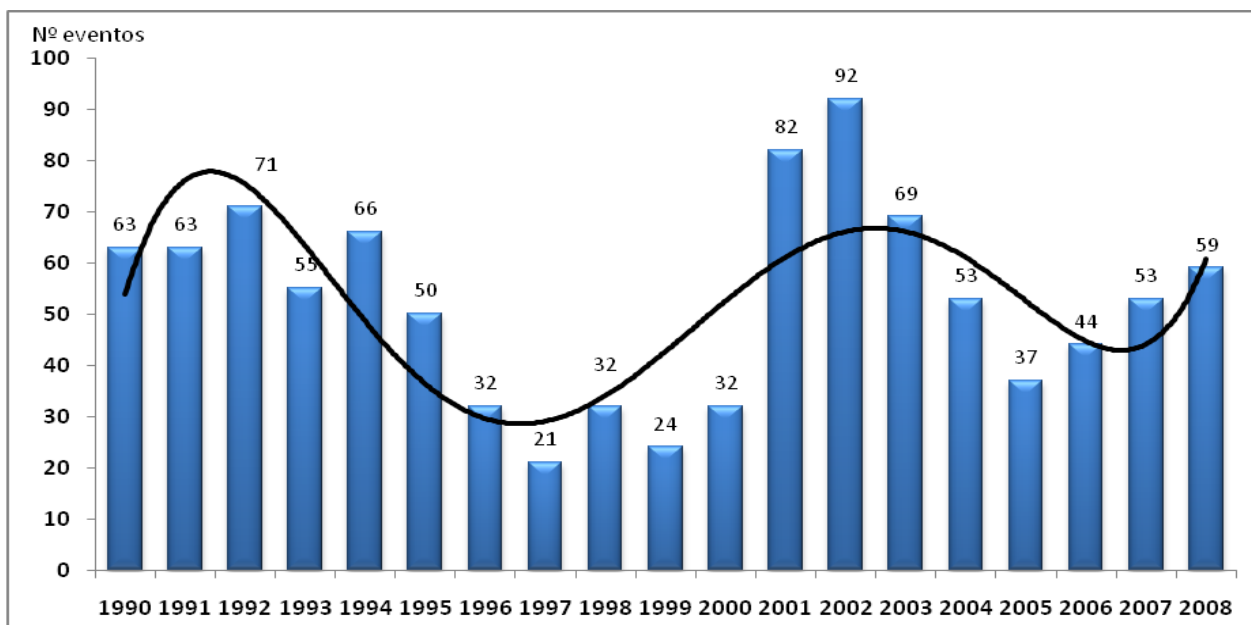


Figura 7 – Eventos anuais de vento forte

No entanto, verifica-se que nos anos seguintes aos de registo de maior número de eventos, aumenta também o registo de quedas, sugerindo que, embora não caiam muitas árvores nos anos de maior número de eventos, elas ficam mais fragilizadas e caem nos anos seguintes (fig. 8).

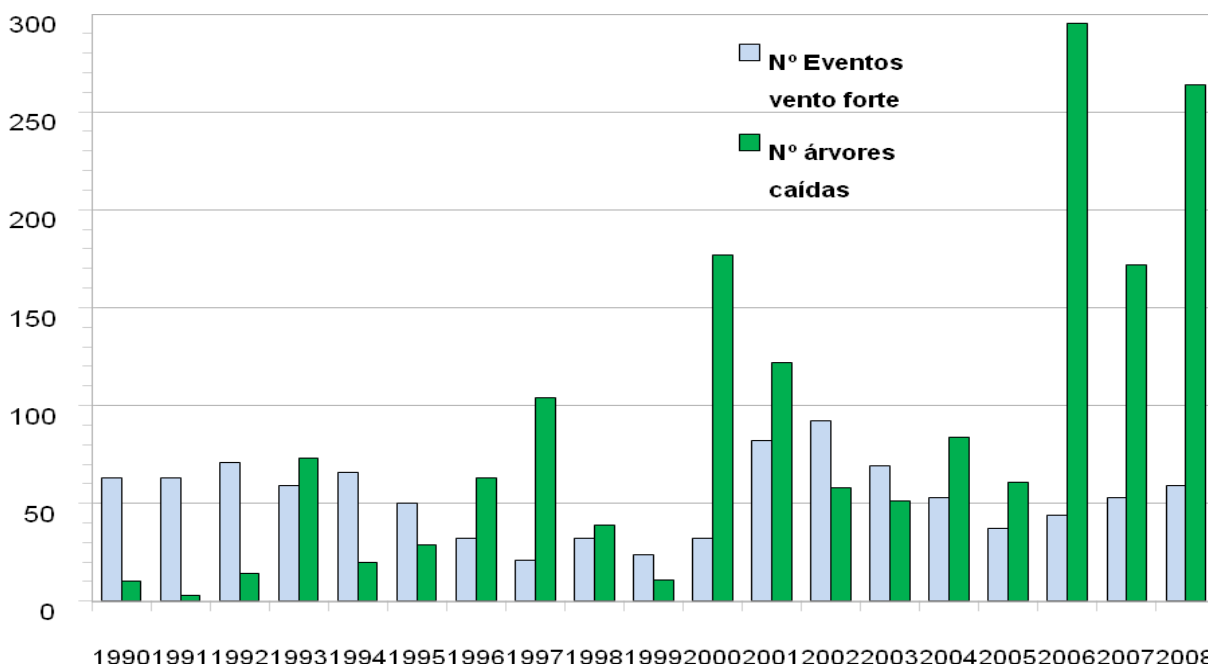


Figura 8 – Comparação entre o número de eventos de vento forte e o número de quedas de árvores

Em termos estacionais é o Outono que apresenta um valor mais baixo (fig. 9), aqui contrastando com as quedas que tem o valor mais elevado precisamente no Outono, como se pode verificar mais à frente na fig.12. A Primavera e o Verão têm maior número de eventos de vento forte, possivelmente devido às intensidades da Nortada, uma vez que este número de eventos de Verão corresponde a ventos da Nortada.

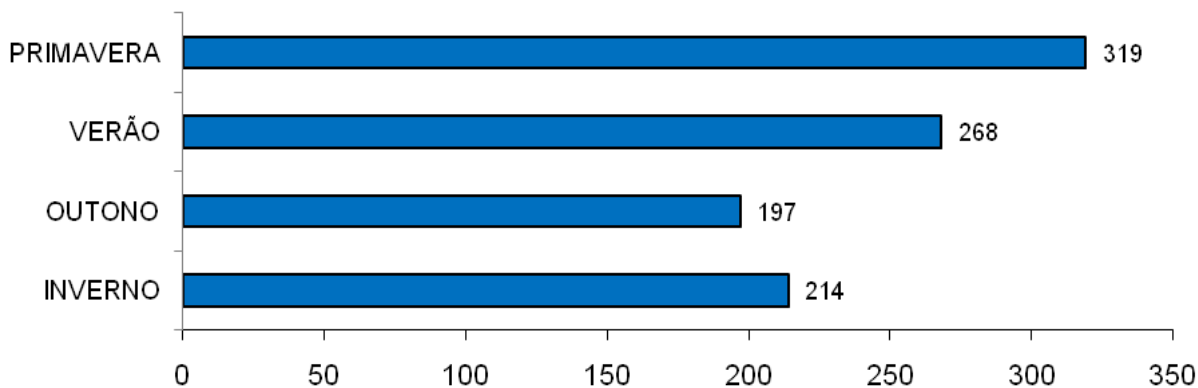


Figura 9 – Eventos estacionais de vento forte

O período de Março a Maio e o mês de Julho (fig. 10) são os que apresentam maior número de eventos de vento forte, verificando-se que são os meses de Primavera, sobretudo Março e Abril, que correspondem ao período em que a frequência das tempestades de vento aumenta e no qual ocorre a transição para o regime de Nortada.

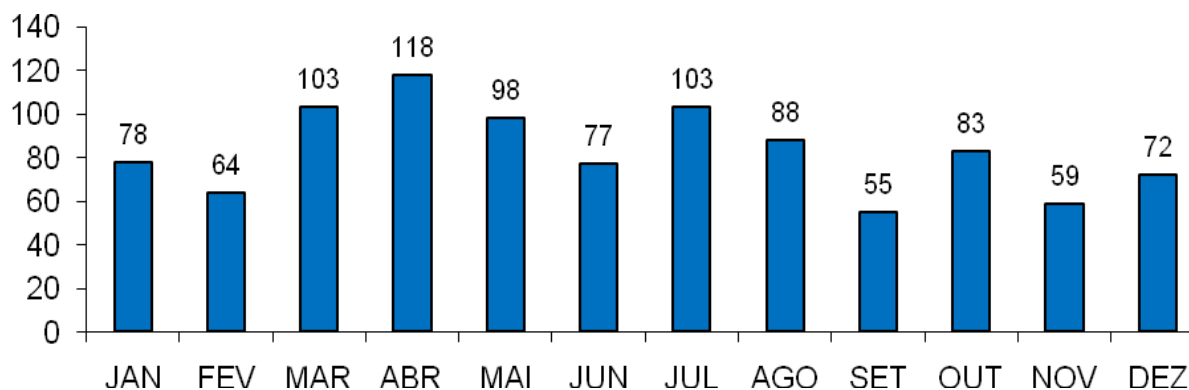


Figura 10 - Eventos mensais de vento forte

Os padrões observados e descritos nas figuras anteriores, poderão eventualmente estar associados a determinados padrões de circulação atmosférica. De acordo com Trigo e Da Câmara (2000) foi possível sistematizar os principais tipos de tempo, e tendo em consideração o enquadramento do território português no âmbito da circulação atmosférica foi reconhecido que os padrões de circulação atmosférica passíveis de criar instabilidade atmosférica com possíveis danos são de Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste.

A partir da base de dados das ocorrências de quedas de árvores, ramos e pernadas, identificaram-se os padrões de quedas e os rumos predominantes com vento forte que as ocasionam, e que são principalmente de Norte e Noroeste no Verão e Sul e Sudoeste e Oeste nas restantes estações do ano. A partir de 129 episódios de vento forte com mais de 3 quedas de árvores, verificados entre 1999 e 2006, foi elaborado um inventário de situações atmosféricas que provocaram quedas de árvores. Verificou-se que os tipos de circulação associados a tempestades de vento são as margens anticiclónicas, que correspondem a 31,3% dos casos, e as depressões, que correspondem a 68,8%, sendo estas de Sudoeste e Oeste, 30,5%, com tempestades predominantes de Outono e Inverno, e Oeste, Sudoeste e Sul, 38,3%, mas com aumento de frequência na Primavera (Fragoso e Lopes, 2008; Lopes e Ribeiro, 2009).

Conclui-se que não se verifica um aumento do número de tempestades de vento nos últimos anos, uma vez que o seu comportamento é cíclico. Por outro lado também não se verifica uma relação directa entre os eventos de vento forte e o número de quedas, ainda que a “decalage” que por vezes é observada possa significar que as árvores de Lisboa ficam mais fragilizadas e caem apenas nos episódios seguintes.

## **4.2 Análise de quedas: actualização de resultados entre 2007 e 2008**

### **4.2.1 Ocorrências mensais, anuais e estacionais (actualização 2007-2008)**

Como foi referido anteriormente foi feita a actualização na base de dados com as quedas de 2007 e 2008, resultado que se apresenta de seguida.

Em relação à distribuição das ocorrências por ano (fig. 11), verifica-se uma tendência para o aumento de quedas nos últimos anos, também observada nos dois anos introduzidos no estudo (2007-2008). A maioria das quedas ocorreu a partir de 2000 e apenas em 1993 e 1997 se registou um número de ocorrências significativo. Algumas das hipóteses avançadas por Lopes *et al* (2008b) no estudo anterior para justificar estas circunstâncias podem actualmente ser consideradas, tais como o envelhecimento das árvores, o aumento da poluição na cidade, que pode afectar as condições fitossanitárias das árvores

e reduzir a sua resistência aos ventos fortes, e as mudanças de metodologia de registo utilizado pelo RSBL.

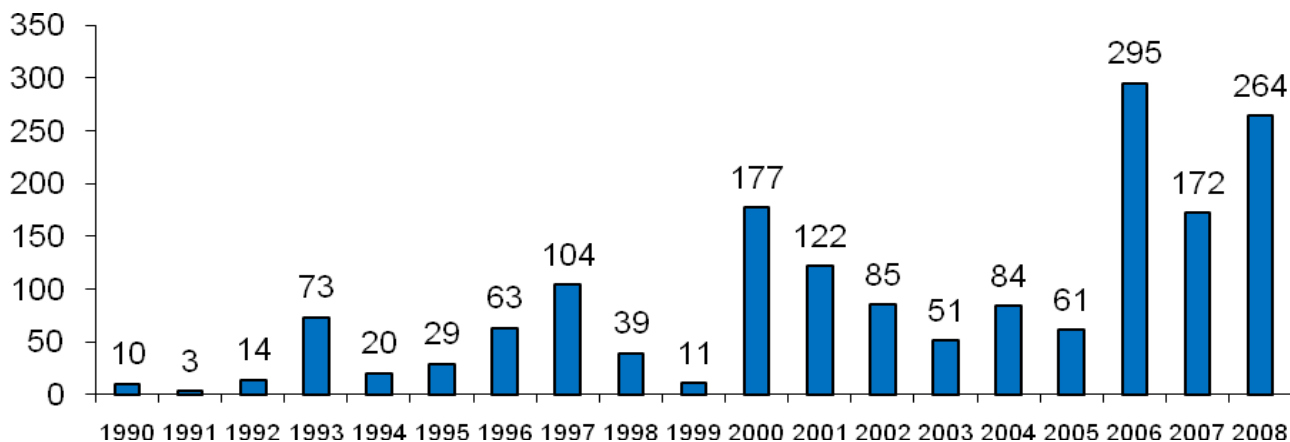


Figura 11 – Ocorrências anuais de quedas de árvores, ramos e pernas entre 1990 e 2008

Relativamente à distribuição do número de ocorrências por estação do ano (fig. 12), verifica-se que é no Outono e Inverno que se registaram mais quedas, com cerca de 67% do total, valor que no entanto é mais baixo quando comparado com o estudo anterior nas mesmas estações (76%).

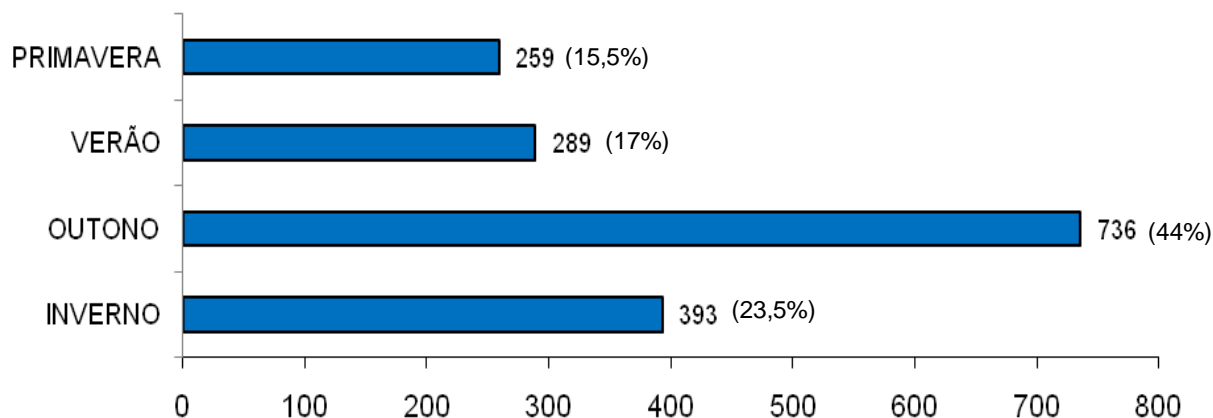


Figura 12 – Ocorrências estacionais de quedas de árvores, ramos e pernas entre 1990 e 2008

Em relação às ocorrências mensais (fig. 13) verifica-se um maior número de quedas nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro, sendo que é em Fevereiro, Março e Agosto que se registam os valores mais baixos. Em termos percentuais, estes valores estão próximos dos registados no estudo anterior.

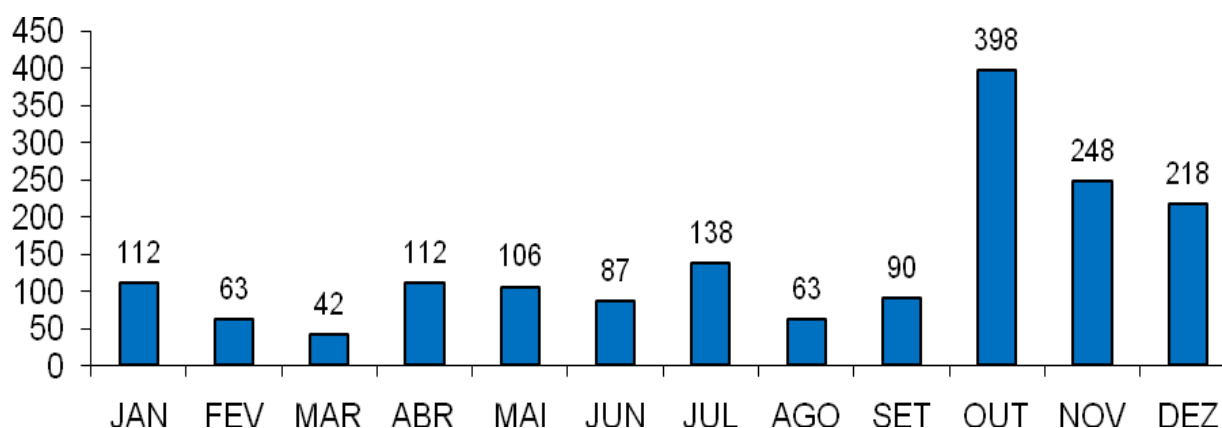


Figura 13– Ocorrências mensais de quedas de árvores, ramos e pernas entre 1990 e 2008

#### 4.2.2 Ocorrências por rumos de vento entre 1990 e 2008

Observando as ocorrências por rumos do vento (fig. 14), verifica-se um maior número de quedas nos rumos do quadrante Sul e Sudoeste, em concordância com o estudo anterior, (Lopes *et al*, 2008b), embora se tenha registado um aumento das quedas do quadrante Norte e Noroeste de, aproximadamente, 10% e um ligeiro decréscimo do quadrante Sul e Sudoeste de aproximadamente, 8%.

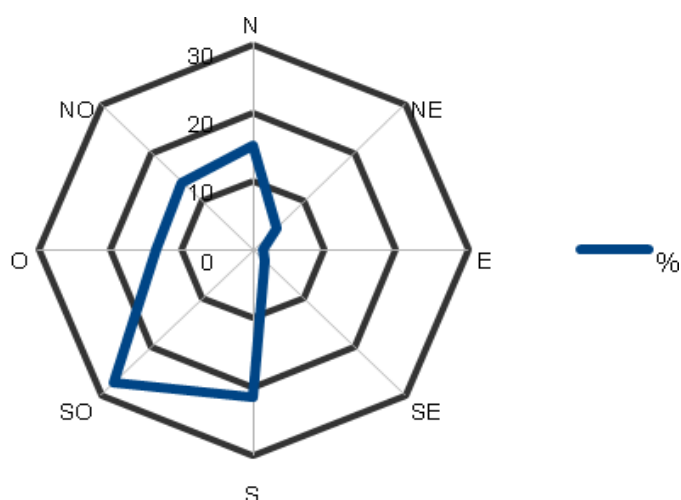


Figura 14 – Ocorrências (%) por rumos de vento entre 1990 e 2008

### 4.2.3 Quedas estacionais por rumo de vento

Relativamente às quedas por estação do ano (fig. 4, já apresentada no capítulo 3) verifica-se que é no Verão que ocorre a maioria das quedas quando os rumos são de Norte e Noroeste (Nortada), com um aumento de 10% no rumo Norte, em relação ao estudo anterior (Lopes *et al*, 2008b) e diminuição de 5% no rumo Noroeste. Durante o Verão as quedas originadas por ventos do quadrante Norte correspondem a 71% do total de ocorrências durante esta estação, enquanto que nas restantes estações do ano, os ventos de Sul e Sudoeste são responsáveis por 63% das ocorrências. Na Primavera, Outono e no Inverno (neste último com ligeiro aumento do rumo Oeste) as quedas ocorrem com os rumos de Sul e Sudoeste (ambos com ligeira descida). Como foi referido, o número de ocorrências de quedas de árvores aumenta muito no Outono em relação às outras estações do ano (fig. 12). No Inverno verifica-se também uma diminuição do número de casos, apesar de ser menos significativa do que na Primavera e no Verão.

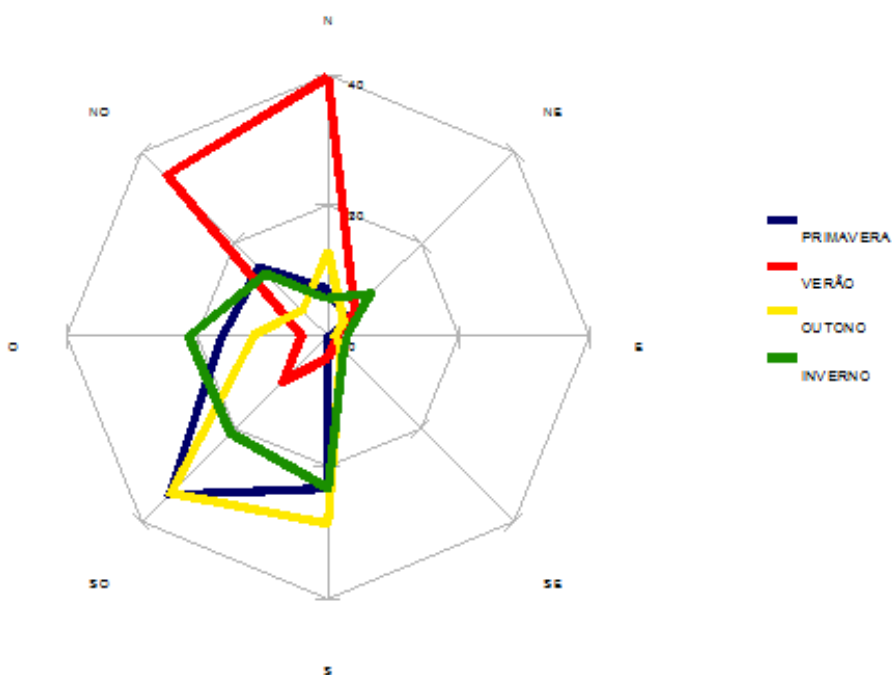


Figura 4 – Quedas estacionais (%) por rumo de vento entre 1990 e 2008

### 4.2.4 Relação entre as quedas e as orientações das ruas

De seguida apresenta-se um estudo referente à queda de árvores, ramos e pernadas durante os eventos de vento forte e a sua relação com a orientação das ruas. O objectivo é

determinar a importância da orientação das ruas nas quedas. A partir das frequências apontadas anteriormente (figuras 4 e 14) foram consideradas 5 situações típicas:

- Vento de NO e O (em todos os meses do ano)
- Vento de S e SO (em todos os meses do ano)
- Vento de S e SO (meses de Outubro, Novembro e Dezembro)
- Vento de N, NO e O (meses de Inverno – Dezembro, Janeiro e Fevereiro)
- Vento de N e NO (meses de Verão - Junho, Julho e Agosto)

A escolha das cinco situações apresentadas justifica-se pela maior frequência de quedas estacionais (por rumo de vento entre 1990 e 2008) e tem como objectivo analisar situações particulares como o caso da Nortada (rumos Norte e Noroeste, meses de Verão) ou os casos de comparação entre ventos de rumo de Sul e Sudoeste em todo o ano ou somente no Inverno.

Os resultados são apresentados nas figuras 15 a 19, compostas por um sectograma à esquerda da figura, que resume as quedas totais por orientação das ruas, e um gráfico à direita da figura onde se diferenciam as quedas de árvores das quedas de ramos e pernadas, agrupadas em três orientações, N/S, O/E e variável. A orientação N/S apresentada nas legendas engloba todas as direcções de ruas Norte-Sul, assim como o caso de O/E engloba todas as direcções Oeste/Este. Como direcções variáveis foram consideradas as praças e rotundas. Para a construção destes gráficos foram filtrados os dados das ocorrências com o rumo de vento pretendido, agrupando-se de seguida as quedas segundo os três grupos de orientações de ruas definidos.

Com ventos fortes de NO e O (considerando todo o ano), as quedas ocorrem particularmente nas ruas com orientação Norte/Sul, (62% - fig. 15, à esquerda).

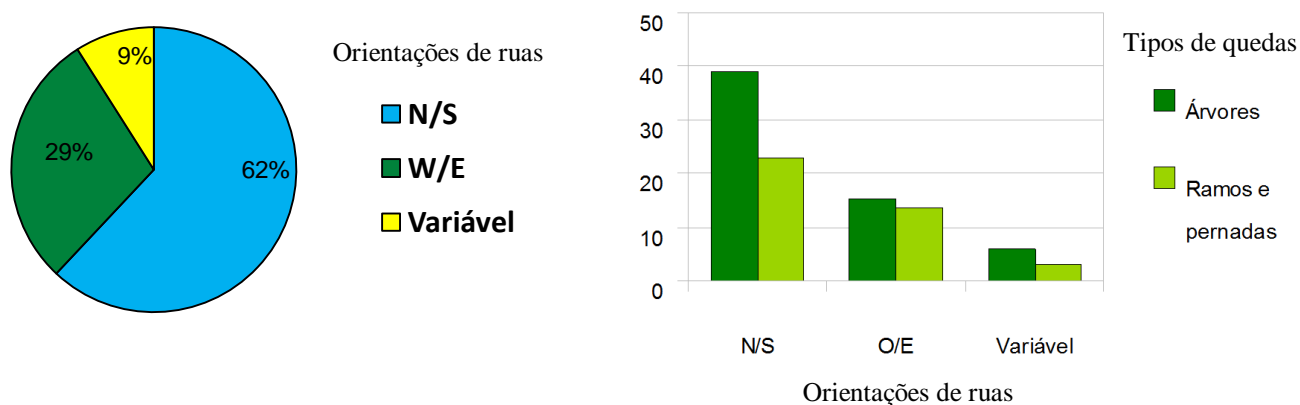


Figura 15 - Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de NO e O (anual)

Observando o gráfico de barras (fig. 15, à direita), verifica-se que a queda de árvores (60,2% no geral das três orientações de ruas) é superior à queda de ramos ou pernadas (39,8%) nas três orientações de ruas, embora seja mais distinta na orientação Norte/Sul. Com condições de vento forte e tempestades de S e SO, as situações mais gravosas, 64,7% ocorreram igualmente em ruas de orientação Norte/Sul, 26,1% em ruas de orientação Oeste/Este e 9,2% em praças e rotundas, pelo que, também neste rumo de vento, é nas ruas com orientação Norte/Sul que a probabilidade de quedas é maior (fig.16). Neste caso verifica-se que a tendência para a queda de árvores é muito superior à queda de ramos e pernadas (fig. 16, à direita) nomeadamente nas ruas com orientação Norte/Sul.

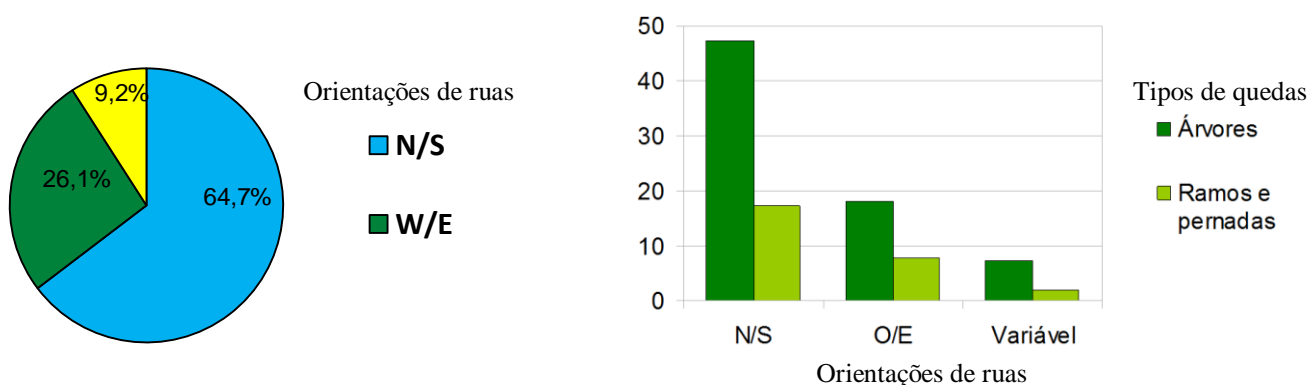


Figura 16 - Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de S e SO (anual)

Em situações de vento forte de S e SO, nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro (fig. 17) verifica-se que as situações mais gravosas ocorrem igualmente em ruas de orientação Norte/Sul (65%). As quedas de árvores (74,8% no geral) são também muito superiores às quedas de ramos e pernadas, nas três orientações de ruas.

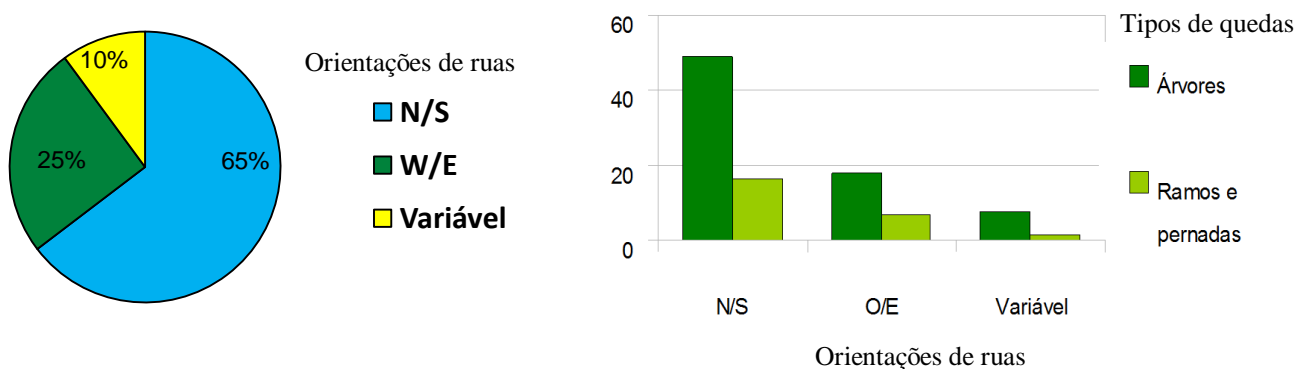


Figura 17 - Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de S e SO (Outubro, Novembro e Dezembro)

No caso de ventos fortes de N, NO e O, nos meses Inverno (fig. 18), a maior percentagem de ocorrências mantém-se em ruas de orientação Norte/Sul (61%), em relação às ruas com orientação Oeste/Este (30,6%) e variáveis (8,4%). Através do gráfico (fig. 18, à direita), verifica-se também uma maior tendência para a queda de árvores (75,2% no conjunto das três orientações de ruas) em relação a ramos e pernadas (24,8%), e com maior incidência nas ruas de orientação Norte/Sul (45,5% de quedas de árvores e 14,6% de ramos e pernadas).

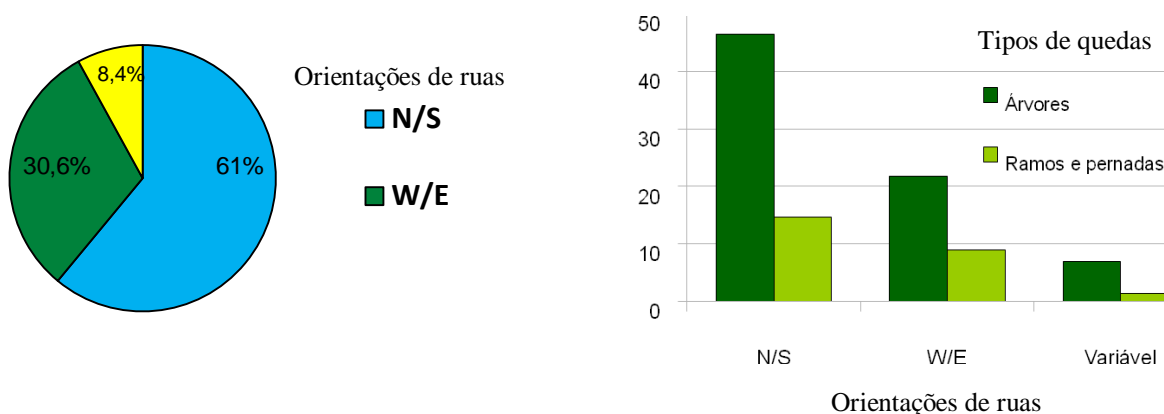


Figura 18 - Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de N, NO e O (Inverno)

A situação dos meses de Verão foi estudada com os rumos predominantes de Norte e Noroeste que caracterizam a Nortada. A Nortada é um vento relativamente forte de Norte, que ocorre mais intensamente junto à costa ocidental da Península Ibérica, entre Maio e Setembro, quando existe um anticiclone Atlântico e uma depressão térmica sobre a Península Ibérica. Como já foi referido, este vento regional surge com a existência um forte gradiente de pressão atmosférica entre o interior da península, mais quente, onde habitualmente se mantém uma depressão térmica e o oceano com temperatura mais baixa, sobre o qual está geralmente o anticiclone dos Açores (Lopes, 2003b). Num estudo realizado sobre as interações entre os regimes de vento de Verão e as brisas do oceano e do estuário do Tejo (Alcoforado, 1987), comprovou-se que as direcções mais frequentes do vento na região de Lisboa foram Norte e Noroeste (vento de Norte em 45% dos casos) em 27% dos dias estudados entre Junho e Setembro. A Nortada foi considerada forte, com velocidades médias horárias superiores a 15 km/h (4,2m/s), sendo que a velocidade do vento pode atingir 50 km/h (13,8 m/s) e rajadas frequentes de 70 km/h (19,4 m/s).

O final do mês de Julho e durante o mês de Agosto coincidem com número máximo de dias com vento Norte (Lopes, 2003b).

Na figura 19 verifica-se um maior número de ocorrências em ruas de orientação Norte/Sul (62%), mas ao contrário de todos os outros casos, a Nortada faz cair mais ramos e pernadas (65,2% no geral) do que árvores (34,8%) em qualquer uma das três situações (fig. 19, à direita), esta é uma situação distinta nos cinco casos estudados.



Figura 19 - Quedas de árvores, ramos e pernadas em ruas de diferentes orientações em situações de vento forte de N e NO (Verão)

Numa análise geral às cinco situações de rumos de vento estudadas, conclui-se que a maioria das quedas se deu em ruas de orientação Norte/Sul. A maioria das quedas registadas refere-se a árvores, caso comum a todas as orientações de rua, com excepção da Nortada onde a queda de ramos e pernadas é mais elevada.

Como conclusão pode-se afirmar que quando há ventos de Sul as ruas com orientação geral Oeste/Leste estão mais abrigadas. As quedas em determinadas ruas relacionam-se fortemente com os rumos dominantes de vento forte. Caem mais árvores quando há tempestades de NO, devido à passagem de depressões, enquanto nos casos de S e SO será por passagem de depressões com trajectória de Sul.

#### **4.2.5 Ocorrências de quedas de árvores com danos em viaturas estacionadas na via pública**

Neste capítulo são apresentados os resultados das ocorrências de quedas de árvores com danos nas viaturas estacionadas na via pública. Apenas se estudou este tipo de danos (viaturas atingidas) porque são as únicas ocorrências registadas pelos bombeiros e não há mais informação sobre quedas.

Uma grande percentagem de ocorrências não causa danos. No entanto a partir das 1677 ocorrências em estudo, verificou-se que foram atingidas 434 viaturas (16% - fig. 20).

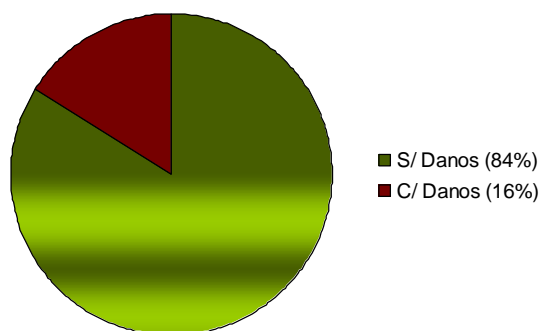


Figura 20 – Ocorrências com danos em viaturas (%)

Apesar da percentagem de danos em viaturas por ocorrência ser relativamente baixa, na ordem dos 16%, estes danos não devem ser negligenciados. Na verdade, como se irá ver mais adiante, no estudo relativo à percentagem de eventos que causam quedas, 25% das situações de vento forte podem atingir uma ou duas viaturas, e sempre que ocorre um evento de tempestade de vento forte há, em média, pelo menos uma viatura danificada (Lopes e Ribeiro, 2009).

#### **4.2.6 Relação entre as viaturas danificadas e os rumos de vento**

Tendo em conta as cinco situações estudadas dos rumos de vento por orientação das ruas, foi avaliada a situação das viaturas danificadas por rumo de vento (fig. 21). O objectivo é verificar em que rumo há maior número de viaturas danificadas (sabendo que existem outros factores que podem influenciar este estudo, como o facto de existirem ou não parques de estacionamento mais ou menos arborizados). O total de viaturas danificadas durante o período estudado foi 434. Assim, verifica-se que, durante o ano, há duas orientações que concentram a maior percentagem de viaturas danificadas: 24,7% (107 das 434 totais) ocorreram em ruas de orientação Noroeste e Oeste e 48,2% (209) em ruas com orientação Sul e Sudoeste. Das 209 viaturas danificadas durante o ano no rumo Sul e Sudoeste, 193 ocorreram entre os meses de Outubro e Dezembro, ou seja, quase a totalidade. Observa-se ainda que a Nortada foi responsável por 91 casos de viaturas danificadas em ruas de orientação Norte e Noroeste (21% do total das 434), valor bem mais

elevado quando comparado com os meses de Inverno (37), tendo ainda em conta que aqui são ruas de orientação Norte, Noroeste e também Oeste.

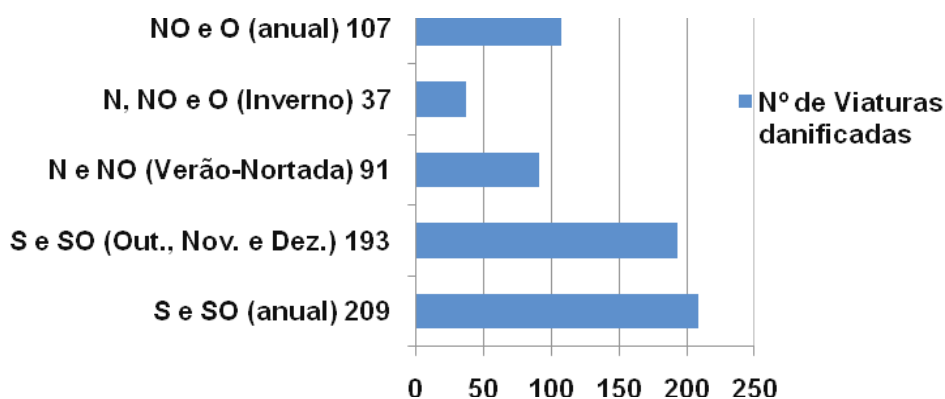


Figura 21 - Número de viaturas danificadas nas cinco situações de rumos de vento estudadas

#### **4.2.7 Percentagem de eventos que causam queda de árvores**

Para o apuramento dos dados que levaram à construção do modelo de risco apresentado na secção 4.5, considerou-se como um evento a existência de um ou mais dias seguidos com ocorrências de quedas. Sempre que existe uma interrupção é contabilizado um novo evento. Para não se confundir estes eventos, que são causadores de queda de árvores, com os eventos de vento forte citados na secção em 4.1 (eventos extremos de vento forte em meio urbano), é de referir que estes são contabilizados a partir do número de ocorrências registadas pelo RSBL, enquanto os eventos referidos em 4.1 estão relacionados com os episódios de vento forte e são contabilizados a partir dos dados de velocidade de vento na estação meteorológica Lisboa/Gago Coutinho. Assim apresenta-se a percentagem de eventos que causam quedas (fig. 22) com a finalidade de avaliar o número de quedas por evento. Verifica-se que 23% das ocorrências de vento forte (superior a 7m/s – definidos por Lopes *et al*, 2008b e apresentados na secção 3.1) podem causar até 3 quedas de árvores por evento (fig. 22). A média de ocorrências de quedas por evento é 5,95 (1677 ocorrências/282 eventos), o nos dá aproximadamente cerca de 6 ocorrências, sempre que há um episódio de tempestade ou vento forte. Já a média de danos por evento é de 1,53 (434 viaturas atingidas/282 eventos), ou seja, a cada dois eventos ocorrem danos em pelo menos uma viatura.

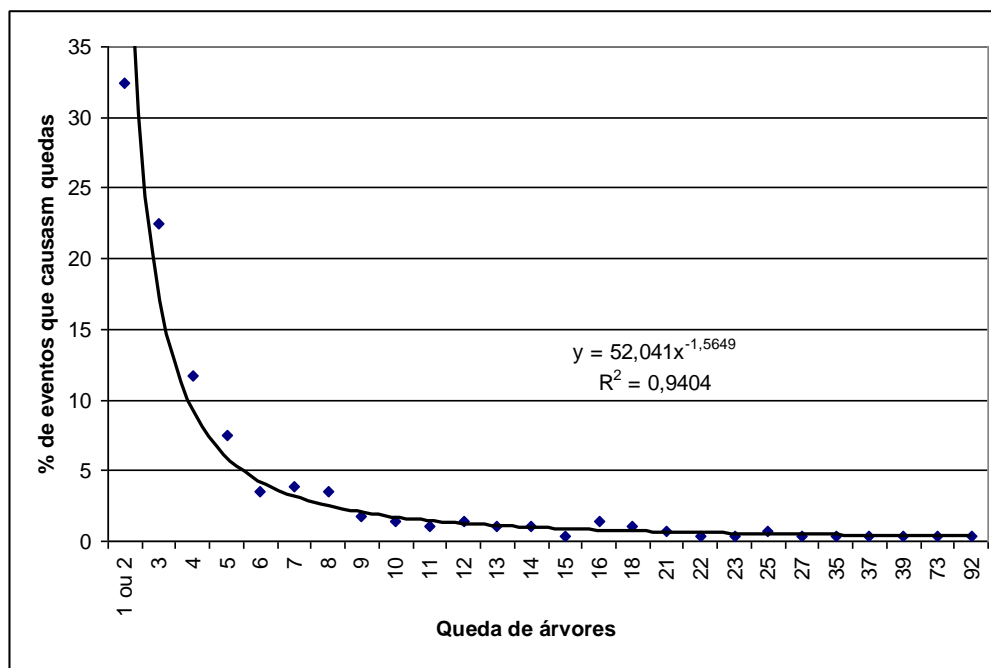


Figura 22 - Percentagem de eventos que causam queda de árvores (Lopes e Ribeiro, 2009)

### 4.3 Custos associados às quedas de árvores sobre viaturas estacionadas na via pública

Este estudo tem como objectivo ajudar à avaliação dos custos provocados pela queda de árvores em viaturas estacionadas na via pública e ajudar a reflectir sobre as medidas a adoptar. Aqui coloca-se uma questão fundamental, de saber se é melhor investir na requalificação e manutenção do parque arbóreo da cidade ou se é preferível indemnizar os donos das viaturas atingidas. Neste capítulo apresentam-se os resultados de vários inquéritos realizados a oficinas de reparação automóvel (onde se incluem os custos de bate chapa, conserto, tempo de imobilização e aluguer de viatura) e uma entrevista com colaboradores do Gabinete do DAEV da CML.

A Divisão de Jardins da CML, não possui ainda a informação em suporte informático relativa a estes processos, nem registos fitossanitários das árvores e tempo que demora à conclusão dos mesmos. Quando há uma queixa, por queda de árvore sobre uma viatura, esta é remetida para a Divisão de Jardins da CML, que pede relatórios do RSBL, à PSP e ao Instituto de Meteorologia (IM) para formar o processo, adicionando fotos que os donos das viaturas enviam à CML. A Divisão de Jardins da CML, solicita também um relatório de um técnico especializado sobre o estado fitossanitário da árvore que caiu, que inclui informações sobre o seu estado na data da queda e se foi ou não tratada. Segundo a Sra. Eng.<sup>a</sup> Ana Cristina Custódio, colaboradora da CML no DAEV, “a maioria das árvores não é tratada por falta de meios humanos para responder aos problemas das muitas árvores

existentes, apesar de haver várias equipas no terreno”. A CML solicita, por fim, um relatório de peritagem do Departamento de Reparação e Manutenção Mecânica da CML, que avalia os estragos provocados na viatura. Um processo de avaliação das condições da ocorrência pode levar entre 4 a 6 meses a ser elaborado, dependendo do número de processos a decorrer e da época do ano. Os processos passam depois para o Gabinete Jurídico do DAEV da CML que dá o parecer favorável, ou não, para o pagamento da indemnização, mediante concordância do vereador deste pelouro. Segundo informação da Divisão de Jardins, quando uma árvore cai numa viatura e o seu estado fitossanitário é mau a C.M.L., normalmente, assume o pagamento da indemnização, mas a hipótese do proprietário da viatura afectada ser indemnizado por danos causados pelo vento forte posteriormente ao inquérito dos ofícios é reduzida.

Neste trabalho fez-se uma primeira estimativa do custo de uma viatura danificada pela queda de uma árvore. No inquérito foram pedidos os valores de reparação de danos na parte frontal, lateral e traseira de veículos de gama baixa, média e alta, e o tempo de reparação médio. Estimou-se que uma viatura tem um custo médio de reparação de 1030€ e um tempo de reparação médio de 3 dias. Tendo em conta que o aluguer de uma viatura de gama média tem um custo de 100€ por dia e que nos registos da base de dados do RSBL contém 434 viaturas danificadas entre 1990 e 2008, chegou-se a uma média aproximada de 43 viaturas afectadas por ano (os 10 anos sem registo de danos nas viaturas foram excluídos) e a um valor estimado de 57.190,00€ de custo médio total anual na cidade de Lisboa (os custos do processo ou outros custos não estão incluídos).

Dado que estes valores foram obtidos a partir de apenas 5 questionários a oficinas de reparação, foi necessário encontrar outros métodos para confirmar este resultado. Para isso foram contactadas 18 companhias de seguros que não responderam ao pedido efectuado. Num inquérito a um mediador de seguros, que trabalha com cinco companhias ligadas a seguros do ramo automóvel, foi-nos informado que não tinham conhecimento de nenhum pedido de pagamento de indemnização por queda de árvores em viaturas nos últimos anos. Daqui poder-se-ia concluir que todas as indemnizações referentes a estes processos são pagas unicamente pela CML, não havendo informação sobre as importâncias ou as condições de indemnização.

Efectivamente só o gabinete jurídico do DAEV pôde ceder alguma informação sobre o valor exacto das indemnizações pagas. Uma vez que essa informação não foi dada, em termos de valor final aprovado mas apenas informalmente, apresenta-se de seguida uma estimativa dos custos que uma viatura danificada pode atingir, sabendo que depende sempre do seu valor e da dimensão dos estragos. Os valores apresentados podem não corresponder ao efectivamente pago uma vez que foram obtidos a partir dos orçamentos

de 20 processos de viaturas danificadas por quedas de árvores, todos relativos ao ano de 2008 e abrangendo todos os meses do ano. Este estudo foi feito a partir da referida entrevista no DAEV em Agosto de 2010. Deste estudo obteve-se um valor médio de 1517€ por viatura, ao qual se podem acrescentar os 300€, já referidos para a viatura de aluguer. Recordando agora que sempre que são danificadas 43 viaturas por ano chegamos a um valor de 78.131€ de custo médio total anual. Posteriormente ao estudo anteriormente realizado e segundo informação mais recente do DAEV foram pagos, a título de indemnização por queda de árvores, 43.566,52 € (fonte: DAEV, Novembro de 2010) no ano de 2007, 138.038,26€ no ano de 2008 e 124.862,47€ no ano de 2009. Podemos assim chegar a uma média para os dois últimos anos de estudo de 90.802,39€, próxima do estudo anterior e de valor muito mais elevado em relação ao estudo obtido com o inquérito às oficinas. Se entramos com o ano de 2009 a média destes últimos três anos sobe para 102.155,75€, valor próximo do apresentado nos primeiros estudos deste trabalho (no Congresso de Riscos 2009, em Coimbra) que foi de 100 mil €/ano (Lopes e Ribeiro, 2009). Este valor deve ser ponderado no custo de manutenção das árvores de arruamento da cidade numa lógica de reflexão sobre se será mais vantajoso tentar cuidar do parque arbóreo ou pagar as indemnizações.

O valor final apurado (1817 € por viatura atingida) foi utilizado na elaboração dos mapas de risco, sendo este o valor patrimonial do dano.

#### **4.6 As quedas devidas ao vento forte vistas pela imprensa online**

Apesar deste capítulo não ter sido muito desenvolvido e parecer algo descontextualizado neste trabalho, decidiu-se apresentar os primeiros resultados de uma análise às notícias divulgadas nos “media” aquando da ocorrência de tempestades e eventos de vento forte. De futuro espera-se que esta primeira avaliação nos mostre a fiabilidade da informação difundida e a sua importância nos alertas realizados à população.

Das várias fontes de informação disponíveis a imprensa escrita online é de fácil acesso e é um meio privilegiado de difusão de informação na sociedade actual, uma vez que a informação é dada a cada instante, garantindo que as pessoas estejam esclarecidas sobre o que se passa no mundo. A leitura de jornais pode ser uma fonte importante dos episódios ocorridos, para além de ser possível datar os eventos cronologicamente e correlaciona-los com os registos “oficiais” (meteorológicos e estatísticos). Apesar de ser admissível que os jornais cometam erros de pormenor na informação fornecida parte-se do princípio que o jornalista que escreve a notícia confirma a credibilidade das suas fontes

e valida a informação obtida de forma que a probabilidade de transmitir informações erradas seja diminuta (Scanlon, 2002).

Este capítulo tem como objectivo observar a forma como os “media” descrevem as ocorrências de tempestades de vento forte quando existem danos materiais ou físicos provocados por quedas de árvores e verificar se há veracidade na informação apresentada, se o realce dado na notícia foi adaptado ao evento e se é possível confirmar a importância ou gravidade dessa notícia através da comparação das velocidades de vento e dos registos de intervenção do Serviço Nacional de Protecção Civil (SNPC) nos dias referidos nas notícias. Serve também para analisar a forma como são comentadas as ocorrências e a sua fiabilidade.

As tempestades de vento têm sido suficientemente referidas nos meios de comunicação. Com a generalização da internet, os principais jornais portugueses e mundiais disponibilizam gratuitamente muita informação sobre o tema, nos momentos imediatos à ocorrência de fenómenos atmosféricos extremos. Esta informação é por vezes sujeita a espaços de tempo reduzidos, entre a pesquisa e apresentação, nem sempre permitindo a sua confirmação por parte do jornalista (Lopes, 2003b), o que leva à possibilidade de existirem imprecisões, pelo que se deve ter cuidado na sua análise.

Este estudo foi elaborado com base em 85 notícias de diversas fontes da imprensa nacional (53 de vento forte e 32 de precipitação intensa e vento forte), entre 1999 e 2010, seleccionadas aleatoriamente e, inicialmente, com procura na internet através das palavras-chave “vento forte”, “queda de árvores” e “Lisboa”.

Em cada notícia foi recolhida a informação sobre a velocidade do vento, danos físicos e materiais, constrangimentos de trânsito, entidades e pessoas envolvidas no socorro, referências à previsão meteorológica, alertas da Protecção Civil, referências a catástrofe e críticas ao socorro (quadro 3).

A imprensa escrita relata geralmente as ocorrências de quedas de árvores através de notícias com um título elucidativo ou alarmante, normalmente seguido com um texto breve que inclui um resumo de elementos referentes aos acontecimentos, referências ao estado do tempo, alterações no quotidiano, prejuízos, informações técnicas e referências a entrevistas realizadas a elementos da Protecção Civil, Bombeiros ou IM. Quando ocorrem danos nas populações incluem-se mais pormenores e com maior adjectivação, nomeadamente em notícias referentes a situações ocorridas em pequenas localidades, algumas vezes com texto de teor mais “trágico”. De referir que a dimensão destas notícias também depende da data do acontecimento e se nessa data há ou não outras notícias, nacionais ou internacionais de manifesta importância a relatar e que as poderão relegar para segundo plano. Foram analisadas notícias com um mínimo de três linhas e um máximo de 85, sendo a média de linhas por notícia de 27.

Do total de notícias analisadas, 15 são referentes a eventos ocorridos no mesmo dia, ou dias, mas relatados em diferentes jornais ou agências noticiosas “online”.

Quadro 3 - Número de referências aos elementos avaliados nas notícias

Referências a:	Total	Exemplos de Danos, pessoal e entidades envolvidas, alertas e outras observações	%
Velocidade do vento	33		38,8
Danos materiais	73	Viaturas, casas, edifícios, árvores	85,8
Danos pessoais	22	4 mortos, 90 feridos	25,8
Constrangimentos de trânsito	47	Transportes públicos e particulares	55,3
Socorros e pessoal envolvido nos socorros	79	Bombeiros Voluntários; RSBL; Autoridade Nacional da Protecção Civil; Serviço Nacional Protecção Civil; PSP, GNR, INEM	92,9
Previsão meteorológica	37	Instituto de Meteorologia	43,5
Alertas à população pela Protecção Civil	17	11-amarelo; 3-laranja; 3-vermelho	23,5
Catástrofe	3	Referência no título ou pelo número de vítimas	3,5
Criticas ao socorro	5	Bombeiros e Protecção Civil	5,9
Notícias “sensacionalistas”	13	“Boatos” resultantes de avisos do SNPC ou descrição exagerada dos acontecimentos	15,3

Fonte: Agência Lusa; Agência Reuters; Destak/Lusa; DN; Expresso; iol Portugal Diário; JN; Publico; Rádio Renascença; TSF; (total de 85 notícias)

O destaque a “negrito” nos títulos ou subtítulos, para além de definir a ocorrência, é, desde logo, utilizado para realçar os danos materiais ou físicos e as alterações do quotidiano, em títulos como “queda de árvore mata”, “rajadas de vento superiores a 120km/h”, “pandemónio no trânsito” ou “Algarve inundado”, existindo por vezes algum sensacionalismo. Considerou-se “notícia sensacionalista” toda aquela que divulga a ocorrência de forma exagerada e explora o acontecimento com o intuito de causar impacto na sensibilidade das pessoas, situação a validar ou não com os dados do SNPC. O recurso a menções como “rajadas” e “mini tornado”, nem sempre confirmado pelo IM, são utilizadas quando a ocorrência é unicamente relativa ao vento, bem como “mau tempo” e “violência da força do vento” são utilizadas em relação ao vento e à queda de árvores. Nas notícias analisadas a velocidade do vento é geralmente apresentada em km/h.

Como já foi referido, as ocorrências são naturalmente mais aprofundadas ou noticiadas de acordo com a sua dimensão, em termos de consequências, e da existência ou não de outros motivos noticiosos mais ou menos importantes sob o ponto de vista informativo na lógica jornalística. Assim, nas notícias referentes aos temporais de vento, há referências

às previsões meteorológicas, duração dos alertas, ao sucesso ou insucesso das previsões do IM e às dificuldades do trabalho dos Bombeiros e Protecção Civil. Referem-se ainda o número de ocorrências e o local, por vezes com o pormenor do número de árvores caídas, local (rua) e hora da queda, com semelhanças à base de dados do RSBL, sendo possível a comparação. As referências mais frequentes são relativas à entidade que actua e pessoal envolvido nos socorros, aos danos materiais e aos constrangimentos de trânsito e suas implicações nas vias de comunicação e nos transportes, todas acima dos 50% de referências (quadro 3). Sempre que há danos físicos eles são relatados, pelo que o baixo valor de percentagem está relacionado, felizmente, com o facto de as ocorrências não fazerem demasiadas vítimas. Outro facto observado nesta análise são particularidades, como a queda de uma árvore isolada, ser muitas vezes comentada como o resultado do estado da árvore e não das condições meteorológicas extremas, particularmente o vento forte. Há ainda diferenças na descrição de pormenores utilizados entre os relatos da imprensa escrita e nas notícias referentes à TV ou rádio (via agência LUSA ou Reuters), uma vez que nestas os relatos são mencionados com maior detalhe. Quando o fenómeno é de nível nacional mencionam-se as “centenas de árvores que caíram” e fazem-se referências por distritos, sendo que na imprensa escrita destacam-se mais as árvores caídas e na TV e rádio há maior destaque para os alertas à população, sendo recorrentes as entrevistas a responsáveis da Protecção Civil para informações sobre estradas cortadas e posteriormente a elementos do IM para obter informações sobre previsões meteorológicas para os próximos dias.

No quadro 3 encontra-se o total de referências apuradas. Mais de um terço das notícias faz referência à velocidade do vento (38,8%), e a quase totalidade das notícias refere os danos materiais (85,8%) e mais de metade (55,3%) os constrangimentos de trânsito provocados pelo evento extremo, existindo uma elevada percentagem (43,5%) de referências ao IM, pelo que se procura o contacto com entidades idóneas para confirmar ou referir factos fidedignos nas notícias. Verifica-se também que não há grande tendência para notícias sensacionalistas [apenas 4 foram consideradas como tal <sup>(1)</sup>], uma vez que se confirma que todos os dias, em que foram noticiados danos, coincidem com o registo de numerosas ocorrências a nível nacional do SNPC (quadro 4)]. Verifica-se que sensivelmente num quarto das notícias há alertas da Protecção Civil à população (23,5%), existindo críticas ao socorro ou Protecção Civil em 5 notícias. Houve 3 referências a situações de catástrofe, duas delas coincidentes com 13 das notícias consideradas

---

<sup>(1)</sup> Apesar da subjectividade desta avaliação não foi possível no entanto validar as 4 notícias consideradas sensacionalistas uma vez que só foram disponibilizados dados das saídas do SNPC desde 2006.

sensacionalistas. A definição de catástrofe é um assunto controverso. No caso da EM-DAT consideram-se 4 critérios alternativos para a inclusão de um evento particular ser considerado catástrofe: (i) relato de 10 ou mais mortes; (ii) relato de 100 ou mais pessoas afectadas; (iii) pedido de assistência internacional; (iv) declaração de estado de emergência. Dos casos analisados, nenhum cumpre estes requisitos, pelo que o uso da palavra catástrofe nos “media” nos parece manifestamente exagerado.

A Protecção Civil desenvolve a sua actividade de forma hierarquizada desde o nível municipal ao nacional, articulando-se com congéneres internacionais. O conhecimento dos perigos que afectam os territórios e a sua localização e alcance são essenciais para o aperfeiçoamento do planeamento de emergência. Compete à Direcção Nacional de Planeamento de Emergência do SNPC promover e assegurar a monitorização dos riscos mais comuns, avaliar as vulnerabilidades perante situações de risco, desenvolver e manter o sistema nacional de alertas e aviso, e assegurar o desenvolvimento e coordenação do planeamento de emergência.

Quadro 4 - Acção do SNPC nos períodos citados nas notícias  
(alguns exemplos da magnitude das ocorrências)

<b>Períodos de Apuramento das notícias</b>	<b>Zonas afectadas</b>	<b>Causa: Vento (V); Precipitação (P)</b>	<b>Acção do SNPC (nº de ocorrências) Continente e Ilhas</b>
17 e 18-Fev-2006	Centro/Lisboa	V	690
2 a 4-Mar-2006	Continente	P/V	419
11 e 12-Mai-2006	Continente	V	12
20 a 22-Set-2006	Continente	P/V	233
25 e 26-Out-2006	Continente	P/V	446
23 e 24-Nov-2006	Continente	P/V	2223
4 e 5-Dez-2006	Continente (Lisboa/Coimbra)	V	456
17 e 18-Fev-2008	Continente	P/V	100
9 e 10-Abr-2008	Continente (Santarém)	V	108
27 e 28-Out-2008	Continente (Setúbal)	P/V	172
23 a 25-Jan-2009	Continente	P/V	1217
29-Jan a 1-Fev-2009	Continente (Lisboa)	P/V	892
22 a 23-Fev-2010	Continente (Lisboa) /Madeira	P/V	3357
25 a 27-Fev-2010	Continente	V	
7 e 8-Out-2010	Continente	V	257
27 a 30-Out-2010	Continente	V	200
6 e 7-Dez-2010	Continente	V	158

Fonte: Serviço Nacional de Protecção Civil (nº de ocorrências identificadas)

Normalmente são os Bombeiros Voluntários e os Sapadores Bombeiros que prestam o auxílio mais imediato as populações mas é a Protecção Civil que mais vezes é citada nas notícias. O facto dos bombeiros estarem integrados na estrutura da Protecção Civil Nacional origina que efectivamente seja o órgão máximo a fornecer a noticia.

Só existem registos informatizados a partir de 2006. Depois desta data os dados são registados pela Autoridade Nacional da Protecção Civil identificando a ocorrência, data e hora, descrição, nome do distrito, concelho, freguesia e local da ocorrência. Verificou-se que todos os períodos de dias relacionados com as notícias e para os quais se solicitaram dados ao SNPC existiram de facto inúmeros registos de ocorrências. Evidencia-se um máximo de ocorrências registadas pelo SNPC no continente nos dias 24 a 26 de Dezembro de 2006, com 2223, e no período de 22 a 27 de Fevereiro de 2010 com 3357 no continente e ilhas. A ênfase dada nas notícias nestes períodos esteve de acordo com a realidade. Pelo lado oposto está o período de 11 e 12 de Maio de 2006 com apenas 12 ocorrências identificadas no continente, pelo que nestes dias terá sido exagerada a importância dada nas notícias sobre ventos fortes.

Por vezes os avisos ou alertas do SNPC e a interpretação dos “media” podem gerar alguma ansiedade na população. O dia 7 de Dezembro de 2000 ajudou a comprovar isso mesmo, bem como que o vento muito forte poderá ser um factor de ansiedade para a maior parte dos habitantes das cidades, principalmente se outros factores condicionarem a atitude das pessoas diante das intempéries. Neste dia foi noticiado que Lisboa e Porto viveram um pesadelo como há muito tempo não lhes acontecia. Os muitos avisos de mau tempo e o pensamento de que tudo iria piorar com ao anoitecer deixaram a população ansiosa. Estava dado o alarme e o grande Porto passou uma tarde de expectativa. Um rumor, lançado a meio da tarde, fez com que a cidade tivesse um enorme engarrafamento. No entanto esta informação não foi consequente, já que o aviso do SNPC, que divulgara algumas advertências gerais, designadamente quanto aos cuidados a ter com os materiais “mal fixados, para que face à força do vento não possam ser projectados” (Jornal de Notícias), foi interpretado pelos “media” como o prenuncio de uma tempestade muito forte que se aproximava do território Nacional. Afinal as rajadas de vento não ultrapassaram 80 km/h, não se tendo justificado a situação de pânico nas principais cidades portuguesas (Lopes, 2003).

No quadro 5 apresentam-se 28 das 33 notícias onde foi referida a velocidade do vento nas notícias (quadro 3), podendo por isso ser comparada com a velocidade do vento na estação meteorológica de Lisboa/Gago Coutinho (L/GC). O objectivo é verificar se as velocidades citadas nas notícias estão próximas das reais, registadas pelas estações meteorológicas. Os valores de velocidade de vento da estação L/GC foram convertidos para km/h, unidade da velocidade apresentada nas notícias.

Quadro 5 - Comparação entre velocidade do vento noticiada e registada na estação meteorológica de Lisboa/Gago Coutinho

Nº de ordenação da notícia	Dia	Velocidade do vento noticiada (Km/h)	Velocidade máxima horária do vento (registada no dia da ocorrência) Estação de Lisboa/Gago Coutinho (Km/h)
1	17OUT99	60	50,4
2	19OUT99	100	43,2
3	21OUT99	90	32,04
4	22OUT99	100	32,04
5	22OUT99	90	32,04
6	24OUT99	80	32,04
8	26JUN00	85	25,02
10	07DEZ00	80	46,8
12	07DEZ00	120	44,8
16	23DEZ00	120	21,6
17	28JAN01	100	39,96
20	14NOV02	80	25,2
22	27DEZ02	100	83,88
25	28DEZ02	100	24,92
29	12ABR03	130	63
31	04DEZ03	150	42,12
40	19OUT04	90	83,88
43	18FEV06	90	91,08
44	18FEV06	90	91,08
46	03MAR06	100	55,8
47	04MAR06	100	77,04
51	22SET06	70	48,96
54	24NOV06	120	91,08
60	10ABR08	200	69,84
70	01FEV09	90	63
72	01FEV09	100	63
73	01FEV09	140	63
80	18FEV08	90	34,92

Quando há uma notícia sensacionalista não quer dizer que não haja fundamento para a notícia ser relatada com alguma ampliação, mas isso não deveria ser motivo para o exagero, podendo estar aqui implícita a tentativa de vender mais jornais ou ter audiência superior. Pode-se concluir que o sensacionalismo de uma notícia se inicia logo no seu título, como são exemplo: “Tufão varre Vila de Fanzêres e deixa cenário de catástrofe” ou “Ventos fizeram voar camião de seis toneladas em Gondomar”, e continua depois com os adjectivos e descrição no corpo da notícia, com relatos de como as estruturas ficaram “... emaranhado de cabos, e postes eléctricos, troncos e ramos de árvores...”, ou com entrevistas a testemunhas dos acontecimentos, “...Henrique Pais, residente em Alcanena...foi como se entrasse de imediato num inferno...”.

Tendo em conta que a percentagem de notícias consideradas sensacionalistas é de 15,3% (quadro 3) e verificando o número de saídas do SNPC (quadro 4) nas duas notícias possíveis de confrontar, com datas de 26 de Outubro de 2006 e 8 de Outubro de 2010, respectivamente 446 e 257, poder-se-á concluir que por vezes existe algum exagero na forma como algumas notícias são transmitidas. Dos dados disponíveis apresentados no quadro 4 verifica-se que existe um período com um máximo de 3357 saídas (embora relativo a 5 dias), e um mínimo de 12 saídas, pelo que os números anteriores não se podem considerar elevados, confirmando também o exagero na forma de transmitir a notícia. Relativamente ao quadro 5 verifica-se que as velocidades referidas nas notícias estão quase sempre acima dos valores registados na estação de L/GC, sendo que na maioria os valores estão 50% ou mais acima do valor registado nesses dias, pelo que são poucos os valores registados que se aproximam dos valores relatados, à excepção de duas situações ocorridas a 18 de Fevereiro de 2006, onde o valor é concordante.

A figura 23 complementa o quadro 5 e apresenta as diferenças entre a velocidade noticiada e a velocidade máxima horária do vento registada no dia da ocorrência na estação meteorológica L/GC. Observa-se que apenas 12 das 28 notícias têm o valor da registada a atingir os 50 Km/h e pelo contrário as velocidades noticiadas todas estão acima desse valor. De resto confirma-se o grande desfasamento entre as velocidades

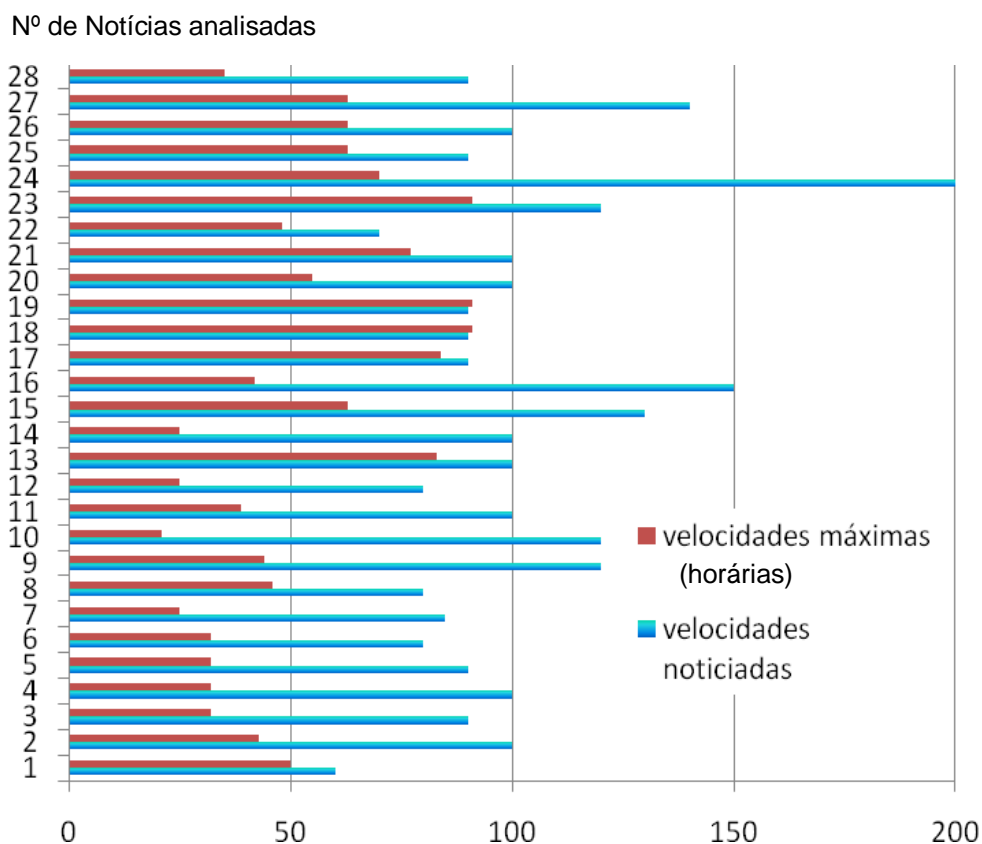


Figura 23 – Diferença entre velocidades noticiadas e velocidades máximas horárias na estação meteorológica Lisboa/Gago Coutinho

noticiadas e as registadas, como é exemplo a notícia 24 (ordenada com o nº 60 entre as 85 analisadas), com 200 km/h noticiados e aproximadamente 70km/h registados na estação de L/GC. As diferenças assentam muito possivelmente na informação difundida: os “media” provavelmente difundem os valores de rajadas máximas, valor muito diferente dos valores máximos das médias horárias registados na estação de L/GC.

Conclui-se que os alertas não são difundidos da forma mais precisa nos “media”, estando por vezes pouco adequados os avisos às populações. Recolhem informações do IM e do SNPC e difundem-na sem obedecer a um critério rigoroso ou científico, levando a alguns exageros que podem provocar situações como a de caos vivido no caso do exemplo que se apresentou ocorrido a 7 de Dezembro de 2000. Os “media” devem por isso adaptar e harmonizar uma linguagem na forma de relatar os avisos e alertas às populações, mais uniforme, informando sem sensacionalismo e sem a preocupação se o título ligado à notícia pode aumentar a “audiência” ou venda do jornal.

#### **4.5 Análise de risco de quedas de árvores em Lisboa**

Segundo Rebelo (2001) o termo risco começou a ser utilizado ainda antes de ser considerado como ciência. Inicialmente a noção de risco surge aliada a causas naturais mas actualmente já é visto numa dimensão humanizada, como por exemplo o risco de sofrer um acidente. Presentemente é indispensável analisar o risco com o saber específico e a percepção de compreender as conjunturas físicas e humanas do território. Torna-se por isso essencial a utilização dos Sistemas de Informação Geográfica na avaliação do risco, prevendo-se que no futuro seja uma das linhas de pesquisa em progresso na interligação entre Geografia Física e Humana (Rebelo, 2000).

O homem modificou o que era a dinâmica natural do planeta terra, caracterizada por risco de “sismos, erupções vulcânicas, tsunamis, cheias, movimentos de vertente, tornados e furacões”, em eventos geofísicos que provocam hecatombes e tragédias naturais. É o que sucede quando estas calamidades coincidem, no tempo e área de impacto, com as vulnerabilidades do território materializadas, por exemplo, nas fracas condições de habitação (Ayala, 2002). Os perigos naturais ocorrem por todo o planeta, e são autónomos ao grau de progresso de cada povo. No entanto, as comunidades mais limitadas em termos económicos e sociais são as que mais sofrem e que mais lentamente recuperam dos prejuízos directos dos desastres naturais (Lopes, 2003b), embora sejam os países mais ricos aqueles em que os custos económicos resultantes são mais elevados (EM-DAT).

Segundo Navarro e Cardoso (2005), a análise do risco e a sua compreensão são realidades diferentes, sendo a primeira mais objectiva e a segunda mais subjectiva por ser fundada nas experiências pessoais.

Genericamente, ao analisar o risco, reconhecem-se os possíveis perigos derivados de um evento e investigam-se as vulnerabilidades das populações e territórios. O risco perdura em função da persistência de uma ocorrência, sua gravidade e efeito, sendo a variabilidade e severidade que decide as classes de riscos (Glatron, 1999).

A análise do risco é pois relevante para o controlo dos próprios impactos, uma vez que se admite que se pode baixar a repetição e severidade dos seus efeitos (Queiroz, 2000).

Segundo Zêzere (1997) e Rodrigues (1998) a perigosidade é a tradução em português mais ajustada de "hazard". Zêzere (2005) define perigosidade natural como a "probabilidade de ocorrência de um fenómeno natural adverso potencialmente destruidor, num determinado período de tempo e numa dada área", e vulnerabilidade como o "impacto de um fenómeno adverso na sociedade, que pode ser medido pelo grau de perda de um elemento vulnerável ou conjunto de elementos vulneráveis em risco (populações, equipamentos ou vias de comunicação)". O risco será como a "possibilidade de ocorrência de consequências gravosas, económicas ou mesmo para a segurança das pessoas, em resultado de um desencadeamento de um fenómeno natural ou induzido pela actividade antrópica", ou seja, o "produto da perigosidade pela vulnerabilidade de um elemento ou conjunto de elementos em risco".

As explicações dadas sobre os riscos climáticos que atormentam os habitantes dos espaços urbanos e suas consequências, são diversas e polémicas. Sendo o risco uma "medida da probabilidade e intensidade do perigo" (Tobin, 1997), entende-se que nas zonas urbanas a quantidade de eventos que eventualmente causam perdas tenha subido em proporção com o desordenamento territorial. A vulnerabilidade das metrópoles face aos riscos climáticos aumenta na relação directa da "negligência urbanística", de acordo com o lugar e a colocação geográfica. Sendo o risco o produto do acontecimento pela vulnerabilidade, se esta for fraca ou não existir, não haverá risco, se existirem acontecimentos com regularidade, estes podem originar prejuízos consideráveis que se agravam com o subida da vulnerabilidade.

O território deve ser estudado ponderando os riscos envolvidos e nenhum pode ser calculado se ponderar as grandezas espaciais (Queiroz, 2009a). Cutter, *et al* (2000) chamam atenção para a grande quantidade de infra-estruturas e o elevado número de pessoas que habitam em zonas de risco. Segundo Julião *et al* (2009), a "cartografia de risco" é um utensílio fundamental para a execução dos "objectivos operacionais da Protecção Civil e para a elaboração dos Planos Municipais de Emergência (PME). A identificação e localização, dos perigos que atormentam as sociedades, permitirá delimitar

as “dinâmicas naturais e antrópicas com tradução territorial” Julião *et al* (2009), que hoje podem ser introduzidas em dados espaciais nos SIG. Os mapas de risco podem assim ter neste campo uma grande contribuição para os PME.

Neste sentido este trabalho pretende ser um contributo para a elaboração de planos que contemplam o risco de queda de elementos urbanos com vento forte.

Ainda não é conhecido o estado de fitossanitário das árvores que compõe o parque arbóreo da cidade (fig. 24), sendo que este é também um factor de risco para as pessoas e bens em caso de tempestades, como é exemplo a notícia do “Público” de 29 de Outubro de 2001, quando o vento forte provocou a queda de cerca de uma dezena de árvores, nas Avenidas de Roma, Brasil, Rio de Janeiro e Estados Unidos da América, com danos em algumas viaturas (Lopes, 2003a).

#### **4.5.1 Localização de árvores de rua, de quedas de árvores e de viaturas atingidas**

A fig. 24 mostra o parque arbóreo da cidade de Lisboa, onde se pode verificar a zona central da cidade (Av. da República, as ruas perpendiculares a ela, o Parque Eduardo VII e a Av. da Liberdade), uma área a Oeste, a zona de Benfica, e a Nordeste entre as Avenidas Infante Dom Henrique e Dom João III, Olivais, Chelas e ainda a zona do Oriente, como áreas de elevada densidade de árvores. O Parque de Monsanto não é considerado nesta exposição, uma vez que as quedas que ocorrem no seu interior nem sempre são alvo de chamadas para o RSBL.

Na fig. 25 mostram-se os locais de queda de árvores registadas entre 1990 e 2008, com uma propensão para as quedas acontecerem ao longo das ruas e avenidas que ligam o Campo Grande à Baixa no eixo entre os bairros de Campolide, Campo de Ourique e Alcântara, na parte Nordeste da cidade entre os bairros da Encarnação e Norte de Chelas e ainda na Freguesia de Benfica (Lopes *et al*, 2008b).

Na fig. 26 apresentam-se os locais de quedas que atingiram viaturas estacionadas na via pública. De um modo geral estão dispersos pela cidade embora se verifique maior concentração em duas zonas: uma que abrange a Av. Brasil, Av. de Roma e Av. da Igreja e outra entre a Av. João XXI e Av. da Republica, locais onde as árvores de rua predominam.

Numa análise das quedas por freguesia expressa na fig.27 (Lopes *et al*, 2009) verificou-se que há mais quedas nas freguesias onde existem mais árvores, salvo algumas excepções, como são os casos de Marvila e Olivais, com um número elevado de árvores e um baixo número de ocorrências. Num estudo mais aprofundado, estas excepções poderão, eventualmente, ser explicadas pelas espécies de árvores lá existentes e seu grau de vulnerabilidade, estado fitossanitário e idade.

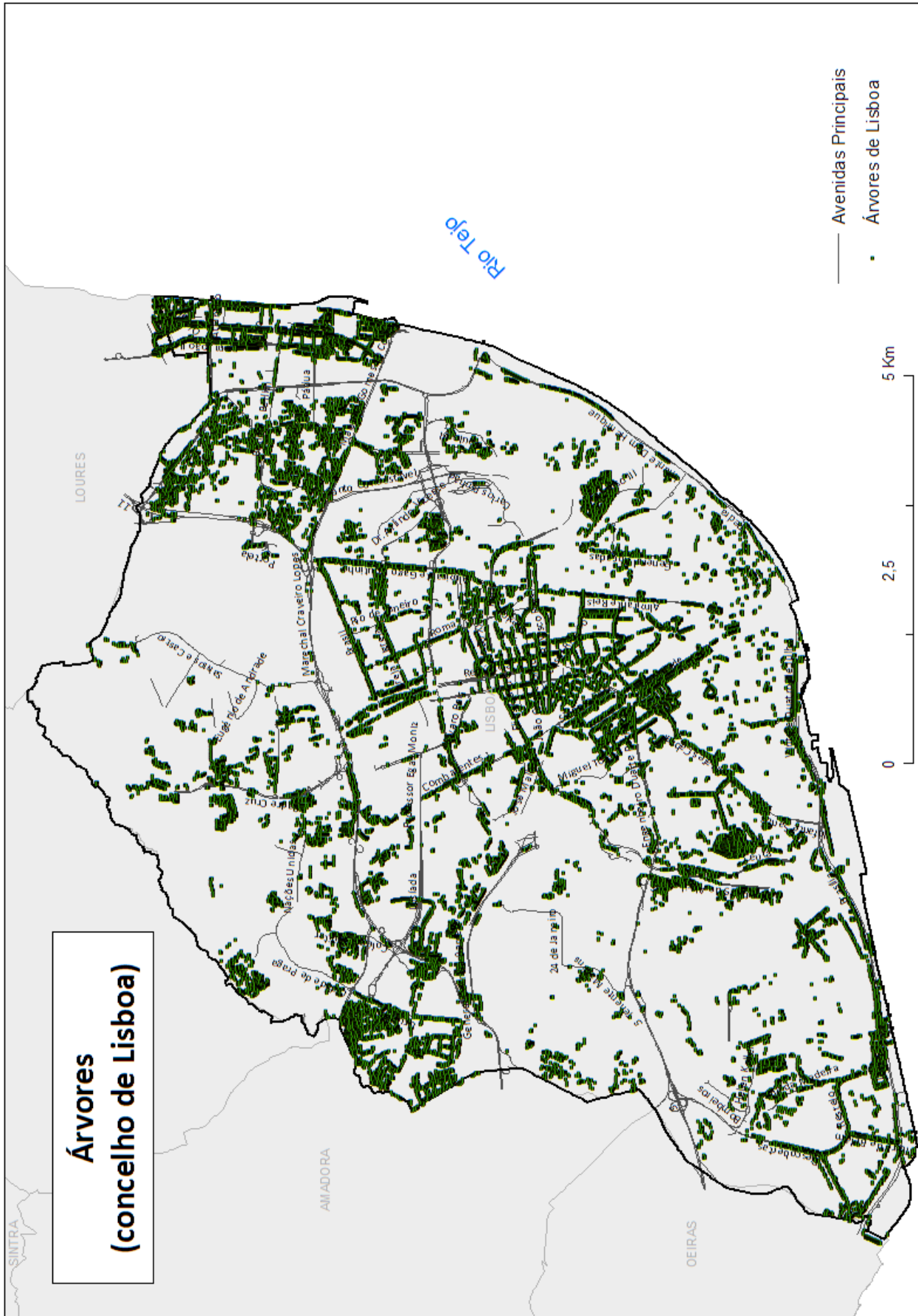


Figura 24 - Localização de árvores no concelho de Lisboa





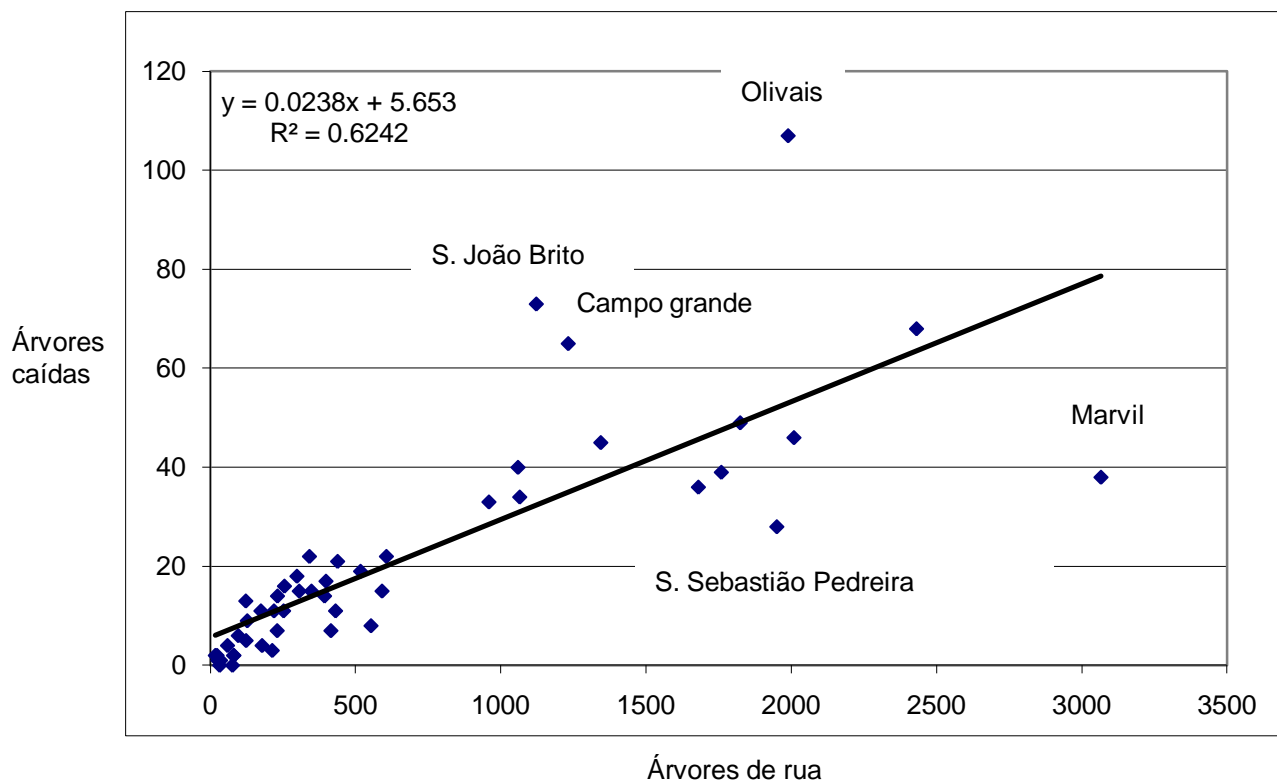


Figura 27 – Correlação entre as árvores de rua e as árvores caídas

#### 4.5.2 Avaliação da Perigosidade, Vulnerabilidade e Risco de quedas sobre viaturas

Em relação aos três mapas que serão apresentados (perigosidade, vulnerabilidade e risco) é devida a seguinte explicação: é possível que surjam quadrículas que representam valores fracos quando existem algumas quedas e viaturas atingidas, ou ainda com cor de classe mais elevada quando existem na quadrícula poucas quedas ou poucas viaturas atingidas. A razão destas situações prendem-se com vários factores, nomeadamente pode acontecer que duas ocorrências tenham sido provocadas pela mesma árvore (por exemplo duas pernas dessa árvore terem afectado viaturas em dias diferentes). Pode também ocorrer o caso de uma árvore atingir mais de uma viatura na mesma queda. Existe ainda a possibilidade de uma quadrícula com elevado número de árvores, por exemplo 100, ter registado 10 ocorrências, e uma quadrícula com apenas 10 árvores ter registado 2 ocorrências. Nesta situação teríamos o segundo caso com valor de perigosidade mais elevado, mesmo tendo menos árvores e menos quedas. Para minimizar este problema efectuaram-se algumas tentativas de ponderação que não afectaram os resultados finais, pelo que foram abandonadas. Existem ainda outros casos particulares que, por erro de localização das árvores ou das quedas, não foram identificados.

De seguida serão apresentados três mapas: perigosidade ou probabilidade de quedas de árvores, vulnerabilidade e risco de viaturas serem atingidas por quedas de árvores. Depois apresentam-se os resultados por rumos de ventos fortes mais frequentes, Nortada, Norte e Noroeste e Sul e Sudoeste (resultante da análise exposta na secção 4.2.3).

No que diz respeito à perigosidade é de referir que numa quadrícula onde existam poucas árvores e tenha caído a maior parte, esta situação fará subir o seu índice. Na vulnerabilidade quando se dá a situação de uma árvore atingir mais que um carro também irá elevar o índice. Os mapas de risco reflectem o dano e a perigosidade, uma vez que o seu cálculo resulta da multiplicação do custo (vulnerabilidade x dano) pela perigosidade.

A fig. 28 reflecte a perigosidade tendo em conta o número de árvores em cada quadrícula. É possível identificar a perigosidade mais elevada em quatro áreas coincidentes com o estudo anterior (Lopes *et al*, 2008b). A principal num eixo central, com orientação Norte/Sul, entre o Aeroporto e a Baixa, entre os bairros de Alvalade e Avenidas Novas. A zona de perigosidade mais elevada ocorre sobretudo entre a Av. da Liberdade e Campo Grande (área 1 na fig. 28). A segunda área situa-se um pouco para a Sudoeste do referido eixo, entre Campo de Ourique e a Av. Infante Santo, calçada da tapada (Rua D. João de Castro) com perigosidade média (2 na fig. 28). As outras duas áreas situam-se a Nordeste, nas freguesias de Olivais e Chelas (3 na fig. 28) e a Oeste, em Benfica e São Domingos de Benfica, com perigosidade média (4 na fig. 28). Estas áreas são, na generalidade, coincidentes com zonas de densidade arbórea mais elevada, como se pode observar na fig. 24 (mapa de menor escala), confirmando que se ocorrem mais quedas nas freguesias onde existem mais árvores, logo a perigosidade será maior.

A fig. 29 reproduz a vulnerabilidade de acordo com número de ocorrências registadas por quadrícula, sendo os pontos a negro referentes às viaturas atingidas., Verifica-se uma área de maior vulnerabilidade que ocorreu no, já referido, eixo Baixa/Campo Grande (área em destaque na fig. 29) coincidente com a mancha de pontos negros do mapa de menor escala, respeitante às quedas de árvores, ramos e pernas. Outras zonas com valor de vulnerabilidade mais baixo, nos Olivais, Benfica, Castelo e São Vicente.

A fig. 30 apresenta o risco tendo em conta a probabilidade, a vulnerabilidade e o custo por viatura atingida. Os pontos a negro representam as quedas e os azuis, que os envolvem, as viaturas atingidas, sendo o padrão de risco muito semelhante ao da vulnerabilidade.

Efectivamente é possível enquadrar as áreas de risco médio, elevado e muito elevado, em três das já citadas áreas de perigosidade mais elevada. São elas o eixo central, com orientação Norte/Sul, entre o Aeroporto e a Baixa (risco médio, elevado e muito elevado), nas freguesias de Olivais e Benfica (risco médio), verificando-se que o risco é mais elevado nas zonas de maior concentração de quedas e viaturas atingidas (mapa de menor escala).



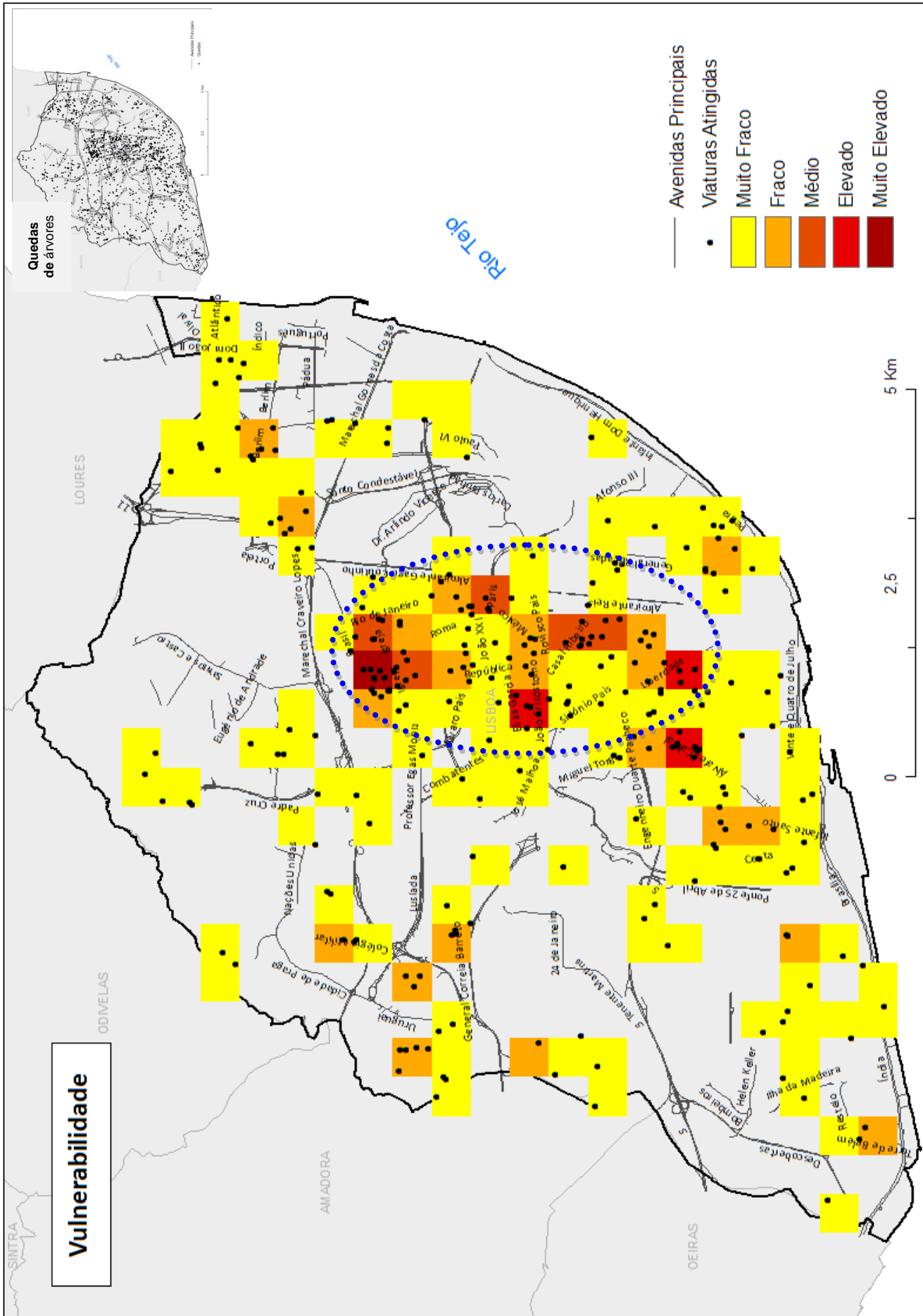


Figura 29 – Vulnerabilidade entre 1990 e 2008 (todas as direcções de vento forte incluídas)



Na análise do risco de quedas por rumos apenas se apresentam os mapas finais de risco para evitar a repetição, já que os padrões são semelhantes. A divisão das ocorrências pelos três mapas faz parecer que não há ligação entre o mapa de risco geral onde todas as direcções foram consideradas e os mapas de risco por rumos. Para a construção dos mapas por direcções de rumos os dados são decompostos e há menos ocorrências para as operações de cada quadrícula embora neste caso, se registassem 242 quedas de rumo Norte, com a particularidade de 108 serem meses de Verão (Nortada).

Apesar de se verificarem três quadrículas de risco elevado e muito elevado, o mapa de risco referente à Nortada apresenta, em geral, poucas áreas de risco e muito dispersas (que se podem dever aos casos particulares já referidos na secção 4.5.2).

Pode-se desde logo concluir que há menos risco das quedas afectarem as viaturas com a Nortada, para além de que este regime faz cair mais ramos e pernadas do que árvores. A classe de risco elevado e muito elevado, corresponde a quedas que atingiram viaturas sobretudo no mês de Julho (65 quedas e 25 viaturas atingidas).

Os ventos fortes de Norte e Noroeste nos outros meses do ano ocasionaram 467 quedas. No mapa de risco referente a este rumo é possível identificar maior densidade no Norte da cidade, na freguesia de Chelas, e no eixo entre Avenidas Novas até Campo de Ourique. Verifica-se ainda risco muito elevado na freguesia da Ajuda que, ao ter menos árvores e mais quedas e viaturas atingidas, ocasiona o aparecimento de classes de risco elevado, devido à probabilidade elevada.

Os rumos Sul e Sudoeste ocasionaram 794 quedas. No mapa de risco referente a este rumo verificam-se poucas zonas de risco elevado e muito elevado e maior número de zonas de risco fraco e muito fraco. Não obstante a área central da cidade apresentar maior agrupamento de áreas com destaque de risco elevado na zona do Campo Grande.

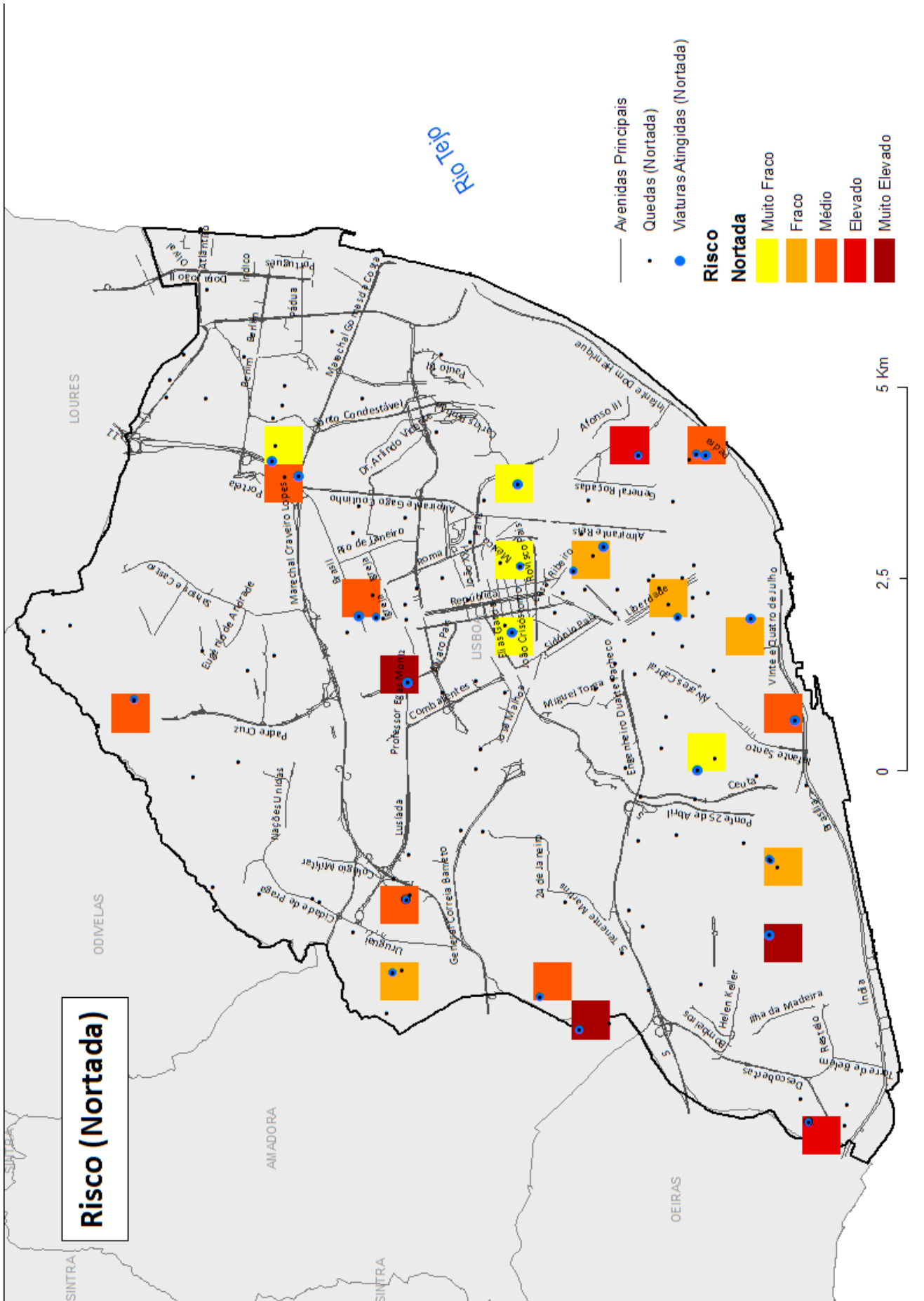


Figura 31 – Risco de queda de árvores sobre viaturas em situação de Nortada entre 1990 e 2008

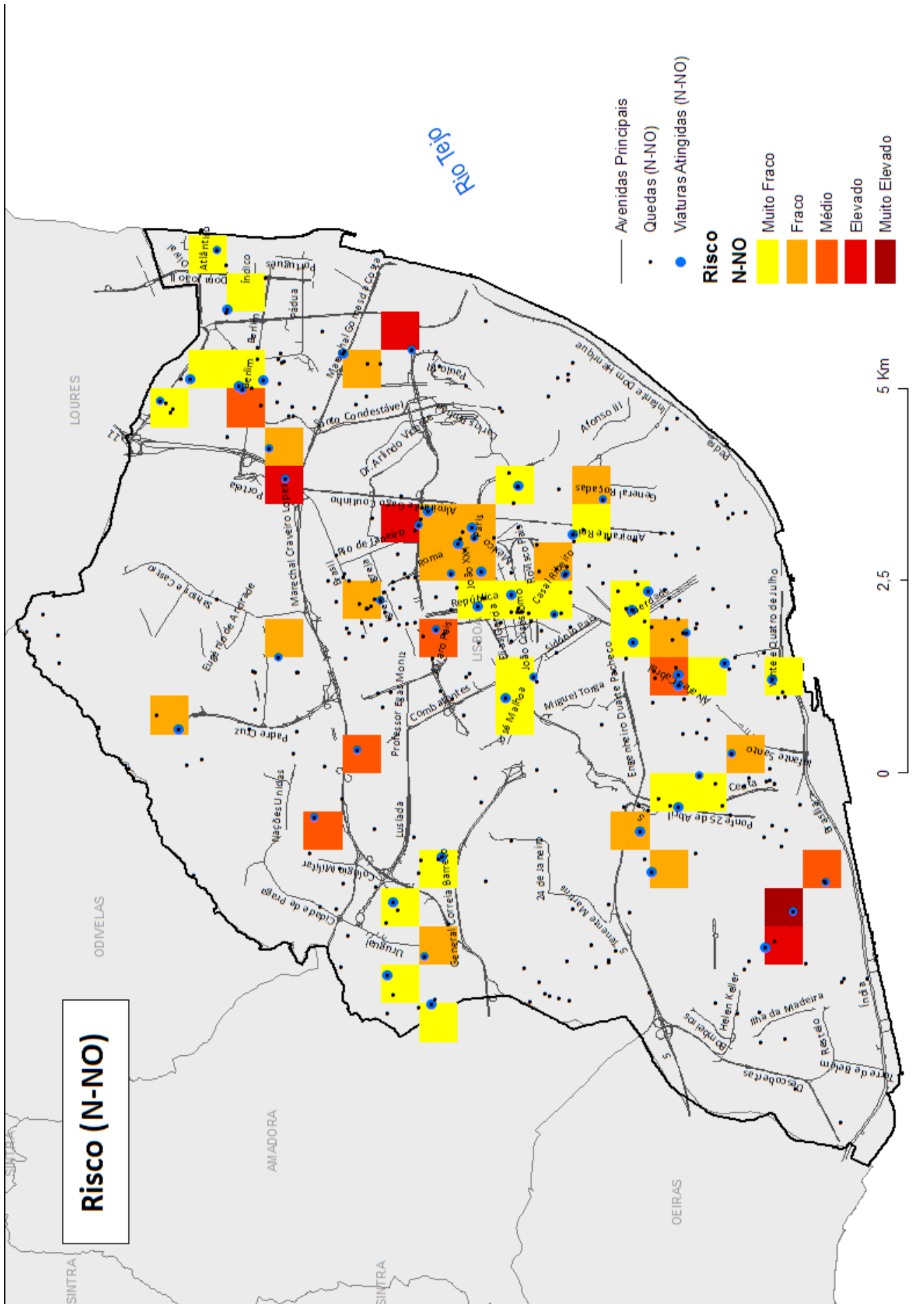


Figura 32 – Risco de queda de árvores sobre viaturas em situações de vento forte de N e NO entre 1990 e 2008

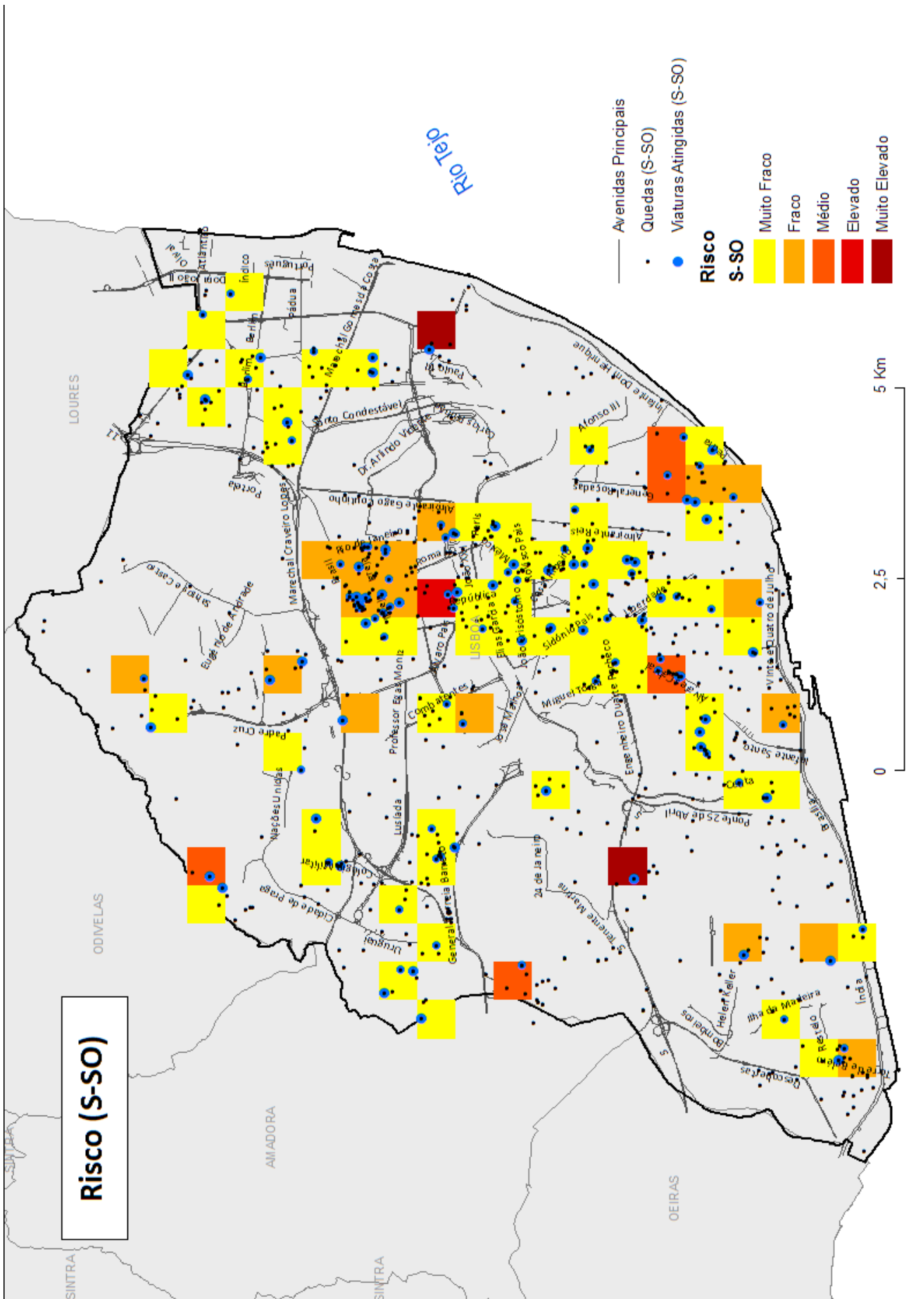


Figura 33 – Risco de queda de árvores sobre viaturas em situações de vento forte de S e SO entre 1990 e 2008

## 5. CONCLUSÕES

É muitas vezes citado que o clima ou os fenómenos meteorológicos extremos são os responsáveis por algumas das “catástrofes que nos afectam”, mas a verdade é que a tecnologia actual não nos consegue ainda “proteger” de tudo o que nos atormenta em termos ambientais (Mileti, 1999). Para se reduzirem as perdas económicas e humanas há que criar condições para a redução da vulnerabilidade, e ao mesmo tempo, encontrar medidas de adaptação para reduzir a exposição ao risco.

Algumas declarações consultadas nas notícias online confirmam o modo como tem sido interiorizada a ideia de que a culpa é das catástrofes com que vamos sendo confrontados, “Precipitação originou prejuízos...”, “furacão matou...”, “queda de árvore esmagou...”, são alguns exemplos. É neste panorama que se deve debater a noção de risco climático em áreas urbanas, tendo em conta que há mais responsabilidade da falta de planeamento e ordenamento do território que propriamente “do clima”.

A inclusão de estudos de análise do risco é muito útil para fundamentar os rumos de resolução dos problemas, pois pode justificar a direcção seguida e facilitar a compreensão das determinações no espírito das pessoas que enfrentam os riscos. Segundo Queiroz (2007), “num contexto de sociedade de risco” (consciência que o individuo tem do risco, Beck, 1992, 1994, 1999), as novas tecnologias de comunicação obrigam a intervenção da competência pública a envolver e informar a população dos procedimentos de resolução e de gestão dos problemas.

Com esta dissertação cumpriu-se o objectivo de dar continuidade ao estudo deste tema, avançando-se no conhecimento dos efeitos do vento forte nas ruas de Lisboa e nos danos que as árvores podem provocar ao caírem sobre as viaturas estacionadas nas vias públicas. Neste trabalho foi feita a actualização da base de dados das quedas de árvores registadas pelo RSBL entre 1990 e 2006, com as quedas de 2007 e 2008.

Os objectivos gerais a que nos propusemos estudar podem-se sintetizar nos seguintes tópicos:

- Quantos eventos de vento forte ocorrem anualmente na cidade de Lisboa e estarão eles a aumentar?
- Existem algumas ruas que pela sua orientação e número de árvores estejam mais vulneráveis às tempestades de vento que atingem a cidade?
- Estão os “media” a participar na divulgação destes eventos da forma mais correcta?

Em face do quadro de partida apresentado, podem-se levantar ainda as seguintes questões:

- É possível minimizar os danos causados pela queda de árvores?
- Face aos prejuízos deve-se investir no cuidar do parque arbóreo ou continuar a pagar as indemnizações?

O primeiro passo para responder a estas e outras questões é o objecto central desta dissertação que consistiu no estudo de uma base metodológica para avaliar o risco das quedas atingirem viaturas a partir da elaboração de mapas de perigosidade e vulnerabilidade dos locais mais expostos. Este ponto de partida poderá servir, futuramente, para a proposta de medidas que minimizem os danos provocados pelas quedas de árvores e potencialmente estender-se a outros elementos urbanos que possam cair durante estes episódios extremos.

A queda de árvores, ramos e pernadas continua a ser frequente na cidade de Lisboa, tendo-se verificado que se manteve uma tendência de subida das ocorrências nos dois anos estudados com mais pormenor (2007 e 2008) e que continua a ser no Outono, e especialmente entre Outubro e Dezembro, que se verifica a maior parte das quedas. Na verdade, apesar de acrescentarem bastante informação no que diz respeito a quedas e viaturas atingidas, pode-se concluir que os anos de 2007 e 2008 não alteraram significativamente os padrões em relação aos anos anteriores. O aumento de quedas poderá estar ligado aos tipos de árvores plantadas e à sua idade, ao seu grau de vulnerabilidade e ao crescente nível de poluição a que estão sujeitas, diminuindo-lhe o tempo de vida. No entanto, não estando ainda apuradas as causas fitossanitárias que podem originar as quedas de árvores, o vento continua a ser o maior elemento desencadeador (Lopes e Ribeiro, 2009).

Os parâmetros estudados e os padrões de quedas observados permitem concluir que continuam a ocorrer mais quedas onde existem mais árvores de rua, e por conseguinte mais viaturas atingidas, aumentando o risco de danos materiais. A abordagem às quedas de árvores por direcção de rua permitiu observar que é nas ruas com orientação Norte/Sul que se verificam mais ocorrências.

Na análise dos eventos de vento forte entre 1990 e 2008, verificou-se que em média ocorrem 53 eventos de vento forte por ano, e apesar do período estudado ser ainda muito pequeno para se verificar uma regra, observou-se a existência de dois ciclos de 4 a 5 anos de diferença, entre valores máximos e mínimos, nos eventos. Não há uma relação directa

entre as quedas e o número de tempestades anuais. No entanto, parece verificar-se um desfasamento entre o número de quedas e os anos de maior número de eventos extremos, o que se poderá ficar a dever ao facto das árvores ficarem mais fragilizadas em anos de mais eventos de vento forte e caírem dois a três anos depois.

De um modo geral verificou-se que caem mais árvores durante as tempestades de vento (Sul e Sudoeste e Norte e Noroeste), enquanto com o regime de Nortada a queda de árvores é pouco frequente, caindo mais ramos e pernadas.

Durante o período estudado (1990-2008) verificou-se que é nas ruas com orientação Norte/Sul que há mais quedas, coincidindo com as principais direcções dos ventos fortes. Nestas situações, as ruas com orientação Oeste/Leste estão mais abrigadas. Em termos gerais há mais quedas com os ventos fortes de Sul e Sudoeste, e em termos estacionais nos rumos do quadrante Norte e Noroeste no Verão.

As quedas com danos em viaturas representam 16% do total das quedas. Os rumos Sul e Sudoeste são o que apresentam mais viaturas atingidas com predominância para os meses de Outubro a Dezembro, havendo em média uma viatura danificada por cada dois eventos.

Avaliou-se o custo médio por viatura danificada em 1817€, valor que serviu de base na avaliação dos danos e conseqüentemente no risco de quedas sobre as viaturas. As quedas atingem viaturas principalmente nas avenidas mais arborizadas no eixo entre o Aeroporto de Lisboa e a Baixa, em Campo de Ourique, Castelo e São Vicente, Olivais, e em Benfica.

Foram elaborados mapas de perigosidade, vulnerabilidade e risco de quedas de árvores e pernadas sobre as viaturas. Com os mapas apresentados obteve-se uma imagem das zonas de maior perigosidade, vulnerabilidade e risco de queda de árvores e consequentes danos na cidade de Lisboa.

Tendo em conta todas as situações de vento forte, foram identificadas quatro áreas principais de perigosidade: uma situada no eixo central da cidade, onde se incluem as ruas e avenidas existentes entre o Aeroporto e a Baixa Lisboeta. As principais avenidas arborizadas neste eixo (Brasil, Igreja, Roma, EUA, João Crisóstomo, Casal Ribeiro, Duque de Ávila e Marques de Pombal, Fontes Pereira de Melo e Liberdade) são as áreas onde se concentra o maior número de viaturas atingidas; outra na área de Campo de Ourique (com prolongamento para a Av. Infante Santo); e outras duas nas freguesias de Olivais e Chelas, e nas freguesias de Benfica e São Domingos de Benfica.

O mapa de risco é semelhante ao mapa de vulnerabilidade, verificando-se risco mais elevado nas zonas de maior número de quedas e de viaturas atingidas, correspondendo ao já citado eixo Aeroporto – Baixa.

Os mapas de risco por direcções de vento forte permitiram identificar os rumos Sul e Sudoeste (794 quedas, 209 viaturas atingidas) e Norte e Noroeste (467 quedas e 131 viaturas atingidas), como os que representam maior risco. Com o regime de “Nortada” no Verão o risco não é significativo.

A partir da análise das notícias referentes aos eventos extremos de vento forte concluiu-se que a informação não é difundida com precisão e os alertas às populações não são os mais adequados, havendo, por vezes, algum exagero na divulgação dos eventos e pouco critério nos dados fornecidos. Em grande parte dos casos prevalece sensacionalismo noticioso em detrimento da objectividade factual.

O município Lisboa continua a não investir no tratamento e melhoramento do parque arbóreo, nomeadamente nas árvores de rua, preferindo o pagamento dos prejuízos causados pelas tempestades de vento, quando, eventualmente, é dada como provada a sua inteira responsabilidade (o que nem sempre ocorre). A falta de meios para esse investimento e a grande área da cidade justifica por vezes esse princípio, sendo por isso importante encontrar formas de minimizar os danos e os custos associados durante a ocorrência de eventos de ventos extremos na cidade.

Na continuidade deste estudo será importante a introdução na base de dados do estado fitossanitário das árvores, as características das espécies e a sua idade. Será igualmente importante continuar a contribuir para o desenvolvimento de um plano de alerta e informação à população e envolver as companhias seguradoras em todo este processo.

Espera-se que a continuação do estudo deste tema seja motivadora para o prosseguimento da investigação sobre a queda de árvores em Lisboa, com o propósito de reduzir riscos e danos e de aumentar a segurança de pessoas e bens em situações de eventos de vento forte.

## **Bibliografia**

- Ayala I (2002) Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology* 47: 107-124.
- Alcoforado M J (1987) Brisas estivais do Tejo e do Oceano na região de Lisboa. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*. Lisboa, XXII (43): 71-112.
- Alcoforado M J (1992) *O clima da região de Lisboa: contrastes e ritmos térmicos*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, 15. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Lisboa.
- Alcoforado M J (1999) Variações climáticas do passado: chave para o entendimento do presente? Exemplo referente a Portugal (1675-1715). *Territorium*, 6: 19-30
- Alcoforado M J, Andrade H, Lopes A, Vasconcelos J (2005) *Orientações Climáticas para o Ordenamento em Lisboa*. CEG, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório 4, Universidade de Lisboa.
- Alcoforado M J, Andrade H, Fragoso M, Lopes A, Matzarakis A, Oliveira S (2008) *Estudos sobre Cidades e Alterações Climáticas*. CEG, Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório 8. Universidade de Lisboa.
- Alcoforado M J, Andrade H, Lopes A, Vasconcelos J (2008) Application of Climatic Guidelines to Urban Planning. The Example of Lisbon (Portugal), *Landscape and Urban Planning*, 90: 56-65
- Andrade H (1996) A qualidade do ar em Lisboa. Valores médios e situações extremas. *Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia*, XXXI (61): 43-66.
- Andrade H (2003) Bioclima humano e qualidade do ar em Lisboa. Doutoramento em Geografia Física. Faculdade de Letras. Universidade de Lisboa.
- Beck U (1999) *World Risk Society*, Polity Press & Blackwell Publishers, Cambridge.
- Canário P (2010) Methodology to assess thermal extremes mortality risk in urban areas. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, C.E.G., Volume XLV (89): 171-177.

- Cutter S L, Mitchell J T (2000) "Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina. *Annals of American Geographers*, 90 (4): 713-737.
- Duryea M (1997) *Wind and trees: Surveys of Tree Damage in Florida Panhandle after Hurricanes Erin and Opal*; Institute of Food and Agricultural Sciences; Cooperative Extension Service; University of Florida: 2-7
- Fabião A M D (1996) A agressividade do meio urbano e algumas medidas de mitigação do stress em árvores das cidades. *Cirurgia das Árvores, Workshop*, Lisboa.
- Fragoso M, Lopes A (2008) Windstorm events in Lisbon (1990-2006): Atmospheric circulation patterns and sounding derived stability indices. *7th European Conference on Applied Climatology (ECAC)*, Abstracts, Volume 5.
- Freer-Smith P H, El-Khatib A, Taylor G (2004) Capture of Particulate Pollution by Trees: A Comparison of Species Typical of Semi-arid Areas (*Ficus Nitida* and *Eucalyptus Globulus*) with European and North American Species, *Water, Air & soil Pollution*, 155 (1): 173-187
- Glatron S (1999) Une evaluation géographique des risques technologiques, in *Espace Géographique*, Tome 28 (4): 361-372.
- Guiddens A (1999) Risk and Responsibility, *Modern Law Review* 62 (1): 1-10.
- Guzzetti F, Cipolla F, Lolli O, Pagliacci S, Sebastiani C, Tonelli G (2002) Information System on Historical Landslides and Floods in Italy. *Urban Hazards Forum*. January, United States Federal Emergency Management Agency (FEMA) Region II and Jonh Jay College of Criminal Justice, the City University of New York, New York.
- IPCC (2007a) *Regional Climate Projections*. In Working Group I Report: The Physical Science Basis of Climate Change.
- IPCC (2007b) *Energy Supply*. In Working Group III Report: Mitigation of Climate Change.

IPCC (2007c) *Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change: Parry M L, Canziani O F, Palutikof J P, Van der Linden P J, Hanson C E (Eds.) Cambridge University Press, Cambridge, UK.

James K (2003) Dynamic loading of trees. *Journal of Arboriculture* 29 (3): 165-171.

Julião R P, Nery F, Ribeiro J L, Castel-Branco M, Zêzere J L (2009) Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica de base municipal. Autoridade Nacional de Protecção Civil, Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano, *Instituto Geográfico Português*, Lisboa.

Lopes A (2003a) *A importância do vento na cidade: potencialidades e limitações*. In “*Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano*”. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Universidade de Lisboa: 61-85.

Lopes A (2003b) *Modificações nos campos de vento induzidos pelo crescimento de Lisboa e implicações no ambiente urbano*. In “*Modificações no clima de Lisboa como consequência do crescimento urbano*”. Dissertação de Doutoramento em Geografia Física, Universidade de Lisboa: 109-160

Lopes A, Oliveira S, Silva F M, Saraiva J (2008a) Assessment of thermal and mechanical comfort of people based on wind tunnel experiments, ICB 2008, 18th International Congress of Biometeorology, Tokyo.

Lopes A, Oliveira S, Fragoso M (2008b) *Vento Forte e queda de árvores em Lisboa. Avaliação e primeiros resultados*, in Alcoforado M J et al, Estudos sobre Cidades e Alterações Climáticas. CEG / Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório 8: 71-91.

Lopes A, Oliveira S, Fragoso M, Andrade J, Pedro P (2009) *Wind risk assessment in urban environments: the case of falling trees during windstorm events in Lisbon*, in K. Střelcová, et al (Eds.), *Bioclimatology and Natural Hazards*, Springer: 55-74.

Lopes A (2009) O sobreaquecimento das cidades. Causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa, *Territorium*, Coimbra: 39-52.

- Lopes A, Ribeiro P (2009) *V Encontro Nacional, I Congresso Internacional de Riscos*, Livro de Resumos, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.
- Malheiros J (1996) *Imigrantes na Região de Lisboa. Os anos da mudança*. Colibri, Lisboa.
- Matzarakis A, Beckroge W, Mayer H (1998) Future perspectives in applied urban climatology. Proc Second Japanese-German meeting, *Report of Research Center for Urban Safety and Security*, Kobe University, Special Report, 1: 109-122.
- Mileti D (1999) *The Changing Risk Landscape: Implications for Insurance Risk Management*. Neir Britton Edition. Proceeding of a Conference Sponsored by Aon Group Australia Limited.
- Navarro M, Cardoso T (2005) Percepção de risco e cognição: reflexão sobre a sociedade de risco. *Ciências & Cognição*, 6: 67-72.
- Nilsson K, Randrup T B, Wandall B M (2000) Trees in the urban environment. *The forest handbook* (Ed. Evan J), Blackwell Science, Oxford, Vol.1: 347-361
- Pinto J G (2009) *Tempestades de Inverno sobre a Europa, mudanças climáticas e implicações para a indústria seguradora*. Centro de Geofísica. IDL, 2009.
- Queiroz M (2000) Uma reflexão sobre as perspectivas metodológicas na análise do risco ambiental. *Actas do Colóquio Geografia dos Riscos, Planigeo*, FLUL, Lisboa.
- Queiroz M (2001) *O Desafio Ambiental, as Políticas e a Participação dos Actores*. Dissertação de Doutoramento em Geografia Humana, Universidade de Lisboa.
- Queiroz M, Vaz T, Palma P (2007) Uma reflexão a propósito do risco. *In VI Congresso da Geografia Portuguesa*, Lisboa, 17-20 de Outubro de 2007.
- Queiroz M (2009a) Riscos e ordenamento do território: Prometeus ou conhecimento e partilha. *In Planeamento Civil de Emergência*, (21): 22-26.
- Queiroz M (2009b) As apostas do PNPOT: valorização e utilização sustentável dos recursos naturais, paisagísticos e culturais, e minimização dos riscos. *In O PNPOT e os novos desafios do ordenamento do território*. Almedina, Coimbra: 59-82.

- Rebelo F (2000) Reflexões sobre uma das linhas possíveis de desenvolvimento da Geografia Física no século XXI – os riscos ditos naturais. *Apogeo, Revista da Associação de Professores de Geografia*, 19-20 (Mar/Set 2000): 19-22.
- Rebelo F (2001) *Riscos Naturais e Acção Antrópica*. Imprensa da Universidade, Coimbra.
- Reis C S, Lemos R, Alagador D (2006) *Pescas*. In Santos, F.D.; Miranda, P. (ed.) *“Alterações Climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de adaptação*, Projecto SIAM II. Gradiva, Lisboa.
- Santos F D, Miranda P (2006) *Alterações climáticas em Portugal. Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação*, Projecto SIAM II. Gradiva. Lisboa, 2006.
- Salgueiro T B (1994) Novos produtos imobiliários e reestruturação urbana. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, C.E.G., XXIX, (57): 79-101.
- Salgueiro T B (1997) Lisboa, Metrópole Policêntrica e Fragmentada. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, C.E.G., XXXII, (63): 179-190.
- Salgueiro T B (2001) *Lisboa. Periferia e centralidades*. Celta. Oeiras.
- Saraiva J G, Silva F M da, Silva F G (1997) O vento, a cidade e o conforto. *IV National Meeting on Confort in Built Environments*. Bahia, Brasil.
- Scanlon T J (2002) Rewriting a Living Legend: Researching the 1917 Halifax explosion, *in Methods of Disaster Research*, Robert A. Stallings Editor, U.S.A: 266-301.
- Soares A L, Castel-Branco C (2007) As árvores da cidade Lisboa. *In A Floresta e Sociedade. Uma história em comum*. Ed. Público/FLAD: 289-333
- Tobin G, Montz B (1997) *Natural Hazards: explanation and integration*. Guilford Press, New York.
- Trigo R M, Da Camara C C (2000) “Circulation Weather Types and their influence on the Precipitation Regime in Portugal”. *International Journal Climatology*, 20: 1559-1581.

Zêzere J L (1997) *Movimentos de vertente e perigosidade geomorfológica na região norte de Lisboa*. Universidade de Lisboa, Lisboa.

Zêzere J L (2005) *Dinâmica de vertentes e Riscos geomorfológicos*. Relatório nº 14, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa.

Zêzere J L, Trigo R, Trigo I (2005) Shallow and deep landslides induced by rainfall in the Lisbon region (Portugal): assessment of relationships with the North Atlantic Oscillation. *Natural Hazards and earth System Sciences*, 5, European Geosciences Union: 331-344.

Zêzere J L, Ramos-Pereira A, Morgado P (2007) Perigos Naturais em Portugal e Ordenamento do Território. E depois do PNPTOT?, *Geophilia – O sentir e os sentidos da Geografia*, C.E.G., Lisboa: 529-542.

Zêzere J L (2007) Riscos e Ordenamento do Território. *Inforgeo* 20-21, Associação Portuguesa de Geógrafos: 56-63.

Zêzere J L, Ramos-Pereira A, Reis E, Garcia R A C, Oliveira S C (2008) Perigos Naturais, Tecnológicos e Ambientais na Região do Oeste e Vale do Tejo. *Inforgeo*: 22-23.

Sítios:

[www.GoogleEarth.com](http://www.GoogleEarth.com) [Acedido em Março de 2010]

[www.sapo.mapas](http://www.sapo.mapas) [Acedido em Março de 2010]

[www.igeo.pt](http://www.igeo.pt) [Acedido em Maio de 2010]

<http://www.emdat.net> EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database  
[Acedido em Julho de 2010]

<http://www.convert-me.com/en/convert/speed> [Acedido em 08 Setembro de 2010]

<http://www.ceg.ul.pt/finisterra/normas.pdf> [Acedido em 4 de Abril de 2011]