



territorium • 25(I)

RISCOS:
PROCESSOS E VULNERABILIDADES

Imprensa da Universidade de Coimbra
Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança

2018



RISCOS



VULNERABILIDADE DAS INFRAESTRUTURAS RODOVIÁRIAS AOS EFEITOS DE NEVÕES NA TRANSIÇÃO DOS DISTRITOS DO PORTO E DE VILA REAL*

47

ROAD INFRASTRUCTURES' VULNERABILITY TO THE EFFECTS OF SNOWFALL BETWEEN THE DISTRICTS OF OPORTO AND VILA REAL

Emanuel Sardo Fidalgo

Instituto de Investigação Interdisciplinar, Universidade de Coimbra
emanuel.s.fidalgo@gmail.com

RESUMO

Os episódios de neve que ocorrem no alinhamento montanhoso Marão - Alvão condicionam frequentemente o tráfego rodoviário nas ligações entre os distritos do Porto e Vila Real. A frequência deste fenómeno no inverno realça a vulnerabilidade das vias a cotas mais elevadas, nomeadamente o IP4 e as N15 e N101, com impactes diretos na mobilidade de pessoas e mercadorias e conseqüentemente, na economia regional, nomeadamente dos distritos do Porto e de Vila Real, sem que exista um plano de contingência integrado com vias alternativas que assegurem as ligações rodoviárias.

A partir da identificação dos constrangimentos provocados pela neve pretende-se quantificar o impacto direto na circulação rodoviária e perspectivar o fenómeno nas dimensões de recorrência e severidade permitindo a produção de possíveis soluções. Estas passam essencialmente por medidas de índole estrutural ao nível da prevenção como a interligação dos diferentes planos de emergência (distrital; municipal; especial), o que nem sempre se observa e que se verifica como um constrangimento nas operações de salvamento/desimpedimento das vias, mas também a identificação de vias alternativas a cotas inferiores menos susceptíveis à precipitação de neve.

Palavras-chave: Risco, vulnerabilidade, nevões, rodovias.

ABSTRACT

Snowfall episodes in the Marão - Alvão mountain range often affect road traffic between the districts of Oporto and Vila Real. The frequency of this phenomenon in the winter highlights the vulnerability of roads to higher elevations, namely the IP4 and the N15 and N101, with direct impact on the mobility of people and goods and hence the regional economy of the district of Oporto and Vila Real, without an integrated contingency plan of alternative routes to ensure road links.

From the identification of the constraints caused by the snow it is intended to quantify the direct impact on road circulation and to view the phenomenon in terms of recurrence and severity allowing possible solutions to be presented. These are essentially measures of a structural nature in terms of prevention, such as the interconnection of the different contingency plans (district, municipal, special), which is not always observed and is seen as a constraint in rescue / road reopening operations, and also the identification of alternative routes to lower levels less prone to snowfall.

Keywords: Risk, vulnerability, snowfall, roads.

* O texto deste artigo foi submetido em 20-06-2016, sujeito a revisão por pares a 22-06-2016 e aceite para publicação em 15-12-2016.

Este artigo é parte integrante da Revista *Territorium*, n.º 25 (I) 2018, © Riscos, ISSN: 0872-8941.

Introdução

Na transição do Entre Douro e Minho e Trás-os-Montes, o alinhamento montanhoso das Serras do Marão - Alvão que se estende para norte até ao planalto do Barroso constitui-se como uma barreira natural que determina os elevados quantitativos de precipitação anual aqui observados contrastando com aqueles registados para nascente, já em Trás-os-Montes. Deste modo, aliando o fator altitude e respetivo gradiente térmico vertical com os quantitativos pluviométricos ocorridos durante o inverno e a passagem de superfícies frontais frias de oeste para este, facilmente se observam condições favoráveis à ocorrência de nevões durante o inverno.

É precisamente por esta região de transição que atravessam as principais vias rodoviárias que ligam o litoral e interior Norte, nas quotas mais elevadas, nomeadamente as ligações entre os distritos do Porto e de Vila Real, de que são exemplos as Estradas Nacionais 15 e 101 e o Itinerário Principal 4. Assim, e sempre que a precipitação de neve é quantitativamente relevante e se prolonga no tempo por mais do que algumas horas, estas vias nos seus pontos mais elevados ficam intransitáveis, sem que antes dezenas de viaturas e centenas de pessoas fiquem bloqueadas nas estradas. Atualmente, com a construção da extensão da Autoestrada 4 pretende-se que esta via se constitua como alternativa e que não sofra os impactos dos nevões, atravessando o Marão através de um túnel rodoviário.

No presente trabalho recorreu-se à análise de planos de emergência de proteção civil de diferentes escalas territoriais, nomeadamente distritais e municipais, com o intuito de verificar a abordagem produzida pelos organismos de proteção civil relativamente à perigosidade associada aos nevões. Deste modo, pretende-se analisar a possível vulnerabilidade rodoviária neste território e as consequências para o tráfego com implicações diretas na mobilidade de pessoas e mercadorias nesta região.

Para a concretização da presente análise foi elaborada cartografia de suscetibilidade/perigosidade de queda de neve, que serviu de base à cartografia de vulnerabilidade das vias com o intuito de verificar o potencial disruptivo dos nevões. Atualmente, não existe uma estimativa do impacto direto nestas vias quando sofrem condicionamentos e/ou quando são encerradas, nem tão pouco um plano operacional integrado com vias alternativas que assegurem as ligações rodoviárias a cotas inferiores, e por conseguinte menos suscetíveis de sofrerem os efeitos diretos da neve. Assim, pretende-se com o presente trabalho discorrer sobre a suscetibilidade e severidade dos episódios de queda de neve neste território e elencar possíveis medidas mitigadoras dos nevões na rede viária regional.

Do Risco à Vulnerabilidade

Se a elaboração de um corpo conceptual é necessária e estruturante em qualquer ciência, ainda se torna mais premente nos domínios das ciências do risco, por quanto há uma variedade lata de disciplinas que estudam e desenvolvem trabalhos neste âmbito, desde a sociologia, a antropologia, a geografia e engenharias, assumindo por isso um carácter multidisciplinar.

Assim, o conceito de risco, intrínseco às sociedades contemporâneas, é consensualmente definido e surge associado à probabilidade de um determinado território ser atingido por um fenómeno perigoso, com potencial de produzir danos sobre determinados bens a preservar, quer sejam a vida humana, o meio ambiente ou bens económicos, e que a população que aí vive valorizará essa perda. O risco pode medir-se em termos quantitativos, tal como valores económicos perdidos, número de vítimas ou desalojados, ou em termos qualitativos, podendo ser hierarquizado, como reduzido ou elevado, aceitável ou não aceitável.

Podemos conceptualizar o risco como a função do *hazard*, um processo potencialmente perigoso, a probabilidade de ocorrência de um processo natural, tecnológico ou misto potencialmente destruidor num determinado lugar e momento, e da vulnerabilidade, ou seja, a presença do Homem e das suas atividades face à dinâmica do meio. Por conseguinte, podemos encontrar *hazard* com um duplo sentido: ora como fenómeno, ação ou processo perigoso, ora como a probabilidade de ocorrência de fenómeno perigoso.

De acordo com Rebelo (2003), toda a “teoria do risco” se organiza em torno da sequência de três conceitos - primeiro, o de risco, propriamente dito, depois, o de perigo e, a culminar, o de crise. Na Lei nº 113/91 de 29 de Agosto, risco é definido como um sistema complexo de processos cuja modificação de funcionamento é suscetível de causar prejuízos, diretos ou indiretos (perda de recursos), a uma dada população, isto é, o grau de perda previsto para um determinado fenómeno, tendo em conta a função de perigosidade, exposição e vulnerabilidade. Desta forma, risco é igual a perigosidade a multiplicar pela vulnerabilidade, sendo no entanto uma função de difícil aplicação.

No Glossário de Terminologia de Risco da *Society for Risk Analysis* risco é definido como “o potencial para a realização de consequências indesejadas e adversas para a vida humana, a saúde ou o ambiente [...]” e acrescenta que “[...] a estimativa do risco normalmente se baseia no valor esperado da probabilidade condicional de ocorrência do evento, multiplicada pela consequência do evento, dada a ocorrência deste”.

Neste sentido, perigo corresponderá uma situação latente de um determinado fenómeno capaz de causar

danos com gravidade, no local onde se produza. O perigo implica sempre a presença do Homem, exposição ou elementos em risco, para que ele valorize o que se pode considerar dano ou prejuízo, daí a importância da percepção do perigo.

Entende-se por perigosidade uma ameaça potencial ao ser humano, dirigida pela natureza, através de fenómenos que se originam no ambiente (natural ou artificial) ou que por ele são transmitidos. Ou ainda, “*a probabilidade de se produzir, dentro de um determinado período de tempo e numa dada área, um fenómeno potencialmente danoso*” (Nações Unidas, 1984), que resulta de conflitos dos processos (geofísicos e tecnológicos) com as populações.

O evoluir de uma situação de perigo pode desencadear uma crise, uma situação anormal e grave, correspondente à plena manifestação do risco e traduzida pelo franqueamento dos limiares normais, ou seja, pela incapacidade de agir sobre os processos e pela incerteza sobre o desenvolvimento da crise e dos seus impactes. Na Lei de Bases da Proteção Civil Lei nº 27/2007 de 3 de Julho, surge a distinção entre acidente grave e catástrofe numa perspetiva gradativa dos efeitos de um eventual processo perigoso, estando acidente grave associado a efeitos mais circunscritos no espaço, enquanto que na catástrofe os efeitos perdurarão no tempo e com maior impacto no seu âmbito territorial.

Quando a capacidade de recuperação dos efeitos desse processo perigoso é apenas possível com ajuda externa ao território afetado, estamos perante o que se designa de desastre. Ainda associado ao conceito de risco temos a catástrofe, que Ayala-Carcedo e Cantos (2002) remetem para a dicotomia aristotélica de potência e o ato proposto. Risco e catástrofe assemelham-se aos termos possibilidade e realidade, que os mesmos autores referem surgir na bibliografia anglo-saxónica como *natural risk* e *natural hazard*.

No contexto específico dos riscos naturais e, mais concretamente, dos meteorológicos e climáticos, no qual se incluem os nevões, ainda que a memória climática dos homens seja limitada, quer pelo período de retorno associado, por vezes longo, quer pela incerteza da repetição dos fenómenos climáticos extremos anteriormente ocorridos, não podemos deixar de os considerar. Desde logo, pode-se afirmar que o perigo (nevão), processo potencialmente perigoso, tem em determinadas circunstâncias uma espacialidade concreta e conseqüentemente impactes espectáveis.

Assim, quando as condições meteorológicas se conjugam para a ocorrência de um nevão, não implica necessariamente que este aconteça, embora se observe a suscetibilidade/probabilidade deste se registar, o que se poderá entender por perigosidade. Quanto ao perigo, este decorre da precipitação de cristais de gelo, que em

determinadas condições meteorológicas podem levar à sua acumulação, o que irá produzir conseqüências em função da sua severidade e valor atribuídos aos elementos expostos, ou seja, a vulnerabilidade. A vulnerabilidade corresponderá ao grau de perda/prejuízos sofridos pelas pessoas, que varia consoante a sua capacidade de resistência e resiliência quando expostas a um processo perigoso. A vulnerabilidade é tanto maior quanto a intensidade ou grau de severidade do fenómeno danoso, resultando assim dos seus efeitos, que se irão traduzir na maior ou menor probabilidade, ou seja, a suscetibilidade.

A noção de vulnerabilidade, que se associa à de risco, tem sido matéria de discussão, ao ponto de muitos autores nem sequer considerarem a noção de risco sem vulnerabilidade. A vulnerabilidade pode ser entendida como o grau de perda ou de estragos provocados num dado elemento em risco ou num conjunto de elementos em risco. O grau de perda tem uma amplitude que se inicia em 0, ou seja, corresponde a uma situação sem estragos e termina em 1, o que equivale à perda total. Varia consoante as características das áreas onde vive a população, incidência espacial, ou seja, um mesmo evento pode provocar diferentes danos em função das características específicas da área em que se manifesta. A vulnerabilidade pode, ainda, ser considerada como um conjunto das características inerentes a um grupo de pessoas, relativas à capacidade para prever, gerir, resistir e voltar à normalidade, após impacte causado por um determinado processo.

De acordo com Cunha (2013: 157) citando Aragão (2011), alguns autores referem mesmo a enorme importância do estudo da vulnerabilidade e, especificamente, da vulnerabilidade social, nas políticas e práticas de proteção civil a nível europeu, argumentando com a previsibilidade (logo prevenibilidade) dos processos perigosos (inundações, movimentos de vertente, ondas de calor) face ao efetivo desconhecimento das características do tecido social em que se fazem sentir os seus efeitos. Menciona também a importância que este tipo de conhecimento pode induzir, através das práticas de proteção civil, nos processos de coesão económica social e territorial da União Europeia.

Nesta perspetiva, o objetivo da gestão dos riscos passa por uma atitude preventiva, com vista à redução das vulnerabilidades, uma vez que os riscos só provocam crises se o Homem falhar na redução das vulnerabilidades. São a ignorância e irresponsabilidade que, menosprezando as vulnerabilidades, provocam as crises. Deste modo, há que considerar o *Critério de Admissibilidade do Risco* que Ayala-Carcedo e Cantos (2002) designam como o critério discriminatório sobre o risco aceitável, com ou sem medidas mitigadoras, e o risco que não é aceitável ou tolerável. No caso concreto do risco/perigo de nevão

poder-se-á considerar igualmente a previsibilidade, uma vez que é possível prever a possibilidade da sua ocorrência, através de previsões meteorológicas.

Tanto a definição genérica como a específica coincidem na conceptualização do risco como probabilidade de ocorrência de um evento indesejado, e na separação entre esse potencial e as suas eventuais consequências, isto é, as perdas e danos causados, que assumem maior gravidade quando atingem os designados Elementos Expostos Estratégicos, Vitais e/ou Sensíveis (EEEVS), como infraestruturas fundamentais da resposta à emergência ou de suporte básico à população, o que sucede com os nevões.

A maior vulnerabilidade observada na área de estudo em consequência de nevões resulta essencialmente na interrupção das atividades, sobretudo as realizadas ao ar livre e nos condicionamentos no tráfego rodoviário, que consequentemente irá ter repercussões nas atividades económicas se este se prolongar no tempo. De referir que após um nevão os seus efeitos poderão perdurar até vários dias. Neste sentido, assumem particular importância a disrupção das vias que em consequência da precipitação de neve ficam intransitáveis, bloqueando centenas de veículos, dificultando a circulação dos meios de socorro e o acesso a escolas, hospitais e demais serviços públicos.

O Território

No território nacional e mais concretamente em Portugal Continental é nas regiões montanhosas do interior Norte e Centro que se registam com maior frequência episódios de neve. Como refere Novo (2009: 37) a queda de neve em locais acima de 1000 metros é um fenómeno que ocorre frequentemente, durante o inverno, em Portugal. Pelo contrário, é pouco frequente a ocorrência deste fenómeno em locais abaixo dos 600 metros. Deste modo, pode-se afirmar que é nessas regiões que o perigo de nevão está presente. Contudo, a reduzida duração temporal desses episódios e a sua distribuição espacial levam a que apenas uma pequena percentagem da população conviva frequentemente com a neve e a incorpore no seu quotidiano, como a maioria faz com episódios de chuva.

Na região Norte, é na transição do Entre Douro e Minho para Trás-os-Montes que em consequência do relevo acidentado o número de vias rodoviárias se reduz significativamente utilizando maioritariamente os mesmos locais de passagem através de maiores altitudes. Deste modo, a transposição da serra do Marão, entre os distritos do Porto e de Vila Real, faz-se através de pontos mais favoráveis, contudo, ainda bastante expostos a possíveis eventos de neve em virtude da sua altitude e da formação de gelo como consequência da

sua exposição a norte, o que se traduz em temperaturas baixas e constantes ao longo do dia. São exemplos disso mesmo o alto de Espinho, na transição do concelho de Amarante (Porto) para Vila Real (Vila Real), passagem do IP4 e da EN15 e o alto de Quintela por onde passam as EN 108 e 304-3 no concelho de Baião (Porto) na ligação a Mesão Frio (Vila Real).

Compõem a área de transição em estudo os concelhos de Amarante e Baião, no distrito do Porto, e no distrito de Vila Real, os concelhos de Mesão Frio, Peso da Régua, Santa Marta de Penaguião e Vila Real (fig. 1). Em virtude do relevo acidentado, ainda que os concelhos de Peso da Régua e Santa Marta de Penaguião confinem com o distrito do Porto, não possuem estradas com ligação ao distrito vizinho, por essa razão estes concelhos não são considerados nesta análise da vulnerabilidade das rodovias ao efeito de nevões.

Apesar do território compreendido entre a serra do Marão e contrafortes adjacentes e o seu prolongamento para norte através da serra do Alvão ser uma das áreas menos povoadas da região Norte, é por aqui que se processa a totalidade do tráfego rodoviário entre o litoral e interior, nomeadamente entre os distritos do Porto e a sua área metropolitana e de Vila Real com ligação ao Nordeste. Deste modo, este território apesar da sua relativa marginalidade face aos principais centros urbanos assume importância como espaço fluxo, uma vez que as vias alternativas existentes na região a cotas baixas com capacidade de suporte do intenso fluxo de tráfego, ampliam significativamente as distâncias.

Assim, ainda que a população diretamente exposta e potencialmente afetada pelo fenómeno seja reduzida, uma vez que as maiores densidades populacionais se registam a menores altitudes, onde os episódios de neve são raros, o elevado número de pessoas e veículos que diariamente cruzam este território, vai expô-los aos nevões realçando a sua vulnerabilidade, uma vez que a grande maioria dos automobilistas não estão preparados para conduzir com neve nem tem o fenómeno como algo relativamente frequente no inverno.

Nevões na transição dos distritos do Porto e de Vila Real

Distribuição espacial de queda de neve

O clima observado no território nacional é o Temperado Mediterrâneo, caracterizado por verões quentes e secos e invernos frescos e húmidos, contudo, esta descrição genérica esconde os paroxismos por vezes observados no inverno, com temperaturas negativas, ocorrência de vagas de frio, formação de gelo e geada e precipitação sob a forma de neve. De acordo com ANPC (2014), a distribuição geográfica da suscetibilidade de nevões está associada às principais serras do Norte e Centro com

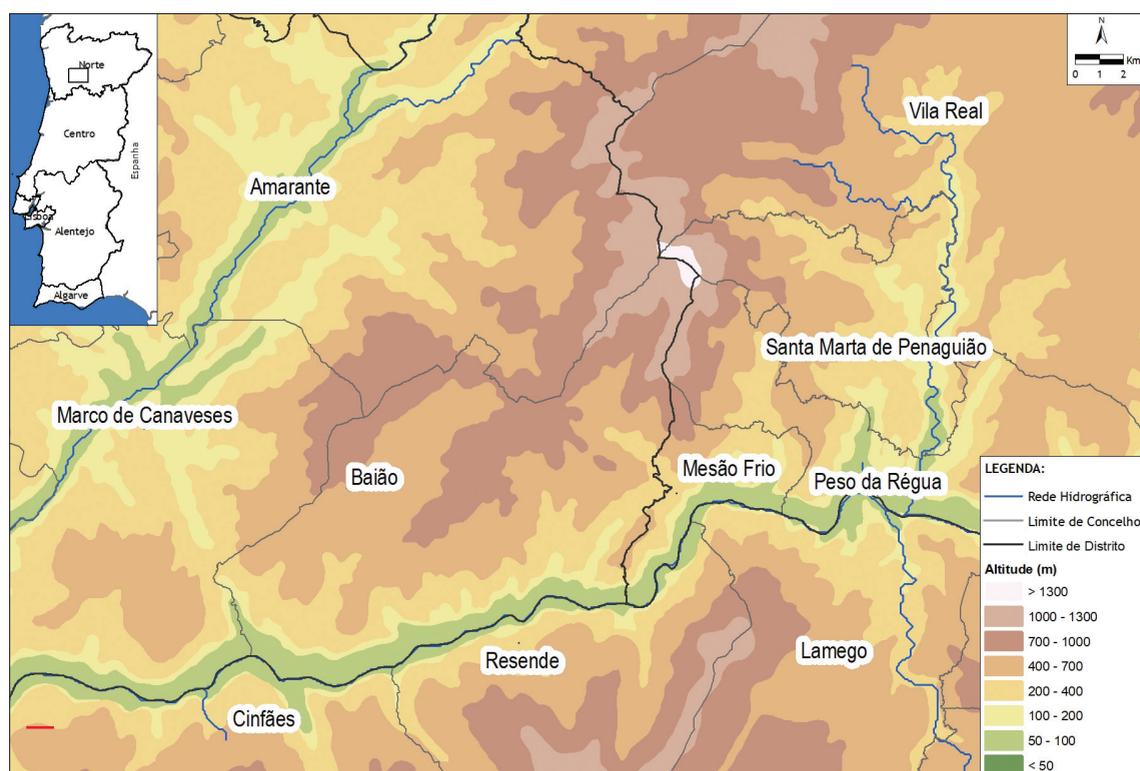


Fig. 1 - Área de estudo (Fonte: Elaboração própria a partir de CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

Fig. 1 - Study area (Source: Prepared from CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

altitudes geralmente superiores a 1000 metros. Entre elas encontram-se as serras do Marão e Alvão. Apesar deste mesmo documento referir que “*não existe um registo histórico sistematizado com ocorrências suficientes para estimar um período de retorno estatisticamente válido*”, o grau de probabilidade atribuído tendo por base o nível de recorrência potencial de nevões é médio-alto, para um período de retorno entre 5 a 20 anos.

As montanhas que formam a barreira de condensação do noroeste português e que separam o Minho de Trás-os-Montes recebem precipitações elevadíssimas, entre as maiores da Europa: cerca de 3000 mm anuais nos cumes e encostas viradas ao ocidente (Ribeiro, Lautensach e Daveau, 1999: 376). Poder-se-á designar esta área de transição, como uma região-risco, associada à precipitação de neve, dada a frequência deste fenómeno no inverno, sendo que os efeitos dos episódios de neve são tanto mais intensos quanto maior for a duração e magnitude desse mesmo episódio. As terras altas do Norte, como refere Ribeiro, Lautensach e Daveau (1999) individualizam-se pelos seus invernos considerados *frio* ou *muito frio*, que cobrem no total 25 por cento (respetivamente 17 e 8 por cento) do território de Portugal Continental. Aqui, a temperatura mínima média do mês mais frio oscila entre 1°C e 2°C e o número de dias com mínimo inferior a 0°C varia entre 30 a 40 dias. Para o conjunto de estações meteorológicas

que em Portugal Continental registam frequentemente ocorrência de neve, esta ocorre predominantemente com temperaturas do ar a 2 m entre os -2°C e o 2°C para uma humidade relativa superior a 90%, (IPMA, 2011).

Em Portugal Continental, a ocorrência de precipitação de neve está geralmente associada à passagem de superfícies frontais frias que podem resultar em nevões nos locais com maior altitude, instabilidade muito forte em ar frio pós-frontal, ou instabilidade associada a depressões, que poderão dar origem a queda de neve mesmo a cotas relativamente baixas, inferiores a 500 m de altitude. No entanto, como refere Ribeiro, Lautensach e Daveau (1999) as quedas de neve podem ser abundantes, mas a cobertura dos cumes derrete em geral depois de poucos dias, antes de a neve ter atingido a compactação que lhe permitiria resistir eficazmente à fusão, mesmo com temperatura do ar superior a 0°. Portanto, mesmo que no inverno a queda de neve seja comum, já a sua persistência além de alguns dias é pouco provável.

Não obstante, é de salientar que mesmo após a queda de neve as temperaturas diárias poderão manter-se baixas, sobretudo durante a noite e madrugada, o que favorecerá a formação de gelo e a sua conservação por vários dias, sobretudo nas vertentes com exposição tendencial a norte. O gelo pode ser originado pela água

resultante da fusão da neve ocorrida durante o dia com temperaturas mais elevadas ou do congelamento da água da chuva e humidade existente no solo, durante a noite.

Com base em pedrosa (1993), considerando a relação entre a altitude e a precipitação de neve foram representadas os setores da área de estudo mais expostos aos nevões e a rede viária com maior vulnerabilidade aos seus efeitos (fig. 2). Na área de estudo, o ponto onde ocorrem com maior frequência disrupções das rodovias em consequência da queda de neve é no alto de Espinho, nas imediações da Pousada do Marão. Aqui, a 1030 metros de altitude, por vezes a acumulação de neve chega aos 50 cm em quatro horas. Segue-se o Alto de Quintela/Padrões, a 800 m, que apesar de se encontrar a menor altitude, pelo facto de não ser uma área de intervenção prioritária de limpa-neves, depois de apenas algumas horas de queda de neve o tráfego fica condicionado, ou mesmo interdito, reabrindo horas mais tarde, podendo no entanto ir até às 48 horas como sucedeu nos nevões de janeiro de 2009 e de 2010.

Com o intuito de se perceber a frequência e distribuição em altitude da queda de neve na área em estudo

utilizaram-se dados relativos à ocorrência de neve para os meses de janeiro, fevereiro, novembro e dezembro para as estações meteorológicas (EM) de Vila Real (alt. 481m) [1970 - 1991], (alt 551m) [1992 - 2010] e de Montalegre (alt. 1005m). Uma vez que, a cotas altimétricas inferiores a precipitação de neve assume pouco significado, quer na ocorrência de eventos quer na sua duração, optou-se apenas por duas EM, uma a aproximadamente 550 m e outra sensivelmente a 1000 m de altitude.

A estação de Vila Real, com a sua localização dentro da área de estudo, regista dados de precipitação de neve com representatividade e que permitem caracterizar as áreas com altitudes a partir das quais a queda de neve é significativa, a partir dos 500 metros de altitude. Para a caracterização das áreas com altitudes mais elevadas recorreu-se à estação de Montalegre, que apesar de se encontrar a 50 km a norte da área de estudo, localiza-se no mesmo alinhamento montanhoso das serras do Marão e do Alvão que constituem a barreira orográfica entre os distritos de Porto e Vila Real, sofrendo os mesmos efeitos dos fluxos de ar com origem marítima e/ou continental.

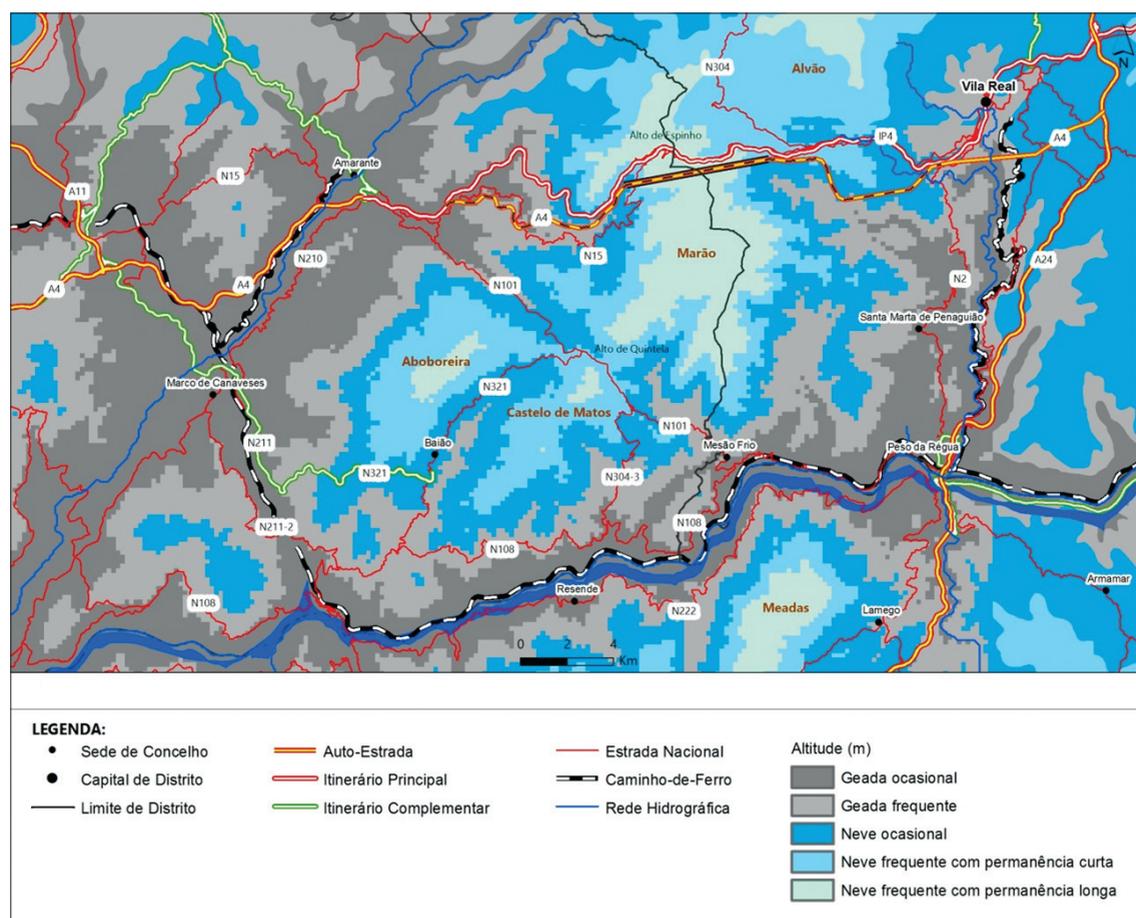


Fig. 2 - Ocorrência de neve no alinhamento montanhoso Marão - Alvão (Fonte: Elaboração própria a partir de CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

Fig. 2 - Snow occurrence in the Marão - Alvão mountainous range (Source: Prepared from CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

Os dados em análise correspondem ao período compreendido entre 1970 e 2015. Deste período, foram fornecidos pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA) os dados compreendidos entre 1970 e 2010. De 2010 a 2015, uma vez que o IPMA não possui dados para este quinquênio, a recolha de informação realizou-se a partir da pesquisa de notícias relativas à queda de neve com incidência em Montalegre e Vila Real. O resultado obtido poderá apresentar falhas por defeito uma vez que o número de dias pode estar subestimado, não apenas para o quinquênio referido e atendendo à metodologia utilizada, mas para todo o período de 45 anos em análise, pois, o próprio IPMA refere que a observação de neve é uma observação deficitária resultado do registo de neve nas EM clássicas e automáticas ser apenas efetuado quando há observador e na observação remota (satélite) a neve só é detetada quando não há nuvens.

Da análise dos dados relativos ao número de dias com neve para as EM de Montalegre e Vila Real (fig. 3) verifica-se uma tendência negativa nos dias com neve nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro. Contudo, quando para os mesmos dados se calcula uma linha de tendência polinomial constata-se a partir do início do século XXI uma ligeira tendência positiva. Também a partir dos mesmos dados observa-se para o período de quatro meses, entre novembro e fevereiro uma grande irregularidade na ocorrência de fenómenos de queda de neve, sendo que os dois primeiros meses do ano apresentam maior ocorrência de neve. A sua observação é relativamente frequente a altitudes superiores a 1000 m, ocorrendo em média, dez dias com neve como sucede em Montalegre, e dois dias para o mesmo período em

análise para Vila Real, para altitudes na ordem dos 500 m. A fraca preparação dos automobilistas para a condução com neve associada à baixa frequência do fenómeno poderão estar na origem de situações de tráfego bloqueado em consequência da neve nas vias em análise (fig. 4), sobretudo quando se podem passar vários anos sem que as pessoas experienciem um nevão, sendo gradualmente apagados da sua memória coletiva.

Rede viária e fluxos de tráfego

A rede viária na transição dos distritos do Porto e Vila Real é composta por quatro estradas nacionais (N), a N15 (Porto - Bragança); a N101 (Valença - Mesão Frio), a N108 (Porto - Régua) a única que cruza os dois distritos a cotas inferiores a 300 metros e menos suscetível de sofrer os impactes da neve, uma vez que é uma via marginal ao rio Douro, e a N304-3 (Estação CF da Ermida - Santa Marta de Penaguião) com menor destaque, dada a sua importância local, tendo mesmo sido reclassificada em estrada municipal (M) M643 em Mesão Frio. O Itinerário Principal 4 (IP4) faz a transposição do Marão com um traçado praticamente paralelo à N15. De referir também a importância que a N101 assume nas ligações do distrito do Porto ao norte dos distritos de Viseu e da Guarda, com a conexão através da N2, N222 e A24.

Os concelhos que formam o limite administrativo entre os dois distritos são Amarante e Baião, no distrito do Porto, e Mesão Frio, Peso da Régua, Santa Marta de Penaguião e Vila Real, no distrito de Vila Real. Apesar destes seis concelhos formarem os limites administrativos dos dois distritos, em virtude da

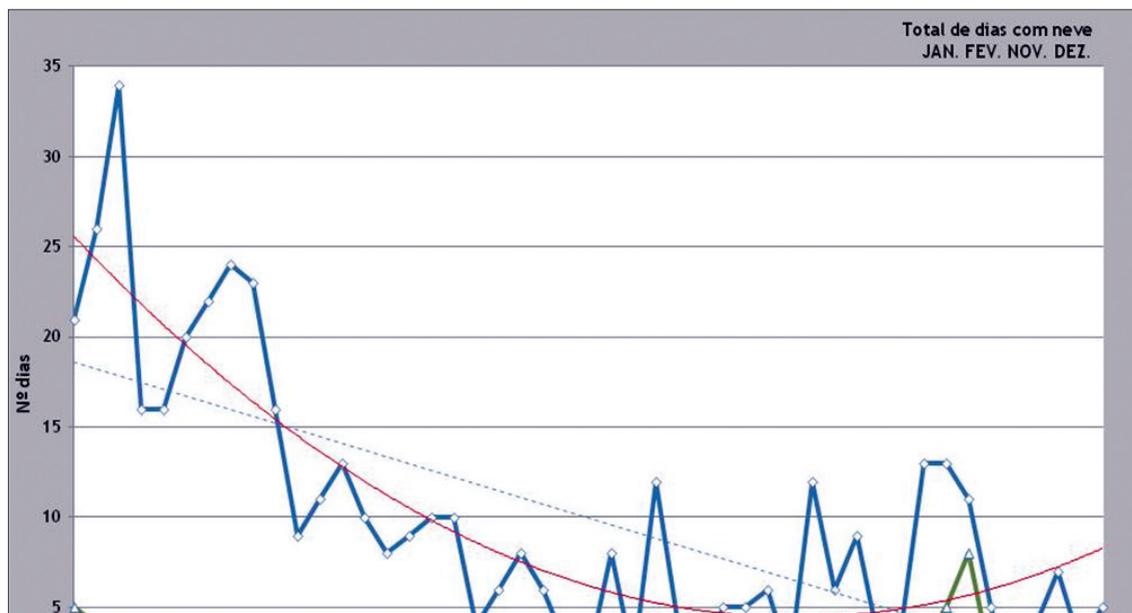


Fig. 3 - Número de dias com neve nas EM de Montalegre e Vila Real (Fonte: Elaboração própria a partir de dados do IPMA e recolha nos *media*).

Fig. 3 - Number of days with snow on the Montalegre and Vila Real weather station (Source: Prepared from the IPMA data and the *media*).



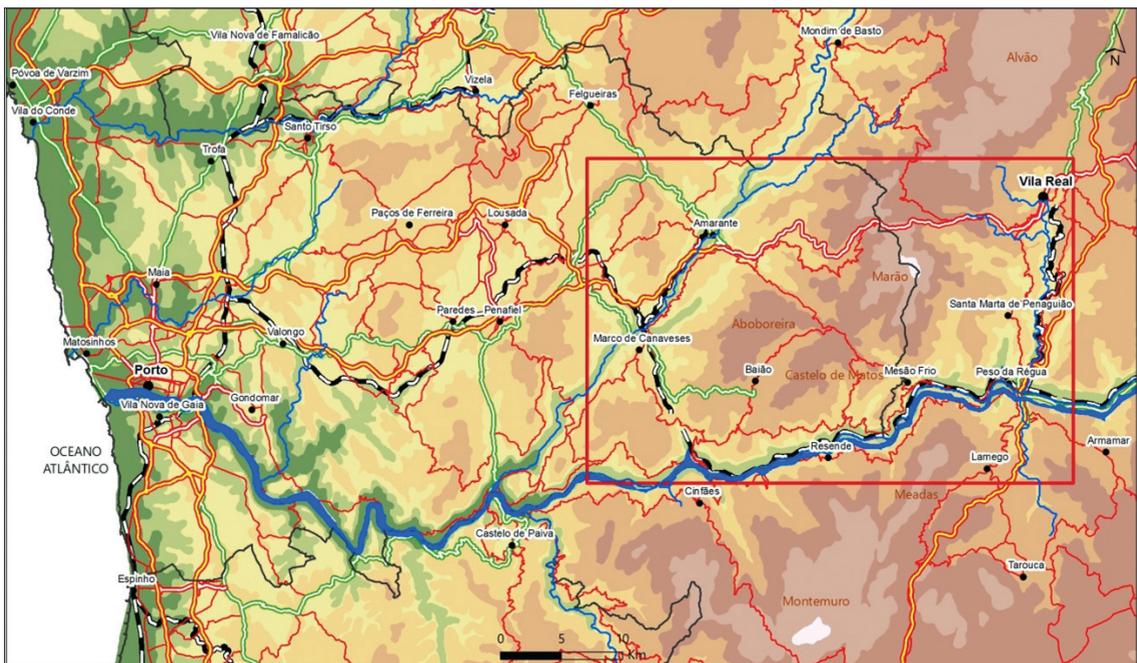
Fig. 4 - IP4 e N101 com tráfego bloqueado pela neve (Fonte: Mário Marques (IP4) e Emanuel Fidalgo (N101)).

Fig. 4 - IP4 and N101 with snowbound traffic (Source: Mário Marques (IP4) e Emanuel Fidalgo (N101)).

orografia bastante acidentada apenas Vila Real e Mesão Frio têm rodovias com ligação ao distrito do Porto.

Assim, na transição dos distritos do Porto e Vila Real existem apenas três Estradas Nacionais e um Itinerário Principal com importância regional/nacional (fig. 5), o que torna estas vias fundamentais nas ligações entre o Douro/Trás-os-Montes e o Tâmega e Sousa e Área

Metropolitana do Porto sendo que no seu traçado a cotas mais elevadas é onde se registam disrupções mais frequentes no inverno em consequência da neve. As restantes vias não são alcatroadas, nem tão pouco consideradas na rede viária, uma vez que são caminhos rurais/florestais, não se constituindo por isso alternativas viáveis às vias referidas em primeiro lugar.



LEGENDA:

- | | | | | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------|--------------|-------------|
| • Sede de Concelho | — Auto-Estrada | — Estrada Nacional | Altitude (m) | 400 - 700 |
| ● Capital de Distrito | — Itinerário Principal | — Caminho-de-Ferro | < 50 | 700 - 1000 |
| — Limite de Distrito | — Itinerário Complementar | — Rede Hidrográfica | 50 - 100 | 1000 - 1300 |
| | | | 100 - 200 | > 1300 |
| | | | 200 - 400 | |

Fig. 5 - Rede viária principal (Fonte: Elaboração própria a partir de CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

Fig. 5 - Main road network (Source: Prepared from CAOP 2015, Atlas do Ambiente e IMT, I.P.).

Na passagem pela serra do Marão, no Alto de Espinho, local de atravessamento comum do IP4 e N15 a 1030 m de altitude, na transição entre os concelhos de Amarante e Vila Real, ocorrem os maiores e frequentes nevões, revelando a maior exposição destas vias aos seus efeitos. Por este mesmo local passam diariamente milhares de veículos, uma vez que esta via permite a ligação à fronteira internacional de Quintanilha e ao nordeste transmontano e, por essa razão, tem prioridade nas operações de limpeza de neve por parte dos limpa-neves que para aqui ocorrem sempre que a estrada fica intransitável. Como referido na Avaliação Nacional de Risco (2014), as principais vias rodoviárias (auto-estradas e/ou itinerários principais) em zonas de maior suscetibilidade a nevões, são por isso mais propensas a ficarem intransitáveis devido à neve.

A N15 com início no Porto e que liga o litoral ao interior até Bragança, ao longo de 264 quilómetros no sentido sudoeste-nordeste, é a que apresenta menor vulnerabilidade neste setor em consequência do reduzido volume de tráfego, uma vez que este passou a realizar-se maioritariamente pelo IP4.

Já o IP4, que liga Matosinhos no Grande Porto, à fronteira internacional de Quintanilha, próximo de Bragança, com um traçado próximo da N15 apresenta o maior volume de tráfego na ligação litoral - interior, nesta região. Por essa razão, sempre que ocorrem condicionamentos do tráfego rodoviário em consequência dos nevões, é no Alto de Espinho, ponto crítico, que ocorrem as situações de maior gravidade, em número de viaturas e de pessoas bloqueadas.

A N101 tem o seu início em Valença, no distrito de Viana do Castelo, percorre o interior do Entre Douro e Minho no sentido norte-sul e termina em Mesão Frio, distrito de Vila Real ao quilómetro 162. É já na parte terminal desta estrada na passagem pelo Alto de Quintela/Padrões,

portela que separa as serras do Marão e de Castelo de Matos, a aproximadamente 800m de altitude, que no inverno se regista a sua disrupção em consequência de neve e/ou gelo, embora com menos frequência do que as outras vias já mencionadas.

A N108, com um traçado marginal ao rio Douro e que liga as cidades do Porto e Peso da Régua mantem-se ao longo do seu traçado a cotas que não ultrapassam os 300 metros de altitude, sendo por essa razão uma via alternativa a todas as outras. As N101 e N108 ligam o distrito do Porto e Vila Real nos seus setores sudeste e sudoeste, respetivamente. Futuramente, a Autoestrada 4 (A4) e a sua ligação ao túnel do Marão, que tem prevista a sua conclusão durante o ano de 2016, será uma alternativa ao IP4, contudo é uma via portajada, pelo que uma vez mais, a N108 poderá ser a alternativa ao tráfego que pretende evitar portagens.

Com o intuito de perceber o volume de tráfego e o impacto potencial que a disrupção causada pela neve pode ter nas vias em análise foram utilizados dados relativos ao Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) para as N15 e N101 e IP4 cedidos pela Infraestruturas de Portugal (fig. 6). Estes dados apresentam falhas em alguns anos em consequência do vandalismo sobre os contadores automáticos e de avarias nos equipamentos.

No setor em análise na N15 não existe contador, pelo que se utilizou o que se encontra mais próximo do Alto de Espinho, o antigo posto de contagem manual 196A ao Km 53,62, que se encontra cerca de 30 km antes, contudo, apresentará valores de TMDA excessivos para esta localização, com 997 veículos diários. Para a contagem de tráfego da N101 recorreu-se ao contador automático SCA2-PM0311/PM0312 ao Km 153,9 localizado no Alto de Quintela/Padrões, com TMDA de 4288 veículos, sendo que cerca de 300 são pesados das classes C e D. Para a contagem de tráfego no IP4 utilizaram-se os contadores

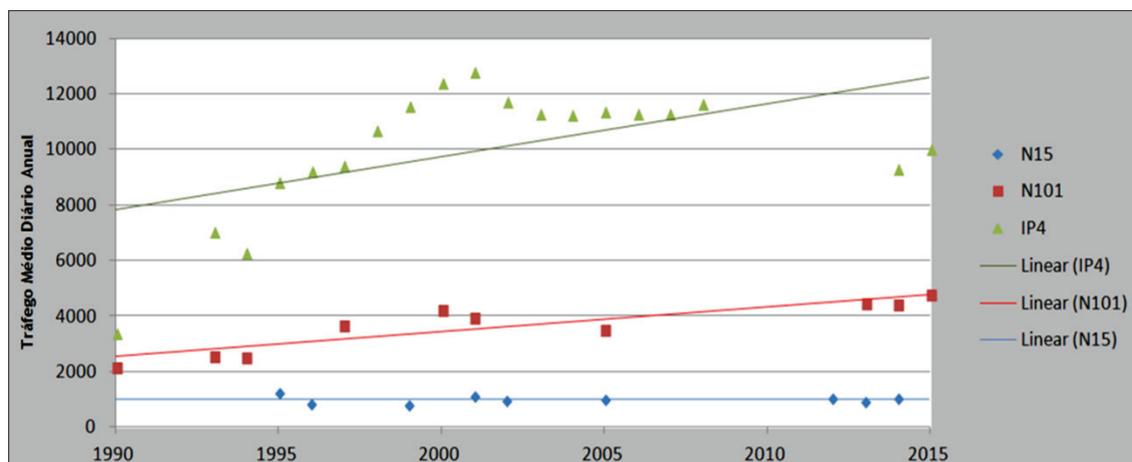


Fig. 6 - Tráfego Médio Diário Anual - TMDA (Fonte: Elaboração própria a partir de IP).

Fig. 6 - Average Annual Daily Traffic - AADT (Source: Prepared from IP).

automáticos, ADR12073 ao Km 73,5, VIL-ADR22083 ao Km 83,05, posto de contagem A015 ao Km 86,6 e o antigo posto de contagem 204A ao Km 67,6, com um valor médio de 10792 veículos diários, dos quais, aproximadamente 1000 são pesados das classes C e D.

Partindo do TMDA, sem contar com a sua distribuição horária ao longo de 24 horas, facilmente se percebe que em poucas horas passam pelos locais mais expostos aos nevões, o Alto de Espinho no IP4 e N15 e o Alto de Quintela/Padrões na N101, centenas de veículos. E se a tendência de tráfego na N15 está estabilizada nos cerca de 1000 veículos diários, ainda assim excessivo, uma vez que a maioria do tráfego nesta estrada na serra do Marão passou a realizar-se preferencialmente pelo IP4, o mesmo não sucede no IP4 e N101, pois estas vias apresentam uma tendência positiva quanto ao número de veículos que aí circulam, o que reforça a sua importância estratégica nas ligações interior-litoral na região Norte.

Posto isto, a conclusão do túnel do Marão é premente uma vez que permitirá o tráfego a cotas inferiores, logo menos exposto e conseqüentemente menos vulnerável aos episódios de neve que ocorrem no Alto de Espinho. Relativamente à N101 e uma vez que não existe uma via alternativa (IC26 Amarante - Régua), a melhor opção com vista à redução da vulnerabilidade face aos nevões passará pela utilização da N108, marginal ao rio Douro, sempre a cotas baixas e conseqüentemente menos exposta aos nevões.

Políticas Públicas - Prevenir, Resistir e Recuperar

Em Portugal Continental apenas no ano de 1999 as entidades com competências nos domínios da prevenção e socorro elaboraram e implementaram o primeiro documento específico para situações de neve, o Plano Especial para Situações de Neve/Nevões na Serra da Estrela. Este documento colocou à mesma mesa a experiência de diferentes organismos e entidades que nas suas áreas específicas de intervenção agiam até aí pontualmente e isoladamente. Contudo, desde 1992 que os Comandantes das corporações de bombeiros da área definiram um plano de segurança para a Serra da Estrela «*que foi entregue ao Serviço Nacional de Bombeiros, mas não mereceu qualquer atenção*» (PÚBLICO, 1999).

A evolução do Plano Especial para Situações de Neve/Nevões na Serra da Estrela deu origem ao Plano de Operações Nacional da Serra da Estrela (PONSE) que anualmente é ativado pela Autoridade Nacional de Proteção Civil a 1 de dezembro, sendo desativado em abril do ano seguinte. A sua operacionalização integra os Corpos de Bombeiros dos distritos de Castelo Branco (Covilhã) e Guarda (Loriga, São Romão, Gouveia, Seia e Manteigas), o Grupo de Resgate em Montanha da Força Especial de

Bombeiros (FEB) da ANPC, e ainda o Grupo de Intervenção de Proteção e Socorro (GIPS) da GNR. A partir da sua ativação é garantida a prontidão e mobilização das entidades referidas.

Para a área de transição dos distritos de Porto e Vila Real não existe um documento de incidência supradistrital como o elaborado para o maciço da serra da Estrela, pelo que foram analisados (TABELA I) os Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil (PMEPC) dos concelhos que integram o alinhamento montanhoso Marão-Alvão, nomeadamente Amarante, Baião e Marco de Canaveses (distrito do Porto), Mesão Frio, Peso da Régua, Santa Marta de Penaguião e Vila Real (distrito de Vila Real). Com incidência territorial na área em estudo foram ainda analisados o Plano de Operações Distrital N.º 02/2015 «Condições Meteorológicas Adversas - Neve/Gelo» e a INSTROP 01/2012 «Procedimentos Operacionais a Adoptar Face ao Bloqueamento do IP4 por Queda de Neve», documentos estes, de carácter interno da estrutura distrital de proteção civil, bem como os Planos Distritais de Emergência de Proteção Civil (PDEPC) do Porto e Vila Real.

Dos municípios limítrofes, dois, Peso da Régua e Santa Marta de Penaguião, apesar de não possuírem rodovias com ligação direta ao distrito do Porto são aqui referidos, pois assumem importância enquanto territórios de atravessamento de vias que poderão constituir-se como alternativas às que cruzam as maiores altitudes, à semelhança de Marco de Canaveses, que apesar de não se interligar com o distrito de Vila Real, será por este concelho que se processará o tráfego na N211 a menor altitude, com ligação à N108.

Da análise efetuada aos documentos anteriormente mencionados verifica-se uma abordagem genérica sobre nevões, nomeadamente nos dois PDEPC, havendo mesmo alguns PMEPC que são omissos sobre este risco, o mesmo sucede com o Plano Municipal de Segurança Rodoviária de Baião. De referir, que dos PMEPC analisados, apenas os de Marco de Canaveses e de Mesão Frio se encontram atualizados, os restantes encontram-se atualmente em fase de revisão. Do diálogo estabelecido com os serviços municipais de proteção civil constatou-se a preocupação de passar a incluir o risco de nevão nos PMEPC em revisão, ainda que não exista o cuidado da sua articulação neste domínio com os territórios concelhios limítrofes.

De todo o modo, os eventos recentes, sobretudo os nevões de 2009 e 2010 pela severidade observada, revelaram que existem fragilidades ao nível da redução das vulnerabilidades deste território aos efeitos dos nevões e como tal as entidades locais, sobretudo municípios e os Comandos Distritais de Operações de Socorro do Porto e Vila Real viram-se na obrigação de produzirem documentos de contingência que até à data subvalorizavam os riscos

TABELA I - Documentos analisados no âmbito da proteção civil para situações de neve/gelo.

TABLE I - Documents examined in the context of civil protection for snow / ice conditions.

Documento	Entidade
PMEPC de Amarante	Município de Amarante
PMEPC de Baião	Município de Baião
PMEPC de Marco de Canaveses	Município de Marco de Canaveses
PMEPC de Mesão Frio	Município de Mesão Frio
PMEPC de Peso da Régua	Município de Peso da Régua
PMEPC de Santa Marta de Penaguião	Município de Santa Marta de Penaguião
PMEPC de Vila Real	Município de Vila Real
Plano Municipal de Segurança Rodoviária	Município de Baião
Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil do Porto	CDOS Porto
INSTROP 01/2012 Procedimentos Operacionais a Adoptar Face ao bloqueamento do IP4 Por Queda de Neve	CDOS Porto
Plano Distrital de Emergência de Proteção Civil de Vila Real	CDOS Vila Real
Plano de Operações Distrital N.º 02/2015 Condições Meteorológicas Adversas - Neve/Gelo	CDOS Vila Real
Plano Nacional de Emergência de Proteção Civil	ANPC
Plano de Operações Nacional da Serra da Estrela (PONSE)	ANPC

associados à neve. Assim, foram produzidos pelo CDOS Porto a INSTROP 01/2012, relativa a «Procedimentos Operacionais a Adoptar Face ao bloqueamento do IP4 Por Queda de Neve» e pelo CDOS Vila Real o, Plano de Operações Distrital N.º 02/2015 relativo a «Condições Meteorológicas Adversas - Neve/Gelo».

Em concreto são estes dois documentos que emanam um conjunto de procedimentos de reação aos nevões. No entanto, é claro que não existe a sua articulação, à semelhança do verificado com os PMEPC no nível municipal. Posto isto, fica realçado que as políticas públicas de prevenção, reação e mitigação são escassas e limitadas, como referem Zêzre, Pereira, e Morgado (2005), ao contrário do que acontece noutros países da UE, a legislação portuguesa contempla a prevenção dos riscos naturais, tecnológicos e ambientais de forma muito limitada.

Atendendo à especificidade do risco de nevão neste setor de transição entre os dois distritos, bem como a vulnerabilidade analisada das principais rodovias aos seus efeitos seria de interesse a elaboração de um plano de carácter supradistrital específico para as situações de nevão, onde ficasse plasmado os procedimentos de prevenção, mitigação e recuperação de forma articula entre os dois distritos e os respetivos municípios mais vulneráveis. Esta medida poderia eventualmente evoluir para um plano de carácter supradistrital mais amplo de dimensão de agrupamento (no âmbito operacional da proteção civil existem em Portugal Continental cinco

agrupamentos que correspondem à junção de distritos com proximidade geográfica. O Agrupamento Norte é composto pelos distritos de Braga, Bragança, Porto, Viana do Castelo e Vila Real), uma vez que parte considerável da região Norte é afetada por nevões.

De notar ainda, que apesar da missão da proteção civil contemplar «o antes, o durante e o após», nas suas dimensões de prevenção, mitigação e recuperação, apenas está preconizado pelos Plano de Operações Distrital N.º 02/2015 «Condições Meteorológicas Adversas - Neve/Gelo» e INSTROP 01/2012, relativa a «Procedimentos Operacionais a Adoptar Face ao bloqueamento do IP4 Por Queda de Neve, ações de carácter operacional de resposta/mitigação ao perigo de nevão, não havendo nestes ou outros documentos elaborados as dimensões de prevenção e de recuperação.

Está preconizado em alguns dos PMEPC analisados, a utilização de sinalética interditiva das vias atingidas pela neve ainda que de forma temporária, apenas durante a ocorrência de nevões e avisando estritamente do seu condicionamento ao tráfego sem contemplar as vias alternativas, o que deixa os automobilistas sem o conhecimento de outras possíveis vias transitáveis e por essa razão optam por aguardar nas vias afetadas bloqueando-as, o que atrasa as operações de limpeza e o prolongamento das operações das equipas de bombeiros. Para a área de transição dos distritos do Porto e Vila Real apresenta-se como sugestão a implementação permanente nos locais de cruzamento, entroncamento

e nas localidades de sinalética vertical relativa aos condicionalismos para as N15, N101, N108, e IP4/A4 (fig. 7), à semelhança do que acontece noutros maciços montanhosos do país atingidos por nevões.

58

A sinalética aqui apresentada terá melhores resultados quanto maior for a articulação ao nível municipal e distrital dos serviços de proteção civil, agentes de proteção civil e demais entidades envolvidas em situação de nevão. O preconizado pela INSTROP 01/2012 é promissor no que se refere à gestão do tráfego em função da severidade a diferentes cotas da queda de neve, contudo, apresenta limitações na sua articulação e integração com o distrito vizinho de Vila Real. De referir ainda, que o âmbito de intervenção deste documento deverá ser alargado ao setor de transição e não remeter para a exclusividade do IP4 e para uma relativa desvalorização dos episódios de neve que afetam outras vias, como a N101, que pelos dados de tráfego se percebe a tendência de evolução positiva que presentemente ronda os 4300 veículos diários.

Ainda que nos episódios de neve que ocorram acima dos 800 m de altitude a N101 se apresente transitável, é de realçar que dadas as baixas temperaturas poderemos observar a formação de gelo. Assim, para que esta via possa efetivamente constituir-se como uma alternativa ao IP4 conforme definido neste documento, deverá proceder-se ao espalhamento de sal a partir da cota 500 m,

numa extensão de aproximadamente 10 km entre o entroncamento de Bustelo ao km 146,3 até à Casa dos Cantoneiros ao km 157,0.

Atendendo ao perfil da N108, esta deverá ser a via alternativa preferencial sempre que a cota de neve seja inferior a 800 m, para tal é desejável que o tráfego com origem em Trás-os-Montes e com destino ao litoral e vice-versa deverá ser desviado ao longo da N2 a partir de Vila Real até à N108, fazendo o seu percurso através de Santa Marta de Penaguião, Peso da Régua até Marco de Canaveses. No percurso inverso, o tráfego que encontre o condicionamento devido à neve em Amarante, deverá seguir para Marco de Canaveses e a partir daí seguir pela N211 com ligação à N108 até Peso da Régua onde deverá optar se segue pela N2 para norte (Vila Real), para sul (Lamego) ou nascente (Pinhão) através da N222, também esta uma via a cota baixa, marginal ao rio Douro.

Entende-se pertinente uma maior comunicação com os automobilistas, tornando acessível informação relativa ao estado de circulação das vias, sobretudo no inverno. A sinalética ao longo destas vias poderá reduzir a vulnerabilidade observada, com baixo custo de implementação, bem como a inclusão de avisos de âmbito de proteção civil relativos aos condicionalismos rodoviários, com uma cobertura nacional no site da ANPC, uma vez que é o site de referência neste domínio em Portugal.

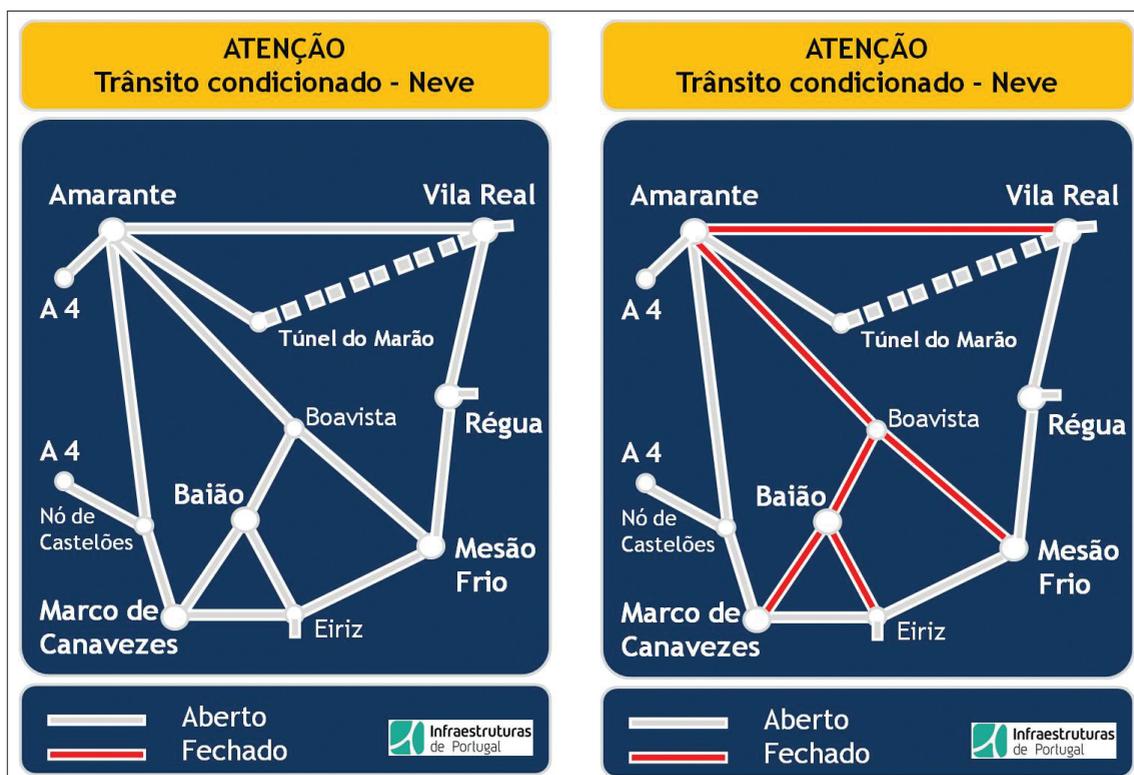


Fig. 7 - Sinalética de aviso ao tráfego: a) situação normal; b) situação condicionada.

Fig. 7 - Traffic warning signs: a) normal; b) conditional status.

Conclusão

Na análise à vulnerabilidade deverão ter-se em conta múltiplos aspetos que interagem simultaneamente entre si e cujo efeito cumulativo se traduz num determinado grau de exposição ao risco. A exposição dependerá quer de fatores externos (perigo), quer de fatores internos (características sociais, culturais, económicas) da sociedade e que lhes permitirá antecipar, resistir e recuperar na presença de uma determinada perturbação.

Partindo da análise da vulnerabilidade das infraestruturas rodoviárias aos efeitos dos nevões na transição entre os distritos do Porto e de Vila Real, constatou-se que a exposição é moderada, atendendo à frequência de episódios de queda de neve, que em média não ultrapassará os 10 dias por ano para altitudes acima de 1000 metros. No entanto, há que ter em conta a permanência da neve, as baixas temperaturas e a formação de gelo, durante e nos dias subsequentes aos nevões, o que poderá permitir que o número de dias com neve no solo dobre ou triplique, ampliando os impactes da neve. Ainda assim, pelo facto de globalmente serem poucos os dias do ano em que se regista queda de neve e esta ocorrer sobretudo a altitudes mais elevadas e menos povoadas, traduz pouca representatividade do fenómeno, o que promove na sociedade uma fraca memória coletiva face a este tipo de risco. Este aspeto poderá traduzir-se numa maior vulnerabilidade, desabilitando as pessoas na sua capacidade de reação e antecipação perante o perigo, tornando-se premente sensibilizar e habilitar os condutores de informação útil caso se depare com um nevão.

Uma vez que não é de todo possível o controlo sobre o meio e evitar a precipitação de neve, deverá haver na sociedade a capacidade de adaptação, promovendo a sua resiliência. Caso contrário, sempre que neve nestas vias, e por pouca intensidade que apresentem esses episódios, assistiremos a uma forte perturbação no tráfego rodoviário, com centenas de veículos bloqueados e pessoas sem saberem o que fazer. Esta realidade é reveladora quer da fraca resiliência da generalidade das populações residentes quer das que se encontram em trânsito, mas também do reduzido grau de preparação e articulação das entidades envolvidas em operações de prevenção, mitigação e recuperação do risco de neve. Esta situação é tão mais preocupante quando se percebe que os serviços de emergência, sobretudo nas fases de preparação, não têm concretizadas algumas medidas que eles próprios fazem constar nos planos, nomeadamente em termos de sensibilização, equipamentos e sinalética.

Deste modo, entende-se que havendo um acompanhamento da situação meteorológica bem como do estado das vias será possível apresentar vias alternativas, que pelo facto de estarem sinalizadas em permanência, a generalidade dos automobilistas passaria a reconhecê-las como tal. Uma vez que pela frequência e intensidade dos nevões não se justifica a obrigatoriedade de correntes de neve, e nem sempre é possível ter limpa-neves e espalhadores de sal em número ótimo, a solução mais eficaz acaba por ser a opção de desvio do tráfego, evitando assim maiores perturbações e potenciais danos, nomeadamente acidentes rodoviários.

Neste sentido e não menos importante, os meios disponíveis e recursos afetos a operações em neve são quase inexistentes, desde a formação dos operacionais até meios mecânicos mobilizados para este tipo de operações, pelo que deverá haver uma aposta na sua aquisição, mas de forma articulada entre as diferentes entidades (Municípios; Infraestruturas de Portugal; Bombeiros e concessionárias de autoestradas) com o intuito de maximizar a resposta, com o menor custo possível. Assim, embora a estrutura de proteção civil esteja estabelecida numa lógica territorial dos distritos, a resposta política com vista aos investimentos e verbas a atribuir poderão ser realizados numa lógica das Comunidades Intermunicipais (CIM).

De referir ainda que, embora no inverno os episódios de neve sejam menos frequentes que a formação de gelo e geada e por essa razão as vias continuam transitáveis, deverá haver o espalhamento de sal nas cotas superiores do IP4, N15 e N101, bem como nos futuros acessos norte e sul do túnel do Marão como medida preventiva à sua formação.

A articulação entre as diversas entidades e planos, uma correta sinalização e informação aos automobilistas e uma eficiente gestão da rede viária conduzirá a uma redução significativa da vulnerabilidade em situações de nevão no setor de transição dos distritos do Porto e de Vila Real.

Agradecimentos

Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I. P. pela cedência de cartografia digital da Rede Rodoviária Nacional (à escala 1:10.000) para os Distritos do Porto e de Vila Real. Infraestruturas de Portugal pela cedência de dados de Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) para as rodovias localizadas no setor analisado. Serviços Municipais de Proteção Civil pela cedência dos planos municipais de emergência que não se encontram disponíveis on-line. Comandos Distritais de Proteção Civil do Porto e de Vila Real pela cedência dos respetivos planos para situações de neve.

Bibliografia

- ANPC (2009). *Plano de Operações Nacional - Dispositivo Conjunto de Protecção e Socorro na Serra da Estrela*.
- ANPC (2013). *Plano Nacional de Emergência de Protecção Civil*.
- ANPC (2014). *Avaliação Nacional de Risco*. Lisboa.
- ANPC (2015). *Plano Distrital de Emergência de Protecção Civil de Vila Real*.
- ANPC (2015). *Plano Distrital de Emergência de Protecção Civil do Porto*.
- Ayala-Carcedo, F.; Cantos, J. (2002). *Riesgos Naturales*. Ariel Ciencia.
- Azevedo, N. (2010). *Tempos de mudança nos territórios de baixa densidade - As dinâmicas em Trás-os-Montes e Alto Douro* (Dissertação de doutoramento). Apresentada à Universidade do Porto.
- Beck, U. (1999). Risk society revisited: theory, politics, critiques and research programmes. *World Risk Society*. Cambridge: Polity Press, p. 133-152.
- Botelho F.; Ganho, N. (2012). Episódios de frio extremo em Portugal Continental: análise comparativa de episódios de frio seco e de frio com neve a cotas baixas. *Revista Geonorte*, Edição Especial, V. 2, N.4, p. 857-869.
- CDOS PORTO (2012). INSTROP 01/2012 - *Procedimentos operacionais a adoptar face ao bloqueamento do IP4 por queda de neve*.
- CDOS VILAREAL (2015). PLANOP - Plano de Operações Distritais n. 2/2015. Condições Meteorológicas Adversas - Neve/Gelo.
- Cunha, L. (2013). Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais. *Riscos Naturais, Antrópicos e Mistos. Homenagem ao Professor Doutor Fernando Rebelo*. Coimbra, p. 153-166
- IPMA (2011). *Episódios de Neve em Portugal Continental entre Novembro de 2008 e Fevereiro de 2009*. Parte 1 - Observação e Clima. Relatório DMC/CIME-01/2011. Lisboa.
- IPMA (2012). *Episódios de Neve em Portugal Continental entre novembro de 2008 e fevereiro de 2009*. Parte 2 - Análise Sinótica e Previsão. Relatório DMC/CIME-01/2012. Lisboa.
- MUNICÍPIO DE AMARANTE (2014). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Amarante (em revisão)*.
- MUNICÍPIO DE BAIÃO (2013). *Plano Municipal de Segurança Rodoviária*.
- MUNICÍPIO DE BAIÃO (2015). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Baião (versão de consulta pública)*.
- MUNICÍPIO DE MARCO DE CANAVESES (2012). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil do Marco de Canaveses*.
- MUNICÍPIO DE MESÃO FRIO (2015). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Mesão Frio*.
- MUNICÍPIO DE PESO DA RÉGUA (2015). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Peso da Régua (em revisão)*.
- MUNICÍPIO DE SANTA MARTA DE PENAGUIÃO (2015). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Santa Marta de Penaguião (em revisão)*.
- MUNICÍPIO DE VILA REAL (2015). *Plano Municipal de Emergência e Protecção Civil de Vila Real (em revisão)*.
- Novo, I.; Moreira, N.; Belo, M.; Cabrinha, V.; Casquinha, A.; Mendes, M.; Neto, J.; Lopes, M. J.; Pessanha, L.; Silva, A. e Viegas, T. (2009). Episódios de neve em Portugal - Novembro de 2008 a Fevereiro de 2009. *Livro de actas do V Encontro Nacional e I Congresso Internacional de Riscos*.
- Pedrosa, A. (1993). *Serra do Marão: estudo de geomorfologia* (Tese de Doutoramento). Apresentada à Universidade do Porto. Porto.
- Pedrosa, A. (2006). A integração da prevenção dos riscos no ordenamento territorial. *Actas do Colóquio Paisagem, Património e Riscos Naturais: perspectivas de planeamento comparado*, CCDD Norte, Porto.
- Pescaroll, G., Alexander, D. (2016). Critical infrastructure, panarchies and the vulnerability paths of cascading disasters. *Nat Hazards* 82, p. 175-192.
- PÚBLICO (1999). Mais segurança na serra da Estrela, 16 de Dezembro de 1999. Disponível em: <http://www.publico.pt/local-porto/jornal/mais-seguranca-na-serra-da-estrela-127898>
- Rebelo, F. (2003). *Riscos Naturais e Acção Antrópica. Estudos e Reflexões*. Coimbra, Imprensa da Universidade, 286 p. (2ª edição, revista e aumentada).
- Ribeiro, O. Lautensach, H. e Daveau, S. (1999.) *Geografia de Portugal II. O Ritmo Climático e a Paisagem*. Edições João Sá da Costa. Lisboa.
- Zêzere, J.L., Pereira, A.R.; Morgado, P. (2005). Perigos naturais e tecnológicos no território de Portugal Continental. *X Colóquio Ibérico de Geografia - A Geografia Ibérica no Contexto Europeu*. Évora. http://www.apgeo.pt/files/docs/CD_X_Coloquio_Iberico_Geografia/pdfs/091.pdf