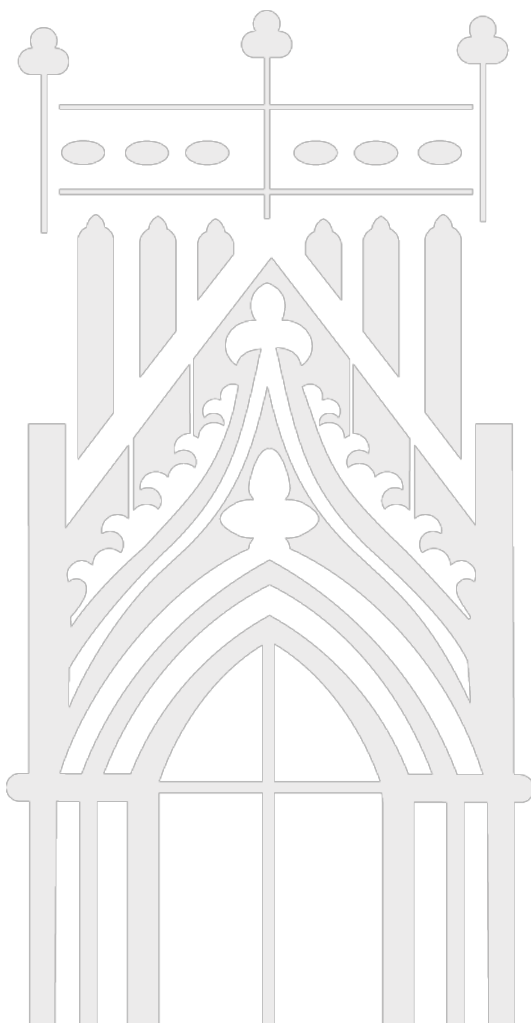


Mestrado em Gestão
Administração Pública

A Viabilidade Invernal em Portugal,
Estudo de Caso – Bragança

Nuno Miguel Grilo Gama

março | 2014



Resumo

O presente trabalho tem como objetivo estudar os meios e métodos utilizados na viabilidade invernal em países de referência para apoiar e desenvolver os meios e métodos utilizados pela EP no distrito de Bragança, através de um estudo custo/benefício do investimento em viabilidade invernal ou o encerramento das estradas à circulação rodoviária.

Efetuiu-se uma pesquisa bibliográfica do tema e uma comparação dos métodos e meios utilizados na viabilidade invernal em países de referência. Através do conhecimento pessoal e dados existentes na EP, efetuou-se um estudo de caso, centralizado na viabilidade invernal nas estradas do distrito de Bragança, tendo como base a teoria de Marshal da oferta e da procura.

Os objetivos são comuns aos vários operadores rodoviários. Primeiro, manter as condições de circulação, para garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na circulação nas estradas, hierarquizadas por itinerários principais, sendo as Auto Estradas (AE) as que devem garantir o maior nível de serviço, com níveis de exigência específicos para as várias estradas. Outro objetivo, é a informação aos utentes, com sinalização das estradas, protocolos com estações de rádio e jornais, para garantir informação instantânea entre os operadores rodoviários.

As metas mais ambiciosas, preveem o restabelecimento dos serviços nas principais ligações viárias tão cedo quanto possível.

O estudo de caso, resultou de uma análise a um troço do Itinerário Principal 4 (IP4), onde fosse possível quantificar as variáveis previstas para a análise microeconómica, no caso número de viaturas, velocidades de circulação e respetivos tempos de percurso, para avaliar o impacto da limpeza de neve e espalhamento de sal, na procura do tráfego.

A hipótese colocada foi: manter ou encerrar o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança através da análise custo/benefício. Confirmou-se através desta análise que a limpeza de neve e espalhamento de sal, traduz um aumento do benefício social dos utilizadores.

Para estudos futuros, propõe-se a identificação, pormenorização e quantificação dos custos e benefícios envolvidos nas atividades invernais, por forma a determinar a sustentabilidade empresarial dos operadores rodoviários.

Palavras-chave

Gestão, Viabilidade Invernal, Limpeza de Neve e Custo/Benefício.

Abstract

The present work aims to evaluate the winter road maintenance resources and the methods used in reference countries to support and develop the resources and methods used by the EP in the district of Bragança, through a cost/benefit analysis of investment in Road winter maintenance or closing roads.

A bibliographic was conducted in order to search and compare the winter road maintenance resources and methods used in reference countries. Through personal knowledge and EP data, we performed a case study centered on the winter road maintenance in the district of Bragança, based on Marshal Theory of supply and demand.

The objectives are common to all road operators. First, road traffic conditions are kept to ensure circulation on the roads and the safety of users, giving preference to main itineraries roads, ensuring the highest level of service on de highways, with specific levels according to the variety of the roads. Another goal is the road user's information, using roads signs and agreements with radio stations and newspapers, in order to inform the status of the roads.

The most ambitious goals are providing the reestablishment of services in the main roads connections as soon as possible.

The case study resulted from an analysis of a section of the main itinerary road IP4 in the district of Bragança, where it was possible to quantify the variables provided for the micro-economic analysis. In the present case, collected data includes the number of vehicles, flow rates and travel duration, in order to analyze and manage snowplowing and spreading salt.

The hypothesis were: to keep or to close the IP4 between the nó sul (Bragança) (A) and the nó oeste (Vinhais) (B), open to the traffic safely after the cost/benefit analysis. This analysis confirmed that snowplow and spreading salt reflects an increase of social benefit on the road users.

For future studies, we proposed to identify details and quantify the costs and benefits involved in winter road maintenance, in order to determine the sustainability of the business road operators.

Keywords

Winter Road Maintenance, Snowplow and Cost/Benefit.

Glossário de Siglas

AE – Autoestradas

BI – Brigadas de Intervenção

CLN – Centro de Limpeza de Neve

CDOS – Comando Distrital de Operações e Socorro

CO – Centro Operacional

EM – Estradas Municipais

EN – Estradas Nacionais

ER – Estradas Regionais

EP - Estradas de Portugal, SA

GNR – Guarda Nacional Republicana

GPS - *Groud Posicion Sistem*

IC5 – Itinerário Complementar 5

IC – Itinerários Complementares

INE - Instituto Nacional de Estatística

IP2 – Itinerário Principal 2

IP4 – Itinerário Principal 4

IP - Itinerários Principais

IPMA – Instituto Português do Mar e da Atmosfera

NS – Níveis de Serviço

PMV – Painéis de Mensagens Variáveis

PO – Planos Operacionais

PRN – Plano Rodoviário Nacional

PVI - Plano de Viabilidade Invernal

RRN – Rede Rodoviária Nacional

SAD - Sistemas de Ajuda à Decisão

SETRA - *Service d'Études Sur les Transports, les Routes et Leurs Aménagements*

TMDA - Tráfego Médio Diário Anual

Índice Geral

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract	iii
Glossário	iv
Índice Geral	v
Índice de Figuras	vii
Índice de Tabelas	ix
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO.....	8
CAPÍTULO II - Pesquisa Bibliográfica-Estado da Arte	12
2.1 Introdução.....	13
2.2 Território e Rede de Estradas.....	13
2.3 Clima	24
2.4 Gestão da Viabilidade Invernal.....	33
2.5 Plano de Viabilidade Invernal do Distrito de Bragança	48
2.5.1 Natureza do Documento.....	49
2.6 Conclusão	62
CAPÍTULO III - Análise Custo/Benefício – <i>Benchmarking</i>	65
3.1. Introdução.....	66
3.2. <i>Benchmarking</i>	66
3.3. Conclusão	72
CAPÍTULO IV - Estudo De Caso - Encerramento ao Tráfego, do IP4 entre o Nó Sul (Bragança) (A) e Nó Oeste (Vinhais) (B)	74
4.1 Introdução.....	75
4.2 <i>Inputs</i>	75
4.3 Custos da Operação.....	79
4.4 Benefício Social	80
4.5 Conclusão	82
CAPÍTULO V - Conclusões.....	84

5.1	Conclusões Gerais	85
5.2	Limitações e Propostas para Trabalhos Futuros.....	86
	Bibliografia	89
	Apêndices	Erro! Marcador não definido.

Índice de Figuras

Figura 1: Densidade da Rede de Estradas <i>Versus</i> População	14
Figura 2: Rede de Autoestradas do Canadá.....	15
Figura 3: Rede de Estradas de França.....	17
Figura 4: Mapa de Itália	19
Figura 5: Mapa com a Rede de Estradas de Espanha.....	20
Figura 6: Mapa com a Rede Dde Estradas de Marrocos	22
Figura 7: Mapa com a Rede de Estradas de Portugal.....	23
Figura 8: Espessura de Neve no Território do Canadá (1979 – 1997)	26
Figura 9: Zonas Climáticas de França.....	27
Figura 10: Número Médio Anual de Dias com Neve.....	30
Figura 11: Classificação Climática de Köppen.....	32
Figura 12: Temperatura do Ar em Bragança, Normais Climatológicos Anos (1981-2010).....	33
Figura 13: Precipitação Em Bragança, Normais Climatológicos Anos (1981-2010)	33
Figura 14: Evolução das Condições de Circulação com a Ocorrência de Gelo.....	39
Figura 15: Unidade Móvel de Inspeção e Apoio a Sinalizar, Operação de Limpeza de Neve e Sinalização de Perigo em Troço de Estrada	48
Figura 16: Mapa do Distrito de Bragança, com a Indicação das Zonas de Acumulação de Gelo51	
Figura 17: Mapa do Distrito de Bragança, com os Circuitos de Espalhamento de Sal	52
Figura 18: Organigrama Funcional.....	54
Figura 19: Circuitos de Atuação nas Operações de Espalhamento de Sal	56
Figura 20: Procura, Custo do Tempo <i>Versus</i> Tráfego.....	68
Figura 21: Variação do Consumo	68
Figura 22: Variação da Produção.....	69
Figura 23: Curva da Oferta, Procura e Custos Marginais	70
Figura 24: Procura e Custos Marginais, sem Variação do Volume de Tráfego.....	71
Figura 25: Perfil Tipo IP4 entre o Nó Sul (Bragança) e Nó Oeste (Vinhais).....	76

Figura 26: Planta de Localização Do IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B).....	76
Figura 27: Localização Distrital do IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B).....	77
Figura 28: Dados de Tráfego Registados no IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B), nos dias 27 e 28 de Fevereiro de 2013	78
Figura 29: Excedente do Consumidor Total para um Trajeto Específico i-j	80

Índice de Tabelas

Tabela 1: População, Área Territorial e Rede de Estradas	14
Tabela 2: Rede de Estradas, Área Territorial e População do Canadá	16
Tabela 3: Rede de Estradas, Tráfego, Área Territorial e População de França.....	17
Tabela 4: Rede de Estradas, Área Territorial, Tráfego e População de Itália	18
Tabela 5: Rede de Estradas, Área Territorial e População de Espanha	20
Tabela 6: Rede de Estradas Pavimentadas, Área Territorial e População de Marrocos	21
Tabela 7: Rede de Estradas, Área Territorial e População de Portugal.....	23
Tabela 8: Clima dos Países em Estudo	25
Tabela 9: Temperaturas Mínimas Observadas nos Meses de Inverno (1971-2000).....	26
Tabela 10: Distribuição da Temperatura e Precipitação nas Zonas Climatéricas de França	28
Tabela 11: Distribuição da Temperatura e Precipitação Norte, Centro, Sul e Ilhas de Itália	29
Tabela 12: Índice de Severidade do Inverno, entre os Anos de 2005 e 2009	31
Tabela 13: Objetivos e Níveis de Serviço	36
Tabela 14: Tabela Informativa para os Utentes da Estrada, com as Condições de Circulação no Inverno	38
Tabela 15: Indicadores de Gestão para a Viabilidade Invernal em Itália	41
Tabela 16: Níveis de Serviço e Aplicação na Rede de Estradas de Espanha	42
Tabela 17: Recursos Humanos e Respetiva Função	53
Tabela 18: Equipas, Função e Equipamentos Afetos.....	55
Tabela 19: Equipamentos, Quantidades e Respetiva Função	57
Tabela 20: Sais Fundentes, Localização, Quantidades e Carga.....	58
Tabela 21: Recursos Humanos Função	59
Tabela 22: Equipamentos e Função	59
Tabela 24: Identificação dos Troços de Estrada e Respetivos Níveis de Atuação.....	61
Tabela 25: Indicadores Custo/Benefício, da Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal....	70
Tabela 26: Indicadores Custo/Benefício, da Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal....	71

Tabela 27: Custo das Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal e Ganho Médio Hora de Trabalhadores por Conta de Outrem.....	78
Tabela 28: Custo das Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal.....	79

CAPÍTULO I

Introdução

Introdução

O grau de complexidade nas operações de manutenção das estradas no inverno, podem surpreender o cidadão comum. Quando assistimos à aparente simplicidade da passagem de um limpa neve, não imaginamos, a logística dos procedimentos, relatórios, planos de atuação, despachos e coordenação entre os operadores rodoviários, forças de Segurança, Proteção Civil e demais agentes. No entanto, existe um processo contínuo, que envolve um número significativo de meios humanos e recursos, que fazem parte de um processo de melhoria contínua, com o objetivo de garantir eficiência e eficácia por parte da EP, na gestão da viabilidade invernal nas estradas nacionais.

Em Portugal, não é frequente a ocorrência de neve e nas previsões do estado do tempo é indicada uma cota mínima aproximada para a ocorrência de neve. É comum nevar com valores de temperatura do ar superiores a 0°C, como aconteceu no episódio de neve no final de janeiro de 2006 que atingiu grande parte do território do Continente.

O mais correto é atribuir uma probabilidade de ocorrência de neve para determinados limiares de temperatura. Por exemplo, um estudo no Reino Unido indica que, para um valor de temperatura do ar à superfície de -0,3 °C existe uma probabilidade de ocorrência de neve de 90% e que, para um valor de temperatura do ar à superfície de +3,9 °C existe uma probabilidade de ocorrência de neve de 10%. No entanto, os episódios de alto arrefecimento noturno com a ocorrência de geada são fenómenos comuns nos meses de inverno nas regiões do interior e norte de Portugal Instituto Português do Mar e da Atmosfera, IPMA (2012).

Dos poucos dados existentes na EP, a prevenção de gelo e neve resume-se aos meses de novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março, motivo pelo qual a viabilidade invernal nunca ter sido objeto de tratamento específico por parte das entidades gestoras das vias. No entanto nos distritos de Bragança, Guarda, Vila Real e Viseu, o inverno é um desafio para os condutores e utilizadores das estradas. Traineis com inclinações acentuados, pavimento com baixo atrito, estradas de montanha viradas a norte, com cotas acima dos 600 metros, ladeadas de densidade florestal, aumentam a probabilidade de ocorrência de gelo e neve.

As operações afetas à viabilidade invernal, requerem um plano de decisão complexo, envolvendo processos operacionais e estratégicos necessários à definição de um nível de serviço e respetiva garantia de praticabilidade. Incluem-se nestes processos a definição da frota das viaturas limpa-neves, viaturas de apoio, monta-cargas, localização de *stockagem* de sais fundentes, meios humanos, Sistemas de Ajuda à Decisão (SAD), onde se incluem as previsões meteorológicas e o mapeamento das zonas críticas e prioritárias, a localização por *Groud Posicion Sistem* (GPS), rotas de atuação, recursos externos à organização e políticas de atuação

em conformidade com as necessidades de outros operadores rodoviários, forças de segurança, proteção civil e demais agentes e utentes.

Este processo inicia-se com o encerramento do ano em termos de viabilidade invernal, nos meses de abril/maio, com a aquisição de sais fundentes e serviços de manutenção e reparação dos equipamentos e viaturas utilizadas, para que em novembro se garanta a entrada em operação do Plano de Viabilidade Invernal (PVI), GAMA (2011). O PVI define a organização operacional do serviço de prevenção e atuação com neve e gelo, entra em vigor a 15 de novembro e termina em 15 de março, (as datas de início e fim são flexíveis e têm em conta as condições climatéricas).

O PVI, integra aspetos ambientais na luta contra a poluição (dosagem e armazenamento de sal e outros fundentes, definindo materiais e identificando zonas sensíveis); aspetos económicos identificando rotas prioritárias baseadas em dados históricos de necessidades e percursos eficazes, incluindo acessos a escolas e hospitais, zonas industriais e de serviços; aspetos sociais com a integração dos utentes na viabilidade invernal, organização do trabalho, formação de pessoal, relacionamento institucional, na coordenação entre os operadores rodoviários, forças de Segurança, Proteção Civil e demais agentes. O PVI, tem como objetivo a gestão dos meios humanos e o equipamento da viabilidade invernal a cargo da EP, de forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias sob a jurisdição da Empresa. Tem como premissa a garantia de circulação das estradas, hierarquizadas por itinerários principais e Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) e ainda o acesso a hospitais, escolas, zonas industriais e de circulação comercial.

A título de curiosidade refira-se que, por exemplo, no Canadá estão em causa orçamentos anuais para a viabilidade invernal, de cerca de 1 bilião de dólares canadianos e cerca de 5 milhões de toneladas de sal e químicos fundentes TRUDEL (2005). No caso da EP, rondam os 500 mil euros anuais e cerca de 2500 toneladas de sal e químicos fundentes.

O presente trabalho tem como objetivo estudar os meios e métodos utilizados na viabilidade invernal em países de referência para apoiar e desenvolver os meios e métodos utilizados pela EP no distrito de Bragança, através de um estudo custo/benefício do investimento em viabilidade invernal ou o encerramento das estradas à circulação rodoviária.

Realizar-se-á para o efeito uma pesquisa bibliográfica sobre o tema em estudo, seguindo-se a apresentação e comparação dos vários métodos e meios utilizados na viabilidade invernal em países de referência, nomeadamente os casos do Canadá, França, Itália, Espanha e Marrocos pela proximidade geográfica e referência ao deserto. Através do conhecimento pessoal e dados existentes na EP, será efetuado um estudo de caso, centralizado na viabilidade invernal das

estradas do distrito de Bragança, procurando descobrir o que aqui há de mais essencial e característico e deste modo, contribuir para a sua compreensão global.

Depois da Introdução, capítulo I, no segundo capítulo será apresentado e comparado o estado de arte dos países em estudo, com enfoque nos seguintes pontos:

1. Território, rede de estradas e TMDA;
2. Clima;
3. Gestão da viabilidade invernal com especial enfoque nas leis governamentais e normas estabelecidas, na organização da operação, na existência e manutenção de bases de dados específicas e nas informações aos utentes.

Neste capítulo, expor-se-á o caso português, tendo como referências os três pontos enunciados anteriormente e efetuar-se-á o dimensionamento do PVI, para a estrutura descentralizada de Bragança.

No terceiro capítulo, efetuar-se-á o *benchmarking* custo/benefício, do encerramento das estradas à circulação rodoviária, aquando da ocorrência de episódios de neve.

No quarto capítulo realizar-se-á o estudo de caso - Encerramento ao Tráfego, do IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B).

Por fim, será apresentada a conclusão do estudo desenvolvido, limitações da investigação e propostas para projetos futuros.

CAPÍTULO II

Pesquisa Bibliográfica-Estado da Arte

2.1 Introdução

A gestão da viabilidade invernal, é diretamente dependente das condições climatéricas, do território, da organização e condições sociais e políticas dos países. A demografia, a organização territorial e política, níveis de serviço das estradas, TMDA, previsões e registos meteorológicos, entre outras, são as incógnitas na formulação das melhores práticas na gestão da viabilidade invernal.

No presente capítulo pretendemos estudar os meios e métodos utilizados na viabilidade invernal em alguns dos países de referência, nomeadamente os casos do Canadá, França, Itália, Espanha e Marrocos pela proximidade geográfica e Portugal, tendo por base a informação recolhida na bibliografia publicada.

No segundo ponto do capítulo é efetuada uma análise ao território, à rede de estradas e ao TMDA dos países em estudo, seguindo-se uma abordagem às condições climatéricas num terceiro ponto. No quarto ponto, é efetuado o levantamento da gestão da viabilidade invernal com especial enfoque nas leis governamentais e normas estabelecidas, na organização da operação, na existência e manutenção de bases de dados específicas e nas informações aos utentes.

No ponto cinco do capítulo, será apresentado o PVI do distrito de Bragança.

2.2 Território e Rede de Estradas

As estradas, são um meio de financiamento da economia e as acessibilidades contribuem para o desagrar das assimetrias territoriais e socioeconómicas. Asseguram a mobilidade de pessoas e mercadorias, contribuindo para uma maior equidade territorial no acesso a bens e serviços públicos através de uma maior articulação e inter-relação entre os centros urbanos, rede regional e internacional.

A rede de estradas, pode refletir a capacidade de mobilidade das populações, estando naturalmente associada à superfície e população de cada território. Da dimensão da rede, resulta o dimensionamento das atividades de manutenção e garantias de mobilidade e níveis de serviço.

A Tabela 1 representa a população, área territorial e rede de estradas, onde se incluem os Itinerários Principais (IP), Itinerários Complementares (IC), Estradas Nacionais (EN), Estradas Regionais (ER) e Estradas Municipais (EM), dos países em estudo.

No caso de Portugal, não está incluída a rede de estradas municipais/locais.

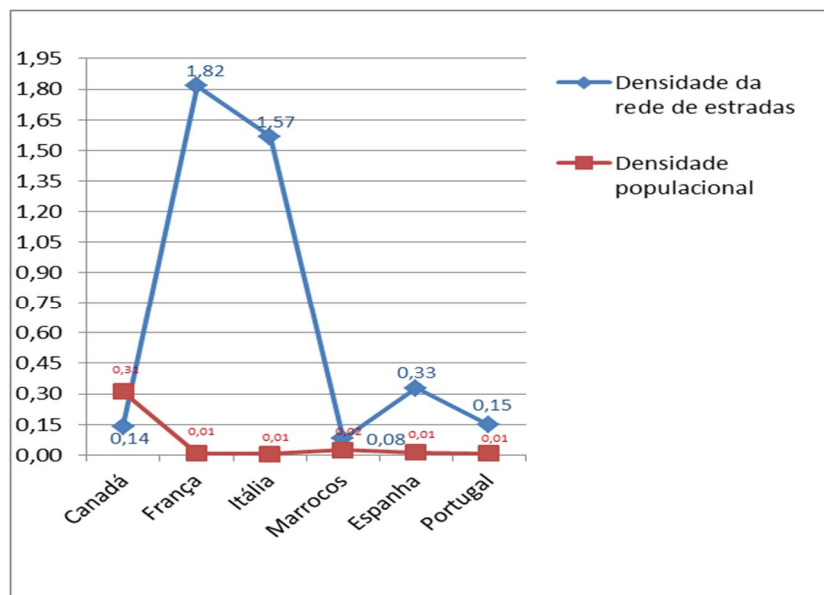
Tabela 1: População, Área Territorial e Rede de Estradas

Países	População (hab.)	Área territorial (km ²)	Rede de Estradas Nacionais (km)	
			Total	IP
Canadá	32 000 000	9 984 670	1 408 800	N/A
França	64 000 000	551 000	1 000 200	11 200
Itália	57 000 000	301 302	472 000	N/A
Marrocos	30 000 000	710 850	57 347	920
Espanha	45 300 000	505 954	166 340	13 873
Portugal	10 562 178	92 212	13 548	2 000

Fonte: Elaboração própria com base em BROWN (2010), Instituto Nacional de Estatística (INE, 2013) e EP (2012).

A Figura 1 representa o inverso da densidade populacional - relação entre a área do território e o número de habitantes e a densidade de rede de estradas - relação entre os quilómetros de estradas e a área territorial, dos países em estudo.

Figura 1: Densidade da Rede de Estradas *versus* População



Fonte: Elaboração própria com base em BROWN (2010), INE, (2012) e EP (2012).

Da observação da Figura 1, poderemos concluir que países como a França, Itália e Espanha têm uma rede de estradas com maior densidade que o inverso da densidade populacional,

acontecendo da mesma forma para os casos de Portugal e Marrocos, embora com menor diferença. Em sentido contrário, no Canadá é visível um maior valor do inverso da densidade populacional, comparativamente com a densidade de rede de estradas, tratando-se de uma situação comum aos países do norte da Europa e Estados Unidos da América, o que é consequência da baixa população comparativamente com a grande área territorial que possuem.

Esta informação, traduz-se num indicador importante da dispersão geográfica das atividades de manutenção das estradas em ambiente invernal, influenciando diretamente os planos de atuação, dimensionamento dos meios, eventual *outsourcing*, descentralização dos centros de operação e restante logística associada à distância.

O número de habitantes, influencia o maior ou menor TMDA. Assim, um maior número de habitantes com menor volume de estradas implica uma grande densidade de tráfego.

Seguidamente, apresentam-se os casos particulares do Canadá, França, Itália, Espanha, Marrocos e Portugal por esta ordem.

a) Canadá

O Canadá é o segundo maior país do mundo em termos territoriais, tendo a norte o Ártico, a sul os Estados Unidos da América e a nascente e poente os oceanos Atlântico e Pacífico respetivamente.

Tendo em conta a extensão do país, a rede de autoestradas é considerada de extrema importância para o desenvolvimento da economia TREMBLAY (2010).

A rede de autoestradas do Canadá é a que se apresenta na Figura 2.

Figura 2: Rede de Autoestradas do Canadá



Fonte: Elaboração própria com base em TREMBLAY (2010).

A Tabela 2 representa a rede de estradas e tráfego do Canadá.

Tabela 2: Rede de Estradas, Área Territorial e População do Canadá

Área	9 093 507 km ²	
População	31 946 316 hab	
Densidade populacional	3,51 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	1 408 800 km	Autoestradas de 1. ^a 102 700 km Autoestradas de 2. ^a 114 600 km Estradas municipais 1 191 600 km
Tráfego	19 081 478	Ligeiros 18 329 066 Autocarros 77 447 Pesados 674 964
Viaturas por 1000 hab	574	

Fonte: Elaboração própria com base em TREMBLAY (2010).

b) França

A França tem 551000 km² de área territorial e uma população de 65 milhões de habitantes em 2012¹. Possui uma geografia e um clima bastante variados, que vão desde os pontos mais altos da europa (Monte Branco – Alpes) até zonas litorais na costa atlântica e no mar Mediterrâneo.

Tem a industria, agricultura e turismo como os principais motores da sua economia, obrigando à existência de uma vasta e boa rede de estradas, que permita as transações e mobilidade adequada às necessidades.

Segundo GILOPPÉ (2010), a rede de estradas da França, Figura 3, compreende cerca de 1 milhão de quilómetros, sendo que o Estado opera cerca de 2% da rede, que são constituídos por 20 000 quilómetros de Estradas Nacionais e Auto Estradas concessionadas, divididas por 11 Direções Interdepartamentais.

Os Departamentos, nível intermédio de gestão do território, gerem cerca de 380 000 quilómetros de estradas e os Municípios têm sob a sua alçada 600 000 quilómetros de estradas municipais e locais.

¹ Segundo dados do *Institut National de la Statistique et des Étude Économiques*-http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATnon02145, consultado em 02 janeiro de 2013.

A Tabela 3 apresenta os dados discriminados no que respeita à população e à rede de estradas e a Figura 3 representa a rede de estradas da França.

Tabela 3: Rede de Estradas, Tráfego, Área Territorial e População de França

Área	551 000 km ²	
População	65 281 000 hab	
Densidade populacional	118,48 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	1 000 000 km.	AE/EN - 20 000 km. Estradas departamentais – 380 000 km. Estradas municipais 600 000 km.
Tráfego		Ligeiros 26 800 000 Carros de Trabalho 5 500 000

Fonte: Elaboração própria, com base em GILOPPÉ (2010), *Institut National de la Statistique et des Étude Économiques* (2013).

Figura 3: Rede de Estradas de França



Fonte: Elaboração própria com base em Cartes-De-France (2013).

c) Itália

A Itália tem 301300 km² de área territorial e próximo dos 61 milhões de habitantes em 2012 ³. Possui uma geografia e um clima bastante variados, que vão desde os pontos mais altos da Europa (Alpes) até ao litoral na costa do mar Mediterrâneo.

A orografia do território de Itália, varia entre os 35% de grandes montanhas, 42% de colinas e 23% de planícies.

Os Alpes atravessam toda a região norte de Itália, com o Monte Branco a chegar aos 4 810 metros de altitude e uma cordilheira montanhosa a desenvolver-se de norte para sul com cotas a variar entre os 2 000 e os 2 900 metros. Nas duas maiores ilhas italianas, podemos encontrar dois vulcões importantes, na Sicília o *Etna* com 3 340 metros e na Sardenha, o *Gennargentu* com 1 834 metros.

A Tabela 4 apresenta os dados discriminados no que respeita à população e à rede de estradas e a Figura 4 representa o território de Itália e ligações rodoviárias mais importantes.

Tabela 4: Rede de Estradas, Área Territorial, Tráfego e População de Itália

Área	301 302 km ²	
População	60 626 442 hab	
Densidade populacional	201,2 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	472 000 km.	AE/EN – 31 000 km. Estradas departamentais – 141 000 km. Estradas municipais 300 000 km.
Tráfego		47 000 000 Veículos

Fonte: Elaboração própria, com base em GIANNETTI (2010), *Instituto Nazionale di Statistica* (2013).

² Segundo dados do *Instituto Nazionale di Statistica* - <http://sitis.istat.it/sitis/html/indexEng.htm>, consultado em 02 fevereiro de 2013.

³ Segundo dados do *Instituto Nazionale di Statistica* - <http://sitis.istat.it/sitis/html/indexEng.htm>, consultado em 02 fevereiro de 2013.

Figura 4: Mapa de Itália



Fonte: Elaboração própria com base em *maps.google.pt* (2013).

d) Espanha

O Reino de Espanha tem 505 954 km² de área territorial e 47 milhões de habitantes em 2012 ⁴.

A Espanha localiza-se na Península ibérica, a sul da Europa, faz fronteira a norte, nos Pirenéus com França, a sul e este com o Mediterrâneo e a oeste com Portugal e com o oceano Atlântico.

Metade do território do continente espanhol encontra-se no maciço central, conhecido como o “Planalto Castelhana”, convertendo a Espanha no segundo país europeu mais alto, AZCUE *et al.* (2010).

As AE e principais estradas de longa distância, que ligam diversas regiões, estão dependentes do Estado – Ministério do Fomento, as estradas regionais dependem dos Governos Regionais e as estradas municipais e locais dependem dos municípios e localidades.

A Tabela 5 apresenta os dados discriminados, no que respeita à população e à rede de estradas e a Figura 5 representa o território de Espanha e ligações rodoviárias mais importantes.

⁴ Segundo dados do *Instituto Nacional de Estadística* - <http://www.ine.es/jaxi/tabla.do>, consultado em 15 de fevereiro de 2013.

Tabela 5: Rede de Estradas, Área Territorial e População de Espanha

Área	505 954 km ²	
População	47 265 321 hab	
Densidade populacional	93,4 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	166 340 km.	AE – 13 873 km. EN – 15 407 km. Estradas regionais e locais – 137 060 km

Fonte: Elaboração própria, com base em AZCUE *et al.* (2010), *Instituto Nacional de Estadística* (2013).

Figura 5: Mapa com a Rede de Estradas de Espanha



Fonte: Elaboração própria, com base em AZCUE *et al.* (2010).

e) Marrocos

O reino de Marrocos, localiza-se no noroeste de Africa, no Magrebe e possui uma área de 710 850 km². Faz fronteira a norte com o Mediterrâneo, a sul com a Mauritânia, a este com a Argélia e a oeste com o oceano Atlântico. A área territorial, rede de estradas e população residente em Marrocos, está representada na Tabela 6.

Marrocos caracteriza-se por ser um país montanhoso, destacando-se duas cadeias montanhosas: o Rife, com a orientação noroeste-sudeste, que faz, geologicamente, parte das cordilheiras do Sul da Península Ibérica, e que tem como ponto mais alto o monte *Jbel Tidirhine* com 2 456 metros; e a Cordilheira do Atlas, cujo ponto mais alto é o monte *Jbel Toubkal* (4 165 metros). A

leste e a sudeste, encontram-se os altos planaltos, com cerca de 1000 metros de altitude. No Sul, situa-se o deserto do Saara.

A proximidade ao mar (Mediterrâneo e Atlântico) e simultaneamente ao deserto, conferem a Marrocos características particulares, com clima genericamente temperado.

A rede de estradas de Marrocos é gerida fundamentalmente pelo estado através da *Direction de Routes* (Direção de Estradas). Possui 57 347 km de estradas, dos quais 38 545 km são pavimentados e os restantes são trilhos não pavimentados.

A rede de estradas pavimentadas é classificada por Rede Nacional, Regional e Provincial e está representada na Figura 6.

As Auto Estradas possuem uma extensão de 920 km, dos quais 555 km estão em construção e são geridas pela *Société Nationale des Autoroutes du Maroc* (Departamento Nacional de Auto Estradas de Marrocos), IDRISSE (2010).

Tabela 6: Rede de Estradas Pavimentadas, Área Territorial e População de Marrocos

Área	710 850 km ²	
População (2003)	31 689 263 hab	
Densidade populacional	44,58 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	39 465 km	AE – 920 km. EN – 9 994 km. Estradas regionais – 9 324 km. Estradas de província – 19 227 km.

Fonte: Elaboração própria, com base em IDRISSE (2010) e Wikipédia (2013).

Figura 6: Mapa com a Rede de Estradas de Marrocos



Fonte: Elaboração própria, com base em IDRISSE (2010).

f) Portugal

Portugal, localiza-se na Península Ibérica, possui 92 212 km² de área territorial e tem 10 562 172 habitantes. Faz fronteira a norte e este com Espanha, a sul e oeste com o oceano Atlântico. Possui algumas serras e montanhas ao longo do território, sendo a mais significativa a do maciço central da serra da Estrela, com o ponto mais elevado, a cerca de 2 000 metros acima do nível do mar.

O Estado português concessionou a rede de Auto Estradas a várias empresas e as Estradas nacionais e regionais à EP. No total, Portugal possui 253 000 km de estradas, distribuídas pelas concessões do Estado, subconcessões e municípios.

O Plano Rodoviário Nacional (PRN), através do Decreto-Lei n.º 222/98 de 17 julho MEPAT (1998), define a Rede Rodoviária Nacional (RRN) que integra os IP, a Rede Nacional Complementar, que integra os IC, EN e ER e a Rede Nacional de Auto Estradas, que integra as AE.

O Estado Português concessionou a rede de AE a empresas e/ou consórcios de empresas sem capitais públicos e a Rede Nacional Fundamental e Complementar à EP de capital exclusivamente público. No total, Portugal possui 253 000 km de estradas, distribuídas pela

concessão do Estado, subconcessões e municípios. Dos 253 000 km de estradas, 13 548 km da RRN em serviço está atribuída a 24 entidades: 16 Concessionárias do Estado e 8 Subconcessionárias da Concessionária EP.

Tabela 7: Rede de Estradas, Área Territorial e População de Portugal

Área	92 212 km ²	
População	10 562 178 hab	
Densidade populacional	114,54 hab/km ²	
Extensão da rede de estradas	253 000 km.	AE – 2 737 km. EN, ER, IP e IC – 18 600 km. EM - 231 663 km.

Fonte: Elaboração própria, com base em EP (2013) e INE (2013).

Os dados apresentados na Tabela 7, representam a rede de estradas, área territorial e população residente em Portugal.

A rede de estradas de Portugal, é a que consta da Figura 7.

Figura 7: Mapa com a Rede de Estradas de Portugal



Fonte: Elaboração própria com base EP (2013).

Concluída a apresentação dos principais indicadores relativos ao território, no ponto três, efetuar-se-á o estudo dos principais fatores climatológicos dos países em análise.

2.3 Clima

Neste ponto vai analisar-se a problemática do clima.

As diferentes localizações geográficas, a proximidade ao mar ou interior, as características orográficas, montanha, vales ou planaltos, originam condições climáticas diferenciadas, caracterizadas pela intensidade, frequência e duração dos temporais.

As condições climáticas adversas e a intensidade e duração de uma tempestade, influenciam diretamente as condições de circulação em segurança nas estradas, com implicação direta na mobilidade e acessibilidades das populações afetadas.

Segundo BROWN (2010), a classificação da Tabela 8, tem por base estudos de especialistas em viabilidade invernal e não de meteorologistas, e é definida pelas seguintes condições:

- O clima **Temperado**, é caracterizado por temperaturas moderadas, invernos suaves e baixas amplitudes térmicas, com temperaturas mínimas a rondar os 0 °C;
- O clima **Marítimo**, é típico das regiões próximas do mar e caracterizado pelas temperaturas amenas ao longo do ano, com precipitação frequente e teores de humidade altos, que em certos casos resultam em grandes quantidades de neve;
- **Continental**, tem como característica principal a verificação de grandes amplitudes térmicas e períodos típicos de verão e inverno, sendo este caracterizado por baixas temperaturas, formação de gelo e neve;
- O clima de **Montanha**, é limitado a pequenas áreas das zonas continentais que se desenvolvem em altitude, possuindo grandes amplitudes térmicas, invernos rigorosos e fortes nevões;
- Climas **Ártico e Subártico**, são característicos dos países nórdicos, com dias frios ao longo do ano, invernos rigorosos e nevões intensos;
- **Mediterrânicos**, neste tipo de climas, não ocorrem invernos rigorosos, têm o clima temperado de baixas amplitudes térmicas e temperaturas sempre acima dos 0° C, onde os episódios de ocorrência de neve são excecionais;
- **Deserto**, altas temperaturas, climas secos e muito áridos.

Tabela 8: Clima dos Países em Estudo

Países	Características Climáticas
Canadá	Marítimo – Continental – Subártico - Ártico
França	Marítimo – Continental – Montanha - Mediterrânico
Itália	Temperado – Montanha - Mediterrânico
Marrocos	Marítimo temperado – Continental – Montanha – Mediterrânico - Deserto
Espanha	Marítimo temperado – Continental – Montanha - Mediterrânico
Portugal	Marítimo temperado – Continental – Mediterrânico - Montanha

Fonte: Elaboração própria, com base em BROWN (2010).

Da análise da tabela, podemos constatar que os países em estudo, possuem condições climáticas diversas. Em alguns casos, as diferenças ocorrem em áreas limitadas e com prazos limitados, comprovando a existência de descentralização e diferenciação de atuação com consequentes implicações na organização.

As previsões e índices meteorológicos são utilizados pelos vários gestores, para que, em conjunto com parâmetros rodoviários, se correlacionem e prestem informações para a ajuda à decisão - a salientar: temperatura da superfície do pavimento, ponto de orvalho, temperaturas de condensação, quantidades de precipitação, intensidade da neve, espessura da neve, dias com temperaturas negativas, entre outros.

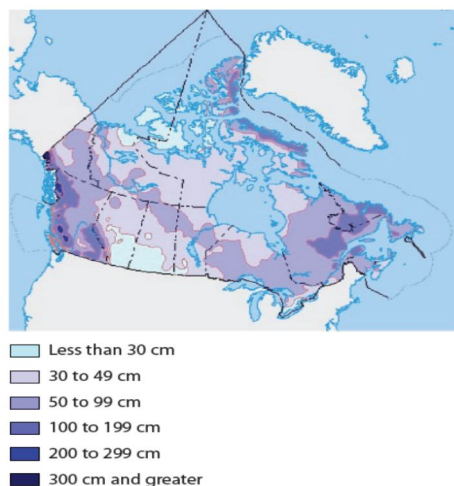
As previsões meteorológicas, são abordadas em vários estudos. YE *et al.* (2009), concluem que o maior benefício no uso das informações meteorológicas na viabilidade invernal, é a redução de custos de operação e manutenção. O uso das previsões meteorológicas, podem economizar recursos humanos, equipamentos e saís fundentes. Para o *Service d'Études Sur les Transports, les Routes et Leurs Aménagements* SETRA (2010), o conhecimento do estado do pavimento e dos principais parâmetros atmosféricos, são fundamentais para a gestão da viabilidade invernal, por permitirem antecipar ou atenuar os efeitos dos fenómenos meteorológicos e garantir as melhores condições de circulação em segurança dos utentes da estrada.

Seguidamente, apresentam-se os casos particulares do Canadá, França, Itália, Espanha, Marrocos e Portugal por esta ordem.

a) Canadá

A Figura 8, representa no território do Canadá a espessura de neve registada em 18 invernos (de 1979 a 1997).

Figura 8: Espessura de Neve no Território do Canadá (1979 – 1997)



Fonte: Elaboração própria, com base em TREMBLAY (2010).

A Tabela 9 representa as temperaturas mínimas em algumas cidades do Canadá, medidas nos meses de inverno entre 1971 e 2000.

Tabela 9: Temperaturas Mínimas Observadas nos Meses de Inverno (1971-2000)

Cidades	novembro	dezembro	janeiro	fevereiro	março
Vancouver	3.1 °C	0.8 °C	0.5 °C	1.5 °C	3.1 °C
Calgary	-8.9 °C	-13.4 °C	-15.1 °C	-12.0 °C	-7.8 °C
Toronto	-0.7 °C	-6.7 °C	-10.5 °C	-9.7 °C	-5.0 °C
Montréal	-2.2 °C	-10.8 °C	-14.9 °C	-13.4 °C	-6.9 °C
Quebec City	-4.3 °C	-13.4 °C	-17.6 °C	-16.0 °C	-9.4 °C
Halifax	-0.7 °C	-7.1 °C	-10.7 °C	-10.2 °C	-5.8 °C
Whitehorse	-13.0 °C	-19.1 °C	-22.1 °C	-18.7 °C	-12.3 °C
Yellowknife	-17.7 °C	-27.7 °C	-30.9 °C	-18.7 °C	-12.3 °C

Fonte: Elaboração própria, com base em TREMBLAY (2010).

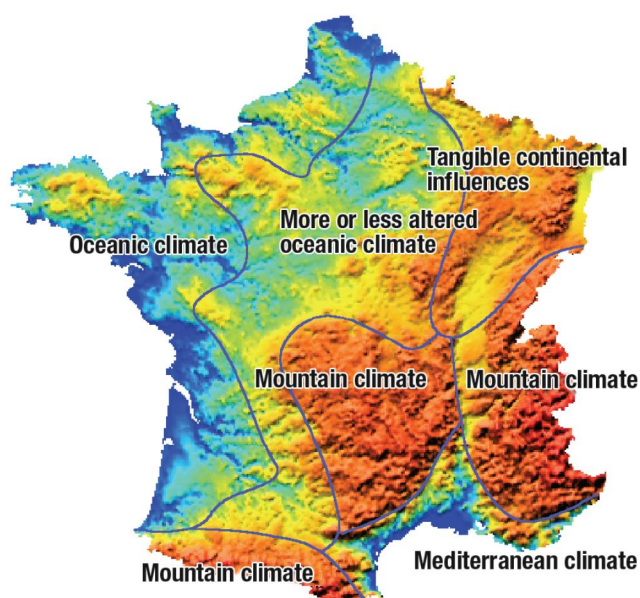
Da análise da figura e tabela anteriores, é possível verificar que as zonas onde é maior a acumulação de neve é na proximidade da faixa costeira, que conjugada com a orografia e a intensidade do inverno origina os maiores nevões. Pode também observar-se, que as cidades com as temperaturas mais baixas se localizam no interior do território em estudo.

b) França

A França divide-se em cinco zonas climáticas distintas, que vão desde o clima mediterrânico ameno ao clima de montanha dos Pirenéus e dos Alpes, onde a altitude origina a ocorrência de precipitação em forma de neve.

A Figura 9 apresenta a distribuição climática no território francês.

Figura 9: Zonas Climáticas de França



Fonte: Elaboração própria, com base em GILOPPÉ (2010).

As quantidades de precipitação e temperaturas médias em janeiro, são as constantes da Tabela 10.

Tabela 10: Distribuição da Temperatura e Precipitação nas Zonas Climatéricas de França

Clima	Temperatura em janeiro (°C)	Precipitação		
		Quantidade anual (mm)	Dias no ano	Dias de gelo
Marítimo (<i>oceanic climate</i>)	5 a 7	700 a 900	150 a 180	15 a 45
Marítimo descaracterizado (<i>altered oceanic climate</i>)	2 a 5	600 a 700	140 a 160	40 a 60
Continental (<i>Continental</i>)	-1 a 1	700 a 900	150 a 170	70 a 90
Mediterrânico (<i>Mediterranean</i>)	7 a 9	700 a 800	70 a 80	20 a 30
Montanha (<i>Mountain</i>)	-1 a 4	1000 a 1500	170 a 180	70 a 90

Fonte: Elaboração própria, com base em GILOPPÉ (2010).

c) Itália

À semelhança da França, a Itália apresenta zonas climáticas muito distintas que vão desde os Alpes até às planícies mediterrânicas.

As diferentes cotas e a localização geográfica próxima do mar, origina neve com características que dão origem a preocupações e modo de atuação distintos, leve e seca no norte e húmida e pesada no sul, conforme se pode constatar na Tabela 11.

Tabela 11: Distribuição da Temperatura e Precipitação Norte, Centro, Sul e Ilhas de Itália

Clima		Temperatura média em janeiro (°C)	Precipitação	
			Quantidade média anual (mm)	Neve (dias no ano)
Norte	Milão	3,4	720	3
	Monte <i>Bisbino</i>	1,3	1 363	21
Centro	Roma	7,4	490	1
	Monte <i>Terminillo</i>	-0,1	1 045	7
Sul	<i>Regio Calabria</i>	13,4	341	1
	Monte <i>Scuro</i>	-0,2	841	4
Sardenha	<i>Cagliari</i>	10,3	378	1
	<i>Fonni</i>	6,5	808	5

Fonte: Elaboração própria, com base em GIANNETTI (2010).

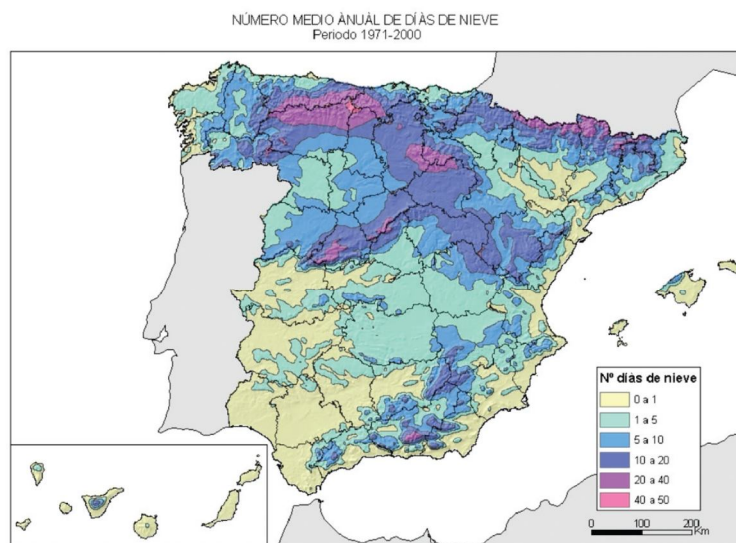
d) Espanha

Em termos inverniais, o clima de Espanha pode ser dividido em duas zonas, a norte (Pirenéus e Picos da Europa) mais frio com temperaturas a variar entre os -3 °C e os 10 °C e a zona sul com temperaturas mais amenas. No entanto, as maiores AE estão localizadas na metade norte do continente espanhol salientando-se a ligação Vigo - Burgos - Barcelona.

A Figura 10 representa o número médio anual de dias com neve no continente espanhol, em que se podem observar zonas, onde neva entre 20 a 40 dias por ano.

Segundo AZCUE (2010), as regiões de Sória, Burgos, Avila, Teruel, Valladolid e Salamanca têm entre 50 a 75 dias de gelo por ano.

Figura 10: Número Médio Anual de Dias com Neve



Fonte: Elaboração própria, com base em AZCUE (2010).

e) Marrocos

O clima em Marrocos, varia muito de região para região. Do clima mediterrânico ameno no norte do território, ao clima agreste do deserto do Saara a sul.

No entanto e uma vez que a maior parte do território se desenvolve em cotas elevadas, os invernos são bastante rigorosos, atingindo por vezes temperaturas de -18°C , (IDRISSI, 2010).

As previsões meteorológicas, são fornecidas pela *Direction de la Météorologie Nationale*.

A severidade do inverno é caracterizada pelos dias de ocorrência de neve na rede de estradas e pelo número de horas, que a(as) estrada(s) encerra(m) ao tráfego, em consequência das condições climáticas adversas (IDRISSI, 2010).

Na tabela 12 apresentam-se os índices de severidade do inverno, com dados de dias de neve e horas de estrada encerradas entre 2005 a 2009.

Tabela 12: Índice de Severidade do Inverno, entre os Anos de 2005 e 2009

	2005/2006	2006/2007	2007/2008	2008/2009
Número de horas com as estradas encerradas	5223	1027	700	9660
Número de dias com neve na rede de estradas	17	15	12	74
Quilómetro de estradas com ocorrência de neve	4251	3714	2486	4900

Fonte: Elaboração própria, com base em IDRISSE (2010).

f) Portugal

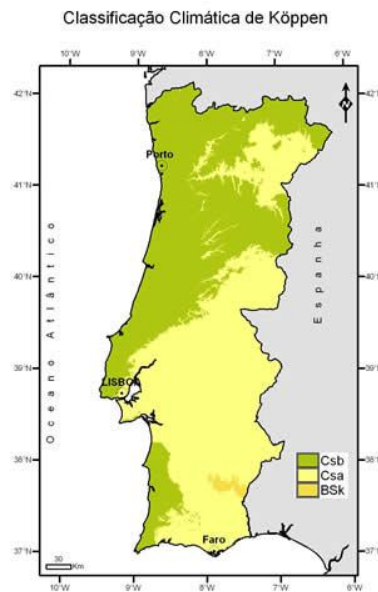
Os resultados das normas climatológicas (1971-2000), permitem identificar os diferentes tipos de clima, tendo-se utilizado para Portugal Continental a classificação de Köppen-Geiger, que corresponde à última revisão de Köppen em 1936⁵. Os resultados obtidos pela cartografia, para esta classificação climática, permitem confirmar que na maior parte do território Continental o clima é temperado, do Tipo **C**, verificando-se o Subtipo **Cs** (Clima temperado com Verão seco) e as seguintes variedades:

- **Csa**, clima temperado com verão quente e seco nas regiões interiores do vale do Douro (parte do distrito de Bragança), assim como nas regiões a sul do sistema montanhoso Montejunto-Estrela (exceto no litoral oeste do Alentejo e Algarve).
- **Csb**, clima temperado com verão seco e suave, em quase todas as regiões a norte do sistema montanhoso Montejunto-Estrela e nas regiões do litoral oeste do Alentejo e Algarve.

Numa pequena região do Baixo Alentejo, no distrito de Beja, encontra-se Clima Árido – Tipo **B**, Subtipo **BS** (clima de estepe), variedade **BSk**, conforme se pode verificar na Figura 11.

⁵ Segundo o Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA), visto em <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>, consultado em 28 de fevereiro de 2012.

Figura 11: Classificação Climática de Köppen



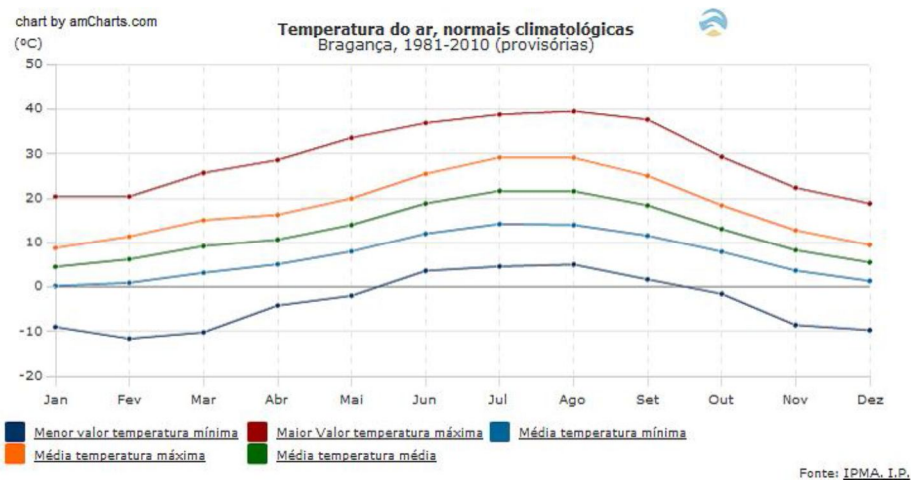
Fonte: Elaboração própria, com base em IPMA (2013).

Portugal é um dos países europeus com clima mais ameno, sendo mais frio nos distritos do norte e centro do país, onde ocorrem temperaturas negativas durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro com temperaturas a chegar ocasionalmente ao -10°C , mas com médias na ordem dos 0°C . Na zona sul, as temperaturas só muito ocasionalmente descem abaixo dos 0°C , ficando-se pelos 5°C na maioria dos casos.

A neve ocorre regularmente por pequenos períodos de tempo no norte do país (Guarda, Bragança, Vila Real e Viseu), variando entre três a cinco dias por ano. Nestes distritos, mais que a precipitação em forma de neve, a principal preocupação em termos rodoviários é a formação de geadas e gelo, que ocorrem durante os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e ocasionalmente em novembro e março.

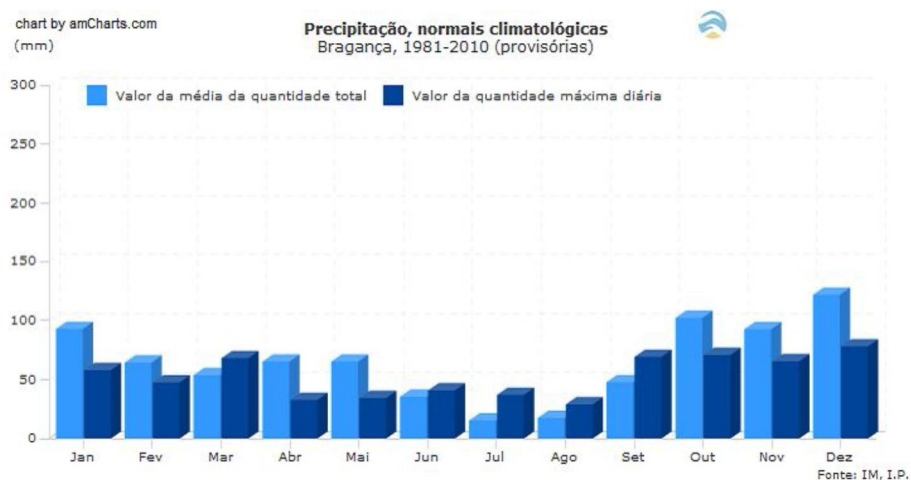
Nas Figuras 12 e 13, podemos observar a variação da temperatura ao longo do ano e valores de precipitação médios mensais no distrito de Bragança, por se tratar do distrito com temperaturas médias mais baixas no inverno.

Figura 12: Temperatura do Ar em Bragança, Normais Climatológicas Anos (1981-2010)



Fonte: Elaboração própria, com base em IPMA (2013).

Figura 13: Precipitação em Bragança, normais Climatológicas Anos (1981-2010)



Fonte: Elaboração própria, com base em IPMA (2013).

Verificados os principais índices climatológicos dos países em análise, o ponto 4 do presente capítulo, abordará as melhores práticas na gestão das atividades de viabilidade invernal.

2.4 Gestão da Viabilidade Invernal

A maioria dos países com orçamentos para a viabilidade invernal, possui cadernos de encargos para atuação e realização dos trabalhos. Possui legislação para os utentes, para os níveis de

serviço associados à maior ou menor disponibilidade das estradas e regras laborais específicas para a atividade. As preocupações ambientais, também fazem parte dos cadernos de encargos.

Nos países referência, existem normas standardizadas, para os equipamentos e produtos utilizados no espalhamento de sais fundentes e limpeza de neve, assim como para a definição da organização dos serviços e operação. As parcerias público-privadas, auditorias do nível de serviço, informação aos utentes, investigação e desenvolvimento de novas tecnologias, também se incluem nos orçamentos e cadernos de encargos afetos às atividades de viabilidade invernal.

NIXON (1996), define que as políticas de decisão, estão ao nível estatal, estadual e municipal, referindo que o objetivo principal da gestão invernal é definir o nível de serviço pretendido para as várias classes de estradas, salientando a necessidade de globalizar e uniformizar as políticas de gestão invernal e respetivos manuais e normas de atuação.

Segundo NOBLE *et al* (2006), a existência da organização e operação da viabilidade invernal nos organismos públicos, data de 1881. No entanto e segundo este autor, outras investigações concluem que pese embora as necessidades de se organizarem os serviços de viabilidade invernal, nenhum organismo gestor, possui sequer metodologias para a localização de depósitos de sal e definição de rotas de atuação.

Segundo GOODWIN (2003), há uma perceção geral que os gestores rodoviários nada podem fazer quantos às condições climáticas adversas. No entanto, podem ser consideradas três tipos de estratégias de gestão a ser empregues na resposta às ameaças ambientais na circulação rodoviária:

1. Prevenção;
2. Controlo;
3. Curativa.

As estratégias preventivas, proporcionam informação sobre as previsões e condições meteorológicas para os gestores viários e para os utentes das estradas. As estratégias de controlo alteram o estado das estradas, com dispositivos que permitem encerrar ou restringir o fluxo de tráfego e regular a capacidade de escoamento do mesmo, de forma a manter a segurança dos utilizadores das estradas. As ações curativas, fornecem recursos para minimizar ou eliminar os impactos climáticos. Estas ações, envolvem coordenação de tráfego, manutenção viária e gestão de emergências (civil e/ou militar).

Estas estratégias de mitigação dos efeitos adversos das condições climáticas são empregues para, de certa forma, dar resposta às ameaças resultantes, seja o nevoeiro, os ventos fortes, a

neve, a chuva, o gelo, as inundações, os tornados, os furacões e as avalanches (MEYSSONNIER, 2008).

Num estudo realizado na Suécia, a utentes das estradas da Suécia, Finlândia, Noruega, Dinamarca, Eslovénia, Escócia, Estados Unidos da América (Estado do Minesota) e Canadá (Província de Alberta), é referido que a satisfação dos utilizadores, é um fator importante a ter em conta na gestão da manutenção das estradas, principalmente no inverno (LODENIUS, 2010). O questionário realizado aos utentes das rodovias, permitiu definir o nível de satisfação, tendo em conta as decisões tomadas nas prioridades e modos de atuação das atividades de limpeza de neve e interação entre os fornecedores do serviço e os utilizadores. A principal conclusão obtida foi, a de que o *benchmarking* e o benefício na partilha de informação, permitem desenvolver melhores práticas e métodos alternativos de gestão, conduzindo à *Road to Excellence*.⁶

Atualmente, nos países onde o problema da neve e gelo é uma realidade, o principal objetivo da gestão da viabilidade invernal é a garantia de circulação e fluidez do tráfego em condições de segurança, com condições climatéricas adversas, sendo necessário:

- Efetuar a análise do custo/benefício do investimento da gestão da manutenção invernal e a expectativa e efeito criado pela manutenção na economia e nas pessoas;
- Prestar informação de qualidade do estado das estradas e condições meteorológicas aos utilizadores, seja com previsões transmitidas via media, Painéis de Mensagens Variáveis (PMV), ou imagens em tempo real;
- Legislação e regulamentação específica para a utilização das viaturas particulares e coletivas em período invernal, obrigando ao uso de pneumáticos específicos e correntes de neve.

Todos estes procedimentos têm como principal objetivo a garantia da segurança aos utentes e limpeza das estradas, estabelecendo-se obrigatoriamente um equilíbrio entre os recursos existentes, a segurança e a sustentabilidade.

Nas alíneas a seguir, apresentam-se as formas de atuação e métodos, objetivos e metas de gestão para as atividades afetas à viabilidade invernal dos países em estudo.

⁶ “*The Road to Excellence*” é um projeto de *benchmarking* internacional, desenvolvido pela Administração Rodoviária da Suécia, com a pesquisa encomendada à Universidade de Ciência e Tecnologia de Aalto, tendo como objetivo estudar e comparar a sustentabilidade, inovação e melhores práticas na manutenção da viabilidade invernal nas estradas e áreas de repouso.

a) Canadá

No Canadá a maioria dos gestores de estradas dividem em três os níveis de serviço, tendo cada nível de serviço uma meta diferente, baseada em volume de tráfego e perfil da estrada.

Os objetivos e níveis de serviço típicos dos organismos gestores de vias no Canadá são apresentados na Tabela 13.

Tabela 13: Objetivos e Níveis de Serviço

Classe de estradas	AE	AE municipais (variantes)	Estradas coletoras	Estradas municipais
Tipo de manutenção exigida				
Condições do pavimento	Plataforma limpa	Plataforma limpa	Corredor central	Neve com abrasivos (areia)
Prazo para atingir as condições do pavimento	4 a 12 horas após o fim da tempestade	12 horas após o fim da tempestade	12 horas após o fim da tempestade	12 a 24 horas após o fim da tempestade
Máximo de altura de neve acumulada	≥ 2 cm	≥ 2 cm	≥ 5 cm	≥ 8 cm
Materiais fundentes/abrasivos				
Sal	Usar	Usar	Usar	N/A
Areia	Temperatura ≤ -10 °C	Temperatura ≤ -10 °C	Temperatura ≤ -10 °C	Usar

Fonte: Elaboração própria, com base em TREMBLAY (2010).

Segundo TREMBLAY (2010), o governo do Canadá promoveu a construção de uma rede integrada de estações meteorológicas, nas autoestradas do país, por forma a obter informação em tempo real de qualidade, com previsões fiáveis das condições climáticas, contrapondo com o mínimo uso possível, de químicos anti gelo.

Nas regiões com maior densidade populacional e maior tráfego, nas pontes e viadutos, foram instalados sistemas fixos de anticongelantes (*sprays* de salmoura), de forma a evitar a acumulação de gelo.

O investimento em sistemas integrados de previsões meteorológicas, é também tido em conta através de protocolos com entidades privadas, para a troca e partilha de informação. A título de exemplo, TREMBLAY (2010), refere o protocolo com a Associação de Transportes do Canadá, que tem por objetivo a elaboração de um projeto para determinar os índices de severidade do inverno para o Canadá (*Winter Severity Index for Canadá*), para no futuro auxiliar os gestores rodoviários na programação das atividades e orçamentos afetos à viabilidade invernal (BERGER, 2010). A conclusão deste projeto, faz com que o Canadá lidere a tecnologia de sistemas rodoviários de previsões meteorológicas.

A preocupação ambiental é também um fator a ter em conta na gestão.

A maioria dos operadores rodoviários, associaram-se às novas tecnologias para controlo integrado de consumo de sais fundentes, meios e equipamentos, com a utilização de GPS para localização e identificação das viaturas e locais de atuação e com a utilização de espalhadores computadorizados que permitem a medição instantânea das quantidades e medidas de sal espalhadas. A utilização de sensores infravermelhos para leitura de temperatura dos pavimentos nos carros patrulha e estudo e aferição das quantidades mínimas de aditivos químicos necessários à operação, são o tipo de equipamento comum aos operadores estatais ou contratados.

Para proteção dos utentes da estrada, proteção dos ecossistemas e o uso adequado do sal, foi criada legislação que obriga à redução das quantidades lançadas para o meio ambiente, reduzindo a contaminação dos níveis freáticos, utilizáveis para consumo humano e impacto nos ecossistemas.

TREMBLAY (2010), refere que em 2004, o ministério do Ambiente do Canadá, publicou o *Code of practice for the Environmental Management of Road Salt*⁷ recomendando a todos os *stakeholders*, a avaliação e cumprimento das regras de gestão da viabilidade invernal próprias, com as melhores práticas recomendadas pela Associação de Transportes do Canadá através da implementação do manual *Syntheses of Best Practices*⁸.

⁷ *Code of practice for the Environmental Management of Road Salt* (2012) – Relatório elaborado por uma equipa nomeada pelo Ministério do Ambiente do Canadá, com o objetivo de caracterizar os riscos ambientais, motivado pelo o uso do sal na prevenção do gelo e limpeza de neve. Consultado em 26 de dezembro de 2012 e disponível em http://ec.gc.ca/nopp/roadsalt/cop/en/rs_main.htm.

⁸ *Syntheses of Best Practices* - Manual de boas práticas de gestão do sal e manutenção invernal, elaborado pela Associação de Transportes do Canadá consultado em 26 de dezembro de 2012 e disponível em <http://www.tac-atc.ca/english/resourcecentre/roadsalt.cfm>.





b) França

Segundo GILOPPÉ (2010), em França não existe regulamentação para a gestão da viabilidade invernal, no entanto o Departamento Francês da Ecologia, Energia, Desenvolvimento e Território Sustentável emite normas práticas de organização. Os restantes operadores rodoviários (concessionárias de AE e municípios), desenvolvem eles próprios normas e regras de trabalho para atingir o nível de serviço adequado à via.

O SÉTRA, produz documentação de apoio, sendo de referir as Fichas de Procedimento e PVI, definindo normas, regras, equipamentos e perfis dos operários, por forma a garantir o melhor serviço e estabelecer os níveis de serviço e informação aos utentes.

Entre outra documentação elaborada pelo SÉTRA, há a salientar as tabelas informativas dos níveis de serviço e respetivas condições, em que os utentes podem encontrar as estradas como o exemplo da Tabela 14.

Tabela 14: Tabela Informativa para os Utentes da Estrada, com as Condições de Circulação no Inverno

Condições condução no inverno	Descrição	Código de cores	Perceção do perigo	Probabilidade de despiste
C1		Normal (verde)	Não aplicável	Não Aplicável
C2		Escorregadio (laranja)	Baixa (presença de gelo impercebível, neve localizada)	Baixa, ocasional em inclinações superiores a 3%
C3		Difícil (vermelho)	Existência de neve na estrada, falta de perceção na existência de gelo	Alta
C4		Impossível (Preto)	Fácil	Impossibilidade de deslocação

Fonte: Elaboração própria com base em GILOPPÉ, (2010).

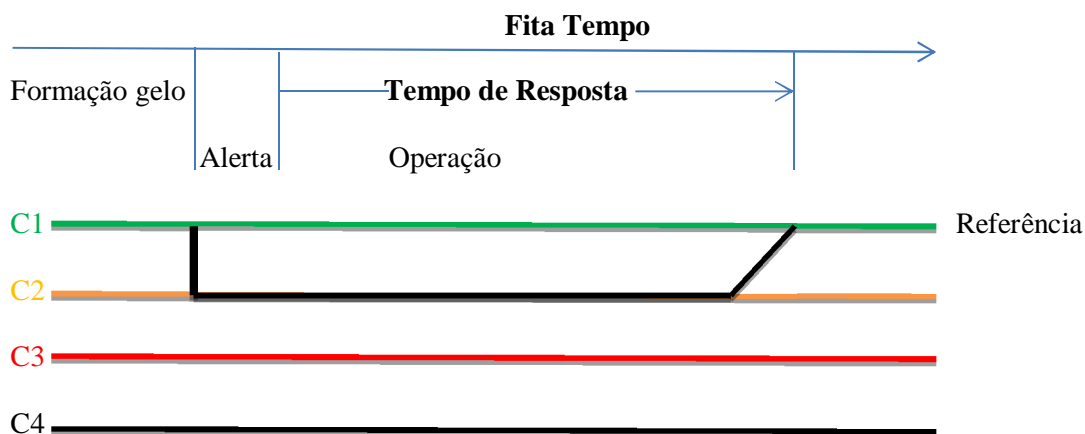
Os níveis de serviço, são elaborados tendo como base a localização geográfica, classificação da estrada e TMDA. O tempo de resposta da retoma das condições de circulação em segurança é o indicador de qualidade dos serviços prestados. No caso do gelo, o início da contagem é dado com o alerta meteorológico ou constatação dos operadores. Em caso de neve, o início da contagem, é no fim da tempestade (GILOPPÉ, 2010).

A Figura 14 representa para o caso de França, a evolução das condições de circulação de C1 (situação referência), para C2 com a ocorrência de gelo. Para retoma das condições de circulação (Referência C1), foram definidos os seguintes Tempos de Resposta:

- Baixo - uma a duas horas depois;
- Médio - três a cinco horas;
- Longo - mais de seis horas;
- Tempo indefinido.

As metas e objetivos ficam ao critério dos vários operadores de estradas, sendo no entanto referências para os índices de qualidade e níveis de serviço. A ter em atenção é o nível de serviço segundo a maior importância da via, sendo as AE as que têm que garantir o maior nível de serviço.

Figura 14: Evolução das Condições de Circulação com a Ocorrência de Gelo



Fonte: Elaboração própria, com base em GILOPPÉ, (2010).

Segundo GILOPPÉ (2010), em França a organização da viabilidade invernal tem como base as Fichas de Procedimento e os PVI, por forma a definir regras de gestão dos meios humanos e o equipamento da viabilidade invernal, de forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor

serviço possível na utilização das vias. Tem como premissa a garantia de circulação nas estradas, hierarquizadas por itinerários principais, sendo as AE as que devem garantir o maior nível de serviço. Os PVI integram e são dados a conhecer a todos os *stakeholders*, nomeadamente forças policiais e de proteção civil, governos departamentais e locais. A documentação e procedimentos de atuação são produzidos anualmente e atualizados conforme fenómenos climáticos, alteração de condições de atuação, meios materiais e humanos e equipamentos.

Os PVI contêm a seguinte informação:

- Estradas e níveis de serviço;
- Rotas de patrulhamento e pontos de controlo;
- Localização dos PMV;
- Centro de Manutenção e *stockagem* de sais;
- Mapas de estradas e condições de circulação;
- Dados e previsões meteorológicas;
- SAD;
- Relatórios de situações excecionais;
- *Cheklists* de patrulhamento, materiais e equipamentos;
- Nome dos intervenientes e respetivos contatos;
- Instruções de atuação antes e depois do inverno.

GILOPPÉ (2010), aponta a informação aos utentes como fundamental, referindo protocolos com os *media* (rádios e jornais), lugares de estilo, juntas de freguesia e câmaras municipais para divulgação dos planos de atuação e mapas com os níveis de serviço. Aponta ainda, acordos com rádios locais e plataformas web, para divulgação dos acontecimentos e estados das vias.

c) Itália

Em Itália, a Agência Italiana para a Construção e Manutenção de Estradas, as operadoras de concessões de AE e as autoridades municipais e locais fazem a gestão da viabilidade invernal com equipamento próprio ou com o recurso ao *outsourcing*, por forma a melhor garantir a segurança dos utentes (GIANNETTI, 2010).

No respeitante à viabilidade invernal, o Ministério das Infraestruturas e Transportes de Itália estabeleceu, normas e regras de operação para determinar os Níveis de Serviço nas AE e EN.

Os operadores rodoviários, são responsáveis pelo planeamento e organização de todas as atividades invernais, atendendo às condições climatéricas, cota das estradas ou zonas específicas.

As operações de viabilidade invernal, ocorrem ininterruptamente entre os meses de novembro e abril, garantindo operacionalidade de meios durante as vinte e quatro horas do dia.

Os indicadores de resultados determinados pelo Ministério são:

- A frequência e necessidade de intervenção;
- Tempo de operação e garantia das condições de traficabilidade.

Entre outros indicadores de gestão de toda a organização rodoviária, discriminam-se os principais indicadores - Kpi, da viabilidade invernal na Tabela 15.

Os dados e previsões meteorológicas para acionar as notificações e alertas, advêm da Força Aérea Italiana (GIANNETTI, 2010).

Tabela 15: Indicadores de Gestão para a Viabilidade Invernal em Itália

	Indicador	Kpi	Objetivo AE	Objetivo EN
Segurança	Tratamento anti gelo	Espalhamento de sal 3 horas antes da previsível ocorrência.	90% dos casos previstos	80% dos casos previstos
Operacionalidade	Remoção de neve	Atuação 60 minutos após notificação para o efeito	90% dos casos notificados	85% dos casos notificados
Informação aos utentes	PMV	Instalação de novos PMV	28	68

Fonte: Elaboração própria com base em GIANNETTI (2010).

d) Espanha

A gestão da viabilidade invernal, é normalizada pela Direção Geral de Estradas do Ministério do Fomento. Os serviços de manutenção vial estão vazados em Planos Operacionais (PO), desenhados particularmente para os vários operadores e os diversos cenários (climatéricos e de rede de estradas).

São determinados três Níveis de Serviço (NS), Nível de Serviço 1 (NS1), Nível de Serviço 2 (NS2) e Nível de Serviço 3 (NS3), tendo em conta dois parâmetros fundamentais, número máximo de tráfego condicionado/interrompido permitido e duração máxima do condicionalismo (AZCUE *et al.*, 2010).

Tabela 16: Níveis de Serviço e Aplicação na Rede de Estradas de Espanha

Níveis de Serviço	NS1	NS2	NS3
Aplicação			
AE	X		
Acessos a estâncias de inverno	X		
Estradas nacionais que ligam cidades com população igual ou superior a 20 000 hab	X		
Estradas com TMDA entre 1 000 e 5 000 veículos		X	
Estradas que ligam cidades com população inferior a 20 000 hab e superior a 4 000 hab		X	
Estradas que ligam à rede de EN – (NS1) ou estradas com NS2 e que servem populações com menos de 4 000 hab		X	
Restantes estradas com exceção das de montanha e que liguem populações com menos de 2 000 hab e que não possa ser garantido o NS2			X

Fonte: Elaboração própria, com base em AZCUE *et al.* (2010).

Os NS aplicados nas estradas espanholas são os apresentados na Tabela 16.

1. Ambos os NS1 e NS2, são obrigatórios em toda a extensão e perfil da estrada;
2. No NS1, não é permitido o corte da estrada ou impedida a circulação de viaturas por motivos de neve ou gelo, sendo só possível restringir os veículos ligeiros ao uso de correntes e impedir a circulação de veículos pesados. Esta ação só pode ocorrer no espaço estritamente necessário e no menor tempo possível, de forma a garantir a segurança dos utentes;
3. O tempo máximo permitido para o referido na nota 2, é de duas horas após a ocorrência da tempestade de neve;
4. A limpeza das estradas, deve ocorrer até seis horas após o fim da tempestade de neve;

5. Para o NS2, é possível um encerramento anual ao tráfego e restrição a pesados, assim como é autorizado o uso de correntes de neve sempre que necessário e com a duração mínima possível;
6. O tempo máximo permitido para o referido no ponto 5, é de quatro horas após a ocorrência da tempestade de neve;
7. A limpeza das estradas, deve ocorrer um dia após o fim da tempestade de neve;
8. No NS3, é possível a perturbação do tráfego, tendo em conta a intensidade da tempestade e a necessidade de atuar em estradas com nível de serviço mais alto;
9. Não é permitida a perturbação de tráfego na rede de estradas do Estado, por motivo de gelo/geada;
10. A qualidade do serviço é medida com o grau de complexidade definido nos PO e contratos de manutenção.

Segundo AZCUE (2010), em Espanha, a gestão da viabilidade invernal é atribuída aos privados através de Parcerias Público Privadas e contratos de manutenção, divididas por cento e sessenta e oito setores.

Cada contrato de manutenção que inclua a manutenção invernal, obriga a um PO. Estes planos contêm no mínimo a seguinte informação:

- Pessoal e equipamento (limpa neves, espalhadores de sal, camiões, etc.), afetos a cada setor;
- Materiais usados no degelo e limpeza de neve, locais de armazenamento, silos e estações de salmoura;
- Procedimentos de atuação e comunicação e contatos dos intervenientes;
- Organização da gestão da viabilidade invernal curativa (rotas de patrulhamento, mapeamento dos pontos críticos, itinerários alternativos, registos de ocorrências, etc.).

A atuação definida nos PO, é coordenada pela Direção Geral de Tráfego e Proteção Civil (ambos dependentes do Ministério do Interior). A Direção Geral de Tráfego, desempenha um papel fundamental, pois tem poder para regular sobre as estradas e condutores, permitindo restringir alguns troços de estrada, obrigar ao uso de correntes de neve e efetuar a respetiva fiscalização.

As previsões e dados meteorológicos, são fornecidos pela Agência Estatal de Meteorologia e por estações meteorológicas rodoviárias.

As estações meteorológicas rodoviárias, transmitem em tempo real através de PMV, informação climatérica e estado das estradas.

A comunicação aos utentes é feita através de PMV, *media* e plataformas *web*.

Adicionalmente o Departamento de Transportes, estabeleceu quatro níveis de dificuldade, que um condutor pode encontrar em determinado troço de estrada AZCUE *et al.* (2010).

VERDE - começou a nevar. Neste caso o tráfego ainda não foi afetado, a velocidade nas AE é de 100 km/h e EN 80 km/h. Os veículos pesados devem manter-se à direita e são proibidos de ultrapassar.

AMARELO – estrada com neve. Os veículos pesados são proibidos de circular, os ligeiros não podem circular a mais de 60 km/h.

VERMELHO – estrada coberta de neve. Só é possível circular (ligeiros), com correntes de neve, os pesados e veículos de passageiros são proibidos de circular.

PRETO – Neve gelada ou gelo na estrada. Interdita a circulação para todo o tipo de veículos, risco elevado de imobilização por longos períodos de tempo.

e) Marrocos

Em Marrocos não existe legislação específica para a viabilidade invernal. Os princípios de operação e atuação são exigidos e notificados pelas Direções de Estradas de Marrocos às empresas contratadas para a manutenção e conservação das estradas.

Segundo IDRISSE (2010), os principais objetivos da Direção de Estradas de Marrocos são a garantia de segurança dos utentes e fluidez sustentável do tráfego, segundo as seguintes premissas:

- Manter sempre a segurança dos utentes das estradas;
- Restabelecer o mais cedo possível, as condições de tráfego normal das estradas afetadas pelas condições climatéricas.

Para o cumprimento dos objetivos referidos, as operações de limpeza de neve são priorizadas da seguinte forma:

1. Estradas com os principais fluxos de transportes e que ligam cidades de grande dimensão;
2. Estradas com tráfego médio e que ligam cidades de interior e respetivos acessos locais;
3. Quando garantida a rede principal, os meios deslocam-se para intervenção nas populações mais remotas e isoladas.

A meta é restabelecer os serviços nas principais ligações viárias tão cedo quanto possível, por forma a garantir o acesso de bens e serviços por parte das populações.

Por não ser possível a atuação em simultâneo em toda a rede, foram definidos três níveis de serviço para as estradas - Nível de Serviço 1 (S1) Nível de Serviço 2 (S2), Nível de Serviço 3 (S3) (IDRISSI, 2010):

- **S1** - este nível de serviço, está atribuído a 1850 km de EN e ER, obrigando a que as estradas estejam em serviço contínuo (24 horas por dia), no máximo quatro horas após a ocorrência da tempestade de neve;
- **S2** - este nível de serviço, está atribuído a 1 700 km de EN e ER, obrigando a que as estradas estejam em serviço pelo menos no prazo máximo de um dia;
- **S3** - este nível de serviço, está atribuído a 1 360 km de EN e ER, não estabelecendo tempo limite para a limpeza e prontidão. Considera-se que as condições mínimas de circulação, serão repostas logo que possível.

Segundo IDRISSI (2010), em Marrocos, a preparação para o inverno (novembro a março), é efetuada em setembro. Anualmente, a Direção de Estradas de Marrocos define a ordem de mobilização de meios e pontos críticos na rede de estradas, efetua auditorias às Direções Regionais e de Província, para aferir o nível de prontidão e garante o nível de serviço administrativo por forma a acautelar as comunicações.

As Direções Regionais e de Província, garantem a operacionalidades dos meios e equipamentos afetos à viabilidade invernal (viaturas, silos, edifícios, sinalização, barreiras de neve, comunicações entre outros), efetuam auditorias aos pontos críticos, reúnem com as entidades locais e garantem a aquisição dos sais solventes (sal gema, areia e pozolana⁹).

A comunicação aos utentes é efetuada através de sinalização, PMV, rádio e televisão, dando indicação das estradas encerradas e das possíveis alternativas.

f) Portugal

No que respeita à manutenção vial invernal, os operadores de AE e a EP, possuem metodologias para a operação, não havendo no entanto qualquer tipo de legislação ou obrigação de cumprimento. É de notar que nenhum contrato obriga à aquisição de limpa neves e/ou outro tipo de equipamento afeto à viabilidade invernal.

⁹ A pozolana, é um solo (argila), avermelhado, que em Marrocos se usa para espalhar nas estradas, para melhorar a aderência das viaturas.

A impossibilidade ou demora de circulação do tráfego ou números de acidentes ocorridos, está clarificado no nível de serviço de cada estrada, através do respetivo Contrato de Concessão, onde são atribuídas penalizações e multas.

Tendo em conta o clima temperado de Portugal, o planeamento das atividades invernais restringe-se a algumas AE, EN e ER do norte e centro do país, nomeadamente aos distritos de Bragança, Guarda, Vila Real e Viseu, estando as respetivas concessionárias, equipadas com alguns meios para fazer face às condições climatéricas adversas.

Em Portugal, o dimensionamento das atividades invernais, é bastante recente.

Há cerca de 15 anos atrás, o objetivo era a prevenção com espalhamento de sal nas zonas onde havia a ocorrência de gelo, a limpeza de neve nas estradas nacionais do maciço central da Serra da Estrela e dos acessos aos hospitais distritais. Com a construção das AE25, AE23 e AE24, e as respetivas obrigações contratuais, a fasquia elevou-se, estando atualmente as várias concessões bem equipadas em termos humanos e materiais.

Atualmente o planeamento da viabilidade invernal na EP, tem como base, um documento – PVI (GAMA, 2011), para cada distrito, com o do distrito de Bragança, dimensionado no Ponto 2.5, do presente Capítulo. O PVI visa definir a organização operacional do serviço de prevenção e atuação com neve e gelo, entrando em vigor no 15 de novembro e terminando em 15 de março (as datas de início e fim são flexíveis e têm em conta as condições climatéricas). Este plano de atuação é adaptado aos meios humanos e equipamentos existentes, sob a responsabilidade da EP em cada distrito. De salientar que o dimensionamento dos meios é condicionado às necessidades residuais e pontuais de atuação, assim como ao número de operários existentes nos quadros da empresa pública.

O PVI, tem como objetivo a gestão dos meios humanos e o equipamento da viabilidade invernal a cargo da EP, de forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias sob a jurisdição da Empresa, nos Centros Operacionais Norte, Centro Norte, com uma extensão ao Grande Porto. Tem como premissa a garantia de circulação das estradas, hierarquizadas por itinerários principais e TMDA e ainda o acesso a hospitais, escolas, zonas industriais e de circulação comercial e é definido, tendo em conta:

- aspetos ambientais - poluição (dosagem e armazenamento de sal e outros fundentes, definindo materiais e identificando zonas sensíveis);
- aspetos económicos - identificação das rotas prioritárias baseadas em dados históricos de necessidades de percursos eficazes, incluindo acessos a escolas e hospitais e zonas industriais;

- Aspectos sociais - a integração dos utentes na viabilidade invernal, organização do trabalho e formação de pessoal;
- Estado - a coordenação entre os Operadores Rodoviários, Forças de Segurança, Proteção Civil e demais agentes, fazendo parte de um processo de melhoria contínua.

A atuação é sustentável com partilha de informação entre os intervenientes, que incluem os Operadores e Gestores Rodoviários, a Proteção Civil, as Forças de Segurança, os Municípios e os *media*, com o planeamento segundo dois cenários:

A) Situação corrente em que o perigo são a geada e a acumulação do gelo em locais pontuais;

B) Situação de crise em que neva na maior parte do território em exploração.

A) Sempre que os alertas meteorológicos - IPMA e/ou Comando Distrital de Operações e Socorro (CDOS), divulguem acentuado arrefecimento noturno, com formação de geada ou gelo, as equipas de intervenção iniciam os procedimentos para o tratamento preventivo e ou curativo, na acumulação de gelo.

B) A atuação e prioridades de intervenção, está sob as ordens do CDOS, com a afetação total dos Gestores Rodoviários e meios e equipamentos existentes para a limpeza de neve e espalhamento de sal de cada distrito.

Tendo como meta, a garantia da circulação das estradas, hierarquizadas por itinerários principais e TMDA e ainda o acesso a hospitais, escolas, zonas industriais e de circulação comercial, a hierarquia de atuação é feita segundo os dois níveis a seguir.

Nível 1 - para atuação imediata, conforme troços de estradas definidos no PVI;

Nível 2 - para atuação, quando da disponibilidade de meios, nos restantes troços de estradas.

O Centro de Limpeza de Neve (CLN), localizado nos Piornos - Serra da Estrela, possui organização e meios materiais e humanos dimensionados para uma atuação mais exigente e constante, para fazer face às condições climatéricas adversas verificadas no maciço central da Serra da Estrela. A atuação do CLN, tem como objetivo, o menor tempo possível de estradas condicionadas com a ocorrência de neve e gelo. Nos casos em que a neve ocorre a cotas comuns às restantes estradas dos distritos da Guarda e Viseu, os meios do CLN, atuam conforme definido em B), com níveis de serviço e itinerários hierarquizados nos PVI distritais.

As concessionárias de AE, com os meios próprios, efetuam a prevenção com o espalhamento de sais fundentes e atuam logo após o início da tempestade com queda de neve, com o objetivo, de ter o menos tempo possível as estradas condicionadas.

A EP e restantes concessionárias prestam informação aos utentes das vias, através da sinalização vertical e PMV (Figura 15), disponibilizam informação em portais de trânsito em plataformas *web* e *media*, exemplo do *sítio* disponibilizado pela EP-<http://www.estradas.pt/conduzirinverno>, (GAMA, 2011).

Figura 15: Unidade Móvel de Inspeção e Apoio a Sinalizar, Operação de Limpeza de Neve e Sinalização de Perigo em Troço de Estrada



Fonte: Elaboração própria.

De notar que as estradas geridas pela EP e restantes Concessões do Estado, possuem sinalização vertical de aviso da probabilidade de ocorrência de neve ou gelo, em todos os pontos onde existe esse histórico.

As metodologias e conceitos utilizados em países de referência, estudados e apresentados no ponto anterior, serviram de ponto de partida para a elaboração do plano que se apresentará no ponto cinco deste capítulo.

2.5 Plano de Viabilidade Invernal do Distrito de Bragança

Neste ponto e tendo por base o PVI do distrito de Bragança GAMA (2011), pretendem-se elencar os principais conceitos a ter em conta na elaboração do referido plano. A elaboração do PVI, tem como objetivo a organização da gestão dos meios humanos e o equipamento da

viabilidade invernal a cargo da EP, de forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias sob a jurisdição da Empresa, nos Centros Operacionais Norte, Centro Norte, com uma extensão ao Grande Porto. Tem como premissa a garantia de circulação das estradas, hierarquizadas por itinerários principais e TMDA e ainda o acesso a hospitais, escolas, zonas industriais e de circulação comercial.

As linhas fundamentais e princípios para a elaboração do plano, são desenvolvidos no ponto a seguir.

2.5.1 Natureza do Documento

O PVI é um documento que define a organização operacional do serviço de prevenção e atuação com neve e gelo, entra em vigor a 15 de novembro e termina a 15 de março, (as datas de início e fim são flexíveis e têm em conta as condições climatéricas) (GAMA, 2011).

A integração do PVI, no contexto do desenvolvimento sustentável implica a consideração de novas abordagens e a coerência das ações já existentes.

Ao criar ou atualizar o PVI, o Centro Operacional (CO), integra as preocupações relacionadas, certificando-se, naturalmente, para assegurar a coerência global com os outros utentes da estrada:

- a) aspetos ambientais - luta contra a poluição (dosagem e armazenamento de sal e outros fundentes, definindo materiais e identificando zonas sensíveis);
- b) aspetos económicos - identificação das rotas prioritárias baseadas em dados históricos de necessidades de percursos eficazes, incluindo acessos a escolas e hospitais, zonas industriais;
- c) aspetos sociais - a integração dos utentes na Viabilidade Invernal, organização do trabalho, formação de pessoal;
- d) Estado - coordenação entre os operadores rodoviários, forças de Segurança, Proteção Civil e demais agentes, faz parte de um processo de melhoria contínua (indicadores, avaliações, desempenho).

O plano tem como objetivo a gestão dos meios humanos e do equipamento da viabilidade invernal a cargo da EP, de forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias sob a jurisdição da Empresa, nos Centros Operacionais Norte, Centro Norte, com uma extensão ao Grande Porto.

Tem como premissa a garantia de circulação das estradas, hierarquizadas por Itinerários Principais e TMDA e ainda o acesso a hospitais, escolas, zonas industriais e de circulação comercial.

A atuação parte de dois cenários:

A) Situação corrente em que o perigo são a geada e a acumulação do gelo em locais pontuais;

B) Situação de crise em que neva na maior parte do território em exploração.

Estão em causa, cerca de 1 000 km de estradas de montanha, viradas a norte com perfil a variar entre os 5,00 m e os 7,00 m, onde os principais condicionalismos são efetivamente o tráfego permanente, a falta de zonas de espera e inversão de marcha, assim como as grandes distâncias de percursos a realizar pelos meios afetos, tendo em conta a localização dos depósitos de sal e equipamentos existente em cada CO.

A localização de pontos críticos relaciona-se com a existência de traineis acentuados e inclinações, pavimento com baixo atrito, estradas ladeadas de densidade florestal, estradas com cotas acima dos 600 m do nível do mar, entre outras, sendo estas as situações mais problemáticas na circulação no Inverno.

A Figura 16, representa na rede de estradas do distrito de Bragança, os pontos onde se verifica a acumulação de gelo. A Figura 17, apresenta os itinerários de atuação.

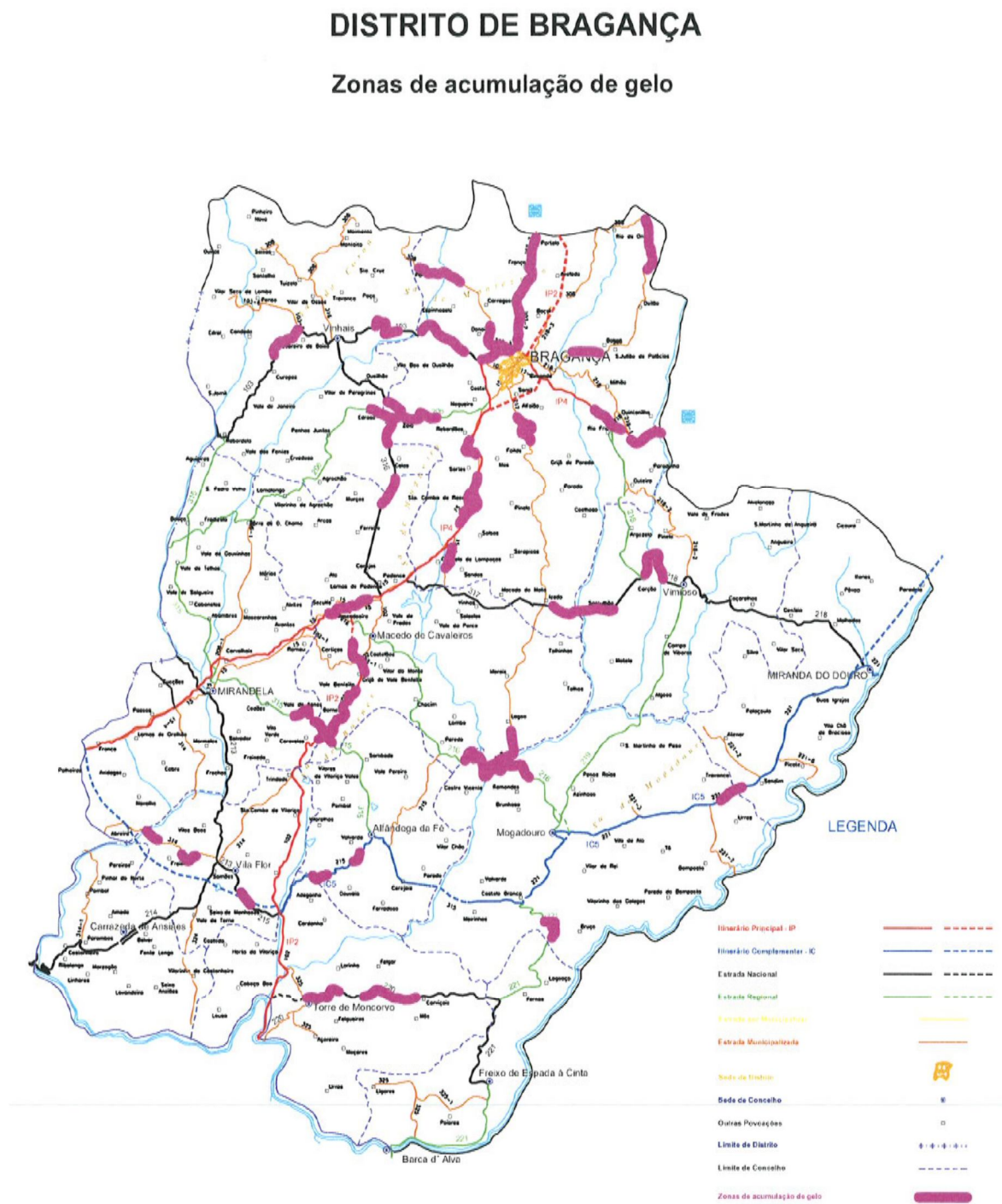
No Distrito de Bragança os Itinerário Principal 2 (IP2), Itinerário Complementar 5 (IC5) e IP4, assim como os nós, encontram-se subconcessionados, sendo estas as entidades responsáveis pela exploração.

A abordagem socioeconómica com impacto no tráfego de inverno, deverá ser considerada nos critérios de atuação e elaboração do PVI, sendo os pontos a seguir os mais relevantes:

- Zonas habitacionais, de serviços e industriais;
- TMDA;
- Região atrativa (desportos de Inverno);
- Deslocação casa/trabalho;
- Linhas de transporte escolar e passageiros;
- Hospitais.

Em termos ambientais, pelo uso restrito à época de inverno e a locais pontuais, não se considera relevante a ação do sal nas operações efetuados no distrito de Bragança, ficando no entanto a sensibilização, para a eventual necessidade de monitorização dos níveis de Cloreto de Sódio, nas linhas de água.

Figura 16: Mapa do Distrito de Bragança, com as Zonas de Acumulação de Gelo

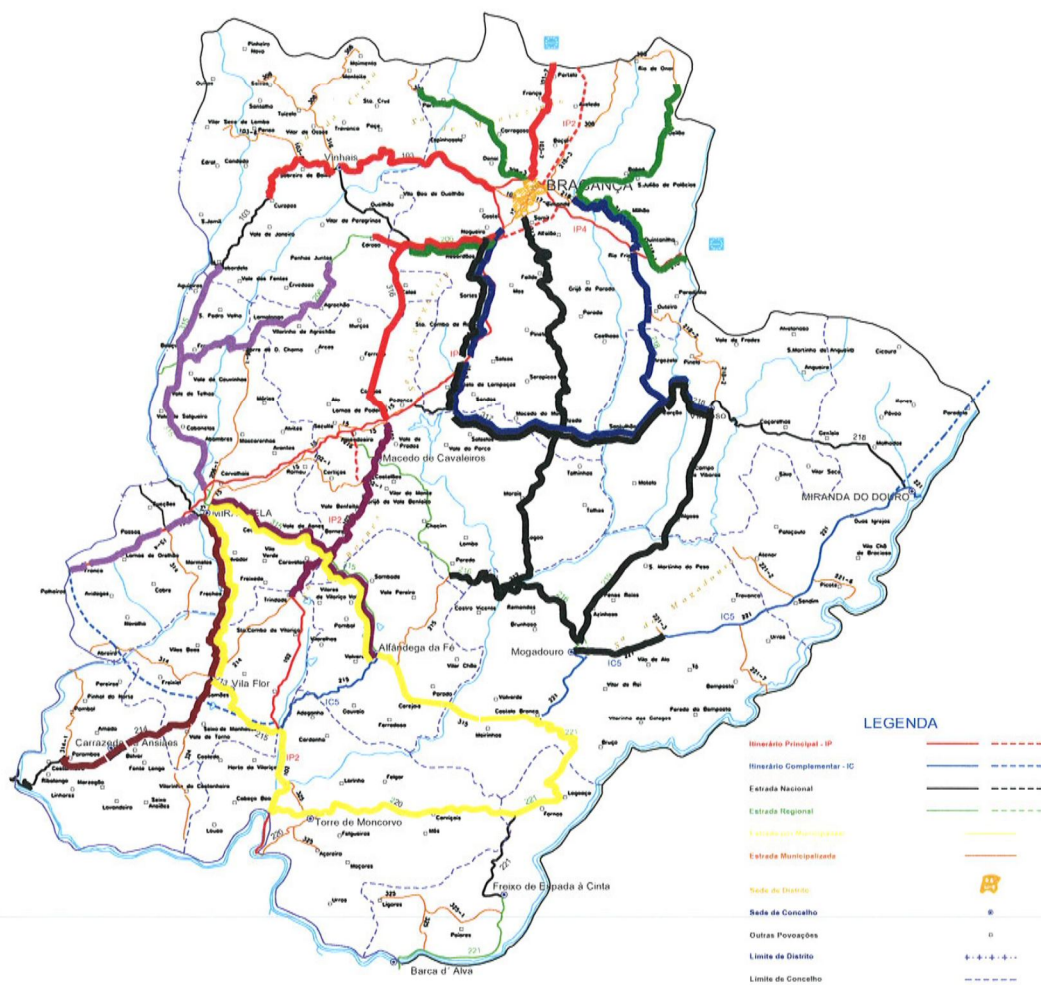


Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Figura 17: Mapa do Distrito de Bragança, com os Circuitos de Espalhamento de Sal

DISTRITO DE BRAGANÇA

Circuitos para espalhamento de sal-gema



(Viatura parqueada em Bragança)

- Circuito 1 (Segunda e Quinta) ———
- Circuito 2 (Terça) ———
- Circuito 3 (Quarta) ———
- Circuito 4 (Sexta) ———

(Viatura parqueada em Mirandela)

- Circuito 1 (Segunda e Quinta) ———
- Circuito 2 (Terça) ———
- Circuito 3 (Quarta) ———
- Circuito 4 (Sexta) ———

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Para a organização e elaboração do PVI, é ainda necessário conhecer e cadastrar todos os equipamentos de operação rodoviária e de gestão de tráfego.

Nas estradas do distrito de Bragança, não existem Camaras de Tráfego e/ou Estações Meteorológicas, à exceção das instaladas na rede subconcessionada IP4, IP2 e IC5.

Foram colocados nos locais críticos assinalados na Figura 16, 128 sinais de perigo neve ou gelo.

Na EN 206 (Zoio), no cruzamento com a EN 316, são colocados (tapados), no início da entrada em vigor do plano os seguintes sinais:

- Trânsito proibido;
- Indicação de desvio via EN 316.

Estes sinais entram em serviço, quando a proteção civil e as forças de segurança no local o determinarem. A ação é executada pela Guarda Nacional Republicana (GNR).

O dimensionamento das equipas e respetivas funções, têm em conta a disponibilidade dos recursos humanos existentes na empresa e no distrito e capacidade para a condução de veículos pesados. A hierarquia de atuação presente no organigrama funcional da Figura 18, corresponde à disposição organizacional da EP na região, tendo em conta as responsabilidades operacionais e institucionais dos colaboradores.

Os recursos humanos envolvidos nas atividades invernais e respetivas funções operacionais, são os constantes da Tabela 17.

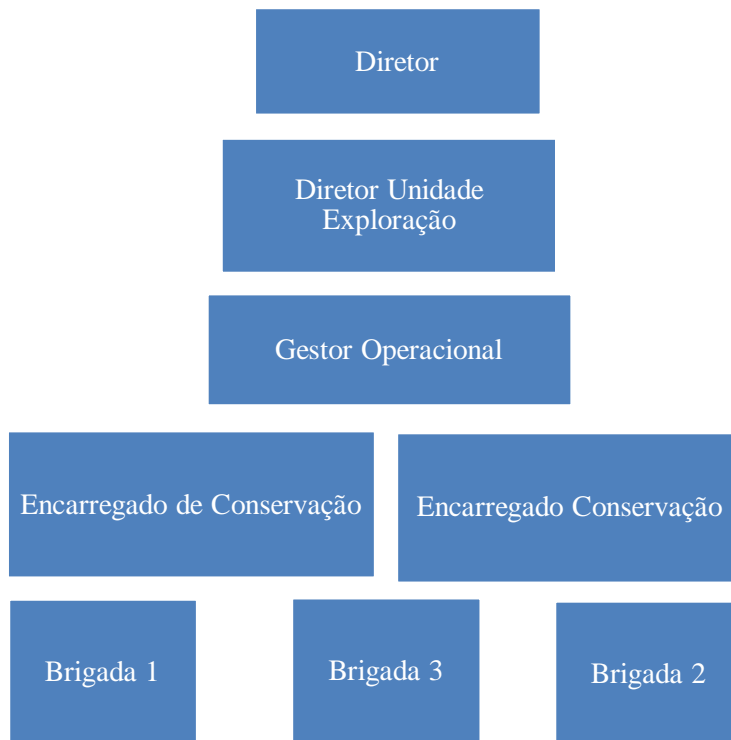
Tabela 17: Recursos Humanos e Respetiva Função

Número	Função
1	Diretor
1	Diretor Unidade Exploração
1	Gestor Operacional
2	Encarregado Conservação
2	Responsável Brigada Intervenção
8	Operários

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

O Organigrama funcional e de responsabilidades é o representado na Figura 18.

Figura 18: Organigrama Funcional



Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Tendo em conta os recursos humanos e equipamento existentes no distrito, são formadas duas equipas, cada uma orientada por um Encarregado. As funções atribuídas a estas equipas, são definidas na Tabela 18.

A cada Brigadas 1 e 2, corresponde uma viatura pesada para limpeza de neve e espalhamento de sal e uma viatura de transporte e apoio, com os respetivos operadores e operários. Existe ainda uma terceira Brigada que efetua o espalhamento de sal manual e que opera em áreas mais distantes da sede, em zonas menos problemáticas, com menor tráfego e menor probabilidade de ocorrência de gelo na estrada.

A localização das Brigadas, corresponde aos centros de gravidade de atuação e aos locais de armazenagem de equipamentos e materiais disponíveis na EP.

As áreas e estradas para atuação das Brigadas, são apresentadas na Figura 19.

Tabela 18: Equipas, Função e Equipamentos Afetos

Nome	Função	Equipamento
Brigada 1 (sediada em Bragança)	Limpeza de neve e espalhamento de sal-gema, no circuito definidos	Limpa-neves
Brigada 2 (sediada em Mirandela)		
Brigada 3 (Sediada em Vila Flor)	Espalhamento de sal-gema, manualmente	Ford Transit/MAN

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

É entregue aos Encarregados de Conservação bem como aos responsáveis das Brigadas de Intervenção (BI), a listagem de contactos de todos os intervenientes.

A comunicação entre os diversos intervenientes é feita via telemóvel, sendo que em situações de extrema gravidade, serão elaboradas reuniões entre os diversos intervenientes de modo a serem definidos os modos de atuação.

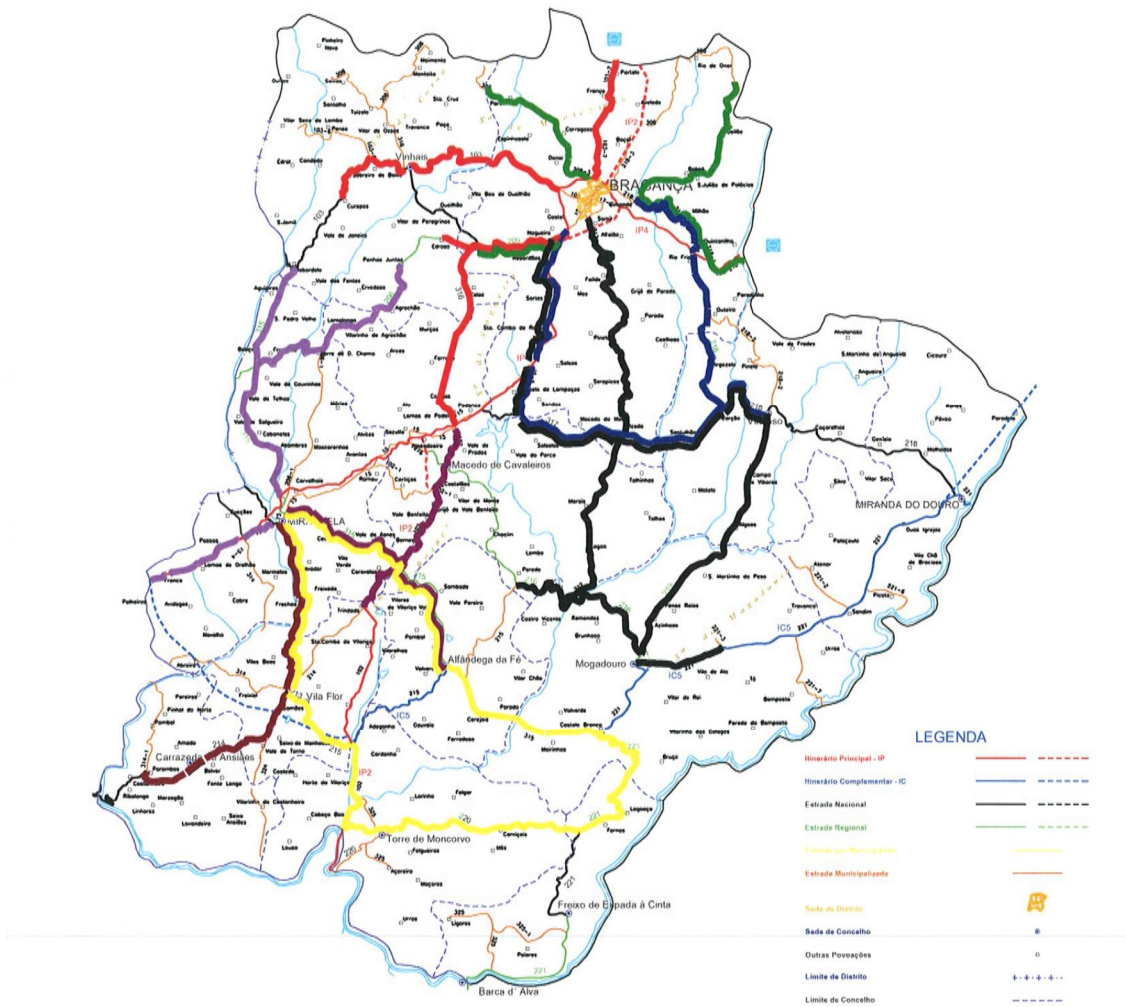
Os recursos materiais, levantamento de meios alocados à execução das tarefas, deverão ser referenciados e informados.

Os recursos existentes ao serviço da EP no distrito, são os apresentados na Tabela 19.

Figura 19: Circuitos de Atuação nas Operações de Espalhamento de Sal

DISTRITO DE BRAGANÇA

Circuitos para espalhamento de sal-gema



(Viatura parkeada em Bragança)

- Circuito 1 (Segunda e Quinta) ———
- Circuito 2 (Terça) ———
- Circuito 3 (Quarta) ———
- Circuito 4 (Sexta) ———

(Viatura parkeada em Mirandela)

- Circuito 1 (Segunda e Quinta) ———
- Circuito 2 (Terça) ———
- Circuito 3 (Quarta) ———
- Circuito 4 (Sexta) ———

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Tabela 19: Equipamentos, Quantidades e Respetiva Função

Equipamento	Quantidade	Função
Limpa-neves	1	Limpeza de neve e espalhamento de sal-gema
Limpa-neves	1	Limpeza de neve e espalhamento de sal-gema
Ford Transit	2	Espalhamento de sal-gema, sinalização, transporte pessoal
Retroescavadora	1	Carga de sal-gema
Pá carregadora	1	Carga de sal-gema
MAN	1	Espalhamento de sal-gema, sinalização, transporte pessoal
Ford Focus	1	Transporte do Gestor Operacional
Fiat Punto	2	Transporte dos Encarregados
Ford Conect	2	Fiscalização da rede
PC portátil	1	Localização
Telemóvel	4	Localização
GPS Viaturas	5	Localização
GPS + Vídeo	2	Localização/imagem real nos limpa-neves

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Para a melhoria da prestação do serviço, são necessárias ferramentas de apoio que permitam aos decisores melhorias nos modos e *timings* de atuação, ao nível da gestão, da severidade do acontecimento e do espaço temporal, efetuando-se para o efeito, reuniões prévias com os *stakeholders*, organização e elaboração do plano de atuação, registando-se recomendações da Proteção Civil entre outras. No PVI em apreço, as mais utilizadas, são:

- Previsões meteorológicas;
- Comunicados da Proteção Civil;
- Consultas a sítios da *Internet*;
- Estações meteorológicas;
- GPS, computador portátil e telefones.

As estradas do distrito, são patrulhadas diariamente pelos Oficiais de Inspeção e Apoio da EP.

Para vigilância e garantia de circulação em segurança, são também tidos em conta, as previsões meteorológicas, os relatórios da GNR e outras indicações dos utentes.

Para informação geral, é divulgada a lista de pontos críticos e atuação em caso de crise, assim como as estradas encerradas e condicionadas com a limpeza de neve, ao CDOS, Câmaras Municipais e *media*.

O sal como principal material fundente, deverá ser previamente estimado tendo em conta campanhas anteriores, adquirido e armazenado em locais estratégicos, tendo em conta o centro de gravidade de atuação e localização de meios. Deverá ser apresentada e dada a conhecer a todos os *stakeholders* e intervenientes na operação, a localização dos *stocks* de sal. No caso de Bragança, é a que se apresenta na Tabela 20.

Tabela 20: Sais Fundentes, Localização, Quantidades e Carga

Tipo de material	Localização	Quantidade	Carga	Observações
Sal-gema	Bragança (sede) 41° 48' 22.60" N 6° 45' 48.50" O	40 ton	Pá Carregadora	<i>Big Bags</i>
	Nó Vinhais 41° 48' 43.16" N 6° 48' 15.29" O	20 ton	Monta-cargas	<i>Big Bags</i>
	Alfândega da Fé 41° 20' 45.26" N 6° 58' 03.35" O	5 ton	Retro Escavadora	<i>Big Bags</i>
	Mirandela (parque EP) 41° 29' 49.93" N 7° 10' 02.32" O	20 ton	Retro Escavadora	<i>Big Bags</i>

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Por forma a suprimir faltas e indisponibilidades, tanto de equipamento como de recursos humanos próprios, deverão ser previstos meios adicionais, possíveis de incluir nas atividades, sendo o recurso ao *Outsourcing* o caso mais eficaz e mais eficiente. No caso de Bragança, os meios e equipamentos adicionais são garantidos pela empresa contratada para o Contrato de Conservação Corrente e são os inumerados na Tabela 21 e Tabela 22.

Os recursos humanos de *Outsourcing* necessários e complementares aos recursos internos, são os apresentados na Tabela 21.

Na Tabela 22, apresentam-se os equipamentos em *Outsourcing*, que fazem face às necessidades internas.

Tabela 21: Recursos Humanos Função

Meios humanos	Quantidade	Função
Condutor	1	Espalhamento de sal-gema, sinalização, transporte pessoal
Servente	1	Espalhamento de sal-gema, sinalização

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Tabela 22: Equipamentos e Função

Equipamento	Quantidade	Função
Viatura ligeira de caixa aberta	1	Espalhamento de sal-gema, sinalização, transporte pessoal
Motoniveladora	1	Remoção de neve

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

Para a atuação em situações de crise, definiram-se os procedimentos de acordo as prioridades estabelecidas e conforme o acontecimento A) ou B) a seguir discriminado.

A) Situação Corrente em que o Perigo é a Geada e a Acumulação do Gelo em Locais pontuais.

Sempre que os alertas meteorológicos e/ou CDOS, divulguem acentuado arrefecimento noturno com formação de geada ou gelo, as equipas de intervenção, deverão iniciar os procedimentos para o tratamento preventivo e/ou curativo, na acumulação de gelo. Caso se pretenda um tratamento preventivo (preferencial), a atuação recairá sobre o espalhamento do sal-gema, em todos os pontos críticos assinalados na Figura 16, preferencialmente ao fim da tarde de cada dia (16:00 horas). O tratamento curativo, deverá ter início de manhã (6:00 horas). No entanto, o risco da ocorrência de acidentes no decorrer da noite, aumenta. O responsável para dar início à

atuação é o Gestor Operacional, que dá ordens para se iniciar o espalhamento de sal nos circuitos pré definidos.

O tratamento preventivo deverá aplicar-se nos circuitos definidos com maior probabilidade de ocorrência, sempre que se verifique:

- A previsão de queda de neve, devendo mobilizar-se os meios para o espalhamento de sal em contínuo, para que a remoção se faça com maior facilidade;
- Pavimento da estrada com altos níveis de humidade e temperatura inferior a +2 C°;
- Pavimento da estrada seca, com previsão de nevoeiro e temperatura inferior a +1 C°;
- Temperatura inferior a -3 C° e humidade superior a 60 %.

Quando da ocorrência de neve e se verifique o caso:

B) Situação de Crise em que Neva na maior Parte do Território em Exploração

Com estas condições climatéricas, a atuação está sob as ordens do CDOS, com a afetação total dos meios e equipamentos existentes para a limpeza de neve e espalhamento de sal de cada distrito.

No distrito de Bragança a atuação recai segundo a seguinte hierarquia, que será em dois níveis:

Nível 1: para atuação imediata;

Nível 2: para atuação, aquando da disponibilidade de meios.

Aquando do alerta para o acontecimento - **B)**, os troços de estrada e respetivos níveis de atuação, são os identificados na Tabela 24.

O IP4, IP2 e IC5, ficam sob a responsabilidade das subconcessionárias, garantindo também o acesso à zona industrial e comercial de Bragança (nó Sul).

No final de cada intervenção, devem ser registados os seguintes dados:

- Rota (início/fim/limites/regresso);
- Regras para tratamentos particulares (sim/não - pontos singulares acessos a hospitais);
- Índices indicativos para cada circuito - tempo de execução, estradas tratadas, distâncias percorridas, consumo de sal;
- Relatório de turno;
- Circuito realizado com os meios subcontratados;
- Quantidade de sal utilizada na operação.

Tabela 23: Identificação dos Troços de Estrada e Respetivos Níveis de Atuação

Nível 1	Nível 2
EN 103 entre o Nó do IP4 e Vinhais, garantindo o acesso ao Hospital Distrital (fica no trajeto da armazenagem de sal e atuação)	EN 206 entre a Mosca (cruzamento com a EN 15) e o Zoio (cruzamento com a EN 316)
EN 103-7 entre Bragança e a Fronteira com Espanha	EN 308/218 entre Guadramil e Bragança
EN 102 entre o IP2 e a Trindade	EN 308 e EN 308 entre o Parâmio e Bragança
EN 315 entre o Pontão do Mouco (cruzamento com a EN 102) e Sambade	EN 217 entre São Pedro dos Serracenos e Bragança
EN 15/ EN 316 entre Bragança e o Zoio (Cruzamento com a EN 316)	
EN 218/218-2 entre Bragança e Rio Frio	

Fonte: Elaboração própria, com base em GAMA (2011).

O processo de comunicação e divulgação, deve identificar o que os utentes pretendem saber, entre outros e através dos *media* e *sítio* da EP, da constatação dos condicionamentos e a possibilidade de vista *online* da atuação dos limpa neves.

Antes do início da época de inverno, deve proceder-se à emissão de comunicados de imprensa, com a indicação dos pontos críticos à acumulação de gelo, dos itinerários efetuados para espalhamento de sais e recomendações. Em caso de crise divulgar atempadamente estradas encerradas e/ou condicionadas.

Deverá ser considerado no início da implementação do PVI, uma ação de promoção à imprensa, escolas e outros, dos equipamentos, simulações de remoção e espalhamento de sal e colocação de correntes de neve.

A gestão e manutenção das instalações, assim como as regras operacionais, são diferenciadas para os dois períodos de atuação, estando estas sob a responsabilidade do Gestor Operacional.

Fora do período de inverno, são definidas regras para a manutenção, renovação de materiais e gestão de contratos, sendo os a seguir discriminados os de maior relevância:

- Mercado, contratos com fornecedores;
- Preparação do equipamento - a manutenção procedimento de calibração preventiva e calibração, revisões;
- Gestão de sais;
- Gestão de combustível;
- Procedimento para aquisição e entrega de combustível e sal.

Durante a campanha de inverno, são dadas instruções específicas para o uso de veículos e ferramentas, com especial enfoque às seguintes:

- Estado do equipamento/ferramentas, antes de cada intervenção, durante e após utilização final;
- Instruções de atuação em caso de falhas ou danos do equipamento;
- Instruções em caso de acidentes com utentes;
- Fichas de procedimentos.

Os princípios base, a alocação de recursos humanos e equipamento, assim como as metodologias para organização da atividade e consequente atuação em situações de crise, foram as explanadas no PVI elaborado neste ponto do segundo capítulo. A compilação desta informação, permitirá de uma forma simples e acessível, informar todos os intervenientes na viabilidade invernal.

No ponto a seguir e a terminar o segundo capítulo, serão efetuadas as conclusões da pesquisa efetuada e exposta nos pontos anteriores.

2.6 Conclusão

A bibliografia consultada, maioritariamente referente a artigos e teses de autores de países membros da *World Road Association*, com alguns a fazer parte dos comités técnicos da viabilidade invernal desta organização, clarificou de uma forma objetiva os meios e formas de atuação em matéria da viabilidade invernal.

Da pesquisa efetuada constata-se, que, nos países onde ocorrem com frequência episódios de neve e gelo, a afetação de recursos durante longos períodos de tempo, planos de trabalho sustentados e estruturado, são prioridades dos operadores rodoviários por forma a manter as estradas seguras.

A gestão da viabilidade invernal, dimensionamento dos meios, assim como uma atuação sustentável e planeada por parte de todos os operadores, sem colocar em causa a segurança rodoviária, tem por base, registos históricos climáticos e índices de severidade invernal.

O planeamento das atividades e dimensionamento dos meios, tem como base registos históricos climáticos e índices de severidade invernal, com estudos mais aprofundados nos casos do Canadá e França, sendo no entanto claro que não existe uma uniformização quanto a estes registos e índices. Nos casos de Canadá e França, há uma aposta forte na implementação de estações meteorológicas nas estradas, como ferramenta fundamental no processo de decisão.

Com a exceção do Canadá, não existe legislação específica, para a viabilidade invernal. Neste país, e como exemplo, está decretada a obrigação de usos de pneus de inverno, durante os meses de inverno.

Todos os países estudados, apresentam objetivos comuns - manter as condições de circulação em segurança nas estradas, por forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias.

Como objetivos particularizados, refere-se a garantia de circulação das estradas, hierarquizadas por itinerários principais, sendo as AE as de maior nível de serviço, definindo ainda, níveis de exigências específicas para troços distintos de estradas. A rapidez de intervenção, associada aos tempos de atuação, e meios afetos é que variam. Existem diferentes situações que vão desde o restabelecimento dos serviços nas principais ligações viárias tão cedo quanto possível, por forma a garantir o acesso de bens e serviços por parte das populações, casos de Marrocos e Portugal, até ao caso de Espanha, onde se verifica a fasquia mais elevada - no NS1, em que não é permitido o corte da estrada ou impedida a circulação de viaturas por motivos de neve ou gelo, sendo só possível restringir os veículos ligeiros ao uso de correntes e impedir a circulação de veículos pesados. Esta ação só pode ocorrer em espaço estritamente necessário e no menor tempo possível. De salientar também que o início das operações de limpeza de neve em Espanha e Portugal, ocorre com o início da tempestade. Nos restantes casos existem tempos específicos de operação e garantia das condições de circulação, mas que só começam a contar, após o fim da tempestade de neve.

Outro objetivo comum a todos os operadores, é a informação aos utentes, que vai desde a sinalização das estradas, até protocolos com estações de rádio e jornais, por forma a projetar o mais instantaneamente o ponto de situação das estradas.

Da análise global aos documentos estudados, verifica-se que existe um dimensionamento dos meios e uma atuação sustentável e planeada por parte de todos os operadores, sem colocar em

causa a segurança rodoviária. A forma de atuação em Espanha, é a que implica maior disponibilidade de meios e níveis de serviço mais exigentes.

Do conhecimento das realidades internacionais, meios e necessidades locais, foi elaborado na Delegação Regional de Bragança da EP (GAMA, 2011), o PVI apresentado no ponto anterior, que visa a criação de uma manual de atuação que, simultaneamente apresente a realidade de equipamentos e meios humanos existentes, assim como metodologias de atuação sustentáveis para a empresa e necessidades económicas do distrito em questão. Resultando num documento de fácil compressão, abordagem simples e perceptível pelos atores e *stakeholders*.

CAPÍTULO III

Análise Custo/Benefício – *Benchmarking*

3.1. Introdução

A análise custo/benefício, traduz-se na avaliação das vantagens e desvantagens económicas de um determinado projeto. Esta análise é efetuada tendo em conta uma opção A e uma opção B, para resposta à questão: Qual o Benefício resultante do projeto em causa e quais os custos adicionais para justificar o investimento?

Regra geral, os benefícios associados aos investimentos em vias de comunicação, são a melhoria da segurança rodoviária, com a redução do número de acidentes, diminuição dos tempos de espera em hora de ponta, redução do tempo e/ou distância de percurso e maior conforto na circulação.

No presente capítulo pretendemos efetuar um *benchmarking* ao custo/benefício verificado nas atividades de viabilidade invernal, onde a questão colocada é: Qual o benefício em manter, as estradas, transitável em condições de segurança?

No primeiro ponto deste capítulo, é efetuada uma pesquisa relativa aos exemplos existentes e um *benchmarking* sobre a matéria em apreço, apresentando-se as conclusões no último ponto do presente capítulo.

Os métodos analisados no presente capítulo, servirão de base para o estudo do caso prático a desenvolver no capítulo seguinte.

3.2. Benchmarking

Em estudo realizado pelo *Washington State Department of Transportation* – Estados Unidos da América, STOWE (2001), considera-se como grande benefício a segurança rodoviária e a redução do número de acidentes, motivados pela ocorrência de neve e gelo.

O encerramento ao tráfego em determinado troço de estrada, foi considerado por MAZE *et al*, (2005). Estes autores, consideram dois custos fundamentais para o cálculo do benefício: custos associados à segurança e custos associados aos atrasos no percurso.

Referem que os custos afetos à segurança aumentam com o aumento das ocorrências e severidade das condições climatéricas. Os custos associados aos atrasos nos percursos dividem-se em duas parcelas: os expectáveis e os não expectáveis, concluindo que, o custo associado à condução em condições climatéricas adversas, aumenta, por aumentar o risco de acidente e da severidade do acidente. Concluem ainda que, o custo associado aos atrasos nos percursos, é difícil de quantificar.

No caso da prestação do serviço público de manutenção e limpeza de neve, os custos tangíveis são identificáveis e quantificáveis, o mesmo não acontecendo com os custos intangíveis, considerando ainda o rácio custo/benefício superior a 1,0 como meta do investidor YE *et al.* (2009).

USMAN *et al.* (2010), concluem que o benefício gerado pela manutenção da viabilidade invernal, adequada às condições climáticas é uma mais-valia na redução dos custos associados à sinistralidade. Relacionam o número de acidentes rodoviários, com o número de ocorrência de tempestades de neve, demonstrando uma ligação direta ente a falta de atrito do pavimento e a segurança dos automobilistas.

Tendo em conta as necessidades dos operadores rodoviários e as exigências dos utentes das estradas PATRIKAINEN e KALLIOKOSKI (2010), através do patrocínio da *Clear Roads Pooled Fund* do *Wisconsin Department of Transportation* e SHI, *et al.* (2010), desenvolvem uma ferramenta informática, que permite a análise do custo/benefício para investimento na prática das operações de viabilidade invernal. Consideram, entre outros *inputs*, os custos tangíveis à frota, estaleiros, quantidades de sal, horas de trabalho, distâncias percorridas, custos de operação, custos de formação e equipamento. A dificuldade encontrada foi a determinação do valor associado aos benefícios gerados e respetivos custos intangíveis, sendo esses difíceis de contabilizar.

No Japão, KIRIKOSHI, *et al.* (2010), com base em modelos microeconómicos, avaliam as operações de limpeza de neve num determinado troço de AE, calculando o benefício através da variação da oferta e da procura, considerando o benefício social, igual ao aumento da procura mais o aumento da oferta. Maximizando a função representativa do consumidor *U*, (Equação 1), obtém-se a Equação 2.

$$U(z, x) = z + u(x) \max \quad \text{Equação 1}$$

$$\frac{du(x)}{dx} = p(x) \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

U – Função representativa do consumidor;

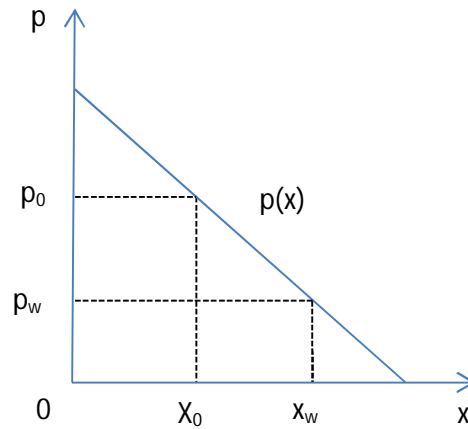
z – Bens, com valor monetário igual a 1;

x – Volume de tráfego;

p – Custo unitário do tempo.

As equações referidas anteriormente, encontram-se representadas através do gráfico da Figura 20.

Figura 20: Procura, Custo do Tempo versus Tráfego



Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

Estes autores consideram o cálculo da Variação do Consumo (ΔCS), expresso pela diferença entre a atuação com limpeza de neve (U_w) e a não limpeza de neve (U_0), através da Equação 3.

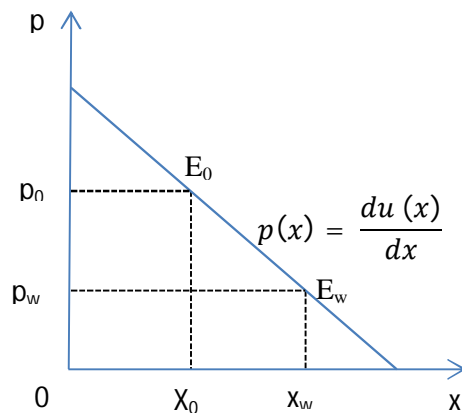
$$\Delta CS = \Delta U = U_w - U_0 = U(z_w, x_w) - U(z_0, x_0)$$

$$= \int_0^{x_w} \frac{du(x)}{dx} dx - (p_w x_w - p_0 x_0)$$

Equação 3

A Equação 3, encontra-se representada graficamente na Figura 21.

Figura 21: Variação do Consumo



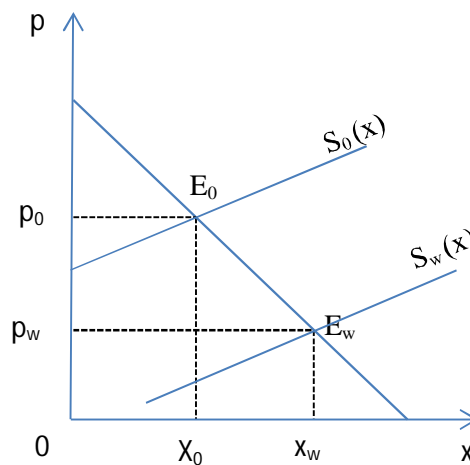
Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

A Variação da Produção (ΔPS), é obtida relacionando o custo marginal em função dos utilizadores da estrada com limpeza de neve ($S_w(x)$) e sem limpeza de neve ($S_0(x)$), conforme Equação 4 e representação gráfica da Figura 22.

$$\Delta PS = \Delta PQ - \Delta SC$$

$$= (p_w x_w - p_0 x_0) - \left\{ \int_0^{x_w} s_w(x) dx - \int_0^{x_0} s_0(x) dx \right\} \quad \text{Equação 4}$$

Figura 22: Variação da Produção



Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

Os benefícios gerados (ΔB), são considerados como o aumento do bem social ou ainda no aumento da produção e aumento do consumo ($\Delta PS + \Delta SC$), conforme definido na Equação 5, representado graficamente na Figura 23 e resultados obtido na Tabela 25.

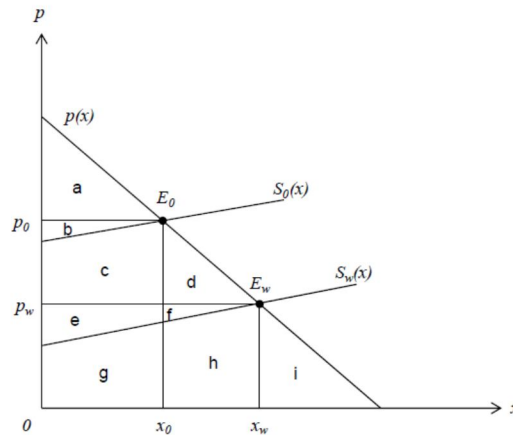
$$\Delta B = \Delta PS + \Delta SC$$

$$= (\Delta GCS - \Delta PQ) + (\Delta PQ - \Delta SC)$$

$$= \Delta GCS - \Delta SC$$

Equação 5

Figura 23: Curva da Oferta, Procura e Custos Marginais



Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

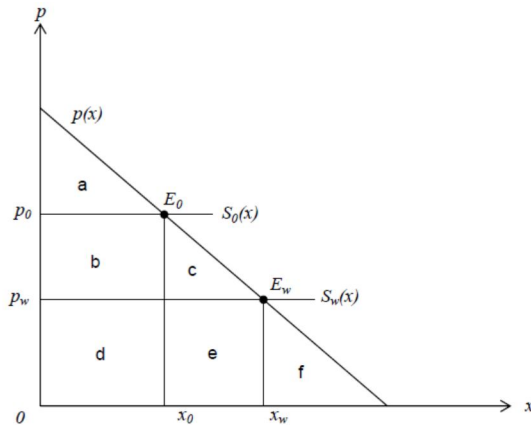
Tabela 24: Indicadores Custo/Benefício, da Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal

		Com Remoção de Neve (C)	Sem Remoção de Neve (S)	(C-S)	
GCS	CS	a+b+c+d	a	b+c+d	
	PS	PQ	e+f+g+h	b+c+e+g	f+h-b-c
		-SC	-g-h	-c-e-g	c+e-h
B		a+b+c+d+e+f	a+b	c+d+e+f	

Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

KIRIKOSHI, *et al.* (2010), consideram como *inputs* os custos de operação (equipamentos, meios humanos, combustíveis e sais), atendendo ao fator tempo de percurso e volume de tráfego, referindo que o aumento da oferta implica, uma redução do custo de produção, custos finais mais baixos no futuro e aumento do número de empresas localizadas na zona em questão. Verificam ainda que os custos marginais para ambas as situações (sem e com limpeza de neve), são independentes do volume de tráfego, conforme se pode verificar na Figura 24, tendo obtido para o caso em estudo, rácios do benefício/custo igual a 1,23, concluindo, que o método era eficaz, para a verificação da viabilidade deste tipo de investimentos.

Figura 24: Procura e Custos Marginais, sem Variação do Volume de Tráfego



Em que:

p – Custo unitário do tempo;

x – Volume de tráfego;

S_w – Custo marginal com limpeza de neve;

S_0 – Custo marginal, sem limpeza de neve.

Fonte: Elaboração própria com base em KIRIKOSHI, *et al.* (2010).

O Ministério do Ambiente do Canadá, através da página *web* institucional, propõe os indicadores de custo/benefício nas atividades de viabilidade invernal e espalhamento de sal nas estradas do Canadá, constantes da Tabela 26. Em conclusão referem que, a maioria dos indicadores parciais dos benefícios indiretos, não são possíveis de estimar.

Tabela 25: Indicadores Custo/Benefício, da Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal

Custos	Benefícios
<p>Diretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Custos dos materiais utilizados (sal); • Custo dos Equipamentos; • Custo laboral. 	<p>Diretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redução de consumo de combustíveis; • Redução nos tempos de percurso; • Redução do número de acidentes.
<p>Indiretos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Custo dos danos das infraestruturas; • Custos dos danos nas viaturas; • Custos ambientais. 	<p>Indiretos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redução das reclamações; • Continuidade das atividades económicas (produção, transporte e proveitos); • Continuidade no acesso a atividades sociais (hospitais, escolas e serviços).

Fonte: Elaboração própria, com base em Ministério do Ambiente do Canadá (2013).

3.3. Conclusão

Do *benchmarking* efetuado, verificaram-se várias abordagens ao tema, o Ministério do Ambiente do Canadá, estima e fixa indicadores de custo/benefício para as atividades de viabilidade invernal e espalhamento de sal nas estradas, referindo que a maioria dos indicadores parciais dos benefícios indiretos, não são possíveis de estimar.

YE *et al.* (2009), num estudo de caso de prestação do serviço público de manutenção e limpeza de neve, consideram os custos tangíveis identificáveis e quantificáveis, o mesmo não acontecendo com os custos intangíveis, admitindo o rácio custo/benefício superior a 1,0 como meta do investidor.

KIRIKOSHI, *et al.* (2010), tendo por base a teoria de Marshal da oferta e da procura, consideram que o aumento da oferta implica, uma redução do custo de produção, custos finais mais baixos no futuro e aumento do número de empresas localizadas na zona em questão. Verificam ainda que os custos marginais para ambas as situações (sem e com limpeza de neve), são independentes do volume de tráfego, tendo obtido para o caso em estudo, rácios do benefício/custo igual a 1,23, concluindo, que o método era eficaz, para a verificação da viabilidade deste tipo de investimentos.

USMAN *et al.* (2010), concluem que existe uma ligação direta entre o número de acidentes rodoviários e o número de ocorrência de tempestades de neve, pela falta de atrito do pavimento e a conseqüente falta de segurança dos automobilistas, concluindo que o benefício gerado pela manutenção da viabilidade invernal, adequada às condições climatéricas é uma mais-valia na redução dos custos associados à sinistralidade.

STOWE (2001), consideram como grande benefício, a segurança rodoviária e a redução do número de acidentes, motivados pela ocorrência de neve e gelo.

PATRIKAINEN e KALLIOKOSKI (2010) e SHI, *et al.* (2010), desenvolvem ferramentas informáticas, que permitem a análise do custo/benefício para investimento na prática das operações de viabilidade invernal. Segundo estes autores, a determinação do valor associado aos benefícios gerados e respetivos custos intangíveis são difíceis de contabilizar.

O encerramento ao tráfego em determinado troço de estrada, foi considerado por MAZE *et al.*, (2005), considerando dois custos fundamentais para o cálculo do benefício: custos associados à segurança e custos associados aos atrasos no percurso, concluindo que o custo associado à condução em condições climatéricas adversas, aumenta, por aumentar o risco de acidente e da severidade do acidente e considerando o custo associado aos atrasos nos percursos, difícil de quantificar.

Dos casos estudados, várias foram as abordagens efetuadas, desde a análise microeconómica ao estudo da sinistralidade e consequência dos acidentes rodoviários e segurança dos utentes da estrada, passando pela estimativa dos valores das tarefas afetas à viabilidade invernal. A maior dificuldade encontrada foi, a determinação do valor associado aos benefícios gerados e custos intangíveis, sendo esses difíceis de contabilizar. No entanto, nos casos estudados concluem que, a limpeza de neve e a manutenção da viabilidade invernal, adequada às condições climatéricas, traduz-se sempre numa mais-valia.

Para o desenvolvimento do estudo de caso - Encerramento ao Tráfego, do IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), a desenvolver no capítulo seguinte, optou-se como referência, o estudo apresentado por KIRIKOSHI, *et al.* (2010), que tem por base a teoria de Marshal da oferta e da procura.

CAPÍTULO IV

**Estudo de Caso - Encerramento ao Tráfego, do IP4
entre o Nó Sul (Bragança) (A) e Nó Oeste (Vinhais) (B)**

4.1 Introdução

A análise económica permitirá estudar a rentabilidade do projeto, considerando de um lado os custos da mesma e, por outro, os benefícios que traz à sociedade.

Uma vez identificada a problemática que se coloca, definida a zona de influência, analisada a procura e realizada uma adequada prognose de trânsito em cada uma das hipóteses consideradas, efetua-se a previsão de custos e benefícios que a atuação traz consigo para a coletividade. A análise foi realizada a partir de duas hipóteses:

A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança e

B – encerrar ao tráfego o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B).

Partindo de uma análise microeconómica, utilizando a teoria de Marshal da Oferta e da Procura NEVES (1993), a questão do caso em estudo, é: Qual o Benefício em manter, o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança?

Sendo:

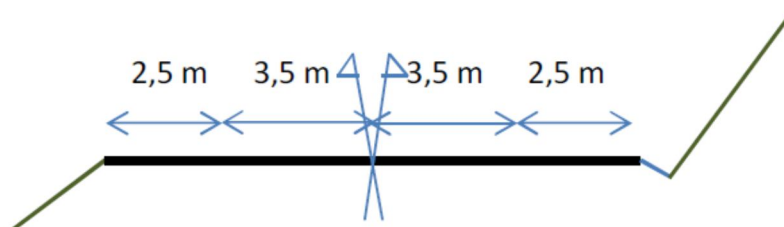
Opção A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança e Opção B – encerrar ao tráfego o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B).

4.2 Inputs

O troço de estrada em estudo IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B) tem a extensão de 4,952 km e com a maioria do percurso, em cota de 700 m acima do nível médio das águas do mar. É através deste troço do IP4, que da AE, se efetua a ligação a Vinhais e a Bragança oeste. Tendo em conta a latitude e cota, é um dos troços de estrada onde se verifica a ocorrência de neve com maior intensidade.

O perfil transversal tipo é o da Figura 25 e a localização é a apresentada nas Figuras 26 em termos locais e 27 ao nível distrital (Bragança).

Figura 25: Perfil Tipo IP4 entre o Nó Sul (Bragança) e Nó Oeste (Vinhais)



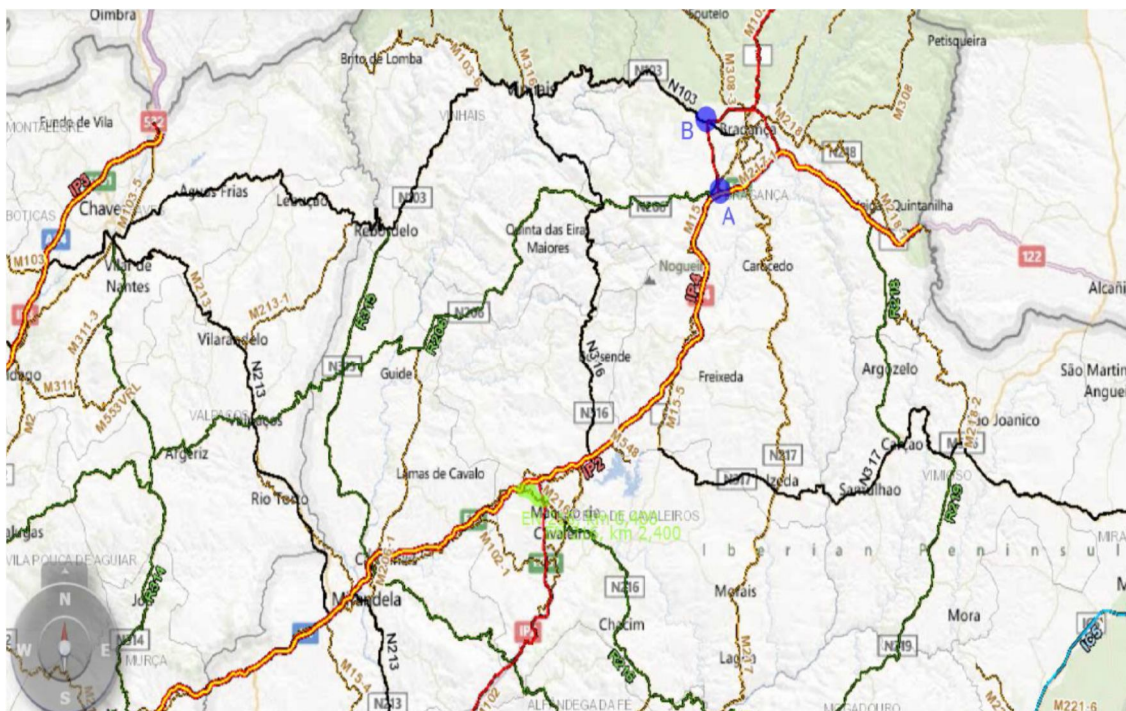
Fonte: Elaboração própria, com base EP (2013).

Figura 26: Planta de Localização do IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B)



Fonte: Elaboração própria, com base EP (2013).

Figura 27: Localização Distrital do IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B)



Fonte: Elaboração própria, com base EP (2013).

Da análise dos registos de tráfego efetuados durante o mês de fevereiro de 2013, procedeu-se à análise dos valores registados nos dias 27 e 28 de fevereiro, aquando da ocorrência de um forte nevão na zona de Bragança.

Dos dados de tráfego presentes no Apêndice I, e registados na Figura 28, foram utilizados para o estudo o número e velocidades instantâneas das viaturas, que passaram em ambos os sentidos entre A e B, durante os dias 27 e 28 de fevereiro de 2013.

Os dados do dia 27 de fevereiro, respeitam ao dia em que se verificou a existência de neve e gelo na estrada, antes das operações de limpeza de neve e espalhamento de sal. Os números relativos ao dia 28 de fevereiro, têm em conta a utilização da estrada, após as operações de limpeza de neve.

As operações de limpeza de neve e espalhamento de sal, nas duas direções entre o ponto A e B, permitiram um acréscimo total de 1208 viaturas, em ambas as direções e uma redução do tempo de percurso das viaturas que utilizaram o troço em estudo, num total de 295,02 minutos (4,92 horas).

Figura 28: Dados de Tráfego Registados no IP4 entre o Nó Sul (A) e Nó Oeste (B), nos Dias 27 e 28 de Fevereiro de 2013

		Neve na via					Após a limpeza de neve				
		27-02-2013					28-02-2013				
		Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circular a mais que 120 km/h (veículos)	Volume de tráfego (veículos)	Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circular a mais que 120 km/h (veículos)	Volume de tráfego (veículos)
Classe Veículos	Sentido tráfego										
Ligeiros	O				112					693	
	E				122					639	
Pesados	O				28					99	
	E				28					67	
Total	O	3,19	46	86	8	140	3,06	132	612	48	792
	E	3,27	67	74	9	150	3,07	139	505	62	706

Fonte: Elaboração própria, com base EP (2013).

Na Tabela 27 são expostos os custos relativos a atividades e meios afetos às operações inverniais.

Os Itens 01, 02 e 03, da tabela 27, dizem respeito a atividades e respetivos custos unitários usados na prestação de serviços das atividades inverniais, na EP. O valor respeitante ao item 3, teve como base a informação facultada pelo INE, para o custo médio horário, de trabalhadores por conta de outrem.

Tabela 26: Custo das Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal e Ganho Médio Hora de Trabalhadores por Conta de Outrem

Item	Custos Unitários
01	Operação Limpeza de neve e espalhamento de sal (inclui carga, transporte, equipamento, manobreadores e todas as operações necessárias ao bom cumprimento da tarefa) 77,70 €/h
02	Carga e Transporte desde o armazém do sal, ao troço de estrada em estudo 77,70 €/ton
03	Sal 77,10 €/ton
04	Ganho médio horário de trabalhadores portugueses por conta de outrem 6,58 €/h

Fonte: Elaboração própria, com base em EP (2013) e INE (2013).

4.3 Custos da Operação

Do conhecimento e experiência profissional da operação e respectivas atividades, foram considerados os seguintes *inputs* para os cálculos:

- A atividade de limpeza de neve e espalhamento de sal, é efetuada com velocidade média de 50 quilómetros por hora;
- Em média, são necessários 30 gramas de sal por metro quadrado, para garantia do descongelamento da neve e gelo (GAMA, 2011), tendo como referência HAUSMANN (2010);
- A remoção da neve é efetuada em duas passagens, sendo uma em cada sentido (A e B);
- O tempo de carga e transporte do sal, do armazém, até ao troço de estrada em estudo é de meia hora;
- 7 m de largura (perfil médio), da estrada para a limpeza de neve;
- 4,952 km de estrada, considerados no estudo.

Resultando para os dados anteriores, os custos de operação apresentados na Tabela 28.

Tabela 27: Custo das Atividades de Viabilidade Invernal Usando Sal

Atividade	Custo Unitário	Tempo (h) e Quantidades (ton)	Custo
Operação limpeza de neve e espalhamento de sal	77,70 €/h	0,198 h	15,39 €
Carga e transporte desde o armazém do sal, ao troço de estrada em estudo	77,70 €/h	0,50 h	38,85 €
Sal	77,10 €/ton	1,04 ton	80,18 €
Custo total			134,42 €

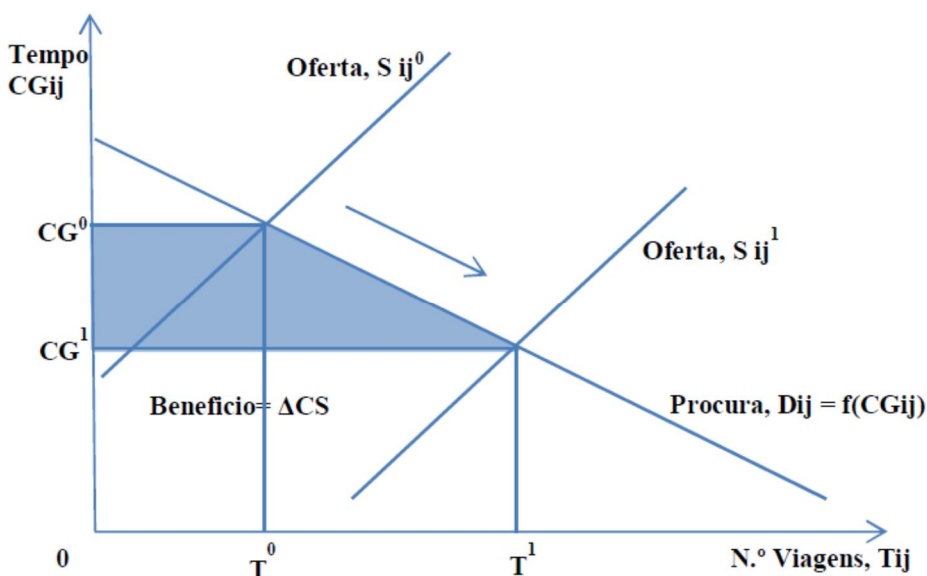
Fonte: Elaboração própria, com base EP (2013).

4.4 Benefício Social

Através do cálculo da área do gráfico da Figura 29, obtêm-se o valor do Benefício Social, correspondente ao aumento de tráfego gerado e respectivas velocidades de circulação pela disponibilidade da via, resultante da limpeza de neve e do espalhamento de sal, permitindo a redução do tempo de percurso, do número de acidentes e do absentismo dos trabalhadores (DONÁRIO, 2012).

Tendo em conta que os dados de tráfego disponíveis, não contemplam o número de passageiro, destino, função e o tipo de trabalho de cada um, só se considerou um passageiro por viatura, tendo-se uniformizado o custo hora trabalho médio, referentes a trabalhadores por conta de outrem disponibilizado pelo INE.

Figura 29: Excedente do Consumidor Total para um Trajeto Específico i-j



Fonte: Elaboração própria, com base em Manual de Análise de Custo Benefício dos Projetos de Investimento, Fundos Estruturais – FEDER, Fundo de Coesão e ISPA (2003).

Em que:

CG^0 – Tempo percurso dos veículos, nas duas direções, sem limpeza de neve;

CG^1 – Tempo percurso dos veículos, nas duas direções, após a limpeza de neve;

T^0 – Número de veículos, nas duas direções sem limpeza de neve;

T^1 – Número de veículos, nas duas direções após a limpeza de neve;

S_{ij}^0 – Custo marginal sem limpeza de neve;

S_{ij}^1 – Custo marginal, com limpeza de neve.

Aplicando a Equação 6 do mencionado manual:

$$\Delta CS = \int_{CG^1}^{CG^0} D(GC) dCG = \frac{1}{2} (CG^0 - CG^1) (T^0 + T^1) \quad \text{Equação 6}$$

E de uma forma mais simplificada, o Benefício suplementar para os utilizadores da estrada, após a limpeza de neve, pode ser calculado pela Equação 7 a seguir.

$$\Delta CS = (CG^0 - CG^1) \left(\frac{T^0 + T^1}{2} \right) \quad \text{Equação 7}$$

Dados apresentados no Apêndice I e Tabela 28:

$CG^0 = 6,46$ minutos;

$CG^1 = 6,13$ minutos;

$T^0 = 290$ veículos;

$T^1 = 1498$ veículos;

Resumos do cálculo automático apresentado no apêndice II:

$\Delta CS = 295,02$ minutos (4,92 horas)

$4,92 \text{ horas} \times 1208 \text{ viaturas} \times 6,58 \text{ €/hora} = 39.083,46 \text{ €}$

$$i = \frac{39.083,46 \text{ €}}{134,42 \text{ €}}$$

$i = 290,75$

Substituindo as incógnitas da Equação 7, resulta para os dados referidos, um benefício de 295,02 minutos (4,92 horas) ganhos em espera e absentismo.

4,92 horas, multiplicadas por 1208 viaturas (1498-290 veículos) e por 6,58 €/h (valor médio horário, ganho pelos trabalhadores portugueses por conta de outrem), é igual a 39.083,46 €

Do rácio benefício/custo, obtemos 290,75, valor que verifica a hipótese A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança.

Os dados utilizados e facultados pela EP, resultam da experiência pessoal na viabilidade invernal, nas estradas nacionais do distrito de Bragança. Para os custos da atividade, foram tidos em conta os valores referência de *outsourcing* de concursos públicos lançados e adjudicados (OBERG, 2006).

As variáveis utilizadas para o cálculo do benefício social, tiveram em conta os dados de tráfego possíveis e registados pela EP, não tendo sido possível particularizar o número de passageiros e atividade profissional, por forma a alargar a relação das perdas de trabalho e respetivo valor monetário associado. No entanto e considerando-se exclusivamente um passageiro por viatura, sem diferenciação de atividade profissional, os valores associados ao benefício social, são naturalmente superáveis, resultando sempre numa mais-valia a prestação do serviço público de limpeza de neve e espalhamento de sal.

4.5 Conclusão

Identificada a problemática do estudo de caso, definida a zona de influência, analisada a procura e realizada uma adequada prognose de trânsito em cada uma das hipóteses consideradas, efetuou-se a previsão de custos e benefícios que a limpeza de neve e espalhamento de sal traz para a sociedade. A análise foi realizada a partir de duas hipóteses:

A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança e

B – encerrar ao tráfego o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B).

Partindo de uma análise microeconómica, utilizando a teoria de Marshal da oferta e da procura e para o troço do IP4 em estudo, o valor obtido nos Custos associados à operação de limpeza de neve e espalhamento de sal são 134,42 € e o valor obtido para o Benefício Social, suplementar na utilização da estrada, após a limpeza de neve são 39.083,46 €. Dividindo o Benefício pelo Custo, resulta 290,75, valor largamente superior à referência (1,0) de KIRIKOSHI, *et al.* (2010),

para se considerar um bom investimento e verificando sem quaisquer reticências a hipótese A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança.

No estudo de caso apresentado, podemos confirmar através da análise custo/benefício, que a limpeza de neve e espalhamento de sal, traduzem um aumento significativo do valor do benefício social dos utilizadores da estrada.

CAPÍTULO V

Conclusões

5.1 Conclusões Gerais

Da pesquisa efetuada constata-se, que, nos países onde a neve e o gelo são uma constante, a afetação de recursos durante longos períodos de tempo, planos de trabalho sustentados e estruturados, são prioridades dos operadores rodoviários por forma a manter as estradas seguras.

A gestão da viabilidade invernal, dimensionamento dos meios, assim como uma atuação sustentável e planeada por parte de todos os operadores, sem colocar em causa a segurança rodoviária, tem por base, registos históricos climáticos e índices de severidade invernal.

Os países estudados, apresentam objetivos comuns em manter as condições de circulação, por forma a garantir a segurança dos utentes e o melhor serviço possível na utilização das vias. Outro objetivo comum aos operadores rodoviários, é a garantia de circulação nas estradas, hierarquizadas por itinerários principais, sendo as AE as de maior nível de serviço, definindo-se níveis de exigências específicas para troços distintos de estradas. A rapidez de intervenção, associada aos tempos de atuação, e meios afetos é que variam.

As metas mais ambiciosas, preveem o restabelecimento dos serviços nas principais ligações viárias tão cedo quanto possível, por forma a garantir o acesso de bens e serviços por parte das populações, casos de Marrocos e Portugal, até ao caso de Espanha, onde se verifica a fasquia mais elevada, não sendo permitido o corte da estrada ou impedida a circulação de viaturas por motivos de neve ou gelo. De salientar também que o início das operações de limpeza de neve em Espanha e Portugal, ocorre com o início da tempestade. Nos restantes casos existem tempos específicos de operação e garantia das condições de circulação, mas que só começam a contar, após o fim da tempestade de neve.

Os operadores rodoviários dos países estudados, têm ainda como objetivo, a informação aos utentes, que vai desde a sinalização das estradas, até protocolos com estações de rádio e jornais, por forma a projetar o mais rapidamente possível o ponto de situação das estradas.

Da análise global aos documentos estudados, verifica-se uma preocupação geral, no dimensionamento dos meios, assim como uma atuação sustentável e planeada por parte de todos os operadores, sem colocar em causa a segurança rodoviária.

O estudo de caso, resultou de uma análise dos troços de estradas do distrito de Bragança, onde fosse possível quantificar as variáveis previstas para a análise microeconómica, no caso número de viaturas, velocidades de circulação e respetivos tempos de percurso, por forma a avaliar o impacto da limpeza de neve e espalhamento de sal, na procura do tráfego.

As hipóteses colocadas foram:

A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança e

B – encerrar ao tráfego o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B).

Utilizando a teoria de Marshal da Oferta e da Procura, para o troço do IP4 em estudo, o valor obtido nos Custos associados à operação de limpeza de neve e espalhamento de sal foram 134,42 € e o valor obtido para o Benefício Social, suplementar na utilização da estrada, após a limpeza de neve foi 39.083,46 €. Dividindo o Benefício pelo Custo, resulta 290,75, valor largamente superior à referência (1,0) de KIRIKOSHI, *et al.* (2010), para se considerar um bom investimento e verificando sem quaisquer reticências a hipótese A – manter o IP4 entre o nó sul (Bragança) (A) e nó oeste (Vinhais) (B), transitável em condições de segurança.

No estudo de caso apresentado, podemos confirmar através da análise custo/benefício, que a limpeza de neve e espalhamento de sal, traduz um aumento significativo do valor do benefício social dos utilizadores da estrada.

Tendo-se considerado exclusivamente um passageiro por viatura, sem diferenciação de atividade profissional, os valores associados ao benefício social, são naturalmente superáveis, resultando sempre a prestação do serviço público de limpeza de neve e espalhamento de sal numa mais-valia.

Do presente trabalho, resulta um resumo do que melhor se faz nos países de referência. Através do PVI apresentam-se formas de gestão da viabilidade invernal, úteis para os operadores rodoviários nacionais, nomeadamente os que operam na A4/IP4, A24 e A25. Ainda, o estudo de caso apresentado, permite uma maior compreensão dos decisores, na abordagem ao custo/benefício das atividades inverniais, nos casos em que o tráfego e os episódios de neve não são significativos.

5.2 Limitações e Propostas para Trabalhos Futuros

As dificuldades encontradas resumem-se à falta de literatura da especialidade, sendo os estudos de caso existentes focados essencialmente no bem social obtido pela redução do número e severidade dos acidentes e respetivos custos associados, com custos e benefícios intangíveis difíceis e até impossíveis de quantificar. A dimensão da realidade portuguesa nas atividades inverniais, é incomparável às dos países de referência, notando que o enfoque dos *papers* estudados, recaem sobre a implicação dos serviços de limpeza de neve, na redução do número e severidade dos acidentes rodoviários, motivados pelas tempestades de neve. Em Portugal, os acidentes motivados pela neve, são mínimos e com danos materiais de pouca relevância.

Para estudos futuros, propõe-se a melhor identificação, pormenorização e quantificação dos custos e benefícios envolvidos nas atividades invernais, por forma a associar, não só a mais-valia do bem social verificada, mas também, a sustentabilidade empresarial dos operadores rodoviários. Finalmente, propõem-se a aplicação do estudo de caso, a outros troços de estradas com a problemática da neve e gelo e com maior volume de tráfego.

Bibliografia

Bibliografia

AZCUE, Luis; PINO, José D.; LUCAS, Jorge – *Spain. Country Reports – Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

BERGER, Yves; ARSENAULT, Steve – Assessing New Winter Maintenance Management Approaches at the Ministère des Transports of Québec. *Routes Roads*, No 345, 26 - 31, 1.st Quarter, 2010.

BEST PRACTICES FOR ROAD WEATHER MANAGEMENT VERSION 2.0. Publicação [online]. Office of Transportation Operations Federal Highway Administration, 2003. Disponível em URL: <http://ntl.bts.gov/lib/jpodocs/reports/13828.html> [consultado em 26 de dezembro de 2012].

BROWN, Michel - Country Reports – *Canada. Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

CARTES-DE-FRANCE: *Cartes des Routes de France*. Publicação [online]. Cartes-De-France, 2013. Disponível em URL: http://www.cartes-de-france.fr/carte_routier.html. [consultado em 2 de janeiro de 2013].

CODE OF PRACTICE FOR THE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF ROAD SALT. Publicação [online]. Environment Canadá, 2009. Disponível em URL: http://ec.gc.ca/nopp/roadsalt/cop/en/rs_main.htm. [consultado em 26 de dezembro de 2012].

DONÁRIO, Arlindo A.; SANTOS, Ricardo B. – *Custo Económico e Social dos Acidentes de Viação em Portugal*. Lisboa: EDIUAL, 2012.

EINSENBURG, Daniel; WARNEN, Kenneth E. – Effects of Snowfalls on Motor Vehicles collisions, Injuries and fatalities. *American Journal of Public Health*, Vol 95, No 1, 120 - 124, January, 2005.

Estradas de Portugal SA: *Conduzir no Inverno*. Publicação [online]. Estradas de Portugal SA, 2011. Disponível em URL: <http://www.estradas.pt/conduzirinverno>. [consultado em 26 de dezembro de 2012].

Estradas de Portugal SA (vários anos), *Conservação Corrente por Contrato*, Almada, Estradas de Portugal SA.

FEDER e ISPA - *Manual de Análise de Custo Benefício dos Projetos de Investimento - Fundos Estruturais FEDER, Fundo de Coesão e ISPA*, 2003.

GAMA, Nuno – *Plano de Viabilidade Invernal do Distrito de Bragança*, Almada, Estradas de Portugal SA, 2011.

GIANNETTI, Roberto, Country Reports – *Italy. Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

GILOPPÉ, Didier, Country Reports – *France. Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

GOODWIN, Lynette C. - *Best Practices for Road Weather Management, Version 2.0* - [CD-ROM]. Mitretek Systems, Inc., ITS Division, 2003.

GOOGLE MAPS. Publicação [online]. Disponível em URL: <https://maps.google.com/>. [consultado em 15 de fevereiro de 2013].

HAUSMANN, Gunter – Distribution of De-Icing Salts on the Road Surface. *Routes Roads*, No 345, 64 - 67, 1.st Quarter, 2010.

IDRISSI, Abdelhamid Janati, Country Reports – *Marroco. Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

Instituto Nacional de Estadística: *Indicadores Estadísticos*. Publicação [online]. Instituto Nacional de Estadística, 2013. Disponível em URL: <http://www.ine.es/>. [consultado em 15 de fevereiro de 2013].

Instituto Nacional de Estatística: *Indicadores*. Publicação [online]. Instituto Nacional de Estatística, 2013. Disponível em URL: http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0006848&contexto=bd&selTab=tab2. [consultado em 4 de junho de 2013].

Institut National de la Statistique et des Étude Économiques: *Évolution de la population jusqu'en 2013*. Publicação [online]. Institut National de la Statistique et des Étude Économiques, 2013. Disponível em URL: http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=0&ref_id=NATnon02145. [consultado em 2 janeiro de 2013].

Instituto Português do Mar e da Atmosfera (vários anos), *Boletim Climatológico Anual – Portugal Continental*, Lisboa, Instituto Português do Mar e da Atmosfera.

Instituto Português do Mar e da Atmosfera: *Normais Climatológica*. Publicação [online]. Disponível em URL: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/>. [consultado em 28 de fevereiro de 2012].

Instituto Nazionale di Statistica: *Territorial Indicators*. Publicação [online]. Instituto Nazionale di Statistica, 2013. Disponível em URL: <http://sitis.istat.it/sitis/html/indexEng.htm>. [consultado em 2 de fevereiro de 2013].

KIRIKOSHI, Shin; MIURA, Masanori; ABE, Kazuo; OSHIMA, Junichi – *Cost Benefit Analysis of Road Snow Removal Projects: Theory and Application, Country Reports – Japan*. The Congress Proceedings – Sustainable Winter Service for Road Users – 2010 [CD-ROM]. PIARC, 2010.

LODENIUS, Eva - *The road to excellence – An international benchmarking project between national road administrations* [CD-ROM]. 2010:075. S.I.: Swedish Transport Administration, 2010.

MAZE, Thomas H.; CRUM, Michael R.; BURCHETT, Garrett - *An Investigation of User Costs and Benefits of Winter Road Closures* [CD-ROM]. Ames Iowa: The Midwest Transportation Consortium, 2005.

MEYSSONNIER, François; ZAWADZKI, Cindy - *La gestion de la Viabilite Hivernale des Autoroutes*. Politiques et Management Public, Volume 27, n° 4, 46 – 62, décembre 2008.

MINISTÉRIO DO EQUIPAMENTO, DO PLANEAMENTO E DA ADMINISTRAÇÃO DO TERRITÓRIO (1998). Decreto-Lei n.º 222/98, Redefine o Plano Rodoviário Nacional (PRN) e cria estradas regionais. *Diário da República*, 163/98 Série I-A, de 17 de Julho: 3444 a 3454.

NEVES, Luis Cesar – *Introdução à Economia*. 2.ª Edição. Lisboa e São Paulo: Editorial Verbo, 1993.

NIXON, Wilfrid A. – *Strategies for Winter Highway Maintenance* [CD-ROM]. Iowa: University of Iowa, 1996.

NOBLE, James S.; JANG, Wooseung; KLEIN, Cerry M.; NEMMERS, Charles J. - *An Integrated Systems Approach to the Development of Winter Maintenance/Management Systems* [CD-ROM]. U.S. Department of Transportation, 2006.

OBERG, Gudrun – Highlights of the XII th International Winter Road Congress. *Routes Roads*, No 331, 24 - 41, 3.st Quarter, 2006.

PATRIKAINEN, Pasi; KALLIOKOSKI, Ari – *Interaction in Road Maintenance Planning – From Customer needs to Road Winter Maintenance in Finland*. *Routes Roads*, No 345, 32 - 35, 1.st Quarter, 2010.

ROADSALT AND WINTER MAINTENANCE FOR BRITISH COLUMBIA MUNICIPALITIES: BEST MANAGEMENT PRACTICES TO PROTECT WATER

QUALITY. Publicação [online]. Government of British Columbia, 1999. Disponível em URL: <http://www.env.gov.bc.ca/wat/wq/bmps/roadsalt.html#salt>. [consultado em 12 de dezembro de 2012].

RUOTOISTENMAKI, Antti – *Road Maintenance Management System – A Simplified Approach* [CD-ROM]. Helsinki Finland: Helsinki School of Economics, 2007.

SHAHADAH, Usama; FU, Lipping - *Quantifying the Mobility Benefits of Winter Road Maintenance – A 1 Simulation Based Analysis* [CD-ROM]. Waterloo Canada: University of Waterloo, 2010.

SHI, Xianming; STRONG, Christopher; FAY, Laura; YE, Zhirui - *Cost Benefits of Weather Information for Winter Road Maintenance Final Report* [CD-ROM]. Iowa: Iowa Department of Transportation, 2009.

SHI, Xianming; VENEZIANO, David; FAY, Laura; YE, Zhirui; WILLIAMS, Dan; BALLARD, Lisa - *Development of a Toolkit for Cost-Benefit Analysis of Specific Winter Maintenance Practices, Equipment and Operations Final Report* [CD-ROM]. Montana: Western Transportation Institute Montana State University, 2010.

SPANGLER, Ludwig – *Removal of Snow in Vienna in 1910. Routes Roads*, No 345, 88 - 91, 1.st Quarter, 2010.

STOWE, Robert – *A Benefit/Cost Analysis of Intelligent Transportation System Application for Winter Maintenance* [CD-ROM]. Washington: Washington State Department of Transportation, 2001.

SYNTHESES OF BEST PRACTICES. Publicação [online]. Transportation Association of Canada, 2003. Disponível em URL: <http://www.tac-atc.ca/english/resourcecentre/roadsalt.cfm>. [Consultado em 26 de dezembro de 2012].

SYSTÈME D'AIDE À LA DECISION POUR LE SERVICE HIVERNAL – AIDE À L'IMPLANTATION DE STATIONS DE METEOROLOGY ROUTIÈRE. Sétra, series CSEE, n.º 135, 2010, Artigo apresentado em Seminário, Quebec, Canadá.

TREMBLAY, Miguel, Country Reports – *Canada. Snow and Ice Databook – 2010 Edition* [CD-ROM]. PIARC, 2010.

TRUDEL, Mathieu R. - *A Mathematical Model for Winter Maintenance Operations Management* [CD-ROM]. Waterloo: University of Waterloo, 2005.

USMAN, Taimur; FU, Liping; MIRANDA-MORENO, Luis F. – *Accidents Analysis and Prevention*. Elsevier, 42, 1878 - 1887, 11, maio, 2010.

WALLMAN, Carl-Gustaf; WRETLING, Peter; ÖBERG, Gudrun - *Effects of Winter Road Maintenance State-of-the-Art* [CD-ROM]. Linköping Sweden: Swedish National Road and Transport Research Institute, 1998.

Wikipédia, *Marrocos*. Publicação [on line]. Wikipédia 2013. Disponível em URL: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Marrocos#Demografia>. [consultado em 28 de fevereiro de 2013].

WINTER ROAD MAINTENANCE ACTIVITIES AND THE USE OF ROAD SALTS IN CANADA: *A Compendium of Costs and Benefits Indicators*. Publicação [on line]. Environment Canadá, 2006. Disponível em URL: <http://www.ec.gc.ca/nopp/roadsalt/reports/en/winter.cfm>. [consultado em 19 de janeiro de 2013].

WINTER ROAD MAINTENANCE: *Best Practices, Emerging Challenges, and Research Needs*. Publicação [online]. Best Thinking Engineering: Xianming Shi, 2009. Disponível em URL:

http://www.bestthinking.com/articles/engineering/civil_engineering/transportation_engineering/winter-road-maintenance-best-practices-emerging-challenges-and-research-needs. [consultado em 19 de dezembro de 2012].

YE, Zhirui; STRONG, Christopher; FAY, Laura; SHI, Xianming - *Cost Benefits of Weather Information for Winter Road Maintenance* [CD-ROM]. Montana: Western Transportation Institute Montana State University, 2009.

Apêndices

Apêndice 1 - Dados de Tráfego

Distância entre o Nó A (km 208,342) e o Nó B (km 213,294) = **4,952 km**

		Neve na via					Após a limpeza de neve				
		27-02-2013					28-02-2013				
		Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circular a mais que 120 km/h (veículos)	Volume de tráfego (veículos)	Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circular a mais que 120 km/h (veículos)	Volume de tráfego (veículos)
Classe Veículos	Sentido tráfego										
Ligeiros	O					112					693
	E					122					639
Pesados	O					28					99
	E					28					67
Total	O	3,190	46	86	8	140	3,060	132	612	48	792
	E	3,270	67	74	9	150	3,070	139	505	62	706

Fonte: Elaboração própria, com base em EP, (2013)

Apêndice 2 - Cálculos

cálculos											
Distância entre o Nó A (km 208,342) e o Nó B (km 213,294) = 4,952 km											
		Neve na via 27-02-2013				Após a limpeza de neve 28-02-2013					
Classe Veículos	Sentido trafego	Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circular a mais que 120 km/h (veículos)	Volume de trafego (veículos)	Tempo percurso (m)	Viaturas a circular abaixo de 80 k/h	Viaturas a circular entre os 80 k/h e os 120 km/h (veículos)	Viaturas a circulara mais que 120 km/h (veículos)	Volume de trafego (veículos)
Ligeiros	O					112					693
	E					122					639
Pesados	O					28					99
	E					28					67
Total	O	3,190	46	86	8	140	3,060	132	612	48	792
	E	3,270	67	74	9	150	3,070	139	505	62	706
Variação		6,460				290	6,130				1498
		0,330				-1208	-0,330				1208
	O		33%	61%	6%			17%	77%	6%	
	E		45%	49%	6%			20%	72%	9%	
Tempo de Percurso global	O	3,187					3,065				
	E	3,273					3,074				
Distância (km)	4,952										
velocidade			80 km/h	100 km/h	120 km/h						
Tempo (m)			3,714	2,971	2,476						
						290	1498				
						6,460	6,130				
	Acréscimo bem social	minutos	horas (H)	H*6,58 Euros	Euros*Volume Trafego (viaturas)	Limpeza neve=77,70 Euros/h					
Equação (*)	295,020	minutos	4,917	32,35 €	39,083,46 €	Custo Sal=77,10 Euros/ton					
	295,020	minutos									
(*)	$\Delta CS = (CG^0 - CG^1) \left(\frac{r^2 + r^1}{2} \right)$		Espalhamento de sal=30g/m2								
custo limpeza		77,7 euros/hora									
Horas de percurso na limpeza da neve		0,198									
Custo equipamento da limpeza no tempo necessário		15,39 €									
custo sal		77,1 euros		espalhamento		30g/m2					
Área espalhamento sal		34664 m2									
Sal necessário (1)		1039,920		1,04 ton							
Custo Sal (2)		80,18 €									
Carga e transporte (3)		38,85 €									
Custo total (1+2+3)		134,42 €									
		troço em apreço									
Benefício		39.083,46 €									
Custo operação		134,42 €									
Benefício/Custo		290,75									

Fonte: Elaboração própria, com base em EP (2013)