
RELATÓRIO SETOR

**Transportes
e Comunicações**
Vulnerabilidades Atuais
e Futuras





RELATÓRIO SETOR

Transportes

e Comunicações

Vulnerabilidades Atuais e Futuras

REALIZADO POR:
RICARDO COELHO
(CCIAM)

Elaborado por:

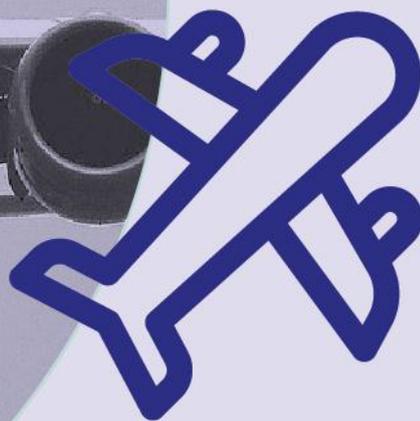


ÍNDICE

1. ENQUADRAMENTO	3
1.1 Perspetiva e diagnóstico regional do setor	5
1.2 Caracterização do quadro de referência do setor	10
2. METODOLOGIA	11
2.1 Variáveis e parâmetros climáticos relevantes para o setor	12
2.2 Avaliação das vulnerabilidades e modelação de impactos	12
2.2.1 Impacto da temperatura elevada na fiabilidade do piso das vias rodoviárias	12
2.2.2 Outros impactos climáticos	15
3. VULNERABILIDADE ATUAL	16
3.1 Identificação de impactos não climáticos	17
3.2 Identificação de impactos climáticos	17
3.2.1 Impacto da temperatura elevada na fiabilidade do piso das vias rodoviárias	17
3.2.2 Outros impactos climáticos	20
4. IMPACTOS E VULNERABILIDADES FUTURAS NO ALGARVE	24
4.1 Impacto da temperatura elevada na fiabilidade do piso das vias rodoviárias	25
4.2 Outros impactos climáticos	32
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6. BIBLIOGRAFIA	39
7. EQUIPA TÉCNICA	42

1.

Enquadramento



O clima extremo afeta as redes de transporte e de comunicação, o que inclui uma variedade de infraestruturas, como pontes, túneis, estradas, caminhos-de-ferro, tubagens, instalações portuárias e redes de comunicação, com e sem fios, acarretando custos diretos de reparação e indiretos, devido aos constrangimentos causados aos seus utilizadores (Revi et al., 2014).

Por isso, é particularmente relevante ter em conta a ocorrência de potenciais perturbações nas redes de transporte nos meios urbanos. Adicionalmente, as perdas de comunicação podem contribuir para a inibição da resposta de emergência e no restabelecimento das condições mínimas para a normalidade, após desastre, tendo em conta o seu papel crítico de suporte à logística destas operações. Assim, deverá ser assegurado que as infraestruturas de suporte aos transportes, tais como pontes, infraestruturas ferroviárias, entre outras infraestruturas pesadas e de comunicação, sejam resilientes aos efeitos projetados das alterações climáticas durante todo o seu tempo de vida útil (IPCC, 2014).

Os impactos das alterações climáticas e do clima extremo, no setor dos transportes, como mencionado, podem ser diretos ou indiretos (Koetse e Rietveld, 2009).

Os impactos diretos, relacionam-se com: a perda de fiabilidade dos pavimentos das estradas (e.g., consequência de ondas de calor); o desgaste pontual e continuado, que decorre de fenómenos extremos (e.g., precipitação, por vezes combinados com efeitos de temperatura; tempestades; incêndios; entre outros) e do aumento do nível médio do mar; danos estruturais, também decorrente de eventos extremos; e obstrução dos eixos viários e ferroviários, provocados pela ação direta de vento extremo (e.g., queda de árvores), bem como cheias e inundações (pluviais e/ou oceânicas).

Quanto aos impactos indiretos, estes são de vária ordem, tais como os custos e outros prejuízos que advêm de atrasos, desvios e quebras de serviço, decorrentes da menor disponibilidade, ou mesmo interrupção, das vias. Estas situações têm o potencial de afetar a economia, condicionar o dia-a-dia da população, reduzir a atratividade turística, dificultar o socorro às populações pelos serviços de emergência e diminuir a capacidade de reposição da normalidade, incluindo no serviço de energia elétrica e distribuição de combustíveis. As situações relacionadas com o corte das vias (danificadas ou mesmo destruídas) podem causar acidentes com consequências gravosas para pessoas e bens, pondo em causa a sua segurança.

Neste contexto, o enfoque do impacto da exposição a temperaturas elevadas para este setor é premente, tendo em conta o perfil térmico da região do Algarve. Em cenários de alterações climáticas, projeta-se uma subida média da temperatura, que deverá afetar cada vez mais o sul do continente europeu, em particular a zona mediterrânica. Projetam-se também o aumento dos limiares da temperatura máxima, bem como a duração dos episódios de temperaturas elevadas (EEA, 2018).

Assim, tendo em conta a posição geográfica da região do Algarve, é expectável que a exposição das infraestruturas de transportes às temperaturas elevadas se agrave gradualmente, ao longo deste século, particularmente durante o verão. A regionalização de cenários climáticos que foi feita para o Algarve no âmbito do PIAAC-AMAL, confirma essas tendências, bem como o agravamento de fenómenos de precipitação extrema.

Não obstante, é importante realçar que dos 33 países-membros da Agência Europeia do Ambiente, 17 desenvolveram algum tipo de relatório de vulnerabilidade dos seus sistemas de transportes e 10 deles realizaram estudos detalhados de vulnerabilidade de pelo menos um dos modos de transporte. Portugal é um dos países que não tem ainda nenhum estudo das vulnerabilidades dos sistemas de transporte às alterações climáticas (Füssel et al., 2017).

1.1 PERSPETIVA E DIAGNÓSTICO REGIONAL DO SETOR

A rede de infraestruturas de transportes da região do Algarve encontra-se organizada numa malha constituída por eixos rodoviários estruturantes, que integram a rede Rodoviária Nacional, e por duas linhas ferroviárias (Figura 1). Esta região conta ainda com infraestruturas portuárias e aeroportuárias.

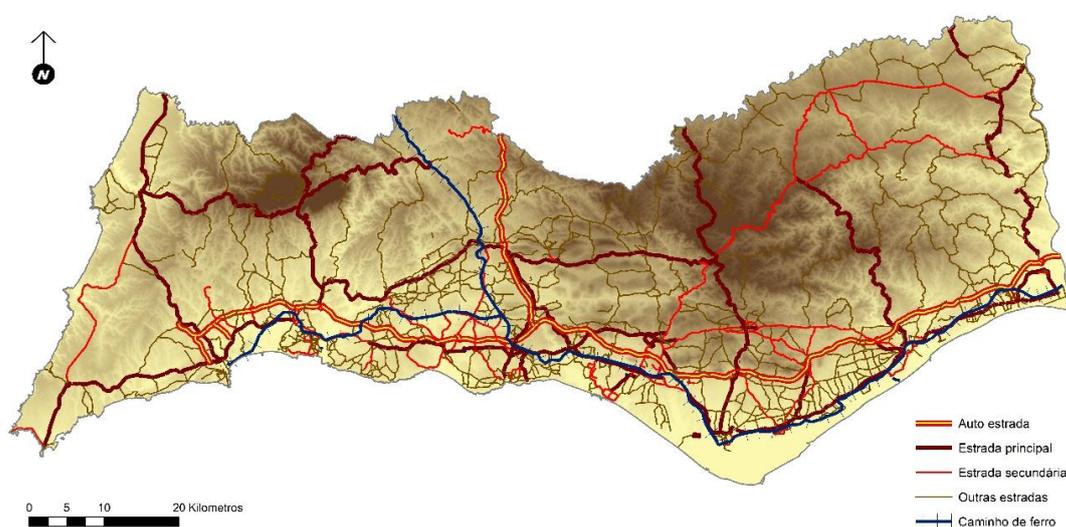


Figura 1 Infraestruturas de Transporte Rodoviário e Ferroviário da região do Algarve. Dados: OpenStreetMap (2018); Copernicus (2018)

No que respeita à rede rodoviária do Algarve, esta é constituída por eixos rodoviários pavimentados com uma extensão total de, aproximadamente, 806 km, constituindo a NUT II do

território continental com menor extensão total de infraestruturas rodoviárias (Tabela 1). Todavia, a rede rodoviária do Algarve apresenta-se, de um modo geral, bem estruturada e hierarquizada ao longo do território servindo as necessidades de mobilidade no território.

Regiões	Rede nacional								
	Total	Rede fundamental			Rede complementar			Estradas nacionais	Estradas regionais
		Total	Itinerários principais		Total	Itinerários complementares			
			Com duas faixas	Com uma faixa		Com duas faixas	Com uma faixa		
Continente	14.313	2.337	1.928	410	7.184	1.194	700	5.291	4.791
Norte	4.320	629	540	89	2.412	385	156	1.871	1.280
Centro	4.567	836	731	106	2.159	412	218	1.529	1.572
AM Lisboa	1.008	134	134	0	680	265	7	408	194
Alentejo	3.611	360	415	215	1.641	76	240	1.324	1.340
Algarve	806	108	108	0	293	55	78	160	405

Tabela 1 Extensão da rede rodoviária do Continente (km), por NUTS II. Fonte: Yin et al. (2004)

Nos últimos anos (2010-2014), verificou-se, de uma forma generalizada, a redução na procura da utilização da rede rodoviária, associada à situação económica do país. Verificou-se que, após o início da cobrança de portagens na A22 (Via do Infante), houve um aumento do tráfego na EN 125, o qual tem vindo a deteriorar as condições de circulação nesta via, aumentando o tempo de viagem e reduzindo a segurança rodoviária. Ainda no que respeita à A22, este eixo viário apresenta um forte padrão sazonal de utilização, com grande aumento de procura durante o mês de agosto (Correia, 2015).

No que respeita ao transporte rodoviário coletivo de passageiros, este revelou uma quebra generalizada em todas as ligações (internacionais, inter-regionais, interurbanas e urbanas). Nas ligações internacionais e inter-regionais, verifica-se um padrão expressivo de sazonalidade no 3º trimestre do ano, no sentido do aumento da procura. Por outro lado, para as ligações interurbanas e urbanas observa-se uma queda na procura no mesmo período do ano.

Relativamente ao transporte de mercadorias, a maioria das mercadorias que chegam e saem do Algarve fazem-no por via rodoviária. A maioria das mercadorias são deslocadas dentro da região do Algarve, seguidas pelas trocas entre o Algarve e a região de Lisboa (Tabela 2).

Regiões de destino \ Regiões de origem	Total	Norte	Centro	Lisboa	Alentejo	Algarve
Total	128 521	38 705	40 918	28 308	13 732	6 859
Norte	36 732	30 151	4 490	1 207	748	135
Centro	42 754	5 957	29 927	4 326	2 348	196
Lisboa	27 308	1 460	3 344	19 123	2 651	731
Alentejo	15 725	1 084	3 067	3 289	7 710	575
Algarve	6 002	51	90	363	276	5 222

Tabela 2 Matriz de trocas de mercadorias entre regiões nacionais (Toneladas). Fonte: Correia (2015)

Quanto à rede ferroviária, esta é constituída por duas linhas (linha do Algarve e do sul), com uma extensão total de cerca de 174 km, sendo integralmente constituída por via simples, e quase 60% não eletrificada. Das duas linhas, uma é de âmbito regional (linha do Algarve) e atravessa a região longitudinalmente (poente-nascente) assegurando a ligação entre Lagos e Vila Real de Santo António; e outra que constitui parte da linha do Sul, assegurando a ligação entre o Algarve e o resto da rede ferroviária Nacional (a norte). As duas linhas encontram-se conectadas em Tunes. A linha do Algarve é assegurada por automotoras a diesel, estando prevista a sua eletrificação ao abrigo do programa Ferrovia 2020. A linha do Sul encontra-se totalmente eletrificada (Tabela 3), sendo que o serviço regional nesta linha foi suprimido em 2011.

NUTS II	Extensão total das linhas exploradas	Linhas de via dupla ou superior	Linhas de via simples	Linhas eletrificadas
Total	2 546	610,6	1 935,4	1 639,1
Norte	451,6	118,1	333,6	171,2
Centro	942,3	225,6	716,7	670,7
AM Lisboa	274,0	189,4	84,6	249,9
Alentejo	703,6	77,5	626,1	474,5
Algarve	174,4	0	174,4	72,7

Tabela 3 Extensão da rede ferroviária do Continente (km), por NUTS II. Fonte: Yin et al. (2004)

O serviço de transporte ferroviário de passageiros tem sofrido um decréscimo na procura nos últimos anos, particularmente no serviço regional. No serviço de longo curso ocorreu um ligeiro incremento em 2012 – 2013, embora não se tenha revelado suficiente para atingir os níveis de procura de anos anteriores. Não se verifica sazonalidade na procura do sistema regional, o que poderá estar associado à procura por parte dos residentes no Algarve, que utilizam os sistemas ao

longo de todo o ano. Inversamente, o serviço de longo curso revela forte sazonalidade no 3º trimestre do ano, justificado pela procura estival. É de notar o afastamento das estações e apeadeiros de alguns dos centros urbanos, e a deficiência nas ligações rodoviárias complementares, desajustadas às necessidades da população. É também importante notar que as infraestruturas de transporte ferroviário necessitam de intervenções, ao nível da eletrificação e sinalização automática (Correia, 2015).

No que respeita a infraestruturas aeroportuárias, o Algarve possui um aeroporto internacional, localizado em Faro, o qual assegura ligações domésticas a Lisboa e Porto, bem como ligações internacionais a diversos países europeus, com maior predominância para o Reino Unido, Alemanha, Holanda e Irlanda (Figura 2). Esta infraestrutura tem registado um aumento do movimento de passageiros ao longo dos últimos anos, com um crescimento acumulado de 18% entre 2009 e 2013, mas poderá ter limitações de crescimento a longo prazo, na medida em que se encontra numa área de paisagem protegida, limitando a possibilidade de ampliação. Outra característica deste aeroporto é a forte sazonalidade de movimentos, com picos de procura no 3º trimestre do ano, em média, acima de 40% da procura anual, conduzindo a situações de demora indesejada no processamento de passageiros, nos períodos de maior procura. No entanto, desde novembro de 2017 entrou em funcionamento no Aeroporto de Faro, um sistema de aterragem por instrumentos (ILS – *Instrument Landing System*), categoria I na Pista 10, o qual já contava com um sistema idêntico de categoria II no sentido oposto (Pista 28). Este sistema permite executar aterragens recorrendo a equipamentos de guiamento no solo, o que constitui um importante auxílio em condições de baixa visibilidade (ANA, 2017).

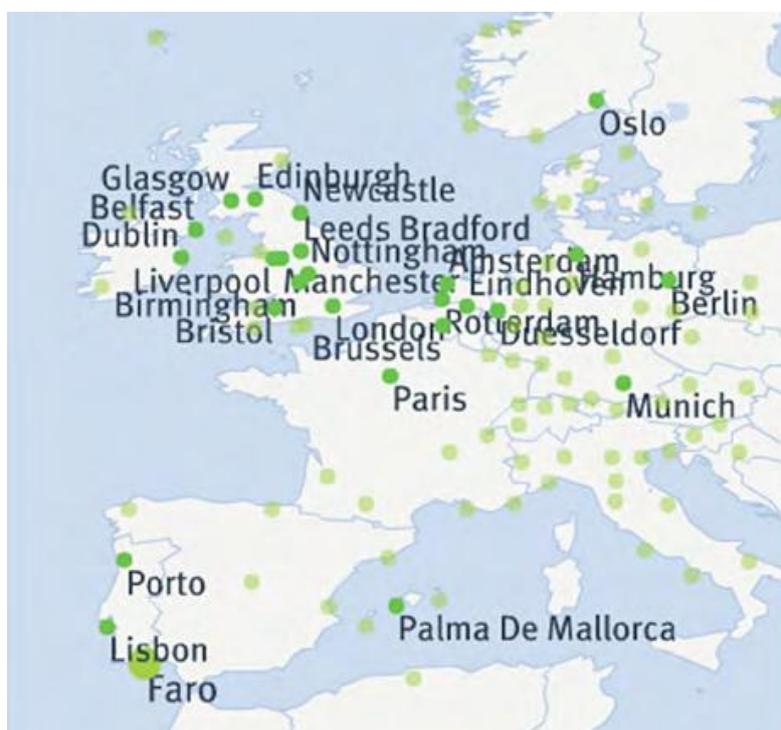


Figura 2 Cidades com ligação aérea direta a Faro. Fonte: Correia (2015)

No que respeita ao transporte marítimo, o Algarve possui duas infraestruturas portuárias principais, nomeadamente os portos de Faro e Portimão, destinando-se o de Faro, essencialmente, ao movimento de mercadorias, enquanto que a de Portimão inclui também um porto de cruzeiros. Embora não existam registos disponíveis acerca do movimento de passageiros neste último, existe indicação de que a procura tem vindo a aumentar, perspetivando-se a manutenção do crescimento (Correia, 2015). Quanto ao tráfego de mercadorias, os portos do Algarve têm uma expressão reduzida a nível nacional, com peso percentual de 1% ou inferior face ao total de mercadorias movimentadas nos portos nacionais. As mercadorias movimentadas destes portos são essencialmente materiais provenientes da indústria extrativa, materiais de construção e alguns produtos alimentares.

O transporte fluvial incorpora a rede de transporte coletivo, presente nos concelhos de Tavira, Olhão e Faro, com as ligações da Ria Formosa, e em Vila Real de Santo António, com a ligação do Guadiana transfronteiriça. Estas ligações fluviais revelam forte sazonalidade, registando o 3º trimestre um peso de cerca de 80% da procura anual para as ligações da Ria Formosa, associada à atividade estival. A ligação do Guadiana apresenta também forte sazonalidade, embora de menor intensidade, com cerca de 45% da procura anual concentrada no 3º trimestre.

Finalmente, os modos suaves de transporte, que contemplam principalmente os modos pedonal e ciclável, têm vindo a ganhar relevo no contexto global dos transportes na região do Algarve. No contexto regional, têm-se verificado investimentos em ambos os modos, quer em termos de qualificação do espaço urbano, quer de criação de infraestrutura própria.

No que concerne ao modo pedonal, os planos de mobilidade têm incidido, acima de tudo, na garantia de acessibilidade para todos, manifestando-se na qualificação do espaço urbano e na eliminação de barreiras arquitetónicas.

No presente contexto social, o modo ciclável está geralmente associado à utilização recreativa, não obstante, a sua crescente divulgação e popularização enquanto modo de transporte em si.

A utilização deste modo de transporte encontra-se condicionada até à conclusão da Ecovia do Algarve, ou projeto semelhante. Este projeto inclui a junção de várias ecovias, nomeadamente a Ecovia da Costa Vicentina, a Ecovia do Interior, a Ecovia do Guadiana e a Ecovia do Litoral. Esta última ligará o Cabo de S. Vicente a Vila Real de Santo António, percorrendo toda a faixa litoral meridional do Algarve, numa extensão de 214 km, atravessando 12 municípios. Todavia, a função desta rede é eminentemente recreativa e de lazer, sem articulação local com outras redes clicáveis que assegurem a função de transporte. Para além da Ecovia do Algarve, existem algumas iniciativas locais de promoção do modo ciclável, nomeadamente pela implementação de sistemas de bicicletas partilhadas. Por exemplo, Vilamoura possui um conjunto de ciclovias, não integradas na Ecovia do Algarve, que cobrem toda esta área, tanto no que respeita a zonas comerciais e turísticas, como residenciais. Para além desta infraestrutura, existe uma rede de bicicletas partilhadas (*Vilamoura Public Bikes*), distribuídas por 32 estações (Correia, 2015).

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO DE REFERÊNCIA DO SETOR

Na Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAAC 2020), é considerada a possibilidade de se registarem, com crescente frequência, fenómenos meteorológicos muito severos que possam atingir importantes infraestruturas de transporte, de forma continuada ou intempestiva. A verificarem-se as tendências projetadas, existirá um risco significativo para a segurança de pessoas e bens, e para o funcionamento da economia e da sociedade em geral (APA et al., 2015). No âmbito da adaptação às alterações climáticas, por forma a atuar preventivamente sobre esta situação, a ENAAAC 2020 engloba, entre os seus diversos grupos de trabalho setoriais (GT), o Grupo de Trabalho de Transportes e Comunicações (GT TRANS). Este Grupo de Trabalho é coordenado, no que respeita ao subgrupo Transportes, pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT). O IMT tem como responsabilidade a regulamentação técnica, o licenciamento, a coordenação, a fiscalização e o planeamento no setor dos transportes terrestres e fluviais, e respetivas infraestruturas; na vertente económica do setor dos portos comerciais e transportes marítimos; e a gestão de contratos de concessão em que o Estado seja concedente, nos referidos setores ou em outros setores, nomeadamente relativos a transporte aéreo e infraestruturas aeroportuárias, de modo a satisfazer as necessidades de mobilidade de pessoas e bens (IMT, 2018).

Do ponto de vista da administração operacional do setor dos transportes em Portugal, a Infraestruturas de Portugal SA (IP) constitui, presentemente, a entidade gestora das infraestruturas rodoviárias e ferroviárias, as quais são geridas por uma única empresa, de acordo com uma estratégia integrada. Esta entidade tem, em termos de missão, a conceção, projeto, construção, financiamento, conservação, exploração, requalificação, alargamento e modernização das redes rodoviária e ferroviária nacionais, incluindo-se nesta última o comando e controlo da circulação.

No âmbito da atuação da IP, é especialmente relevante o Plano Estratégico dos Transportes e Infraestruturas 2015-2020¹ (PETI3+), que surge como uma atualização do PET 2011-2015, projetando uma segunda fase de reformas estruturais a empreender neste sector, bem como o conjunto de investimentos em infraestruturas de transportes a concretizar até ao fim da presente década (IP, 2018).

¹ Resolução do Conselho de Ministros n.º 61-A/2015, 1º Suplemento, Série I de 2015-08-20, DRE

2.

Metodologia



As vulnerabilidades atuais, no âmbito deste setor, estão relacionadas com ondas de calor e episódios de temperaturas elevadas, precipitação extrema, vento extremo, incêndios florestais, galgamentos costeiros, cheias e inundações e alterações na salinidade em estuários e rias.

As projeções para o clima futuro indicam a ocorrência de um aumento das solicitações sobre as infraestruturas de transportes, resultando em crescentes adversidades associadas à sua utilização, principalmente aquando da ocorrência de eventos climáticos extremos. Apenas no que respeita ao vento extremo a tendência é incerta, não havendo evidências conclusivas de alteração da sua intensidade e frequência, relacionadas com as alterações climáticas (Füssel et al., 2017).

Este relatório procede à avaliação dos efeitos das temperaturas elevadas, com recurso a modelação para a situação atual e cenário referentes ao clima futuro, para a determinação da fiabilidade das misturas betuminosas que são aplicadas no pavimento das rodovias. Para além da modelação deste impacto, foi realizada a revisão de literatura para as restantes vulnerabilidades climáticas com relevância para o setor dos transportes.

2.1 VARIÁVEIS E PARÂMETROS CLIMÁTICOS RELEVANTES PARA O SETOR

As variáveis climáticas que se consideram relevantes para o setor dos transportes são todas aquelas cuja influência pode resultar numa menor segurança na circulação e/ou danos nas infraestruturas (incluindo todas as consequências que advêm destes dois fatores). Assim, no contexto dos transportes, é importante considerar as ondas de calor e episódios de temperaturas elevadas, eventos de precipitação e vento extremo, incêndios florestais, galgamentos costeiros, cheias e inundações e alterações na salinidade em estuários e rias.

2.2 AVALIAÇÃO DAS VULNERABILIDADES E MODELAÇÃO DE IMPACTOS

2.2.1 IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA NA FIABILIDADE DO PISO DAS VIAS RODOVIÁRIAS

A grande maioria dos pavimentos das estradas portuguesas são construídos com base em misturas betuminosas assentes em camadas granulares. As temperaturas mais elevadas afetam as misturas betuminosas, sendo as camadas granulares sensíveis à água. Uma temperatura mais elevada resulta numa maior solicitação à mistura betuminosa, sob as mesmas condições de tráfego, podendo inclusivamente dar lugar a uma deformação plástica do betume (deformações permanentes) (Barrão, 2011). Atualmente, a ocorrência deste tipo de fenómeno é rara, havendo outras causas mais frequentes de colapso, tais como falhas do sistema de fundação da infraestruturas. As temperaturas extremas também provocam dilatações acentuadas, levando ao desgaste associado a ciclos de contração e dilatação, o que pode contribuir para o aparecimento

de fissuras prematuras no pavimento, permitindo a infiltração de água até às camadas granulares inferiores (Willway et al., 2008).

Para estimar o grau de adaptação das misturas betuminosas dos pavimentos, em particular nas camadas de desgaste, foi usado um indicador baseado na temperatura máxima do pavimento calculada a cada sete dias, segundo o método *Performance Graduation* (Método PG), empregue por Nemry e Demirel (2012) em contexto de alterações climáticas. Esta abordagem é baseada nas linhas orientadoras para a constituição dos pavimentos de misturas betuminosas nos Estados Unidos da América (Alves, 2011), classificando os vários tipos de pavimentos por graduações térmicas. Neste relatório é assumido que a mesma metodologia pode ser aplicada no contexto nacional.

O método PG requer como dados de base a latitude e a média da temperatura máxima do ar durante 7 dias consecutivos (T_a). Para a obtenção da segunda variável, foram selecionados os 7 dias consecutivos com temperatura máxima mais elevada por ano, tendo sido posteriormente calculada a média da temperatura máxima desses mesmos dias, obtendo-se o valor máximo, T_a . Posteriormente, calculou-se a média dos 30 anos do período de referência, de modo a obter apenas um valor para o período. Os dados do período de referências são provenientes de reanálise do projeto ERA-Interim (ECMWF, 2018).

A aplicação deste método em cenários de alterações climáticas seguiu o mesmo processo, tendo-se utilizado as projeções de nove modelos climáticos (*ensemble*) disponibilizados pelo *Euro-Cordex* (Jacob et al., 2014) e regionalizados para o Algarve no decorrer do PIAAC-AMAL, sendo obtida a temperatura máxima do ar modelada de 7 dias (T_{am}). Os períodos considerados foram o histórico modelado (1971-2000) e as projeções de curto (2011-2040), médio (2041-2070) e longo prazo (2070-2100). Novamente, cada período de análise possui apenas um valor, que corresponde à média de 30 anos da temperatura máxima mais elevada em 7 dias consecutivos.

Para a análise da temperatura do pavimento em cenário de alterações climáticas foi tido em conta apenas um cenário para cada período, tendo sido escolhido sempre o cenário mais gravoso para cada período de análise. Desta forma, foi utilizado o RCP4.5 a curto prazo, e o RCP8.5 a médio e longo prazo.

Neste contexto, foi assumida a relação especificada na Equação 1, entre a temperatura do pavimento (T_p para os dados observados ou T_{pm} para os dados modelados, também designada por alta temperatura de projeto do pavimento a uma profundidade de 20 mm da superfície), a temperatura máxima do ar em 7 dias (T_a para os dados observados ou T_{am} para os dados modelados) e a latitude em graus (L):

$$T_p = 0,9545 (T_a - 0,00618 L^2 + 0,2289 L + 42,2) - 17,78 \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (1)$$

De forma a minimizar o efeito de viés existente entre os dados da reanálise do ERA-Interim e os dados dos modelos climáticos relativos à temperatura do asfalto projetada, procedeu-se ao cálculo das anomalias da T_{pm} , entre o período histórico modelado e os períodos futuros (originando a AT_{pm}). Estas anomalias foram posteriormente adicionadas ao valor da temperatura do pavimento

obtido para o período histórico observado (T_p), constituindo a temperatura do pavimento projetada (T_{pp}). Assim, a temperatura do pavimento projetada é calculada da seguinte forma:

$$T_{pp} = T_p + AT_{pm}$$

Por fim, o impacto do aumento da temperatura máxima foi traduzido através da análise de fiabilidade do pavimento por graduação PG. A fiabilidade é calculada assumindo uma distribuição normal das variáveis T_p ou T_{pp} , com um desvio padrão igual a 4°C (uniformizado para simplificação da análise). Segundo o método PG, para que um pavimento seja considerado fiável, a sua fiabilidade deve ser igual ou superior a 98% (Fall, 2014; NHI, 2000). Através da aplicação da função de probabilidade cumulativa, é calculada a fiabilidade de um determinado pavimento com determinada graduação (Tabela 4).

Graduação	Média da temperatura máxima do ar de 7 dias (T_a ou T_{am}) admissível (°C)	Média de T_p ou T_{pp} para 98% ($\sigma=4$) de fiabilidade (°C)	Temperatura máxima de 7 dias do pavimento de projeto (°C)
PG 46	23,7	37,8	<46
PG 52	30,0	43,8	<52
PG 58	36,3	49,8	<58
PG 64	42,6	55,8	<64
PG 70	48,9	61,8	<70
PG 76	55,2	67,8	<76
PG 82	61,4	73,8	<82

Tabela 4 Relação entre a graduação do pavimento e a temperatura máxima de projecto

Por exemplo, um local onde a temperatura média de T_a seja igual a 42,6°C, terá uma temperatura média de T_p de 55,8°C e necessitará de um pavimento com uma graduação PG-64, para ter uma fiabilidade de 98%.

A graduação encontrada para a fiabilidade de 98% é apropriada para condições padrão de tráfego, no entanto, para vias específicas com um tráfego que origine maiores solicitações, a graduação escolhida em projeto será superior (conforme o previsto no método PG). É por isso possível que os pavimentos existentes no terreno sejam capazes de responder a solicitações de temperatura mais elevadas porque estão preparados para um tráfego mais severo. Contudo, este fator não influencia a análise da evolução da fiabilidade em cenários de alterações climáticas.

Ressalve-se ainda que metodologias de projeto que utilizem diretamente o valor da normal da temperatura máxima para calcular a temperatura de pavimento, não são comparáveis ao método PG. Neste sentido, a temperatura de amolecimento² de uma determinada mistura betuminosa não

² Por exemplo, segundo a EN 12591

é diretamente comparável ao valor da temperatura máxima de 7 dias do pavimento de projeto (Tabela 4), sendo o objetivo máximo da aplicação desta metodologia o estudo dos impactos das alterações da temperatura nos pavimentos.

A metodologia descrita foi aplicada a cada município que constitui a CI-AMAL. Os municípios de Silves, Loulé e Tavira foram divididos em duas partes, uma a norte e outra a sul, dada a diferença de temperatura máxima do ar entre a linha de costa e o interior. Esta subdivisão foi realizada ao nível administrativo das freguesias³.

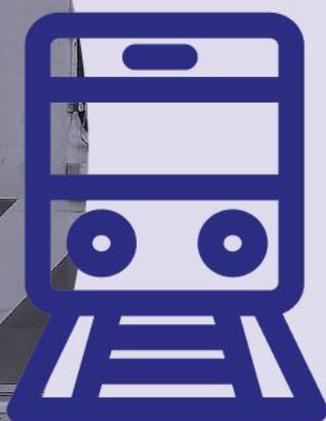
2.2.2 OUTROS IMPACTOS CLIMÁTICOS

A avaliação de outros impactos climáticos nos transportes e comunicações foi feita através de revisão de literatura, procurando avaliar as principais vulnerabilidades a que o setor estará sujeito nas condições projetadas para a região do Algarve.

³ Silves norte: São Marcos da Serra, São Bartolomeu de Messines, Silves; Silves sul: Armação de Pêra, Alcantarilha e Pêra, Algoz e Tunes; Loulé norte: Ameixial, Alte, Salir, Querença, Tor e Benafim; Loulé Sul: Almancil, Quarteira, Loulé (São Clemente), Boliqueime, Loulé (São Sebastião); Tavira norte: Cachopo; Tavira sul: Santa Luzia, Luz de Tavira e Santo Estêvão, Santa Catarina da Fonte do Bispo, Conceição e Cabanas de Tavira, Tavira (Santa Maria e Santiago).

3.

Vulnerabilidade Atual



3.1 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS NÃO CLIMÁTICOS

Os impactos não climáticos que a infraestrutura de transporte sofre relacionam-se com as opções de projeto, a qualidade dos materiais aplicados, a qualidade de execução de obra, as alterações da utilização da infraestrutura e a sua manutenção.

As soluções construtivas são adotadas de forma a acautelar a fiabilidade e a durabilidade da infraestrutura, usando fatores de segurança, por vezes discricionais, que adicionam robustez à obra final. Neste aspeto, algumas infraestruturas, poderão estar melhor preparadas para responderem eficazmente a solicitações e ações que não estavam inicialmente previstas.

A qualidade dos materiais é relevante para a durabilidade da infraestrutura, por exemplo: os constituintes dos pavimentos das estradas, os elementos estruturais das pontes e viadutos (betão armado, metal ou alvenaria) ou o aço dos carris da ferrovia.

A qualidade de execução de obra depende da capacidade técnica dos empreiteiros e da fiscalização, que verificam não só a forma como os materiais foram aplicados, mas também a sua qualidade.

As alterações de utilização da infraestrutura, diferentes daquelas que foram previstas nos pressupostos de projeto, são relevantes para a durabilidade e qualidade dos serviços prestados pela infraestrutura de transporte. As alterações no tipo de tráfego, em velocidade, peso, distribuição do peso e frequência de passagem diária, podem tornar as vias de comunicação incapazes de manter a sua fiabilidade, por não estarem dimensionadas para as novas solicitações.

A qualidade da manutenção inclui, não só empreitadas de reparação e renovação, como também, todo um corpo técnico de inspeção, consultoria técnica, ensaios e análises.

Todos estes fatores não climáticos dependem direta ou indiretamente dos recursos financeiros disponíveis para criar, manter e melhorar uma infraestrutura de transportes fiável e durável.

3.2 IDENTIFICAÇÃO DE IMPACTOS CLIMÁTICOS

3.2.1 IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA NA FIABILIDADE DO PISO DAS VIAS RODOVIÁRIAS

No que diz respeito aos valores da temperatura máxima do pavimento obtidos para as condições de clima histórico (1979-2008), verifica-se que a temperatura do pavimento é superior nos municípios de Alcoutim, Castro Marim, Vila Real de Santo António e na subdivisão Loulé norte (cerca de 55°C). Por outro lado, Lagoa, Silves Sul, Lagos e Vila do Bispo apresentam os valores mais baixos de temperatura máxima do pavimento (cerca de 48°C) (Tabela 5).

Município/Subdivisão	Histórico Observado - T _p (°C)
Albufeira	52,5
Alcoutim	55,6
Aljezur	51,4
Castro Marim	55,5
Faro	51,4
Lagoa	47,1
Lagos	48,1
Loulé Norte	54,2
Loulé Sul	53,0
Monchique	52,2
Olhão	50,7
Portimão	49,0
São Brás de Alportel	53,8
Silves Norte	53,2
Silves Sul	47,4
Tavira Norte	54,6
Tavira Sul	52,9
Vila do Bispo	48,9
Vila Real de Santo António	55,5

Tabela 5 Resultados da temperatura de pavimento para cada município ou subdivisão, correspondente ao clima histórico (reanálise ERA-Interim, 1979-2008)

No cálculo da fiabilidade atual dos pavimentos, segundo o método PG, foram testadas quatro possíveis graduações, nos vários municípios e subdivisões, cujo resultado é apresentado na Tabela 6.

Município/Subdivisão	Fiabilidade - Histórico				Graduação Adaptada (PG)	Média da temperatura máxima do ar de 7 dias (T _a) admissível (°C)
	PG-52	PG-58	PG-64	PG-70		
Albufeira	45%	91%	100%	100%	64	42,6
Alcoutim	18%	73%	98%	100%	64	42,6
Aljezur	56%	95%	100%	100%	64	42,6
Castro Marim	19%	73%	98%	100%	64	42,6
Faro	56%	95%	100%	100%	64	42,6
Lagoa	89%	100%	100%	100%	58	36,3
Lagos	84%	99%	100%	100%	58	36,3

Município/Subdivisão	Fiabilidade - Histórico				Graduação Adaptada (PG)	Média da temperatura máxima do ar de 7 dias (T_a) admissível (°C)
	PG-52	PG-58	PG-64	PG-70		
Loulé Norte	29%	83%	99%	100%	64	42,6
Loulé Sul	40%	90%	100%	100%	64	42,6
Monchique	48%	93%	100%	100%	64	42,6
Olhão	63%	97%	100%	100%	64	42,6
Portimão	77%	99%	100%	100%	58	36,3
São Brás de Alportel	32%	85%	99%	100%	64	42,6
Silves Norte	38%	88%	100%	100%	64	42,6
Silves Sul	87%	100%	100%	100%	58	36,3
Tavira Norte	26%	81%	99%	100%	64	42,6
Tavira Sul	41%	90%	100%	100%	64	42,6
Vila do Bispo	78%	99%	100%	100%	58	36,3
Vila Real de Santo António	19%	73%	98%	100%	64	42,6

Tabela 6 Cálculo da fiabilidade atual de diferentes graduações de pavimento (PG-52, PG-58, PG-64 e PG-70), segundo o método PG

De uma forma geral e segundo a metodologia adotada, a graduação que melhor se encontra adaptada ao clima atual é a graduação PG-64 (Tabela 6). Esta graduação apresenta uma fiabilidade igual ou superior a 98% para um valor médio da temperatura máxima do ar de 7 dias (T_a) admissível de 42,6 °C. Não obstante, alguns municípios apresentam uma fiabilidade do pavimento elevada para a graduação PG-58, tendo esta sido considerada como a graduação adaptada ao clima atual para os municípios de Vila do Bispo, Lagos, Portimão, Lagoa e subdivisão Silves Sul. A graduação PG-58 corresponde a uma T_a com valor médio admissível de 36,3 °C.

Na Tabela 6, os valores sombreados a verde indicam uma fiabilidade igual ou superior a 98% (valor absoluto não arredondado) e a amarelo aqueles que estão entre 96% e 98%. No caso de Olhão, a fiabilidade atual é próxima de 98% para PG-58, mas foi tomada a opção de considerar como graduação adaptada a PG-64.

Na Figura 3 é possível observar a distribuição espacial da fiabilidade atual do pavimento na região do Algarve, assumindo as graduações adaptadas ao clima atual por município. A menor fiabilidade encontrada em alguns municípios não implica uma menor fiabilidade dos pavimentos no terreno, mas sim o resultado da aplicação da metodologia, sendo esta a base para a avaliação das vulnerabilidades em cenários de alterações climáticas.

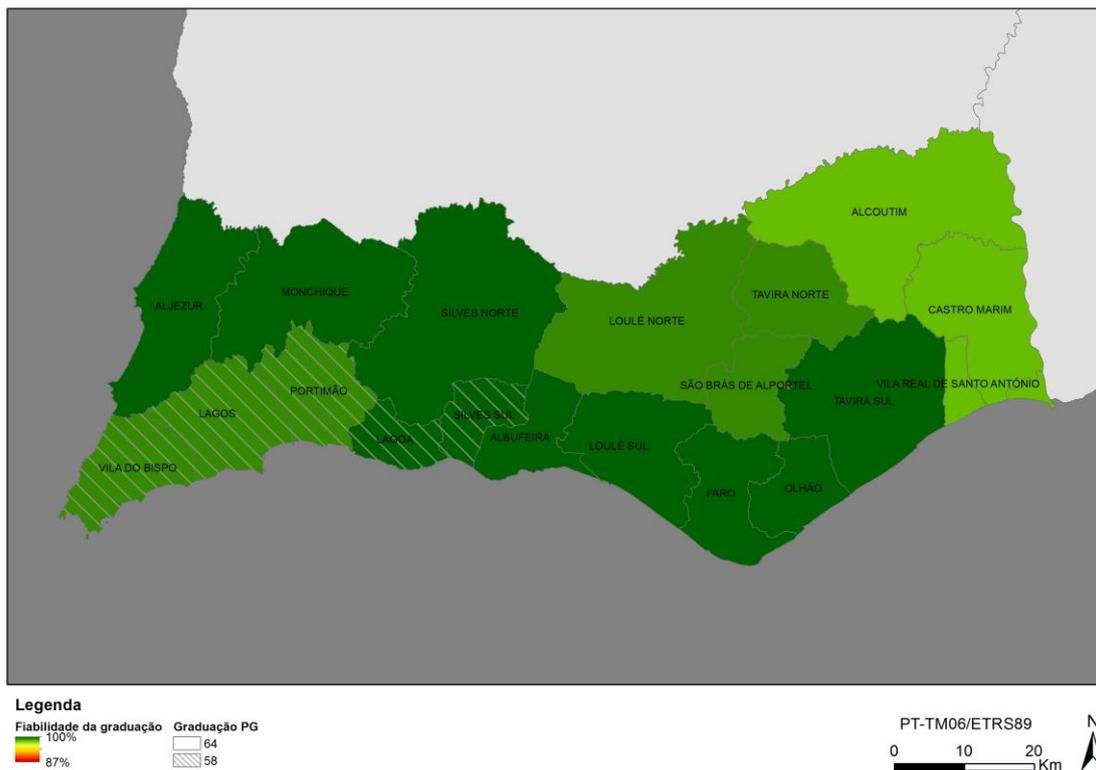


Figura 3 Fiabilidade atual do pavimento com a graduação adaptada ao clima atual (histórico reanálise ERA-Interim 1979-2008)

A metodologia adotada implica ainda que se assuma a inexistência de impactos climáticos ou vulnerabilidades atuais, associadas à temperatura. Neste sentido, é considerado que as deformações plásticas que possam ocorrer no terreno, estarão ligadas a fatores não climáticos (e.g. alteração de pressupostos de tráfego que evoluíram de forma diferente ao previsto, alteração da qualidade construtiva, etc.).

3.2.2 OUTROS IMPACTOS CLIMÁTICOS

A preocupação com outros impactos climáticos, para além do impacto da temperatura elevada na fiabilidade do piso das vias rodoviárias, prende-se com os danos causados nas vias e infraestruturas de transportes por outros eventos climáticos, cujos limiares de danos são apresentados na Tabela 7.

Fenómeno	1º limiar: impactos danosos possíveis. P(danos) = 33%	2º limiar: impactos danosos prováveis. P(danos) = 66%	3º limiar: impactos danosos certos. P(danos) = 99%
Vento (velocidade da rajada, km/h)	≥ 61,2	≥ 90	≥ 115,2
Precipitação (mm/dia)	≥ 30	≥ 100	≥ 150
Frio (Temperatura média diária, °C)	< 0	< -7	< -20
Calor (Temperatura média diária, °C)	≥ 25	≥ 32	≥ 43
Tempestade	considera-se tempestade quando os limiares de vento e precipitação ocorrem em simultâneo		

Tabela 7 Fenómenos climáticos e os seus limiares de danos. Adaptado de Füssel et al. (2017)

De um modo geral, os principais impactos no setor dos transportes e comunicações são causados por eventos específicos como ondas de calor, precipitação extrema ou ocorrência de tempestades (incluindo relâmpagos, queda de granizo, rajadas de vento).

O aumento da temperatura no verão e no inverno tem sido motivo de preocupação para este setor. Os principais danos causados pelo aumento da temperatura média são as deformações no asfalto e nos carris, expansão térmica de pontes e sobreaquecimento dos motores *diesel* (Nemry e Demire, 2012).

Na infraestrutura ferroviária, as temperaturas elevadas podem levar à redução compulsiva da velocidade de circulação, à interrupção da circulação, à degradação da ferrovia ou a danos permanentes. O parâmetro temperatura é relevante no projeto e execução da ferrovia, não só para os carris, mas também para as suas estruturas de suporte, afetando a sua durabilidade e manutenção.

As temperaturas elevadas, em particular quando associadas a quantidades elevadas de radiação solar, provocam o aumento do desconforto e riscos graves para a saúde dos utilizadores dos meios de transporte. O interior do veículo, individual ou coletivo, pode atingir temperaturas elevadas, colocando os ocupantes em *stress* térmico (Füssel et al., 2017). Esta situação pode ser mais comum nos transportes coletivos com deficiências no sistema de ar condicionado e sem a possibilidade de ventilação natural. Este *stress* tem também efeitos na condução, podendo diminuir a vigilância do condutor ao tráfego e a eventos inesperados (Wyon et al., 1996). Na mobilidade suave, nas paragens de transportes públicos e no trânsito pedonal e de bicicleta, a permanência dos utilizadores sob condições de temperatura elevada aumenta os riscos para a saúde.

A infraestrutura de comunicação também sofre uma solicitação maior com o aumento da temperatura, solicitação esta que precisa de ser balanceada através do desenho, seleção e arquitetura de equipamentos resilientes. As infraestruturas que suportam as comunicações, como linhas, torres, edifícios, fornecimento de energia (da rede, autónoma e emergência), sistemas de

arrefecimento e equipamentos eletrónicos, estão expostas a temperaturas extremas, mas atualmente conseguem responder eficazmente. Neste contexto é de referir que as infraestruturas de comunicação apresentam um ciclo de vida curto, o que implica uma frequente mudança e renovação de equipamentos. Esta situação resulta numa adaptação autónoma e continuada no tempo da infraestrutura de comunicação às alterações climáticas.

Apesar dos impactos que resultam da exposição das infraestruturas de transporte e comunicações às temperaturas elevadas, as perturbações que ocorrem atualmente com maior frequência e severidade estão associadas a eventos de precipitação intensa. Estes originam cheias e/ou inundações rápidas, interrompendo a circulação e provocando danos nas estradas, caminhos-de-ferro, pontes, estações, entre outras estruturas (Füssel et al., 2017). A precipitação intensa ou continuada no tempo pode ainda originar deslizamentos de terras, perda na estabilidade de pontes (e.g., por descalce de fundações) e, em casos mais extremos, torrentes de lama e riscos associados (Nemry e Demire, 2012). Pode ainda levar à acumulação de água nas vias de transporte, devido sobretudo a problemas de escoamento, normalmente associados a uma limpeza deficiente do sistema de escoamento de água.

As inundações na ferrovia decorrem geralmente de fenómenos de alagamento por cheia pluvial, que, no Algarve, já originaram perturbações, interrupções e danos nesta infraestrutura. Na infraestrutura ferroviária ou de suporte à ferrovia (como taludes), não foram encontrados indícios de insuficiências de projeto ou manutenção nas obras de escoamento de água, em particular nas situações de precipitação extrema, no contexto atual. No caso da ferrovia, existe boa capacidade de resposta para recuperar a utilização das linhas, mas uma capacidade por vezes limitada de reencaminhar o tráfego ou os passageiros.

Os danos causados pelos ventos fortes podem ocorrer nas infraestruturas rodoviárias e ferroviárias (entre outras), nomeadamente em pontes suspensas, sinalética, cabos, torres de comunicações (Nemry e Demire, 2012). Apesar da incerteza quanto a tendências futuras de eventos extremos de vento, as tempestades com vento extremo podem levar a impactos significativos diretos e indiretos nas infraestruturas de transporte. Veículos ligeiros e pesados podem ser desviados ou mesmo entrar em despiste por ação direta do vento. As catenárias das linhas de comboio eletrificadas podem ser derrubadas pelo vento e, ainda que raramente, provocar oscilações que obrigam a uma redução compulsiva de velocidade na linha. Quer na rodovia, quer na ferrovia, a queda de árvores, o derrube de sinalização ou o arrastamento de outros detritos pode provocar a interrupção das vias ou causar riscos na sua utilização.

Os incêndios florestais podem provocar enormes constrangimentos à circulação rodoviária e ferroviária, danos em infraestruturas, com prejuízos avultados, pondo em causa a segurança de pessoas e bens. Não só as estradas nacionais ou municipais, como também, importantes eixos de circulação rodoviária, como a A22 (Via do Infante), foram cortados no passado recente devido a incêndios florestais. Na região do Algarve, é na área de serra atravessada pela Linha ferroviária do Sul, entre as zonas de Vale Grou e São Bartolomeu de Messines, onde existe maior perigosidade de incêndio (ICNF, 2017).

Quanto aos galgamentos e inundações costeiras, estes podem causar impactos diretos de desgaste, danos ou mesmo derrube (devido a impactos físicos) e erosão continuada, em vias costeiras ou na ferrovia, implicando elevados constrangimentos na circulação e aumentando o risco para a segurança das pessoas.

4.

Impactos e Vulnerabilidades Futuras no Algarve



4.1 IMPACTO DA TEMPERATURA ELEVADA NA FIABILIDADE DO PISO DAS VIAS RODOVIÁRIAS

No que diz respeito às temperaturas projetadas para o pavimento, estas foram estudadas, como referido anteriormente, com recurso a um *ensemble* de 9 modelos climáticos disponibilizados pelo Euro-Cordex (Jacob et al., 2014) e regionalizados para o Algarve no âmbito do PIAAC-AMAL para o período histórico modelado (1971-2000) e para os períodos futuros em análise (2011-2040, 2041-2070 e 2071-2100), considerando os cenários RCP4.5 e RCP8.5 (Tabela 8).

Município/ Subdivisão	Histórico Modelado	2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Albufeira	56,0	56,8	56,8	57,7	58,1	58,1	59,7
Alcoutim	56,5	57,3	57,4	58,3	58,7	58,7	60,5
Aljezur	53,0	53,6	53,5	54,6	54,6	54,7	56,2
Castro Marim	56,6	57,4	57,4	58,3	58,7	58,7	60,3
Faro	54,3	55,1	54,9	55,7	55,9	56,0	57,4
Lagoa	54,7	55,3	55,3	56,1	56,3	56,5	57,8
Lagos	53,3	53,9	53,8	54,8	55,0	55,1	56,4
Loulé norte	56,0	56,8	56,8	57,7	58,1	58,1	59,7
Loulé sul	54,9	55,7	55,5	56,3	56,7	56,7	58,1
Monchique	53,9	54,6	54,6	55,6	55,8	55,9	57,4
Olhão	55,1	56,0	55,9	56,7	57,0	57,0	58,6
Portimão	54,6	55,2	55,2	56,1	56,4	56,6	57,9
São Brás de Alportel	55,2	56,1	56,1	57,0	57,4	57,4	59,0
Silves norte	55,4	56,2	56,2	57,1	57,4	57,5	59,1
Silves sul	55,9	56,6	56,6	57,5	57,8	57,9	59,4
Tavira norte	55,5	56,4	56,4	57,4	57,8	57,8	59,5
Tavira sul	54,9	55,7	55,5	56,3	56,6	56,7	58,1
Vila do Bispo	51,9	52,4	52,3	53,4	53,5	53,6	54,8
Vila Real de Santo António	54,3	55,0	54,9	55,7	56,0	56,1	57,4

Tabela 8 Temperaturas modeladas do pavimento no período histórico e cenários/períodos futuros. Os cenários utilizados na análise por período encontram-se sombreados

A partir das temperaturas do pavimento que foram obtidas para cada período, calculou-se as anomalias da temperatura de pavimento ao longo do século, face ao histórico modelado (Tabela 9).

Município/ Subdivisão	2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Albufeira	0,8	0,8	1,7	2,1	2,1	3,7
Alcoutim	0,8	0,9	1,8	2,2	2,3	4,0
Aljezur	0,5	0,4	1,6	1,6	1,7	3,1
Castro Marim	0,8	0,8	1,7	2,1	2,1	3,8
Faro	0,8	0,6	1,4	1,6	1,7	3,1
Lagoa	0,7	0,6	1,4	1,7	1,8	3,2
Lagos	0,5	0,5	1,4	1,6	1,8	3,1
Loulé norte	0,8	0,8	1,7	2,1	2,1	3,7
Loulé sul	0,7	0,6	1,4	1,8	1,8	3,2
Monchique	0,7	0,6	1,7	1,9	2,0	3,5
Olhão	0,9	0,8	1,6	1,9	1,9	3,5
Portimão	0,6	0,7	1,6	1,8	2,0	3,4
São Brás de Alportel	0,9	0,9	1,8	2,2	2,2	3,8
Silves norte	0,8	0,8	1,7	2,0	2,1	3,7
Silves sul	0,8	0,7	1,6	2,0	2,0	3,5
Tavira norte	0,9	0,9	1,9	2,3	2,3	4,0
Tavira sul	0,8	0,6	1,4	1,7	1,8	3,2
Vila do Bispo	0,5	0,4	1,4	1,5	1,6	2,9
Vila Real de Santo António	0,7	0,5	1,4	1,6	1,7	3,1

Tabela 9 Anomalias da temperatura do pavimento nos cenários/periódos futuros. Os cenários utilizados na análise encontram-se sombreados

Após o cálculo das anomalias para cada período, estas foram adicionadas à temperatura máxima do pavimento no período histórico (obtido com recurso a dados do Era-Interim). Esta abordagem permite obter temperaturas de pavimento projetadas (T_{pp}), resolvendo o efeito de viés existente entre os dados da reanálise ERA-Interim e os dados dos modelos climáticos (Hay et al., 2000) (Tabela 10).

Município/ Subdivisão	2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Albufeira	53,3	53,3	54,3	54,7	54,6	56,3
Alcoutim	56,4	56,5	57,4	57,8	57,9	59,6
Aljezur	51,9	51,8	53,0	53,0	53,1	54,6
Castro Marim	56,4	56,3	57,3	57,7	57,7	59,3
Faro	52,2	52,0	52,7	53,0	53,1	54,5

Município/ Subdivisão	2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Lagoa	47,7	47,7	48,5	48,7	48,9	50,2
Lagos	48,6	48,6	49,5	49,7	49,9	51,2
Loulé Norte	55,0	55,0	56,0	56,3	56,3	58,0
Loulé Sul	53,7	53,6	54,4	54,7	54,7	56,2
Monchique	52,8	52,8	53,9	54,1	54,2	55,7
Olhão	51,6	51,4	52,3	52,6	52,6	54,1
Portimão	49,6	49,7	50,6	50,8	51,0	52,4
São Brás de Alportel	54,7	54,7	55,6	56,0	56,0	57,7
Silves Norte	54,0	54,0	54,9	55,2	55,3	56,9
Silves Sul	48,2	48,2	49,0	49,4	49,4	50,9
Tavira Norte	55,4	55,5	56,4	56,8	56,9	58,6
Tavira Sul	53,7	53,5	54,4	54,6	54,7	56,2
Vila Do Bispo	49,4	49,3	50,4	50,4	50,6	51,8
Vila Real De Santo António	56,2	56,1	56,9	57,2	57,3	58,6

Tabela 10 Temperaturas de pavimento projetadas para os municípios e subdivisões, nos cenários RCP4.5 e RCP8.5, nos cenários/períodos futuros. Os cenários utilizados na análise encontram-se sombreados

No cálculo da fiabilidade futura dos pavimentos foram assumidas as graduações adaptadas ao clima atual, nos vários municípios e subdivisões (Tabela 6). Para avaliar a fiabilidade desta graduação ao longo do século, foram usadas temperaturas de pavimento projetadas para cada período (Tabela 10).

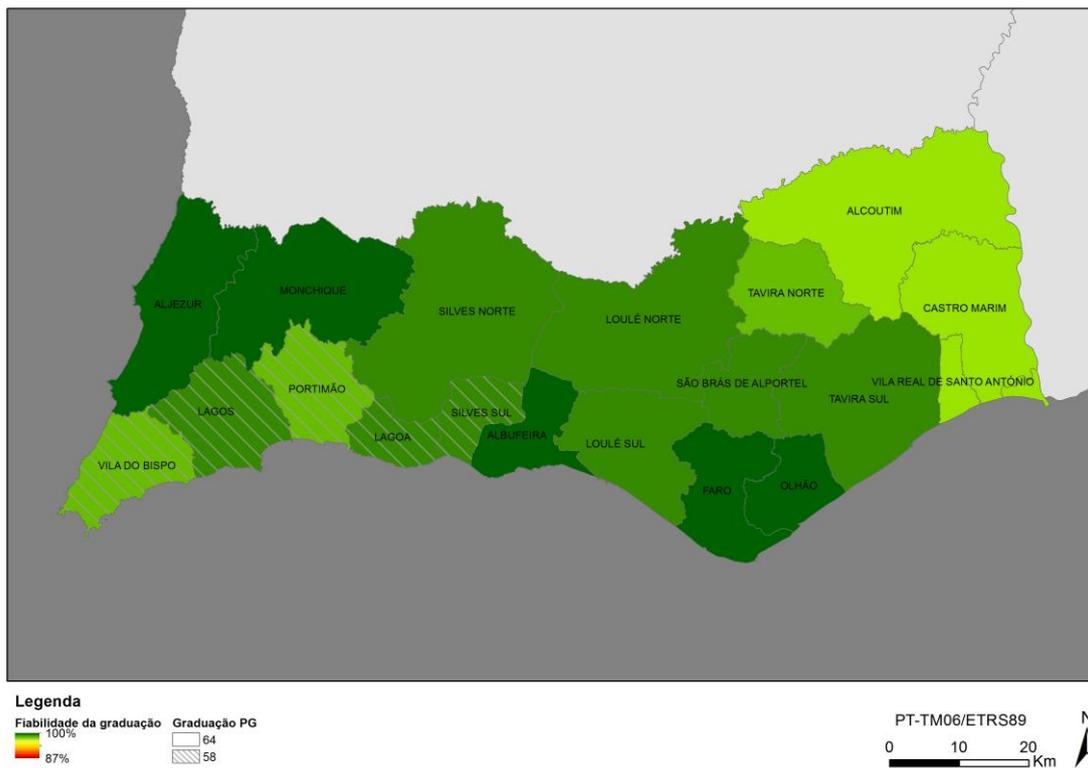


Figura 4 Fiabilidade futura do pavimento com a graduação adaptada ao clima atual no período de curto prazo (cenário RCP4.5, 2011-2040)

No período de curto prazo (Figura 4), é expectável que não ocorra uma degradação do pavimento resultante de solicitações provocadas por alterações da temperatura máxima. No entanto, é possível que possam surgir os primeiros problemas associados à perda de fiabilidade do pavimento nos municípios de Alcoutim, Castro Marim e Vila Real de Santo António (todos com PG-64), em especial no fim do período. Ou seja, poderá verificar-se deformações plásticas pontuais que danifiquem o pavimento, em especial onde haja a conjugação de fatores não climáticos (e.g. fator de segurança no projeto ou menor qualidade de execução de obra) com fenómenos de ilhas de calor urbano. Salienta-se ainda que os municípios e subdivisão cuja graduação considerada adaptada ao clima atual foi a PG-58 podem obter reduções de fiabilidade de forma mais acelerada.

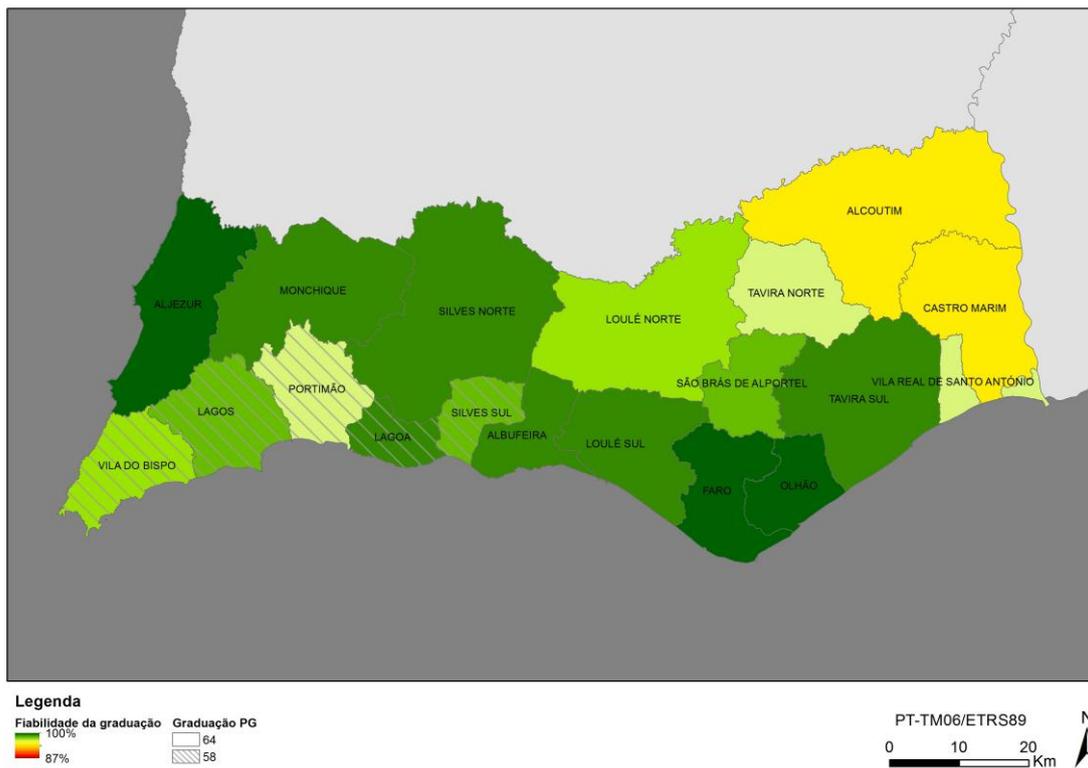


Figura 5 Fiabilidade futura do pavimento com a graduação adaptada ao clima atual no período de médio prazo (cenário RCP8.5, 2041-2070)

No período de médio prazo (Figura 5), pode-se verificar que existe uma degradação da fiabilidade no Sotavento interior e nascente, com valores que descem até aos 94%. Existem diferenças entre as subdivisões norte e sul, mais acentuadas no município de Tavira. Portimão regista uma perda de fiabilidade que se destaca no Barlavento, fruto de uma alteração da temperatura do pavimento mais pronunciada e da graduação considerada adaptada ao clima atual ser menos resistente à temperatura (i.e. PG-58). Para além de Portimão, também o município de Vila do Bispo e a subdivisão norte de Loulé podem começar a manifestar perda de fiabilidade.

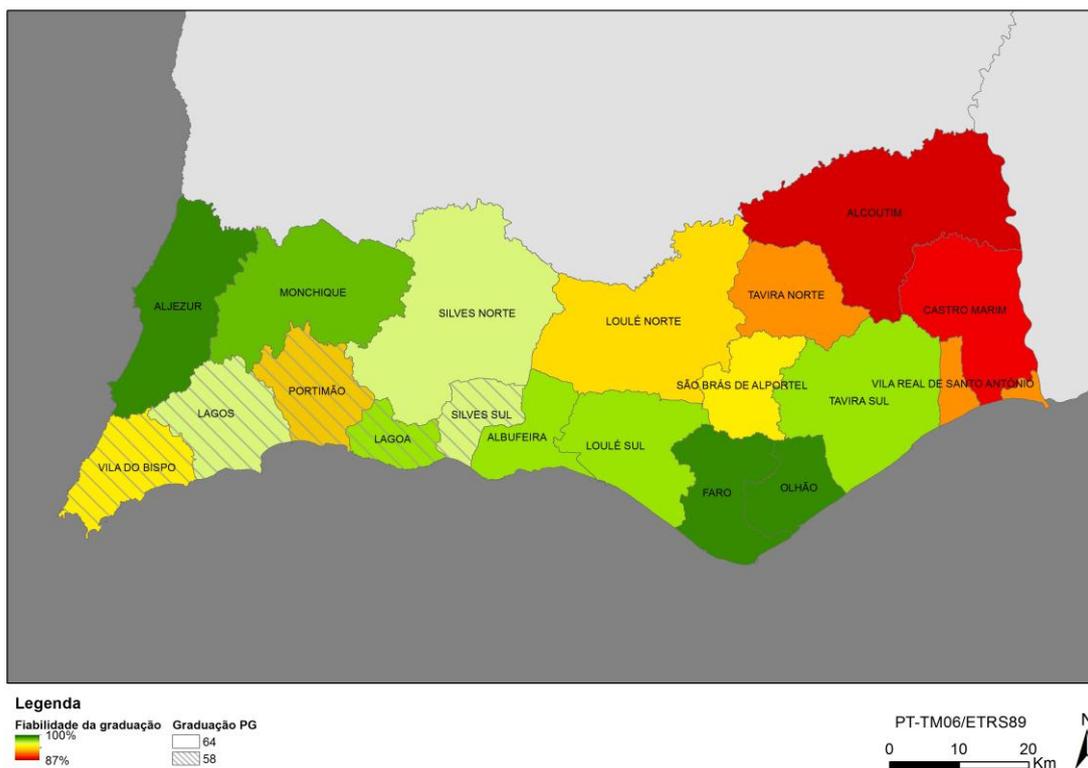


Figura 6 Fiabilidade futura do pavimento com a graduação adaptada ao clima atual no período de curto prazo (cenário RCP8.5, 2071-2100)

No período de longo prazo (Figura 6), a degradação da fiabilidade é bastante pronunciada, encontrando-se todos os municípios do Algarve em não conformidade, à exceção dos municípios de Aljezur, Monchique, Faro e Olhão. A degradação da fiabilidade é mais pronunciada nos municípios de Alcoutim (87%), Castro Marim (88%), Vila Real de Santo António (91%) e subdivisão de Tavira Norte (91%). O município de São Brás de Alportel passa de uma situação com fiabilidade apropriada para uma situação mais degradada da fiabilidade (94%). Nos municípios de Lagos, Lagoa, Silves (norte e sul), Albufeira e subdivisões sul de Loulé e Tavira poderão surgir os primeiros problemas.

Tendo em consideração os resultados deste exercício teórico de evolução da fiabilidade dos pavimentos betuminosos das estradas, conclui-se que no período de curto prazo este fenómeno terá pouca expressividade. Mesmo nos casos identificados onde existe maior perda de fiabilidade, já existe no terreno uma prática corrente de projeto que considera uma temperatura máxima superior nas zonas dos municípios que estão mais perto do Alentejo interior (JAE, 1995).

A meio do século, a perda de fiabilidade poderá começar a apresentar alguma expressividade em partes do território do Algarve, com maior evidência onde exista uma conjugação de fatores não climáticos com fenómenos de calor extremo.

Por fim, no período do fim do século, a degradação da fiabilidade pode apresentar uma expressividade notória na maioria do território do Algarve, em especial quando houver uma conjugação desfavorável de fatores (Tabela 11).

Município/ Subdivisão	Fiabilidade atual	Graduação adaptada	2011 - 2040		2041 - 2070		2071 - 2100	
			RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Albufeira	100%	64	100%	100%	99%	99%	99%	97%
Alcoutim	98%	64	97%	97%	95%	94%	94%	87%
Aljezur	100%	64	100%	100%	100%	100%	100%	99%
Castro Marim	98%	64	97%	97%	95%	94%	94%	88%
Faro	100%	64	100%	100%	100%	100%	100%	99%
Lagoa	100%	58	99%	100%	99%	99%	99%	97%
Lagos	99%	58	99%	99%	98%	98%	98%	96%
Loulé Norte	99%	64	99%	99%	98%	97%	97%	93%
Loulé Sul	100%	64	99%	100%	99%	99%	99%	97%
Monchique	100%	64	100%	100%	99%	99%	99%	98%
Olhão	100%	64	100%	100%	100%	100%	100%	99%
Portimão	99%	58	98%	98%	97%	96%	96%	92%
São Brás de Alportel	99%	64	99%	99%	98%	98%	98%	94%
Silves Norte	100%	64	99%	99%	99%	99%	98%	96%
Silves Sul	100%	58	99%	99%	99%	98%	98%	96%
Tavira Norte	99%	64	98%	98%	97%	96%	96%	91%
Tavira Sul	100%	64	99%	100%	99%	99%	99%	97%
Vila Do Bispo	99%	58	98%	99%	97%	97%	97%	94%
VRS António	98%	64	97%	98%	96%	96%	95%	91%

Tabela 11 Fiabilidade futura do pavimento com a graduação adaptada ao clima atual e respetiva fiabilidade

Contudo, é necessário referir que é provável que no final do século exista uma adaptação autónoma das práticas de projeto de estradas, face à expetável evolução do conhecimento, e atendendo à taxa de renovação média dos pavimentos de 20 anos.

Por fim, considerando todos os pressupostos da metodologia assumidos, não são esperadas consequências práticas associadas à perda de fiabilidade do pavimento projetada para o Algarve. No entanto, recomenda-se que esta metodologia seja aplicada, considerando o tipo de pavimento superior efetivamente existente no Algarve. Recomenda-se ainda a atualização dos pressupostos de temperatura atmosférica utilizados nas metodologias já aplicadas no contexto nacional.

4.2 OUTROS IMPACTOS CLIMÁTICOS

Para o futuro, projetam-se agravamentos de todas as vulnerabilidades identificadas (à exceção dos eventos relacionados com vento extremo), aumentando consequentemente também os riscos associados a cada tipo de eventos climático, tanto para os transportes rodoviários como ferroviários. As principais ameaças no caso dos transportes ferroviários serão as temperaturas elevadas e os eventos extremos como cheias, inundações e tempestades (Füssel et al., 2017). Os efeitos destes fatores são, principalmente, o aumento do risco de deformações nas linhas, a instabilidade dos taludes e os danos nas pontes (Altvater et al., 2011).

Relativamente às cheias e inundações pluviais, as projeções climáticas para as estações meteorológicas estudadas, indicam uma alteração dos limiares de danos associados a fenómenos climáticos de precipitação extrema (ver Tabela 7) para os períodos de retorno estudados, em algumas das estações analisadas.

Considerando o período de retorno de 20 anos verifica-se um agravamento na severidade para as estações meteorológicas de Aljezur, Barragem da Bravura, Barragem do Arade e São Brás de Alportel (Tabela 12). Estas alterações estão, no entanto, condicionadas pelo cenário climático e pelo período temporal. No caso da estação de Aljezur esse agravamento verifica-se no RCP4.5 a partir do período 2041-2070. Relativamente à estação da Barragem da Bravura o agravamento ocorre em ambos os cenários a partir do período 2011-2040. Finalmente, na Barragem do Arade e na estação de São Brás de Alportel o agravamento é projetado para o RCP4.5 a partir do período 2011-2040 e no período 2071-2100 considerando o cenário RCP8.5. No entanto, com a exceção da estação de Monchique, todas as estações apresentam aumentos relacionados com as precipitações associadas ao período de retorno de 20 anos (ver relatório do setor Segurança de Pessoas e Bens para maior detalhe).

Estação meteorológica	Histórico	2011 – 2040		2041 – 2070		2071 -2100	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Aljezur	1	1	1	2	1	2	1
Barragem da Bravura	1	2	2	2	2	2	2
Barragem do Arade	1	2	1	2	1	2	2
Faro-Aeroporto	2	2	2	2	2	2	2
Marmelete	2	2	2	2	2	2	2
Monchique	3	3	3	3	3	3	3
São Bartolomeu de Messines	2	2	2	2	2	2	2
São Brás de Alportel	2	3	2	3	2	3	3

Tabela 12 Limiares de danos associados a fenómenos climáticos de precipitação com um período de retorno de 20 anos. Ver também Tabela 7

Para o período de retorno de 100 anos são as estações meteorológicas de Barragem da Bravura, Faro-Aeroporto, Marmeleite, São Bartolomeu de Messines e São Brás de Alportel que apresentam um agravamento de severidade (Tabela 13). Novamente as modificações estão condicionadas pelo cenário climático projetado e ocorrem em diferentes períodos temporais. No caso da estação meteorológica da Barragem da Bravura a alteração da severidade, conforme Tabela 7, ocorre no período de 2041 - 2070, para o RCP4.5 e no período de 2071 - 2100 caso se venham a confirmar as projeções relacionadas com o RCP8.5. As estações de Faro-Aeroporto, Marmeleite e São Brás de Alportel apresentam o mesmo comportamento, existindo uma alteração na severidade dos eventos associados ao período de retorno de 100 anos em ambos os cenários logo no primeiro período considerado (2011 - 2040). Finalmente, para São Bartolomeu de Messines a alteração de severidade ocorre no período 2011 - 2040 no cenário RCP4.5 ou em 2041 - 2070 no RCP8.5.

Estação meteorológica	Histórico	2011 – 2040		2041 – 2070		2071 -2100	
		RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Aljezur	2	2	2	2	2	2	2
Barragem da Bravura	2	2	2	3	2	2	3
Barragem do Arade	2	2	2	2	2	2	2
Faro-Aeroporto	2	3	3	3	3	3	3
Marmeleite	2	3	3	3	3	3	3
Monchique	3	3	3	3	3	3	3
São Bartolomeu de Messines	2	3	2	3	3	3	3
São Brás de Alportel	2	3	3	3	3	3	3

Tabela 13 Limiares de danos associados a fenómenos climáticos de precipitação com um período de retorno de 100 anos. Ver também Tabela 7

Apesar dos níveis de severidade não se alterarem ou alterarem pouco nos diferentes períodos, consoante a estação meteorológica, para o período de retorno de 100 anos existe sempre um aumento da precipitação diária máxima anual em todos os cenários e períodos estudados (Tabela 14).

	2011 – 2040		2041 – 2070		2071 -2100	
	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5	RCP4.5	RCP8.5
Aljezur	22,1	23,5	37,4	27,4	30,3	43,9
Barragem da Bravura	8,6	14,0	24,8	14,8	14,2	24,8
Barragem do Arade	24,6	14,1	25,9	20,5	21,8	30,9
Faro-Aeroporto	21,4	21,5	29,3	20,3	14,5	48,6
Marmelete	26,1	26,5	35,7	20,3	29,2	29,6
Monchique	32,4	4,5	12,2	4,9	6,8	6,0
São Bartolomeu de Messines	43,0	8,3	16,3	23,0	11,9	24,8
São Brás de Alportel	39,9	20,5	45,7	28,7	35,6	66,4

Tabela 14 Alteração percentual da precipitação associada a um período de retorno de 100 anos

Conforme se pode observar na Tabela 14, projeta-se uma alteração, por vezes significativa, num pressuposto de projeto (i.e., período de retorno de 100 anos) que é relevante para o dimensionamento de infraestruturas como pontes e viadutos. Também no período de retorno de 20 anos se observam aumentos de precipitação (ver relatório do setor Segurança de Pessoas e Bens para maior detalhe), o que a montante e a jusante das obras de escoamento da infraestrutura poderá implicar um esgotamento da capacidade de drenagem, provocando inundações. Isto significa que a atual infraestrutura (rodoviária ou ferroviária) poderá não estar dimensionada para solicitações decorrentes das alterações climáticas.

Relativamente aos incêndios florestais, projeta-se que o risco de incêndio seja maior e a época de fogos aumente (começando em maio e prolongando-se até outubro, no caso do cenário RCP8.5 e para o período de fim de século) em todo o território da CI-AMAL (ver relatório do setor Florestas para maior detalhe). Atendendo a estas projeções, é expectável que toda a infraestrutura, quer rodoviária, quer ferroviária, venham a sofrer danos mais frequentes e severos, e que os riscos para a segurança de pessoas e bens sejam agravados.

No contexto da subida do nível médio do mar, é expectável um aumento da frequência e severidade de fenómenos de galgamento e inundações costeiras (ver relatório do setor Zonas Costeiras e Mar e Segurança de Pessoas e Bens para maior detalhe), o que pode originar danos na infraestrutura, com especial relevância para a infraestrutura ferroviária localizada junto à linha de costa. O aumento na área inundável devido a fenómenos de inundações costeiras foi estudado para alguns estuários, apresentando impactos que podem chegar, no final do século, a um aumento total de 6 hectares de área inundável associada às redes viárias e ferroviárias⁴ (considerando os estuários de Bensafrim, Arade, Ria Formosa e Guadiana). É também possível que ocorram alterações na salinidade dos estuários, provocando fenómenos de corrosão em pontes. As inundações costeiras, evidenciam ainda impactos potenciais significativos na área do aeroporto de

⁴Classes de usos do solo da COS 2015: 1.2.2.00. Redes viárias e ferroviárias e espaços associados

Faro. No final do século, e sob o cenário RCP8.5, projeta-se um aumento na área inundável do aeroporto na ordem dos 30 hectares. Sendo este o principal ponto de entrada de turistas internacionais, é expectável uma elevada perda económica associada às interrupções no normal funcionamento do aeroporto.

Finalmente, é de referir que não são apenas as infraestruturas que necessitam de adaptação decorrente das alterações climáticas. O material circulante, as frotas e o parque automóvel também devem ser considerados neste contexto, uma vez que terão de enfrentar ondas de calor mais severas e prolongadas, temperaturas mais elevadas e ou eventos extremos que podem ser mais frequentes e intensos.

5.

Considerações Finais



A análise às vulnerabilidades das infraestruturas de transporte e comunicações não encontrou indícios relacionados com a desadequação dos pressupostos de projeto sobre ações e solicitações do clima. No entanto, esta situação deverá ser repensada em contexto de alterações climáticas.

O estudo teórico sobre o efeito das temperaturas elevadas na fiabilidade das misturas betuminosas aplicadas em pavimentos das estradas do Algarve, permitiu verificar uma perda ligeira de fiabilidade, embora progressiva. Este resultado confirma que a vulnerabilidade em causa poderá ser pouco relevante para a região, em particular no curto prazo. Recomenda-se, no entanto, a monitorização da situação de forma a precaver impactos que poderão ocorrer a partir do período de meio do século em parte do território.

Através da revisão de literatura e do trabalho desenvolvido no âmbito do PIAAC-AMAL noutros setores, foi possível identificar um conjunto de impactos relacionados com eventos extremos de temperaturas elevadas, precipitação extrema, tempestades de vento, incêndios, galgamentos costeiros, inundações costeiras.

Os resultados da regionalização de cenários climáticos também indicam uma alteração na precipitação associada aos períodos de retorno, ficando estes associados a valores de precipitação mais elevados. Este fator faz com que as infraestruturas dos transportes, como pontes não-críticas, que são dimensionadas para eventos de cheia com períodos de 100 anos, deixem de cumprir esse critério de projeto. Por outro lado, também os sistemas de drenagem das vias poderão ver a sua capacidade esgotada com maior frequência. Assim, é esperada a ocorrência de impactos nestas infraestruturas que resultarão em inundações nas vias de comunicação, ou danos consideráveis.

Considerando os incêndios florestais, projeta-se um agravamento do risco atual e um aumento da época de incêndios, o que se poderá traduzir num maior número de ocorrências e eventos com maior intensidade. Esta situação poderá provocar danos nas infraestruturas de transporte rodovias e ferroviário, bem como para os utilizadores, colocando em causa a segurança de pessoas e bens.

No que diz respeito à ação do mar, projeta-se um aumento na área potencialmente inundável de infraestruturas de transportes com especial relevância para a ferrovia, resultado da subida do nível médio do mar em conjugação com tempestades. O caso potencialmente mais gravoso ocorre na zona do aeroporto de Faro, onde se projeta um aumento na área inundável em cerca de 30 hectares. Este fator pode condicionar o movimento de turistas, prejudicando a reputação do destino Algarve.

Atendendo às projeções enumeradas, a exposição combinada a fenómenos climáticos extremos, exacerbados pelas alterações climáticas, pode colocar em risco elevado a segurança de pessoas e bens, provocando também danos temporários ou permanentes nas infraestruturas. A economia e o modo de vida das populações poderão ser afetadas, sendo de esperar que, em caso de inação na implementação de medidas de adaptação, os serviços de emergência se deparem com maiores dificuldades no socorro às populações, e que o tempo de reposição da normalidade seja maior, podendo levar à perda de atratividade turística (devido à perceção de insegurança).

Em suma, o projeto e a manutenção das infraestruturas rodovias e ferroviárias e dos sistemas complementares, assim como as redes de comunicação existentes, consideram apenas o clima

presente, não considerando as alterações climáticas. Se não houver nenhum tipo de alteração dos pressupostos de clima assumidos na especificação de projeto e manutenção, as infraestruturas de transportes e comunicações (existentes e novas), poderão sofrer uma deterioração das suas condições de serviço ou até mesmo entrar em rotura (e.g., por desgaste acelerado das estradas). As consequências poderão ser desde ligeiras (e.g., pequenos alagamentos em vias de acesso) a severas (e.g., falha e colapso de pontes e viadutos). Com o dimensionamento atual, as obras de escoamento das superfícies da infraestrutura (estradas e linhas férreas), poderão ter uma dimensão insuficiente para responder eficazmente à precipitação extrema, como consequência de maior precipitação associada aos períodos de retorno avaliados. Na prática é expectável que existam inundações mais frequentes, quer devido às limitações de associadas a opções de projeto, quer por haver maior obstrução das valetas (associada às secas prolongadas, que levam a uma maior acumulação de detritos).

Caso os diversos modos de transporte não sejam adaptados, a exposição das pessoas a situações de calor será muito superior, seja durante o transporte, imobilização ou espera. Tal como já acontece atualmente, o transporte individual poderá ser mais atrativo para o utilizador por estar potencialmente mais adaptado, do que o transporte público.

É por isso recomendável a revisão dos pressupostos de clima utilizados atualmente em fase de projeto e manutenção da infraestrutura, atendendo às projeções das alterações climáticas. Esta recomendação torna-se fundamental, uma vez que é esperado um agravamento da maioria dos parâmetros climáticos relevantes para o setor.

6.

Bibliografia



Altvater, S., van de Sandt, K., Marinova, N., de Block, D., Klostermann, J., Swart, R., Bouwma, I., McCallum, S., Dworak, T., 2011. Assessment of the most significant threats to the EU posed by the changing climate in the short, medium and long term. Berlin.

Alves, L.R.R., 2011. Ligantes betuminosos e a normalização europeia. FEUP.

ANA, 2017. ILS PISTA 10| ILS TRACK 10 | Plano de Desenvolvimento do Aeroporto de Faro [WWW Document].

APA, Denário, FCUL, 2015. Estratégia Nacional de Adaptação às Alterações Climáticas (ENAAC 2020). Agência Portuguesa do Ambiente.

Barrão, L.C., 2011. Avaliação do comportamento de misturas betuminosas sob temperaturas elevadas. Faculdade de Ciências e Tecnologia.

Copernicus, 2018. EU-DEM v1.0 [WWW Document]. Copernicus L. Monit. Serv.

Correia, J., 2015. Algarve 2014-2020, Mobilidade e Acessibilidades, Diagnóstico e estratégia. CCDR Algarve.

ECMWF, E.C. for M.-R.W.F., 2018. ERA-Interim [WWW Document].

EEA, 2018. Global and European temperature [WWW Document].

Fall, 2014. Choosing an Asphalt Grade Based on Required Reliability [WWW Document].

Füssel, Hans-Martin, Marx, A., Hildén, M., Bastrup-Birk, A., Louwagie, G., Wugt-Larsen, F., Suk, J., 2017. Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016: An indicator-based report., European Environment Agency. <https://doi.org/10.2800/534806>

Hay, L.E., Wilby, R.L., Leavesley, G.H., 2000. A comparison of delta change and downscaled GCM scenarios for three mountainous basins in the United States. JAWRA J. Am. Water Resour. Assoc. 36, 387–397. <https://doi.org/doi:10.1111/j.1752-1688.2000.tb04276.x>

ICNF, 2017. Carta de Perigosidade de Incêndio Florestal para 2017.

IMT, 2018. Instituto da Mobilidade e dos Transportes [WWW Document].

IP, 2018. Infraestruturas de Portugal, SA (IP, SA) [WWW Document].

IPCC, 2014. Summary for policymakers. Clim. Chang. 2014 Impacts, Adapt. Vulnerability. Part A Glob. Sect. Asp. Contrib. Work. Gr. II to Fifth Assess. Rep. Intergov. Panel Clim. Chang.

Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O.B., Bouwer, L.M., Braun, A., Colette, A., Déqué, M., Georgievski, G., Georgopoulou, E., Gobiet, A., Menut, L., Nikulin, G., Haensler, A., Hempelmann, N., Jones, C., Keuler, K., Kovats, S., Kröner, N., Kotlarski, S., Kriegsmann, A., Martin, E., van Meijgaard, E., Moseley, C., Pfeifer, S., Preuschmann, S., Radermacher, C., Radtke, K., Rechid, D., Rounsevell, M., Samuelsson, P., Somot, S., Soussana, J.-F., Teichmann, C., Valentini, R., Vautard, R., Weber, B., Yiou, P., 2014. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for

European impact research. *Reg. Environ. Chang.* 14, 563–578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>

IAE, 1995. Manual de concepção de pavimentos para a rede rodoviária nacional.

Koetse, M.J., Rietveld, P., 2009. The impact of climate change and weather on transport: An overview of empirical findings. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* 14, 205–221. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.trd.2008.12.004>

Nemry, F., Demire, H., 2012. Impacts of Climate Change on Transport: A focus on road and rail transport infrastructures. Luxembourg. <https://doi.org/10.2791/15504>

NHI, 2000. Superpave Fundamentals: Reference Manual (NHI Course #131053). Federal Highway Administration - FHWA, National Highway Intitute. U.S. Department of Transportation.

OpenStreetMap, 2018. OpenStreetMap [WWW Document]. OSM Found.

Revi, A., Satterthwaite, D.E., Aragón-Durand, F., Corfee-Morlot, J., Kiunsi, R.B.R., Pelling, M., Roberts, D.C., Solecki, W., 2014. Urban areas, in: Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R., White, L.L. (Eds.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535–612.

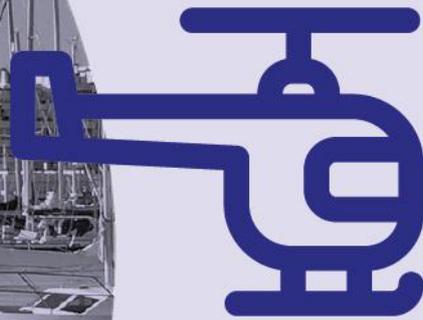
Willway, T., Baldachin, L., Reeves, S., Harding, M., 2008. The effects of climate change on highway pavements and how to minimise them: Technical report.

Wyon, D.P., Wyon, I., Norin, F., 1996. Effects of moderate heat stress on driver vigilance in a moving vehicle. *Ergonomics* 39, 61–75.

Yin, X., Zhang, J., Wang, X., 2004. Sequential injection analysis system for the determination of arsenic by hydride generation atomic absorption spectrometry. *Fenxi Huaxue* 32, 1365–1367. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

7.

Equipa Técnica



Coordenação Executiva/Científica

Luís Filipe Dias (CCIAM/cE3c/FCUL)

Coordenação Não Executiva

Filipe Duarte Santos (CCIAM/cE3c/FCUL)

CCIAM/cE3c/FCUL:

Ana Lúcia Fonseca (*Stakeholder Engagement*)

André Oliveira (Saúde humana, Segurança de Pessoas e Bens)

Andreia Ferreira (Segurança de Pessoas e Bens)

Bruno Aparício (Biodiversidade, Clima)

Helena Santos (Agricultura, Florestas)

Hugo Costa (Turismo)

Inês Morais (Recursos Hídricos)

João Pedro Nunes (Recursos Hídricos, Fogos Florestais)

Luís Filipe Dias (Clima, Recursos Hídricos, Segurança de Pessoas e Bens, Ordenamento do Território)

Ricardo Coelho (Energia, Transportes e Comunicações)

Sidney Batista (Clima)

Tomás Calheiros (Fogos Florestais)

CIMA/UAlgarve:

Cristina Veiga-Pires (**Coordenação UAlgarve**)

Delminda Moura (Zonas Costeiras)

Erwan Garel (Cunha Salina)

Flávio Martins (Cunha Salina)

Isabel Mendes (Zonas Costeiras)

João Janeiro (Cunha Salina)

Luciano Junior (Cunha Salina)

Rita Carrasco (Zonas Costeiras)

Ruwan Sampath (Zonas Costeiras)

Susana Costas (Zonas Costeiras)

Bentley Systems Portugal:

David Brito (Cheias e Inundações)

Frank Braunschweig (**Coordenação Bentley**)

Luís Fernandes (Cheias e Inundações)

