

ABORDAGEM SIMPLIFICADA DE SOLUÇÕES DE PAVIMENTO TIPO A ADOPTAR EM INTERSEÇÕES GIRATÓRIAS – CATÁLOGO TIPO

Margarida Gonçalves¹, Filipa Marques², José Neves³, Eugénia Correia⁴ e José Faísca⁵

¹Infraestruturas de Portugal, Unidade de Pavimentação, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Almada, Portugal
Email: margarida.goncalves@infraestruturasdeportugal.pt <http://www.infraestruturasdeportugal.pt>

²Infraestruturas de Portugal, Unidade de Pavimentação, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Almada, Portugal

³CERIS, Universidade de Lisboa, Instituto Superior Técnico, Departamento de Engenharia Civil, Arquitetura e Georrecursos, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisboa, Lisboa, Portugal

⁴Infraestruturas de Portugal, Unidade de Pavimentação, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Almada, Portugal

⁵Infraestruturas de Portugal, Direção de Engenharia e Ambiente, Praça da Portagem, 2809-013 Almada, Almada, Portugal

Sumário

O contexto socio-económico que propicia o investimento privado com clara interferência na rede rodoviária sob jurisdição da Infraestruturas de Portugal determina um elevado número de solicitações na Direção de Engenharia e Ambiente de forma permanente, pelo que foi identificada a necessidade de criar um procedimento expedito e de aplicação limitada, com vista ao desenvolvimento de soluções de pavimento, a disponibilizar às diversas entidades externas que aqui submetem os seus projetos para aprovação. Permite-se desta forma a minimização de tempos de resposta e o aumento da capacidade produtiva da Direção.

Deste modo, foi concebida uma abordagem simplificada - catálogo tipo - aplicada à execução de pavimentos rodoviários na conversão de entroncamentos/cruzamentos existentes em interseções giratórias, que sejam delimitadas na sua área de implantação, e desenvolvidas sobre uma plataforma existente e consolidada, face à ação do tráfego e ações climáticas ao longo do tempo.

Esta abordagem baseia-se na metodologia presente no Manual de Concepção de Pavimentos (MACOPAV), no Caderno de Encargos Tipo Obra da ex-EP, no que concerne aos materiais de pavimentação e normativos aplicáveis e na metodologia preconizada pela Shell.

Com base nos aspetos referidos são propostas estruturas de pavimento tipo para pavimentos flexíveis que dependem da definição de três variáveis: tráfego, condições climáticas e características de fundação.

Palavras-chave: Pavimento; Interseção giratória; Dimensionamento; Estruturas tipo

1 INTRODUÇÃO

Atendendo ao elevado número de solicitações que a Direção de Engenharia e Ambiente da Infraestruturas de Portugal tem a seu cargo de forma permanente, foi identificada a necessidade de criar um procedimento expedito e de aplicação limitada, com vista ao desenvolvimento de soluções de pavimento que permitam a minimização de tempos de resposta e aumentem a capacidade produtiva da Direção.

Desta forma, identificou-se a necessidade de criar processos simplificados que pudessem ser utilizados para dar resposta à elaboração de projetos de reduzida dimensão, no âmbito de reformulações geométricas, nomeadamente a conversão de entroncamentos/cruzamentos existentes em interseções giratórias.

Esta abordagem pode ser aplicada sempre que o técnico responsável pela especialidade de pavimentação determinar que estão reunidas as condições de aplicação, designadamente:

- A intervenção consiste na materialização de uma reformulação geométrica.
- Não é possível o aproveitamento da estrutura de pavimento existente na construção da nova interseção giratória.
- A localização é em plataforma consolidada em que são conhecidas as condições de fundação, devendo o projeto de pavimentação a desenvolver ser coerente com o projeto de terraplenagens e com o estudo geológico e geotécnico.
- Há o conhecimento do tráfego médio diário anual de veículos pesados, e conseqüente classe de tráfego, que irá solicitar a interseção giratória no período de dimensionamento considerado.
- Há o conhecimento das condições climáticas da região em que se localiza a intervenção.
- Existem outros fatores que o técnico de pavimentação considera pertinentes para a concretização do projeto, nomeadamente, drenagem e serviços afetados.

Salienta-se que, para compilar um catálogo de soluções de pavimento que não fosse excessivamente exaustivo, mas que simultaneamente identificasse situações tipo eficientes e economicamente viáveis, foi necessário adotar algumas opções conservativas.

Desta forma, o técnico responsável pelo desenvolvimento do projeto de pavimentação deverá avaliar, previamente, se estão reunidas as condições para o recurso a esta metodologia e, sempre que considerar não adequada a sua aplicabilidade, deverá proceder ao dimensionamento das estruturas de pavimento a implementar, em detrimento de uma das soluções tipificadas neste catálogo.

O procedimento desenvolvido baseia-se na abordagem proposta pelo Manual de Conceção de Pavimentos para a Rede Rodoviária Nacional (*MACOPAV*) [1], tendo sido realizada uma adaptação e atualização para os pavimentos flexíveis de frequente utilização na rede rodoviária nacional.

Nesse âmbito foram consideradas as recentes atualizações ao Caderno de Encargos Tipo de Obra (CETO) da ex-EP [2], no que concerne aos materiais de pavimentação e normativas aplicáveis; atualizações climatológicas relativas ao período 1981-2010 [3], projeções de tráfego fornecidos pelos serviços de Modelação de Tráfego da Infraestruturas de Portugal e, ainda, a verificação das soluções propostas no aludido catálogo pela metodologia preconizada pela *SHELL*. São referidos os pressupostos e metodologias de dimensionamento utilizados, não os explicitando, e resumidas as soluções de pavimento tipo obtidas.

2 CONSTITUIÇÃO DO PAVIMENTO EXISTENTE

Como referido, o procedimento desenvolvido foca-se na elaboração de projetos de pavimentos de interseções giratórias novas sobre plataformas consolidadas. Neste contexto, para o desenvolvimento de um projeto enquadrado nas condições definidas, torna-se necessário o conhecimento da constituição da estrutura do pavimento existente na via a intervencionar.

Recomenda-se uma inspeção visual sumária ao estado do pavimento existente e zonas de ligação, para otimização dos trabalhos de “encaixe” dos pavimentos novos com os pavimentos existentes, identificando a presença de eventuais patologias e causas subjacentes às mesmas.

Para se aferir a constituição do pavimento existente deve proceder-se à realização de prospeção geotécnica, nomeadamente através de sondagens à rotação e realização de poços berma-pavimento. Devem também ser previstos ensaios de caracterização *in situ* e de caracterização laboratorial que se considerem pertinentes para conhecer as condições do pavimento.

Salienta-se ainda a importância do conhecimento da estrutura de pavimento existente para a definição de ações preliminares aos trabalhos de pavimentação de uma interseção giratória a implantar sobre uma via em exploração.

Nesta fase devem identificar-se:

- Características e espessuras dos materiais referentes à estrutura de pavimento existente.
- Condições de fundação.

Esse conhecimento torna-se determinante para compatibilizar as novas estruturas com as existentes e os trabalhos de pavimentação necessários, nomeadamente na determinação de profundidades de fresagem e de profundidade de remoção de pavimento.

3 TRÁFEGO

A ação do tráfego, especificamente dos veículos pesados, traduz-se na carga mais condicionante a atuar sobre a estrutura a projetar, pelo que consiste num dos principais parâmetros para o dimensionamento estrutural de pavimentos rodoviários.

O procedimento adotado, para calcular o tráfego nas estruturas de pavimento tipo, tem como base a metodologia preconizada no *MACOPAV*, em que é possível determinar o valor do número acumulado de veículos pesados (NAV_P) com base na seguinte equação:

$$NAV_P = 365 \times TMDA_p \times C \times p \quad (1)$$

Onde: NAV_P – Número acumulado de veículos pesados; TMDA_p – Tráfego médio diário anual de veículos pesados no ano de abertura ao tráfego e na via mais solicitada; C – Fator de crescimento de tráfego; p – Período de dimensionamento, em anos.

De um modo conservativo, o valor considerado de TMDA_p nas estruturas de pavimento tipo, foi o valor máximo para cada classe de tráfego adotada.

Para a definição do fator de crescimento, C, foram utilizados os dados fornecidos pelo Departamento de Tráfego da IP, considerando como ano de abertura ao tráfego 2020:

$$C_{2040} = 1.333 \quad (2)$$

A série de longo prazo da projeção anual da procura, na definição do fator de crescimento (C) teve como base o elevado grau de incerteza dada a conjuntura atual a fornecer a médio e longo prazo, sendo os valores fornecidos baseados no exercício da projeção interna do PIB.

Quanto ao período de dimensionamento, p, foram considerados 20 anos, dado que este procedimento é relativo a construção nova.

Com base no valor do NAV_P é determinada a classe de tráfego da via a dimensionar, conforme **Quadro 1**. No dimensionamento das estruturas de pavimento, para cada uma das classes de tráfego previstas no *MACOPAV*, considerou-se um eixo padrão de 130 kN.

De modo a otimizar as estruturas de pavimento obtidas para efeitos da constituição deste catálogo, agruparam-se as classes de tráfego presentes no *MACOPAV* em três novas classes: tráfego elevado; tráfego médio; tráfego baixo, de acordo com o Quadro 1.

Quadro 1. Agrupamento das classes de tráfego

Classes de Tráfego	TMDA _p	NAV _P
Tráfego elevado	> 500 – 1200	> 4,87 × 10 ⁶ – 1,17 × 10 ⁷
Tráfego médio	> 150 – 500	> 1,46 × 10 ⁶ – 4,87 × 10 ⁶
Tráfego baixo	0 – 150	0 – 1,46 × 10 ⁶

Para valores de tráfego superior a 1200 veículos pesados por dia, considera-se não ser aconselhável de todo a utilização deste procedimento, sendo recomendável um estudo específico.

4 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS

Os pavimentos são estruturas que se encontram expostas a diversas ações, entre elas as ações climáticas. Neste capítulo, consideram-se apenas os fatores climáticos que mais influenciam o comportamento dos pavimentos rodoviários: os fatores hídricos e os fatores térmicos.

- **Efeito dos fatores hídricos**

As condições hídricas afetam o estado de humidade das camadas granulares e do solo de fundação, condicionando deste modo o seu comportamento mecânico.

Neste catálogo admite-se que o sistema de drenagem é adequado e que o seu funcionamento permite considerar para as camadas granulares e para o solo de fundação um comportamento mecânico corrente.

- **Efeito dos fatores térmicos**

Os fatores térmicos são um parâmetro de dimensionamento importante pois afetam as propriedades mecânicas dos materiais ligados, nomeadamente das misturas betuminosas.

As ações térmicas apresentam variações diárias e anuais, sendo necessário efetuar a sua normalização. Para esse efeito considera-se a temperatura ponderada do ar, representativa da zona em análise. Esta é obtida com recurso às normais climatológicas publicadas pelo Instituto Português do Mar e da Atmosfera, por distrito, referentes ao período entre 1981 e 2010.

Para a determinação das temperaturas de serviço das misturas betuminosas que conduziram às estruturas tipo consideradas neste documento, optou-se pelo método da *SHELL*, que relaciona a temperatura média ponderada do ar da zona em análise, com a profundidade das camadas betuminosas.

As estruturas de pavimento tipo resultantes desta abordagem foram dimensionadas para a temperatura ponderada do ar mais condicionante para cada zona climática.

Foi elaborada uma reanálise à divisão das zonas climáticas contempladas no *MACOPAV*, tendo a nova segmentação considerado as temperaturas ponderadas do ar por distrito, e o tipo de betume a utilizar. Daqui resultou uma nova formulação territorial do zonamento climático por distrito, constituída por quatro zonas climáticas, presente na Fig. 1.

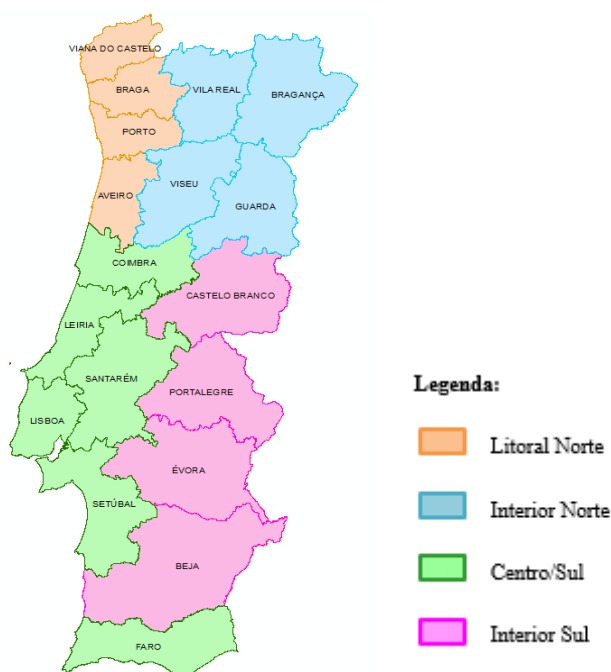


Fig. 1. Zonamento climático por distrito

Na zona climática denominada por Interior Norte (Vila Real, Bragança, Viseu e Guarda), maioritariamente montanhosa, face ao elevado gradiente de temperatura, utilizou-se um betume 50/70 para o dimensionamento das estruturas de pavimento.

Nas zonas climáticas denominadas de Litoral Norte (Viana do Castelo, Braga, Porto e Aveiro), Centro/Sul (Coimbra, Leiria, Santarém, Lisboa, Setúbal e Faro) e Interior Sul (Castelo Branco, Portalegre, Évora e Beja), com temperaturas mais homogéneas, utilizou-se um betume 35/50.

Para as zonas climáticas Centro/Sul e Interior Sul, a temperatura ponderada do ar mais condicionante nos diversos distritos que as constituem é de 19°C, pelo que procedeu-se ao agrupamento destas, resultando em estruturas de pavimento tipo idênticas.

5 FUNDAÇÃO

A abordagem efetuada à fundação teve por base a metodologia utilizada no *MACOPAV*. Considerou-se como fundação a camada de leito do pavimento, bem como, os terrenos subjacentes que condicionam o seu comportamento. A superfície da camada de leito do pavimento constitui a plataforma de apoio à própria estrutura deste.

Na Infraestruturas de Portugal, decorrente da experiência adquirida no que concerne a projetos de execução de reformulações geométricas, tem-se assegurado que as condições de fundação a adotar permitem obter, conservativamente, módulos de deformabilidade entre 60 a 80 MPa.

No dimensionamento das estruturas de pavimento tipo do corrente procedimento foi considerado um leito do pavimento com 0,20 m de espessura, em agregado britado de granulometria extensa (ABGE), sobre uma plataforma já consolidada, permitindo obter os módulos de deformabilidade referidos.

De salientar que podem ser utilizados outros módulos de deformabilidade para a fundação do pavimento, consoante as características mecânicas da plataforma. Nesse caso importará assegurar que essas condições sejam coerentes com a informação constante no Estudo Geológico e Geotécnico, em estreita simbiose com o projeto de Terraplenagens. Para essas situações deve ser realizado um dimensionamento específico do pavimento compatível com as características da fundação, não sendo aplicável o presente procedimento.

6 MATERIAIS

6.1 Enquadramento

Neste capítulo são apresentados os materiais a considerar nas estruturas de pavimento tipo: materiais granulares, misturas betuminosas, ligantes betuminosos e emulsões betuminosas para regas betuminosas de impregnação e colagem. Estes materiais são os correntemente utilizados em projetos rodoviários para pavimentos flexíveis elaborados internamente pela IP S.A..

Todos estes materiais de pavimentação cumprem o disposto no Caderno de Encargos Tipo Obra da ex-EP S.A. (CETO) [2].

Seguidamente especificam-se os materiais das várias camadas integrantes da estrutura do pavimento consideradas no catálogo, como sejam as suas funções, propriedades, características e espessuras preconizadas.

6.2 Materiais granulares

Agregado é o material granular utilizado na construção e pode ser natural, artificial ou reciclado. Nos projetos do âmbito deste guia, apenas é utilizado material granular de origem natural, ou seja, agregados de origem mineral que foram sujeitos apenas a processamento mecânico.

Na estrutura do pavimento, os materiais constituintes das camadas de sub-base e de base são, em geral, materiais granulares. As características intrínsecas destes materiais influenciam o comportamento destas camadas. Nos casos em que a camada granular desempenha funções de camada de base, são exigidas melhores características ao material utilizado comparativamente a quando aplicados numa camada de sub-base. Em camadas de base apenas se utilizam agregados provenientes de britagem. No caso destes materiais, para além dos requisitos

definidos na NP EN 13242 (Agregados para materiais ligados ou tratados com ligantes hidráulicos em trabalhos de engenharia civil e na construção rodoviária) devem ser considerados os requisitos definidos na *EN 13285 Unbound mixtures – Specification*.

Neste procedimento foram apenas preconizados agregados britados de granulometria extensa (ABGE), para camadas de base e sub-base, conforme descrito nos Quadros 2 e 3.

Quadro 2. Materiais granulares para camadas de sub-base

Rubrica (CETO)	Material	Descrição	Espessura [m]
16.03.1.1.2	Agregado Britado de Granulometria Extensa (ABGE)	Entende-se por ABGE os materiais resultantes diretamente da britagem de materiais rochosos adequados. A mistura final resulta da afinação dos débitos dos vários órgãos de britagem que constituem a unidade britadora de modo a que, sem nenhuma operação posterior, se obtenha uma granulometria que satisfaça ao fuso granulométrico previsto no CETO, normalmente de banda larga. Estes materiais devem ainda satisfazer as prescrições definidas no CE, comprovativas, designadamente, das características de homogeneidade, desgaste e limpeza.	0,20

Quadro 3. Materiais granulares para camadas de base

Rubrica (CETO)	Material	Descrição	Espessura [m]
16.03.1.2.1	Agregado Britado de Granulometria Extensa (ABGE)	Entende-se por ABGE os materiais resultantes diretamente da britagem de materiais rochosos adequados. A mistura final resulta da afinação dos débitos dos vários órgãos de britagem que constituem a unidade britadora de modo a que, sem nenhuma operação posterior, se obtenha uma granulometria que satisfaça ao fuso granulométrico previsto no CETO, normalmente de banda larga. Estes materiais devem ainda satisfazer as prescrições definidas no CE, comprovativas, designadamente, das características de homogeneidade, desgaste e limpeza.	0,20

6.3 Misturas betuminosas

As misturas betuminosas são, de uma forma geral, compostas por materiais granulares e ligantes betuminosos. Dependendo do tipo de camada a construir, pretende-se que as misturas apresentem diversas características. Pode-se ter como principal exigência boas características mecânicas ou, por outro lado, usar misturas que apresentem um bom desempenho de funções relacionadas com a segurança e o conforto dos utentes da via. Em termos gerais, são exigidas às misturas betuminosas as seguintes características: estabilidade; durabilidade; flexibilidade; resistência à fadiga; aderência; impermeabilidade; trabalhabilidade.

Na estrutura de um pavimento flexível são utilizadas misturas betuminosas a quente nas camadas superiores deste:

- Camada de base.
- Camada de ligação.
- Camada de desgaste.

A composição da mistura deve resultar de estudo prévio, tendo como objetivo garantir as especificações estabelecidas no CETO. O CETO abrange as misturas betuminosas fabricadas a quente especificadas na Norma da série 13108: *EN 13108-1 Bituminous mixtures – Material specifications – Part 1: Asphalt concrete*. Exclui-se do âmbito desta abordagem a utilização de misturas descontínuas, aplicando-se assim apenas a misturas betuminosas a quente do tipo betão betuminoso.

Apresentam-se nos Quadros 4, 5 e 6 apenas as misturas betuminosas consideradas, bem como as espessuras utilizadas no dimensionamento das estruturas de pavimento tipo.

Quadro 4. Misturas betuminosas para camadas de base

Rubrica (CETO)	Material	Espessura [m]
16.03.2.1.2	AC 20 base ligante (MB)	0,07
		0,08
		0,09

Quadro 5. Misturas betuminosas para camadas de ligação

Rubrica (CETO)	Material	Espessura [m]
16.03.2.2.1	AC 20 bin ligante (MB)	0,06
		0,07
		0,08
		0,09

Quadro 6. Misturas betuminosas para camadas de desgaste

Rubrica (CETO)	Material	Espessura [m]
16.03.2.4.1	AC 14 surf ligante (BB)	0,05

6.4 Ligantes betuminosos

Os ligantes betuminosos são materiais adesivos que contêm betume e que podem estar sob a forma de não modificado, modificado ou emulsionado. Abrangem os seguintes tipos: betumes de pavimentação; betumes modificados; betumes duros; betumes borracha. Nas estruturas de pavimento tipo apenas se previu a adoção de betumes de pavimentação tradicionais.

Os betumes de pavimentação tradicionais (não modificados) usualmente utilizados em Portugal são o 35/50 e o 50/70, tal como especificado no CETO.

Os betumes de pavimentação, obtidos por processos de refinação do petróleo bruto, devem cumprir os requisitos da Norma Europeia NP EN 12591 Betumes e ligantes betuminosos – Especificações para betumes de pavimentação (*EN 12591 Bitumen and bituminous binders – Specifications for paving grade bitumens*), a qual especifica as propriedades e os respetivos métodos de ensaio adequados para a caracterização deste tipo de betumes.

6.5 Emulsões betuminosas para regas betuminosas de impregnação e colagem

Nas estruturas de pavimento flexível é prevista a utilização de rega de impregnação e de rega de colagem em emulsão betuminosa.

A rega de impregnação é executada entre a camada granular e a camada betuminosa, sendo utilizada para conferir confinamento aos elementos superficiais da camada granular e para eliminação da descontinuidade na interface com os materiais betuminosos. Utiliza-se ainda para impermeabilização temporária de camadas da terraplenagem.

A rega de colagem é executada entre camadas betuminosas de modo a eliminar a interface e a concretizar uma adequada ligação entre elas, garantindo o funcionamento estrutural destas como um todo. De seguida apresentam-se as regas betuminosas de impregnação e colagem previstas para as estruturas de pavimento tipo.

As emulsões deverão estar de acordo com a Norma Europeia *EN 13808 Bitumen and bituminous binders, Framework for specifying cationic bituminous emulsions*, que especifica os requisitos técnicos e classes de desempenho.

No **Quadro 7** resumem-se as regas de impregnação e de colagem mais utilizadas nos projetos internos da Infraestruturas de Portugal.

Quadro 7. Emulsões betuminosas para regas betuminosas de impregnação e colagem

Rubrica (CETO)	Designação	Material
16.03.8.1.1	Rega de impregnação com emulsão betuminosa	C60BF4 (ECL-1)
16.03.8.2.2	Rega de colagem com emulsão modificada termo aderente	C60BP3 TA (ECR-1modTA)
	Rega de colagem com emulsão modificada	C60BP3 (ECR-1mod)

7 ESTRUTURAS DE PAVIMENTO TIPO

Tendo em conta os aspetos e agrupamentos definidos anteriormente referentes às condições de tráfego, condições climáticas e características de fundação do pavimento, foram elaborados os Quadros 8, 9 e 10 que apresentam as estruturas de pavimento tipo para pavimentos flexíveis.

Para o seu dimensionamento, foram considerados diversos pressupostos, de acordo com o referido anteriormente. As estruturas de pavimento foram dimensionadas segunda a metodologia da *SHELL* e tiveram como base:

- Período de dimensionamento: 20 anos.
- Tráfego: definição das classes de tráfego segundo o Quadro 1.
- Fundação: as estruturas de pavimento propostas foram dimensionadas para dois módulos de fundação distintos, 60 MPa e 80 MPa.

A aplicação das estruturas de pavimento tipo deve ser feita tendo em conta o valor do módulo de deformabilidade da fundação mais conservativo. Para todas as estruturas de pavimento propostas, recomenda-se a adoção de um leito do pavimento em agregado britado de granulometria extensa (ABGE) com 0,20 m de espessura.

- Condições Climáticas: as estruturas de pavimento apresentadas foram dimensionadas tendo em conta a temperatura ponderada do ar e o tipo de betume a utilizar. Com base no conhecimento do distrito é possível estabelecer a zona climática em que este se insere.

Quadro 8. Estruturas de pavimento Tipo na zona climática Litoral Norte

Zona		Litoral Norte			
Classe de Fundação		60 MPa		80 MPa	
Tráfego	Elevado	/		0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
				0,08	AC20 bin 35/50 (MB)
				0,09	AC20 base 35/50 (MB)
				0,20	ABGE
				0,20	ABGE
	Médio	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
		0,07	AC20 bin 35/50 (MB)	0,06	AC20 bin 35/50 (MB)
		0,08	AC20 base 35/50 (MB)	0,07	AC20 base 35/50 (MB)
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
	Baixo	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
		0,09	AC20 bin 35/50 (MB)	0,06	AC20 bin 35/50 (MB)
0,20		ABGE	0,20	ABGE	
0,20		ABGE	0,20	ABGE	

Quadro 9. Estruturas de pavimento Tipo na zona climática Interior Norte

Zona		Interior Norte			
Classe de Fundação		60 MPa		80 MPa	
Tráfego	Elevado	/		0,05	AC14 surf 50/70 (BB)
				0,09	AC20 bin 50/70 (MB)
				0,09	AC20 base 50/70 (MB)
				0,20	ABGE
				0,20	ABGE
	Médio	0,05	AC14 surf 50/70 (BB)	0,05	AC14 surf 50/70 (BB)
		0,07	AC20 bin 50/70 (MB)	0,06	AC20 bin 50/70 (MB)
		0,08	AC20 base 50/70 (MB)	0,07	AC20 base 50/70 (MB)
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
	Baixo	0,05	AC14 surf 50/70 (BB)	0,05	AC14 surf 50/70 (BB)
		0,09	AC20 bin 50/70 (MB)	0,06	AC20 bin 50/70 (MB)
0,20		ABGE	0,20	ABGE	
0,20		ABGE	0,20	ABGE	

Quadro 10. Estruturas de pavimento Tipo na zona climática Centro/Sul e Interior Sul

Zona		Centro/Sul			
		Interior Sul			
Classe de Fundação		60 MPa		80 MPa	
Tráfego	Elevado	/		0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
				0,09	AC20 bin 35/50 (MB)
				0,09	AC20 base 35/50 (MB)
				0,20	ABGE
				0,20	ABGE
	Médio	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
		0,08	AC20 bin 35/50 (MB)	0,06	AC20 bin 35/50 (MB)
		0,08	AC20 base 35/50 (MB)	0,07	AC20 base 35/50 (MB)
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
		0,20	ABGE	0,20	ABGE
	Baixo	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)	0,05	AC14 surf 35/50 (BB)
		0,09	AC20 bin 35/50 (MB)	0,06	AC20 bin 35/50 (MB)
0,20		ABGE	0,20	ABGE	
0,20		ABGE	0,20	ABGE	

8 CONCLUSÕES

Dos estudos de suporte à definição das novas estruturas de pavimento, que integram o catálogo-tipo de pavimentos, é possível concluir:

- Relativamente às condições de tráfego verificou-se que o fator de crescimento (C) teve como base o elevado grau de incerteza dada a conjuntura atual a fornecer a médio e longo prazo, sendo os valores fornecidos baseados no exercício da projeção interna do PIB. Tal originou uma simulação das condições de tráfego consentâneas com o seu crescimento atual, face ao que estava preconizado no MACOPAV. Foi uma opção de gestão reagrupar e limitar as classes de tráfego a três intervalos, excluindo valores de tráfego superior a 1200 veículos pesados por dia, sendo recomendável um estudo específico nesses casos.
- Em relação às condições climáticas determinadas, com base nas normais climatológicas para o período de 1981-2010, verificou-se que houve uma evolução nas temperaturas médias do ar face às normais climatológicas de períodos anteriores. Foi possível agrupar, em quatro zonas, as principais tendências climáticas do país. Este reagrupamento justificou-se atendendo à proximidade de valores determinados das temperaturas médias do ar, por distrito. Para efeitos de dimensionamento das estruturas tipo, a temperatura média ponderada do ar, mais condicionante por zona.
- Relativamente às condições de fundação, a presente abordagem será aplicável às duas tipologias de intervenções mais frequentes, em que se conseguem garantir módulos de deformabilidade de 60 e 80 MPa, conforme a experiência da Infraestruturas de Portugal.
- A evolução dos materiais foi tida em consideração na definição das estruturas tipo de pavimento, o que conduziu a estruturas otimizadas, com a identificação dos materiais de pavimentação e respetivas espessuras, conforme preconizado no Caderno de Encargos Tipo de Obra da IP.

Este catálogo permite criar condições para maximizar os tempos de resposta da Direção de Engenharia e Ambiente a entidades externas, na elaboração de projetos de reduzida dimensão, fornecendo estruturas tipo de pavimento flexível, a adotar sob determinadas condições. A sua disponibilização aos diversos requerentes, designadamente autarquias e pequenos promotores de investimentos privados, possibilitará a submissão à apreciação da Infraestruturas de Portugal soluções tecnicamente adequadas aos parâmetros de qualidade exigidos.

9 REFERÊNCIAS

1. JAE, Manual de Conceção de Pavimentos Para a Rede Rodoviária Nacional, 1995.
2. Estradas de Portugal, SA, *Caderno de Encargos Tipo Obra*, 2014.
3. Instituto Português do Mar e da Atmosfera, Obtido de Normais Climatológicas: <http://www.ipma.pt/pt/oclima/normais.clima/1981-2010/001/>, 1981-2010.
4. Infraestruturas de Portugal, Sistema de Gestão de Pavimentos.
5. F. Branco, P. Pereira & L. P. Santos, *Pavimentos Rodoviários*, Edições Almedina, Coimbra, 2016.