

TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO – FERRAMENTA DE APOIO À DECISÃO NA GESTÃO DOS ATIVOS PAVIMENTOS RODOVIÁRIOS E VIA FÉRREA

Helena Lima¹, Alexandra Pratas²

¹ Infraestruturas de Portugal, Direção de *Asset Management*, Praça da Portagem; 2809-013; Almada, Portugal
email: helena.lima@infraestruturasdeportugal.pt <http://www.infraestruturasdeportugal.pt>

² Infraestruturas de Portugal, Direção de *Asset Management*, Rua de Santa Apolónia, 65; 1100-468 Lisboa, Portugal

Sumário

No planeamento da gestão dos ativos pavimentos rodoviários flexíveis (RRN) e via férrea (RFN) sob gestão direta da IP, S.A., a identificação das necessidades de intervenção, a curto e longo prazo, e a respetiva orçamentação é um marco do Plano de Gestão de Ativos.

As tipologias de intervenção estabelecidas de acordo com trabalhos e materiais usuais em ações de reabilitação da rede rododiferroviária, complementadas com ferramentas expeditas de apoio à decisão, permitem identificar em tempo útil as necessidades de intervenção, selecionar a tipologia de intervenção mais adequada ao estado de conservação e estimar os respetivos custos de reabilitação. Constituem uma ferramenta de apoio à decisão e facilitadora de uma gestão eficaz e otimizada dos ativos.

Palavras-chave: ativos; gestão; pavimentos; via-férrea; tipologias.

1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Gestão de Ativos são aplicados em todo o mundo e são muitos e diversos os casos de sucesso como ferramentas de apoio a decisões sustentadas e otimizadas na gestão da manutenção dos ativos de infraestruturas de transportes, em particular em termos orçamentais. A principal característica de um sistema de gestão de ativos é a disponibilização de ferramentas configuradas para uma gestão eficaz dos ativos, com a otimização do planeamento das ações de manutenção de acordo com a prioridade das necessidades de intervenção identificadas e assegurar em tempo útil os recursos necessários para a sua execução.

Em Portugal, a Infraestruturas de Portugal, S.A. (IP) é uma das maiores gestoras de ativos físicos de transportes, dos quais se destacam os pavimentos rodoviários da Rede Rodoviária Nacional (RRN) e a via-férrea da Rede Ferroviária Nacional (RFN), dada a sua intervenção direta nas condições de segurança e conforto da circulação dos veículos. A gestão destes ativos representa um grande desafio para a IP, pois têm requisitos de desempenho, ciclos de vida e necessidades de intervenção distintas, que resultam numa infinidade de soluções de intervenção e num significativo volume de investimento.

2 AS TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO

O planeamento da gestão de ativos não necessita de um conhecimento pormenorizado da especificidade de cada pavimento rodoviário ou de cada via-férrea, razão pela qual é considerada válida a tipificação de soluções de intervenção com vista à recuperação do ciclo de vida do ativo. É claro que tal procedimento seria inviável numa fase de maior detalhe, como a fase de projeto de execução, pelo que, as Tipologias de Intervenção de planeamento devem orientar, mas não condicionar o usual desenvolvimento de um projeto de execução.

2.1 Pavimentos rodoviários

As Tipologias de Intervenção para pavimentos rodoviários [1] integram um conjunto de soluções de reabilitação correntes em obras de reabilitação de pavimentos, definidas com base em trabalhos e materiais usuais que integram o Caderno de Encargos Tipo de Obra (CETO).

Cada Tipologia de Intervenção é caracterizada pelos materiais e trabalhos que a compõem, por uma valorização técnica e uma valorização financeira. Para a valorização técnica, a cada Tipologia de Intervenção foi atribuído um número estrutural (SN) e um Índice de Qualidade (IQ). Para a valorização financeira a cada trabalho foi atribuído um preço unitário, suportado na base de dados do sistema de gestão de empreitadas em vigor na IP, S.A.. Em termos gerais caracterizam-se por (Quadro 1 e Quadro 2):

- (i) Diferenciação entre tipologias para intervenções com carácter funcional, no caso da aplicação das tipologias do grupo T2, e intervenções de carácter estrutural aquando da aplicação das tipologias do grupo T3;
- (ii) Incorporar trabalhos de saneamento e de remoção de pavimento, bem como, misturas betuminosas com betumes modificados, como a mistura AC4reg ou AC10surf, com a função de regularização/anti propagação de fendas e de desgaste, respetivamente;
- (iii) Atribuir diferentes proporcionalidades de execução aos diferentes trabalhos em função do propósito da tipologia, por exemplo, reforço ligeiro ou reforço robusto;
- (iv) Incluir uma tipologia adequada a intervenções em ambiente urbano, uma vez que a especificidade deste ambiente poderá condicionar as soluções e a orçamentação da ação de reabilitação do pavimento. A especificidade das intervenções em meio urbano que poderá implicar a execução de trabalhos mais ou menos específicos em tipo e em quantidade, como sejam, por exemplo, o reforço dos trabalhos de fresagem para garantia das cotas de soleira, o incremento das necessidades de saneamento devido à deficiente execução da instalação de serviços sob o pavimento, a necessidade de camadas de desgaste de alto desempenho ou com propriedades redutoras do ruído de rolamento, que na grande maioria das situações implica um incremento no custo da ação de reabilitação;
- (v) Incluir duas tipologias de intervenção para a reconstrução do pavimento: uma para as estradas de baixo tráfego e outra para as restantes estradas.

Quadro 1 – Tipologias de Intervenção para a gestão de pavimentos rodoviários flexíveis

Tipo de reabilitação	Designação	Descrição
Sem intervenção	T1	Sem intervenção
Funcional	T2	T2.1.1 Reposição das condições de aderência, sem outras degradações
		T2.1.2 Reposição das condições de aderência e/ou selagem de fissuras
Estrutural	T3	T3.0 Reforço ligeiro
		T3.1 Reforço regular
		T3.2 Reforço robusto
		T3.3 Reforço em meio urbano
		T3.4.1 Reconstrução S3
		T3.4.2 Reconstrução

Quadro 2 – Constituição das Tipologias de Intervenção para a gestão de pavimentos rodoviários flexíveis

Tipo de reabilitação	Desig.	Descrição	Trabalhos contemplados	Afetação ⁽¹⁾	Esquema da composição
Sem intervenção	T1	Sem intervenção	-	-	-
T2 Funcional	T2.1.1	Reposição das condições de aderência, sem outras degradações	Microfresagem	1 / 1	
			Microaglomerado betuminoso a frio duplo	1 / 1	
	T2.1.2	Reposição das condições de aderência e/ou selagem de fissuras	Fresagem na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	0,10 / 1	
			Camada de ligação em AC20bin com 0,05 m de espessura	0,10 / 1	
			Rega de colagem modificada	0,10 / 1	
			Saneamento com preenchimento	0,05 / 1	
T3 Estrutural	T3.0	Reforço ligeiro	Fresagem na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	1 / 1	
			Fresagem complementar na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	0,10 / 1	
			Camada de ligação em AC20bin com 0,05 m de espessura	0,10 / 1	
			Rega de colagem modificada	1,10 / 1	
			Saneamento com preenchimento	0,10 / 1	
			Camada de desgaste em AC14surf com 0,05 m de espessura	1 / 1	
	T3.1	Reforço regular	Fresagem na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	1,5 / 1	
			Reperfilamento em AC4reg na espessura média 0,02 m	0,5 / 1	
			Rega de colagem modificada	2 / 1	
			Saneamento com preenchimento	0,10 / 1	
	T3.2	Reforço robusto	Fresagem na profundidade > 0,10m	1 / 1	
			Fresagem complementar na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	0,05 / 1	
			Camada de ligação em AC20bin com 0,05 m de espessura	0,05 / 1	
			Reperfilamento em AC4reg na espessura média 0,02 m	1 / 1	
			Rega de colagem modificada	3,05 / 1	
			Saneamento com preenchimento	0,10 / 1	
	T3.3	Reforço em meio urbano	Fresagem na profundidade > 0,10m	1 / 1	
			Fresagem complementar na profundidade > 0,05 m e < 0,10m	0,2 / 1	
			Camada de ligação em AC20bin com 0,05 m de espessura	0,2 / 1	
			Reperfilamento em AC4reg na espessura média 0,02 m	1 / 1	
Rega de colagem modificada			3,20 / 1		
Saneamento com preenchimento			0,30 / 1		
Camada de ligação em AC20bin com 0,09 m de espessura			1 / 1		
Camada de desgaste em AC10surf com 0,03 m de espessura			1 / 1		
T3.4.1	Reconstrução S3	Remoção integral do pavimento	1 / 1		
		Camada de base em ABGE com 0,15 m de espessura	1 / 1		
		Rega de impregnação	1 / 1		
		Rega de colagem modificada	1 / 1		
		Camada de ligação em AC20bin com 0,09 m de espessura	1 / 1		
T3.4.2	Reconstrução	Camada de desgaste em AC14surf com 0,06 m de espessura	1 / 1		
		Remoção integral do pavimento	1 / 1		
		Camada de sub-base em ABGE com 0,15 m de espessura	1 / 1		
		Camada de base em ABGE com 0,15 m de espessura	1 / 1		
		Rega de impregnação	1 / 1		
		Rega de colagem modificada	2 / 1		
		Camada de base em AC32base com 0,10 m de espessura	1 / 1		
Camada de ligação em AC20bin com 0,09 m de espessura	1 / 1				
Camada de desgaste em AC14surf com 0,06 m de espessura	1 / 1				

Notas:

(1) Proporção de execução do trabalho relativamente à extensão total do trecho. Valores superiores à unidade significam que o trabalho é executado em múltiplas camadas.

(2)



No algoritmo associado ao Sistema de Gestão de Pavimentos (SGPav) a contribuição estrutural das Tipologias de Intervenção é traduzida pelo número estrutural – SN – um parâmetro empírico que decorre do ensaio AASHTO e o estado de conservação do ativo no seu todo é expresso pelo Índice de Qualidade – IQ. Assim, há que atribuir a cada Tipologia de Intervenção um valor de SN – SN_{reab} – definido pela adaptação à realidade portuguesa da metodologia resultante do Ensaio AASHTO e um valor de IQ – IQ_{reab} – estabelecido com base nos registos obtidos na caracterização final do pavimento em unidades terminadas com trabalhos de pavimentação idênticos aos que constituem as diferentes tipologias (Quadro 3).

Para além da valorização técnica há que efetuar uma valorização financeira já que um dos objetivos da gestão de ativos é a obtenção de estimativas orçamentais para as ações de recuperação do ciclo de vida útil dos ativos. No que concerne ao ativo pavimento rodoviário, a valorização financeira dos trabalhos necessários à sua reabilitação não fica limitada à quantificação dos custos relativos aos trabalhos de pavimentação, pois um projeto de execução para a reabilitação de um pavimento rodoviário incluirá também custos relativos a outras especialidades, aqui designados por “restantes trabalhos”, como sejam, a sinalização, a drenagem ou as terraplenagens, entre outros. Para os “restantes trabalhos”, para além dos preços unitários atribuiu-se proporções distintas consoante a intervenção é do tipo funcional, em que os “restantes trabalhos” serão inexpressivos, ou do tipo estrutural, na qual poderá ser significativa a influência do custo dos “restantes trabalhos” no orçamento final da intervenção. Assim, para as tipologias de índole funcional, uma intervenção sumária com o objetivo único de repor as condições de aderência e/ou selagem de fissuras, é adotado um acréscimo orçamental correspondente a 30 % do orçamento global de pavimentação. Para as intervenções com carácter estrutural, por serem intervenções mais invasivas no ambiente construído da estrada e terem por objetivo o incremento do ciclo de vida do pavimento e da estrada no seu todo, a parcela orçamental relativa aos restantes trabalhos é mais significativa, razão pela qual foi adotado o valor de 40 % e 45 %. Estes valores proporcionais resultam de trabalhos anteriores realizados pela IP, S.A. [2, 3]. Em conclusão, o custo atribuído a cada Tipologia de Intervenção (Quadro 3) incorpora o custo dos trabalhos de pavimentação e o custo dos “restantes trabalhos”.

Quadro 3 – Valorização técnica e financeira das Tipologias de Intervenção

Tipo de reabilitação	Tipologia	Descrição	IQ_{reab}	SN_{reab}	Custo (€/m ²)	
Sem intervenção	T1	Sem intervenção	–	–	–	
Funcional	T2	T2.1.1	Reposição das condições de aderência, sem outras degradações	IQ_{serv}	0	5,00
		T2.1.2	Reposição das condições de aderência e/ou selagem de fissuras	IQ_{serv}	0	5,50
Estrutural	T3	T3.0	Reforço ligeiro	3,30	0,50	16,50
		T3.1	Reforço regular	3,55	0,70	25,50
		T3.2	Reforço robusto	3,70	1,15	37,50
		T3.3	Reforço em meio urbano	3,70	0,60	45,00
		T3.4.1	Reconstrução S3	3,70	3,05	31,50
		T3.4.2	Reconstrução	3,70	5,20	47,00

Para uma valorização financeira o mais próxima possível dos preços de mercado, todos os trabalhos que compõem as Tipologias de Intervenção constam do Regime Geral de Rubricas (RGM) da IP S.A. e a estimativa do respetivo preço unitário resultou dos preços unitários médios, usualmente praticados nas empreitadas rodoviárias da IP, S.A. e constantes da respetiva base de dados (em 2017).

2.2 Via-férrea

A superestrutura de via-férrea é entendida como um todo (carril, travessa e balastro), identificando-se na RFN três tipologias de via:

- (i) **Vias Clássicas:** Caracterizam-se genericamente por serem suportadas por plataforma não tratada e a sua superestrutura ser constituída por balastro granítico, misto ou calcário, no qual assentam geralmente

travessas de madeira de pinho, apresentando juntas entre os carris, ligados por barretas e parafusos de aço, cuja fixação às travessas é rígida ou elástica. As vias clássicas representam 11% das vias da RFN e os ciclos de vida útil-tipo foram definidos considerando velocidades máximas praticadas de 80 km/h;

(ii) **Vias Renovadas:** Caracterizam-se genericamente por serem suportadas por plataforma não tratada e a sua superestrutura ser constituída por balastro granítico ou misto, no qual assentam geralmente travessas de betão bibloco, com carris de 54 kg/m soldados em barra longa, cuja fixação às travessas é elástica. As vias renovadas representam 49% das vias da RFN e os ciclos de vida útil-tipo foram definidos considerando velocidades máximas praticadas de 140 km/h;

(iii) **Vias Modernizadas:** Caracterizam-se genericamente por serem suportadas por plataforma tratada de boa qualidade (P3, segundo a ficha UIC 719R [4]), dotada de órgãos de drenagem que permitam um escoamento eficiente das águas para fora da plataforma, e a sua superestrutura ser constituída por balastro granítico, no qual assentam geralmente travessas de betão monobloco, com carris de 54 ou 60 kg/m soldados em barra longa, cuja fixação às travessas é elástica. Das vias modernas fazem parte as vias sem balastro, com os carris assentes diretamente em longarinas de betão ou embebidos em lajes, solução utilizada em zonas de estações, túneis, viadutos e pontes, por questões sobretudo relacionadas com o ruído, vibrações e limpeza. Tratando-se de características singulares de vias modernizadas, e de aplicação restrita, estas consideram-se sem representatividade na RFN. As vias modernizadas representam 40% das vias da RFN e os ciclos de vida útil-tipo foram definidos considerando velocidades máximas praticadas de 220 km/h.

Em função da utilização (grupo de carga/dia em que se inserem segundo os critérios definidos na ficha UIC-714R [5]), a cada uma das tipologias de via corresponde um tempo de vida útil (Quadro 4).

Quadro 4 – Tipologias de via e vida útil estimada em função da classe de carga

	Via Clássica	Via Renovada	Via Modernizada
	(11% RFN; V _{máx} = 80 km/h)	(49% RFN; V _{máx} = 140 km/h)	(40% RFN; V _{máx} = 220 km/h)
Grupo UIC -714 R	Vida útil estimada da via (anos)		
G1	20	25	30
G2	20	25	35
G3	20	25	40
G4	25	30	45
G5	30	35	50
G6	30	40	50

NOTA: Na RFN atualmente não se identificam ativos enquadráveis no grupo G1

Ao longo do ciclo de vida útil do ativo “via-férrea” é possível estimar necessidades de intervenção que visam recuperar o seu estado de condição.

Assim, importa:

- (i) Caracterizar e valorizar as intervenções-tipo;
- (ii) Estimar a quantidade das intervenções-tipo que são executadas durante o ciclo de vida útil do ativo.

Com base no exposto são definidas seis tipologias de intervenção de recuperação do estado de condição do ativo (TRE), a ocorrer em plena via e em diferentes momentos, e duas tipologias de intervenção de substituição do ativo (TRIA e TMDA) (Quadro 5) [6].

Quadro 5 – Tipologias de Intervenção para o ativo “via-férrea”

Tipo de reabilitação	Tipologia	Descrição	Custo (€/kmlv)
Recuperação do estado de condição do ativo	TRE1	Substituição de fixação RN/GUIDE por NABLA	57.812
	TRE2	Substituição de travessa de madeira, em plena via	16.150
	TRE3	Esmerilagem de carril, em plena via	22.630
	TRE4	Substituição de Carril – uma fila	67.554
	TRE5	Ataque Mecânico Pesado	14.084
	TRE6	Rebalastragem com depuração	192.000
Substituição do ativo	TRIA	Renovação Integral do Ativo	643.000
	TMDA	Modernização do ativo	822.000

NOTA: kmlv – Quilómetro linear de via

As intervenções no ativo “via-férrea” (classe superestrutura de via, subclasse via) resultam da conjugação de uma panóplia de atividades, muitas vezes interligadas entre si, com valores unitários distintos, em função da metodologia de trabalho adotada, e diferentes resultados na recuperação do estado de condição do ativo, em função do momento do ciclo de vida em que o ativo se encontra.

Com a valorização de cada tipologia de intervenção de recuperação do estado de condição do ativo é possível estimar os valores de investimento por tipologia de via no período de vida útil do ativo.

A determinação dos custos associados às tipologias de intervenção TRE1, TRE2, TRE4, TRE5 e TRE6 considerou os valores de mercado para aquisição de serviços de manutenção de via-férrea em 2016. No que diz respeito à tipologia TRE3, foi considerado o valor de referência apresentado no documento da Estratégia de Manutenção da Infraestrutura 2017-2022, da ex-REFER [7].

No final do ciclo de vida útil do ativo deverá proceder-se a uma intervenção de substituição, seja do tipo TRIA ou TMDA, os custos estimados para estas duas tipologias tiveram como referência empreitadas recentes de âmbito semelhante.

3 APLICAÇÃO DAS TIPOLOGIAS DE INTERVENÇÃO

Para aplicar as Tipologias de Intervenção nos ativos pavimento rodoviário e via-férrea é necessário coletar um conjunto de dados (constante atualização de cadastro) que permitam caracterizar (através de ações de inspeção) não só o meio em que os mesmos se inserem, mas também o seu estado de condição/conservação de modo a possibilitar a identificação das necessidades de intervenção.

É pois fundamental dispor de uma base de dados sistematizada e atualizada com a caracterização dos ativos.

3.1 Pavimentos rodoviários

O estado de conservação dos pavimentos rodoviários é caracterizado no SGPav. Neste sistema os pavimentos estão divididos em secções (2328 secções em 2018) e para todas as secções objeto de ações de inspeção é calculado o valor do IQ que permite classificar o estado de conservação do pavimento [8] à data da última ação de inspeção (Quadro 6). Este sistema é alimentado pelas campanhas de inspeção principal à RRN, em que com meios mecânicos e visuais são registados: com o perfilómetro, o índice de regularidade longitudinal (IRI), a macrotextura (MPD) e os cavados de rodeira; com o SCRIM, o coeficiente de atrito transversal; e através de inspeção visual de superfície, o fendilhamento tipo “pele de crocodilo”.

Quadro 6 – Classificação do estado de conservação do pavimento com o valor de IQ

Escala qualitativa	Escala quantitativa
Bom	$IQ \geq 3,50$
Satisfatório	$2,50 \leq IQ < 3,50$
Requer Atenção	$1,50 \leq IQ < 2,50$
Insatisfatório	$IQ < 1,50$

3.1.1 Identificação das necessidades de intervenção

A fronteira entre um estado de conservação adequado e um estado de conservação insuficiente, ou seja, o limite que define a identificação, ou não, de uma necessidade de intervenção é estabelecido com base em dois critérios: o valor limite do Índice de Qualidade (IQ) para cada segmento da RRN e a percentagem do Coeficiente de Fendilhamento Tipo 3 (C_3 – “pele de crocodilo”):

- (i) O valor de IQ é calculado com base nos registos de inspeção do Índice de Irregularidade Longitudinal – IRI - da profundidade do cavado de rodeira – R - e do coeficiente do fendilhamento tipo 3 (“pele de crocodilo”) – C_3 - através da expressão matemática (1):

$$IQ_t = 5 e^{-0,0002030 IRI} - 0,002139 R^2 - 0,03 C_3^{0,5} \quad (1)$$

Como a RRN está dividida em quatro segmentos [9], para cada segmento existe um Nível Mínimo de Qualidade (NMQ), como indicado no Quadro 7.

Quadro 7 – Valores de NMQ para os segmentos da RRN

Segmento da rede (extensão)	NMQ
S1 (852 km)	2,50
S2.1 (1067 km)	2,00
S2.2 (4628 km)	1,75
S3 (7500 km)	1,50

- (ii) Para o coeficiente de fendilhamento (C_3) – a relação entre a extensão com fissuração do tipo “pele de crocodilo” e a extensão total do trecho - o valor limite estabelecido é de 50%.

Em síntese, considera-se que uma determinada secção de pavimento apresenta uma necessidade de intervenção quando o respetivo valor de IQ é inferior ao NMQ do respetivo segmento, ou quando o coeficiente de fendilhamento é igual ou superior a 50 % independentemente do valor de IQ.

3.1.2 Seleção da tipologia de intervenção

A metodologia de seleção da Tipologia de Intervenção mais adequada à recuperação do ativo pavimento rodoviário em determinado momento recorre a uma Matriz de Apoio à Decisão que tem como dados de base o estado de conservação do ativo, o segmento de rede em que se insere, o volume de tráfego pesado médio anual que solicita o pavimento ($TMDA)_p$, a necessidade de intervenção identificada e as características técnicas da própria tipologia.

O planeamento da gestão de ativos na IP, S.A. é realizado para um período de cinco anos, designado por curto-prazo, a que acresce um período de 15 anos, designado de longo-prazo. Para cada uma destas fases de planeamento há uma matriz de apoio à decisão (Figura 1).

MATRIZ DE APOIO À DECISÃO NO PLANEAMENTO DE CURTO-PRAZO

Caracterização da rede			Tipologias de Intervenção										Bombagem de finos
Segmentação da rede	(TMDA) _p (% da rede)	extensão (km)	Incumprimento do Índice de Qualidade (IQ / NMQ) e/ou Fendilhamento (C ₃ > 50%)										
			IQ ≥ 2,50 (Bom/Satisfatório)		2,0 ≤ IQ < 2,50 (Requer Atenção)		1,75 ≤ IQ < 2,00 (Requer Atenção)		1,50 ≤ IQ < 1,75 (Requer Atenção)		IQ < 1,50 (Insatisfatório)		
			C ₃ < 50 %	C ₃ ≥ 50 %	C ₃ < 50 %	C ₃ ≥ 50 %	C ₃ < 50 %	C ₃ ≥ 50 %	C ₃ < 50 %	C ₃ ≥ 50 %	C ₃ < 50 %	C ₃ ≥ 50 %	
S1 (TMDA ≥ 12000 veic./dia) (MACOPAV < T2/T1)	≥ 15% (7%)	852	T1	T3.0	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.4.2
	<15% (93%)		T1	T3.0	T3.1	T3.1	T3.1	T3.1	T3.1	T3.1	T3.2	T3.2	T3.4.2
S2.1 (8000 < TMDA ≤ 12000 veic./dia) (T3 < MACOPAV < T2)	≥ 15% (13%)	1067	T1	T3.0	T1	T3.0	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.4.2
	<15% (87%)		T1	T3.0	T1	T3.0	T3.1	T3.1	T3.1	T3.1	T3.2	T3.2	T3.4.2
S2.2 (2500 < TMDA ≤ 8000 veic./dia) (T5 < MACOPAV < T3)	≥ 15% (14%)	4628	T1	T3.0	T1	T3.0	T1	T3.0	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2	T3.4.2
	<15% (86%)		T1	T3.0	T1	T3.0	T1	T3.0	T3.1	T3.1	T3.2	T3.2	T3.4.2
S3 (TMDA ≤ 2500 veic./dia) (MACOPAV < T5/T6)	≥ 15% (4%)	7500	T1	T2.1.2	T1	T3.0	T1	T3.0	T1	T3.0	T3.4.1	T3.4.1	T3.4.1
	<15% (96%)		T1	T2.1.2	T1	T3.0	T1	T3.0	T1	T3.0	T3.1	T3.1	T3.4.1

MATRIZ DE APOIO À DECISÃO NO PLANEAMENTO DE LONGO-PRAZO

Caracterização da rede			Tipologias de intervenção - Degradações estruturais				
Segmentação da rede	(TMDA) _p (% da rede)	extensão (km)	Incumprimento do Índice de Qualidade (IQ / NMQ)				
			IQ ≥ 2,50 (Bom/Satisfatório)	2,0 ≤ IQ < 2,50 (Requer Atenção)	1,75 ≤ IQ < 2,00 (Requer Atenção)	1,50 ≤ IQ < 1,75 (Requer Atenção)	IQ < 1,50 (Insatisfatório)
S1 (TMDA ≥ 12000 veic./dia) (MACOPAV < T2/T1)	≥ 15% (7%)	852	T1	T3.2	T3.2	T3.2	T3.2
	<15% (93%)		T1	T3.1	T3.1	T3.1	T3.2
S2.1 (8000 < TMDA ≤ 12000 veic./dia) (T3 < MACOPAV < T2)	≥ 15% (13%)	1067	T1	T1	T3.2	T3.2	T3.2
	<15% (87%)		T1	T1	T3.1	T3.1	T3.2
S2.2 (2500 < TMDA ≤ 8000 veic./dia) (T5 < MACOPAV < T3)	≥ 15% (14%)	4628	T1	T1	T1	T3.2	T3.2
	<15% (86%)		T1	T1	T1	T3.1	T3.2
S3 (TMDA ≤ 2500 veic./dia) (MACOPAV < T5/T6)	≥ 15% (4%)	7500	T1	T1	T1	T1	T3.4.1
	<15% (96%)		T1	T1	T1	T1	T3.1

Figura 1 – Matrizes de apoio à decisão na seleção da Tipologia de Intervenção dos pavimentos rodoviários

De um modo geral, as Tipologias de Intervenção mais robustas serão aplicadas nos casos em que o estado de conservação é mais gravoso e o tráfego pesado mais elevado. Todavia, a prática tem demonstrado que, por vezes, a superfície do pavimento apresenta um grau expressivo de fendilhamento, embora o valor de IQ não se enquadre nos níveis de alerta. Assim, para estas situações e para um planeamento de curto-prazo poderão ser selecionadas as tipologias T2.1.2 ou T3.0 consoante o segmento de rede e o volume do tráfego pesado. A seleção da tipologia T3.4.1 - Reconstrução S3 como a tipologia adequada para uma estrada do segmento S3, com mais de 15 % de tráfego pesado e IQ = Insatisfatório, resulta das estruturas singelas que usualmente caracterização este tipo de vias, muitas vezes apenas com camadas não ligadas e tratamentos superficiais, que ao atingirem a ruína, e tendo em conta o elevado tráfego pesado, apenas são recuperáveis com a reconstrução do pavimento.

3.2 Via-férrea

As necessidades de intervenção nos ativos de via-férrea dependem do nível em que se encontrem no seu ciclo de vida.

Durante o ciclo de vida útil do ativo “via” as necessidades serão de manutenção, caracterizadas em três tipos:

- (i) **Manutenção Preventiva Sistemática (MPS):** um conjunto de atividades definidas em roteiro, a serem realizadas em função da tipologia da via com periodicidades adequadas ao nível de serviço;
- (ii) **Manutenção Preventiva Condicionada (MPC):** resulta do diagnóstico efetuado com base nos dados de inspeção. Consistem em ações que visam a recuperação do estado de condição do ativo “via” e a otimização do seu ciclo de vida útil; estas ações referem-se às Tipologias de Recuperação do estado de condição do ativo “via”, de TRE1 a TRE6;
- (iii) **Manutenção Corretiva (MC):** Atividade de execução desencadeada em função de necessidade imediata de reparação de avaria. Pelas suas características esta intervenção não é sujeita a planeamento.

Findo o ciclo de vida do ativo “via” as necessidades serão de substituição/renovação do ativo, e dependendo dos requisitos de desempenho que se pretendam adotar, poderá ser aplicada uma de duas tipologias de intervenção definidas:

- (i) **Renovação integral do ativo (RIA)** – Conjunto de ações/intervenções de substituição de equipamentos, sistemas ou materiais, na sequência do fim do ciclo de vida dos elementos substituídos ou sua obsolescência, assegurando o cumprimento do nível de serviço estabelecido;
- (ii) **Modernização do ativo (MDA)** – Conjunto de ações/intervenções de substituição de equipamentos, sistemas ou materiais, na sequência do fim do ciclo de vida dos elementos substituídos ou sua obsolescência, potenciando o aumento do nível de serviço estabelecido.

A valorização estimada para cada uma das tipologias de intervenção foi calculada em função das quantidades e dos valores máximos admissíveis para a execução dos trabalhos e dos valores de referências para os materiais.

As tipologias de intervenção TRIA e TMDA serão sempre precedidas da elaboração de projeto de execução.

Na sequência da definição das tipologias de intervenção de substituição do ativo “via”, importa salvaguardar a adequação na sua implementação, face aos mecanismos de alteração da tipologia de via, tendo presente:

- (i) Os requisitos de desempenho das diferentes tipologias de via;
- (ii) Os ciclos de vida útil em função da carga, tanto da via como dos seus constituintes;
- (iii) As características técnicas dos constituintes de cada tipologia de via (plataforma da via, balastro, travessas e carril) e sua eventual evolução no tempo (novos constituintes com diferentes características técnicas).

A adoção de tipologias de intervenção de via, associada aos custos de investimento de manutenção durante o ciclo de vida útil dos ativos, e aos custos de investimento de substituição dos mesmos quando esgotada a sua vida útil, constitui-se como uma base fundamental para o desenvolvimento de um sistema de gestão de vias.

Na Figura 2 apresenta-se um esquema com a tipologia de intervenção de substituição a implementar face à alteração da tipologia de via.

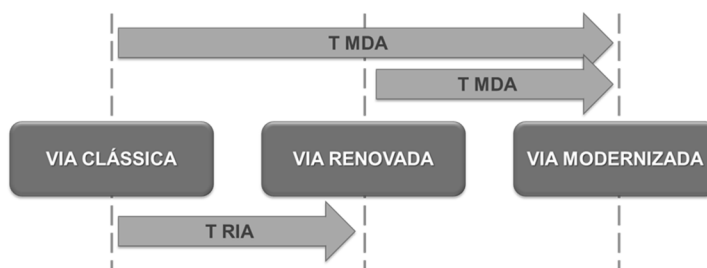


Figura 2 - Esquema com a tipologia de intervenção de substituição

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das ferramentas do planeamento das ações de reabilitação da vida útil dos ativos na IP, S.A é o Plano de Gestão de Ativos, que integra as necessidades de intervenção nos ativos rodoviários e ferroviários num horizonte de 20 anos, constituindo-se como um instrumento de consulta e tomada de decisão na programação das ações de reabilitação da RRN e RFN.

A metodologia adotada na identificação das necessidades de intervenção e na determinação, orçamentação e priorização das respetivas ações de colmatação, assegura uma estimativa sustentada das necessidades financeiras para a recuperação do ciclo de vida dos ativos e permite garantir que o planeamento de curto prazo englobe os ativos com necessidades de intervenção mais prementes e com maior geração de valor para a organização.

Em conclusão, o procedimento associado à utilização das Tipologias de Intervenção para pavimentos rodoviários e vias-férreas permite um planeamento sustentado das ações necessárias à colmatação das necessidades de intervenção identificadas nos ativos pavimento da RRN e via-férrea da RFN.

5 REFERÊNCIAS

1. DAM, *Tipologias de Intervenção. Pavimentos rodoviários flexíveis*, Infraestruturas de Portugal, Lisboa, 2017
2. H. Lima, *Memorando n.º333/2012/DPRJ – Projetos de beneficiação. Estimativas Iniciais para o PI versus orçamentos de Projecto*, EP – Estradas de Portugal, S.A., Lisboa, maio 2012.
3. H. Lima, *Memorando N° 37/2013/DPRJ. Projetos de beneficiação. Estimativas iniciais para o PI versus orçamentos de projeto Complementaridade do estudo anterior*, EP – Estradas de Portugal, S.A., Lisboa, 2013.
4. UIC CODE 719 R – Earthworks and track bed for railway lines.
5. UIC CODE 714 R – Classification of lines for the purpose of track maintenance
6. DAM, *Tipologias de Intervenção. Via-Férrea*, Infraestruturas de Portugal, Lisboa, 2018.
7. DAM, *Estratégia de Manutenção da Infraestrutura. Rede Ferroviária Nacional – 2017/2022*.
8. H. Lima, L. Melo, *As patologias na gestão do ativo pavimento flexível (RRN sob gestão direta da IP, S.A.)*, Seminário Patologias em Infraestruturas de Transporte. Pavimentos, Lisboa, 23 janeiro, 2018, CRP.
9. IP, *Rede Rodoviária Nacional. Extensão das vias*, Infraestruturas de Portugal, Lisboa, 2017.