ANE BRASIL
ACADEMIA
NACIONAL DE
ENGENHARIA

POSICIONAMENTO SOBRE A NECESSIDADE DA MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS

COMITÊ DE LOGÍSTICA

Março de 2025

Este documento foi elaborado pelo Acad. Mauricio Pina, Coordenador do Comitê de Logística da Academia Nacional de Engenharia - ANE, e foi aprovado por unanimidade pelos membros daquele Colegiado.

Após apreciação do Comitê Editorial e da Diretoria da ANE, expressa o pensamento da Academia Nacional de Engenharia sobre tema tão relevante para o País.

ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA
Acad. Mário Menel (Presidente)
Acad. Nelson Martins (Vice-Presidente)
Acad. Alcir de Faro (Diretor)
Acad. Atila Pantaleão (Diretor)
Acad. Eduardo Serra (Diretor)
Acad. Guilherme Velho (Diretor)
Acad. Laurindo Leal (Diretor)

COMITÊ EDITORIAL
Acad. Flavio Miguez

COMITÊ DE LOGÍSTICA
Acad. Mauricio Pina (Coordenador)
Acad. Francis Bogossian (Membro)
Acad. Luiz Flávio Autran (Membro)
Acad. Sandra Stehling (Membro)
Acad. Cesar Cavalcanti (Membro)
Prof. Fernando Jordão (Convidado)
Prof. Marcílio Cunha (Convidado)

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	4
2. O COLAPSO DA PONTE JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA (JK)	6
2.1 Danos ambientais e socioeconômicos	7
2.2 Prejuízos ao comércio e à circulação de pessoas e mercadorias	8
2.3 Tempo de duração dos transtornos causados	10
3. POSSÍVEIS CAUSAS DO COLAPSO DA PONTE	11
3.1 Ausência de uma política efetiva de manutenção preventiva e corretiva das pontes no Brasil	11
3.2 Excesso de peso dos eixos dos veículos	11
3.3 Aumento dos volumes de tráfego nas rodovias brasileiras	13
4. POSICIONAMENTO DA ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA DIANTE DO PROBLEMA	14
REFERÊNCIAS	16

POSICIONAMENTO DA ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA SOBRE A NECESSIDADE DA MANUTENÇÃO DAS OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NAS RODOVIAS BRASILEIRAS

Autor: Acadêmico Mauricio Pina

1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

O Brasil possui uma extensão total de 1.720.909 km de rodovias, das quais apenas 213.500 km são pavimentadas. Destas, 66.149,7 km (31%) são federais e 147.350,3 km (69%) são estaduais transitórias, estaduais e municipais (CNT, 2024).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT tem, sob sua responsabilidade, 5.827 pontes (este número diz respeito apenas às pontes, sem incluir viadutos, túneis e passarelas). Há uma classificação daquele órgão sobre o estado das Obras de Arte Especiais (OAEs) brasileiras, com base nas inspeções realizadas, que atribui notas às condições estruturais de cada uma delas, variáveis de 1 (situação péssima ou crítica) a 5 (condição ótima).

Recente levantamento aponta que, daquele total de pontes administradas pelo DNIT, apenas 67 encontravam-se em situação ótima, 2.220 em situação boa, 1.538 em situação regular, 597 em situação ruim, 130 em situação péssima ou crítica, enquanto 1.275 em "situação não definida". Mesmo sem incluir estas últimas (certamente, algumas também nas piores situações), observa-se que 727 pontes localizadas em rodovias federais brasileiras se encontram em situação ruim ou crítica, portanto, com iminentes riscos estruturais. Considerando que tão alarmante quantidade diz respeito apenas às pontes localizadas em rodovias federais e que estas representam uma fração reduzida da rede rodoviária brasileira (como já visto, 31% no caso das pavimentadas e um percentual ainda muito menor no caso das não pavimentadas), pode-se avaliar o quanto é preocupante a questão da manutenção das pontes nas rodovias e estradas deste País!

O Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais - SGO é um banco de dados das OAEs existentes nas rodovias federais brasileiras. Silva, T. et al. (2021) apontam que, "*Para manter a segurança da OAE, a norma DNIT 010 - PRO (2004) estabelece alguns critérios a fim de monitorar as Obras de Arte Especiais através de diferentes tipos de inspeções. A inspeção cadastral é realizada após a conclusão da obra, ou quando se inclui a obra no SGO, ou quando a obra é submetida a importantes alterações estruturais; a inspeção rotineira é realizada a cada dois anos; inspeção especial, a cada*

cinco anos; inspeção extraordinária, quando ocorrer um grave acidente na obra; e a inspeção intermediária, quando recomendado por inspeções anteriores."

Conforme Neiva et al. (2018) apud Silva, T. et al. (2021), o aumento da quantidade de OAEs em estado de degradação avançado "*gera uma grande preocupação com a necessidade de manutenção e conservação das estruturas*."

Além da Norma DNIT 010/2004 - PRO, já citada, cujo título é "Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento", há, entre outras referências, a Norma ABNT NBR 9452, de 2019, intitulada "Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto - Procedimento".

Muitas das pontes existentes no Brasil foram construídas até a década de 1970 e, de lá para cá, muitas mudanças aconteceram em termos de normas de projeto e especificações, a exemplo da necessidade de um maior recobrimento das armaduras para melhor protegê-las do ataque de agentes agressivos. SILVA, M. B. e MELO, R. A. (2021) destacam que "*os principais fenômenos químicos que ocorrem nessas estruturas são reações, ataques de sulfatos e cloretos, carbonatação, corrosão e lixiviação. A presença de agentes biológicos, tais como raízes, briófitas e fezes de morcegos também contribuem para a desagregação do concreto nas pontes*."

2. O COLAPSO DA PONTE JUSCELINO KUBITSCHEK DE OLIVEIRA (JK)

No final da tarde do dia 22 de dezembro de 2024 (um domingo), o vão central da Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira (JK) sobre o rio Tocantins, localizada na rodovia BR-226, entre os municípios de Aguiarnópolis (no estado do Tocantins e Estreito (no estado do Maranhão) desabou. A Ponte JK havia sido construída no início dos anos sessenta e possuía um comprimento total de mais de 500 metros e o seu vão central, que caiu completamente no rio Tocantins, era em concreto protendido com 140 metros de extensão.

Foto 1 - Ponte após o colapso.

Na ocasião, trafegavam sobre a ponte 3 caminhões, 1 automóvel e 3 motos. Em decorrência do colapso da estrutura da ponte e da queda dos veículos, faleceram 14 pessoas (12 adultos e duas crianças) e há vários desaparecidos, sobre cuja quantidade há divergências sobre o número exato. Os 3 caminhões transportavam 22 mil litros de defensivos agrícolas (agrotóxicos) e 76 toneladas de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Pelo menos desde o ano de 2019, relatórios do DNIT apontavam a necessidade de serviços de manutenção para sanar problemas estruturais na ponte JK, a qual recebeu a classificação 2 (a segunda pior, como já visto) quanto ao seu estado de conservação. Foram registrados danos no concreto, armaduras expostas e falhas nos pilares.

Relatório do "Anteprojeto de Recuperação, Reforço e Reabilitação de OAE sobre o Rio Tocantins, nas Rodovias BR-226/TO e BR-230/TO", elaborado em janeiro de 2020 pela Geoserv Serviços de Geotecnia e Construção Ltda para o DNIT, aponta nas suas conclusões: "*Dos valores medidos no greide da ponte, verificou-se que no meio do vão principal da ponte (140 m), o greide encontra-se abaixo do greide estimado de projeto, 65,5 cm e 75,6 cm respectivamente a montante e jusante. Portanto, estima-se que o*

greide atual encontra-se em média 70 cm abaixo do valor do projeto original. Esse abaixamento do greide acarretou o fechamento das juntas na face superior do dente, com abertura das juntas face inferior do dente, ou seja, com rotação da seção transversal." O Relatório menciona danos identificados nos pilares, como vazios internos, fissuras e perda do cobrimento das armaduras. Destaca ainda o nível elevado de danificação da estrutura da ponte e, entre as medidas recomendadas, propõe a execução de uma protensão externa ao concreto, localizada no interior do caixão, com a função principal de restabelecer o equilíbrio das seções, recuperando-se em parte o greide da ponte e aliviando as tensões de contato no dente Gerber, aumentando-se dessa forma a vida residual da estrutura.

Uma licitação, cujo edital era de maio de 2024, destinada a contratar uma empresa para realizar obras na estrutura da ponte, fracassou.

Além da perda de vidas humanas, a queda do vão central da ponte JK provocou e tem provocado diversos outros problemas, a seguir apresentados.

2.1 Danos ambientais e socioeconômicos

Em consequência da queda dos caminhões que transportavam produtos perigosos, há sérios riscos com relação ao uso da água do rio para o abastecimento da população, para a pesca e para a irrigação, em decorrência do risco de rompimento dos recipientes daquelas substâncias, ainda submersos. Do ponto de vista ambiental, o desastre pode provocar consequências nefastas para a biodiversidade local, afetando as espécies de peixes e a fauna aquática do rio.

Houve a recomendação da suspensão temporária da captação de água para abastecimento da população em uma longa extensão do rio. Os impactos desses danos e ameaças alcançam a população de 19 municípios (10 no estado do Tocantins e 9 no estado do Maranhão) situados a jusante do local da ponte até a confluência com o Rio Araguaia, que possuem uma população superior a 480.000 habitantes, conforme mostra a Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Municípios localizados a jusante do local da ponte e respectivas populações

ESTADO	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO (habitantes)
TOCANTINS	Aguiarnópolis	4.497
	Carrasco Bonito	3.318
	Esperantina	7.530
	Itaguatins	5.172
	Maurilândia do Tocantins	3.095
	Praia Norte	9.044
	Sampaio	4.215
	São Miguel do Tocantins	13.241
	São Sebastião do Tocantins	4.100
	Tocantinópolis	22.615
	SOMA 1 (TO)	**76.827**
MARANHÃO	Campestre do Maranhão	12.301
	Cidelândia	12.878
	Estreito	33.294
	Governador Edison Lobão (*)	18.411
	Imperatriz	273.110
	Porto Franco	23.903
	Ribamar Fiquene	7.420
	São Pedro da Água Branca	14.338
	Vila Nova dos Martírios	10.362
	SOMA 2 (MA)	**406.017**
SOMA 1 + SOMA 2 (TO + MA)		**482.844**

Fonte: IBGE (2022).

(*) Em função de plebiscito realizado com a população local, o município de Governador Edison Lobão passou a ser denominado Ribeirãozinho do Maranhão.

2.2 Prejuízos ao comércio e à circulação de pessoas e mercadorias

Desde a data de ocorrência do sinistro, a circulação de pessoas e mercadorias naquela região tem sido seriamente prejudicada.

Observa-se que o local da ponte é um importante entroncamento rodoviário das rodovias BR-226 (que se entronca mais adiante com a BR-153), BR-010 (Belém – Brasília), BR-230 (a Transamazônica, que liga Natal/RN a Lábrea/AM), além das rodovias estaduais TO-126 e MA-138.

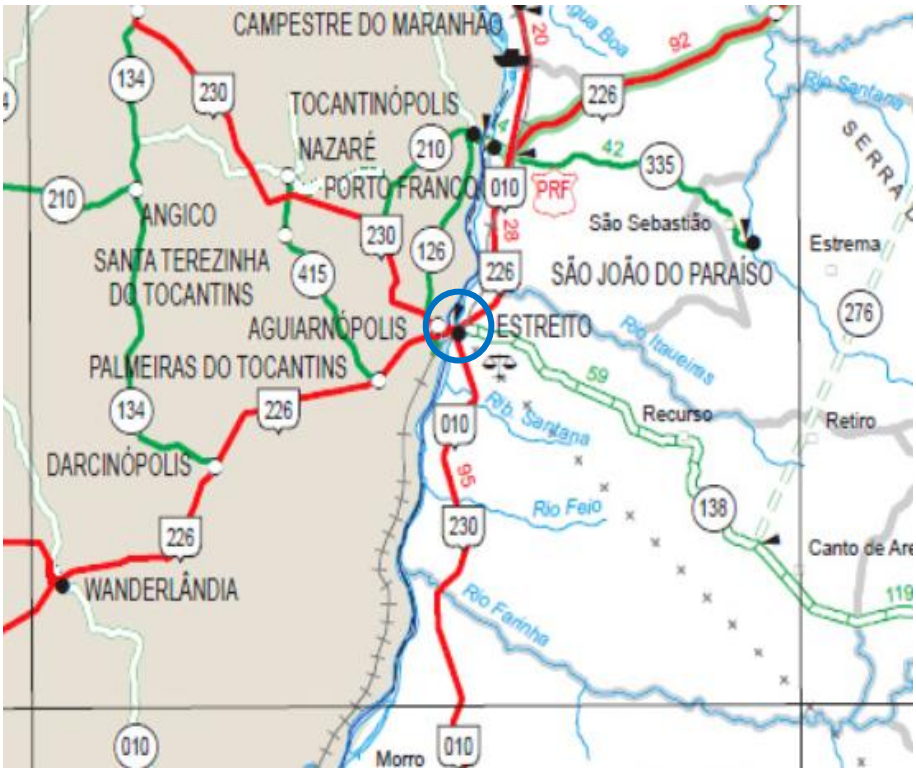

Figura 1 - Localização da Ponte JK.

Todos os estabelecimentos comerciais como hotéis, restaurantes, lanchonetes e postos de combustíveis estão amargando prejuízos com a queda do movimento. Os caminhões que circulavam pela Ponte JK, impossibilitados de seguir viagem pela BR-226, necessitam realizar longos percursos para que possam chegar aos seus destinos. Assim, toda a logística da região está impactada negativamente. Devido ao colapso da Ponte JK, o DNIT está divulgando, em sua página na internet, rotas alternativas para a travessia do Rio Tocantins em Imperatriz/MA, que fica a cerca de 125 km ao norte de Estreito, onde há uma ponte que liga os estados do Maranhão e Tocantins. Ou seja, a simples travessia de uma margem para outra do Rio Tocantins, no local da ponte sinistrada, está agora exigindo um percurso da ordem de 250 km.

Para tentar minorar o problema no local da ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira, o DNIT está providenciando o início da operação da travessia do Rio Tocantins entre Aguiarnópolis e Estreito por meio de balsas, apenas para o transporte gratuito de pedestres e veículos de pequeno porte (carros de passeio, ambulâncias e caminhonetes). Porém, mesmo essa providência exige a execução dos acessos e dos atracadouros para possibilitar a operação das balsas, além de providências administrativas e burocráticas, a exemplo da necessidade de outorga junto à Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ para que o serviço possa ser iniciado. Enquanto isso, a população sofre...

2.3 Tempo de duração dos transtornos causados

O DNIT está providenciando a contratação emergencial da construção de uma nova ponte sobre o Rio Tocantins, aproximadamente no mesmo local da anterior, com um investimento previsto de R$ 171.969.000,00, e um prazo de construção estimado em 1 ano. Enquanto isso, a população estará amargando os efeitos da não existência da ponte. A possibilidade de construção de uma nova ponte provisória para atendimento mais imediato não foi sequer cogitada.

A nova ponte terá um comprimento de 630 metros (100 metros mais extensa), com um vão livre de 150 metros e uma largura de 19 metros (7 metros a mais que a anterior).

3. POSSÍVEIS CAUSAS DO COLAPSO DA PONTE

Algumas das possíveis causas que contribuíram para a queda do vão central da ponte JK estão a seguir enunciadas.

3.1 Ausência de uma política efetiva de manutenção preventiva e corretiva das pontes no Brasil

Não obstante as inspeções que são realizadas pelo DNIT nas pontes sob sua responsabilidade, as recomendações delas provenientes não surtem os efeitos desejados por razões as mais diversas, entre as quais a falta de recursos, a burocracia que trava as providências e a inexistência de tecnologias modernas para o monitoramento das OAEs. Acrescente-se a tudo isso a ausência de prioridades efetivas para a destinação dos recursos públicos no País (as emendas parlamentares, por exemplo, consomem muitos recursos sem que se tenha uma clareza quanto à importância dos benefícios que elas venham a proporcionar).

Como a quantidade de pontes nas rodovias federais é muito elevada e elas não têm a manutenção devida, o que dizer daquelas localizadas nas cidades e em rodovias estaduais e municipais em número muitíssimo maior?

SANTOS et al. (2024), com base no levantamento inicial do Banco de Dados das Pontes Brasileiras - BDPB, estimou em 113.168 a quantidade de pontes existentes no País, que se aproxima do número de 120.000 proposto por Timerman (TIMERMAN, 2018 apud MACIEL et al., 2021).

MENDES (2009) apud DRUN e SOUZA (2018) destaca a elevada idade média das pontes localizadas nas rodovias brasileiras, 70% delas com idade superior a 30 anos. Combinada essa idade elevada com a ausência de uma política de manutenção preventiva, surgem as patologias que se manifestam de várias maneiras, a saber, fissurações por esforços de flexão, esmagamento, cisalhamento, torção e tração (MASCARENHAS et al., 2019).

3.2 Excesso de peso dos eixos dos veículos

Não obstante haver, desde 1961, legislação que estabelece o limite máximo permitido para o peso dos eixos dos veículos rodoviários no Brasil, a fiscalização é praticamente inexistente, em especial a partir de 1999, quando o governo federal cedeu a exigências feitas por caminhoneiros para cessar um movimento paredista. Entre as exigências absurdamente atendidas, estava o fechamento dos postos de pesagem.

MOREIRA, M. G. V. P. (2005) apud MOREIRA, M. R. P. (2021) apresentou um exaustivo levantamento sobre a legislação brasileira acerca dos limites máximos de carga dos eixos e dos veículos rodoviários desde o Decreto nº 50.903, de 03 de julho de 1961, conhecido como Lei da Balança, o primeiro dispositivo legal adotado no Brasil para o estabelecimento do peso máximo permissível dos eixos dos veículos para a circulação nas vias públicas.

Inexiste hoje no Brasil uma política sistemática de pesagem de eixos dos veículos, com exceções apenas em algumas rodovias concessionadas. LAPENDA et al. (2020) mostram os resultados de uma pesquisa realizada na rodovia PE-090 (sob gestão pública), entre os municípios de Carpina e Limoeiro, resumidos a seguir na Tabela 2 para o subtrecho entre Surubim e Toritama, em Pernambuco.

Tabela 2 - Cargas máximas permitidas e cargas constatadas na rodovia PE-090, entre Surubim e Toritama

TIPO DE EIXO	CARGA MÁXIMA PERMITIDA (t)	CARGA CONSTATADA (t)
ESRS	6,0	18,8
ESRD	10,0	22,5
ETD	17,0	29,9
ETT	25,5	41,8

ESRS= eixo simples de rodas simples; ESRD= eixo simples de rodas duplas; ETD= eixo tandem duplo; ETT= eixo tandem triplo.

Este exemplo da rodovia PE-090 reflete o panorama geral nas rodovias brasileiras. A distorção da matriz de transporte brasileira, pela qual o modo rodoviário participa com cerca de 65% das cargas transportadas no País, o ferroviário com 15%, a navegação de cabotagem com 11%, o hidroviário com 5%, o dutoviário com 4% e o aeroviário com um percentual insignificante (próximo de zero) (dados de 2015) (EPL, 2018), sobrecarrega as rodovias no País com excesso de peso que causa danos às OAEs, à estrutura dos pavimentos e causa muitos acidentes (sinistros), mortes e sequelas, nas rodovias.

Segundo MENDES (2009), de 5.620 pontes por ele analisadas em rodovias brasileiras, em cerca de 90% os trens-tipo utilizados para o dimensionamento foram os de 240 kN e 360 kN, enquanto o trem-tipo de 450 kN em menos de 10%, o que não guarda compatibilidade com as características dos pesados veículos que atualmente circulam nas rodovias do País, em especial para o transporte da safra de grãos.

No mesmo diapasão, VALENTE (2024) destaca que as pontes e os viadutos no Brasil, em sua maioria construídos entre os anos 50 e 70, foram dimensionados com base nos trens-tipo TB-24 e TB-36, que preveem cargas de respectivamente 24 toneladas (~240 kN) e 36 toneladas (~360 kN), as quais estão abaixo das necessidades do que se observa atualmente nas rodovias brasileiras. As cargas atuais exigem estruturas capazes de suportar o trem-tipo TB-45.

3.3 Aumento dos volumes de tráfego nas rodovias brasileiras

Devido à mesma questão da matriz de transporte brasileira, já explicada, as rodovias ficam sobrecarregadas, tanto no peso das cargas transportadas quanto na intensidade dos volumes de tráfego. A malha ferroviária brasileira, com uma extensão total apenas da ordem de 30.000 quilômetros, não atende, por ser muito exígua, às necessidades de deslocamento de vários tipos de carga, cujas características de grande volume (ou peso) e grandes distâncias de transporte, não recomendam que sejam transportadas por rodovias. Mas, infelizmente, é isso o que acontece.

Nos últimos anos, a frota de veículos comerciais (caminhões e ônibus) no País tem crescido a uma taxa média geométrica de 4,1% ao ano, superior mesmo à da frota total de veículos automotores (3,5% ao ano), de acordo com informações disponíveis na SENATRAN (Secretaria Nacional de Trânsito do Ministério dos Transportes) ilustradas nos dois gráficos a seguir. Ambas são taxas de crescimento muito elevadas.

É evidente que esse aumento da frota de veículos, associado à necessidade de maior circulação da produção para o atendimento das demandas crescentes decorrentes do crescimento populacional, leva a um aumento dos volumes de tráfego nas rodovias, o que sobrecarrega as estruturas das OAEs.

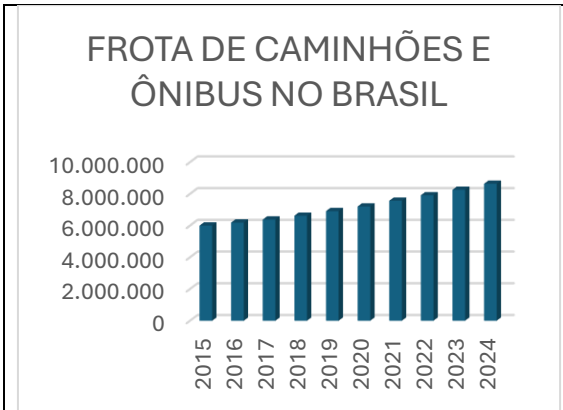

Gráfico 1 - Evolução da frota de veículos comerciais no Brasil. Fonte: SENATRAN.

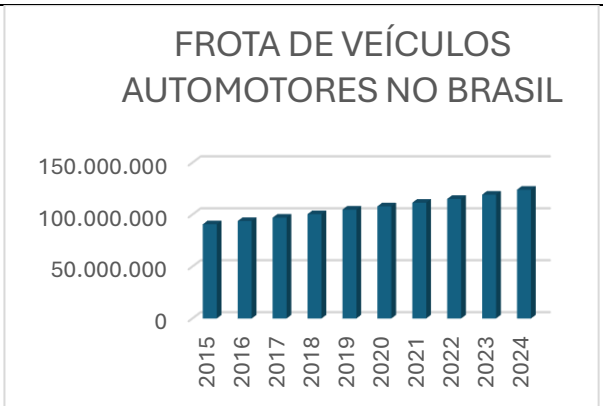

Gráfico 2 - Evolução da frota de veículos automotores no Brasil. Fonte: SENATRAN.

4. POSICIONAMENTO DA ACADEMIA NACIONAL DE ENGENHARIA DIANTE DO PROBLEMA

Em face do exposto, o episódio do colapso da Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira deve servir de alerta para as autoridades deste País: 14 vidas humanas ceifadas (esse número deve ser maior, em face da quantidade de desaparecidos), quase meio milhão de pessoas afetadas em seu cotidiano (recomendações para que a água do rio não seja utilizada para consumo, pesca e irrigação), caos na logística da região (rotas alternativas que envolvem distâncias de até cerca de 250 quilômetros simplesmente para passar de um lado para o outro do rio no local da ponte avariada), perdas financeiras para a população local, além dos dispêndios para a construção de uma nova ponte.

Os números aqui apresentados mostram a real dimensão do problema: somente nas rodovias federais, mais de 720 pontes ameaçadas, em situação ruim ou crítica, com sérios riscos de virem a ruir. Mas esse número representa apenas a "ponta do iceberg", considerando que a quantidade de pontes administradas pelo DNIT corresponde a pouco mais de 5% do total estimado de pontes existentes no País.

O que ocorreu com a Ponte Juscelino Kubitschek de Oliveira pode se repetir com uma imensa quantidade de pontes, viadutos e passarelas de toda natureza espalhadas pelo País: federais, estaduais, municipais, urbanas, rodoviárias, ferroviárias... Enfim, o infausto acontecimento é a crônica de uma tragédia anunciada! Inspeções apontaram os problemas estruturais da ponte, porém as providências quanto às recomendações não chegaram a ser adotadas por incompreensíveis razões aqui mencionadas.

As recomendações da Academia Nacional de Engenharia sobre o que deve ser feito estão a seguir indicadas. São pontos sobre os quais é possível ter governança.

a) Adoção de uma política efetiva de manutenção preventiva e corretiva das pontes no Brasil.
   Esta providência depende fundamentalmente de alguns pontos importantes: o primeiro deles, por óbvio, é a alocação de recursos específicos para essa finalidade. Para isso, é indispensável rever a destinação de recursos públicos para que possam atender aos reais interesses da população. Com a elevadíssima carga tributária, parece claro que recursos existem. O que falta é destiná-los, de fato, aos fins a que deveriam servir. O segundo é o uso de tecnologias modernas, digitais, para o monitoramento das estruturas das OAEs. O terceiro é a necessidade de formação de mão de obra especializada para o atendimento das metas de manutenção desejadas, tanto a preventiva quanto a corretiva.

Importante destacar que, para algumas OAEs de maior demanda, uma alternativa seria considerar a participação da iniciativa privada na sua manutenção por meio de concessões.

b) Retomada das pesagens sistemáticas dos eixos dos veículos nas rodovias brasileiras.

Urge que os postos de pesagem nas rodovias brasileiras sejam restabelecidos em sua plenitude para possibilitar o controle do peso dos eixos dos veículos e, assim, evitar os danos sobre as estruturas das OAEs, dos pavimentos e eliminar muitos dos acidentes que ocorrem devidos a essas sobrecargas. É inadmissível imaginar que a atual situação permaneça! Desde 1961, há legislação a esse respeito no Brasil, porém infelizmente é letra morta, pois fiscalizações sistemáticas inexistem, salvo nas rodovias concessionadas, nas quais a concessionária exige que as pesagens sejam realizadas, posto que os danos nas OAEs e nos pavimentos, caso ocorram, serão de sua responsabilidade. As providências sobre este item dependem apenas da vontade política de fazer, visto que a lei já existe e deveria simplesmente ser cumprida.

REFERÊNCIAS

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES - CNT (2024). *Pesquisa CNT de Rodovias 2024*.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT (2020). *Relatório do Anteprojeto de Recuperação, Reforço e Reabilitação de OAE sobre o Rio Tocantins, nas Rodovias BR-226/TO e BR-230/TO*.

DRUN, A. G. e SOUZA, R. A. de (2018). *Comparação Entre os Veículos de Carga Atuais e o Trem-Tipo Recomendado Pela NBR 7188.*

EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA S.A. - EPL (2018). *Plano Nacional de Logística PNL - 2025*.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE (2022). *Censo Demográfico 2022*.

LAPENDA et al. (2020). *Análise do peso dos eixos dos veículos que circulam na PE-090 e a sua influência sobre a vida útil do pavimento.* Orientador: Prof. Mauricio Renato Pina Moreira. Monografia do Curso de Especialização em Projeto e Construção de Rodovias (Universidade Católica de Pernambuco).

MACIEL, F. de F. et al. (2021). *Structural monitoring in road works using the RTK / NTRIP technique: Data analysis, development and implementation of a posicional alert system*. Research Society and Development.

MASCARENHAS, F. J. R. et al. (2019). *Patologias e inspeção de pontes em concreto armado: estudo de caso da ponte Governador Magalhães Pinto*. ENGEVISTA, maio 2019.

MENDES, P. de T. (2009). *Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo (USP).

MOREIRA, M. G. V. P. (2005). *Excesso de Carga nas Rodovias de Pernambuco e o seu Efeito na Vida Útil dos Pavimentos*. Escola Politécnica de Pernambuco (Monografia de Curso de Especialização em Engenharia Rodoviária).

MOREIRA, M. R. P. (2021). *Sistemas BRT e pavimentos: a necessidade de uma visão holística na gestão das infraestruturas*. Tese de Doutorado, UFPE.

SANTOS et al. (2014). *Panorama Geral das Pontes Rodoviárias Brasileiras*. Anais do 65º Congresso Brasileiro do Concreto. IBRACON, Maceió.

SILVA, M. B. da e MELO, R. A. de (2021). *Condições de Pontes Rodoviárias: Cenário, Diagnóstico e Manutenção*. XII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas (Congresso Virtual). ABECE/ABPE.

SILVA, T. et al. (2021). *Metodologia de Avaliação de Inspeções em Obras de Arte Especiais das Rodovias sob Administração Federal*. XII Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas (Congresso Virtual). ABECE/ABPE.

VALENTE, J. A. (2024). *O desafio das pontes e viadutos no Brasil: diagnóstico e soluções para o futuro*. Agência iNFRA.