

Contribuições sobre Inspeções em Pontes e Viadutos Conforme NBR 9452:2016 – Vistoria de Pontes, Viadutos e Passarelas de Concreto

Rafael Barreto Castelo da Cruz¹

Flávio Aguiar da Silva²

Pamella Leal Cavalcante³

Rodrigo Raeder Martins Pacheco⁴

Rodrigo Ribeiro dos Santos⁵

Resumo

Com a expectativa de incorporação de critérios oriundos da bibliografia associada à requisitos propostos a especialistas com vistas a elementos ligados a patologia das estruturas emergiu a revisão da NBR 9452 (2016) (Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento). Essa revisão, dentre outros quesitos, propõe um método para realização de vistorias e inspeções de pontes e viadutos de concreto. Tendo por base a revisão, consequente estruturação da norma, esse trabalho analisa os aspectos que podem alterar significativamente o processo. Esta análise pretende avaliar se a norma, bem como seu processo de inspeção e diagnóstico, agrega, de fato, elementos oriundos da bibliografia publicada nos últimos anos, e ainda se reflete aplicações práticas de profissionais atuantes nessa área. Dessa forma, este trabalho propõe tornar evidente as principais características ancoradas à norma, e assim mostrar os principais itens que agregue aos tipos de inspeções de Obras de Artes, tendo como base para a fundamentação teórica normas utilizadas pelos órgãos federal e estadual para vistorias de Pontes e Viadutos Nacionais. Espera-se que os resultados e diagnósticos deste processo permitam cobrir possíveis desvios (ou elementos insuficientes) nos processos de inspeção e diagnósticos decorrentes da NBR 9456 (2016), DNIT-010 (2004), ARTESP (2007). Para consolidação desse objetivo, este trabalho de lastro exploratório será construído associando elementos normalizados do Brasil por meio de revisão bibliográfica e ainda contribuindo em um fichamento e análise comparativa das respectivas normas.

Palavras-chave: Pontes e Viadutos, Vistorias e Inspeções, NBR 9452:2016.

1 Introdução

No Brasil há atualmente, pontes de diversos tipos e materiais; sendo diariamente utilizadas por pessoas que desejam chegar a seus destinos, porém, o que a maioria não sabem é que para conservar essas obras-de-arte é necessário uso de vistorias, para assegurar que estejam em condições de utilização (VITÓRIO, 2008).

Os principais textos normativos utilizados hoje no Brasil são a DNIT 010 (2004) e a mais recente NBR 9452 (2016), que auxiliam os profissionais na realização dessas tão importantes técnicas empregadas

nas estruturas de concreto, para assim buscar atingir uma maior durabilidade e vida útil das Obras de Arte Especiais (OAE).

A inspeção tem como finalidade apontar o estado geral da OAE, detalhando suas reais condições de utilização e as necessidades de reparos. Em uma inspeção a partir de amostras e resultados obtidos, poderá limitar a capacidade de carga de uma ponte ou até de sugerir a interdição da mesma (ECOPONTES, 2016).

Segundo PINI (2011) é comum encontrar em pontes, pontilhões, viadutos e passarelas, que não recebem atenção preventiva, problemas como oxidação

1 MSc. em Engenharia Civil e Docente do Curso de Engenharia Civil da Universidade São Judas Tadeu – USJT – São Paulo – SP, Brasil. Prof.rafaelcruz@usjt.br

2,3,4,5 Graduandos em Engenharia Civil na Universidade São Judas Tadeu – USJT – São Paulo – SP, Brasil.

das armaduras, carbonatação, fadiga entre outras manifestações que corroboram diretamente a depreciação da durabilidade ou do desempenho.

Contudo esse fenômeno não é exclusivo da realidade brasileira, Vitório (2015), aponta que o envelhecimento das obras de infraestrutura, é um problema mundial e deve merecer atenção especial pelo fato de estar diretamente relacionado à mobilidade e à segurança da população.

Vitório (2015) destaca que merece preocupação a grande quantidade de recursos necessários para recuperar, reforçar ou substituir obras antigas que não estejam mais atendendo aos requisitos de estabilidade e funcionalidade.

Aproximadamente oito em cada dez pontes de concreto brasileiras, com devido registro da data de sua construção, foram construídas antes de 1984 segundo pesquisa de Mendes (2009). Aliada à gestão deficiente do Poder Público no monitoramento das condições dessas obras e da sua manutenção, tornou-se emergente a necessidade de execução de obras de reforço dessas estruturas (CALIXTO e OLIVEIRA, 2014).

2 Referências Normativas sobre Inspeções de Pontes

Para garantir o desempenho e a durabilidade das OAE ao longo tempo, são realizados métodos de manutenções preventivas das obras de arte para ter o acompanhamento da vida útil das obras, e dessa forma conseguir prevenir o surgimento de futuras patologias e anomalias.

Para caracterização e identificação desses aspectos são realizados tipos de inspeções em OAE ao longo de suas etapas de operação, onde faz-se coleta de dados e levantamento de laudos técnicos com as características da vida útil das OAE essas coletas são realizadas com visitas técnicas e recuperação de históricos de obra.

Dessa forma este trabalho usará como base às normas estaduais paulista e federais. As normas estudadas são: **i.)** NORMA DNIT 010 (2004) – Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento (utilizada vias federais); **ii.)** NBR 9452: vistorias de pontes e viadutos de concreto: procedimento, e suas respectivas revisões (1986, 2012 e 2016); **iii.)** Agência de Transporte do Estado de São Paulo (ARTESP) Revisão 01 (2007), (utilizada para vias estaduais paulistas).

2.1 Tipos de Inspeções Realizadas em OAE

Procedimentos de inspeção são realizados para

avaliar, verificar e manter a integridade das Obras de Artes, onde ao longo do seu tempo de operação são realizadas verificações para conseguir manter seus aspectos estruturais, funcionais e de durabilidade, e devem ser aplicadas suas devidas inspeções conforme a necessidade encontrada nas suas OAE ARTESP (2007).

As normas analisadas neste trabalho contemplam procedimentos para cada tipo de inspeção, onde cada uma auxilia o inspetor a avaliar os elementos fundamentais para garantir a integridade, durabilidade e vida útil da OAE.

Dessa forma a descrição e identificação dos tipos de vistorias, é tratada de forma especificada nas referências: **i.)** ARTESP (2007) – inspeções descritas são: Inspeção Cadastral, Inspeção Rotineira e Inspeção Especial; **ii.)** NBR 9452 (1986) – Inspeções descritas são: Inspeção Cadastral, Inspeção Rotineira e Inspeção Especial; **iii.)** NBR 9452 (2012) – Inspeções descritas são: Inspeção Cadastral, Inspeção Rotineira e Inspeção Especial; **iv.)** NBR 9452 (2016) – inspeções descritas são: Inspeção Cadastral, Inspeção Rotineira, Inspeção Especial e Inspeção Extraordinária, além da Inspeção Subaquática e **v.)** Norma DNIT 010 (2004): inspeções descritas são: Inspeção Cadastral, Inspeção Rotineira, Inspeção Extraordinária, Inspeção Intermediária e Inspeção Especial

2.1.1 Inspeção Cadastral

A NBR 9452 (2016) descreve que deve ser realizada a primeira vistoria após a conclusão e término de uma OAE, ou até mesmo quando houver mudança em sua estrutura ou integrar um sistema de monitoramento e acompanhamento viário, dessa forma depois de realizada a inspeção, onde são evidenciados, nos relatórios de vistorias, as eventuais anomalias e deficiências da OAE seguindo os parâmetros de durabilidade, estrutural e funcional, posteriormente levantando sua caracterização faz-se sua classificação, e assim determinada a periodicidade, e quais tipos, de inspeções serão necessários para suas devidas manutenções.

Já pela norma da ARTESP (2007) a OAE é imposta por uma vistoria de cadastro inicial e de diagnóstico inicial sobre o estado da OAE, onde são levantados os aspectos patológicos, elementos de terapia e sobre o estado de funcionamento e de urgência de uma inspeção.

Em contrapartida pela norma DNIT 010 (2004), descreve o mesmo conceito das demais normas, porém apenas evidencia em relação aos seus aspectos estruturais e distribuindo suas devidas características nos demais tipos de vistorias que contempla.

2.1.2 Inspeção Rotineira

Ao longo do tempo para se manter a integridade, as manutenções periódicas e preventivas das OAE são realizadas as Inspeções Rotineiras, onde após a primeira vistoria realizada (Cadastral), dependendo das análises evidenciadas pelas vistorias anteriores, faz-se o acompanhamento das OAE vistoriando-as periodicamente, para manter sua vida útil, integridade e garantir a segurança.

A norma ARTESP (2007) descreve “que é o mais imediato recurso para colher informações sobre o comportamento das OAE”. Esse tipo de inspeção se trata da rotineira estabelecida, dentre outros elementos, por acompanhar o desempenho durante e após sua construção, além do controle e registro de qualidade da OAE. As normas DNIT 010 (2004) e NBR 9452 (2016) descrevem o que é uma inspeção de acompanhamento periódico, onde se deve verificar a evolução das anomalias já observadas em inspeções anteriores. Porém, a NBR 9452 (2016) estipula um tempo máximo de vistoria rotineira no máximo um ano, e a DNIT 010 (2004) diz que deve ser realizada no máximo dois anos.

As inspeções rotineiras são, em via de regra, visuais nos trechos de interesse, onde os dados novos ou já relacionados na ficha cadastral são avaliados e evidenciados. Em circunstâncias alarmantes e em casos que o desenvolvimento da anomalia está acelerado, pode ser exigida a inspeção especial, na qual todos dados são registrados por relatórios fotográficos e preenchimento da ficha rotineira, conforme contido na NBR 9452 (2016).

2.1.3 Inspeção Especial

Conforme realizado, o acompanhamento periódico das OAE possibilita determinar e identificar a necessidade na Obra de Arte de uma intervenção ou até mesmo uma inspeção mais detalhada, isso se dará por meio da classificação obtida, e assim se poderá determinar a necessidade de uma inspeção especial. Conforme a NBR 9452 (2016) descreve, ela pode ser antecipada quando seus parâmetros estruturais e de durabilidade apresentarem classificação abaixo do esperado, e assim o projetar e avaliar as condições das OAE, e dessa forma definir a melhor ação a ser tomada (Intervenção, Reestruturação e Demolição).

Apresenta, ainda, que deve ser realizada uma inspeção especial com periodicidade a cada cinco anos, podendo ser postergada até oito anos quando apresentar boas condições de durabilidade e vida útil, conforme NBR 9452 (2016).

Pela norma ARTESP (2007) denomina-se inspeção especial toda aquela que resultado de ações de curto prazos, além de ter uma periodicidade de cinco anos. É uma inspeção mais precisa e detalhada na qual devem ser evidenciadas todas as anomalias, e possíveis terapias. Não diferente da norma DNIT 010 (2004), que apresenta as mesmas características citadas anteriormente, além de evidenciar ocasiões especiais ocorridas por cargas móveis (colisões, sobrecarga, etc).

Dessa forma tem-se que as três normas relatam que a inspeção especial é uma verificação mais criteriosa que os demais tipos. Entretanto, deve-se levar em conta que esse tipo de inspeção ocorre após análises e registros das inspeções relacionadas anteriormente (Rotineira e Cadastral), as quais possibilitam o domínio e conhecimento do histórico de patologias e anomalias, que podem vir a causar danos as OAE e que devem ser estudadas mais a fundo para se identificar e solucionar tais problema.

Pode-se concluir que ambas as normas utilizam a inspeção especial como um vistoria minuciosa, onde consegue avaliar a verdadeira condição da OAE, sendo todo processo realizado com equipamentos especializados, testes laboratoriais e coleta de amostras para estudos. Todos os dados são relacionados com vistorias fotográficos com preenchimento de relatórios e elaborando laudos com as respectivas terapias, da mesma forma que se deve gerar gráficos e formular um diagnóstico e prognóstico de toda a estrutura para futura intervenção ou reestruturação.

2.1.4 Inspeção extraordinária

Conforme a NBR 9452 (2016) e DNIT 010/2004-PRO (2004) esse tipo de inspeção não é programada, só é realizada quando há casos que necessitam medidas emergenciais, ou solicitar uma medida excepcional na estrutura devida às interferências humanas ou ambientais, catástrofes da natureza, impactos de veículos ou até mesmo quando há a necessidade de uma vistoria mais detalhada em um ponto ou trecho específico da OAE.

Pela norma DNIT 010 (2004) há ênfase sobre ao tipo e tamanho de dano sofrido, requisitando intervenção ou a necessidade de limitar a quantidade de veículos, a magnitude da carga transportada, culminando na limitação de carga ou até mesmo a intervenção da OAE.

Em contrapartida a norma da ARTESP (2007) apenas apresenta os três tipos de inspeções, ou seja, se ocorrer um fato emergencial se faz uma inspeção especial, não se tem uma inspeção ou procedimento tal evento.

2.1.5 Inspeção Intermediária

Inspeção especificada apenas pela norma do DNIT 010 (2004), que aponta a necessidade de se realizar esse tipo de inspeção para monitorar uma deficiência suspeitada ou já detectada para as OAE que necessitam de inspeções mais cuidadosas. É realizada em novos tipos estruturais, novos detalhes ainda não testados, que podem ser suscetíveis a problemas em sua estrutura ou no conjunto que a apoia. As demais normas relatam brevemente sobre casos desse tipo, porém, não evidenciam tal assunto.

3 Relação entre os Tipos de Inspeções

A partir dos tipos de vistorias que englobam em cada norma de inspeção de pontes e viadutos, foi elaborado um fluxo, destacado na Figura 1, para evidenciar as etapas, e suas relações para cada vistoria, de cada normativa e verificar quais seriam possíveis contribuições expressas que agregaram elementos na revisão da NBR 9452 (2016).

Esse esquema de fluxo, conforme Figura 1, mostra todas as etapas de vistoria de pontes e viadutos contemplando todos os processos e atividades que devem ser considerados para melhor acompanhamento e manter a vida útil da OAE.

As normas da ARTESP (2007) e NBR 9452 (2016), dizem que os parâmetros estruturais são aqueles relacionados à segurança estrutural das OAE, ou seja, referentes à estabilidade e à capacidade resistente, sob o critério de seus estados limites último e de utilização conforme NBR 6118. A norma DNIT 010 (2004) descreve que os parâmetros estruturais devem ser levantados de forma direta pelas vistorias envolvidas.

Dessa forma conclui-se que para a parte estrutural das OAE todas as normativas estudadas sempre se preocuparam com seus aspectos estruturais, pois é a parte fundamental da Obra, assim todas as normas apresentadas identificam e avaliam os quesitos principais de uma obra de Arte Especial (vigas, pilares, fundações, entre outras).

Em relação aos parâmetros funcionais se pode dizer que nas normas NBR 9452 (2016), ARTESP (2007) e DNIT 010 (2004) descrevem que todos os aspectos que estão diretamente relacionados aos fins que se destinam, deve conter todos os requisitos geométricos adequados para as OAE: como visibilidade, gabaritos verticais e horizontais íntegros, e além de proporcionar conforto e segurança aos seus usuários.

Todas as características das OAE diretamente associadas à vida útil, onde toda anomalia associada à durabilidade que acaba afetando diretamente o tempo

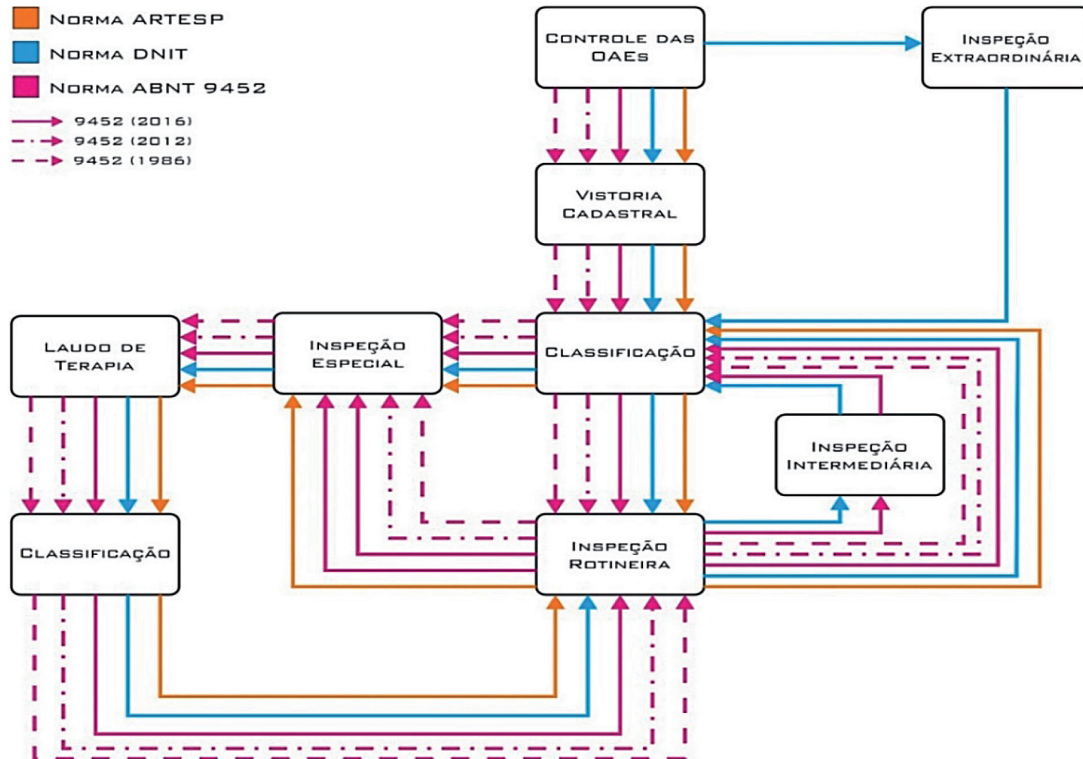


Figura 1 – Fluxo de relação entre as inspeções em Obras de Arte Especiais. – Fonte: os autores (2017).

estimado de suas funções de serviço tem-se que essas são as características apresentadas por parâmetros de durabilidade evidenciados pelas Normas de Inspeções de Pontes ARTESP (2007), NBR 9452 (2016) e DNIT 010 (2004).

4 Resultados da Análise dos Elementos Normativos

A compilação dos dados levantados com revisão bibliográfica e sistematização em quadros, e de acordo

como referencial normativo, foram enfatizados três tipos de inspeções, sendo essas, inspeção cadastral, inspeção rotineira e inspeção especial.

Os quadros comparativos foram constituídos a partir das fichas e/ou relatórios das inspeções das normas relatadas neste trabalho, sendo essas, a norma 9452 (e suas revisões), a norma da ARTESP (2007) e a norma do DNIT 010 (2004).

A partir da análise das fichas de inspeções foram construídos quadros comparativos com todos os itens relevantes das normas instituídas neste estudo, para facilitar o entendimento dos itens abordados no decorrer de cada inspeção contida nas normas.

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO CADASTRAL		NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016	
CADASTRO	Documentos	Projetos	x	x		
		Especificações	x	x		
		As Built		x		
		Histórico de Ensaios realizados		x		
		Registro de recuperação		x		
		Historico de acidentes		x		
	Identificação e localização	Via ou município	x	x	x	x
		Obra	x	x	x	x
		Ano da construção	x		x	x
		Trem-tipo	x			x
		Sentido		x	x	x
		Localização (km ou endereço)	x	x		x
		Projetista	x		x	x
		Construtor	x		x	x

Figura 2 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO CADASTRAL		NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016
REGISTRO DE ANOMALIAS	Elementos estruturais	Superestrutura		x	x
		Mesoestrutura		x	x
		Infraestrutura			x
		Aparelhos de apoio		x	x
		Juntas de dilatação		x	x
		Encontros		x	x
		Outros elementos			x
	Elementos da pista ou funcionais	Pavimento		x	x
		Acostamento e refúgio		x	x
		Drenagem		x	x
		Guarda - corpos		x	x
		Barreira de concreto / Defesa metálica		x	x
	Outros elementos	Taludes		x	x
		Iluminação		x	x
		Sinalização		x	x
		Gabaritos		x	x
		Proteção de pilares		x	x
	Informações complementares e recomendações de terapia			x	x
Classificação da OAE (Seção 5)	Estrutural		x	x	
	Funcional		x	x	
	Durabilidade		x	x	
	Justificativa			x	
	Croquis	x	x		x
	Planta do tabuleiro				x
	Corte Longitudinal	x			x
	Corte Transversal	x			x
	Detalhes adicionais	x			x
	Levantamento fotográfico (no mínimo oito fotografias)	x	x	x	x
Plano geral de prioridades de recuperação da obra			x		

Figura 3 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

A primeira inspeção a ser abordada será a cadastral. O quadro representativo, apresentado na Figura 2, o qual mostra o comparativo abordando os documentos necessários no cadastro e sua identificação e localização da OAE, podendo ressaltar, a localização, via ou município e tipo de obra, entre outras.

Essa norma também cita os elementos funcionais da estrutura que os quais são analisados nas normas em estudos. Neles estão contidos elementos condizentes com a funcionalidade da ponte ou viaduto, sendo assim, componentes que ao apresentarem defeitos não afetam diretamente o colapso total ou parcial da ponte (Figura 3).

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO CADASTRAL			NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016
CADASTRO	Características funcionais	Exemplo: Informar se a região é plana, ondulada ou montanhosa, traçado em tangente ou curvo, escondidade, rampa)	x	x	x	x
		Número de faixas	x	x	x	x
		Largura da faixa	x	x	x	x
		Acostamento	x			x
		Largura do acostamento	x			x
		Refúgios				x
		Largura do refúgio				x
		Passeio	x		x	x
		Largura do Passeio				x
		Barreira Rígida	x		x	x
		Guarda-corpo			x	x
		Pavimento (asfáltico, concreto)	x		x	x
		Drenos	x		x	x
		Pingadeiras	x			x
		Gabarito Vertical do viaduto	x			x
		Gabarito Horizontal do Viaduto	x			
		Gabarito navegável de ponte	x			x
		Proteção dos pilares contra embarcação	x			
Frequencia de passagem de carga	x			x		

Figura 4 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO CADASTRAL			NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016
CADASTRO	Características da estrutura	Comprimento total	x	x	x	x
		Largura total	x	x	x	x
		Largura útil	x		x	x
		Sistema construtivo	x			x
		natureza da transposição	x			x
		Material	x		x	x
		Seção Tipo	x			x
		Longitudinal (superestrutura)	x	x	x	x
		Mesoestrutura	x		x	x
		Transversal (superestrutura)			x	x
		Infraestrutura	x		x	x
		Número de vãos	x	x	x	x
		Comprimento do vão típico	x		x	x
		Número de apoios	x			x
		Tipos do aparelho de apoio	x			
		Comprimento do maior vão	x			x
		Número de pilares por apoio	x	x	x	x
		Altura dos pilares	x		x	x
		Aparelhos de apoio (Quantidade e tipo)	x			x
		Juntas de dilatação (Quantidade e tipo)	x	x	x	x
		Encontros	x			x
		Desnível max entre greide e terreno	x			
		altura de lamina d'agua	x			
		Meio ambiente agressivo	x			
		Análise de fundação em solo mole	x			
		Vibração excessiva da estrutura	x			
		Regime do rio torrencial	x			
		Possível erosão do leito	x			
Outras peculiaridades (exemplos: existência de dentes Gerber, no caso de seção celular registrar se há acesso)	x			x		

Figura 5 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

Na inspeção cadastral também são efetuados os registros de anomalias e classificação das OAE. No registro de anomalias são efetuados o levantamento de anomalias e/ou defeitos existentes na estrutura, e logo após, é executado a classificação, a partir de 3 (três) parâmetros: **i)** estrutural; **ii)** Funcional; e **iii)** Durabilidade.

No quadro da Figura 4, são mostrados comparativos entre as normas com ênfase nas suas características funcionais, podendo-se citar o número de faixas, a largura da faixa, passeio, barreira rígida, guarda-corpo, drenos, pingadeiras, tráfego de veículos, entre outros.

Também são executados os *croquis* necessários segundo a norma e levantamento fotográfico contendo

o mínimo de seis fotos na norma DNIT 010 (2004) e oito fotos nas normas 9452:2016 e na norma ARTESP (2007). No quadro da Figura 3 são descritos os itens abordados nas normas e previamente citados.

Na inspeção cadastral o próximo item abordado foram as características estruturais, que podem ser citados como exemplos, comprimento total, seção tipo, número de vãos, aparelhos de apoio, entre outros. Conforme quadro apresentado na Figura 5.

A inspeção rotineira será outro parâmetro para a análise comparativa entre as normas. Esse tipo de inspeção utiliza parâmetros da inspeção cadastral, porém, sempre alguns fatores e enfatiza a análise de anomalias e/ou defeito na estrutura. No quadro da Figura 6 estão ilustradas as informações gerais

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO ROTINEIRA			NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016
Informações Gerais	Identificação e localização	Via ou município	x	x	x	x
		Obra		x	x	x
		Sentido		x	x	x
		Localização (km ou endereço)	x	x	x	x
	Histórico das inspeções	Inicial	x	x		x
		Última rotineira	x	x		x
		Especial	x	x		x
	Comentários Gerais	Condições de estabilidade	x			
		Condições de conservação	x			
		Nível de Vibração do Tabuleiro	x			
	Descrição das intervenções executadas ou em andamento	Reparos		x	x	x
		Alargamento		x	x	x
		Reforços		x	x	x

Figura 6 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO ROTINEIRA			NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016	
Registro de manifestações patológicas	Elementos estruturais	Superestrutura	x	x	x	x	
		Mesoestrutura	x	x	x	x	
		Infraestrutura	x		x	x	
		Aparelhos de apoio	x	x		x	
		Juntas de dilatação	x	x	x	x	
		Encontros	x	x	x	x	
		Outros elementos	x		x	x	
	Elementos da pista ou funcionais	Pavimento	x	x	x	x	
		Acostamento		x	x	x	
		Drenagem		x	x	x	
		Guarda-corpos	x	x	x	x	
		Barreiras rígidas/Defensas metálicas	x	x	x	x	
	Outros elementos	Taludes		x		x	
		Iluminação		x		x	
		Sinalização	x	x		x	
		Gabaritos		x		x	
		Proteção de Pilares	x	x		x	
	Informações complementares			x	x	x	x
	Recomendações de terapia			x	x	x	x
	Classificação da OAE (Seção 5)	Estrutural		x		x	
		Durabilidade funcional			x	x	
Justificativas					x		
Levantamento fotográfico				x	x		
Plano geral de prioridades de recuperação da obra				x			
Relatório de controle das ações de conservação de rotina				x			

Figura 7 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

condizentes com os elementos da inspeção rotineira contidos nas normas em estudo.

Nesse tipo de inspeção deve ser executado o registro de anomalias patológicas e logo após, executada a classificação da OAE seguindo os mesmos parâmetros conforme a inspeção cadastral.

Os elementos abordados nas normas em estudo então contidos os quadros das Figuras 6 e 7, que mostram quais são evidências em cada norma.

A inspeção especial é outro parâmetro a ser comparado em relação as normas, pois por ser uma inspeção minuciosa e necessária a cada cinco anos ou quando ocorre uma classificação com notas baixas, utiliza a ênfase na análise das anomalias e/ou defeitos

com apresentação de parecer técnico e relatório com ações de recuperação da estrutura.

Porém, não deixando de lado as informações de localização como a rodovia ou município e sentido; descrição como comprimento total, tipos de pilares e vigas; ensaios realizados, entre outros. Nessa vistoria é importante a análise dos elementos da estrutura, sendo minuciosa nos elementos principais como vigas, tabuleiros, pilares, entre outros. Os elementos principais são classificados como itens que ao ocorrer o dano pode ocorrer o colapso total ou parcial da estrutura.

No Quadro da Figura 8, é mostrada a síntese do relatório de patologia contendo alguns dos itens citados

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO ESPECIAL				NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016	
Síntese do relatório de patologia	Descrição das anomalias	Superestrutura	Laje superior	x		x	x	
			Vigas Longarinas	x		x	x	
			Vigas Transversinas	x		x	x	
		Mesoestrutura	Vigas travessas	x		x	x	
			Aparelho de apoio	x		x	x	
			Pilares	x		x	x	
		Infraestrutura	Blocos	x		x	x	
			Fundações	x		x	x	
		Encontro	Elementos complementares	Estruturas de encontro	x		x	x
				Pavimentos , sinalização e gabaritos	x		x	x
				Passeios e guarda-corpo	x		x	x
				Barreiras rígidas/Defensas metálicas	x		x	x
				Juntas	x		x	x
				Drenagem			x	x
Síntese do relatório de terapia	Parecer Técnico		Informar as conclusões da inspeção	x	x	x	x	
	Resumo da análise estrutural (caso necessário)				x	x	x	
	Proposição de restauração e/ou reforço	A considerar : informar as medidas necessárias para a restauração ou reforço		x	x	x	x	
Plano geral de prioridades de recuperação da obra					x			
Relatório de controle de recuperação					x			
Cadastro complementar					x			

Figura 8 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

CRITÉRIOS AVALIADOS EM INSPEÇÃO ESPECIAL				NORMA DNIT 010 2004	NORMA ARTESP 2007	NORMA 9452:1986	NORMA 9452:2016
Síntese do relatório de patologia	Localização	Rodovia ou Município		x	x	x	x
		Obra			x	x	x
		Sentido			x	x	x
		Localização (km ou endereço)		x	x	x	x
	Descrição da obra	Quantidade de vãos			x	x	x
		Comprimento total			x	x	x
		Pilares			x	x	x
		Vigas			x	x	x
		Largura total			x	x	x
		Juntas de dilatação			x	x	x
		Tipologia transversal da superestrutura				x	x
		Tipologia longitudinal da superestrutural				x	x
		Classe			x		x
		Observações		x	x		x
Síntese do relatório de patologia	Ensaio realizado			x	x	x	
	Classificação da OAE(Seção 5)	Estrutural	x	x		x	
		Durabilidade		x		x	
		funcional		x		x	
	Vistoria	Data da vistoria		x	x	x	x
Recursos de aproximação empregados		x	x	x	x		

Figura 9 – Critérios avaliados em inspeção cadastral – Fonte: os autores (2017).

no parágrafo anterior, ilustrando assim os elementos contidos nas normas de estudo.

Também tem-se como estudo na inspeção especial as descrições das anomalias e a síntese de relatório de terapia, demonstrando as anomalias e indicando o parecer técnico, no qual devem estar contidas as providências a serem tomadas na estrutura para a elaboração de uma recuperação, reforço ou reabilitação. No quadro da Figura 9 são apresentados os itens contidos nas normas.

Ao se efetuar o comparativo nas bibliografias de cunho normativo também foi possível evidenciar alguns tipos de inspeções pertinentes de atenção. Como as inspeções intermediárias contidas na norma do DNIT 010 (2004) que apresenta ênfase na sua utilização para acompanhamento de possíveis anomalias e/ou defeitos, sendo também aplicado para o acompanhamento de novos métodos construtivos.

A norma DNIT 010 (2004) faz ênfase ao procedimento da inspeção por inspetores, sendo classificados como inspetores, inspetores sêniores e auxiliares, que são profissionais que tem experiência e qualificação necessária para o procedimento da inspeção e a análise coerente da estrutura.

Na norma da ARTESP (2007) pode-se enfatizar o controle de OAE novas que auxilia nas inspeções futuras, pelo fato de sua execução em conjunto com a construção da estrutura, permite um cadastramento com maior precisão e confirmação de todos os dados e informes construtivos da OAE, como exemplo, os informes de patologias apresentadas no decorrer da construção e suas ações de recuperação e/ou reforço, entre outras.

Outro elemento importante está contido na norma NBR 9452:2016 que mostra em seu Anexo E – Referência de classificação das OAE que auxilia na aplicação das notas de classificação dos elementos estruturais, mantendo-se assim uma forma padronizada das classificações.

Consecutivamente esses parâmetros se dividem em estruturais, funcionais e de durabilidade. Por fim são apresentados os elementos ou anomalias e seus possíveis problemas com suas respectivas notas de classificação da OAE.

Partindo-se da identificação do problema no elemento contido na estrutura, esse anexo tende em separar qual a importância do elemento na ponte ou viaduto, sendo assim em um elemento primário, secundário e complementar.

As inspeções intermediárias são indicadas para o acompanhamento de anomalias suspeitas ou identificadas.

Como o recalque de fundação, encontro par-

cialmente descalçado, entre outros. Conforme o item 9 da norma esse tipo de inspeção é indicado para alguns fatores nas pontes, sendo reforçado com exemplo: a) novos sistemas construtivos; b) novos detalhes ainda não testados; c) com possibilidade de apresentar problema nas fundações; d) com estruturas cuja a ruptura provoque colapso total ou parcial, entre outros.

Os relatórios das inspeções intermediárias faz o detalhamento da anomalia suspeitada ou identificada e sua evolução. As providências a serem tomadas devem constar em um relatório específico, no qual indicará o continuo ou suspensão destas inspeções.

A inspeção rotineira em comparativo com a cadastral tem *deficit* em informações cadastrais em seu formulário padrão, tendo em foco apenas as anomalias, porém não são obrigatórios o ensaio fotográfico em anexo ao formulário.

As inspeções especiais são realizadas minuciosamente, pois a sua necessidade já exige apresentar defeitos graves ou críticos, sendo assim ilustra o quadro da Figura 9, os itens abordados por essa inspeção.

A inspeção especial poderá utilizar recursos técnicos para acrescentar informações obtidas visualmente, auxiliando na decisão de reforço estrutural para abordagem a curto prazo.

As verificações da segurança da estrutura deverão ser realizadas por especialistas da área de engenharia de estrutura visando ter segurança no dimensionamento de projeto e segurança de obras existentes em operação.

Em alguns casos serão disponíveis apenas os relatórios de inspeção inicial e especial sem conter os arquivos de projeto, ou os arquivos disponibilizados que não condizem com a realidade por não representar fielmente uma obra há anos em operação, nesses casos será necessário a realização de uma estimativa de armadura, está estimativa poderá ser realizada removendo em áreas localizadas o cobrimento ou recorrendo a subsídios de ensaios de ultrassônicos, e eventualmente, de gamagrafia, ou outros recursos de detecção disponíveis.

Para a realização de alguns dos ensaios será necessário a extração de testemunho do local de interesse, sendo solicitado por especialista responsável pelo diagnóstico, sendo solicitados para auxiliar na análise de segurança, degradação dos materiais e de previsões teóricas de grandezas mensuráveis em ensaios estruturais.

Esses ensaios realizam a simulação ou sollicitação de carga móveis previamente conhecidas para obter o comportamento elástico da estrutura. Sendo realizados com a finalidade de subsidiar a decisão final sobre a necessidade ou não de reforço da estrutura.

5 Análise Comparativa dos Elementos Normativos

Na norma da ARTESP (2007) estão 58% dos itens sendo 98 itens dos itens totais, conforme mostra o no gráfico da Figura 10. Para o caso da NBR 9452, e sua versão de 1986 têm-se 49% dos itens não abordados, conforme gráfico da Figura 11.

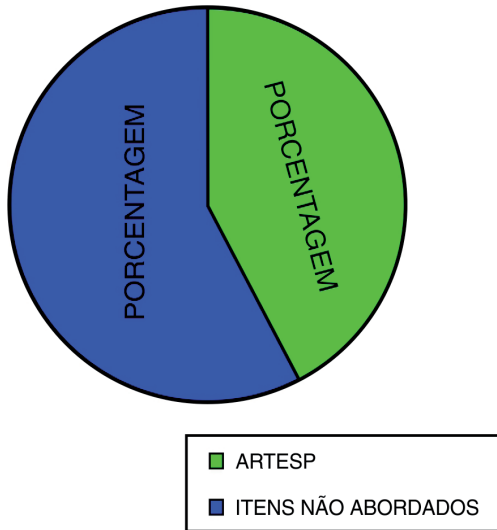


Figura 10 – Porcentagem de itens abordados na norma ARTESP (2004) – **Fonte:** os autores (2017).



Figura 11 – Porcentagem de itens abordados na norma NBR 9452: 1986 – **Fonte:** os autores (2017).

Na norma 9452:2016 mostra uma grande quantidade de itens contidos nela, apresentados 88% dos itens abordados na norma, sendo um total de 150 itens de 170 no total, mostrado no gráfico da Figura 12.

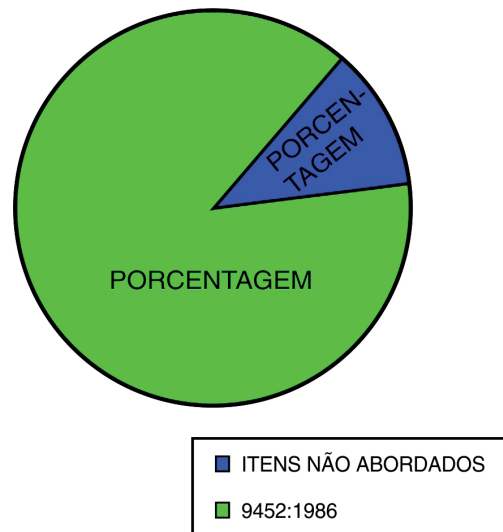


Figura 12 – Porcentagem de itens abordados na norma NBR 9452: 1986 – **Fonte:** os autores (2017).

Além do que para mostrar a eficiência da evolução da NBR 9452 perante suas respectivas revisões evidenciou que houve um acréscimo de 63 itens ao longo das suas revisões fazendo uma análise comparativa entre a revisão de 1986 e a última revisão da NBR 9452 (2016) em relação aos seus 30 anos de existência da NBR evidenciou 37% de evolução.

Em contrapartida além de destacar essa efetividade da nova revisão da NBR 9452 (2016), houve ainda uma defasagem de 11,8 % que são de grande importância e que devem ser implementados para atender todos os itens possíveis, e que irão garantir maior integridade das OAE conformes descritos na norma DNIT (2004) e ARTESP (2007).

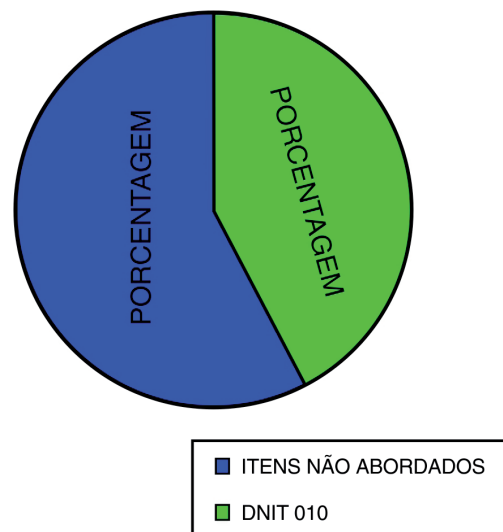


Figura 13 – Porcentagem de itens abordados na norma DNIT – **Fonte:** os autores (2017).

7 Conclusões

Cabe salientar que as inspeções Cadastrais, Rotineiras e Especiais são consenso nas normas estudadas, seja no aspecto estadual, federal, ou ainda estabelecido pela ANBT.

De forma específica a parametrização dos elementos inspecionados e dos critérios e diagnósticos, cada uma dessas normas estabelece requisitos de desempenho, os quais a norma NBR 9452 da ABNT estabelece uma escala de nota de 1 a 5 em função da condição do elemento inspecionado de crítico a excelente, com caracterização específica de durabilidade, associada à caracterização estrutural conjuntamente avaliados sobre aspecto funcional ou de uso.

Além disso associa as anomalias ao item inspecionado ao tipo de material constituinte e a tipologia construtiva. Essa norma ainda propõe um fluxograma de atividades permitindo ao profissional o enquadramento e gerenciamento do processo de inspeção seja qual for o tipo de inspeção.

A NBR 9452 em sua revisão em 2016 insere um modelo de inspeção subaquática, contudo para os demais tipos de inspeção não faz exigências específicas sobre o tempo de atuação e formação do inspetor.

A norma do DNIT010 (2004) estabelece uma caracterização análoga a NBR, contudo baseado em códigos alfa numéricos associando também o elemento inspecionado a classe e material. Também com notas de 1 a 5 avaliando a condição de instabilidade de precário a boa, com vistas a danos no elemento estrutural em suas ações corretivas.

Contudo a caracterização sobre a ótica da estrutura é idêntica a NBR 9452 (2016), mas não aborda aspectos funcionais e de durabilidade, e em contrapartida propõe medidas de acompanhamento e ações corretivas.

A norma do DNIT 010 (2004) em particular propõe que as inspeções Rotineiras no período de dois anos diferentemente do que é proposto em relação a NBR 9452 (2016) que é um ano.

Em análise ao processo de inspeção da ARTESP (2007) vale salientar que é uma obrigação aditiva as concessões de rodovias do Estado de São Paulo, e como tal no cadastramento inicial exige dentre outros elementos: o *As Built* e os resultados dos ensaios realizados.

Também diferente dos outros processos analisados faz a análise por atributos ligados a geometria, funcionalidade, estrutura, drenagem e etc. ainda propõe uma identificação e locação referenciada de fissuras.

O controle proposto pela ARTESP (2007) contribui com processos de avaliação dos guarda corpos e

defensas rígidas, aspecto qual não é avaliado nos outros processos de inspeção, cabe salientar que a geometria proposta nestes elementos é de 91 cm não consoante com a norma brasileira de acessibilidade que propõe geometria de 87 cm conforme Manual de Projeto de Obras de Artes Especiais – DNER (1996).

Também na norma da ARTESP (2007) o diagnóstico do grau de risco vai em uma escala de ruim a bom, associada ao tempo. Essa medida do grau de risco subsidia o tempo o qual a anomalia detectada deve ter processos de intervenção.

A partir dos dados coletados na revisão bibliográfica deste trabalho sobre inspeções de pontes com objetivo de avaliação da efetividade da nova revisão da NBR 9452 (2016) em pontes e viadutos evidenciando os principais aspectos que agreguem a eficácia na execução de inspeções de pontes e viadutos de concreto foi possível concluir que a efetividade uma medida quali e quantitativa, baseado principalmente no aspecto visual e eventualmente associado aos processos experimentais com vistas a preservação da durabilidade, desempenho, funcionalidade e capacidade de carga.

Cabe se salientar que a inspeção dos elementos de infraestrutura, ou seja, os elementos de fundação, por exemplo tem sua inspeção estabelecida em processo complexo pois exigem utilização de equipamentos específicos ou ensaios para caracterização destes elementos, o que não é um processo trivial.

Somente o processo da ARTESP (2007) contribui com informações ligadas aos equipamentos necessários e os requisitos de acesso para os diagnósticos dos elementos.

As revisões periódicas ainda carecem de uma melhor divulgação no que tange o período de aplicação e suas atualizações, com isso este artigo propõe como oportunidade de trabalhos futuros a inclusão e ou, revisão dos processos normatizados contemporâneos a revisão da norma de 2016.

Este trabalho limitou-se ao diagnóstico aos elementos normativos entretanto a correlação ou relação desses elementos com aspectos bibliográficos e experimentais é uma oportunidade para trabalhos futuros, em um diapasão melhor fundamentado com relação causa e efeito dos elementos.

8 Referências

ABNT-NBR 9452. Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: 1986.

ABNT-NBR 9452. Inspeção de pontes, viadutos e

passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: 2012.

ABNT-NBR 9452. Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro: 2016.

CALIXTO, J. M. F.; OLIVEIRA, C. B. L. Análise da Eficácia de Métodos de Reforço em Ponte Rodoviária de Concreto Armado – Estudo de Caso. Rio de Janeiro: CBPE, 2014.

DNIT 010. Inspeção em pontes e viadutos de concreto armado e protendido. Rio de Janeiro: [s.n.], 2004.

ARTESTP. Controle das Obras de Arte Especiais. ET-00.000.000-0-C21/002 R0. São Paulo, 2007.

ECOPONTES. Inspeção de pontes, passarelas e viadutos, 2016. Disponível em: <<http://www.ecopontes.com.br/produtos-ver/inspecao-de-ponte-passarela-viaduto/25>>. Acesso em: 14 abr. 2016.

MENDES, P. T. C. Contribuição para um Modelo de Gestão de Pontes de Concreto aplicado à Rede de Rodovias Brasileiras (Tese de Doutorado). São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2009.

PINI. Infraestrutura Urbana. PINI Revistas, 2011. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana.pini.com.br/solucoes-tecnicas/7/conservacao-de-obras-de-arte-235526-1.aspx>>. Acesso em: 06 julho 2016.

VITÓRIO, J. A. P. Avaliação do grau de risco estrutural de pontes rodoviárias de concreto. Rio de Janeiro: IBRACON, 2008.

VITÓRIO, J. A. P. Uma Contribuição ao Estudo da Avaliação da Segurança de Pontes Existentes, Rio de Janeiro, v. jul. /dez, n. . Volume 15, 2015.