

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
MAYRA LUIZA KAFFER

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE DOIS VIADUTOS
UTILIZANDO O MÉTODO DE INSPEÇÃO ROTINEIRA DE OBRAS DE ARTE
ESPECIAL**

CASCADEL – PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
MAYRA LUIZA KAFFER

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE DOIS VIADUTOS
UTILIZANDO O MÉTODO DE INSPEÇÃO ROTINEIRA DE OBRAS DE ARTE
ESPECIAL**

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Prof. Orientador: Engenheiro Civil Esp. Lincoln Salgado.

CASCADEL – PR

2017

CENTRO UNIVERSITÁRIO FAG

Mayra Luiza Kaffer

**ANÁLISE COMPARATIVA DO ESTADO DE DEGRADAÇÃO DE DOIS VIADUTOS
UTILIZANDO O MÉTODO DE INSPEÇÃO ROTINEIRA DE OBRAS DE ARTE
ESPECIAL**

Trabalho apresentado no Curso de Engenharia Civil, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil, sob orientação do Professor (a) **Engenheiro Civil Especialista Lincoln Salgado**.

BANCA EXAMINADORA


Orientador Prof. Especialista LINCOLN SALGADO
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil


Professora Mestre MARIA VÂNIA NOGUEIRA DO NASCIMENTO PERES
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheira Civil


Professor Mestre IZAN GOMES LACERDA
Centro Universitário Assis Gurgacz
Engenheiro Civil

Cascavel, 12 de junho de 2017.

AGRADECIMENTOS

No decorrer desta luta, algumas pessoas estiveram comigo e caminharam ao meu lado como soldados, afinal nenhuma batalha é vencida sozinha. Estas pessoas me estimularam e me encheram de confiança para que eu buscasse minha vitória e conquistasse meu sonho.

Agradeço primeiramente a DEUS, que me ouviu nos momentos difíceis, que me confortou e me deu forças, as quais eu nem imaginava que teria para chegar onde estou.

Agradeço aos meus pais, que em toda a minha vida estiveram ao meu lado, fornecendo apoio, compreensão e estímulos em todos os momentos.

Agradeço a minha mãe, a pessoa a qual me espelho todos os dias, um ser humano íntegro, uma mulher de força, que me ensinou a ter caráter, coragem e dignidade para enfrentar a vida. Mãe que me deixou livre para fazer as minhas escolhas e sempre esteve ao meu lado.

Não poderia deixar de fora meu companheiro Douglas Menin de Oliveira, por toda dedicação e boa vontade para me ajudar no que estivesse em seu alcance, e por todo o incentivo e apoio que recebi nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Ao Professor e Orientador Lincoln Salgado, pela paciência e pelo conhecimento transmitido no decorrer deste trabalho.

As amizades que o período da faculdade me proporcionou, especialmente ao Rafael Correa Bandeira e Betyna Rodrigues de Souza, por terem me ajudado, me incentivado e ficado ao meu lado todos esses dias que estivemos juntos.

EPÍGRAFE

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Carolina

RESUMO

Obras de arte especiais são consideradas estruturas de grande porte, sendo assim, estas estruturas necessitam de cuidados especiais. No Brasil, as avaliações das condições de pontes e viadutos são feitas de acordo com as peculiaridades de cada situação. Em geral, estas avaliações são feitas de acordo com normas específicas. Este trabalho se baseia nestas normas para inspeção de dois viadutos em uma rodovia federal brasileira, cujo intuito é identificar se as soluções propostas pelos manuais específicos estão sendo empregados nas estruturas. Após o levantamento em campo, foram apresentadas as patologias encontradas pela inspeção visual, através de um relatório fotográfico. Apresentaram-se também os resultados e classificação das estruturas, entre cinco níveis de condição das OAE, conforme os critérios adotados pelo Departamento Nacional de Infraestrutura e Transportes – DNIT, de modo a apresentar a atual condição dos viadutos estudados. Dessa forma, o estudo relata que a falta de manutenção e conservação das estruturas afeta de forma direta a vida útil das estruturas além de ocasionar riscos à segurança dos usuários.

Palavras-chave: Inspeção. Estruturas. Manutenção. Viadutos. Conservação.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Viaduto de meia encosta.....	14
Figura 2: Viaduto de acesso	15
Figura 3: Elementos constituintes das pontes segundo adotada	15
Figura 4: Ponte em viga.....	16
Figura 5: Ponte treliçada.....	17
Figura 6: Ponte em pórtico	17
Figura 7: Ponte em arco.....	17
Figura 8: Ponte pênsil; Ponte estaiada.....	17
Figura 9: Estrutura localizada na Avenida Rocha	25
Figura 10: Estrutura localizada na Rua Jacarezinho.....	26
Figura 11: Viaduto Av. Rocha Pombo	27
Figura 12: Viaduto Rua Jacarezinho	28
Figura 13: Viadutos sobre BR-467	32
Figura 14: Guarda-corpos	34
Figura 15: Desníveis na pavimentação localizados nos encontros de ambas estruturas, conforme (a), (b), (c) e (d).....	35
Figura 16: Indícios de início de corrosão de armaduras em ambas as estruturas, conforme (a) e (b)	36
Figura 17: Corrosão do elemento de fixação do poste de iluminação, conforme (a) e (b).....	36
Figura 18: Desagregação do concreto na laje em balanço.....	37
Figura 19: Pilares e aparelhos de apoios	37
Figura 20: Erosão do solo dos taludes, conforme (a) e (b).....	38
Figura 21: Apoio inadequado	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Resumo das patologias Estrutura Rua Jacarézinho	34
Quadro 2: Resumo das patologias Estrutura Avenida Rocha Pombo	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DER – Departamento de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

OAE – Obra de Arte Especial

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1.....	11
1.1	INTRODUÇÃO.....	11
1.2	OBJETIVOS.....	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
1.3	JUSTIFICATIVA.....	12
1.4	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	13
1.5	DELIMITAÇÃO DE PESQUISA.....	13
2	CAPÍTULO 2.....	14
2.1	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1.1	Tipos de pontes e viadutos	14
2.1.2	Classificação das pontes	16
2.1.3	Sistema estrutural	16
2.1.4	Patologias estruturais.....	18
2.1.4.1	Patologia em pontes de concreto armado e protendido	18
2.1.4.1.1	Fissuras	21
2.1.4.1.2	Corrosão do concreto.....	21
2.1.4.1.3	Degradação do concreto	22
2.1.4.1.4	Perda de aderência.....	22
2.1.4.1.5	Carbonatação	23
2.1.5	Inspeção de Obras de Arte Especiais.....	23
2.1.5.1	Tipos de inspeção	23
2.1.5.1.1	Inspeção Cadastral.....	23
2.1.5.1.2	Inspeção Rotineira	24
2.1.5.1.3	Vistoria Especial.....	24
2.1.5.1.4	Inspeção Extraordinaria.....	25
2.1.5.1.5	Inspeção Intermediaria	25
3	CAPÍTULO 3.....	26
3.1	METODOLOGIA.....	26
3.1.1	Tipo de estudo e local da pesquisa	26
3.1.2	Materiais e Métodos	27
3.1.3	Superestrutura.....	28

3.1.4 Fundação.....	29
3.1.5 Masoestrutura – aparelhos de apoio	30
3.1.6 Vistoria	32
4 CAPÍTULO 4.....	32
4.1 RESULTADOS E DISCUSÕES.....	32
4.1.1 Patologias encontradas	34
4.1.1.1 Guarda-corpo	34
4.1.1.2 Encontros	35
4.1.1.3 Laje	37
4.1.1.4 Pilares e Talude	37
4.1.1.5 Soluções para as falhas encontradas.....	39
4.1.1.6 Avaliação da Condição do Viaduto	41
5 CAPÍTULO 5.....	42
5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42
6 CAPÍTULO 6.....	43
6.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	43
REFERÊNCIAS	44
APÊNDICE A - FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA PREECHIDA EM CAMPO	45
ANEXO A - FICHA DE INSPEÇÃO CADASTRAL EXPEDIDA.....	49
ANEXO B - FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDIDA.....	52
ANEXO C - INSTRUÇÃO PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS DE AVALIAÇÃO.....	54

1 CAPÍTULO 1

1.1 INTRODUÇÃO

Desde o início da construção civil se observam estruturas de transposição de obstáculos com o intuito de continuidade de uma via. Estas eram executadas empiricamente, variando de acordo com a necessidade e criatividade dos executores.

Estruturas como pontes e viadutos são fundamentais para o desenvolvimento econômico de uma região, assim como para a relação humana. Estes motivos elevaram o conhecimento das técnicas de construção dessas notáveis estruturas. O desenvolvimento nas técnicas construtivas de pontes e viadutos trouxe consigo um grande aumento no volume destas estruturas, sobretudo, problemas estruturais se agregaram logo no início.

Aliada a crise ocorrida na década de 70 no Brasil, ocorreu uma estagnação em investimentos na infraestrutura rodoviária, sendo revertida apenas no século XXI. Neste período, a economia estabilizou, favorecendo investimentos e melhorias nas malhas rodoviárias nacionais (AFFONSO, 1994).

O reaquecimento econômico originou um grande aumento no fluxo de veículos nas cidades brasileiras, exigindo a construção de novas vias expressas, rodovias, ruas viadutos e pontes.

Com o acelerado crescimento da construção civil dos últimos anos, tornou-se frequente o surgimento de falhas construtivas. Assim, faz-se necessário estudos relacionados a tais patologias com o intuito de evitar complicações estruturais em rodovias, pontes e acessos urbanos, visando principalmente a qualidade da construção civil. Tudo isso gera um grande custo, se comparado aos custos se houvesse manutenção preventiva desses viadutos (LE MOS, 2005).

Para garantir maior durabilidade e um desempenho estrutural e funcional aceitáveis, as pontes e viadutos necessitam, basicamente, de uma manutenção apropriada. Essas manutenções, tanto preventivas como corretivas, são determinadas através de inspeções rotineiras, que visem detectar possíveis falhas existentes na estrutura e definir as ações de recuperação caso haja necessidade. O presente trabalho tem como finalidade demonstrar que as ações propostas com os resultados das inspeções rotineiras garantem maior longevidade às estruturas.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar o emprego dos resultados obtidos pela inspeção rotineira em dois viadutos da BR-467 no perímetro urbano de Cascavel – PR.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Demonstrar a importância da realização das ações necessárias para preservação de viadutos;
- Investigar se as inspeções rotineiras estão sendo executadas conforme manual do DNIT;
- Levantar as principais patologias encontradas;
- Indicar o método de recuperação das falhas.

1.3 JUSTIFICATIVA

Segundo Vieira (2012), atualmente a sociedade convive com um problema de tráfego nas grandes e médias cidades, devido ao aumento do fluxo de veículos ao longo dos anos. Algumas medidas a serem tomadas para diluir o fluxo intenso de veículos é a construção de novas vias e viadutos para atender a demanda atual. A construção de viadutos em meio urbano envolve algumas peculiaridades, entre elas, a manutenção das estruturas. Diante destas peculiaridades, algumas análises referentes à manutenção de viadutos urbanos serão apresentadas neste trabalho.

Uma obra de arte especial requer cuidados, tanto para execução quanto para prolongar sua utilização. Para isso, torna-se necessária a manutenção rotineira das estruturas, a qual é recomendada pelos órgãos normativos que tangem o setor específico da engenharia. No entanto, é possível verificar notícias referentes à falta de cuidados e desleixo, desde a fase de projetos e execução dessas obras até à aplicação de manutenção, em especial, os viadutos.

A falta de manutenção das estruturas em meio urbano pode colocar em risco a vida dos usuários destas estruturas. Por este motivo, optou-se por analisar as principais patologias nos viadutos em questão, procurando salientar a importância da prevenção para segurança e, também, para evitar gastos financeiros desnecessários oriundos de falta de aplicação de métodos de conservação.

1.4 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

É de grande importância que a inspeção de pontes e viadutos sejam realizadas e as ações corretivas apontadas por estas inspeções sejam executadas, a fim de garantir longevidade e segurança aos usuários desses dispositivos, contudo, os métodos de inspeções rotineiras estão sendo empregados em conformidade com as prerrogativas do manual de inspeção de pontes rodoviárias (DNIT), e estas inspeções fornecem o real subsídio para a elaboração de medidas corretivas destas estruturas?

1.5 DELIMITAÇÃO DE PESQUISA

O conteúdo aqui visto aplica-se a pontes rodoviárias de concreto armado. Pontes ferroviárias, pontes metálicas e especiais não serão abordadas, porém muitos conceitos aqui vistos aplicam-se as mesmas de modo geral.

Limita-se à pesquisa ao emprego dos métodos de inspeção rotineira para análise de dois viadutos situados no perímetro urbano de Cascavel – PR, na BR-467, mais especificamente o viaduto da Rua Jacarezinho e também o viaduto da Avenida Rocha Pombo. Comparando os dados encontrados com os resultados obtidos pelo órgão responsável e verificando se houve algum tipo de reparação, e se as medidas tomadas são suficientes para garantir a durabilidade das estruturas analisadas. Dentre os procedimentos para realização da inspeção, está presente a limpeza de alguns pontos das estruturas para avaliação de eventuais fissuras, corrosões ou outros defeitos encobertos. No entanto, este procedimento não poderá ser realizado.

2 CAPÍTULO 2

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

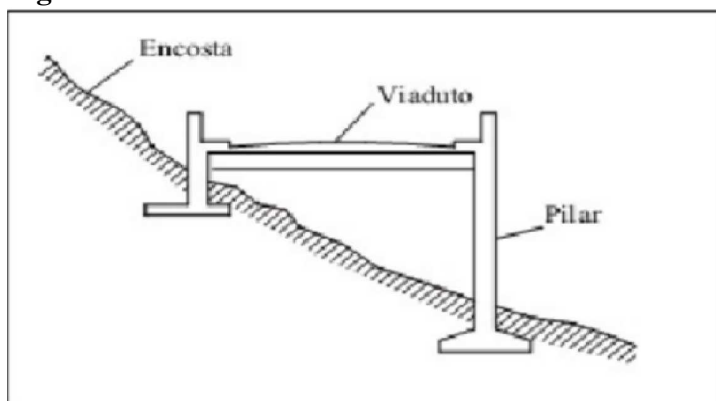
2.1.1 Tipos de pontes e viadutos

Pontes ou viadutos são utilizados para dar continuidade a vias transpondo vales, rios, braços de mar, entre outros, constituídos ou não por água. Quando há transposição de água, comumente a estrutura é denominada de ponte, e denominam-se viadutos quando há transposição sobre leito seco (PFEIL, 1983). Esta é uma definição ampla, porém são encontradas classificações técnicas em literaturas, onde as pontes são definidas de acordo com o aspecto do traçado, seção transversal, obstáculo transposto, número de vãos, matérias constituintes, natureza do tráfego, entre outros.

Os viadutos podem ter outras designações como as seguintes:

Viaduto de meia encosta – encontrados em encostas com o objetivo de suavizar a movimentação do solo (Figura 1) em encostas íngremes ou, também, para uso de muro de arrimo.

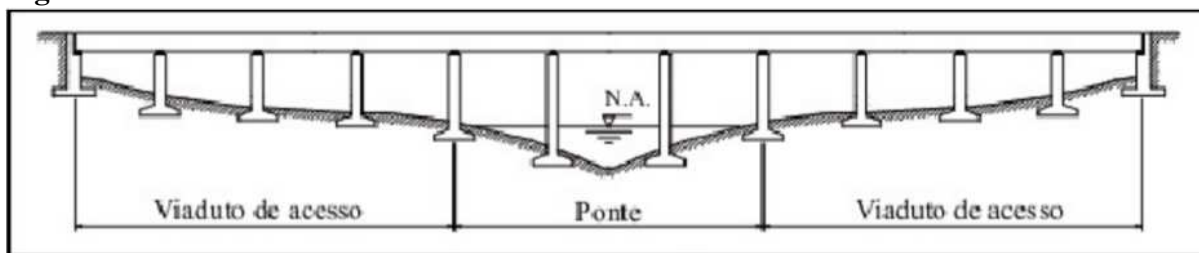
Figura 1: Viaduto de meia encosta



Fonte: Takeya (2009)

Viadutos de acesso: interligam uma via a um viaduto, uma ponte, conforme Figura 2.

Figura 2: Viaduto de acesso

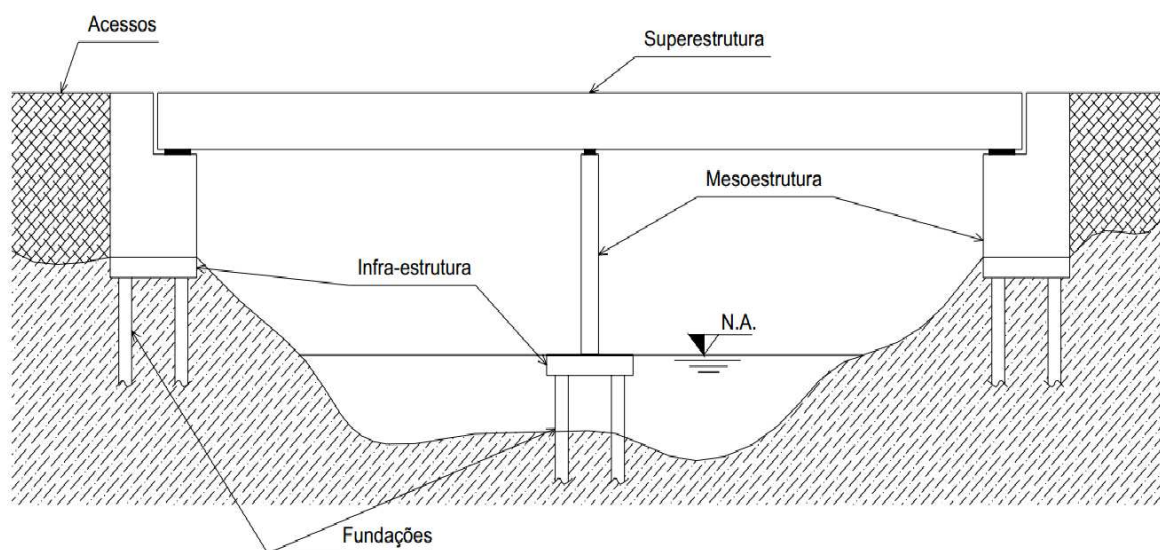


Fonte: Takeya (2009)

Segundo Leonhardt (1979), as estruturas de pontes são divididas em superestrutura e infraestrutura. Na superestrutura se encontram o tabuleiro, vigas principais e secundárias. Pilares e apoios fazem parte da infraestrutura.

Nesta pesquisa, a nomenclatura utilizada segue a classificação segundo Manson (1977) e Pfeil (1983), os quais dividem a estrutura em três grupos: superestrutura, mesoestrutura e infraestrutura (Figura 3).

Figura 3: Elementos constituintes das pontes



Fonte: Manson (1977)

Entende-se como superestrutura a parte da ponte designada a vencer o obstáculo. É dividida em longarinas e transversinas (estrutura principal) e tabuleiro ou estrado composto por laje (que recebem as ações das cargas).

Os elementos da mesoestrutura estão situados na região intermediária da ponte. Estes elementos são os pilares com função de suporte sem a finalidade de arrimar o solo, e o encontro, o qual tem função de arrimar o solo e suportar a ponte, assim como aparelhos de apoio.

Como infraestrutura, entende-se todos os elementos de fundação, os quais transferem as cargas absorvidas ao solo.

2.1.2 Classificação das pontes

Segundo Vasconcelos (1993), a classificação das pontes depende do tipo estrutural e pelo modo de funcionamento da estrutura, como os carregamentos são transmitidos aos pilares e dos pilares às fundações.

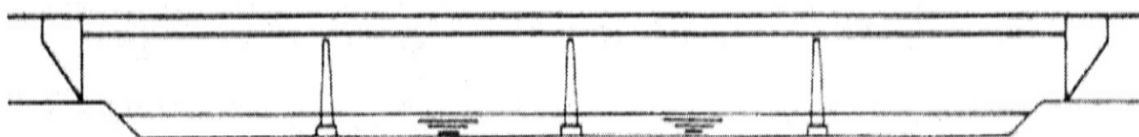
A classificação segundo a natureza do tráfego engloba pontes rodoviárias, ferroviárias, passarelas, aerovias, canais e mistas. As estruturas analisadas são para o tráfego de veículos e pedestres.

2.1.3 Sistema estrutural

Os principais sistemas estruturais segundo Pinho e Bellei (2007) são os seguintes:

Ponte em viga: podem ser em seções constantes ou variáveis e apresentam vigas isostáticas ou hiperestáticas, dispostas em formas retangulares, conforme Figura 4, T, L invertido ou caixão. Em pontes metálicas, comumente, utiliza-se viga I, e pontes de madeira apresentam vigas em formato circular (madeira roliça).

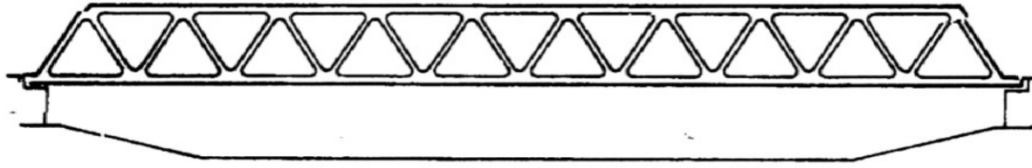
Figura 4: Ponte em viga



Fonte: Debs; Takeya (2003)

a) Ponte treliçada: geralmente executada em aço ou madeira (Figura 5).

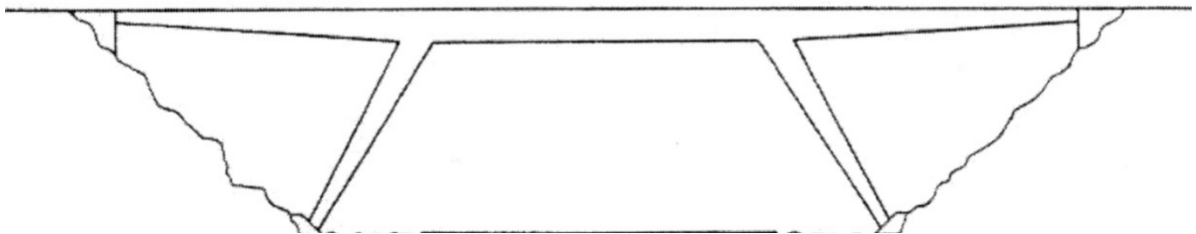
Figura 5: Ponte treliçada



Fonte: Debs; Takeya (2003)

b) Ponte em pórtico: este sistema é utilizado para diminuir os vãos da viga reta, Figura 6.

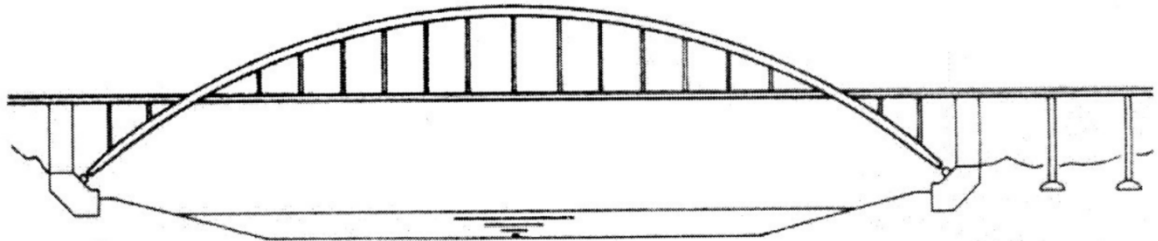
Figura 6: Ponte em pórtico



Fonte: Debs; Takeya (2003)

c) Ponte em arco: estruturas que suportam esforços normais de compressão, agindo concomitantemente com momentos fletores, porém não necessariamente (Figura 7).

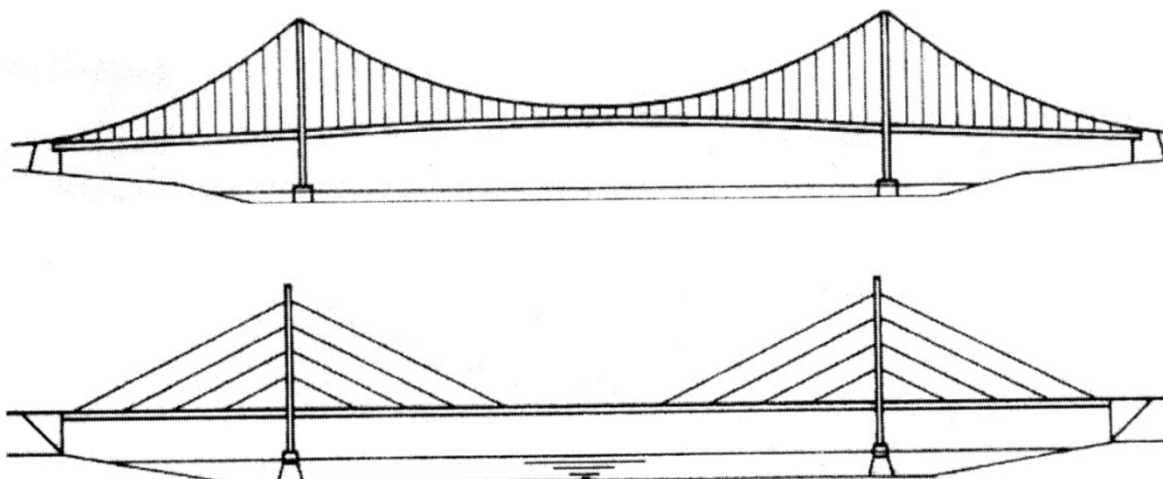
Figura 7: Ponte em arco



Fonte: Debs; Takeya (2003)

d) Ponte suspensas (pênseis e estaiadas, Figura 8): são utilizadas para médios e grandes vãos, superando facilmente vãos maiores que 1000m. De acordo com Wittfont (1984), este tipo de estrutura começou a ser utilizada por Astecas e Incas na América do Sul, onde suas travessias se davam através de cipós e cordas. No Brasil, a estrutura estaiada mais lembrada é a ponte Otavio Frias de Oliveira, na cidade de São Paulo, a qual foi inaugurada em 2008.

Figura 8: Ponte pênsil; Ponte estaiada



Fonte: Debs; Takeya (2003)

2.1.4 Patologias estruturais

Segundo Helene e Terzian (1992), ao longo dos anos, a comunidade científica tem apresentado um grande feito para o setor da construção civil. Com o desenvolvimento de novos materiais com excelente desempenho estrutural e arquitetônico, foi possível atender as grandes demandas de obras de artes especiais para o substancial aumento de veículos em todo o mundo.

Neste contexto, a comunidade científica apresenta cada vez mais inovações com o objetivo de proporcionar técnicas e soluções, tanto para questões de resistência mecânica como nas questões econômicas e sustentáveis.

Contudo, apesar do grande avanço observado na construção de obras de arte especiais, nenhum material ou técnica executiva é tão bom que possa proporcionar duração eterna às estruturas. Por este motivo, há um campo de pesquisa na Engenharia de Estruturas que estuda necessariamente as patologias apresentadas nesses elementos estruturais.

A Engenharia Civil no ramo das Patologias Estruturais tem se aprimorado cada dia mais para solucionar problemas relacionados à patologia, tais como origens, forma de manifestação, resultados e métodos corretivos.

2.1.4.1 Patologia em pontes de concreto armado e protendido

Dentre vários fatores que influenciam o comportamento de estruturas em concreto armado e protendido, a qualidade do material é de extrema importância para que haja maior

resistência e durabilidade. De acordo com Helene e Terzian (1992), o material deve ser definido utilizando parâmetros estabelecidos em normas para uma correta estimativa de dados. A qualidade de certo produto é avaliada conforme sua adequação as normas referentes.

Conforme o Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários – IPR 744/2010, os elementos base para elaboração do concreto são: cimento, água, agregados, e alguns aditivos podem ser incorporados para melhorar ou induzir certas propriedades.

O cimento mais utilizado para construção de pontes é o Portland, que por definição é um aglomerante hidráulico composto de uma mistura de clínquer Portland e gesso, sendo o clínquer um produto da queima de uma mistura adequada de calcário com argila, em fornos rotativos. Os cimentos Portland normatizados pela ABNT são o Comum, o de Alto-Forno, o Composto, o Pozolânico, o de Alta Resistência Inicial, o Resistente a Sulfatos e o de Baixo Calor de Hidratação, devendo ser utilizado aquele que melhor proporcionar as propriedades desejadas.

O segundo ingrediente do concreto é a água. Basicamente toda a água pode ser utilizada para a elaboração do concreto, porém, deve-se evitar águas com gosto ou cheiro forte. A contaminação da água pode gerar resultados insatisfatórios na mistura.

Os agregados respondem por 75% do volume da mistura do concreto normal. Estes devem possuir algumas características fundamentais para que se obtenha um concreto resistente e durável, com boa resistência a brasão e a intempéries, estabilidade química, textura não porosa e granulometria uniforme.

Outro composto desta mistura é o ar, que imerso em pequenas quantidades e de forma uniforme, provoca um aumento na durabilidade, reduz a fissuração e aumenta a trabalhabilidade do composto.

De acordo com Pfeil (1980), protensão pode ser definida de maneira a se incorporar na estrutura um estado prévio de tensões, a fim de melhorar sua resistência ou seu comportamento sob diversas condições de cargas.

Esse tipo de sistema estrutural apresenta grandes vantagens: reduz ou elimina as zonas de tração do concreto, permite a utilização de peças mais leves, menores deformações nas peças protendidas, reduz-se o número de armaduras passivas, etc.

Contudo, os dois sistemas construtivos estão sujeitos a degradação natural, porém várias causas podem acelerar o processo de degradação das estruturas, em particular as pontes.

As patologias são consequências da ação de diversos fatores causadores, intrínsecos – os quais as causas das deteriorações estão inerentes a própria estrutura - e fatores extrínsecos – os quais as deteriorações ocorrem de fora para dentro ao longo da concepção ou da vida útil da

estrutura. A seguir, estão relacionadas as principais patologias encontradas em estruturas de concreto armado e protendido.

2.1.4.1.1 Fissuras

Conforme NBR 6118/2010 – Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento, as fissurações no concreto armado são inevitáveis devido à baixa resistência do concreto a tração. Nas estruturas com armaduras ativas (concreto protendido), também podem haver fissuras, porém com menor incidência.

Contudo, a presença de fissuração com aberturas que se enquadrem nos limites impostos pela NBR 6118/2010, onde haja estrutura bem projetada, construídas e submetidas as cargas conforme normatização, não simbolizam menor durabilidade ou perda de resistência, no que se refere aos seus estados limites últimos.

Pode-se definir fissura como sendo uma fratura linear no concreto, estendendo-se parcialmente ou completamente ao longo do elemento, e são classificadas de acordo com a Tabela 13.3 da NBR 6118/2010 que apresenta as Exigências de Durabilidade Relacionadas a Fissuração e à Proteção da Armadura. A tabela classifica as fissuras de acordo com o tipo de concreto estrutural, classe de agressividade ambiental e tipo de protensão.

Ainda conforme a norma NBR 6118/2010, as fissuras são classificadas de acordo com o tamanho de sua abertura, sendo capilares, médias ou grandes, onde se ultrapassarem os 0,5mm, são classificadas como trincas. Fissuras capilares não reduzem a capacidade da estrutura; as médias e grandes devem ser mapeadas em seu comprimento e largura, tendo orientação de sua locação no elemento fissurado.

Diversas são as causas desta patologia, as principais são: cura incompleta, retração, expansão, variações de temperaturas, ataques químicos, excesso de carga, erros de projeto, erros de execução, recalques, entre outros.

2.1.4.1.2 Corrosão do aço

A corrosão da armadura é a patologia mais comum verificada nas estruturas. A razão predominante se dá por conta dos ambientes agressivos, alta porosidade do concreto, capilaridade elevada, grande concentração de fissuras, dentre outros.

Segundo Tokudome (2009), a corrosão do CA pode ser classificada de várias maneiras. A corrosão uniforme ou generalizada são resultantes de carbonatação, que é o resultado de uma reação química que afeta o *pH* da estrutura e pode reduzir a durabilidade da estrutura. A corrosão localizada ocorre por conta de cloretos ou sulfatos.

A presença de agentes como os sulfatos, cloretos, nitritos, dióxido de carbono, gás sulfídrico, fuligem, entre outros, presentes no concreto tendem a acelerar o processo de corrosão da armadura.

A corrosão é caracterizada pela diminuição da área de aço, podendo levar a estrutura à ruína. Segundo a NBR 6118/2010, a melhor forma de combate à corrosão é o cuidado na produção do concreto, respeitando os cobrimentos mínimos estabelecidos pela norma citada.

2.1.4.1.3 Desagregação do concreto

O manual 744 – DNIT afirma que esta patologia está associada a existência de um ataque químico, e quando acontece, o cimento perde suas características aglomerantes, deixando os agregados livres. A desagregação ocorre na superfície dos elementos de concreto, caracterizado pela mudança de colocação, seguido de fissuração e aumento nas aberturas das fissuras. Devido aos aumentos do volume de concreto, ocorre a desintegração da massa de concreto, onde seus componentes perdem a coesão e se desintegram.

As principais causas da desagregação são: a presença de sulfatos e cloretos, a utilização de cimento inadequado para as características do meio ambiente, pode ser relação com aditivos aceleradores de pega com excesso de cloreto, dentre outras.

2.1.4.1.4 Perda de aderência

Conforme o manual 744 – DNIT, perdas de aderência são verificadas quando há existência de dois concretos com idades diferentes, neste caso ocorre pela falta de tratamento adequado da superfície do concreto existente, ou entre concreto e armadura, onde pode ocorrer a corrosão do aço ou pela desintegração do concreto.

2.1.4.1.5 Carbonatação

É a transformação dos elementos do cimento hidratado em carbonatos, por ação do gás carbônico. Esta patologia pode provocar a redução de alcalinidade das soluções presentes nos poros ao redor das armaduras, reduzindo a estabilidade química da capa protetora do aço, facilitando o início da corrosão da armadura e com isto o aparecimento de fissuras, segundo manual 744 – DNIT.

As fissuras possibilitam maior absorção de umidade, formando as chamadas eflorescências, que nada mais é que a combinação do carbonato de cálcio, extraído da pasta do cimento com outros carbonatos e compostos de cloretos, de acordo com o mesmo manual citado acima.

2.1.5 Inspeção de Obras de Arte Especiais

A Norma do DNIT (2004) apresta cinco tipos de inspeções. O principal objetivo de inspeções em estruturas de pontes e viadutos é verificar a segurança quanto à capacidade portante e a perspectiva de longevidade da estrutura. Em uma inspeção, no quesito segurança, é avaliado o coeficiente de segurança, mensurando as ações, as quais a estrutura é submetida. Já no quesito durabilidade, há necessidade de garantir a proteção contra ações do meio ambiente, físicas e químicas.

2.1.5.1 Tipos de inspeção

2.1.5.1.1 Inspeção Cadastral

Do projeto à obra finalizada, esta inspeção tem por finalidade fazer o levantamento de toda a documentação relativa bem como todas as informações construtivas da obra. É neste tipo de inspeção que constam todas as alterações realizadas na obra, como alargamentos, extensão da estrutura em um todo, reforços ou qualquer mudança no sistema estrutural. Essa inspeção

possui um grande acervo fotográfico, preenchimento da Ficha Cadastral e cronograma de modificações.

Para realização desta inspeção é necessário coletar alguns dados:

Os elementos de projeto, topográficos, geotécnicos, hidrológicos e outros; O detalhamento do projeto e sua respectiva aprovação pelo proprietário da obra; Memoriais justificativos, descritivo e de cálculo; Planos de trabalho de fundações, cimbramentos, concretagens, descimbramentos e desformas; Os relatórios de fiscalização e/ou supervisão da obra; O contrato de construção e o termo de recebimento da obra; O contrato de fiscalização ou de supervisão da obra; Os registros de controle de execução das fundações; As referências topográficas, deixadas na estrutura, para controle de deformações a longo prazo; O final do período de garantia. (DNIT, 2004).

2.1.5.1.2 Inspeção Rotineira

Conforme a Norma do DNIT (2004), esta inspeção é realizada em curtos períodos de tempo, com intervalos programados de acordo com a norma vigente, em geral a cada dois anos. Esta inspeção tem por objetivo constatar qualquer anomalia em crescimento que não tenha sido relatada na inspeção cadastral ou na última inspeção rotineira. Esta vistoria é realizada visualmente, contendo também um grande acervo fotográfico.

Verifica-se a estrutura, diretamente, do terreno ou do nível d'água, utilizando equipamentos somente quando for de extrema necessidade. As inspeções rotineiras ficarão registradas através de acervo fotográfico e também pelo preenchimento da Ficha de Inspeção Rotineira. No caso de inexistência da Inspeção Cadastral, a primeira Inspeção Rotineira tornar-se-á Inspeção Cadastral, seguindo os procedimentos já especificados.

2.1.5.1.3 Vistoria Especial

São realizadas em intervalos máximos de 5 anos, em pontes de grandes portes, reconhecidas como excepcionais. Estas obras de arte especiais têm seu sistema estrutural diferenciado ou são classificadas como estruturas problemáticas.

As Inspeções Especiais devem ser realizadas quando:

A Inspeção Cadastral ou a Inspeção Rotineira revelar defeitos graves ou críticos na estrutura da obra; Em pontes que se distinguem por seu formato ou complexidade em intervalos regulares e não ultrapassando o período de cinco anos e em substituição às

Inspeções Rotineiras; Em ocasiões especiais, como antes e durante a passagem de cargas excepcionais. (DNIT, 2004).

Neste tipo de vistoria há necessidade de um relatório descrevendo minuciosamente cada detalhe, além do acervo fotográfico de cada etapa da vistoria.

2.1.5.1.4 Inspeção Extraordinária

De acordo com a Norma do DNIT (2004), esta inspeção é realizada a qualquer momento, sem qualquer programação antecipada. É realizada sempre que houver algum defeito na estrutura, o qual tenha sido ocasionado por meios natural ou humano. Esta inspeção deve ser realizada por profissionais capacitados, assim como todas as outras, que deverão citar as soluções, como interdição total ou parcial da estrutura, além de solicitar outros tipos de inspeções.

A descrição detalhada do incidente que exigiu a Inspeção Extraordinária, assim como as soluções, devem estar documentadas e fotografadas, constando em relatórios específicos.

2.1.5.1.5 Inspeção intermediária

Segundo a Norma do DNIT (2004), este tipo de inspeção é utilizado para acompanhamento de falhas detectadas em outro tipo de inspeção realizada anteriormente. O acompanhamento é necessário para análise da progressão destas falhas. Desde que o objetivo desta inspeção seja perfeitamente determinado, não é necessário que seja realizada por um inspetor.

3 CAPÍTULO 3

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Tipo de estudo e local da pesquisa

Segundo Gil (1996, p. 45), existem três formas de classificar uma pesquisa: pesquisas exploratórias, descritivas e explicativas. Tendo em vista a natureza deste trabalho, pode-se classificá-lo como pesquisa exploratória. Envolvendo levantamento bibliográfico e fotográfico, e análise de documentos existentes, tratando-se do assunto, o autor ainda afirma que essas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, a fim de torná-lo mais explícito e propício à construção de hipóteses.

Trata-se de uma comparação de dados e resultados, obtidos através de uma inspeção rotineira com informações existentes que estão em posse do órgão responsável, neste caso, Departamento de Estradas e Rodagem do Paraná – DER. A coleta de dados foi realizada na área urbana de Cascavel – PR, as informações coletadas são referentes a dois viadutos da BR-467. Uma das estruturas analisada transpõe a BR-467 sobre a Rua Jacarezinho e a outra transpõe a Avenida Rocha Pombo sobre a BR-467.

Nas Figuras 9 e 10, as estruturas estão identificadas por imagens de satélite.

Figura 9: Estrutura localizada na Avenida Rocha



Fonte: Google Earth (2017)

Figura 10: Estrutura localizada na Rua Jacarezinho



Fonte: Google Earth, (2017)

3.1.2 Materiais e Métodos

Inicialmente, a pesquisa parte do entendimento teórico existente sobre pontes e viadutos, seus sistemas construtivos e principais patologias, recorrendo a teses e a normas dos órgãos responsáveis por esses tipos de estruturas.

Para o sucesso da inspeção o planejamento foi fundamental. Foi de grande importância dados já existentes referentes às estruturas, tais como: informes construtivos, complexidade e tamanho da estrutura, e outros documentos que estejam disponíveis.

Para a coleta de dados em campo, foi realizada uma inspeção preliminar, que Granato (2002) define como sendo uma etapa que consiste em determinar o histórico da estrutura de forma visual, verificando a necessidade de intervenção imediata nas patologias. Com a coleta de dados em campo é possível estimar as possíveis causas e consequências do aparecimento das patologias e os danos que elas representam às estruturas. O autor ressalta que é de grande importância a elaboração de uma ficha para apontamento das falhas e observações, e ressalta a importância da coleta de informações no local da estrutura, pois o meio em que a estrutura está inserida pode ser o causador de todas as manifestações patológicas.

No caso deste trabalho, como se trata de obra de arte especial, já existe um manual de inspeção, onde constam todas as fichas para apontamentos e o método de execução da inspeção.

Para auxiliar na inspeção visual e no levantamento de dados das estruturas, utilizaram-se alguns equipamentos:

- 1) Trena (40m laser) – para levantamento das dimensões e elaboração de croquis;
- 2) Câmera fotográfica – registro de todas as características, patologias e aspectos gerais;
- 3) Fichas de Inspeção Cadastral e Rotineira apresentada nos Anexos A e B;
- 4) Prancheta – para ajudar no preenchimento das fichas de inspeção.

Nesta inspeção, foram examinadas todas as partes da estrutura que estão relacionadas nos próximos subitens.

3.1.3 Caracterização do objeto de estudo

Os viadutos apresentados neste trabalho possuem características semelhantes, onde a principal característica entre eles é a transposição sobre a BR-467. Na Figura 11, pode-se observar o viaduto da Av. Rocha Pombo, o qual possui 40 metros de comprimento por 22 metros de largura.

Figura 11: Viaduto Av. Rocha Pombo



Fonte: Autor (2017)

Na Figura 11, pôde-se observar que a estrutura possui pista dupla, ou seja, com duas faixas de rolagem para cada sentido de circulação. Cada faixa possui 4,15 metros e nenhuma das vias possui acostamento.

A Figura 12 mostra o viaduto da Rua Jacarezinho, com 43 metros de comprimento por 15 metros de largura, possui faixas simples de duplo sentido.

Figura 12: Viaduto Rua Jacarezinho



Fonte: Google Maps (2017)

3.1.4 Levantamento das patologias

Para a realização deste trabalho, foi necessária a vistoria no local das estruturas, a fim de preencher as fichas de inspeção e também para a elaboração do levantamento fotográfico, evidenciando as falhas encontradas.

Na vistoria de rotina, as deformações dos tabuleiros foram observadas e minuciosamente investigadas. Estas deformações merecem atenção especial, pois a pista de rolagem faz parte do tabuleiro e é o elemento que apresenta maior interferência no que diz respeito à segurança no tráfego de veículos e pedestres.

As condições da pavimentação também foram levantadas, verificando a existência de ruptura ou deformações na camada de revestimento da pavimentação. Não foi possível realizar

a avaliação de flechas e grau de vibrações ou deformações acentuadas. Analisou-se as condições dos gabaritos horizontais e verticais, ocorrência de fissuras ou trincas.

Os acessos dos viadutos foram analisados a partir da observação da existência de irregularidades, como as juntas de acesso entre o terrapleno e os viadutos e desníveis incomuns que podem ocasionar fortes impactos de veículos ao acessar o viaduto. O estado da pavimentação dos acessos foi examinado.

Frequentemente, notam-se falhas nas fundações de pontes e viadutos. Dentre estas falhas, comumente, encontram-se recalque, erosão ou ruptura do solo (SOUZA, 2014).

Para a inspeção rotineira, as fundações foram investigadas a fim de relatar a existência de erosões ou descalçamentos. Anomalias como trincas, desalinhamentos ou desaprumos no sistema de fundação foram examinadas.

Para os aparelhos de apoios e apoios intermediários, a investigação deve ser cautelosa, a fim de identificar deficiências que prejudiquem o desempenho das estruturas quando submetidas à variação de temperaturas, o mau funcionamento dos aparelhos de apoio provoca elevadas tensões no vigamento (SOUZA, 2014).

Pilares, vigas e maciços foram analisados, principalmente, a desagregação do concreto, exposição e corrosão da armadura. Em geral, aparelhos de apoio apresentam problemas estruturais, como recalques e mau funcionamento da junta de dilação, em virtude disso, é de grande importância a verificação dessas falhas.

Foram levantadas às condições de estabilidade e conservação da estrutura, o nível de vibração no tabuleiro e não houve necessidade de inspeção especial. Foram averiguadas as condições da laje, condições de vigamento principal, verificando se existem fissuras, trincas, desagregação de concreto, entre outros. Consideram-se também, as condições da mesoestrutura e infraestrutura, bem como o estado de conservação na pavimentação e frequência de acidentes com veículos.

3.1.5 Vistoria

Para a determinação do diagnóstico da situação atual do viaduto, utilizou-se o método especificado pelo Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias – DNIT/IPR/2004, onde se realizou um relatório classificando cada elemento analisado, atribuindo notas de 1 a 5. No método de classificação citado, a nota 5 é referente a um viaduto novo e a nota 1 é referente a

uma estrutura em estado calamitoso. A nota atribuída define a gravidade do problema existente no elemento.

Os resultados encontrados na Inspeção Cadastral e Rotineira foram anotados nas fichas específicas. Todas as fichas foram devidamente preenchidas em campo, na ocasião da inspeção, anexando o documento fotográfico elaborado, devidamente identificado e classificado.

Através da ficha de inspeção cadastral expedida, Anexo A, foram levantados todos os dados básicos da estrutura, características funcionais, características da estrutura e perspectivas específicas dos viadutos. Nesse anexo existem tabelas que auxiliam o preenchimento dos dados na ficha. O preenchimento da ficha de inspeção cadastral se deu também por meio de documentação já existente referente às estruturas analisadas. A elaboração deste documento é realizada após o término da obra, quando a mesma é incluída no SGO (Sistema de Gerenciamento de Obras) ou quando a estrutura sofre grandes alterações.

Por meio da ficha de inspeção rotineira expedida, Anexo B, foram levantadas as condições de estabilidade e conservação da superestrutura.

Classificaram-se as estruturas inspecionadas utilizando o método especificado na Tabela de Atribuição de Notas, Anexo C.

Para a determinação do diagnóstico da situação atual do viaduto, as notas atribuídas de 1 a 5 determinarão as circunstâncias da estrutura de acordo com as instruções para atribuição de notas de avaliação.

O preenchimento das fichas se deu de forma sistêmica e organizada, garantindo a inspeção de toda a estrutura e o preenchimento de todos os campos da Ficha de Inspeção Rotineira, completando nestas informações a localização da estrutura, data e órgão responsável.

A ficha em questão possui subdivisões:

- Comentários gerais – os quais referenciam sobre a condição de estabilidade e conservação do viaduto, vibrações do tabuleiro, necessidade de inspeção especial e a nota atribuída após a inspeção;
- Laje: requer informações como a verificação de armaduras expostas, desagregação de concreto, fissuras, infiltrações, cobrimento, entre outros;
- Vigamento principal e Mesoestrutura: assemelham-se ao item anterior para questões de preenchimento, apenas não se assemelham na parte da estrutura a ser analisada;
- Infraestrutura: requer informações sobre recalques, deslocamento de fundação, erosão de terreno e fundações aparentes;

- Pista/Acesso: informações sobre irregularidades no pavimento, existência de juntas de dilatação, frequência de acidentes, entre outros.

Todos esses documentos têm por finalidade indagar a situação das estruturas em questão, determinando as ações a serem cumpridas.

3.1.6 Análises

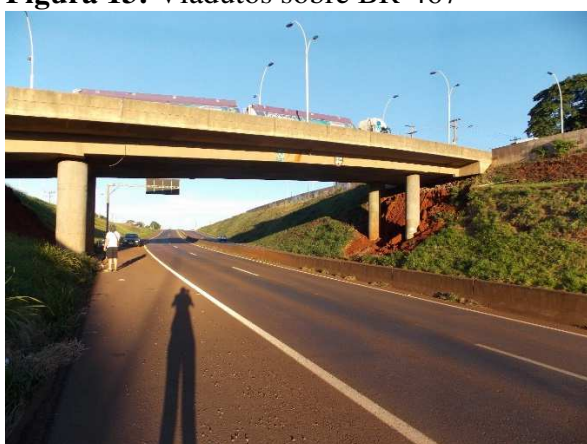
As análises foram feitas considerando as informações coletadas associadas ao estudo bibliográfico realizado.

4 CAPÍTULO 4

4.1 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi realizado um levantamento em campo, verificando as condições das estruturas analisadas, a fim de apurar se os órgãos responsáveis pela manutenção das estruturas têm feito os reparos necessários para a longevidade dos viadutos em estudo, Figura 13.

Figura 13: Viadutos sobre BR-467



(a) Viaduto Rua Jacarezinho.



(b) Viaduto Avenida Rocha Pombo.

Fonte: Autor (2017)

Segundo Pinho e Bellei (2007), pode-se definir as estruturas apresentadas na Figura 13 como viadutos em viga. Estas podem ser em seções constantes ou variáveis e apresentam vigas isoestáticas ou hiperestáticas, dispostas em formas retangulares, T, L invertido ou caixão.

Avaliaram-se as duas estruturas especificadas, as quais apresentaram algumas manifestações patológicas. Para melhor apresentação dos resultados, as estruturas estão apresentadas separadamente e suas patologias se encontram nos Quadros 1 e 2, em seguida estão apontados as possíveis causas e métodos corretivos.

4.1.1 Patologias encontradas

Os resultados das inspeções estão apresentados através de quadros de resumo, os quais apresentam as patologias de cada viaduto.

Quadro 1: Resumo das patologias Estrutura Rua Jacarezinho

PATOLOGIAS	ELEMENTOS						
		Pista de rolamento	Guarda corpo	Laje Central	Laje em balanço	Acesso	Pilares
	Desgaste da pavimentação	X				X	
	Infiltrações			X	X		
	Eflorescências			X	X		
	Desagregação do concreto		X		X		
	Armadura exposta		X				
	Corrosão da armadura			X			
	Fissuras			X		X	

Fonte: Autor (2017)

Quadro 2: Resumo das patologias Estrutura Avenida Rocha Pombo

PATOLOGIAS	ELEMENTOS						
		Pista de rolamento	Guarda corpo	Laje Central	Laje em balanço	Acesso	Pilares
	Desgaste da pavimentação	X				X	
	Infiltrações			X	X		
	Eflorescências				X		
	Desagregação do concreto				X		
	Armadura exposta				X		
	Corrosão da armadura			X			
	Fissuras			X		X	

Fonte: Autor (2017)

4.1.1.1 Guarda-corpo

Foram constatadas manifestações patológicas nos guarda-corpos da estrutura, conforme a Figura 14(a), os quais apresentam desagregações de concreto em dois pontos. É

evidente uma desagregação decorrente de um provável acidente de trânsito. Ainda na Figura 14, pode-se observar que na estrutura (b) os guarda-corpos estão em boas condições.

Figura 14: Guarda-corpos



(a) Guarda-corpo com desagregação de concreto devido à um provável acidente.



(b) Guarda-corpos em bom estado de conservação.

Fonte: Autor (2017)

Esta desagregação está associada a existência de um ataque químico, e quando acontece, o cimento perde suas características aglomerantes, deixando os agregados livres. A desagregação ocorre na superfície dos elementos de concreto. Devido ao aumento do volume de concreto, ocorre a desintegração da massa de concreto, onde seus componentes perdem a coesão e se desintegram.

4.1.1.2 Encontros

A Figura 15 apresenta desníveis que estão localizados nas duas transições das vias de acesso ao viaduto. Esta falha se caracteriza pela existência de um degrau no encontro da estrutura com a via já existente.

Figura 15: Desníveis na pavimentação localizados nos encontros de ambas estruturas, conforme (a), (b), (c) e (d)



(a) Patologia encontrada Viaduto Rua Jacarezinho.



(b) Patologia encontrada Viaduto Rua Jacarezinho



(c) Patologia encontrada Av. Rocha Pombo.



(d) Patologia encontrada Av. Rocha Pombo

Fonte: Autor (2017)

Não foi possível visualizar as juntas de dilatação, que segundo o Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários – DNIT/IPR/2010, superfícies de rolamento para estrados de concreto devem ter juntas transversais de pequenas dimensões (5x5mm) preenchidas com material selante. Estas juntas minimizam os efeitos de retração e de temperaturas.

4.1.1.3 Laje

Na face inferior das lajes foram evidenciadas algumas manchas alaranjadas. As

corrosões das armaduras se manifestam primeiramente por manchas no concreto, fissuração e delaminação do concreto, na Figura 16, evidencia-se a presença de corrosão da armadura devido à presença da coloração alaranjada.

Figura 16: Indícios de início de corrosão de armaduras em ambas as estruturas, conforme (a) e (b)



(a) Manchas encontradas em toda a extensão da laje central



(b) Manchas encontradas na união das lajes centrais

Fonte: Autor (2017)

Na Figura 17, evidencia-se a corrosão de elementos de fixação dos postes de iluminação da via, esta patologia é encontrada em todas as regiões da laje em balanço, porém somente foi localizada no viaduto da Rua Jacarezinho.

Figura 17: Corrosão do elemento de fixação do poste de iluminação, conforme (a) e (b)



(a)



(b)

Fonte: Autor (2017)

Na Figura 17, nota-se também a presença de infiltrações na laje em balanço devido à precariedade do sistema de drenagem da estrutura.

Na estrutura da Av. Rocha Pombo, observou-se a presença de uma pequena desagregação do concreto na laje em balanço, conforme a Figura 18.

Figura 18: Desagregação do concreto na laje em balanço



Fonte: Autor (2017)

4.1.1.4 Pilares e Talude

As manifestações patológicas encontradas nos pilares foram pequenas fissuras e nichos de concretagem, defeitos verificados na Figura 19, conforme (a) e (b).

Figura 19: Pilares e aparelhos de apoios



(a) Pilares e aparelhos de apoio com poucas fissuras.

Fonte: Autor (2017)



(b) Pilares com nichos de concretagem.

Na Figura 20, observam-se pequenas erosões dos taludes. Estas erosões estão presentes em ambos os lados da BR, nas duas estruturas analisadas.

Figura 20: Erosão do solo dos taludes, conforme (a) e (b)



(a) Erosão do talude de apoio.



(b) Erosão do talude de apoio.

Fonte: Autor (2017)

Convém ressaltar o apoio inadequado e a presença de elementos das formas, os quais deveriam ter sido devidamente retirados após a execução da concretagem, encontrados somente na estrutura da Rua Jacarezinho, conforme Figura 21.

Figura 21: Apoio inadequado



Fonte: Autor (2017)

4.1.1.5 Soluções para as falhas encontradas

De forma geral, o Manual 744 do DNIT traz um apanhado geral dos métodos de recuperação das principais patologias de OAE rodoviárias.

Abaixo estão apresentadas as possíveis soluções para as patologias encontradas:

- **Desgaste da pavimentação:** para recuperação de pavimentos de concreto asfáltico existe uma sequência de procedimentos. Faz-se o corte do material degradado, remove-se então todo o material a ser substituído, aplica-se uma pintura de ligação. Após a pintura, é lançado o material de reposição que é pré-misturado com o concreto asfáltico, então é feita a compactação da mistura betuminosa. Por fim, é feita a limpeza do local e reestabelecida as sinalizações necessárias.
- **Infiltrações:** as infiltrações evidenciadas ocorrem por falta de sistema de drenagem da estrutura. Para a correta remoção dessa falha é necessária a instalação ou manutenção do sistema de drenagem, além de remoção das machas que podem ser realizadas com escovas de aço, lixas manuais ou mecânicas. Dependendo da porosidade do concreto, uma solução levemente ácida pode ser aplicada para remoção das manchas.
- **Eflorescências:** eflorescências podem ser facilmente removidas com limpezas assim como as manchas de infiltrações. Para remoção destas manchas, sugere-se uma limpeza cautelosa utilizando soluções diluídas em ácido muriático.

- Desagregação do concreto: é necessária a remoção de todo o concreto comprometido e limpeza do local. Pode-se aplicar um grout de cimento Portland, argamassa de cimento, argamassa epóxica, argamassa polimérica para preenchimento dos vazios do concreto.
- Armadura exposta: deve-se analisar se a seção da armadura foi comprometida por corrosão. Após este procedimento, deve-se realizar o cobrimento das armaduras utilizando as espessuras adequadas, certificando-se de que todas as armaduras estão devidamente envolvidas pelo concreto, evitando assim, sua deterioração por corrosão.
- Corrosão das armaduras: Conforme o Manual 744 do DNIT, o tratamento de armaduras corroídas implica na remoção de todo o concreto afetado que envolve as armaduras, deixando um espaço livre em volta das armaduras, recomenda-se 2 centímetros. Após este procedimento, aconselha-se uma limpeza cuidadosa das armaduras, removendo, se não toda, a maior parte da oxidação. Esta limpeza pode ser realizada com lixas, escovas de aço ou até mesmo jatos de areia. Em seguida, deve-se verificar se houve redução da seção das armaduras, e caso seja constatado, é necessário um reforço com armadura adicional.
- Fissuras: o tratamento desta falha não deve ser iniciado antes da verificação de suas causas. Fissuras inativas podem facilmente serem resolvidas aplicando uma argamassa de cimento e areia. Atualmente, existem resinas epóxicas que podem ser utilizadas em casos específicos. No entanto, nas fissuras ativas, geralmente, são utilizados compostos a base de betume, os poliuretanos e os modificados, podendo utilizar também mastiques, termoplásticos e elastômeros.
- Erosão do solo: Para minimizar os deslizamentos, uma solução simples é o plantio de gramíneas utilizando a técnica de curvas de nível. Esta técnica evita que as águas pluviais escoem em alta velocidade, sendo retida no solo e evitando os deslizamentos.

4.1.1.6 Avaliação da Condição do Viaduto

As estruturas analisadas possuem muitas patologias, porém essas patologias até o momento não as comprometem. Existe a necessidade de manutenções adequadas e também restabelecer as sinalizações, tanto horizontal quanto vertical nos dois viadutos.

A patologia que teve maior evidência nas análises é a corrosão da armadura, a qual está relacionada à falta do cobrimento adequado e também à falta do sistema de drenagem. Outra patologia em grande evidência é o degrau nos encontros dos viadutos devido à ligação entre o concreto e o pavimento flexível. A manutenção desta patologia é dificultada com a falta de controle de excesso de peso dos veículos em nosso país.

Com embasamento nas Fichas de Inspeção Rotineira, Anexo B, e na Ficha de Instruções Para Atribuições de Notas de Avaliação, Anexo C, a nota atribuída para ambas as estruturas é 4, classificando-as como Obra sem Problemas Importantes.

A atribuição desta nota se deu a partir do preenchimento das Fichas de Inspeção Rotineira, que se encontram no Apêndice A.

5 CAPÍTULO 5

5.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi analisar o emprego dos resultados obtidos pela inspeção rotineira, ou seja, com base nas inspeções realizadas, averiguou-se se as manutenções têm sido empregadas pelos órgãos responsáveis após as vistorias das estruturas.

Para alcançar este objetivo, inicialmente, estudaram-se os métodos de inspeção proposto pelo DNIT, o qual descreve as principais manifestações patológicas em pontes e viadutos. Aliado a este estudo, realizou-se a inspeção de dois viadutos e, decorrente da avaliação, obteve-se a classificação das estruturas.

Pôde-se perceber que as estruturas estudadas se encontram em bom estado, mesmo não sendo empregados os métodos de conservação e manutenções, o que foi constatado através do levantamento em campo, relatando as inúmeras patologias mencionadas.

Para a obtenção de um resultado mais preciso das patologias apontadas, além dos métodos mencionados, existem diversos ensaios que podem ser realizados em campo, assegurando de fato a verdadeira condição das estruturas.

O viaduto com maior incidência de patologias foi o da Rua Jacarezinho, o qual necessita de reparos e restauração de sinalizações.

Nos viadutos estudados, as patologias com maior incidência foram a corrosão da armadura e os degraus no acesso dos viadutos, o que traz desconforto aos usuários e problemas à estrutura. Destacam-se também as patologias encontradas nas lajes em balanço, patologias estas que podem estar diretamente ligadas a exposição do elemento com várias intempéries e ao tráfego.

Por todos esses aspectos, pode-se perceber a grande importância destas estruturas para as interações humanas e as facilidades que as OAE proporcionam aos usuários, necessitando assim, receber maior atenção dos órgãos responsáveis.

Os órgãos públicos devem zelar pelas estruturas existentes, garantido que as inspeções sejam realizadas conforme as normas, e responsabilizando-se pelo reparo apontado pelas inspeções, assegurando maior longevidade para as pontes e viadutos já existentes, tendo em vista que se pode afirmar que as inspeções apontam com clareza as manifestações patológicas e estas, por sua vez, possuem métodos corretivos específicos.

6 CAPÍTULO 6

6.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar as estruturas aplicando o método de inspeção Eslovena, comparando a utilização dos coeficientes em pontes da Europa e em pontes brasileiras;
- Criar um material que auxilie o treinamento de novos inspetores para qualificação e determinação dos defeitos encontrados, tanto quanto para identifica-los;
- Levantar os custos para recuperação das estruturas estudadas;
- Simular os custos totais, considerando a sua vida útil estimada com o emprego de manutenção preventiva e sem o emprego da manutenção preventiva, apontando os resultados, identificando qual o menor custo ao longo da vida da estrutura.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452**. Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 6118**. Projeto de estruturas de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NB-2**. Vistorias de pontes e viadutos de concreto – Procedimento, Rio de Janeiro, 2013.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM – DNER. **Manual de inspeção de obras-de-arte especiais**. 1994.

DNIT SGO – Sistema de Gerenciamento de OAE. **Bridges Brazil**, 2011. Disponível em: www.ipr.dnit.gov.br/TCU-visita-IPR/Bridges-Brazil-2011-IPR-VAp.pps. Acesso em: 26 out. 2016.

DNIT. NORMADNIT. **010/2004 - PRO**. Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **709/2004 - PRO**. Manual de inspeções em pontes rodoviárias – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **744/2004 - PRO**. Manual de recuperação pontes e viadutos – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIARIAS (IPR). **Manual de inspeção de pontes rodoviárias**. 2.ed., 2004.

LEONHARDT, F. **Construção de concreto: princípios básicos da construção de pontes de concreto**. V.6. Tradução João Luís Escosteguy Merino. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

MARCHETTI, O. **Pontes de Concreto Armado**. São Paulo: Clucher, 2008.

PFEIL, W. **Concreto armado**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

_____. **Pontes: Curso Básico: Projeto, Construção e Manutenção**. Rio de Janeiro: Campus, 1983.

_____. **Pontes em Concreto Armado**. 3 ed., Rio de Janeiro: LTC, 1983.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

TAKEYA, T. **Introdução às Pontes de Concreto**. Texto Provisório de Apoio à Disciplina SET – 412. Universidade de São Paulo. Escola de Engenharia de São Carlos, SP, 2009.

OAE Código: _____ Nome: VIANEIRO RUA INCARACIUNO BR AC / _____ km _____ UNIT: _____ RES: _____
 Data: 22/04/17 Inspeção: ☐ DNIT / Residência: _____ ☒ Outra Entidade: DER

COMENTÁRIOS GERAIS

a) Condições de Estabilidade: ☒ Boa ☐ Solúvel ☐ Precária Condições de Conservação: ☒ Boa ☐ Regular ☐ Solúvel ☐ Ruim
 b) Nível de Vitrificação do Tabuleiro: ☒ Normal ☐ Intenso ☐ Exagerado ☐ N/A
 c) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? ☐ SIM ☒ NÃO Urgente? ☐ SIM ☐ NÃO
 Já houve alguma anteriormente? ☐ SIM ☒ NÃO

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: NÃO FORAM LOCALIZADAS VULSÕES NOTÍCIAS REFERENTE A ESTA ESTRUTURA.

1. LAJE	Nota Técnica:	4	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura)	☐ Existe		<u>LAJE CENTRAL</u>	<u>NÃO EXISTE</u>
Armadura Exposta	☒ Muito Oxidada		<u>LAJE EM BALANÇO</u>	
Concreto Desagregado	☐ Muita Intensidade			
Fissuras	☐ Forte Infiltração		<u>LAJE EM BALANÇO</u>	
Marcos de Infiltração	☐ Forte		<u>LAJE EM BALANÇO</u>	
Aspecto de Concreto	☐ Má Qualidade			
Governito	☐ Ausente / Pouco			

2. VIGAMENTO PRINCIPAL	Nota Técnica:	5	Local	Quantidade (Opcional)
Fissuras Finais	☒ Algumas		<u>EM TUDO O VIGAMENTO</u>	
Trincas (fissuras w>0,3mm)	☐ Algumas			
Armadura Principal	☐ Exposta			
Desagreg. do Concreto	☐ Muito Intenso			
Dente Garber	☐ Quebrado/Desplacado			
Deformação (flecha)	☐ Trincado			
Aspectos do Concreto	☐ Exagerada			
Cobrimento	☐ Má Qualidade			
	☐ Ausente / Pouco			

FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDITA

3. MESOESTRUTURA	Nota Técnica: 5	Local: BR/AL/BR/114	Quantidade (Opcional): 1
Armadura Exposta	☐ Muito Oxidada		
Concreto Desagregado	☐ Muita Intensidade		
Fissuras	☐ Forte Infiltração		
Aparelho de Apoio	☐ Danificado		
Aspecto do Concreto	☐ Má Qualidade		
Cobrimento	☐ Ausente/Pouco		
Desaprumo	☐ Há		
Deslocabilidade dos Pilares	☐ Forte		
4. INFRAESTRUTURA	Nota Técnica: 4	Local:	Quantidade (Opcional):
Recalque de Fundação	☐ Há		
Deslocamento de Fundação	☐ Há		
Erosão Terreno de Fundação	☒ Há	NOS MÔD. LINDO'S NA ESTR.	
Estacas Desenterradas	☐ Há		
5. PISTA / ACESSO	Nota Técnica: 4	Local: RUA INTERMUNICIPAL	Quantidade (Opcional):
Irregularidades no Pav.	☐ Muita Intensidade		
Junta de Dilação	☒ Falando/Inoperante		
Acessos X Ponte	☐ Grau Acentuado	NOS MÔD. LINDO'S NA ESTR.	
Acidentes com Veículos	☐ Frequente	NOS ACESSOS DO VIANTE	
ESQUEMAS:			

FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDITA

OAE: Código: _____	Nome: <u>VIAS-TC AVELINA ZECINA (mão)</u>	BR: <u>ACRJ</u> / _____ km: _____	RES: _____
Data: <u>31/04/2017</u>	Inspção: ☐ DNIT / Residência: _____	☒ Outra Entidade: <u>VEN</u>	UNIT: _____

COMENTÁRIOS GERAIS

a) Condições de Estabilidade: ☒ Boa ☐ Sofrível ☐ Precária Condições de Conservação: ☒ Boa ☐ Regular ☐ Sofrível ☐ Ruim

b) Nível de Vibração do Tabuleiro: ☒ Normal ☐ Intenso ☐ Exagerado

c) Inspção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas): Necessária? ☐ SIM ☒ NÃO Urgente? ☐ SIM ☐ NÃO

Já houve alguma anteriormente? ☐ SIM ☒ NÃO

NOTA TÉCNICA

5

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: NÃO FORAM LOCALIZADAS DOCUMENTOS ANTERIORES REFERENTE A ESTA ENTIDADE

1. LAJE	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
☐ Existente	☐ É Inexistente		
☐ Muito Oxidada	☐ Grande Incidência		
☐ Muita Intensidade	☐ Grande Incidência	<u>LAJE EM BALANÇO</u>	
☐ Forte Infiltração	☐ Grande Incidência	<u>PLACAS</u>	
☐ Forte	☐ Grande Incidência		
☐ Má Qualidade			
☐ Ausente / Polido			

2. VIGAMENTO PRINCIPAL	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
☐ Algumas Fissuras Finais	☐ Grande Incidência		
☐ Trincas (fissuras w>0.3mm)	☐ Grande Incidência		
☐ Armadura Principal	☐ Muito Oxidada		
☐ Desagreg. de Concreto	☐ Grande Incidência		
☐ Dente Garbar	☐ Quebrado/Desplacado		
☐ Deformação (Flecha)	☐ Exagerada		
☐ Aspectos do Concreto	☐ Má Qualidade		
☐ Cobrimento	☐ Ausente / Pouco		

FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDITA

3. MESOESTRUTURA	Nota Técnica: 5	Local	Quantidade (Opcional)
Armadura Exposta	☐ Muito Oxidada		
Concreto Desagregado	☐ Muita Intensidade		
Fissuras	☐ Forte Infiltração	ESCALA - CORRIS	
Aparelho de Apoio	☐ Danificado		
Aspecto do Concreto	☐ Má Qualidade		
Colapso	☐ Ausente/Pouco		
Desaprumo	☐ Há		
Deslocabilidade dos Pilares	☐ Forte		
4. INFRAESTRUTURA	Nota Técnica: 4	Local	Quantidade (Opcional)
Rocalque de Fundação	☐ Há		
Deslocamento de Fundação	☐ Há		
Erosão Terreno de Fundação	☒ Há	TAUBES DE CANTERNO	
Escalas Desenterradas	☐ Há		
5. PISTA / ACESSO	Nota Técnica: 4	Local	Quantidade (Opcional)
Irregularidades no Pav.	☐ Muita Intensidade		
Junta de Dilatação	☒ Falhando/Inoperante		
Acessos X Porta	☐ Grau Acidentado	MAS NOS LADOS DO ACESSO	
Acidentes com Veículos	☐ Frequenter		
ESQUEMAS			

ANEXO A - FICHA DE INSPEÇÃO CADASTRAL EXPEDIDA

Manual de inspeção de pontes rodoviárias/2004.

NORMA DNIT 010/2004-PRO

10

Anexo A (normativo)

Ficha de inspeção cadastral expedida

1 DADOS BÁSICOS

IDENTIFICAÇÃO / LOCALIZAÇÃO / JURISDIÇÃO		Data: ____/____/____	
OAE:Código: _____	Nome: _____		
Tipo de Estrutura: Código _____	Nat. Transposição: Código _____	Sist. Construtivo: Código _____	
UNIT: _____	Residência: _____	Rodovia: BR- _____	UF: _____
Trecho (PNV): _____	Localização (km): _____	Cidade Prox.: _____	
ADMINISTRAÇÃO			
☐ DNIT ☐ DER ☐ CONCESSÃO ☐ OUTROS			
Nome: _____ (para o caso concessão / outros)			
PROJETO / CONSTRUÇÃO			
Projetista: _____		Ano da Construção: _____	
Construtor: _____		Arquivo: _____; Trem - Tipo Classe: _____	
COMPRIMENTO / LARGURA			
Comprimento: _____m;		Largura: _____m	

2 DADOS SOBRE CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS

CARACTERÍSTICAS PLANI-ALTIMÉTRICAS			
Região: ☐ PLANA ☐ ONDULADA ☐ MONTANHOSA		Greide: Rampa Máxima(%): _____	
Traçado: ☐ TANGENTE ☐ CURVO		Raio: _____m	Travessia: ☐ ORTOGONAL ☐ ESCONSA
CARACTERÍSTICAS DA PISTA			
Larg.Total da Pista: _____m	Pavimento: ☐ Asfalto ☐ Concreto	Drenos: ☐ SIM ☐ NÃO	
Nº de Faixas: _____	Passeio: ☐ SIM ☐ NÃO	Pingadeiras: ☐ SIM ☐ NÃO	
Acostamento: ☐ SIM ☐ NÃO	Guarda-Rodas: ☐ P.Antigo ☐ N.Jersey ☐ Outro		
Larg.Acostamento: _____m			
GABARITOS			
Para Viaduto: Horizontal _____m;		Vertical _____m	
Para Ponte s/ Rio Navegável: Horizontal _____m;		Vertical _____m	
Proteção dos Pilares Contra Choque de Embarcação? ☐ SIM ☐ NÃO			
JUNTAS DE DILATAÇÃO			
Número total de juntas: _____			
Tipo de vedação: ☐ Nenhuma; nos pilares / articulação ☐ Tipo _____ ☐ Tipo _____			
TRÁFEGO			
VMD: _____ veículos/dia			
Frequência de Carga Móvel ≥ 36 tf: ☐ Alta ☐ Média ☐ Baixa			
Passagem de Cargas Excepcionais: ☐ Frequente ☐ Esporádica			

_____/Anexo A (continuação)

Anexo A (continuação)

Ficha de inspeção cadastral expedita

3 CARACTERÍSTICA DA ESTRUTURA

MATERIAIS / SEÇÃO / TIPO

Data: ____/____/____

COMPONENTE	MATERIAL (CÓDIGO) (VER TABELA 2)	SEÇÃO TIPO (CÓDIGO) (VER TABELA 3)	TIPOS DE APARELHOS DE APOIO	
			Cód.	Descrição
LAJES			FR	Freyssinet
			NP	Neoprene
			TF	Teflon
			CH	Placa de Chumbo
			RM	Rolo Metálico
			AM	Articulação Metálica
			PD	Pêndulo
			LP	Ligação Pórtico
			TE	Tipo Especial
			NI	Não Informado

Aparelhos de Apoio

Apoio →													
Tipo →													

Obs.: para tipos de aparelhos de apoio ver tabela acima.

PARTICULARIDADES

Número de Vãos: _____	Altura da Viga no Apoio (m): _____	Extrem. Inicial: ☐ ENCONTRO ☐ BALANÇO
Número de Juntas Gerber: _____	Altura da Viga no Vão (m): _____	Extrem. Final: ☐ ENCONTRO ☐ BALANÇO
Comprimento do Vão Maior (m): _____	Altura Máxima de Pilar (m): _____	Laje de Aprox.: ☐ SIM ☐ NÃO

Comentários: _____

4 OUTROS ASPECTOS

Desnível Max entre Greide e Terreno _____ m	As Fundações encontram-se em Solo Mole? ☐ SIM ☐ NÃO
Lâmina D'água: Normal _____ m na Cheia _____ m	A vibração da Estrutura é Excessiva? ☐ SIM ☐ NÃO
O Meio Ambiente é Agressivo? ☐ SIM ☐ NÃO	O Regime do Rio é Torrencial? ☐ SIM ☐ NÃO
A Seção de Vazão é Adequada? ☐ SIM ☐ NÃO	O Leito do Rio é Erodível? ☐ SIM ☐ NÃO
Existe Drenagem no interior do caixão? ☐ SIM ☐ NÃO	Histórico da Manutenção: ☐ Boa ☐ Regular ☐ Ruim

ROTAS ALTERNATIVAS: ☐ EXISTEM ☐ NÃO EXISTEM Acréscimo de Distância: _____ km

Descrição do Itinerário: _____

INSPEÇÃO ROTINEIRA (PARÂMETROS):

Melhor Época para Vistorias: _____			
Periodicidade:	☐ Normal (2 anos)	☐ Reduzida (1 ano)	☐ Dilatada (4 anos)
	☐ Especial (L ≥ 200m)	☐ Especial (Equipamento)	☐ Especial (Consultor)
Acesso:	☐ Direto / Binóculo: Vãos _____	☐ Equipamento Especial: Vãos _____	
Interior de Viga Celular:	☐ Acessível	☐ Não Acessível	

Comentários: _____

_____/Anexo A (continuação)

Anexo A (continuação)**Ficha de inspeção cadastral expedida****TABELA 1.A - TIPOS DE ESTRUTURAS**

1	Viga de Concreto Armado
2	Viga de Concreto Protendido
3	Viga e Laje Metálicas
4	Mista (Viga Metal e Laje Concreto)
5	Arco Inferior de Concreto Armado
6	Arco Inferior de Concreto Protendido
7	Arco Inferior Metálico
8	Arco Superior de Concreto Armado
9	Arco Superior de Concreto Protendido
10	Arco Superior metálico
11	Arco de Alvenaria de Pedra
12	Treliça Metálica
13	Laje de Concreto Armado
14	Laje de Concreto Protendido
15	Madeira
16	Estaiada com Vigamento Metálico
17	Estaiada com Vigamento C. Protendido
18	Pênsil
99	Não Informado

TABELA 1.B - SISTEMAS CONSTRUTIVOS

1	Moldado no Local
2	Pré-moldado de Concreto Armado
3	Pré-moldado Protendido (Pós-tensão)
4	Pré-moldado Protendido (Pré-tensão)
5	Balanços Progressivos c/ Continuidade
6	Balanços Progressivos c/ Articulações
7	Aduelas Pré-moldadas
8	Viga Calha Pré-moldada (Sist. Protótipo)
9	Ponte Empurrada
10	Estaiado em avanços progressivos
11	Não Informado

TABELA 1.C - NATUREZA DA TRANSPOSIÇÃO

1	Ponte
2	Pontilhão
3	Viaduto de Transposição de Rodovia
4	Viaduto sobre Ferrovia
5	Viaduto sobre Rodovia / Rua
6	Viaduto em Encosta
7	Passagem Inferior
8	Passarela de Pedestre
9	Não Informada

TABELA 2 - MATERIAIS

LAJE, VIGAS PRINC. e PILARES		FUNDAÇÃO	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
CA	Concreto Armado	CA	Concreto
CP	Concreto Protendido	EMS	Estaca Moldada "IN SITU"
AC	Aço	EPC	Estaca Pré-moldada
MD	Madeira	EPM	Estaca de Perfil Metálico
PD	Pedra Argamassada	ETM	Estaca Tubular Metálica
		EM	Estaca de Madeira
		IG	Ignorada

TABELA 3 - SEÇÃO TIPO

VIGAS PRINCIPAIS		PILARES		FUNDAÇÕES	
CÓD.	DESCRIÇÃO	CÓD.	DESCRIÇÃO	CÓD.	DESCRIÇÃO
2T	2 Vigas "T"	1TP	Único Tipo Parede ou Encontro	DI	Direta
3T	3 Vigas "T"	1SV	Único Seção Vazada	BE	Bloco de Estacas
4T	4 ou mais Vigas "T"	1VT	Único Vazado com Travessa	BT	Bloco de Tubulões
2I	2 Vigas "I"	2CI	2 Colunas Isoladas	TC	Tubulões Contraventados
3I	3 Vigas "I"	2CC	2 Colunas Contraventadas	EE	Estaca Escavada
4I	4 ou mais Vigas "I"	2CT	2 Colunas com Travessas	IG	Ignorada
VC	Viga Caixa	3CI	3 ou mais Colunas Isoladas		
LM	Laje Maciça	3CC	3 ou mais Colunas Contraventadas		
VI	Vigas Invertidas	3CT	3 ou mais Colunas com Travessas		
VL	Vigas Calhas	TE	Tipo Especial		
TE	Tipo Especial				

/Anexo B

ANEXO B – FICHA DE INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDITA

Manual de inspeção de pontes rodoviárias/20

OAE: Código: _____ Nome: _____ BR - ____ / ____ km: _____ UNIT: _____ RES: _____

Data: _____ Inspeção: ☐ DNIT / Residência: _____ ☐ Outra Entidade: _____

NOTA TÉCNICA

COMENTÁRIOS GERAIS

a) Condições de Estabilidade: ☐ Boa ☐ Sofrível ☐ Precária Condições de Conservação: ☐ Boa ☐ Regular ☐ Sofrível ☐ Ruim

b) Nível de Vibração do Tabuleiro: ☐ Normal ☐ Intenso ☐ Exagerado

c) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? ☐ SIM ☐ NÃO Urgente? ☐ SIM ☐ NÃO

Já houve alguma anteriormente? ☐ SIM ☐ NÃO

OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:

1. LAJE

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura) ☐ Existe ☐ É Iminente			
Armadura Exposta ☐ Muito Oxidada ☐ Grande Incidência			
Concreto Desagregado ☐ Muita Intensidade ☐ Grande Incidência			
Fissuras ☐ Forte Infiltração ☐ Grande Incidência			
Marcas de Infiltração ☐ Forte ☐ Grande Incidência			
Aspecto de Concreto ☐ Má Qualidade			
Cobrimento ☐ Ausente / Pouco			

2. VIGAMENTO PRINCIPAL

	Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Fissuras Finas ☐ Algumas ☐ Grande Incidência			
Trincas (fissuras w>0,3mm) ☐ Algumas ☐ Grande Incidência			
Armadura Principal ☐ Exposta ☐ Muito Oxidada			
Desagreg. de Concreto ☐ Muito Intenso ☐ Grande Incidência			
Dente Gerber ☐ Quebrado/Desplacado ☐ Trincado			
Deformação (Flecha) ☐ Exagerada			
Aspectos do Concreto ☐ Má Qualidade			
Cobrimento ☐ Ausente / Pouco			

3. MESOESTRUTURA		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Armadura Exposta	☐ Muito Oxidada	☐ Grande Incidência		
Concreto Desagregado	☐ Muita Intensidade	☐ Grande Incidência		
Fissuras	☐ Forte Infiltração	☐ Grande Incidência		
Aparelho de Apoio	☐ Danificado	☐ Grande Incidência		
Aspecto do Concreto	☐ Má Qualidade			
Cobrimento	☐ Ausente/Pouco			
Desaprumo	☐ Há			
Deslocabilidade dos Pilares	☐ Forte			

4. INFRAESTRUTURA		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Recalque de Fundação	☐ Há			
Deslocamento de Fundação	☐ Há			
Erosão Terreno de Fundação	☐ Há			
Estacas Desenterradas	☐ Há			

5. PISTA / ACESSO		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Irregularidades no Pav.	☐ Muita Intensidade	☐ Grande Extensão		
Junta de Dilatação	☐ Falhando/Inoperante	☐ Muito Problemática		
Acessos X Ponte	☐ Degrau Acentuado	☐ Concordância Problem.		
Acidentes com Veículos	☐ Frequente	☐ Eventual		

ESQUEMAS

ANEXO C - INSTRUÇÃO PARA ATRIBUIÇÃO DE NOTAS DE AVALIAÇÃO

Manual de inspeção de pontes rodoviárias/2004

NORMA DNIT 010/2004-PRO

16

Anexo C (normativo)

Instruções para atribuição de notas de avaliação

(Para a avaliação de elementos de pontes com função estrutural, conforme o Sistema SGO v3 para gerenciamento de pontes no DNIT)

Será atribuída a cada elemento componente da ponte uma nota de avaliação, variável de 1 a 5, a qual refletirá a maior ou a menor gravidade dos problemas existentes no elemento. O quadro a seguir correlaciona essa nota com a categoria dos problemas detectados no elemento.

NOTA	DANOS NO ELEMENTO / INSUFICIÊNCIA ESTRUTURAL	AÇÃO CORRETIVA	CONDIÇÕES DE ESTABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES DA PONTE
5	Não há danos nem insuficiência estrutural	Nada a fazer.	Boa	Obra sem problemas
4	Há alguns danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural	Nada a fazer; apenas serviços de manutenção.	Boa	Obra sem problemas importantes
3	Há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser postergada, devendo-se, porém, neste caso, colocar-se o problema em observação sistemática.	Boa aparentemente	Obra potencialmente problemática Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, para detectar, em tempo hábil, um eventual agravamento da insuficiência estrutural.
2	Há danos gerando significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há ainda, aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível	Obra problemática Postergar demais a recuperação da obra pode levá-la a um estado crítico, implicando também sério comprometimento da vida útil da estrutura. Inspeções intermediárias ¹ são recomendáveis para monitorar os problemas.
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) - ou em alguns casos, substituição da obra - deve ser feita sem tardar.	Precária	Obra crítica Em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação da obra ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, instrumentação com leituras contínuas de deslocamentos e deformações etc.

(1) Inspeções Intermediárias, no presente contexto, significa novas Inspeções a intervalos de tempo inferiores aos normais.

Obs.: A nota final da ponte corresponde a menor dentre as notas recebidas pelos seus elementos com função estrutural.