

LEVANTAMENTO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ENCONTRADAS EM PONTES LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE TAQUARI/RS

Israel da Silva Lopes¹, Rebeca Jéssica Schmitz²

Resumo: Pontes são estruturas que podem ser chamadas de obras de arte especiais (OAE) utilizadas para transpor rios. Em vista da importância destas estruturas, há uma preocupação constante com a manutenção da segurança e da sua funcionalidade durante a vida útil. Tendo em vista esta preocupação, com o objetivo de evitar a perda da sua funcionalidade ocasionada pelo surgimento de manifestações patológicas, se torna necessária a realização de inspeções. Considerando a importância destas estruturas e a necessidade de conservação das mesmas, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um levantamento das manifestações patológicas encontradas nas pontes localizadas no município de Taquari/RS. Para verificar seu estado de conservação foram realizadas vistorias, com base na inspeção rotineira recomendada pela NBR 9452 (ABNT, 2019), em três OAE, sendo uma de madeira, uma de estrutura mista (aço e madeira) e uma de concreto armado. A análise de dados foi elaborada a partir da classificação por notas para os parâmetros relacionados à estrutura, durabilidade e funcionalidade, e por fim, apresentar sugestões de terapias a serem realizadas em função das manifestações patológicas visualizadas. De forma geral, observou-se que as estruturas de madeira possuem manifestações patológicas do tipo abrasão mecânica do tabuleiro e ataque por agentes bióticos e abióticos. A ponte de estrutura mista apresenta corrosão dos elementos de aço, e a ponte de concreto apresenta uma fissura que pode ter sido ocasionada por recalque do corpo do aterro. As três estruturas podem ser classificadas como críticas, com elevado nível de degradação.

Palavras-chave: Pontes; Manifestações Patológicas; Inspeção Rotineira; Pontes no Vale do Taquari.

Introdução

Pontes são estruturas que podem ser chamadas de Obras de Arte Especiais (OAE) e são utilizadas para transpor obstáculos naturais. São

1 Graduado em Engenharia Civil, UNIVATES, idlopes@universo.univates.br.

2 Mestre em Engenharia Civil, UNIVATES, rebeca.j.schmitz@gmail.com.

elementos construídos ao longo do traçado da rodovia que visam possibilitar a sua continuidade. Inicialmente, as pontes foram construídas de forma natural, originadas pela queda de troncos, para vencer os vãos.

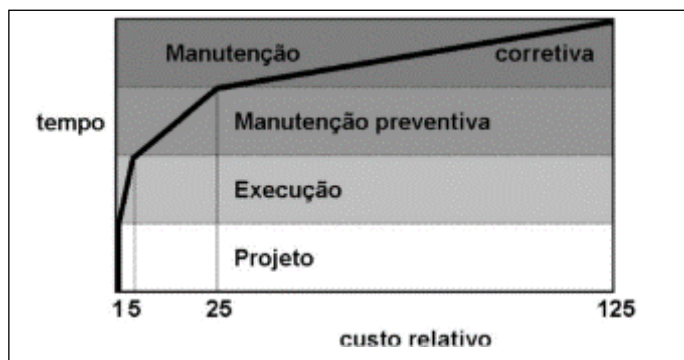
Pontes, assim como qualquer outra construção, sofrem frequentemente com danos que podem afetar a sua estrutura. Em todas as estruturas deve-se ter preocupação com a durabilidade e a preservação das suas características, assim como da sua funcionalidade durante toda a vida útil. Em pontes, apesar de serem estruturas robustas e sólidas, e de aparentam ter vida extremamente longa, a realidade demonstra que se deterioram com o passar do tempo (VITÓRIO, 2002). Geralmente, as pontes são mais suscetíveis a processos degradantes, seja por intempéries ou por solicitações excessivas. Por isso, devem ser inspecionadas regularmente considerando critérios como capacidade de carga, funcionalidade e manutenção (DNIT, 2004).

O conceito de conservação de uma ponte é definido pela soma de ações a serem executadas com a finalidade de manter as características funcionais e resistentes para as quais foi projetada (VITÓRIO, 2006). Em vista disso, para manter uma OAE em funcionamento devem ser realizadas manutenções regulares, sendo que a demanda de manutenções deve ser determinada a partir das inspeções periódicas.

Dentro deste contexto, o presente trabalho apresenta um levantamento das manifestações patológicas encontradas em três pontes localizadas na cidade de Taquari/RS. Para verificar seu estado de conservação foram realizadas vistorias, com base na inspeção rotineira recomendada pela NBR 9452 (ABNT, 2019), em três OAE, sendo uma de madeira, uma de estrutura mista (aço e madeira) e uma de concreto armado. A análise de dados foi realizada a partir da classificação por notas para os parâmetros relacionados à estrutura, durabilidade e funcionalidade.

O presente trabalho visa destacar a importância das vistorias e manutenções, visto que no Brasil, conforme Vitório (2006), são priorizados os recursos para execução das obras, enquanto os custos com manutenção preventiva são, no geral, esquecidos. Em vista disso, a escassez de uma cultura de conservação de pontes resulta em riscos aos usuários, além de tornar os reparos mais onerosos e trabalhosos. Neste sentido, a Figura 1, demonstra que os custos com correção aumentam de acordo com o passar do tempo caso não sejam adotadas medidas de manutenção preventiva.

Figura 1. Lei de Sitter sobre a evolução de custos



Fonte: Vitório, 2006 apud. Sitter (1984).

Procedimentos Metodológicos

Com a finalidade de atingir os objetivos propostos foram realizadas visitas técnicas em três pontes localizadas na cidade de Taquari/RS, no Rio Grande do Sul, com o objetivo de realizar um levantamento das manifestações patológicas encontradas nestas estruturas. As três pontes analisadas estão apresentadas no Quadro 1, sendo uma de concreto armado, uma em estrutura mista (aço e madeira) e uma de madeira. Todas são de pista simples.

Quadro 1. Características das pontes inspecionadas no estudo

Número	Estrada	Coordenadas geográficas	Principal material da construção	Comprimento	Largura
1	VRS 868	29°45'22.35"S 51°54'3.66"O	Madeira	12 metros	4,50 metros
2	VRS 039	29°46'33.47"S 51°44'53.07"O	Estrutura metálica e tabuleiro de madeira	14,30 metros	3,70 metros
3	Rua Riachuelo	29°48'15.92"S 51°52'42.77"O	Concreto armado	19,40 metros	4,10 metros

A NBR 9452 (ABNT, 2019) detalha as condições para realização de inspeções em obras de arte especiais. Nela são apresentados quatro tipos de inspeção sendo elas: cadastral, rotineira, especial e extraordinária.

A cadastral é uma inspeção a ser realizada logo após o término da obra, sendo então a primeira a ser executada. A próxima inspeção a ser executada

em uma OAE é a rotineira. Esta inspeção trata-se de um acompanhamento periódico que deve ser realizada em intervalos não superiores a um ano. Nesta inspeção deverá ser analisado e identificado as anomalias em desenvolvimento. (ABNT, 2019).

Segundo a NBR 9452 (ABNT, 2019), as inspeções especiais são aquelas em que é realizado um mapeamento quantitativo das anomalias identificadas em todos os elementos com a finalidade de um prognóstico e diagnóstico da estrutura, este tipo de inspeção deve ser executado a cada cinco anos. E por fim, a inspeção extraordinária é uma inspeção que não possui data definida para ocorrer, pois está relacionada a uma demanda específica, como por exemplo, um acidente que envolva colisão com a estrutura da OAE ou eventos da natureza.

Para este estudo, considerou-se a vistoria rotineira, balizada nos dados necessários para o preenchimento da ficha de inspeção rotineira resumida da NBR 9452 (ABNT, 2019), onde constam informações relacionadas às características geométricas, às condições de conservação, aos sistemas estruturais e outros dados necessários para o levantamento das manifestações patológicas.

O procedimento da inspeção fixado pela norma estabelece que durante as inspeções deverão ser atribuídas notas de 1 a 5, a qual demonstrará a maior ou menor gravidade da situação observada na estrutura. A classificação das OAE é dada a partir da avaliação da sua condição, onde as notas são associadas aos parâmetros estrutural, durabilidade e funcional. O Quadro 2 a seguir apresenta a classificação final da condição das OAE.

Quadro 2. Classificação da condição de OAE segundo parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	A OAE apresenta pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo.	OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização.	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

Fonte: ABNT (2019)

O levantamento foi realizado de forma visual utilizando uma trena para medição, celular para fotos, prancheta para anotações e croquis. Não foram realizados ensaios, sendo que a inspeção rotineira se caracteriza pela não realização de ensaios a menos que seja verificada a existência de um problema, e se deseja avaliar de forma mais detalhada. A coleta de dados foi realizada por meio de fichas preenchidas no período considerado de 15 de março a 06 de junho de 2023. A análise de dados foi realizada a partir da classificação por notas para os parâmetros relacionados à estrutura, durabilidade e funcionalidade. E por

fim, foram apresentadas sugestões de terapias a serem realizadas em função das manifestações patológicas.

Resultados e discussão

A ponte 01 é caracterizada como ponte em vigas de madeira, rodoviária e permanente. Trata-se de uma ponte que liga o município de Taquari a Triunfo, e por ela passam diariamente, além de veículos leves, caminhões do tipo bitrem. A Figura 2 apresenta uma vista da lateral da estrutura.

Figura 2. Vista lateral esquerda da ponte 01



A madeira por ser considerada um produto biológico que é passível à deterioração pela ação de fungos que causam apodrecimento, insetos e intemperismo (ABDALLA, 2002). Os principais mecanismos de deterioração da madeira podem ser do tipo agentes bióticos (vivos) que são sobretudo insetos e fungos, e agentes abióticos (não vivos) que são os ataques químicos, físicos e mecânicos que danificam este tipo de material (CALIL JUNIOR et. al., 2006).

Em vista disso, observa-se que as pontes de madeira sofrem com o ataque biótico, por insetos em seus elementos estruturais, causando perda de seção dos seus componentes, conforme pode ser visualizado na Figura 3. Estes insetos, que podem ser cupins ou larvas, utilizam a madeira como fonte de abrigo, e criam galerias que são capazes de reduzir a seção resistente da madeira, o que facilita a entrada de umidade causando apodrecimento da estrutura.

Figura 3. Danos causados por insetos em peças de madeira



Na Figura 4 (destaque 1), a presença de vegetação nos encontros indica a presença de manifestações por agentes biológicos. De acordo com Brito (2014), as vegetações em crescimento podem ser sinais de apodrecimento da madeira. Praticamente todo ano, no período de chuvas, a ponte sofre com o aumento do nível do arroio, que, frequentemente, ultrapassa o nível da estrutura, conforme relato de moradores próximos. Isso prejudica o material da ponte, pois a água extrapola a cota de segurança necessária, causando umidade excessiva nas peças de madeira. Na Figura 4 (destaque 2), observa-se o apodrecimento das peças de madeira que compõem a superestrutura.

Figura 4. Vista da estrutura da ponte 01



Na Figura 5 é possível observar sinais comuns de biodeterioração ocasionadas por apodrecimento das peças de madeira em contato com a lâmina d'água, que pode ser causada pela penetração da umidade no interior das peças. O fendilhado no topo do pilar também é uma condição que pode estar associada a um esforço superior ao suportado pela peça, provocado pelo excesso de carga (BRITO, 2014).

Figura 5. Perda de seção e fissuras na ponte 01



Na ponte 01, conforme pode ser visualizado na Figura 6, são característicos os danos ocasionados pela abrasão mecânica, como peças soltas e quebradas. A causa disso pode estar relacionada com o tráfego pesado, em especial de caminhões bitrem carregados com lenha que trafegam diariamente na ponte. Também pode ser visualizado deslocamentos, fissuras e empenamento nas peças de madeira, e ainda, ataques por fungos e insetos.

Figura 6. Vista do tabuleiro da ponte 01



A seguir a classificação da ponte 01:

- a) parâmetro estrutural: 3, pelo motivos apresentados acima;
- b) parâmetro funcional:1, pois não possui guarda corpo, causando um alto risco aos veículos que trafegam pelo local;
- c) parâmetro de durabilidade: 2, pois as anomalias encontradas comprometem a sua vida útil.

Segundo Brito (2014), as técnicas de reabilitação e recuperação de madeira geralmente envolvem adição de componentes metálicos para reforçar ou enrijecer os elementos estruturais. Neste caso, para as peças da infraestrutura recomenda-se encamisamento com concreto ou enrijecimento com elementos metálicos. As peças comprometidas devem ser substituídas, o que acarretaria na construção completa da estrutura. No entanto, se não forem adotadas medidas na fase de projeto, com a finalidade de proteger a madeira, logo as peças serão danificadas novamente devido a ação das intempéries. Esta situação é recorrente atualmente, gerando um alto custo para os órgãos públicos. Em vista disso, a recomendação seria a construção de uma estrutura de concreto. Para atender aos requisitos de segurança deverá ser instalado um guarda corpo, de acordo com DNER (1996), assim como sinalização adequada informando a capacidade de carga da ponte.

A ponte 02, apresentada na Figura 7, é classificada como uma ponte rodoviária, permanente e sua estrutura é do tipo Bailey. As pontes Bailey são utilizadas pelo exército brasileiro como pontes provisórias para ocasiões emergenciais, entretanto, em muitos casos, após instaladas, acabam ficando permanentes.

Figura 7. Ponte 02 - estrutura de ponte Bailey



A ponte Bailey tem sua estrutura formada por painéis de aço conectados entre si que compõem as vigas longitudinais biapoiadas. A estrutura da ponta é do tipo treliçadas e o tabuleiro é composto de estrutura de aço e madeira. (DINIZ, 2020).

Pontes naturalmente estão expostas a ambientes agressivos o que acelera o processo de ocorrência de manifestações patológicas em seus elementos. Na ponte 02 observou-se um processo corrosivo nos elementos da superestrutura conforme Figura 8.

Figura 8. Vista da parte inferior da ponte 02: (a) danos no tabuleiro e corrosão, (b) corrosão nos componentes de aço



No caso da deterioração de elementos de aço ocorrem dois processos corrosivos: corrosão eletroquímica e oxidação direta. Na figura 8a), observa-se o processo de corrosão por oxidação direta nos elementos da mesoestrutura e na Figura 8b), a corrosão eletroquímica, que é comum em ligações parafusadas. Conforme Nappi (2012), a probabilidade de ocorrência de corrosão nos elementos metálicos associados a madeira se dá pela umidade excessiva e ciclos curtos de umidificação e secagem, entre outros fatores. Na ponte 02 essa condição ocorre nas vigas transversinas. A corrosão também está presente nas peças de aço do guarda corpo da ponte.

Além disso, na Figura 8 visualiza-se também um buraco no tabuleiro provocado pelo desgaste causado por abrasão mecânica em estágio avançado a ponto de ocasionar um buraco no tabuleiro da ponte. Na parte inferior do tabuleiro, há sinais de apodrecimento e ataque por fungos, essa condição pode ser visualizada na Figura 9.

Figura 9. Vista da parte inferior do tabuleiro da ponte 02



Conforme Calil Júnior et al. (2006), o principal fator para a sobrevivência destes organismos é a umidade excessiva. Por isso, a parte inferior da ponte é um ambiente favorável à ocorrência dessa manifestação patológica recorrente em estruturas de madeira.

Corroborando com Brito (2016), a abrasão mecânica é o dano mais comum em tabuleiros de pontes de madeira, conforme pode ser visualizado na Figura 10, o tabuleiro encontra-se severamente danificado. Na Figura 10 observa-se os danos causados por abrasão mecânica, podridão e apodrecimento das peças com severas fendas longitudinais.

Figura 10. Vista do tabuleiro da ponte com danos severos



A abrasão mecânica é provocada pelo atrito dos pneus dos veículos, e ocasiona a redução da seção da peça, assim como favorece a retenção de água que conduz ao apodrecimento. A condição severa de desgaste do tabuleiro também pode estar relacionada com a sobrecarga gerada por caminhões da agricultura local.

A avaliação da ponte é sintetizada a seguir:

- a) parâmetro estrutural: 2, pois o tabuleiro da ponte encontra-se extremamente danificado a ponto de comprometer a estabilidade da obra;
- b) parâmetro funcional: 2, pois não possui sinalização horizontal;
- c) parâmetro de durabilidade: 2, devido à corrosão dos elementos principais.

As recomendações de terapia para a ponte 02 são limpeza geral periódica com remoção da vegetação presente no guarda corpo, execução de nova pintura dos elementos de aço com tinta específica anticorrosiva. Para o tabuleiro, proceder à substituição total das peças de madeira, e nas peças novas deve ser aplicado tratamento preservativo para a madeira, e após a pintura com tinta específica. Proceder a instalação de sinalização adequada informando a capacidade de carga da estrutura.

A ponte 03, apresentada na Figura 11, é classificada como uma ponte, rodoviária, permanente e seu material de construção principal é o concreto armado.

Figura 11. Vista lateral da ponte 03



A infraestrutura da ponte 03 foi construída em alvenaria de pedra. A manifestação patológica que está em mais evidência é uma fissura no encontro nas duas extremidades. Uma das extremidades pode ser visualizada na Figura 12.

Figura 12. Fissura no encontro da ponte 03



Esta situação foi identificada próximo ao aterro da ponte em ambos os lados, o que pode estar relacionado com recalque diferencial do aterro. De acordo com a NBR 9452 (ABNT, 2019), a OAE encontra-se em elevado grau de deterioração quando os danos no encontro são gerados por deslizamento dos taludes de encontro que propiciam a perda da base de apoio de fundações. Portanto, esta condição é bastante crítica para a estabilidade da estrutura.

A Figura 13 apresenta a proliferação de fungos na ponte 03, esta manifestação patológica compromete a durabilidade, pois afeta a integridade do elemento estrutural. Conforme Souza e Ripper (1998), as ações biológicas são um dos principais agentes de deterioração em pontes localizadas em estradas rurais. Além disso, o aumento da umidade torna o local propício para proliferação de vegetação aderida à estrutura, conforme pode ser observado na Figura 13. A estrutura também apresenta uma fenda no encontro, esta condição pode gerar instabilidade global da ponte, além de favorecer o surgimento de patologias adicionais por conta do acesso da umidade no interior da estrutura.

A deterioração do concreto pode ser visualizada de forma parcial, considerando a limitação para acessar a parte inferior do tabuleiro, pois nessa área o arroio tem bastante profundidade e não foram utilizados equipamentos especiais para a vistoria. No entanto, pode-se visualizar, na Figura 13, a segregação do concreto na parte inferior do tabuleiro que pode ter sido originada da fase de execução da obra devido ao adensamento ineficiente do concreto.

Figura 13. Diversas manifestações patológicas encontradas na ponte 03



A ponte 03 recebe as seguintes avaliações:

- a) parâmetro estrutural: 2, pelos motivos apresentados acima, com destaque para os encontros;
- b) parâmetro funcional: 3, pois possuem desníveis no pavimento;
- c) parâmetro de durabilidade: 4, pois os danos são pontuais em local com baixa agressividade ambiental.

Considerando os danos severos nos encontros, as recomendações de tratamento seriam refazer o elemento de transição da ponte e o terrapleno utilizando concreto armado e execução de fundações adequadas, de forma a proteger o aterro contra esforços e empuxos do aterro. Para as peças em concreto, recomenda-se limpeza e pintura hidrofugante a fim de proteger o concreto contra as manifestações patológicas mais severas.

A Tabela 1 apresenta um resumo das notas que foram atribuídas a cada estrutura.

Tabela 1. Resumo das notas atribuídas

Ponte	Estrutural	Durabilidade	Funcional	Nota final
1	3	2	1	1
2	2	2	2	2
3	2	4	3	2

Considerações Finais

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento das manifestações patológicas encontradas em três pontes localizadas no município de Taquari/RS. Para alcançar este objetivo realizou-se vistorias em três OAE com base na inspeção rotineira apresentada pela nas estruturas e sua análise da condição a partir da NBR 9452.

A ponte 01 em madeira apresentou ataques por fungos e insetos em todos os seus elementos, apresentou fendilhamento nos pilares e apodrecimento dos seus elementos estruturais.

A ponte 02 apresenta corrosão nos componentes estruturais de aço, principalmente nas ligações situadas na parte inferior do tabuleiro, local tem tendência ao surgimento de novas manifestações patológicas devido ao excesso de umidade. O tabuleiro de madeira possui danos severos causados por abrasão mecânica, possivelmente ocasionada pelo excesso de peso de veículos que trafegam pelo local.

A principal manifestação patológica visualizada na ponte 03 foi o deslocamento da alvenaria de pedra no encontro com o aterro provocando uma fenda em ambos os lados. Possivelmente, neste local, ocorre um excesso de tensões que prejudica a estabilidade da estrutura.

A partir dos resultados obtidos nas vistorias, observou-se que nenhuma das estruturas analisadas atingiu a nota máxima, que corresponde a uma estrutura em boas condições, sem problemas visíveis. Ao classificar as estruturas analisadas neste trabalho fica evidente a degradação das pontes, prejudicando sua funcionalidade e durabilidade, reduzindo sua vida útil caso não sejam tomadas medidas corretivas relacionadas à conservação.

Referências

ABDALLA, A. C. P. B. **Utilização de madeira de eucalyptus em estruturas de pontes**. 202. 135f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz, Mestrado em Ciências, Universidade de São Paulo. Piracicaba, São Paulo, 2002

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro, 2019.

BRITO, L. D. **Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação**. 2014. 502 f. Tese (Doutorado) - Curso da Escola de Engenharia de São Carlos, Doutor em Engenharia de Estruturas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

CALIL JUNIOR, C. et. al. **Manual de projeto e construção de pontes de madeira**. São Carlos: Suprema, 2006. 252p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de inspeção de pontes rodoviárias**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 253 p. (IPR. Publ. 709).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. Divisão de capacitação tecnológica. **Manual de projeto de obras-de-arte especiais**. Rio de Janeiro, 1996. 225p. (IPR. Publ, 698).

DINIZ, M. V. **Ponte militar em material compósito fibra de vidro**: Estudo comparativo e análise do processo de montagem. 2020. 43 f. Trabalho acadêmico - Curso de Ciências militares com ênfase em engenharia e construção, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, Rio de Janeiro, 2020.

NAPPI, M. M. L. **Corrosão de elementos metálicos embutidos em diferentes espécies de madeira**. 2012. 233f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Mestrado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. Pinni, São Paulo: São Paulo, 1998. 257p.

VITÓRIO, J. A. P. **Pontes rodoviárias**: fundamentos, conservação e gestão. Recife: CREA-PE, 2002, 140p.

VITÓRIO, J. A. P. **Vistorias, Conservação e Gestão de pontes e viadutos de concreto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO 48. 2006, Recife. **Anais...** Recife: IBRACON, 2006.