



ISSN 2447-6102



Artigo

ANÁLISE DE PATOLOGIAS EM PONTE DE MADEIRA DO MUNICÍPIO DE AQUIDAUANA/MS

Pardinho, A.F.¹, Moreira, L.M.²

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS); alineferrazpardinho@gmail.com

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul (IFMS); luan.moreira@ifms.edu.br

Received: 19/12/2023; Accepted: 30/09/2024; Published: 01/10/2024

Resumo: A madeira tem grande importância na história cultural, onde destaca-se sua relevância no desenvolvimento da sociedade ao superar obstáculos. A presença de rios e córregos impactam significativamente na eficiência do transporte, especificamente no município de Aquidauana/MS, onde existem muitas pontes de madeira que apresentam patologias bióticas, abióticas e naturais, com causas variadas como falta de manutenção preventiva, excesso de umidade entre outras. Com o mapeamento é possível identificar as manifestações patológicas enfatizando a importância da conservação do patrimônio público assim como para garantir a segurança e o conforto da comunidade, para isso é necessário discutir aspectos de tratamento, resistência e durabilidade explorando o tipo de manifestação patológica. Assim, a pesquisa investigou a importância das pontes de madeira e suas respectivas manifestações patológicas, sintomas, causas, diagnóstico e terapia através de um estudo de caso em Aquidauana/MS, localizado na área rural e que dá acesso às chácaras e ao campo de instrução do exército.

Palavras-chave: Pontes de madeira; Patologia; Estudo de Caso.

ANALYSIS OF PATHOLOGIES IN A WOODEN BRIDGE IN THE MUNICIPALITY OF AQUIDAUANA/MS

Abstract: Wood has a great importance in cultural history, where its relevance in the development of society by overcoming obstacles stands out. The presence of rivers and streams has a significant impact on transportation efficiency, specifically in the municipality of Aquidauana/MS, where there are many wooden bridges that have biotic, abiotic and natural pathologies, with various causes such as lack of preventive maintenance, excessive humidity, among others. Mapping makes it possible to identify pathological manifestations, emphasizing the importance of conserving public heritage as well as ensuring the safety and comfort of the community. To this end, it is necessary to discuss aspects of treatment, resistance and durability, exploring the type of pathological manifestation. Thus, the research investigated the importance of wooden bridges and their respective pathological manifestations, symptoms, causes, diagnosis and therapy through a case study in Aquidauana/MS, located in the countryside and giving access to farms and the army training camp.

Keywords: Wooden bridges; Pathology; Case study.

1. Introdução

A utilização de pontes ao longo da história tem sido fundamental para o desenvolvimento das sociedades, permitindo a superação de obstáculos naturais e a interligação de regiões. Entre os diversos materiais empregados na construção de pontes, a madeira se destaca como uma opção tradicional que apresenta vantagens e desafios singulares.

No contexto da engenharia civil, compreender a viabilidade, o projeto, a construção e a manutenção de pontes de madeira é de extrema importância.

Para o desenvolvimento de qualquer local, tanto do ponto de vista econômico quanto social, demanda-se a existência de vias adequadas para o deslocamento de pessoas e de cargas. No município de Aquidauana/MS a existência de rios e córregos, que dificultam o transporte intermunicipal e interestadual, afetam tanto a economia quanto o direito de ir e vir da população que necessita transitar sobre essas pontes diariamente.

A utilização da madeira em pontes é um tema que se estende por séculos, sendo encontrados exemplos dessa prática em várias partes do mundo. A relação entre a madeira e a construção civil apresenta equilíbrio entre tradição e inovação, onde a história do uso do material é rica combinada aos avanços tecnológicos contemporâneos. A madeira, quando selecionada adequadamente, tratada e projetada, pode oferecer uma excelente relação entre resistência, durabilidade e estética, se tornando uma escolha valiosa para estruturas de travessia em determinadas circunstâncias.

Em locais com fácil acesso à madeira, convém para as prefeituras a implantação de pontes constituídas por esse material, onde a falta de manutenção é um dos principais vetores de degradação da vida útil da estrutura, devido à exposição à agentes externos, impactando negativamente a durabilidade e a possibilidade de mobilidade da população. A maioria das pontes de madeira no Brasil não são projetadas e construídas por técnicos e construtores especializados em madeiras. Isso resulta em estruturas caras, inseguras e de baixa durabilidade (Calil Junior, et al., 2006).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar o mapeamento de ponte de madeira localizada no município de Aquidauana/MS, visando identificar as manifestações patológicas através da análise a partir das seguintes etapas: sintomas, origem, mecanismos, causas e terapia.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Pontes de Madeira

Define-se pontes como estruturas, incluindo-se apoios, construídas sobre depressões ou obstruções (e. g., rios, estradas ou ferrovias) que suportam a passagem de veículos e/ou outras cargas móveis, com um vão livre, medido no eixo da estrada, de mais de seis metros, incluindo viadutos, passagens superiores e passagens inferiores (DNIT, 2004, p. 3).

As peças de madeira podem ser usadas nas estruturas das pontes, ao ar livre, sofrendo as ações do vento, sol e chuvas sem perder qualidade estrutural e estética, tendo assim durabilidade superior a 25 anos, mas para que ela dure esse tempo necessita de cuidado adequado, para que as patologias e as intempéries sejam evitadas.

Especificamente em pontes deve se considerar aspectos como vento, erosões, níveis mínimos e máximos e velocidades de escoamento, velocidades máximas de escoamento, e o comportamento temporal das fundações em pontes próximas. A fim de evitar o risco de solapamento da base, é necessário diligenciar medidas preventivas com frequência caso utilizem fundações profundas (Calil Junior, et al., 2006).

A madeira deve ser tratada para prevenir sua deterioração e ampliar o seu tempo de vida útil. O tratamento mais comum utilizado é o químico, no qual ocorre a fixação de elementos preservativos na madeira para que esta se torne mais resistente à ação de fungos e insetos, principalmente se a madeira a ser utilizada ficar em contato com água ou solo (Morais, 2008).

Entre outras propriedades importantes da madeira está a densidade aparente, que é a razão entre a massa e o volume na umidade de equilíbrio. A partir da densidade aparente, é possível estimar outras propriedades de resistência e rigidez da madeira (Dias, 2000). A resistência da madeira é determinada convencionalmente pela máxima tensão que pode ser aplicada a corpos de prova isentos de defeitos do material considerado, até o aparecimento de fenômenos particulares de comportamento além dos quais há restrição de emprego do material em elementos estruturais. De modo geral estes fenômenos são os de ruptura ou de deformação específica excessiva (ABNT, 2022).

A madeira é um material de grande importância na relação entre duração, qualidades e intervalo de manutenção, A madeira garapeira desempenha um papel crucial na construção de pontes no município de Aquidauana, segundo IPT (2003), a variedade é conhecida como Garapeira, com os nomes populares de amarelinho, barajuba, grápia, jataí amarelo, muirajuba e muiratuá, a mais utilizada da região. A árvore que fornece essa madeira é a *Apuleia leiocarpa*, caracterizando-se por apresentar resistência moderada a fungos que causam apodrecimento, alta imunidade contra o cupim de madeira seca, densidade média e dureza ao corte. Suas propriedades físicas incluem uma densidade de massa aparente de 830 kg/m³ a 15% de umidade, contrações radial e tangencial de 4,4% e 8,5%, respectivamente, e contração

volumétrica de 14,0%. Essas características fazem da Garapeira uma escolha adequada, proporcionando durabilidade e resistência necessárias para as pontes de madeira na região.

2.2 Manifestações Patológicas

Patologia das estruturas é denominado o campo da engenharia das estruturas que estuda a origem, forma de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência da deterioração ou falha dos elementos do sistema estrutural (Souza; Ripper, 1998). Causando mau funcionamento ou desempenho de um objeto, sistema ou organismo. No contexto da engenharia civil, as patologias das construções são problemas que ocorrem em edifícios, estruturas e infraestruturas, comprometendo sua integridade, segurança e durabilidade.

As pontes de madeira são estruturas valiosas que, apesar de suas vantagens históricas e estéticas, estão sujeitas a diversas patologias devido à natureza do material e às condições ambientais. Apresentam-se algumas causas comuns que afetam as pontes de madeira: causadas por agentes bióticos e abióticos (vivos, não vivos), agentes bióticos são bactérias, fungos, insetos e perfuradores marinhos. Segundo Ritter e Morrell (1990) a maioria dos agentes bióticos que atacam a madeira utilizam-na como fonte de alimento ou abrigo, degradando o material. Segundo Arriaga et al. (2002) os Cerambicídeos, por exemplo, se alimentam do alburno da madeira, que se situa na região periférica do lenho.

Os agentes abióticos em pontes de madeira incluem os condicionantes de agentes físicos (Highley; Sche, 1989) por danos mecânicos por abrasão ou por impacto, à ação de luz ultravioleta, a corrosão do metal de ligações, e agentes químicos como ácidos e bases fortes, (Ritter e Morrell, 1990 apud Calil Jr. et al, 2006). De acordo com Arriaga et al. (2002), as principais causas de origem dos agentes abióticos podem favorecer aos danos nas peças de madeira são, pelas ações de agentes atmosféricos (radiação solar e chuva) e danos devido ao fogo. Segundo Ritter e Morrell (1990) em muitos casos, os danos oriundos por agentes abióticos podem ser confundidos com ataque de agentes bióticos, com a ausência de sinais visíveis de fungos, insetos e perfuradores marinhos, além da aparência geral da madeira, também podem possuir sinais de alerta da natureza ao dano. Além das causas propriamente destrutivas, os agentes abióticos podem do mesmo modo danificar o tratamento preservativo, exprimindo a madeira não tratada a ataques de agentes bióticos.

Perfaz-se que as anomalias patológicas no Brasil ainda podem ser oriundas de anomalias na concepção estrutural, falhas durante a execução, ausência e/ou falhas em manutenções. Diante disso, o Quadro 1 descreve as principais anomalias encontradas em estruturas de madeira.

Quadro 1. Principais tipos de agentes de deterioração da madeira.

Agentes bióticos	Bactérias	
	Fungos	Fungos manchadores
		Fungos emboloradores
		Fungos apodrecedores
		Fungos de podridão parda ou cúbica
		Fungos de podridão branca ou fibrosa
		Fungos de podridão mole
	Insetos	Térmitas de isopteras (cupins de madeira)
		Térmitas-de-madeira-seca
		Térmitas-de-madeira-úmida
		Térmitas-subterrâneos
		Térmitas-epígeos
		Térmitas-arborícolas
		Brocas-de-madeira
		Brocas que atacam árvores vivas
Brocas que atacam árvores recém-abatidas		
Brocas que infestam a madeira durante a secagem		
Brocas de madeira seca		
Formigas-carpinteiras		
Abelhas-carpinteiras		
Agentes abióticos	Físicos	Patologias de origem estrutural
	Instabilidade	
	Remoção de elementos estruturais	
	Fraturas incipientes	
	Movimento de nós e distorções	
	Deformações, deslocamentos e flechas	

		Presença de defeitos naturais
		Danos mecânicos
		Danos por animais silvestres
		Danos por vandalismo
	Químicos	Corrosão em ligações
		Efeito da corrosão na madeira
	Atmosféricos e meteorológicos	Ação da luz ultravioleta
		Intemperismo
		Danos por inchamento e retração da madeira
		Ações de vento na estrutura
		Rais atmosféricos
	Danos devido ao fogo	

Fonte: Adaptado de Brito (2014).

Referente ao crescimento de plantas e /ou musgos, plantas e/ou musgos esverdeados ou escuros em fendas, rachas, fissuras, ou acumulações de solo sobre elementos estruturais, podem ser indicativos que a madeira, geralmente na região de apoio ou nó de ligação desprotegida, que esteja com Teor de umidade relativamente elevado, são sinais de manifestações patológicas com grande potencial de risco de biodeterioração por fungos apodrecedores, quando expostas por um longo período (Ritter e Morrell, 1990; Cruz, 2001).

Para mitigar essas patologias e prolongar a vida útil das pontes de madeira, é crucial adotar práticas de projeto que considerem as características da madeira e as condições ambientais. Além disso, uma escolha de tratamentos de preservação da madeira adequados, como produtos químicos de tratamento e pinturas protetoras, pode ajudar a reduzir a suscetibilidade a patologias. Inspeções regulares, manutenção preventiva e intervenções oportunas também são essenciais para manter a segurança e a funcionalidade das pontes de madeira ao longo do tempo.

2.3 Mecanismos, Sintomas, Causas, Diagnóstico e Terapia

Para Silva (2011), em uma definição apropriada, manifestação patológica é a expressão resultante de um mecanismo de degradação e a patologia é ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica.

Enquanto, de acordo com Silva e Jonov (2015), as manifestações patológicas são decorrentes dos chamados vícios construtivos. Assim, a compreensão do processo de formação da manifestação patológica (i. e seu mecanismo) é de vital importância para a definição da terapia recomendada.

Geralmente os problemas patológicos se apresentam em sintomas externos específicos que facilitam o estudo inicial do problema. A partir de levantamento bibliográfico, pode-se classificá-los conforme os seguintes tópicos:

- Degradação da Madeira: Fatores como a exposição constante à umidade, mudanças de temperatura e tempo podem causar deformações na madeira, assim como degradação física (empenamentos, rachas e fendas), que podem afetar o comportamento da estrutura Machado et al. (2009).
- Apodrecimento: Causado por excesso de umidade.
- Insetos e Pragas: Insetos como cupins, carunchos, (insetos xilófagos) comedores de madeira podem causar danos significativos à madeira. Se infiltrando e enfraquecendo a estrutura interna da madeira. Highley e Scheffer (1989) e Ritter e Morrell (1990) descrevem que alguns destes organismos utilizam a madeira como fonte de alimento, enquanto outros a utilizam como habitat.
- Fissuras e Rachaduras: Com as mudanças de temperatura, umidade e carga de tráfego, variações de temperatura, umidade, a ocorrência de desenvolvimento de fissuras e rachaduras pode ocorrer com mais facilidade, permitindo a entrada de umidade e acelerando a elasticidade.
- Corrosão de Conexões Metálicas: Por possuir elementos metálicos, as pontes de madeira ficam vulneráveis a exposição de umidade e o aparecimento de corrosão dos elementos metálicos, enfraquecendo as conexões e impactando na instabilidade geral da ponte.
- Fadiga e Deformação: O tráfego constante e as cargas variadas podem fatigar a madeira, causando empenamentos permanentes ao longo do tempo.
- Má manutenção: A falta de manutenção regular pode piorar os problemas existentes e permitir condições extremas. A inspeção e manutenção adequadas são essenciais para identificar e corrigir problemas ao longo do tempo.
- Erosão das Fundações: Devido ao fluxo de água, as pontes de madeira estão sujeitas à erosão das fundações, podendo comprometer a estabilidade da ponte.

Ao analisar uma ponte de madeira, é necessário compreender os sinais do surgimento e desenvolvimento de patologia e elucidar as causas antes de aplicar as soluções necessárias.

Segundo Souza e Ripper (1998), “ao se analisar uma estrutura "doente" é absolutamente necessário entender-se o porquê do surgimento e do desenvolvimento da patologia, buscando esclarecer as causas, antes da prescrição e consequente aplicação do remédio necessário”.

Duas classificações podem ser formuladas para as causas responsáveis pelo desenvolvimento dos diferentes processos de dano das estruturas de madeira. Essas causas são chamadas: causas intrínsecas e causas extrínsecas. Segundo Souza e Ripper (1998) elas podem ser definidas como:

- Causas intrínsecas: classificam-se como os processos de deterioração das estruturas inerentes às próprias estruturas, elemento físico, ou seja, todas as que têm sua origem nos materiais e peças estruturais durante as fases de execução e/ou de utilização das obras, por falhas humanas, por questões do próprio material e por ações externas e acidentes.
- Causas extrínsecas: São as que independem do corpo estrutural, assim como da composição interna, ou de falhas inerentes ao processo de execução, podendo, de outra forma, ser vistas como os fatores que afetam a estrutura "de fora para dentro", durante as fases de concepção ou ao longo da vida útil.

De acordo com Souza e Ripper (1998), ao lidar com pontes de madeira que demonstram sinais de problemas estruturais, é essencial conduzir uma inspeção minuciosa e bem planejada. Isso é fundamental para obter uma compreensão precisa das condições reais da ponte, permitindo a avaliação dos danos presentes, suas causas e a determinação dos procedimentos necessários para a sua regeneração ou reforço. A Figura 1 fornece um fluxograma que serve como guia para o diagnóstico dessas questões.

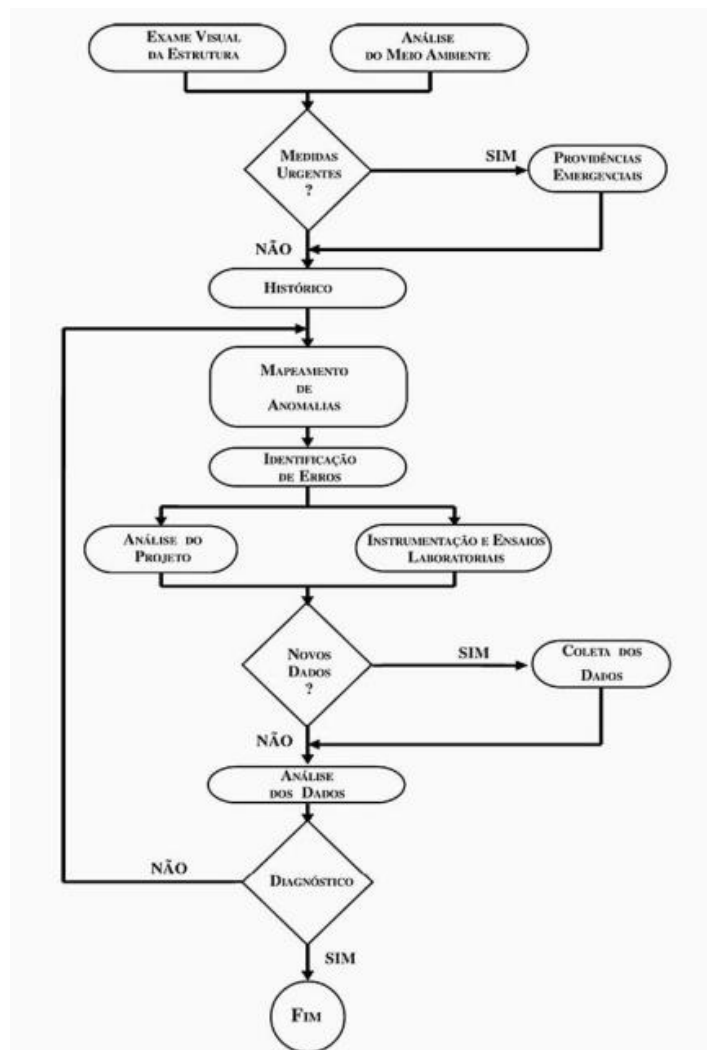


Figura 1. Fluxograma para diagnóstico.

Fonte: Souza e Ripper (1998).

De acordo com lantas (2010), na terapia estudam-se correções e soluções das patologias, desde pequenos reparos à recuperação generalizada. Para obter êxito no tratamento, é necessário um bom estudo precedente, um diagnóstico, conhecimento das características dos materiais. É recomendado que, após uma intervenção, sejam tomadas medidas de proteção, a partir de uma manutenção, considerando a vida útil prevista, a agressividade e condições do ambiente e a natureza dos materiais.

3. Metodologia

A abordagem desta pesquisa é qualitativa, onde foi utilizado o estudo de caso como procedimento para investigação das manifestações patológicas em uma ponte de madeira. Com base na norma DNIT (2004), foram feitos levantamentos georreferenciados e pesquisas visuais e instrumentais, com o propósito de detectar e avaliar eventos nocivos à ponte, utilizando-se inspeção visual, lista de verificações, registro fotográfico, o software *Google Earth* para georreferenciamento e aparelho leitor de coordenadas de Sistema de Posicionamento Global (GPS) para incluir dados de altitude e latitude proporcionando uma localização mais eficiente.

4. Resultados

4.1 Descrição do Estudo de Caso

A ponte de madeira investigada é de responsabilidade do município de Aquidauana/MS, localizada em estrada rural sem nome que dá acesso ao campo de instrução do Exército e chácaras da região, conforme localização na Figura 2.



Figura 2. Localização vista do *Google earth* do estudo de caso.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Trata-se de uma ponte executada conforme padrão Agesul DNIT 2004, medindo 4,50m de largura e 7,20m de comprimento e com profundidade de 2,90m, conforme a Figura 3.



Figura 3. Ponte de madeira, acesso a chácaras e ao campo de instrução do Exército.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A vistoria foi realizada na manhã de quarta-feira do dia 25 de outubro de 2023 das 7h23min às 8h10min. A inspeção foi acompanhada de um responsável pelas pontes da prefeitura Municipal de Aquidauana, onde foram observadas as manifestações patológicas presentes na ponte assim como sua localização e o ambiente ao seu entorno. As figuras a seguir apresentam as manifestações patológicas.

4.2 Levantamento de Subsídios

4.2.1 Registro Técnico 1

Nas Figuras 4 e 5 é possível observar o surgimento de patologias referentes à umidade em que a madeira está exposta. Sintomas encontrados: Degradação, apodrecimento, fissuras e rachaduras, má manutenção e insetos e pragas.



Figura 4. Imagem tirada embaixo da ponte lado esquerdo.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 5. Imagem tirada embaixo da ponte lado direito.

Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.2 Registro Técnico 2

Nas Figuras 6 há o aparecimento de plantas e musgos e na Figura 7 a ação de erosão modificou significativamente a estrutura de madeira, acelerando através da umidade drasticamente o apodrecimento da estrutura, chegando até a ruptura total de algumas peças de madeira. Sintomas: Degradação, apodrecimento, fissuras e rachaduras, má manutenção, fungos e insetos.



Figura 6. Aparecimento de plantas e musgos, na superfície da madeira na região superior da ponte.

Fonte: Elaborado pelos autores.



Figura 7. Degradação da madeira devido a erosão e falta de manutenção, presença de fungos.
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.3 Registro Técnico 3

Na Figura 8 é possível observar que a água da chuva está penetrando pela contenção e atingido agressivamente as madeiras, além da quantidade de plantas e árvores se entrelaçando na estrutura da ponte. Sintomas: Degradação, apodrecimento, fissuras e rachaduras, má manutenção, fungos e insetos.



Figura 8. Contenção de terra do aterro em deterioração devido à erosão.
Fonte: Elaborado pelos autores.

4.2.4 Registro Técnico 4

Na Figura 9 observa-se que a presença de umidade ao longo do tempo atingiu toda a peça de madeira, deixando a vulnerável a desenvolver muitas patologias, como fungos, algas, etc. Sintomas: Degradação, apodrecimento, fissuras e rachaduras, má manutenção, fungos e insetos.



Figura 9. Deterioração devido a umidade gerando o aparecimento de fissuras e rachaduras.
 Fonte: Elaborado pelos autores.

4.3 Diagnóstico e Terapia

No Quadro 2 apresenta-se uma síntese da análise técnica dos registros e a terapia recomendada.

Quadro 2. Diagnóstico e terapia para as manifestações patológicas.

Análise Técnica 1 (ver Registro Técnico 1)
Mecanismo: umidade proveniente do solo, chuvas e árvores ao seu entorno.
Causas: umidade oriunda do solo e do ambiente ao entorno e falta de tratamento adequado.
Origem: área de sombra aumentando a umidade e temperatura além do contato direto da água em alguns locais.
Terapia: substituição das madeiras já deterioradas pelo aparecimento e tratamento para impermeabilizar a madeira, impedindo que a umidade penetre na madeira, além da remoção de árvores que causam área de sombra sobre a ponte.
Análise Técnica 2 (ver Registro Técnico 2)
Mecanismo: umidade proveniente do solo, do entorno e da erosão.
Causas: umidade oriunda do excesso de água da região.
Origem: falta de manutenção e aterramento.
Terapia: substituição das madeiras já deterioradas pelo apodrecimento e/ou substituição do material da base de contenção de aterro.
Análise Técnica 3 (ver Registro Técnico 3)
Mecanismo: umidade devido ao acúmulo de vegetação.
Causas: falta de limpeza nos arredores da ponte.
Origem: falta de manutenção e limpeza.
Terapia: limpeza do entorno da ponte ou substituição do material de contenção/fundações.
Análise Técnica 4 (ver Registro Técnico 4)
Mecanismo: umidade presente no ambiente e no material.
Causas: excesso de umidade.
Origem: falta de tratamento preventivo e corretivo.
Terapia: substituição total das vigas, pilares, caibros, e pranchas que se encontram em estado de deterioração.

Fonte: Elaborado pelos autores.

5. Resultados

Ao longo desse trabalho buscou-se apresentar as manifestações patológicas presentes na estrutura existente da ponte de madeira, localizada na estrada de área rural que dá acesso ao campo de instrução do Exército e chácaras do município de Aquidauana - MS. Verificou-se que devido à inexistência de um plano de manutenção preventivo,

conforme as normas técnicas, faz com que os processos de manutenção sejam exclusivamente de caráter corretivo. As manifestações patológicas foram analisadas em relação aos seus mecanismos, causas e origens. E, depois, foram propostas sugestões de terapias para solução dos problemas. Sugere-se como trabalhos futuros a investigação das outras manifestações patológicas existentes na ponte de madeira e, também, a elaboração de um plano de manutenção para posterior adoção pela prefeitura.

Referências

1. ARRIAGA, F.; PERAZA, F.; ESTEBAN, M.; BOBADILLA, I.; GARCÍA, F. (2002). Intervención en estructuras de madera. ISBN: 84-87381-24-3. Editora AITIM Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de la Madera, Madrid, España.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de madeira Parte 1, Critérios de dimensionamento: NBR 7190. Rio de Janeiro: ABNT, 2022. 81 p.
3. BRASIL. Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protegido – Procedimento. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (010/2004 - PRO) - Diretoria de Planejamento e Pesquisa/IPR. Disponível em: <http://ipr.dnit.gov.br/normas/DNIT010_2004_PRO.pdf>. Acesso em: 11 abril. 2023.
4. BRITO, L. D. Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia de Estruturas, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.
5. CALIL JUNIOR, C. Manual de projeto e construção de pontes de madeira. São Carlos: Suprema, 2006.
6. CRUZ, H. Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira. Santarem-POR, II Curso Livre Internacional de Patrimônio / Associação Portuguesa dos Municípios com Centro Histórico, 2021
7. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) - Diretoria de Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro, 253 p., 2004.
8. DIAS, F. M. A densidade aparente como estimador de propriedades de resistência e rigidez da madeira. 2000. 145f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2000.
9. GOOGLE EARTH. Disponível em: <<http://maps.google.com.br/maps?hl=pt-BR&tab=wl>>. Acesso em: 05 de nov. 2023.
10. HIGHLEY, T. L.; SCHEFFER, T. Controlling decay in waterfront structures. Evaluation, Prevention, and Remedial Treatments. United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. FPL-RP-494. Madison, WI, United States, 1989.
11. IANTAS, L. C. Estudo de Caso: Análise de Patologias Estruturais em Edificação de Gestão Pública. Especialização (Pós Graduação em Construção de Obras Públicas da Universidade Federal do Paraná), 2010.
12. MACHADO, J. S.; DIAS, A.; CRUZ, H.; CUSTÓDIO, J.; PALMA, P. Avaliação, Conservação e Reforço de Estruturas de Madeira. 1a edição, ISBN: 9789896420659. Editora Verlag Dashöfer. Portugal, 2009.
13. MILANI, C. J.; KRIPKA, M. A Identificação de Patologias em Pontes de Madeira: Diagnóstico Realizado no Sistema Viário do Município de Pato Branco – Paraná. REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, v. 4, n. 1, 2012. DOI: 10.5216/reec.v4i1.17726. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/reec/article/view/17726>. Acesso em: 29 nov. 2023.
14. MORAIS, A. Produtos para tratar madeira previnem perdas. Revista Madeira Edição Nº117 Novembro 2008. 39 p.
15. RITTER, M. A.; MORRELL, J. J. Timber Bridges: Design, Construction, Inspection, and Maintenance. Chapter 13: Bridge Inspection for Decay and Other Deterioration. United States Department of Agriculture, USDA. Forest Service. United States, 1990.
16. SILVA, A. P.; JONOV, C. M. P. Curso de Aperfeiçoamento e Gestão na Construção Civil Publica. 2011. Disponível em: <<http://www.demc.ufmg.br/adriano/Patologia%20das%20Construcoes.pdf>>. Acesso em: 11 junho. 2023.
17. SILVA, F.B. da. Patologia das Construções: uma especialidade na engenharia civil. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/174/artigo285892-2.aspx>>. Acesso em: 11 junho. 2023.
18. SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. São Carlos: PINI, 1998. 257 p.
19. ZENID, G. J. Madeira: uso sustentável na construção civil. São Paulo: IPT, 2009. Disponível em: <<https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/manualUsodaMadeira.pdf>>, acesso 27 de novembro.2023.