CAPÍTULO 94 · Parte V · Diagnóstico
DOI do capítulo: https://doi.org/10.67775/d4bbf580
Trabalho apresentado no CBPAT 2026 e publicado nos anais do evento: https://doi.org/10.67775/rybpp343

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA: UM ESTUDO DE CASO EM UMA PONTE NO MUNICÍPIO DE ITAITUBA-PA

Lucielly Olavo da Costa[1]*; Ellen Taís da Silva Pinheiro[2]; Kercia Marcely Cardoso Dias[3]; Ana Laura Batista Alvarenga[4]; Wesley Aguiar Pinto[5] e Matheus Viana de Souza[6]
*Autor de contato: luciellyolavo9@gmail.com

[1] Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Oeste do Pará, Itaituba, Brasil
[2] Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Oeste do Pará, Itaituba, Brasil
[3] Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Oeste do Pará, Itaituba, Brasil
[4] Graduanda em Engenharia Civil, Universidade Federal do Oeste do Pará, Itaituba, Brasil
[5] Mestrando em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Ilha Solteira, Brasil
[6] Mestre em Engenharia Civil, Universidade Federal do Oeste do Pará, Grupo Amazônico de Pesquisa em Engenharia Civil – GAPEC, Itaituba, Brasil

RESUMO

O presente artigo apresenta um estudo de caso focado na identificação e análise de manifestações patológicas em uma ponte de madeira, localizada no interior do Estado do Pará. A metodologia consistiu em uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada em inspeção visual *in loco* e documentação fotográfica. Os resultados revelaram um estado de deterioração precoce em uma estrutura de apenas seis anos (aproximadamente), causados por agentes abióticos e bióticos. O ambiente úmido do local, potencializado pela vegetação densa e pela deficiência de proteção construtiva e tratamentos impermeabilizantes, acelerou a degradação da madeira. Por fim, o estudo propõe medidas corretivas, ressaltando a urgência de um plano de manutenção preventiva para garantir a segurança funcional da ponte.
Palavras-chave: patologia das construções; estruturas de madeira; manutenção preventiva; manifestações patológicas.

ABSTRACT

This article presents a case study focused on the identification and analysis of pathological manifestations in a wooden bridge located in the countryside of the State of Pará, Brazil. The methodology consisted of a qualitative and descriptive approach, based on in situ visual inspection and photographic documentation. Results revealed an early state of deterioration in a structure only approximately six years old, caused by abiotic and biotic agents. The local humid environment, enhanced by dense vegetation and the lack of constructive protection and waterproofing treatments, accelerated the degradation of the wood. Finally, the study proposes corrective measures, highlighting the urgency of a preventive maintenance plan to ensure the bridge's functional safety.

Keywords: pathology of structures; wooden structures; preventive maintenance; pathological manifestations.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, com o desenvolvimento da sociedade, as pontes têm sido fundamentais para logística de mercadorias e interligação entre regiões, superando obstáculos naturais. E a madeira foi uma das principais matérias primas para sua construção por ser uma opção tradicional devido às suas propriedades estruturais e estéticas. No entanto, para isso seria necessário compreender a viabilidade e implementação de manutenções constantes (Pardinho e Moreira, 2024).

De acordo com Sousa e Silva Junior (2020), a redução de vida útil das pontes é diretamente afetada pela ausência de manutenção preventiva ou corretiva, que pode ocasionar falhas precoces ou o colapso estrutural antes do tempo determinado. As pontes encontram-se constantemente expostas a intempéries e agentes agressivos, logo, a durabilidade das pontes depende do tratamento dos materiais utilizados e do método construtivo. Em obras fora das especificações, utiliza-se da inspeção visual como ferramenta para diagnosticar manifestações patológicas, identificar causas e viabilizar a recuperação estrutural (Pompeu e Rosa, 2023).

Figueroa (2012) afirma que "a umidade, massa específica, tipos de água presente na madeira, contração e inchamento, são os principais fatores que afetam principalmente as propriedades físicas da madeira". Portanto a deterioração de pontes de madeira provém de agentes bióticos, como fungos e insetos, e abióticos, que abrangem fatores físicos e químicos. Essas manifestações patológicas comprometem a integridade da estrutura e resultam em uma redução significativa de sua capacidade mecânica (Campos, *et al.* 2021).

Embora frequentemente associada a uma vida útil reduzida, a madeira demonstra alta durabilidade quando aliada a tratamentos químicos preservativos. Com a aplicação correta dessas tecnologias e técnicas, as estruturas de madeira podem superar 50 anos, demandando baixa manutenção e exigências mínimas de conservação (Calil Junior, *et al*., 2006).

Manifestações patológicas em infraestruturas comprometem diretamente a segurança e a vida útil das edificações. No contexto das pontes de madeira, a interação entre as propriedades do material e o meio externo os tornam vulneráveis a danos decorrentes da exposição ambiental e da degradação do material que podem comprometer sua integridade funcional (Pardinho e Moreira, 2024).

Diante desse cenário, o presente artigo detalha uma inspeção visual em uma ponte de madeira localizada em uma cidade no interior do Estado do Pará. A estrutura atua como uma importante via de integração entre dois bairros, cuja importância é a contribuição para a melhoria da logística e escoamento da produção na região rural, além de facilitar o acesso de comunidades a serviços essenciais. Este trabalho apresenta a análise das manifestações patológicas e suas possíveis causas a fim de classificar os danos, compreender seus mecanismos de ocorrência e identificar os agentes específicos que colaboram para a degradação da estrutura.

2. METODOLOGIA

O presente estudo adota uma abordagem qualitativa e descritiva, utilizando o método de estudo de caso para identificar e analisar as causas das manifestações patológicas, a fim de observar o estado

de conservação do objeto de estudo e definir medidas de correção através de pesquisas bibliográficas. A metodologia fundamenta-se na inspeção visual *in loco* e na documentação fotográfica para o levantamento de dados e diagnóstico das manifestações patológicas.

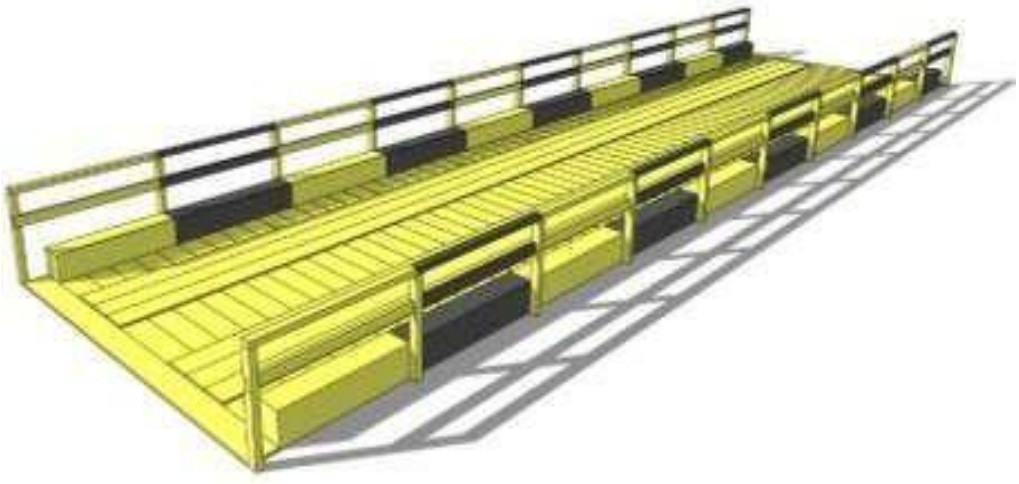
A etapa de levantamento de campo utilizou instrumentação básica de mensuração e dispositivos fotográficos para o registro documental, permitindo a quantificação e o detalhamento visual dos danos observados. Com base nos dados obtidos, procedeu-se à classificação das manifestações e à análise dos sintomas visuais e de suas prováveis causas, seguindo uma metodologia análoga à empregada por Vogel e Rosas (2024), na análise técnica de pontes em madeiras na região Norte do Mato Grosso.

2.1. Caracterização da área estudada

A estrutura objeto deste estudo consiste em uma ponte de madeira de lei, conectando diferentes setores da cidade e servindo como rota para o fluxo de veículos e pedestres. Embora a ponte conte com uma passarela lateral destinada à circulação de pessoas, o presente estudo delimita-se exclusivamente à análise técnica da plataforma de tráfego de veículos, não contemplando a avaliação das irregularidades na área de passeio.

A vistoria técnica foi realizada no dia 25 de setembro de 2025 na ponte de madeira cuja estrutura apresenta aproximadamente seis anos de idade e dimensões de 4,70 m por 35,75 m como representado na Figura 1. O levantamento das manifestações patológicas foi conduzido por meio de uma vistoria detalhada dos elementos aparentes da estrutura, acompanhada do registro das observações em croquis específicos. As informações coletadas foram posteriormente analisadas com base nas anotações dos defeitos identificados, com ênfase naqueles que apresentam potencial para comprometer a durabilidade da estrutura.

Figura 1 – Projeto da estrutura.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Conforme observado na Figura 2, a estrutura encontra-se inserida em um ambiente com condições críticas para a conservação da madeira. O Igarapé local apresenta-se em um estado de leito seco, porém com presença de vegetação densa e solo com alta retenção de umidade abaixo da ponte e em contato com os pilares.

Figura 2 – Condições ambientais e entorno da ponte de madeira.



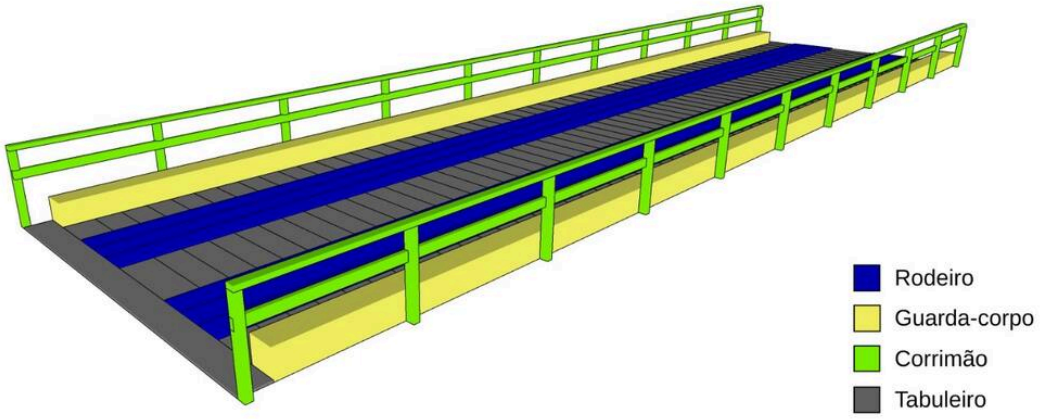
Fonte: Autoria própria, 2026.

Essa proximidade com o solo úmido e a vegetação abundante cria um ambiente favorável à proliferação de agentes bióticos, facilitando o surgimento de fungos e insetos. Além disso, a imagem evidencia a exposição da estrutura às intempéries, sem a presença de coberturas ou sistemas de proteção construtiva, o que resulta no contato direto com a radiação solar e águas pluviais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As manifestações patológicas catalogadas a seguir foram identificadas durante a visita técnica in loco, as irregularidades e degradações encontradas foram descritas de acordo com sua incidência nos elementos estruturais e funcionais da ponte: corrimão, guarda-corpo, rodeiro e tabuleiro. A Figura 3 apresenta o detalhamento e localização dos elementos da ponte analisada, mostrando-os em destaque.

Figura 3 – Elementos estruturais da ponte.



Fonte: Autoria própria, 2026

3.1. Manifestações patológicas identificadas

3.1.1. Agentes bióticos e ataque por insetos

Dentre os principais agentes bióticos responsáveis por manifestações patológicas em peças de madeira, destacam-se organismos como bactérias, fungos, perfuradores marinhos e diversos insetos, como os cupins, brocas, além de formigas e abelhas carpinteiras (Brito, 2014). Durante a inspeção realizada, foram identificados diversos indícios de presença de agentes bióticos, especialmente cupins, no interior da estrutura. Conforme Brito (2014), o teor de umidade da madeira não apenas possibilita o ataque de agentes bióticos, como também potencializa a degradação por fatores abióticos, acelerando o processo de deterioração do sistema estrutural.

Figura 4 – Manifestações patológicas por agentes bióticos (cupins subterrâneos). a) degradação em corrimão; b) ataque estrutural em guarda-corpo.



(a) (b)

Fonte: Autoria própria, 2026.

Na Figura 4a, os túneis de barro se estendem desde a base até a parte inferior do corrimão e a Figura 4b evidencia um fendilhamento profundo e a exposição de galerias internas na madeira; tais manifestações patológicas são características determinantes do ataque por térmitas (cupins) subterrâneos. Acredita-se que o contato direto da estrutura com o solo, ou proximidade com a vegetação, serve como fonte de alimentação e abrigo. Além disso, as condições ambientais de alta umidade no local e a ponte sem um tratamento preservativo cria o habitat ideal para a proliferação desses insetos.

3.1.2. Fungos e manchas

A degradação da madeira por organismos xilófagos, como os fungos, está intrinsecamente ligada ao teor de umidade do material. Embora a água não seja diretamente responsável pela degradação da madeira, sua presença constante e em níveis elevados é o que permite a proliferação de agentes biológicos que consomem a estrutura (Brito, 2014). Nesse contexto, a inspeção *in loco* confirmou a presença ativa de fungos nos elementos de madeira da ponte. Essa manifestação patológica decorre da umidade nas fibras do material, potencializado pela exposição direta às intempéries e falta de tratamento impermeabilizante (verniz ou selador), o que mantém a madeira constantemente vulnerável aos ataques de agentes bióticos.

De acordo com Brito (2014), os fungos que acometem as estruturas de madeira, são classificados em três tipos principais – emboloradores, manchadores e apodrecedores – que se distinguem essencialmente pelas consequências estruturais e estéticas que impõem à madeira.

Figura 5 – fungos apodrecedores presentes no guarda-corpo da ponte.



Fonte: Autoria própria, 2026.

Conforme registrado na Figura 5, a estrutura da ponte apresenta um estágio avançado de degradação biótica. A visível desintegração das fibras da madeira confirma a ação de fungos apodrecedores, e observa-se que a falta de proteção superficial e o contato com agentes externos favoreceram a colonização fúngica, resultando em uma perda significativa da seção, o que compromete a segurança estrutural do guarda-corpo.

Figura 6 – fungos apodrecedores no corrimão(a) e guarda-corpo(b).



(a) (b)

Fonte: Autoria própria, 2026.

A presença de corpos de frutificação (cogumelos) na face inferior do corrimão (Figura 6a) caracteriza a ação de agentes bióticos de natureza fúngica. Já na Figura 6b a peça afetada revela uma podridão parda, caracterizada pela presença de fendilhamentos transversais e longitudinais no material. Tais condições, conforme fundamentado em Brito (2014), indicam a degradação da celulose, resultando em uma perda crítica da integridade estrutural e da capacidade de carga dos elementos da ponte.

Conforme aponta Brito (2014), a atividade metabólica dos fungos manchadores é sustentada pela presença de umidade elevada, e essa ocorrência é um indicativo direto de que a madeira apresenta um teor de umidade crítico, geralmente acima de 25%.

Figura 7 – Fungos manchadores e emboloradores. a) corrimão; b)guarda-corpo.



(a) (b)

Fonte: Autoria própria, 2026.

Os sintomas visuais observados nos elementos da Figura 7 caracterizam-se pelo escurecimento notável da superfície, indicando a presença de fungos manchadores e emboloradores.As causas prováveis estão diretamente ligadas à exposição contínua à água e fontes de umidade, criando pontos favoráveis à retenção de águas pluviais em pontos de infiltração que é ideal para a proliferação desses agentes bióticos.

3.1.3. Corrosão nos conectores metálicos

Conforme explica Calil Junior *et al.* (2006), a corrosão metálica é um fator de deterioração em pontes frequentemente subestimadas, ocorrendo quando a umidade da madeira reage com elementos de fixação em ferro. O autor afirma que esse processo libera íons que degradam as paredes celulares e transformam o conector em uma célula eletrolítica, que resulta no escurecimento do material e na perda severa de sua resistência mecânica na área de contato.

Figura 8 – Corrosão nos conectores metálicos presentes no corrimão.



(a) (b)

Fonte: Autoria própria, 2026.

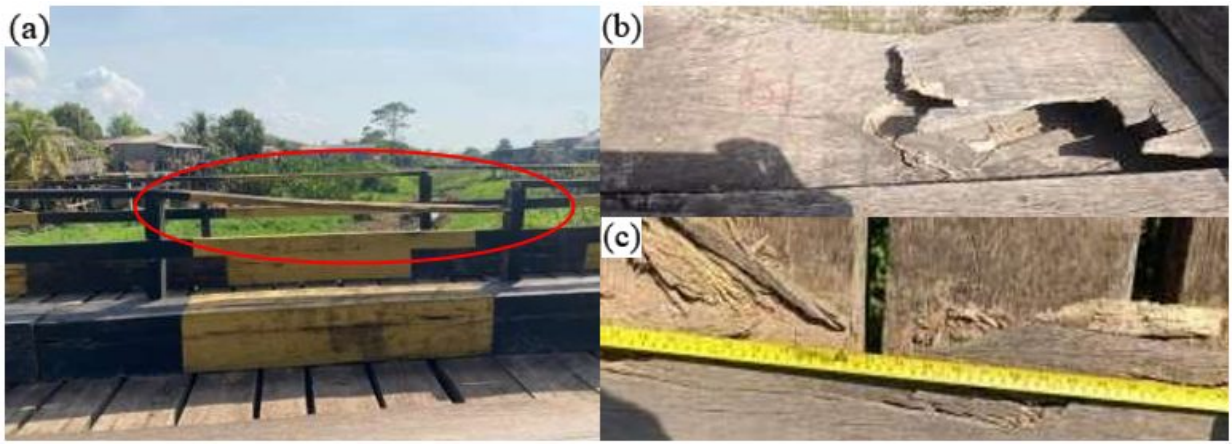
Na Figura 8, observa-se a oxidação avançada de pregos evidenciando ao redor desses conectores na madeira uma coloração mais escura. Nota-se uma corrosão acentuada dos elementos metálicos de ligação, acompanhada de fendilhamento radial na madeira ao redor dos conectores. A oxidação decorre da interação entre a umidade retida e o oxigênio na estrutura celular da madeira, o que

desencadeia reações químicas entre os constituintes do metal e da célula vegetal. Esse processo libera íons que provocam a hidrólise da celulose, resultando no amolecimento e escurecimento da madeira na zona de contato.

3.1.4. Agentes abióticos e deterioração da estrutura

De acordo com Calil Junior *et al.* (2006), os agentes abióticos – que englobam fatores físicos, mecânicos, químicos e climáticos – possuem um potencial destrutivo que vai além do dano direto à peça. Ao causarem fissuras e quebras, esses agentes danificam a camada de tratamento preservativo, deixando o interior da madeira, antes protegido, vulnerável à colonização por microrganismos e insetos xilófagos.

Figura 9 - Sinais de agentes abióticos.



Fonte: Autoria própria, 2026.

A análise dos elementos estruturais da ponte revela um estágio avançado de deterioração, evidenciado por sintomas visuais, identificados na Figura 9, de fraturas no corrimão (a), tabuleiro (b) e degradações visíveis no rodeiro (c). A superfície da madeira caracteriza-se por estar esfarelando ou se desfazendo ao toque, o que indica a perda severa da coesão celular e da integridade física do material.

As possíveis causas para esse cenário de colapso envolvem a deterioração combinada pela ação prolongada da água e de agentes bióticos, potencializada por falhas na utilização e danos mecânicos por impactos provenientes de sobrecarga. A exposição contínua à umidade em conjunto de fatores abióticos e bióticos facilitam a deterioração de pontes de madeira, expondo o cerne não tratado a um ciclo contínuo de degradação física e biológica, comprometendo a integridade da estrutura.

3.2 Proposta de reparo

A partir da inspeção *in loco* e análise das manifestações patológicas identificadas, propõe-se a organização das medidas corretivas indicadas para cada anomalia constatada nos elementos da ponte. As sugestões aqui inseridas foram fundamentadas nas diretrizes técnicas de Brito (2014) e Calil Junior *et al.* (2006), com base na apresentação das causas prováveis, levando em consideração os mecanismos de degradação biótica e abiótica atuantes e as técnicas de tratamento e reforço mais adequadas à preservação da madeira exposta.

Para garantir a clareza e a viabilidade da execução, este artigo estabelece, no Quadro 1, a correlação direta entre cada patologia identificada, seus agentes causadores e as respectivas soluções técnicas recomendadas. Esta sistematização visa não apenas orientar a recuperação imediata da integridade estrutural e segurança da ponte, mas também servir como instrumento norteador para o estabelecimento de um plano de manutenção preventiva, essencial para mitigar a reincidência de ataques de fungos, insetos e processos corrosivos.

Quadro 1 - Medidas corretivas para as manifestações patológicas encontradas.

Manifestações patológicas	Prováveis causas	Medidas corretivas
Agentes Bióticos e Ataque por Insetos (Cupins)	● Presença contínua de umidade; ● Contato direto com o solo; ● Falta de tratamento preservativo adequado nas peças.	● Tratamento do solo e das peças com cupinicidas; ● Substituição de peças com galerias internas que comprometam a seção resistente.
Fungos e Manchas (Emboloradores e Manchadores)	● Teor de umidade na madeira acima de 25%; ● Exposição direta a intempéries sem drenagem eficiente.	● Limpeza mecânica das manchas; ● Aplicação de fungicidas; e posterior selagem com vernizes ou pinturas hidrorrepelentes para reduzir a absorção de água.
Corrosão nos Conectores Metálicos	● Reação eletrolítica entre o metal (ferro/aço) e a umidade da madeira; ● Oxidação por exposição ao oxigênio.	● Troca dos pregos/parafusos oxidados por elementos de fixação galvanizados ou metais não ferrosos; ● Tratamento dos furos com preservativos antes da nova fixação. ● Troca da peça comprometida ●
Agentes Abióticos e Deterioração	● Sobrecargas excedidas; ● Impactos mecânicos; ● Fadiga do material e exposição a ciclos de molhagem/secagem.	● Substituição dos elementos estruturais fraturados (especialmente guarda-corpo e tabuleiros); ● Instalação de reforços metálicos ou substituição integral das peças degradadas por madeira de maior densidade e durabilidade.

Fonte: Autoria própria, 2026.

5. CONCLUSÃO

A inspeção técnica realizada na ponte permitiu identificar um quadro de deterioração precoce. Embora a estrutura possua aproximadamente seis anos de idade, as manifestações patológicas observadas, como a presença de fungos apodrecedores (podridão parda), infestação por térmitas subterrâneas e corrosão galvânica, indicam que a estrutura já se encontra com a sua integridade física e segurança funcional severamente comprometidas.

Acredita-se que a severidade das falhas encontradas é justificada pelas condições ambientais do local onde a ponte se encontra. A presença de vegetação densa (mato) e o solo fértil do leito seco do Igarapé criam um ambiente de alta umidade constante ao redor da estrutura. Como aponta Brito (2014), o teor de umidade acima de 25% é a fonte que viabiliza a colonização por fungos manchadores e apodrecedores. Somado a isso, o contato direto ou proximidade com o solo facilitou a ascensão de térmitas subterrâneas no interior da madeira e através dos túneis de barro, resultando no comprometimento da seção resistente dos elementos de segurança.

Por fim, conclui-se que a ausência de manutenção preventiva e de um tratamento preservativo inicial eficaz potencializou a degradação da madeira, uma vez que a ponte necessita de intervenções imediatas de reabilitação, conforme as medidas corretivas propostas neste estudo. A negligência quanto à limpeza da vegetação circundante e à deficiência de cobertura ou tratamento impermeabilizante eficiente foram os fatores determinantes para que agentes bióticos e abióticos reduzissem a vida útil da estrutura em um curto espaço de tempo. Recomenda-se a substituição urgente dos elementos fraturados e a implementação de um cronograma rigoroso de manutenção para evitar o colapso total da plataforma de tráfego.

REFERÊNCIAS

BRITO, L. D. **Patologia em estruturas de madeira: metodologia de inspeção e técnicas de reabilitação**. 2014. 252 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

CALIL JUNIOR, C. *et al*. **Manual de projeto e construção de pontes de madeira**. São Carlos: Suprema, 2006. 252 p. ISBN 85-98156-19-1.

CAMPOS, C. S. M. *et al*. Estudo sobre patologias em pontes. **Brazilian Journal of Development,**Curitiba, v. 7, n. 12, p. 120720–120734, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n12-713. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/42031. Acesso em: 21 fev. 2026.

FIGUEROA, M. J. M. **Coeficientes de modificação das propriedades mecânicas da madeira devidos à temperatura**. 2012. 259 f. Tese (Doutoramento em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

NEUTO, F. **Prefeitura Municipal De Itaituba. Ponte de madeira de lei irá interligar aos bairros São José e Jardim das Araras**. Itaituba, 18 jun. 2020. Disponível em: https://www.itaituba.pa.gov.br/noticia/640/ponte-de-madeira-de-lei-ira- interligar-aos-bairros-sao-jose-e-jardim-das-araras/.

PARDINHO, A. F.; MOREIRA, L. M. Análise de patologias em ponte de madeira do município de Aquidauana/MS. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia**, *[S. l.]*, v. 10, n. 1, p. 41–51, 2024. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/ripe/article/view/51935. Acesso em: 21 fev. 2026.

POMPEU, L. R.; ROSA, C. C. Identificação de patologias em pontes de madeira: estudo de caso na cidade de Breu Branco - Pará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 14., 2023, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. São Paulo: ABECE/ABPE, 2023. p. 1-10.

SOUSA, F. L.; SILVA JUNIOR, F. V.. Análise das manifestações patológicas da ponte sobre o Rio Taquari em Araguatins/TO. **EngineeringSciences**, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2020. ISSN 2318-3055. Disponível em: http://doi.org/10.6008/CBPC2318-3055.2020.001.0006. Acesso em: 21 fev. 2026.

VOGEL, B. S.; ROSAS, L. R. B. Análise técnica de pontes em madeira na região norte de Mato Grosso. **Revista de Arquitetura & Engenharia de Mato Grosso (RAEMT)**, v. 1, jun. 2024. ISSN: 2965-0895.