

**AVALIAÇÃO DE PONTES DE MADEIRA NA VICINAL 19,  
MUNICÍPIO DE RORAINÓPOLIS, RORAIMA, BRASIL |**  
*ASSESSMENT OF WOODEN BRIDGES ON VICINAL 19, MUNICIPALITY OF  
RORAINÓPOLIS, RORAIMA, BRAZIL*

DOI: [10.24979/makunaima.v7i1.1467](https://doi.org/10.24979/makunaima.v7i1.1467)

Luanna dos Reis Silva 

Wesley Wilker Corrêa Morais 

**Resumo:** A qualidade de pontes de madeira contribui de forma preponderante para a interligação entre a zona urbana e rural. Portanto, o trabalho teve como objetivo realizar vistorias e classificar as condições de pontes de madeira, considerando parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade, por meio de técnicas visuais na vicinal 19, Rorainópolis, Roraima. O protocolo proporciona informações sobre as dimensões, características funcionais e de inconformidades observadas nas pontes. Foram vistoriadas 17 pontes compostas de peças de madeira serrada, com dimensões médias de 9,9 m de comprimento, 5,0 m de largura, 5,2 m comprimento de vão, 1,3 m de altura livre e 1,6 m de altura máxima do pilar. Para as características funcionais, observou-se as pontes apresentaram orientação reto horizontal em relação ao seu eixo, traçado reto tangente, com apenas uma faixa, três tabuas para cada rodeiro e ausência de passeio. As inconformidades mais importantes foram ausência total ou parcial de tábuas do rodeiro e tabuleiro, tábuas espaçadas e rachadas; ausência de guarda corpos e inconformidades nesta estrutura; presença de vegetação nas pontes; excesso de solo nas pontes. Das pontes vistoriadas quatro pontes (23%) foram classificadas como excelente, seis (35%) boas, três (17%) regulares, duas (12%) ruins e duas (12%) críticas.

**Palavras-chave:** Classificação da condição de pontes. identificação de inconformidades. vistoria rápida.

**Abstract:** The quality of wooden bridges makes a major contribution to the interconnection between urban and rural areas. Therefore, the aim of the work was to carry out an inspections and classify the conditions of wooden bridges, considering structural, functional and durability parameters, using visual techniques in vicinal 19, Rorainópolis, Roraima. The protocol provides information on the dimensions, functional characteristics and nonconformities observed in the bridges. 17 bridges made of sawn timber were inspected, with average dimensions of 9.9 m in length, 5.0 m in width, 5.2 m in span length, 1.3 m in clear height and 1.6 m maximum height of the pillar. For functional characteristics, it was observed that the bridges presented a straight horizontal orientation in relation to their axis, a straight tangent layout, with only one lane, three boards for each wheel and the absence of a sidewalk. The most important nonconformities were the total or partial absence of wheels and deck boards, spaced and cracked boards; absence of guardrails and nonconformities in this structure; presence of vegetation on bridges; excess soil on bridges. Of the bridges inspected, four bridges (23%) were classified as excellent, six (35%) good, three (17%) fair, two (12%) bad and two (12%) critical.

**Keywords:** Bridge condition classification. identification of nonconformities. quick inspection.

## 5.1 Introdução

A madeira é um dos recursos naturais mais valioso da terra, devido a gama de utilizações possíveis. Por ser um recurso estratégico, a madeira exerce influência significativa para o desenvolvimento de municípios, estados ou países, principalmente, nas regiões amazônicas. A madeira é utilizada desde o princípio da humanidade até o período atual, em virtude de sua abundância, fator que a torna-se economicamente viável para a utilização em construções estruturais (STEFANI *et al.*, 2016). Diante disto, pode-se afirmar que a madeira é constantemente utilizada na construção de pontes localizadas na zona rural, contribuindo de forma preponderante para a interligação entre a zona urbana e rural.

Do ponto de vista econômico, sabe-se que o custo de produção tem influência direta no valor do produto produzido, portanto, a falta de monitoramento e manutenção em pontes de madeira podem dificultar o escoamento da produção rural aos grandes centros. A ausência de manutenção em pontes de madeira poderá causar acidentes, diminuir a competitividade dos produtos produzidos e, em casos extremos, resultar no isolamento de comunidades. Neste contexto, a importância do monitoramento de pontes tem aumentado, devido à intensificação das relações econômicas e sociais do meio rural com o meio urbano, aumentando a demanda por estradas e pontes em boas condições (CALIL JÚNIOR e GOÉS, 2005).

Entretanto, apesar de toda a importância das pontes de madeira, é comum verificar inconformidades nestas obras, oriundas pelo intenso tráfego de veículos extrapesados. Elias (2018) relata que a maioria das vicinais secundárias não dispõem de pavimento asfáltico, comumente não recebem manutenções, conseqüentemente ocasionando problemas técnicos nas estruturas presentes nessas estradas. Almeida (2019) explica que as estradas vicinais são estradas não revestidas de asfalto ou concreto, para aumentar a sua estabilidade são utilizadas piçarras, mistura de fragmentos de rocha e solo que são compactados ao trajeto. Com o tempo de uso das vicinais são comuns a formação de buracos no aterramento das pontes, contribuindo para danos aos veículos e à estrutura da obra, contribuindo para a elevação do risco de acidentes aos usuários (MORAIS *et al.*, 2022).

Ainda que a madeira seja um material utilizado em pontes, que tornam as estradas vicinais mais acessíveis, a obra fica submetida a esforços físicos-mecânicos, conforme relatado anteriormente, assim como está sujeita ao apodrecimento ocasionados pela opugnação de organismos xilófagos (BATISTA, 2020). Além disso, Calil Júnior e Góes (2006) acrescentam que a maioria das construções de pontes de madeira no Brasil são construídas sem o auxílio de técnicos ou construtores especializados, resultando em estruturas inseguras de baixa durabilidade, afetando diretamente os usuários da vicinal.

Portanto é de extrema importância que haja políticas públicas, com intuito de melhorar essas estruturas presentes em estradas vicinais, afim de realizar vistorias e manutenções frequentes das pontes de madeira, deste modo garantindo a maior durabilidade destas obras. Como consequência do monitoramento e das manutenções realizadas periodicamente

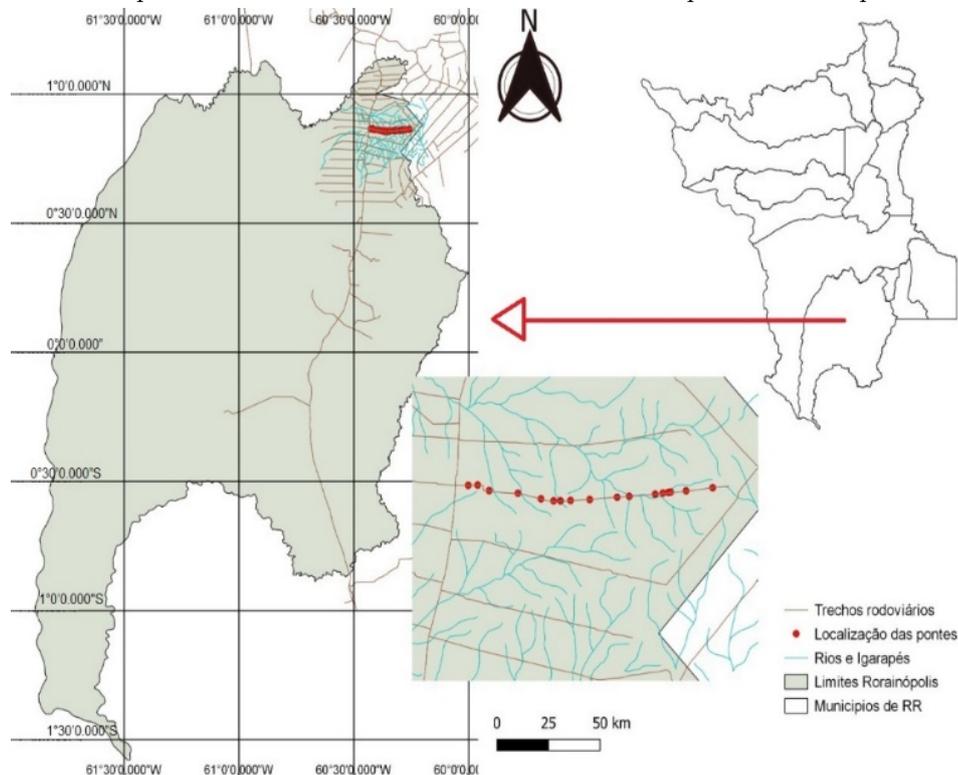
mente, haverá a redução da ocorrência de prejuízos para os municípios, garantindo melhor qualidade de vida.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar vistorias e classificar as condições das pontes de madeira, considerando parâmetros estruturais, funcionais e de durabilidade, por meio de técnicas visuais na vicinal 19, município de Rorainópolis, Roraima.

## 5.2 Materiais e métodos

A área do estudo situa-se no município de Rorainópolis-RR, localizada nas coordenadas geográficas Latitude:  $00^{\circ} 56' 46''\text{N}$  e Longitude:  $60^{\circ} 25' 05''\text{O}$ , região sul do estado de Roraima (FIGURA 5.1). Segundo a classificação de Köppen (1923) a região de Rorainópolis tem clima do tipo am, com maior pluviosidade entre os meses de abril a setembro.

**Figura 5.1:** Mapa do estado de Roraima com ênfase ao município de Rorainópolis e vicinal 19.



A realização do georreferenciamento e processamento dos dados foram realizados no software QGIS. Os dados obtidos foram atribuídos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2024), juntamente com dados de arquivos em formato shapefiles dos recursos hídricos locais, além do uso do GPS Garmin Etrex 30x para obter as coordenadas geográficas das pontes de madeira.

Para a vistoria das pontes de madeira foi utilizado o protocolo proposto por Moraes et al. (2022) (FIGURA 5.2), na qual foram obtidas a largura, comprimento, número de apoios entre outras características das pontes, fotografias obtidas na vista superior, inferior, laterais e detalhes de danos importantes na estrutura da obra, quando esses existirem.

**Figura 5.2:** Protocolo utilizado nas vistorias realizadas na vicinal 19 de Rorainópolis, RR.

TABELA DE INSPEÇÃO CADASTRAL		
Data da inspeção:	Obra código:	
Jurisdicção (Orgão):	Responsível pela inspeção:	
CADASTRO: IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO		
Vicinal/município:	Sentido da estrada:	
Localização (km):	Localização (GPS):	
CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA		
Comprimento total (m):	Largura total (m):	
Altura livre [Pista-Recurso hídrico (m)]:		
Características particulares		
Classificação do tipo da ponte: ( ) vigas simples de peças roliças ( ) vigas de peças serradas ( ) vigas com peças roliças compostas ( ) vigas de peças serradas compostas ( ) vigas laminadas coladas ( ) vigas compostas por peças serradas e compensados ( ) vigas treliçadas ( ) em arco ( ) em pórtico		
Número de vãos:	Número de apoios:	Número de pilares por apoio:
Altura máxima do pilar [Pista-base do recurso hídrico (m)]:	Mão francesa (pilares): ( ) sim ( ) não	
Comprimento do maior vão (m):	Comprimento do menor vão* (m):	
<b>Observações:</b> * Se houver mais de 2 vãos colocar as medidas aqui.		
Obras de contenções do aterro de acesso: ( ) ausência ( ) estacas com contenção ambas de madeira serrada ( ) estacas com contenção mista de gabiões e madeira ( ) estacas com muro de contenção ambas em madeira roliça ( ) muro de gabiões ( ) muro de contenção de alvenaria ( ) estacas com contenção em "crib wall" ( ) muro em concreto ( ) muro de concreto sobre estacas		
Elementos de ligação do apoio: ( ) pregos ( ) parafuso ( ) pregos e parafusos ( ) encaixes por entalhes da madeira ( ) encaixes por entalhes da madeira, com pregos e parafusos ( ) ausência		
Elementos de ligação do rodéiro: ( ) pregos ( ) parafuso ( ) pregos e parafusos ( ) encaixes por entalhes da madeira ( ) cinta de ferro, parafusos e pregos ( ) cinta de ferro e parafusos ( ) cinta de ferro e prego ( ) encaixes por entalhes da madeira, com pregos e parafusos ( ) travamento com peças de madeira e pregos ( ) travamento com peças de madeira e parafusos ( ) travamento com peças de madeira, pregos e parafusos ( ) ausência		
CARACTERÍSTICAS FUNCIONAIS		
Características planialtimétricas		
Desenvolvimento altimétrico: ( ) reto horizontal ( ) reto em rampa ( ) curvo côncavo ( ) curvo convexo		
Traçado: ( ) reto tangente ( ) reto escosso ( ) curvo		
Características da pista		
Número de faixas:	Nº total de tábuas do rodéiro (sentido da via):	
Largura útil tabuleiro (m):	Largura do rodéiro (m):	Largura da faixa (m):
Largura central do tabuleiro (m):	Passo: ( ) sim ( ) não	Largura do passeio (m):
FATORES QUE PODEM AFETAR A DURABILIDADE (Inconformidades)		
Superestrutura:	Tratamento preservativo: ( ) ausência ( ) presença Dados causados por fogo: ( ) ausência ( ) presença Dados causados por sobrecarga ou veículos: ( ) ausência ( ) presença Problemas:	
	Mesoestrutura: Tratamento preservativo: ( ) ausência ( ) presença Dados causados por fogo: ( ) ausência ( ) presença Dados causados por sobrecarga ou veículos: ( ) ausência ( ) presença Problemas:	
Elementos da pista ou funcionais		
Pavimento ou rodéiro: ( ) sem vegetação ( ) com vegetação viva ( ) com vegetação morta		
Pavimento ou rodéiro: ( ) tábuas espaçadas ( ) tábuas com rachaduras ( ) tábuas empenadas ( ) tábuas esmoadas ( ) tábuas soltas ( ) tábuas com variação da seção transversal ( ) excesso de solo ( ) ausência		
Barreira rígida: ( ) ausência ( ) presença, dimensões: altura _____ (cm) largura _____ (cm) Problemas:		
Guarda-corpos: ( ) ausência ( ) presença, dimensões: altura _____ (m) Problemas:		
Outros elementos		
Iluminação ou catadióptrico: ( ) ausência ( ) presença		
Localização da iluminação ou do catadióptrico: ( ) Guarda-corpos ( ) Barreira rígida ( ) ausência ( ) Outros		
Sinalização vertical (placas de advertência): ( ) ausência ( ) presença Problemas:		
Aterro de acesso a ponte: ( ) abaixo do tabuleiro ( ) acima do tabuleiro ( ) ao nível do tabuleiro Problemas:		
Sinalização horizontal (pintura): ( ) ausência ( ) presença Problemas:		
Presença de fungos ou podridão: ( ) ausência ( ) presença		
Localização dos fungos: ( ) superestrutura ( ) mesoestrutura		
Coloração dos fungos ou podridão: ( ) branca ( ) parda (marrom) ( ) outra		
CLASSIFICAÇÃO DA CONDIÇÃO DE OBRA SEGUNDO OS PARÂMETROS ESTRUTURAL, FUNCIONAL E DE DURABILIDADE		
( ) 5 Excelente ( ) 4 Boa ( ) 3 Regular ( ) 2 Ruim ( ) 1 Crítica		

Fonte: Morais *et al.* (2022).

Como base para o apontamento de deteriorações nas pontes de madeira, foi utilizado a norma de vistoria do DNIT - 010/2004 - PRO (FIGURA 5.3), com a finalidade de possibilitar a interpretação e avaliação nas ocorrências de danos no elemento ou insuficiência estrutural.

Ao realizar o levantamento de dados in loco foi constatado que estava sendo realizada a manutenção do leito da estrada. A manutenção estava sendo realizada por meio do uso de tratores, motoniveladora, retroescavadeira, carregadeira e caminhões com o objetivo da alocação de piçarra (mix de terra e rochas) em pontos críticos do percurso, devido à proximidade do período chuvoso na região. A realização de manutenção demonstra a contribuição de políticas públicas para proporcionar o escoamento da produção agropecuária e incentivar o turismo na vicinal 19, local no qual há diversos sítios com infraestruturas para o lazer, principalmente, próximo aos recursos hídricos, contribuindo economicamente e socialmente para o desenvolvimento do município de Rorainópolis.

A vicinal 19 possui 23 km de extensão e apresenta 17 pontes, todas de madeira, construídas com o uso de vigas de peças serradas, apresentando em média 0,7 pontes/km. A média obtida foi igual à encontrada por Morais *et al.* (2022) ao avaliar 28 pontes na vicinal 22, com percurso de 42 km, localizada no município de São Luiz, RR.

As pontes de madeira, quanto a sua geometria, apresentaram em média 9,9 m de comprimento, 5,0 m de largura, 5,2 m comprimento de vão, 1,3 m de altura livre (tabuleiro até recurso hídrico), 1,6 m de altura máxima do pilar (tabuleiro até a base do recurso hídrico) e 0,15 m de profundidade dos recursos hídricos (TABELA 5.4). Os resultados são semelhantes ao obtidos por Morais *et al.* (2022), estudo no qual obtiveram-se em

**Figura 5.3:** Classificação da condição de pontes, segundo os 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 (a cada ano).
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.
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: DNIT - 010/2004 – PRO.

média para as 28 pontes de madeiras vistoriadas, 10 metros de comprimento, 5,0 metros de largura, 5,0 m comprimento de vão, 1,9 metros de altura livre, 2,5 metros de altura máxima do pilar e 0,5 m de profundidade dos recursos hídricos. As maiores discrepâncias entre os estudos foram nas médias de altura livre e altura dos pilares, ambos valores foram superiores ao obtido no presente trabalho. Ressalta-se que a alturas dos pilares são dependentes das dimensões dos obstáculos, a serem transpostos pela ponte, e a altura livre varia conforme o nível do recurso hídrico.

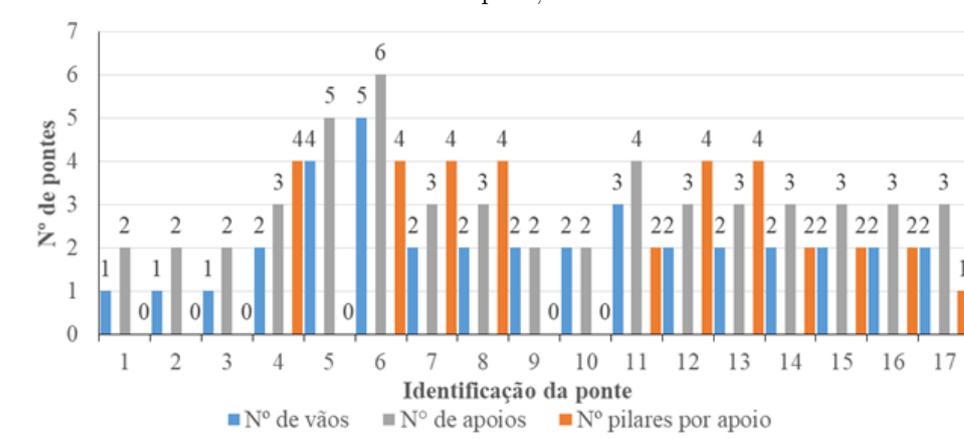
**Tabela 5.4:** Médias calculadas para as pontes de madeira, vicinal 19, Rorainópolis, RR.

Parâmetros analisados	Valor médio (m)	Valor mínimo (m)	Valor máximo (m)
Comprimento total	9,9	8,8	24,8
Largura total	5,0	4,5	5,1
Comprimento de vão	5,2	4,7	10,1
Altura livre	1,3	0,5	3,3
Altura média máxima do pilar	1,6	0,63	5,5
Profundidade do recurso hídrico	0,15	0,10	2,27

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

As pontes que se destacaram em relação a sua dimensão foram as pontes 6 e 10. A ponte 6 apresentou maior comprimento com 24,8 metros de comprimento total, 5,1 m de largura, altura do pilar de recurso hídrico 2,5 metros. Enquanto a menor ponte foi a 10 medindo 8,9 metros de comprimento total, 5,1 m largura total, 1,2 m altura livre, 1,4 m altura dos pilares livre com recurso hídrico. Ao comparar as alturas livre e do pilar das maiores pontes analisada por Moraes et al. (2022) no presente estudo, nota-se que os valores de referência foram superiores ao presente estudo. Além disso, a menor ponte da referência consultada também apresentou alturas livre e do pilar superiores ao obtidos.

Em relação aos números de vãos foi observado que 3 pontes vistoriadas apresentaram um vão, 11 apresentaram dois vãos e 3 pontes apresentaram mais de dois vãos (FIGURA 5.5). Calil Júnior et al. (2006) estabelecem que pontes de madeira em vigas serradas devem possuir até 7 metros de comprimento entre vãos. Os autores citados relatam que se a obra possuir vãos superiores ao limite citado, os responsáveis pela construção deverão realizar a redução dos vãos, aumentando o número de apoios da ponte. Dentre as pontes vistoriadas, a que apresentou maior vão foi a ponte 11, com um vão de 10,1 metros, sendo este valor superior ao limite estabelecido. Portando, pode-se afirmar que os responsáveis pelas obras planejaram de forma satisfatória os comprimentos dos vãos, exceto para ponte 11.

**Figura 5.5:** Número de vãos, apoios e de pilares por apoio por ponte vistoriada na vicinal 19, Rorainópolis, RR.

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2025).

As pontes 6 e 5 apresentaram os maiores números de vãos, 5 e 4, respectivamente. As pontes em destaque foram as que apresentaram os maiores comprimentos, 24,8 e 20,5 metros, portanto verifica-se uma relação positiva entre o número de vãos e o comprimento da ponte. Resultados obtidos por Morais et al. (2022) foram superiores aos encontrados no presente estudo, portanto, quanto maior o comprimento das pontes possivelmente terá maior número de vãos.

Com relação aos apoios, cinco das 17 pontes vistoriadas apresentaram 2 apoios, nove com 3 apoios e três pontes com 4 ou mais apoios de acordo com a Figura 19. As pontes com maior número de apoios foram as de número 5, 6 e 11. A Ponte 5 com 5 apoios, ponte 6 com 6 apoios e ponte 11 com 4 apoios. As pontes 1, 2, 3, 9, 10 apresentaram 2 apoios e pontes de número 4, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16 e 17 com 3 apoios. No estudo de Morais et al. (2022) analisando 28 pontes verificou-se que a maior quantidade de apoios (6 apoios) foi observado na ponte de maior extensão, resultado idêntico ao obtido no presente estudo. Segundo Faria (2021) pontes que apresentem apoios e vãos com simetria, tendem a serem mais resistentes aos sismos.

Em relação à quantidade de pilares por apoio foi observado que quatro pontes apresentaram 2 pilares por apoio, seis apresentaram 4 pilares/apoio, e sete não apresentaram pilares/apoio. Notou-se que as pontes com os maiores comprimentos não apresentaram maior número de pilares por apoio (pontes 5, 6, e 11), entretanto, essas apresentaram pilares de maiores dimensões, quando comparado às pontes com maior número de pilares por apoio. Morais et al. (2022) explica que a maior relação entre pilares e apoio possibilita o emprego de peças de menores dimensões transversais, devido ao arranjo construído que resulta na maior distribuição das cargas. Segundo Marchetti (2013) os apoios e pilares fazem parte da infraestrutura de uma ponte e são os elementos que recebem os esforços da superestrutura, portanto, quanto maior a carga submetida na superestrutura haverá maior flexão das peças. Dessa forma, a quantidade de pilares por apoio influencia diretamente na resistência das pontes de madeira.

Apenas a ponte 11 apresentou trava de pilares do tipo mão francesa e base de concreto. Bellei (1998) informa que a mão francesa é recomendada para vãos maiores que 8 metros, na ponte 11 o maior vão foi de 10,1 metros, valor superior ao citado, sendo recomendável o uso do travamento. O uso de infraestrutura de concreto na ponte 11 justifica-se devido ao afloramento rochoso em todo o leito do recurso hídrico (FIGURA 5.6). A estratégia do uso concreto na infraestrutura adotada pelos responsáveis da obra pode ser justificada devido ao alto custo para perfuração do leito rochoso, fator que inviabilizaria economicamente o uso de ponte de madeira no local.

Quanto às obras de contenção do aterro de acesso verificou-se que 15 pontes haviam obras de contenção do aterro do tipo estacas com contenção de madeira, e 2 pontes não apresentavam obras de contenção (pontes 3 e 5). As contenções de aterro são de suma importância, pois é responsável na ligação entre ponte e estrada, conseqüentemente, é um elemento importante para a segurança da obra. Segundo Vitória (2015) um dos grandes

**Figura 5.6:** Ponte 11 com detalhamento da mão francesa e infraestrutura de concreto.



problemas que causam erosão nas extremidades das pontes são os aterros de contenção executados de forma inadequada. O mesmo autor relata que quando esses maciços de terra são rompidos, há a possibilidade latente de ocorrer acidentes aos usuários e danos na estrutura da obra.

Em relação aos elementos de ligação de apoio 11 das 17 pontes utilizavam prego e 6 pontes com prego e parafuso. Destaca-se que a maioria das pontes de madeira existentes nas estradas/vicinais do município de Rorainópolis são feitas desses elementos de ligação de apoio. Além disso, notou-se que as pontes construídas mais recentemente utilizavam pregos e parafusos.

Quanto aos elementos de ligação do rodeiro, 15 das 17 pontes apresentaram elementos do tipo cinta de ferro e prego e 2 pontes somente com prego. O uso de cinta de ferro ou outros tipos de travamento são importantes, pois há o assentamento do rodeiro causado pelo tráfego de veículos, resultando no desgaste do ponto de contato entre as tábuas e os pregos, resultando no afrouxamento do rodeiro, sendo este comportamento intensificado com o tempo de uso da obra. Portanto os elementos de travamento servem como estruturas auxiliares para reduzir o efeito de afrouxamento dos rodeiros. Segundo Soriano e Mascia (2009), o sistema de ligação deve assegurar a transferência da tensão do cisalhamento, com influência direta na distribuição de forças internas na obra, para evitar que hajam deformações na estrutura.

As características planialtimétricas e da pista, as 17 pontes apresentaram orientação reto horizontal em relação ao seu eixo, traçado reto tangente, com apenas uma faixa, três tabuas para cada rodeiro e ausência de passeio. As pontes analisadas obtiveram as seguintes médias: Largura útil do tabuleiro 4,15 m, largura do rodeiro 0,92 m, largura da faixa 2,74 m, largura central do tabuleiro 0,90 m, resultados idênticos aos obtidos por Moraes et al. (2022). Portanto, considerando os dados consultados e os obtidos, pode-se

afirmar que há uma padronização destes elementos nas pontes das vicinais 22 e 19 de São Luiz e Rorainópolis, respectivamente.

Apenas uma ponte (6) apresentou sinalização horizontal (FIGURA 6A), destaca-se que apesar de dispor de pintura, as cores estavam desbotadas, fator relacionado à falta de manutenção da pintura. A pintura de parte das estruturas, como guarda corpos e barreira rígida, das pontes de madeira prove maior visibilidade da obra. Segundo Pastore et al. (2004) os raios ultravioletas causam fotodegradação da lignina madeira, portanto espera-se que a pintura promova maior resistência à este tipo de degradação, quando comparadas as madeiras sem pintura.

A altura do guarda corpos nas pontes vistoriadas variou de 0,65 a 0,78 m, com média de 0,66 m. Destaca-se todas as pontes ou não possuíam guarda corpos (7 pontes 1, 3, 5, 10, 11, 14 e 15) ou a estrutura apresentavam inconformidades (10 pontes 2, 4, 6, 7, 8, 9, 12, 13, 16 e 17), representando riscos aos usuários, sejam pedestres ou motoristas (FIGURA 6A). As dimensões dos guarda corpos analisados foram inferiores aos recomendados por Costa (2009), que estabelece 0,75 m de altura em áreas rurais e 1,50 m em áreas urbanas. Segundo a NBR 14718 o guarda corpo é uma estrutura obrigatória de suma importância para garantir a proteção aos riscos de queda de veículos e pessoas que circulam por pontes (ABNT, 2008).

Quanto aos fatores que afetam a mesoestrutura e a superestrutura das pontes, os cupins e fungos foram os agentes mais encontrados nas pontes vistoriadas (FIGURA 6B). Este resultado pode ser explicado devido à ausência de tratamentos preservativos na madeira, fator que afeta diretamente a durabilidade da obra.

Apenas 9 das 17 pontes apresentaram catadióptrico (olho de gato), no estudo de Moraes et al. (2022) foi observado apenas 1 ponte com catadióptrico, resultado inferior ao obtido no presente estudo. A posição dos catadióptricos eram iguais em ambos sentidos das pontes vistoriadas (FIGURA 6C). Ressalta-se que a estrada/vicinal não dispõe de iluminação em todo seu trajeto, portanto esta sinalização torna-se imprescindível para a segurança dos condutores, pois no período noturno as faixas refletem o brilho da luz dos veículos, contribuindo para a visualização da obra prevenindo acidentes.

Em relação à presença de vegetação nas estruturas das pontes, foi observado que apenas a ponte 12 não apresentou vegetação, devido ao registro da passagem de fogo em sua estrutura (FIGURA 5.8A). Segundo Teles (2002), a presença de vegetação na estrutura pode ocasionar o aumento de umidade, facilitando a proliferação de agentes patógenos que podem deteriorar da madeira, como cupins e fungos, ambos observados anteriormente. Além disso, o sistema radicular pode ocasionar fissuras nas tábuas, reduzindo a sua durabilidade e o nível de segurança da obra, além de comprometer a visibilidade dos usuários e a estética da obra (GUEDES et al., 2021). Além disso, acrescenta-se que, durante a realização das vistorias, foi observado o tráfego de animais grande porte (bovinos) nas pontes, consumindo parte da vegetação (FIGURA 5.8B) presentes nas obras (FIGURA 5.8C).

**Figura 5.7:** Ponte 11 com detalhamento da mão francesa e infraestrutura de concreto.



**Figura 5.8:** Registro de passagem de fogo (A), presença de vegetação (B) e bovino na ponte (C).



Em 5 pontes foram constatadas tábuas soltas (FIGURA 5.9A), espaçadas (FIGURA 5.9B) e rachadas (FIGURA 5.9C), apenas a ponte 13 não apresentava nenhuma das inconformidades relatadas. A presença de tábuas rachadas, espaçadas e soltas também foram observadas por Morais et al. (2022), demonstrando a ausência de manutenção periódicas das pontes de madeira. Durante o levantamento do estudo, observou-se que 11 pontes apresentaram excesso de solo. O destaque foi a ponte 16 (FIGURA 8D), obra na qual não foi possível obter informações sobre o tabuleiro, inclusive por conta do excesso de solo houve a deterioração de parte das tábuas, aumentando o risco de acidentes. De posse das informações obtidas pode-se afirmar que as condições de trafegabilidade da vicinal 19 estava prejudicada.

Com relação a barreira rígida todas as pontes de madeira apresentaram essa estrutura, com uma média de 22 cm de altura e 29 cm de largura. Apenas a ponte 15 apresentou inconformidades barreira rígida, como a ausência de continuidade e empenamento da estrutura (FIGURA 5.10A). A barreira rígida é de suma importância para os usuários afim de evitar possíveis quedas de veículos pelas laterais das pontes.

Com relação as placas de advertência, 9 pontes apresentaram placas de advertência (FIGURA 5.10B) e 7 pontes não apresentaram nenhum tipo de sinalização vertical. O

**Figura 5.9:** Pontes com tabuas soltas (A), espaçadas (B), rachadas (C) e cobertas por solo (D).



Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN, 2007) estabelece que as placas de sinalização têm por objetivo prevenir acidentes, comunicando ao usuários da via sobre as condições potencialmente perigosas.

Sobre os aterros de acesso, 11 pontes estavam ao nível do tabuleiro, 5 pontes estavam acima do tabuleiro e 1 ponte estava a baixo do tabuleiro. As duas últimas situações listadas podem causar acidentes e danos a estrutura das pontes, devido tabuleiro da ponte (aterramento abaixo do tabuleiro) e no sentido transversal do tabuleiro pela possibilidade do salto do veículo, causado pelo efeito rampa (aterramento acima do tabuleiro). Vale

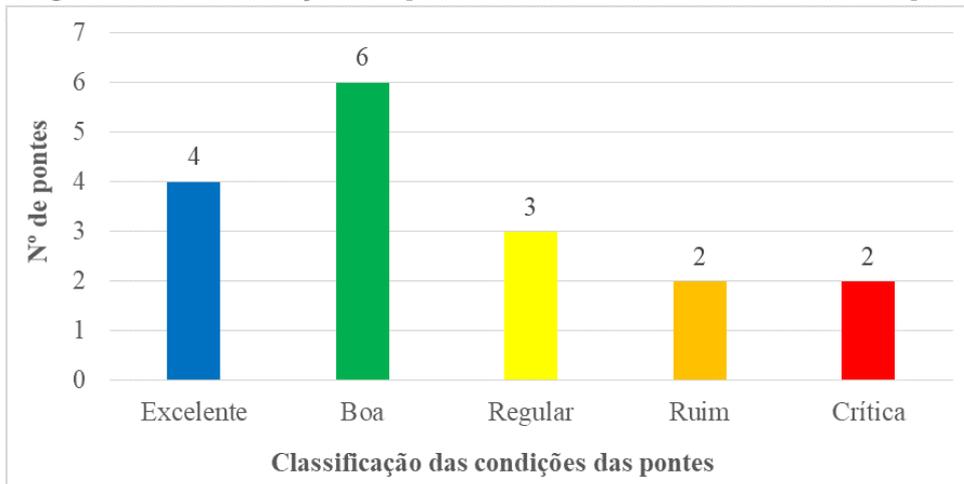
**Figura 5.10:** Ponte com barreira rígida empenada (A), placa de advertência para ponte estreita com sua respectiva distância (B).



ressaltar que a vicinal estava em manutenção da estrada de piçarra, fator que pode estar diretamente ligado aos aterros acima do tabuleiro das pontes.

Do total de 17 pontes vistoriadas, quatro (23%) foram classificadas como condições excelentes, seis (35%) boas, três (17%) regulares, duas (12%) ruins e duas (12%) críticas (FIGURA 5.11). Resultados obtidos foram superiores aos obtidos por Haack (2015), estudo que classificou 60% das pontes de madeira em ruim e 40% em crítica, no município de Cunha Porã, SC. Porém, o resultados obtidos no estudo atual foram inferiores aos de Moraes et al. (2022), que obteve 82% das pontes excelentes e em boas condições.

**Figura 5.11:** Classificações das pontes vistoriadas na vicinal 19 de Rorainópolis.



### 5.3 Considerações finais

As inconformidades mais importantes observadas nas pontes vistoriadas da vicinal 19 de Rorainópolis foram:

Ausência total ou parcial de tábuas do rodeiro e tabuleiro, tábuas espaçadas e rachadas;

Ausência de guarda corpos em 41% das pontes e as pontes com a estrutura apresentavam inconformidades;

Presença de vegetação nas pontes, fator que causa o aumento de umidade, facilitando a proliferação de agentes patógenos que podem deteriorar da madeira;

Excesso de solo nas pontes, fator que compromete a obra e a segurança dos usuários, assim sendo essencial a limpeza do solo nas pontes após o cascalhamento da estrada/via.

O resultado das classificações da condição de obra, segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, foram quatro (23%) pontes excelentes, seis (35%) boas, três (17%) regulares, duas (12%) ruins e duas (12%) críticas. Portanto, 75% das pontes vistoriadas apresentaram condições excelentes ou boas e 24% estavam em estado problemático ou crítico. De posse destas informações, recomenda-se a manutenção das pontes com a reposição das peças das estruturas que apresentam inconformidades. Contudo, ressalta-se, a importância de políticas públicas voltadas para o monitoramento e manutenções das pontes de madeira.

### 5.4 Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2008. NBR 14718: Guarda-corpo para edificação. Rio de Janeiro: ABNT, 14p.

ALMEIDA, R. V. O. O que são estradas vicinais e qual a sua importância. Instituto Brasileiro de Educação Continuada, Fortaleza, 11 de abril de 2019. Disponível em: <<https://inbec.com.br/blog/o-que-sao-estradas-vicinais-qual-sua-importancia>>. Acesso em: 02 abr. 2024.

BATISTA, F. G, MELO, R. R. D, CALEGARI, L., MEDEIROS, D. T. D. Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. *Madera y bosques*, v. 26, n. 2, p. 2-10, 2020.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622017>

BELLEI, I. H. Edifícios industriais em aço. 2.ed. São Paulo: PINI. 1998. 483p.

CALIL JÚNIOR, C., GOÉS, J. L. N. Programa emergencial das pontes de madeira para o Estado de São Paulo. *Revista Minerva*, v. 2, p. 1, p. 33-40, 2005.

CALIL JÚNIOR, C., DIAS, A. A., GÓES, J. L. N., CHEUNG, A. B., STAMATO, G. C., PIGOZZO, J. C., OKIMOTO, F. S., LOGSDON, N. B., BRAZOLIN, S., LANA, É. L. Manual de projeto e construção de pontes de madeira. São Carlos: Suprema, 2006. 252p.

CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Regulamentação. Brasília, 30 de junho de 2007. Disponível em: <[https://www.gov.br/transportes/pt-br/asuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual\\_vol\\_i\\_2.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/asuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_i_2.pdf)>.

Acesso em: 23 abr. 2024.

COSTA, V. M. Desempenho e reabilitação de pontes rodoviárias: aplicação a casos de estudo. 2009. 208 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Guimarães.

FARIA, F. A. Pontes em viga sujeitas a ação sísmica: análise de soluções alternativas para os pilares. 2021. 88 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Coimbra.

GUEDES, L. S; SANTOS. P. M., JÚNIOR, S. L. A., SOUZA, W. C. Análise Patológica: um estudo de caso voltado à segurança do modal rodoviário nas Pontes Tortas e Pontilhão. In XII CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS. 2021, online, Anais... online, 2021, p. 1-9. Disponível em

<[http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID\\_067.pdf](http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID_067.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.

HAACK, M. Aplicação de técnicas de inspeção em pontes de madeira do município de Cunha Porã – SC. 2015. 103 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas e Mapas. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>>. Acesso em: 16 abr. 2024.

KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschrift, v. 6, n. 1, p. 657-679, 1900.

MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. 3.reimpr. São Paulo-SP: Blucher. 2013. 248p.

MORAIS, W. W. C., OLIVEIRA, T. M., VIVIAN, M. L., BARNI, P. E., MORAIS, J. B. F. Proposta de protocolo rápido para a inspeção visual de pontes de madeira. Revista Advances in Forestry Science, v. 9, n. 2, p. 1761-1771, 2022.

<http://doi.org/10.34062/afs.v9i2.13532>

PASTORE, T. C. M., SANTOS, K. O., RUBIM, J. C. A spectrometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. Bioresource Technology, v. 1, n. 93, p. 37-42, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.035>

SORIANO, J., MASCIA, N. T. Estruturas mistas em madeira-concreto: uma técnica racional para pontes de estradas vicinais. Ciência Rural, v. 39, n. 4, p. 1248-1257, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000032>

STEFANI, A., GOBI, B., HEMERICH, K., PRAUCHNER, M. B. Pontes de madeira: degradação e soluções tecnológicas híbridas. Revista de Arquitetura IMED, v. 5, n. 1, p. 102-108, 2016. <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n1p102-108>

- TELES, C. D. M. Estruturas de madeira: proposta de metodologia de inspeção e correlação da velocidade ultra-sônica com o dano por cupins. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VITÓRIO, J. A. P. Fundamentos da Erosão nas Fundações de Pontes e nos Aterros de Acesso. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 2015, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, 2015, p. 1-10. Disponível em <[https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos\\_Estruturais\\_Erosao\\_Cheias\\_Fundacoes\\_Aterros\\_Acesso\\_Pontes\\_Rodoviararias.pdf](https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos_Estruturais_Erosao_Cheias_Fundacoes_Aterros_Acesso_Pontes_Rodoviararias.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2008. NBR 14718: Guarda-corpo para edificação. Rio de Janeiro: ABNT, 14p.
- ALMEIDA, R. V. O. O que são estradas vicinais e qual a sua importância. Instituto Brasileiro de Educação Continuada, Fortaleza, 11 de abril de 2019. Disponível em: <<https://inbec.com.br/blog/o-que-sao-estradas-vicinais-qual-sua-importancia>>. Acesso em: 02 abr. 2024.
- BATISTA, F. G, MELO, R. R. D, CALEGARI, L., MEDEIROS, D. T. D. Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. Madera y bosques, v. 26, n. 2, p. 2-10, 2020.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622017>
- BELLEI, I. H. Edifícios industriais em aço. 2.ed. São Paulo: PINI. 1998. 483p.
- CALIL JÚNIOR, C., GOÉS, J. L. N. Programa emergencial das pontes de madeira para o Estado de São Paulo. Revista Minerva, v. 2, p. 1, p. 33-40, 2005.
- CALIL JÚNIOR, C., DIAS, A. A., GÓES, J. L. N., CHEUNG, A. B., STAMATO, G. C., PIGOZZO, J. C., OKIMOTO, F. S., LOGSDON, N. B., BRAZOLIN, S., LANA, É. L. Manual de projeto e construção de pontes de madeira. São Carlos: Suprema, 2006. 252p.
- CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Regulamentação. Brasília, 30 de junho de 2007. Disponível em: <[https://www.gov.br/transportes/pt-br/as-suntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual\\_vol\\_i\\_2.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/as-suntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_i_2.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- COSTA, V. M. Desempenho e reabilitação de pontes rodoviárias: aplicação a casos de estudo. 2009. 208 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Guimarães.
- FARIA, F. A. Pontes em viga sujeitas a ação sísmica: análise de soluções alternativas para os pilares. 2021. 88 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- GUEDES, L. S; SANTOS. P. M., JÚNIOR, S. L. A., SOUZA, W. C. Análise Patológica: um estudo de caso voltado à segurança do modal rodoviário nas Pontes Tortas e Pontilhão. In XII CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS. 2021,

- online, Anais... online, 2021, p. 1-9. Disponível em [http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID\\_067.pdf](http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID_067.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.
- HAACK, M. Aplicação de técnicas de inspeção em pontes de madeira do município de Cunha Porã – SC. 2015. 103 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas e Mapas. Brasília, 2024. Disponível em: <https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. Geogr. Zeitschrift, v. 6, n. 1, p. 657-679, 1900.
- MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. 3.reimpr. São Paulo-SP: Blucher. 2013. 248p.
- MORAIS, W. W. C., OLIVEIRA, T. M., VIVIAN, M. L., BARNI, P. E., MORAIS, J. B. F. Proposta de protocolo rápido para a inspeção visual de pontes de madeira. Revista Advances in Forestry Science, v. 9, n. 2, p. 1761-1771, 2022. <http://doi.org/10.34062/afs.v9i2.13532>
- PASTORE, T. C. M., SANTOS, K. O., RUBIM, J. C. A spectrometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. Bioresource Technology, v. 1, n. 93, p. 37-42, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.035>
- SORIANO, J., MASCIA, N. T. Estruturas mistas em madeira-concreto: uma técnica racional para pontes de estradas vicinais. Ciência Rural, v. 39, n. 4, p. 1248-1257, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000032>
- STEFANI, A., GOBI, B., HEMERICH, K., PRAUCHNER, M. B. Pontes de madeira: degradação e soluções tecnológicas híbridas. Revista de Arquitetura IMED, v. 5, n. 1, p. 102-108, 2016. <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n1p102-108>
- TELES, C. D. M. Estruturas de madeira: proposta de metodologia de inspeção e correlação da velocidade ultra-sônica com o dano por cupins. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VITÓRIO, J. A. P. Fundamentos da Erosão nas Fundações de Pontes e nos Aterros de Acesso. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 2015, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, 2015, p. 1-10. Disponível em [https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos\\_Estruturais\\_Erosao\\_Cheias\\_Fundacoes\\_Aterros\\_Acesso\\_Pontes\\_Rodoviaras.pdf](https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos_Estruturais_Erosao_Cheias_Fundacoes_Aterros_Acesso_Pontes_Rodoviaras.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2008. NBR 14718: Guarda-corpo para edificação. Rio de Janeiro: ABNT, 14p.
- ALMEIDA, R. V. O. O que são estradas vicinais e qual a sua importância. Instituto Brasileiro de Educação Continuada, Fortaleza, 11 de abril de 2019. Disponível em:

- <<https://inbec.com.br/blog/o-que-sao-estradas-vicinais-qual-sua-importancia>>. Acesso em: 02 abr. 2024.
- BATISTA, F. G, MELO, R. R. D, CALEGARI, L., MEDEIROS, D. T. D. Resistência natural da madeira de seis espécies à *Nasutitermes corniger* Motsch. em condição de campo. *Madera y bosques*, v. 26, n. 2, p. 2-10, 2020.  
<https://doi.org/10.21829/myb.2020.2622017>
- BELLEI, I. H. Edifícios industriais em aço. 2.ed. São Paulo: PINI. 1998. 483p.
- CALIL JÚNIOR, C., GOÉS, J. L. N. Programa emergencial das pontes de madeira para o Estado de São Paulo. *Revista Minerva*, v. 2, p. 1, p. 33-40, 2005.
- CALIL JÚNIOR, C., DIAS, A. A., GÓES, J. L. N., CHEUNG, A. B., STAMATO, G. C., PIGOZZO, J. C., OKIMOTO, F. S., LOGSDON, N. B., BRAZOLIN, S., LANA, É. L. Manual de projeto e construção de pontes de madeira. São Carlos: Suprema, 2006. 252p.
- CONTRAN. Conselho Nacional de Trânsito. Sinalização Vertical de Regulamentação. Brasília, 30 de junho de 2007. Disponível em: <[https://www.gov.br/transportes/pt-br/asuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual\\_vol\\_i\\_2.pdf](https://www.gov.br/transportes/pt-br/asuntos/transito/arquivos-senatran/educacao/publicacoes/manual_vol_i_2.pdf)>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- COSTA, V. M. Desempenho e reabilitação de pontes rodoviárias: aplicação a casos de estudo. 2009. 208 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Minho, Guimarães.
- FARIA, F. A. Pontes em viga sujeitas a ação sísmica: análise de soluções alternativas para os pilares. 2021. 88 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Civil) – Universidade de Coimbra, Coimbra.
- GUEDES, L. S; SANTOS. P. M., JÚNIOR, S. L. A., SOUZA, W. C. Análise Patológica: um estudo de caso voltado à segurança do modal rodoviário nas Pontes Tortas e Pontilhão. In XII CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS. 2021, online, Anais... online, 2021, p. 1-9. Disponível em <[http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID\\_067.pdf](http://www.abpe.org.br/trabalhos2021/ID_067.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.
- HAACK, M. Aplicação de técnicas de inspeção em pontes de madeira do município de Cunha Porã – SC. 2015. 103 f. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cartas e Mapas. Brasília, 2024. Disponível em: <<https://portaldemapas.ibge.gov.br/portal.php#homepage>>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- KÖPPEN, W. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geogr. Zeitschrift*, v. 6, n. 1, p. 657-679, 1900.
- MARCHETTI, O. Pontes de concreto armado. 3.reimpr. São Paulo-SP: Blucher. 2013. 248p.

MORAIS, W. W. C., OLIVEIRA, T. M., VIVIAN, M. L., BARNI, P. E., MORAIS, J. B. F. Proposta de protocolo rápido para a inspeção visual de pontes de madeira. *Revista Advances in Forestry Science*, v. 9, n. 2, p. 1761-1771, 2022.

<http://doi.org/10.34062/afs.v9i2.13532>

PASTORE, T. C. M., SANTOS, K. O., RUBIM, J. C. A spectrometric study on the effect of ultraviolet irradiation of four tropical hardwoods. *Bioresource Technology*, v. 1, n. 93, p. 37-42, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.035>

SORIANO, J., MASCIA, N. T. Estruturas mistas em madeira-concreto: uma técnica racional para pontes de estradas vicinais. *Ciência Rural*, v. 39, n. 4, p. 1248-1257, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000032>

STEFANI, A., GOBI, B., HEMERICH, K., PRAUCHNER, M. B. Pontes de madeira: degradação e soluções tecnológicas híbridas. *Revista de Arquitetura IMED*, v. 5, n. 1, p. 102-108, 2016. <https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n1p102-108>

TELES, C. D. M. Estruturas de madeira: proposta de metodologia de inspeção e correlação da velocidade ultra-sônica com o dano por cupins. 2002. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

VITÓRIO, J. A. P. Fundamentos da Erosão nas Fundações de Pontes e nos Aterros de Acesso. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE PONTES E ESTRUTURAS, 2015, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro, 2015, p. 1-10. Disponível em

[https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos\\_Estruturais\\_Erosao\\_Cheias\\_Fundacoes\\_Aterros\\_Acesso\\_Pontes\\_Rodoviaras.pdf](https://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Danos_Estruturais_Erosao_Cheias_Fundacoes_Aterros_Acesso_Pontes_Rodoviaras.pdf)>. Acesso em 23 abr. 2024.