

## ANÁLISE VISUAL DA PONTE PÊNSIL ALVES LIMA

### VISUAL ANALYSIS OF THE ALVES LIMA PENSIL BRIDGE

<sup>1</sup>SANCHES, Giovanna Bueno; <sup>1</sup>SANTOS, Larissa Jaqueline Delmonico; <sup>1</sup>DOS SANTOS, Maria Angélica Garcia. <sup>1</sup>AMANCIO, Daniel de Traglia;

<sup>1</sup>Departamento de Engenharias – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos- UniFio/FEMM

#### RESUMO

As pontes são construções que permitem a continuidade de uma via de qualquer natureza de tráfego, que permitem a comunicação entre dois pontos geográficos separados por algum tipo de obstáculo. Elas podem ser classificadas levando em considerações os fatores do tipo de material empregado na construção, quanto ao sistema estrutural, bem como a natureza do tráfego. Por elas passam pessoas a passeio ou a trabalho, também passam veículos de transportes rodoviários, ferroviários e hidroviários carregados de produtos manufaturados e agrícolas, ou seja, suas funções e importância são inúmeras à sociedade. Por conta do seu contexto histórico, pode ser até tombada como patrimônio histórico, e se tornando um ponto turístico. Quando uma ponte é danificada e perde suas funções estruturais é essencial fazer o seu restauro ou recuperação, sempre seguindo as normas ABNT referente patrimônio histórico, estruturas, entre outras. Anteriormente de ser feito a execução do restauro, profissionais capacitados e habilitados vistoriam a construção em seu estado atual e analisam as manifestações patológicas e danos estruturais para compreenderem sua gravidade e, assim, poder apresentar um orçamento e licitação, quando for obra pública, coerente com os serviços a serem executados. Com isso, foi realizada uma análise visual da Ponte Pênsil Alves Lima, que foi muito danificada por um incêndio e teve um trecho de sua estrutura comprometida. Foi constatado que a maior parte da ponte está em um bom estado, somente o trecho pênsil que foi incendiado terá que passar por um processo de restauro pois perdeu peças fundamentais da sua estrutura.

**Palavras-chave:** Estruturas Mistas Aço-Madeira; Análise Visual; Obras de Arte; Incêndio.

#### ABSTRACT

Bridges are constructions that allow a unique type of structure, through any type of communication between geographical points separated by an obstacle. They can be classified as considering the factors of the type of material used in the construction, as to the structural system, as well as the nature of the traffic. they water transport people for leisure or work, they also pass road and rail transport vehicles Through industrial products and agricultural transport, that is, their functions and transport are numerous for society. It can even be listed as a historical heritage, and become a tourist spot as an account of its historical context. When a bridge is historic and loses its essential structural functions, carry out its restoration or recovery, always following ABNT norms, among other structural structures. Previously, the execution of the restoration of attempts made and approved in its construction was designed and enabled for the execution of the restoration of attempts, designed and enabled to be approved in the construction, thus, they can present a budget and when the public work, appropriately, the services to be performed. With this, a visual analysis of the Alves Lima Pensil Bridge was carried out, which was very distinct from its designed structure. It was found that most of the bridge is in good condition, only the suspension section that was burned will have to undergo a restoration process as it lost fundamental parts of its structure.

**Keywords:** Mixed Steel-Wood Structures; Visual Analysis; Works Of Art; Fire.

#### INTRODUÇÃO

As pontes são construções que permitem a continuidade de uma via de qualquer natureza de tráfego, que permitem a comunicação entre dois pontos geográficos separados por algum tipo de obstáculo. Elas podem ser classificadas levando em considerações os fatores do tipo de material empregado na construção, quanto ao sistema estrutural, bem como a natureza do tráfego, dentre outros.

Elas são fundamentais ao desenvolvimento socioeconômico da região que está implantada, possibilitando o escoamento de insumos, da produção e o do livre deslocamento (CALIL JÚNIOR, *et al.*, 2006).

Nota-se que, ao longo dos anos, incorretos processos de manutenção foram empregados nestas vias, principalmente pela carência de informações técnicas sobre as condições de natureza estrutural (CALIL JÚNIOR; GÓES, 2005).

Existem vários sistemas construtivos para a elaboração de uma ponte, levando em consideração sua topografia e geologia.

A ponte do tipo pênsil é suspensa por cabos de aço que distribuem suas tensões nas torres que se localizam nas extremidades. É considerada útil para grandes vãos livres pois permite grande leveza se comparada a outros sistemas estruturais (PINTO; ALTOÉ, 2012). “Denomina-se um trecho de ponte em sistema isostático quando todas as suas forças são anuladas, pois as reações de apoio e seus esforços internos se igualam ao número de condições de equilíbrio.” (MARTHA, 2017).

O objeto de análise deste estudo é a Ponte Pênsil Alves Lima, um patrimônio histórico tombado pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico do Estado de São Paulo – CONDEPHAAT, bem como pelo Conselho Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Paraná – CEPHA. Ela está localizada no Brasil, na fronteira entre os estados de São Paulo – SP e Paraná – PR, e faz a sobreposição do Rio Paranapanema na divisa entre as cidades de Chavantes – SP e Ribeirão Claro – PR. Sua localização em coordenadas geográficas é 23°05'53.67" S 49°44'35.43" O e sua ilustração encontra-se na Figura 1.

Possui dois trechos, o pênsil e o não pênsil, também considerado como isostático. A ponte foi tombada como patrimônio histórico cultural em 1985 pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico e Artístico do Estado de São Paulo (CONDEPHAAT) e em 2001 pelo Conselho Estadual do Patrimônio Histórico do Paraná. Em 2020, no dia 7 de novembro, foi incendiada e não foi restaurada até a atualidade. O incêndio em Alves Lima, durou por volta de 2 horas, sendo iniciado às 4 horas da manhã e contido pelos bombeiros às 6 horas.

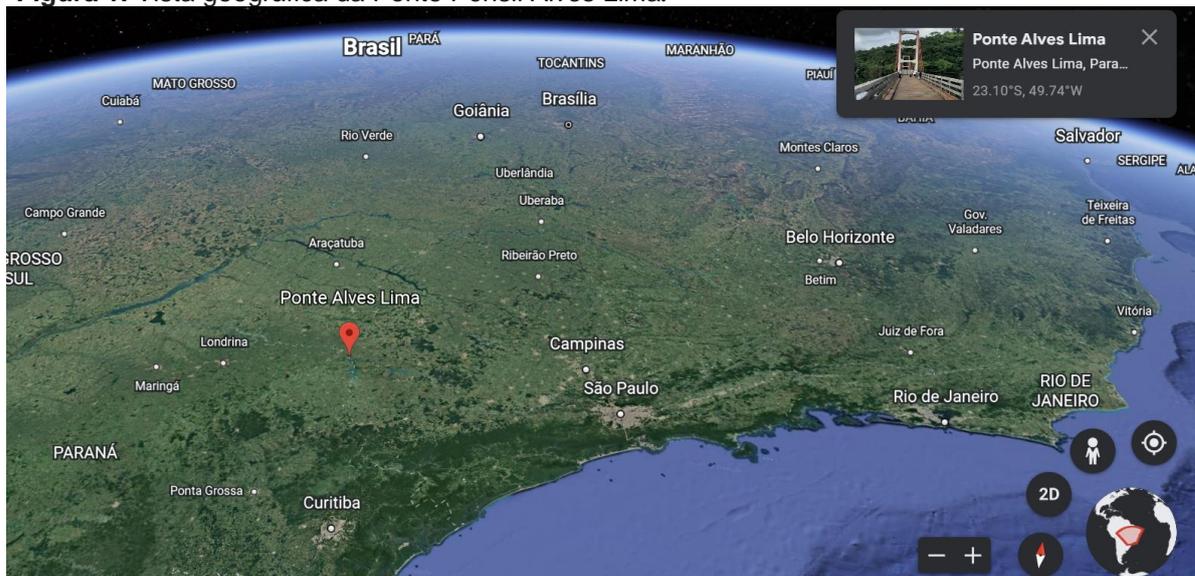
O patrimônio histórico Alves Lima, serve de conhecimento para toda uma sociedade, pois é responsável por compartilhar a história do nosso país com fatos

que foram coletados ao longo dos anos desde a construção da ponte, por isso é imprescindível que haja cuidado e proteção deste patrimônio.

Um patrimônio histórico é um elemento que possui um valor universal do ponto de vista da história, da arte ou da ciência, segundo o art. 1 da Convenção Para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural E Natural (1972). E a Ponte Pênsil Alves Lima foi importante para a história, pois serviu como meio de escoamento das produções agrícolas, sofrendo com Revoluções e desastres naturais (AMÂNCIO, 2011).

“Entende-se por restauração qualquer intervenção destinada a manter em funcionamento, a facilitar a leitura e a transmitir integralmente ao futuro, as obras e os objetos(..)” (IPHAN, 1972, p. 1 e 2). No processo de restauro de uma estrutura é necessário fazer uma análise estrutural em cima de todas as suas características. É preciso investigar o tanto que foi prejudicada durante o tempo e se as suas funções estruturais foram comprometidas.

**Figura 1.** Vista geográfica da Ponte Pênsil Alves Lima.



Fonte: Retirada do Google Earth (2022).

A ponte foi construída de aço, madeira e concreto. A análise visual do dano estrutural foi focada especificamente na extensão pênsil onde a madeira e o aço são os materiais dominantes.

O uso da madeira como material para as construções de elementos estruturais, é um recurso antigo e muito utilizado. Isto se deve ao fato de a madeira ser um material renovável, fácil de trabalhar, versátil, durável e de fácil obtenção (HAACK,

2015). Visando a economia, a madeira compete com outros materiais com base no custo inicial e nas vantagens econômicas a longo prazo (CALIL JÚNIOR, *et al.*, 2006).

O aço é muito conhecido como um dos materiais que auxilia no esforço de tração, mas também atua nas estruturas de outras formas. O sistema de treliça permite que sua geometria gera maior rigidez e baixo peso para a estrutura final (SOUSA; ACOSTA; CALIL JÚNIOR, 2014).

Na ponte suspensa por cabos, eles são ligados a outros cabos maiores que ligam as torres de sustentação. “Esses cabos maiores comprimem as torres de sustentação, que transferem os esforços de compressão para as fundações” (FELIPPE FILHO, 2008, p. 6).

Segundo Cánovas (1988), Souza e Ripper (1998 apud HAACK, 2015, p.25) “O conceito de dano estrutural por parte da engenharia de estruturas está correlacionado ao estudo de sintomas, causas, degradação e consequências de um dano causado ao sistema estrutural”. Muitas das vezes podem estar ligados ao sistema construtivos ou projetos estruturais. Para tal, é necessário analisar de maneira meticulosa para encontrar a origem do dano estrutural. Um exemplo de dano estrutural é a deterioração da madeira que pode ser causada por uma ação natural, ou elemento ativo, sendo a ação do fogo.

Devido ao incêndio ocorrido no ano de 2020 na Ponte Pênsil Alves Lima, que atingiu o trecho pênsil da ponte, como mostra a Figura 3, fez-se necessário uma investigação visual para melhor compreensão dos danos estruturais causados aos elementos estruturais pelo calor do fogo.

Quando um elemento estrutural de madeira é exposto ao fogo, este elemento sofre o processo de carbonização, que pode ser definida como “A conversão da madeira para o carvão, que avalia a resistência ao fogo de estruturas de madeira, assim, indica a redução da seção transversal dos elementos estruturais” (FIGUEROA; MORAES, 2009, p. 161). A Figura 2 mostra as fases da carbonização da madeira em função da temperatura de incêndio.

A carbonização de maneira superficial pode isolar e proteger a parte central da peça, porém os conectores de metal transferiram todo o aquecimento para o centro e assim causar maiores danos (CALIL JÚNIOR, *et al.*, 2006).

**Figura 2.** Fases de degradação da madeira

**Fonte:** Retirado do Artigo “Comportamento da madeira a temperaturas elevadas” (FIGUEROA; MORAES, 2009).

Em uma estrutura que compõe aço causado por um incêndio pode haver variáveis diretas e permanentes em relação às temperaturas. “A ação do fogo numa estrutura de aço aumenta a temperatura dos elementos que a constituem, diminuindo a sua rigidez e capacidade resistente, podendo provocar um colapso” (MESQUITA, 2013, p.18). Quanto maior sua condutividade térmica, menor será sua resistência.

Diante deste contexto, o presente artigo buscou analisar o atual estado de integridade estrutural da Ponte Pênsil Alves Lima e com base na análise visual dos elementos estruturais que a integram. Pelo valor histórico cultural à comunidade regional paulista e paranaense, e por ser uma ponte pênsil construída em grande parte em madeira, a sua relevância e complexidade instigou utilizá-la como objeto de estudo.

“A Ponte Pênsil Alves Lima representa um dos grandes marcos no que diz respeito à construção de pontes de madeira no Brasil. Também representa a enorme capacidade técnica da engenharia brasileira do início do século XX” (AMÂNCIO, 2011, p. 262). Sabendo da sua importância, deu-se a necessidade de estudar e analisar visualmente o dano estrutural, para servir como embasamento para uma possível restauração.

## MATERIAL E MÉTODOS

Essa pesquisa tem cunho em estudo de caso e levantamento de dados feitos por meio visual e consultas em outros artigos e relatórios. O método de análise escolhido de forma visual é vantajoso devido a técnica ser simples e não destrutiva ao patrimônio histórico, conforme orienta o Decreto Lei nº 25, de novembro de 1937,

que instrui sobre a organização e proteção do patrimônio histórico e artístico nacional brasileiro.

Devido a amplitude do incêndio, será analisado o trecho pênsil, construído de madeira, suspenso por cabos de aço e com conjunto de treliças.

O objeto de estudo foi construído em 1920, possui a extensão de 164m, sendo 82,50m na região pênsil e 81,50m na região isostática, uma largura total de 4,10m e 2,88m de vão livre, e uma altura de 18m (AMÂNCIO, 2011). “Está apoiada por seis pilares de concreto, suspensa e mantida por 14 cabos de aço apoiados em duas torres de concreto armado” (AMÂNCIO, 2011, p. 256).

**Figura 3.** Ponte Pênsil Alves Lima. Destaque mostra a região atingida pelo incêndio, vista à jusante da ponte.



**Fonte:** Autoria própria.

A análise estrutural atual da ponte foi realizada a partir de uma visita técnica ao local de forma visual e fotos retiradas do mesmo, utilizando como parâmetro a Norma DNIT 010/2004 – PRO - Inspeções em Pontes e Viadutos de Concreto Armado e Protendido - Procedimentos, do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Também foi utilizado como material de estudo e referência o Relatório Técnico N° 68 114, Apoio tecnológico para a recuperação da Ponte Pênsil Alves Lima, feito pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) em 2004 e a ABNT NBR 9452:2019 Inspeção de pontes, viadutos, e passarelas de concreto – Procedimento.

A tabela de avaliação Anexo C (normativo), disponível nas normas do DNIT 010/2004 - PRO e NBR 9452:2019, foi usada como base para a distribuição de notas de 1 a 5, sendo nota 1 Obra crítica, nota 2 Obra problemática, nota 3 Obra potencialmente problemática, nota 4 Obra sem problemas importantes e nota 5 Obra sem problemas. As notas de avaliação foram determinadas a partir das categorias apresentadas que são, danos do elemento, sua insuficiência estrutural, ação corretiva, condições de estabilidade e classificação das condições da ponte.

De acordo com o Relatório Técnico Nº 68 114 (IPT, 2004), construiu-se a Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3, que, respectivamente, apresentam as informações sobre os elementos de madeira e metálicos do sistema de suspensão do tramo pênsil, a fim de auxiliar nas denominações e nomenclaturas dos elementos.

**Tabela 1.** Quantificação das peças de madeira da Ponte Pênsil Alves Lima

Peça	Quantidade	Largura (mm)	Espessura (mm)	Comprimento (mm)	Madeira	Acabamento
Transversinas	76	250±5	240±5	6300±5	Itaúba	Bruta
Prancha	420	200±3	100±2	3360±5	Itaúba	Aplainada
Longarina	140	150±2	300±3	4000±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Guarda Rodas	44	150±5	300±5	4000±5	Itaúba ou Ipê	Bruta
Tábua Guarda Rodas	120	150±2	30±2	400±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Montante	76	200±3	200±3	2150±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Diagonal extremidade	4	290±5	300±5	3500±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Travamento	152	100±3	80±3	3200±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Tábua (banzos)	215	300±3	80±3	6000±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Bloco	76	200±3	200±3	520±3	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Prisma	304	200±3	200±3	330±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada
Prancha diagonal (SP)	2	290±3	80±3	3500±5	Itaúba ou Ipê	Aplainada

Fonte: IPT – RT nº 68 114 (2004)

**Tabela 2.** Elementos metálicos de fixação do tramo pênsil

Nomenclatura	Quantidade	Tipo	Local de utilização	Dimensões	Diâmetro do furo
PARAFUSOS					
PF-01	266	Barra lisa (c/ rosca)	Transversinas	Ø $\frac{3}{4}$ " x 55	-
Nomenclatura	Quantidade	Tipo	Local de utilização	Dimensões	Diâmetro do furo
PARAFUSOS					
PF-02	76	Francês (horizontal)	Guarda Rodas	Ø $\frac{5}{8}$ " x 55	-
PF-03	124	Francês (horizontal)	Guarda Rodas	Ø $\frac{5}{8}$ " x 30	-
PF-04	76	Francês	Travamento/Transversina	Ø $\frac{3}{4}$ " x 43	-
PF-05	76	Francês	Travamento/Montante	Ø $\frac{3}{4}$ " x 48	-
PF-06	784	Francês	Vigas compostas	1" x 40	-

**Tabela 2 (continuação):** Elementos metálicos de fixação do tramo pênsil

ARRUELAS					
AR-01	76	Arruela	Pendurais	16 x 16 x $\frac{7}{8}$ "	23
AR-02	304	Arruela	Tirantes/Viga	15 x 15 x $\frac{3}{4}$ "	11,5
AR-03	150	Arruela	Diagonais	15 x 15 x $\frac{3}{4}$ "	23
AR-03	300	Arruela	Diagonais	15 x 15 x $\frac{3}{4}$ "	34
PREGOS					
PR-01	4800	Liso/estrias helicoidais	Pranchas/Lon garinas	7,6 x 193 mm (26x84)	-
PR-02	1200	Liso/estrias helicoidais	Guarda-Corpo	3,9 x 83 mm (19x36)	-
CHAPAS					
CH-01	1254	Plana	Transversinas	25 x 10 x $\frac{1}{4}$ "	-

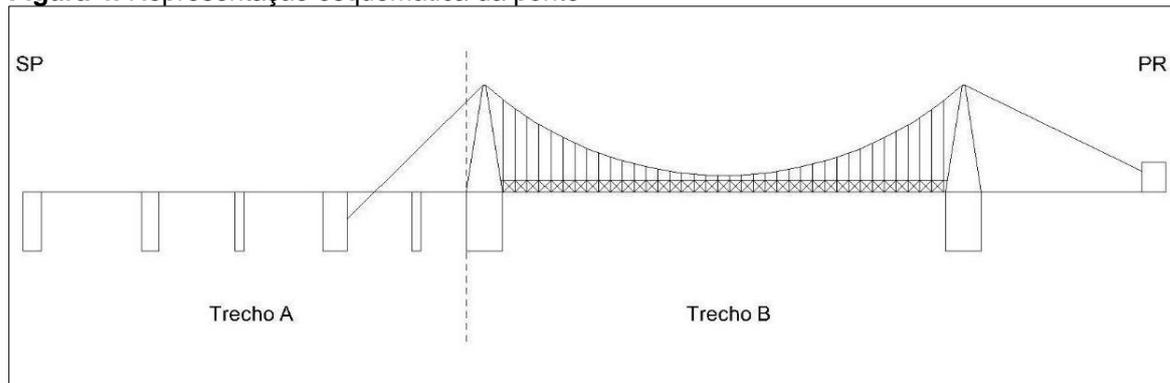
Fonte: IPT – RT nº 68 114 (2004).

**Tabela 3.** Quantificação dos elementos metálicos do sistema de suspensão do tramo pênsil.

Elemento	Quantidade (peças)	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)
Aparelhos de apoio dos cabos	4	-	-
Luvras de emenda dos cabos de suspensão	28	-	-
Chapas de apoio do pendural nas presilhas	76	-	-
Chapas das presilhas peça 1	76	-	-
Chapas das presilhas peças 2	76	-	-
Chapas (arruelas dos pendurais)	76	-	-
Barras de ancoragem lado SP	108	2,54	530
Barras de ancoragem lado PR	108	2,54	120
Cabos de suspensão	14	3,9	13781
Grampos das presilhas dos cabos de suspensão	532	1,4	28
Elemento	Quantidade (peças)	Diâmetro (cm)	Comprimento (cm)
Porcas dos pendurais	152	-	-
Pendurais	76	2,2	619

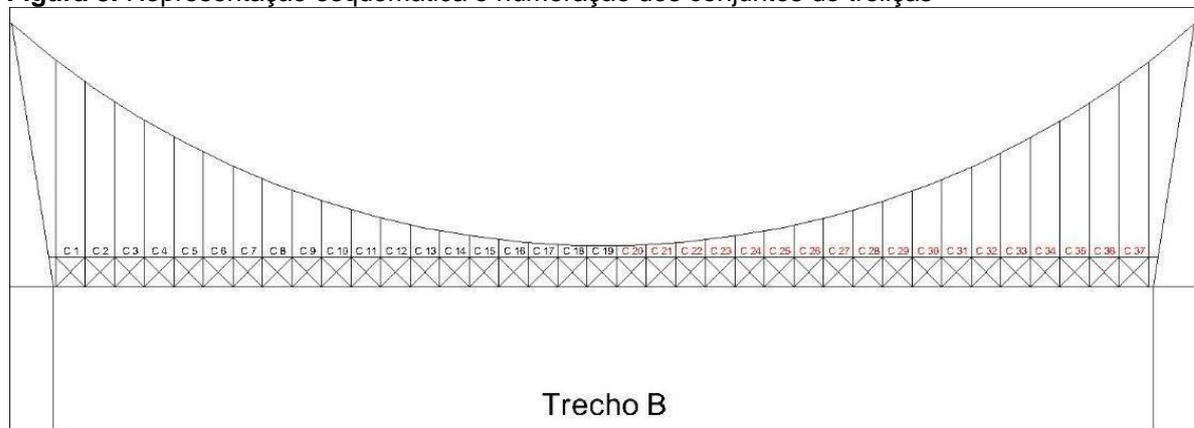
Fonte: IPT – RT nº 68 114 (2004)

A fim de facilitar o processo de análise dos elementos estruturais da ponte, dividiu-se a estrutura em dois trechos, sendo: trecho A, o tramo isostático, e o trecho B, o tramo pênsil, conforme indicado na Figura 4.

**Figura 4.** Representação esquemática da ponte

**Fonte:** Autoria própria.

No trecho B, enumerou-se de forma crescente o conjunto de treliças, seguindo a orientação da vista esquemática longitudinal à jusante da ponte, ou seja, partindo da divisa do estado de São Paulo para a divisa do estado do Paraná, como pode ser visto na Figura 5. Também, identificou-se na escrita em vermelho a nomenclatura dos conjuntos de elementos que foram afetados visualmente pelo fogo como destaque observado na Figura 5.

**Figura 5.** Representação esquemática e numeração dos conjuntos de treliças

**Fonte:** Autoria própria.

A análise da ponte teve como base a Figura 5 para identificação dos conjuntos de treliças.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi analisado com mais enfoque o tramo pênsil de 82,50 metros, que foi o trecho mais comprometido pelo incêndio, sendo averiguado tais danos durante a visita técnica com período de 2 horas no dia 27 de agosto de 2022. O dia estava ensolarado sem influência de ventos.

Devido ao fato de o incêndio ter sido contido em poucas horas, estima-se que apenas metade do tramo pênsil tenha se mantido intacto e a outra metade danificada.

Como pode ser visto na Figura 6.a, o trecho que manteve sua estrutura conservada conforme os elementos das Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3. Já na Figura 6.b, mostra-se o final do trecho atingido pelo fogo, segundo a vista da divisa do estado de São Paulo para a divisa do estado do Paraná.

**Figura 6.** Fotos da Ponte Pênsil, vista da divisa do estado de São Paulo para a divisa do estado do Paraná.: (a) Trecho que se manteve intacto; (b) Final do trecho incendiado.



Fonte: Autoria própria.

Conforme a metodologia adotada, os conjuntos de treliças C20 à C22 indo do estado de São Paulo ao estado do Paraná, em seu lado esquerdo obteve seus elementos metálicos em corrosão nas extremidades, mantendo o centro do elemento em conservação. Porém, no lado direito as peças metálicas se encontram totalmente deformadas e distorcidas. Nota-se também que foram perdidos os elementos de fixação e ligação, como pregos, arruelas, parafusos e chapas em ambos os lados.

Nas peças de madeira, os tabuleiros, os banzos, os montantes e os travamentos no C20 foram queimados, porém de aspecto visual das peças não apresentam carbonização. No conjunto C21 e C22 os tabuleiros, as tábuas guarda rodas e os guarda rodas se encontram totalmente carbonizados e perdidos, mantendo apenas as transversinas e longarinas ainda suspensas, porém com alta degradação, impossibilitando a sua reutilização.

**Figura 7.** Fotos da Ponte Pênsil: (a) Conjunto C20; (b) Conjunto C21 a C22.



Fonte: Autoria própria.

Continuando a inspeção visual, os conjuntos de treliças C22 a C37 tiveram os seus elementos metálicos e peças de madeira totalmente destruídos caindo ao rio, sendo as pranchas, longarinas, montantes, guarda rodas, tábuas guarda rodas, banzos, duas peças diagonais das extremidades, blocos, prismas, pregos, arruelas, chapas e parafusos (Figura 8a). No entanto, as transversinas C36, C34 e C33 se mantiveram apenas penduradas em uma das suas extremidades, apresentando fissuras e bastante carbonização (Figura 8b). Nota-se que a metade da transversina C36 caiu no rio. As demais transversinas C22 a C32, C35 e C37 estão carbonizadas atingindo a chapa metálica localizada na parte interna das transversinas, onde pode ter sido comprometido as mesmas por conta da transmissão de calor. Os cabos de aço se mantiveram intactos até o contato com as transversinas, pois observa-se que os mesmos apresentam distorção. Sendo assim, o seu comprimento não atingido pode ser reutilizado.

**Figura 8.** Fotos da Ponte Pênsil, vista do estado do Paraná: (a) transversinas e tirantes metálicos que permaneceram após o incêndio; (b) Vista dos conjuntos C37 a C33.



Fonte: Autoria própria.

Após a análise visual e a consulta ao Anexo C (normativo) da Norma DNIT 010/2004 - PRO e NBR 9452:2019, o resultado alcançado para a extensão isostática foi a nota 4, pois há danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural, necessita apenas de serviços de manutenções tornando-se em uma obra sem problemas dado que apresenta uma boa condição de estabilidade. No início do tramo pênsil de São Paulo ao Paraná, a nota avaliada é 3 visto que, há danos gerando alguma insuficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra, para a sua ação corretiva a recuperação da obra pode ser postergada, porém, neste caso, o problema deve ser colocado em observação sistemática, assim sua condição de estabilidade é aparentemente boa gerando uma obra potencialmente problemática.

No trecho pênsil que foi incendiado, com base nas análises, obtém-se a nota 1, onde há danos gerando insuficiência estrutural na ponte. O elemento em questão encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural, e a ação corretiva será a sua recuperação (geralmente com reforço estrutural) sendo feita sem tardar. Este trecho da Ponte Alves Lima, encontra-se em condições de estabilidades precárias, classificada como obra precária e crítica, sujeita a interdição total e recuperação do patrimônio. Como visto na visita, o trecho incendiado já está interditado.

## CONCLUSÕES

Com a análise visual da Ponte Pênsil Alves Lima, o artigo buscou compreender o nível de degradação da mesma, foi analisada a perda de materiais e uma parte da sua estrutura, a sua interdição e a estabilidade estrutural. O patrimônio histórico encontra-se com a parte afetada pelo incêndio interditada, devido aos danos causados. Portanto, é notável a condição crítica em seu tramo pênsil, necessitando de uma restauração. É importante ressaltar que a análise obtida por este artigo, não é a única aplicável, mas pôde-se observar e entender o grande impacto causado. As avaliações aqui apresentadas, também possuem o intuito de promover maiores informações sobre pontes de madeiras, pontes pênseis e análises visuais em pontes.

## REFERÊNCIAS

AMANCIO, Daniel de Traglia. **Descrição estrutural da Ponte Pênsil Alves Lima.** In: Anais 2011 do XI CONGRESSO DE EDUCAÇÃO DO NORTE PIONEIRO Jacarezinho. 2011. Anais. UENP – Universidade Estadual do Norte do Paraná – Centro de Ciências Humanas e da Educação e Centro de Letras Comunicação e Artes. Jacarezinho, 2011. ISSN – 18083579. P.252 – 263.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimentos.** 4º Edição. Rio de Janeiro, 2019.

CALIL JÚNIOR, Carlito *et al.* **Manual de Projeto e Construção de Pontes de Madeira.** São Carlos, SET – EESC USP, 2006.

CALIL JÚNIOR, Carlito; GÓES, Jorge Luís Nunes de. **PROGRAMA EMERGENCIAL DAS PONTES DE MADEIRA PARA O ESTADO DE SÃO PAULO.** Minerva, 2(1). Rio de Janeiro, p. 33 – 40, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. **NORMA DNIT 010/2004 – PRO: Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento.** 2004.

FIGUEROA, Manuel Jesús Manriquez; MORAES, Poliana Dias de. **Comportamento da madeira a temperaturas elevadas.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 4., p. 157-174, out./dez, 2009. ISSN 1678-8621.

FELIPPE FILHO, Waldir Neme. **Avaliação Dos Coeficientes De Impacto Utilizados No Cálculo De Pontes Rodoviárias Via Análise Dinâmica De Estruturas.** 2008. 47 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil – Estruturas) – Faculdade de Engenharia da UFJF, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2008.

HAACK, Mayane. **Aplicação De Técnicas De Inspeção Em Pontes De**

**Madeira Do Município De Cunha Porã – SC.** 2015. 103 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2015.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Relatório Técnico N° 68114:** Apoio Tecnológico para a Recuperação da Ponte Pênsil Alves de Lima. vol. 1. São Paulo, 2004.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. **Carta do Restauro.** Circular n° 117. Itália, 1972.

MARTHA, Luiz. **Análise de Estruturas - Conceitos e Métodos Básicos.** Editora LTC: Grupo GEN, 2017. E-book. ISBN 9788595153219. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595153219/>. Acesso em: 16 set. 2022.

MESQUITA, Alex. **Verificação da resistência de estruturas de aço ao fogo.** 2013. 124 f. Dissertação (Engenharia Civil – Ramo de estruturas – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2013.

ONU. **Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial, Cultural e Natural.** In: Conferência Geral Da Organização Das Nações Unidas Para A Educação, Ciência E Cultura. 17° sessão, 1972, Paris.

PINTO, Cássio Rodrigues; ALTOÉ, Larissa Machado. **PROJETO DE UMA PONTE PÊNSIL PARA ACESSO À ILHA DA UENF NO RIO PARAÍBA DO SUL.** 2012. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos Dos Goytacazes, 2012.

SOUSA, Lauren Karoline de; ACOSTA, Caio Cesar Veloso; CALIL JÚNIOR, Carlito. **Sistemas Construtivos para Pontes de Madeira com 8 Metros de Vão: Tabuleiro Protendido, Vigas Treliçadas e Sistema Misto.** In: Anais 2014 do Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, n.º 7, 2014, Rio de Janeiro. 10 f.