

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA

DOUGLAS SPONCHIADO BORSATTI

**SUBSÍDIOS PARA O DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS
DE PONTES DE MADEIRA DO MUNICÍPIO DE AMPÉRE- PR**

PATO BRANCO
2013

DOUGLAS SPONCHIADO BORSATTI

**SUBSÍDIOS PARA O DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS
DE PONTES DE MADEIRA DO MUNICÍPIO DE AMPÉRE- PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Civil.

Orientador: Prof. MSc. Cleovir José Milani

PATO BRANCO
2013



TERMO DE APROVAÇÃO

SUBSÍDIOS PARA O DIAGNÓSTICO DAS PATOLOGIAS DE PONTES DE MADEIRA DO MUNICÍPIO DE AMPÉRE- PR

DOUGLAS SPONCHIADO BORSATTI

Aos 14 dias do mês de março do ano de 2013, às 13:00 horas, na Sala de Treinamento da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, este trabalho de conclusão de curso foi julgado e, após argüição pelos membros da Comissão Examinadora abaixo identificados, foi aprovado como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Civil da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR-PB, conforme Ata de Defesa Pública nº 08-TCC/2013.

Orientador: Prof. Msc. CLEOVIR JOSÉ MILANI (COECI / UTFPR-PB)

Membro 1 da Banca: Prof. Msc. JOSÉ MIGUEL ETCHALUS (COECI / UTFPR-PB)

Membro 2 da Banca: Prof. Esp. SÉRGIO TARCÍSIO RAMBO (COECI / UTFPR-PB)

Dedico este trabalho aos meus pais, porquanto devo a eles todo incentivo para a continuidade nos estudos, e até mesmo por eles estarem sempre por perto, motivando-me para que eu faça o melhor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, arquiteto do Universo que fez os céus a terra e tudo que neles há. A quem sou grato, pela minha existência.

Aos professores do Curso de Engenharia Civil por lecionarem com dedicação e responsabilidade, nos instruindo para o melhor caminho.

Ao meu orientador Mestre Cleovir José Milani, além de sua genialidade e bondade, dispensou a mim além de um tratamento de aluno, tratou-me como um filho e isso foi muito bom.

Em especial ao Prefeito de Ampére Hélio Manoel Alves e a Câmara de vereadores desse município, pelo apoio e incentivo a pesquisa, sendo que demonstraram interesse nos resultados apurados.

A minha amada família, a começar pelo meu pai Eracildes, exemplo de homem, a minha querida e dedicada mãe Leda, e meus queridos irmãos Gustavo e Caroline, fazer parte dessa família já é um imensurável privilégio.

Aos colegas de classe, pelas boas risadas, sentirei saudade. Algumas amizades permanecerão para sempre e outras certamente irão se perder pelo caminho, valeu muito conviver com vocês, ao longo desses anos.

A finalidade da educação não se limita à comunicação do saber formal, científico, técnico, artístico, etc. Esta comunicação é indispensável, está claro, porém o que se intenta por meio dela é a mudança da condição humana do indivíduo que adquire o saber. [...] A não ser assim, seria apenas [...], mero ornamento da inteligência.

(PINTO, 2005).

RESUMO

BORSATTI, Douglas Sponchiado. Subsídios para o diagnóstico das patologias de pontes de madeira do município de Ampére- PR. 2013. 91 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

O objetivo do presente estudo consiste em identificar os danos mais recorrentes, das pontes do município de Ampére com o propósito de assegurar o correto funcionamento da infraestrutura de transporte e a preservação do patrimônio público e segurança para o usuário. Para tanto, primeiramente foram identificados às pontes de madeira do município; posteriormente foi identificado as principais patologias das pontes. Além disso, foram identificados as máquinas e equipamentos agrícolas que se utilizam das pontes de madeira desse município. Os dados coletados foram obtidos fundamentalmente por observação pessoal não participante, com estilo de relato descritivo, e fundamentado com ilustrações fotográficas. O resultado da pesquisa revelou que as pontes de madeira desse município em sua grande maioria encontra-se em péssimas condições de uso. Observou-se que o problema mais agravante se deve ao fato que essas pontes não estão atendendo as necessidades dos produtores rurais que necessitam das mesmas para o transporte de máquinas, tais como, tratores, colheitadeiras ou até mesmo caminhão de maior tamanho. Isso porque o tamanho das pontes fica aquém do tamanho das máquinas agrícolas. Diante dos fatos observados, foi proposto para sanar a problemática, um modelo de projeto baseado nas demandas das circunstâncias de utilização das pontes de madeira, ou seja, aumentar o tamanho das mesmas utilizando-se da madeira de eucalipto.

Palavras-chave: Pontes; Diagnóstico; Patologia.

ABSTRACT

BORSATTI, Douglas Sponchiado Subsidies for the diagnosis of diseases of timber bridges in the municipality of Ampere - PR. 2013. 91 f. Monografia (Engenharia Civil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2013.

The aim of this study is to identify the most recurrent damage, the bridges of the city of Ampere for the purpose of ensuring the correct functioning of the transport infrastructure and the preservation of public property and safety for the user. To do so, first identified the wooden bridges of the municipality; later was identified major pathologies of the bridges. Furthermore, we identified the agricultural equipment and machinery that use of wooden bridges that municipality. Data were obtained primarily for personal non-participant observation, descriptive style of reporting, and reasoned with photographic illustrations. The survey results revealed that the wooden bridges that municipality mostly are in terrible condition. It was observed that the problem more aggravating is due to the fact that these bridges are not meeting the needs of agricultural producers in need of the same for transportation machinery such as tractors, harvesters or even larger truck. This is because the size of the bridges falls short of the size of farm machinery. Given the observed facts, it was proposed to remedy the problem, a design model based on the demands of the circumstances of use of wooden bridges, or increase their size using eucalyptus wood.

Keywords: Bridges; Diagnosis; Pathology.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1	- Propriedades da madeira.....	17
QUADRO 2	- Características da madeira em qualidade e utilização.....	19
QUADRO 3	- Esquema geral das pontes.....	22
QUADRO 4	- Agentes bióticos e abióticos.....	25
QUADRO 5	- Fungos que atuam na madeira.....	25
QUADRO 6	- Defeitos da madeira.....	27
QUADRO 7	- Instruções para atribuição de notas de avaliação (Brasil).....	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Pontes em viga de madeira roliça (Ponte Estrada Floresta).....	20
FIGURA 2	- Ponte em placa mista madeira–concreto (Ponte Caminho do Mar).....	21
FIGURA 3	- Seção transversal da ponte em vigas roliças.....	23
FIGURA 4	- Vista superior da ponte.....	23
FIGURA 5	- Vista lateral da ponte em vigas roliças.....	23
FIGURA 6	- Mapa de localização das pontes e identificação do tipo de material da superestrutura.....	36
FIGURA 7	- Administração das pontes.....	37
FIGURA 8	- Extensão das pontes do município de Ampére – PR.....	38
FIGURA 9	- Distância entre os apoios das pontes do município de Ampére - PR	38
FIGURA 10	- Condições das pontes do município de Ampére.....	39
FIGURA 11	- Necessidade de inspeção especializada.....	39
FIGURA 12	- Defeitos na peça de madeira do tabuleiro.....	40
FIGURA 13	- Danos causados por sobrecarga ou impactos dos veículos.....	40
FIGURA 14	- Ponte P1.....	41
FIGURA 15	- Ponte P2.....	41
FIGURA 16	- Ponte P3.....	42
FIGURA 17	- Ponte P4.....	42
FIGURA 18	- Ponte P5.....	43
FIGURA 19	- Ponte P6.....	43
FIGURA 20	- Ponte P7.....	44
FIGURA 21	- Ponte P8.....	44
FIGURA 22	- Ponte P9.....	45
FIGURA 23	- Ponte P10.....	45
FIGURA 24	- Ponte P11.....	46
FIGURA 25	- Ponte P12.....	46
FIGURA 26	- Ponte P13.....	47
FIGURA 27	- Ponte P14.....	47
FIGURA 28	- Ponte P15.....	48

FIGURA 29	- Ponte P16.....	48
FIGURA 30	- Ponte P17.....	49
FIGURA 31	- Ponte P18.....	49
FIGURA 32	- Ponte P19.....	50
FIGURA 33	- Ponte P20.....	50
FIGURA 34	- Ponte P21.....	51
FIGURA 35	- Ponte P22.....	51
FIGURA 36	- Modelo (1) caminhões sobre ponte de madeira.....	52
FIGURA 37	- Modelo (1) de máquina ultrapassando o rodeio.....	53
FIGURA 38	- Modelo (2) de máquinas ultrapassando o rodeio.....	54
FIGURA 39	- Máquina atravessando a ponte.....	55
FIGURA 40 a	- Proposta de ponte de madeira.....	55
FIGURA 40 b	- Proposta de ponte de madeira (em 3 d).....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	13
1.2	PROBLEMA.....	13
1.3	OBJETIVOS.....	14
1.3.1	Objetivo geral.....	14
1.3.2	Objetivos específicos.....	14
1.4	JUSTIFICATIVA.....	14
2	REVISÃO TEÓRICA.....	16
2.1	MADEIRA – CONTEXTUALIZAÇÕES GERAIS.....	16
2.1.1	Propriedade e estrutura da madeira.....	17
2.1.1.1	Propriedades.....	17
2.1.1.2	Estrutura.....	19
2.2	PONTES DE MADEIRA.....	19
2.3	AÇÕES USUAIS EM PONTES DE MADEIRA.....	21
2.3.1	Esquema geral da ponte.....	22
2.4	PATOLOGIAS EM CONSTRUÇÕES.....	24
2.5	PATOLOGIAS EM PONTES DE MADEIRA.....	25
2.5.1	Principais Patologias em madeira.....	25
2.5.2	Ataque da madeira por bactérias e fungos.....	25
2.5.3	Infestação de insetos na madeira.....	26
2.5.4	Abrasão mecânica na ponte de madeira.....	26
2.5.5	Danos devidos ao fogo em pontes de madeira.....	27
2.5.6	Defeitos das madeiras.....	27
2.6	MADEIRA DE EUCALIPTO.....	29
2.6.1	Tratamento do Eucalipto e durabilidade.....	30
2.7	PROCEDIMENTO PARA INSPEÇÕES DE PONTE.....	31
2.7.1	Instruções para atribuição de notas de avaliação – Brasil.....	32
3	PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....	34
3.1	MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS.....	34

3.1.1	Coleta de dados.....	35
3.1.2	Etapas da pesquisa.....	35
4	RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE.....	37
4.1	CARACTERÍSTICAS DAS PONTES AVALIADAS.....	37
4.1.1	Patologias nas pontes de madeira.....	41
4.2	SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....	52
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
6	REFERÊNCIAS.....	59
	APÊNDICES.....	62

1 INTRODUÇÃO

Em conformidade com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2004), no Brasil a vistoria técnica em pontes é um procedimento que vem acontecendo de tempos em tempos permitindo a recuperação preventiva em estruturas onde foi verificado algum tipo de risco aos usuários. Mas, devido às dificuldades econômicas, do país as estruturas extrapolam a expectativa de vida útil, não recebendo as necessárias e imprescindíveis medidas de manutenção (ALVIM; ALVIM, 2008).

A garantia de maior vida útil e de adequado desempenho estrutural e funcional das pontes será conquistada somente por meio de uma apropriada manutenção, que deverá fazer parte de um processo mais amplo de gestão, identificando, através de vistorias periódicas, os danos existentes, diagnosticando-as e apontando as atuações de recuperação (VITÓRIO, 2005).

Rossigali (2006) evidenciou em suas pesquisas que existem veículos com “várias configurações” trafegando nas estradas, por isso é imprescindível adequar as pontes da malha rodoviária, que em vários locais ainda não são compatíveis com o tráfego desses novos veículos, sem prejuízo ao nível de segurança dos demais usuários das vias. Realidade esta que será apontado na presente pesquisa.

1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Foi realizado um estudo para levantar as pontes de madeira do município de Ampére, neste contexto, verificando as patologias existentes nas mesmas.

1.2 PROBLEMA

Segundo Calil Junior e Dias (1997) a madeira é um excelente material para a construção de pontes em estradas vicinais no meio rural, para pequenos e médios vãos, não só pela frequente disponibilidade, mas, inclusive, pelo seu potencial de resistência e durabilidade, o que a torna a ideia economicamente atraente.

Grande parte das pontes de madeira no interior do Brasil, inclusive no município de Ampere, ora objeto de estudo encontram-se em estado de degradação, implicando na segurança das pessoas que por elas transitam, desta forma, o estado atual de deterioração destas pontes refletem uma ideia negativa no uso da madeira como um material estrutural.

Considerando a importância que o tema enseja, o presente estudo busca saber: **que elementos podem ser eficazes para o diagnóstico das patologias em pontes de madeira no município de Ampere, localizado na região Sudoeste do Paraná?**

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Identificar os danos mais recorrentes, das pontes do município de Ampere com o propósito de assegurar o correto funcionamento da infraestrutura de transporte e a preservação do patrimônio público e segurança para o usuário.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar as pontes de madeira do município;
- Identificar as principais patologias das pontes de madeira;
- Identificar máquina e equipamentos agrícolas que se utilizam das pontes de madeira;
- Propor um modelo de projeto baseado nas demandas das circunstâncias de utilização das pontes de madeira.

1.4 JUSTIFICATIVA

As pontes são de suma importância para o desenvolvimento do país, do ponto de vista econômico e social, as estradas vicinais devem assegurar a entrada de insumos nas propriedades agrícolas, o escoamento da produção e o livre deslocamento das populações do meio rural. O alto custo de construção, reparo e recuperação. Assim, justifica-se o

investimento em ações preventivas, tanto no que se refere ao conhecimento mais apurado das manifestações patológicas, como no que consiste em técnicas de manutenção preventiva durante a utilização.

As pontes são imprescindíveis para o desenvolvimento dos municípios, do ponto de vista econômico e social ajudando no escoamento de produtos e insumos das propriedades agrícolas e ainda no livre deslocamento da população (MILANI, 2010).

Ainda em conformidade com o autor supracitado, a União, Estados e Municípios brasileiros, em sua absoluta maioria, não adotam procedimentos sistemáticos para inspeções e manutenção das pontes que compõem as suas malhas viárias. Por conta disso, essas obras estão passando por um processo de deterioração cuja evolução ao longo do tempo poderá acarretar a ruína estrutural de significativa parte delas.

Portanto, este estudo sobre os danos mais recorrentes estruturais e patológicos das pontes levantadas no município de Ampére pode trazer subsídios aos gestores municipais para que elaborem um programa de conservação e manutenção para as pontes, além de alertar a população sobre a necessidade de manter este bem público em condições de segurança.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 MADEIRA – CONTEXTUALIZAÇÕES GERAIS

Calil Junior et al. (2006), descrevendo sobre a madeira, comenta acerca de sua idade, que é condizente com a história da humanidade, sempre presente em sua evolução e caracterizando-se como material de construção abundante e com excelente versatilidade, responsável por grandes conquistas da civilização.

Definindo a madeira, Hugon (2004, p.67) a aponta como “um tecido, no sentido biológico do termo, isto é, ele é formado de células, mortas, ou mais exatamente do que resta de células mortas que a constitui”. Pode ser definida ainda, como “o conjunto destas células mortas que forma o sustentáculo da árvore e, por causa de sua origem, se apresenta como material orientado, heterogêneo, anisotrópico e descontínuo”.

Para Corrêa, Vital e Martins (1998, p.556) “tratando-se de material biológico, por formado por inúmeras células, a madeira tem na água o seu componente essencial para as atividades fisiológicas se em árvore viva”.

Sobre a madeira assim se referiu Hugon (2004, p.70), quanto às propriedades: “a madeira é um material orientado. Compõe-se de fibras lenhosas, grosseiramente paralelas, resistentes, ligadas entre si por uma matéria de ligação de menor resistência e mais ou menos plástica”.

Para Calil Junior et al. (2006) a madeira apresenta resistência, baixo peso e igual consumo energético à sua produção, considerados como propriedades essenciais, assim como pela capacidade de sustentação de sobrecargas de curta duração sem danos.

De acordo com Zanettini (2002, p.438) a utilização da madeira como sistema construtivo e como estrutura, revela experiências desta utilização como artefato “estrutural na década de 1970, em vigas e pilares de madeira de pinho ou de eucalipto de reflorestamento, constituídos de pequenos sarrafos de madeira, que recebem cola e são prensados a vapor, resultando em peças estruturais”.

2.1.1 Propriedade e Estrutura da Madeira

A seguir apresentam-se as propriedades; estruturas das madeiras.

2.1.1.1 Propriedades

De acordo com Fusco, Calil Junior e Almeida (Normas de Projeto de Estruturas de Madeira, 1996), a madeira possui quatro propriedades:

- Densidade,
- Resistência,
- Módulo de elasticidade;
- Umidade.

O Quadro 1, descreve cada particularidade das propriedades da madeira:

Quadro 1 - Propriedades da madeira

Propriedades da madeira	
1 Densidade	Tem como objetivo a determinação do peso original do madeiramento da estrutura, permitindo adoção do valor da densidade aparente.
2 Resistência	Na determinação de tais valores de resistência convencionam-se a máxima tensão a ser aplicada a corpos-de-prova normalizados e isentos de defeitos até o aparecimento de fenômenos particulares de comportamento além dos quais há restrição de emprego do material em elementos estruturais.
3 Módulo de elasticidade e umidade	O módulo de elasticidade da madeira, variam de acordo com a natureza e proveniência, umidade, tipo de solicitações e duração da aplicação das cargas. Assim, os módulos de elasticidade correspondentes à deformação instantânea, no instante inicial no qual a carga é aplicada, podem ser tomadas em médias iguais para as diferentes qualidades de madeira, referente à flexão, tração e compressão.
4 Umidade	No que diz respeito à umidade da madeira, após o corte da árvore, vai sendo evaporada de forma lenta, chegando ao equilíbrio com a umidade relativa do ar. Em sua ação, a umidade da madeira afeta, acentuadamente, as suas propriedades físicas-mecânicas e a sua adequação a diversos processamentos.

Fonte: adaptado de Calil Juniores et al., (2006)

Em se tratando de umidade, é importante tecer algumas informações: “são identificadas algumas interferências da umidade da madeira: tratamento com fluídos, curvamento, resistência ao ataque de fungos, colagem, fabricação de compensados e

aglomerados, produção de carvão vegetal, processamento mecânico” (CORRÊA; VITAL; MARTINS, 1998, p.556).

Por isso, Corrêa, Vital e Martins (1998, p.556) recomendam cuidados na secagem da madeira:

Quando a madeira sofre variações no seu teor de umidade abaixo da umidade de saturação das fibras [...] em torno de 30%, as suas dimensões alteram e, como resultado, ela pode empenar, rachar ou romper ligações coladas ou pregadas. Por isto, quando se seca madeira é importante fazê-lo até uma umidade compatível com o teor de equilíbrio higroscópico, que é o teor de umidade de um material higroscópico depois de exposto a um ambiente e, condições de temperatura e umidade relativa do ar (atividade de água), e em menor escala do histórico do produto e da maneira pela qual o equilíbrio foi obtido.

De acordo com Hugon (2004, p. 70) aseriedade em considerar a umidade da madeira tem “vinculação com a influência que ela exerce nas propriedades físicas e mecânicas, pois o fenômeno da redução ou do aumento de volume da madeira está ligado de modo direto com as variáveis da taxa de umidade”.

Com relação às propriedades físicas da madeira, segundo Hugon (2004, p. 70) sua composição é fundamentalmente de celulose e de lignina, com possibilidade de serem acrescidos constituintes como a hemicelulose, os taninos, as resinas e os cristais. Uma comparação entre a madeira e um feixe de fios de ferro ligados entre si por uma matéria elástico-plástica aparece como uma analogia e permite enumera qualitativamente as propriedades mecânicas e anisotrópicas da madeira:

- Boa resistência à tração no sentido das fibras;
- Resistência conveniente à compressão no sentido das fibras;
- Fraca resistência à compressão de flanco manifestando-se por amontoamentos sucessivos; são observados efeitos de cintamento no caso de compressão localizada;
- Impossibilidade de evidenciar uma resistência ao cisalhamento perpendicular nas fibras;
- Resistência quase inteiramente nula à tração perpendicular às fibras;
- Resistência à flexão intermediária entre e da tração axial e a da compressão axial (p.70).

2.1.1.2 Estrutura

Segundo Hugon, Poree e Soares (1979), as características da madeira de estrutura dependem da qualidade empregada.

No quadro 2 são descritas a qualidade e a utilização de madeiras:

Quadro 2 – Características da madeira em qualidade e utilização

Qualidade	Utilização
1. Madeira nativa	
a) Resinosa pinácea, pinheiro, pinho lariço	Estruturas comuns Estruturas expostas a intempéries
b) De ramos Carvalho, olmo, castanheira etc	Estruturas de qualidade, mas caras
2. Madeira exótica	
pinheiro de Oregon	Estruturas maiores
a) abeto vermelho	Estruturas leves e resistentes
b) Pinho resinoso e acácia	Estruturas expostas às intempéries ou aos agentes químicos agressivos
c) Pau-ferro (mais duro para estruturas)	Estruturas que devem ser armadas dentro da água

Fonte: Hugon, Poree; Soares (1979, p.43).

Até então foi apresentado as principais características das madeiras, a seguir será abordado questões referentes a pontes de madeira.

2.2 PONTES DE MADEIRA

De acordo com estudos realizados por Calil Junior e Dias (1997) a madeira é mais antiga que a história da humanidade.

A idade da pedra, do ferro e do bronze é parte do progresso da humanidade, mas a madeira, fonte renovável, tem permanecido em moda e, como material de construção, é abundante, versátil e facilmente obtida; sem ela, a civilização teria sido impossível (CALIL JUNIOR; DIAS, 1997, p. 7).

De acordo com os autores supracitados, praticamente a metade da área do Brasil é floresta e, se tecnologicamente manejada e protegida de desastres naturais causados por fogo, insetos e doenças, as florestas durarão para sempre; na medida em que as árvores mais antigas são retiradas, elas são, também, substituídas por árvores novas para reabastecer a oferta de madeira para as futuras gerações. O ciclo de regeneração, ou campo de sustentação, pode ser igual ou superar o volume que está sendo utilizado.

Fundamentando-se em Calil Junior e Dias (1997, p. 2) “a alta resistência da madeira em relação ao seu baixo peso e o baixo consumo energético necessário para sua produção, são propriedades essenciais de materiais estruturais, principalmente para utilização em construções rurais”.

Opostamente ao que pensa grande parte da população, grandes peças de madeira têm boa resistência ao fogo, muito melhor que outros materiais em condições severas de exposição.

Segundo estudos realizados Calil Junior e Góes (2004, p. 2) a superestrutura das pontes de madeira pode ser projetada nos mais variados sistemas estruturais, dentre os quais se destacam “pontes em viga, pontes em placa, pontes em pórtico, pontes em arco, pontes pênséis e pontes estaiadas. No Brasil, os sistemas de pontes que apresentam maior emprego são as pontes em viga” (Figura 1) e as pontes em placa (Figura 2).

Em conformidade com Calil Junior e Góes (2004) as pontes em viga são essencialmente formadas “por pranchas de madeira serrada posicionadas transversalmente e apoiadas sobre vigas, também chamadas de longarinas. Os elementos estruturais principais (longarinas) podem ser formados por: vigas roliças de madeira, vigas de Madeira Laminada Colada, vigas compostas de madeira serrada, vigas treliçadas de madeira, vigas armadas de madeira, etc” (p. 2).

A figura 1 ilustra um modelo de ponte em viga de madeira roliça:

Figura 1 – Pontes em viga de madeira roliça (Ponte Estrada Floresta)



Fonte: Calil Junior; Góes (2004, p. 2).

Calil Junior e Góes (2004, p. 2) descrevem que nas pontes em placa, os sistemas utilizados podem ser: “tabuleiro misto madeira-concreto, tabuleiro protendido simples, tabuleiro protendido de seção T e tabuleiro multicelular protendido”. A figura 2 ilustra um modelo de ponte em placa mista madeira – concreto:

Figura 2 – Ponte em placa mista madeira–concreto (Ponte Caminho do Mar)



Fonte: Calil Junior; Góes (2004, p. 2).

2.3 AÇÕES USUAIS EM PONTES DE MADEIRA

Em uma ponte de madeira, podem incidir algumas ações, dentre as quais:

As ações permanentes, que ocorrem durante toda a vida útil da construção; as ações acidentais, cuja ocorrência é significativa na vida útil da construção, e, as ações excepcionais, quando a probabilidade de ocorrência é muito baixa e de curta duração (CALIL JUNIOR et al., 2006, p.15).

Quanto às ações usuais em pontes de madeira, segundo Calil Junior et al. (2006, p. 15) as cargas permanentes, “cuja constituição é o peso próprio dos elementos estruturais: madeira na classe de umidade 1 (12%), e elementos metálicos das conexões: 3% do peso próprio da madeira, com possibilidade de variação de no máximo 10% entre o peso próprio real e o estimado inicialmente”.

2.3.1 Esquema geral da ponte

De acordo com Calil Junior et al. (2006) nas pontes em vigas simples de peças roliças podem ser observados os seguintes elementos estruturais: Longarinas; Tabuleiro; Rodeiro; Guarda-rodas, como ilustra o quadro 3:

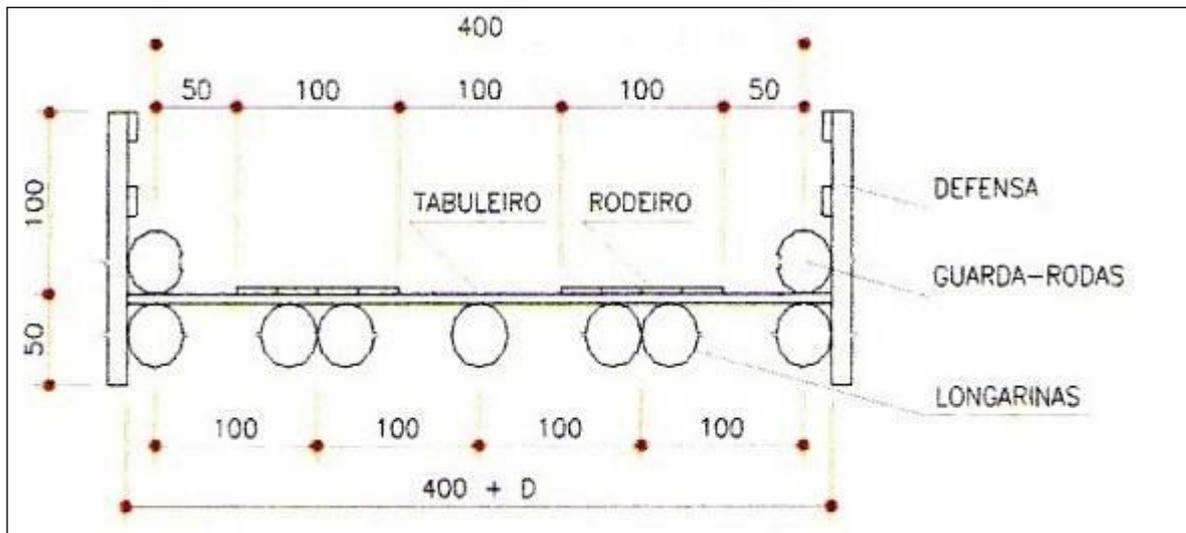
Quadro 3 – Esquema geral das pontes

As longarinas	As longarinas são formadas por peças roliças de madeira dispostas no sentido longitudinal, alternando e a disposição topo-base, tendo em vista a conicidade das peças. As longarinas são responsáveis por suportar o peso próprio da estrutura e também as cargas acidentais e seus efeitos dinâmicos. São ligadas por barras roscadas de 25,4 mm de diâmetro.
O tabuleiro	O tabuleiro é constituído por peças de madeira serrada, dispostas no sentido transversal, e ligadas nas longarinas por parafusos auto-atarraxantes de 10 mm de diâmetro. O veículo tipo deve atuar sobre o rodeiro; entretanto, o tabuleiro deve suportar a carga acidental do veículo tipo, no caso excepcional do mesmo sair do rodeiro.
O rodeiro	O rodeiro é formado por peças de madeira serrada, dispostas no sentido longitudinal, e ligadas ao tabuleiro por parafusos auto-atarraxantes de 10 mm de diâmetro. O rodeiro tem a função de indicar a localização correta onde o veículo deve passar e melhorar a distribuição das cargas acidentais para o tabuleiro e as longarinas. No rodeiro devem ser utilizadas madeiras duras que resistam à abrasão dos pneus dos veículos.
O guarda-rodas	O guarda-rodas e a defesa constituem itens de segurança ao tráfego da ponte. Devem ser dimensionados de maneira a evitar que o veículo possa sair da ponte. O guarda-rodas é formado por uma viga roliça de mesmo diâmetro das longarinas, sendo utilizadas peças de madeira serrada para a defesa. O guarda-rodas e o pilarete da defesa devem ser ligados à longarina de borda com barras roscadas de 25,4 mm de diâmetro.

Fonte: adaptado de Calil Junior et al (2006, p. 79)

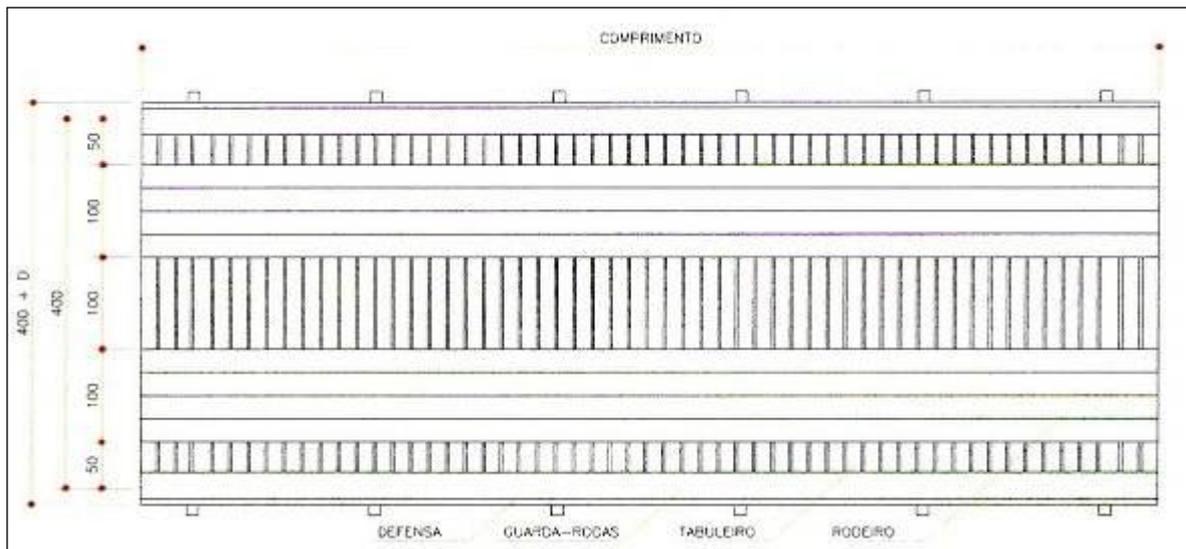
As figuras 3, 4 e 5 demonstram o desenho básico das pontes em vigas simples de peças roliças, indicando a localização dos elementos constituintes, além dos espaçamentos entre longarinas, disposição do tabuleiro, defesa e rodeiro. As pontes em vigas simples de peças roliças são construídas em zonas rurais com baixo volume de tráfego; conseqüentemente, possuem somente uma faixa de tráfego.

Figura 3– Seção transversal da ponte em vigas roliças



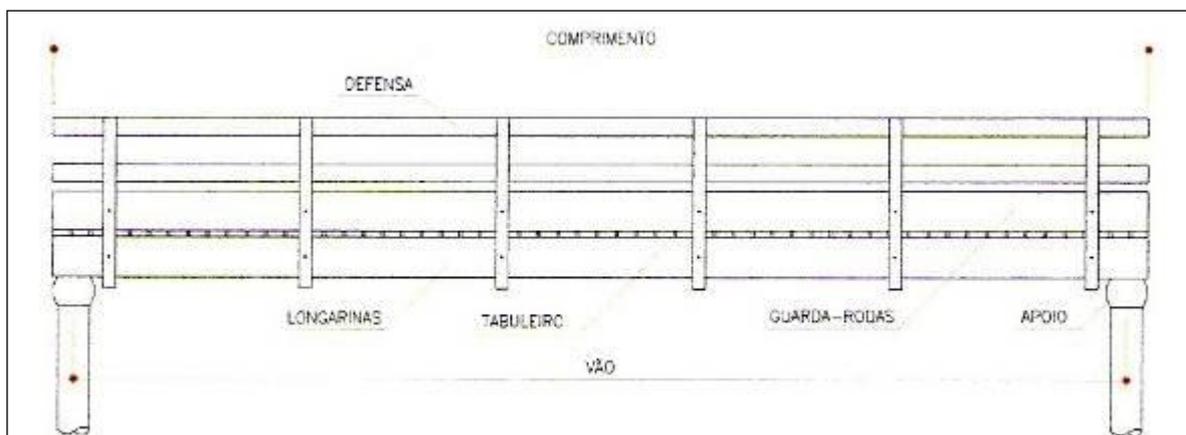
Fonte: Calil Junior et al. (2006, p. 80)

Figura 4– Vista superior da ponte



Fonte: Calil Junior (2006, p. 80)

Figura 5– Vista lateral da ponte em vigas roliças



Fonte: Calil Junior (2006, p. 80)

2.4 PATOLOGIAS EM CONSTRUÇÕES

A patologia na construção pode ser apreendida, como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, formas de manifestação, origens e causas das doenças ou defeitos que ocorrem nas edificações (CARMO, 2000 apud ANTONIAZZI, 2012).

Diante a uma manifestação patológica, necessita-se analisar o problema em questão, visto que este processo, muitas vezes, abrange um conjunto complexo de procedimentos, no qual ocorrem variações para cada caso.

Lichtenstein (1985 apud ANTONIAZZI, 2012, p. 4) propôs uma estrutura para a análise de problemas patológicos que consiste em uma sequência de três etapas.

- 1. Primeira etapa:** consiste no levantamento de subsídios, fazendo parte desta, a vistoria do local, a anamnese, ensaios complementares e pesquisa.
- 2. Segunda etapa,** que é a elaboração do diagnóstico, precedido de um prognóstico que indicará a viabilidade de se fazer intervenções.
- 3. Terceira Etapa:** será o estudo das alternativas de intervenção, para posterior decisão da conduta a ser seguida.

É fundamental que os casos, depois de analisados e solucionados, sejam escritos ou registrados para que, em tempo futuro, possa-se tomar medidas preventivas para tais falhas e assim, não se torne necessário ter gastos e incômodos com terapias corretivas.

2.5 PATOLOGIAS EM PONTES DE MADEIRA

2.5.1 Principais Patologias em madeira

A deterioração da madeira é um processo que altera negativamente as suas propriedades, podendo ser atribuída a duas causas principais: agentes bióticos e agentes abióticos, conforme aponta o Quadro 4:

Quadro 4 – Agentes bióticos e abióticos

Agentes bióticos e abióticos	
Agentes bióticos (vivos)	Os agentes bióticos (vivos) são principalmente os fungos, insetos e furadores marinhos. Estes organismos necessitam de algumas condições para sua sobrevivência, entre elas: temperatura, oxigênio, umidade e fonte adequada de alimento, geralmente a madeira. Embora o grau de dependência destes parâmetros seja variável, cada um precisa estar presente para ocorrer a deterioração.
Agentes abióticos (não vivos)	Os agentes abióticos (não vivos) incluem os condicionantes físicos, mecânicos, químicos e limáticos. Embora destrutivos, os agentes abióticos podem também danificar o tratamento preservativo, expondo a madeira não tratada ao ataque de agentes bióticos.

Fonte: Calil Junior (2006 apud Milani, 2010, p. 77).

2.5.2 Ataque da madeira por bactérias e fungos

Segundo Bauer (1994), os micro-organismos são causadores do apodrecimento e arididura da madeira. Vivem a expensas de outros organismos vivos na condição de parasitas, porque estão privados da função clorofiliana para absorção do carbono.

Conforme Gonzaga (2006) as bactérias como agentes auxiliares dos fungos com capacidade enzimática de decompor celulose e hemicelulose; rompendo as pontuações (válvulas de passagem da seiva entre tecidos), facilitam a penetração das hifas dos fungos apodrecedores.

Os fungos são seres vivos que consomem matéria orgânica (morta – fungos saprofiticos, ou viva – fungos parasitários). Em movimentos como os do vento, contato com um animal ou um pequeno impacto, os esporos são liberados do corpo de frutificação e podem ser depositados na superfície de uma peça de madeira (FRIED; HALDEMOS, 2001).

No Quadro 5 estão descritos os principais fungos que agredem a madeira:

Quadro 5– Fungos que atuam na madeira

Fungos que atuam na madeira	
Fungos manchadores	Suas hifas são pigmentadas. Apesar de não comprometerem a estrutura, diminuem o valor da madeira por mancharem sua superfície. Sob esse aspecto, o fungo mais comum no Brasil é o que produz a chamada “mancha azul”.
Podridão-mole	Em geral é provocada por ascomicetos, capazes de degradar celulose e hemicelulose. Sua ação é relativamente lenta e mais superficial. A peça atacada apresenta superfície amolecida, com trincas transversais.
Podridão-parda	Os principais agentes, os basideomicetos, atacam a celulose, deixando intacta a lignina. A madeira adquire aspecto de queimado, com rachaduras longitudinais, e suas características mecânicas entram em colapso.
Podridão-branca	No início apresentam um aspecto “piolhado” por bolsas brancas na superfície da madeira. Os principais agentes são os basideomicetos que também degradam a lignina. Pouco a pouco, as pequenas manchas brancas vão se juntando.

Fonte: adaptado de Gonzaga (2006 apud MILANI 2010)

2.5.3 Infestação de insetos na madeira

A madeira, por ser um material orgânico, está sujeita a ataques por insetos xilófagos que se alimentam de tecido lenhoso e são grandes destruidores de madeira. Suas larvas, durante o desenvolvimento do seu ciclo biológico, alimentam-se da madeira e minam extensas galerias nos tecidos lenhosos. Essas galerias, quando não reduzem perigosamente as seções resistentes das peças em serviço, facilitam a entrada da umidade indispensável ao desenvolvimento de fungos (BAUER, 1994).

Várias espécies de insetos, como cupins e larvas, usam a madeira como abrigo e fonte de alimentação. Neste caso, a alta umidade não é essencial e o risco de infestação é grande. Alguns tipos de ataques de insetos indicam a necessidade do conhecimento de sua extensão, ao passo que outros podem ser menos prejudiciais. Entretanto, a correta identificação é essencial (CALIL JUNIOR, et al., 2006).

2.5.4 Abrasão mecânica na ponte de madeira

Baseando-se em Calil Junior, Lahr e Dias (2003), a abrasão mecânica é causada por vários fatores e altera consideravelmente nos seus efeitos na estrutura. O mais comum é a abrasão do veículo, que produz gastos na superfície de rolamento, reduzindo a seção efetiva de madeira. Exemplos deste dano ocorrem no tabuleiro, onde a abrasão produz degradação da superfície de revestimento e do guarda-rodas. Danos mecânicos mais severos podem ser causados por sobrecargas de veículos, recalques diferenciais e impactos de entulhos no canal de fluxo.

Segundo a NBR 7190 (1997) da ABNT “Projeto de estruturas de Madeira”, nas pontes rodoviárias ou para pedestres sem revestimento protetor deve-se admitir uma camada de desgaste com, pelo menos, 2 cm de espessura.

Moliterno (1989), destaca para proteger o soalho dos pontilhões contra desgaste, alguns construtores utilizam tábuas pregadas no sentido longitudinal, facilmente substituíveis, designadas como “guias das rodas”.

2.5.5 Danos devidos ao fogo em pontes de madeira

Pfeil e Pfeil (2003) garantem que, as pontes quando adequadamente projetadas e construídas, apresentam ótimo desempenho sob ação do fogo. As peças robustas de madeira possuem adequada resistência ao fogo, porque se oxidam lentamente em razão da baixa condutividade de calor, guardando um núcleo de material íntegro (com propriedades mecânicas inalteradas) por longo período de tempo.

A madeira não se classifica como um bom condutor de calor, já que a temperatura interna cresce mais lentamente, não provocando maior comprometimento da região central das peças, que, neste sentido, podem se manter em serviço nas condições em que o aço, por exemplo, já teria entrado em colapso (escoamento), mesmo não sendo inflamável (PFEIL; PFEIL, 2003).

2.5.6 Defeitos das madeiras

São consideradas como defeitos nas madeiras todas as anomalias em sua integridade e constituição que alteram seu desempenho e suas propriedades físico-mecânicas (KLOSS, 1991).

No Quadro 6 descrevem-se os principais defeitos da madeira.

Quadro6 - Defeitos da madeira

Defeitos da madeira	
Defeitos de produção	Compreendem as fraturas, rachaduras, fendas e machucaduras ocorridos no abate e derrubada das árvores, e os cantos esmoados, camadas de cortiça e fibras cortadas, introduzidos pelo desdobro e serragem das peças. O ataque de predadores, fungos e insetos causa, muitas vezes, reduções consideráveis na seção resistente de peças estruturais. Tem ainda um efeito de reforço e agravamento dos demais defeitos preexistentes.

CONTINUAÇÃO

Defeitos de crescimento	Nós	São originários dos galhos existentes nos troncos da árvore. Existem dois tipos de nós, os soltos e os firmes. Ambos reduzem a resistência da madeira pelo fato de interromperem a continuidade e direção das fibras. Podem também causar efeitos localizados de tensão concentrada. A influência de um nó depende do seu tamanho, localização, forma, firmeza e do tipo de tensão considerada. No geral, os nós têm maior influência na tração do que na compressão.
	Desvio de veios, fibras torcidas	São devidos a um crescimento acelerado de fibras periféricas, enquanto permanecem estacionário o crescimento interno. As fibras torcidas resultam de uma orientação anormal das células lenhosas que, em vez de se disporem paralelas à medula, se distribuem segundo uma espiral em torno dela. Acontece normalmente no lenho próximo das raízes.
	Gretas ou ventas	São deslocamentos, separações com descontinuidade, entre fibras ou anéis de crescimento. Foram provocados, durante a vida do vegetal, por paralisações de crescimento, golpes (de vento) ou ações dinâmicas.
Defeitos de secagem	Rachaduras	Aberturas radiais de grande extensão no topo de toras ou peças produzidas por agentes mecânicos ou más condições de secagem.
	Fendas	Aberturas nas extremidades das peças, produzidas pela secagem mais rápida da superfície; ficam situadas em planos longitudinais radiais, atravessando os anéis de crescimento. O aparecimento de fendas pode ser evitado mediante a secagem lenta e uniforme da madeira.
	Fendilhado	Pequenas aberturas ao longo das peças resultantes da secagem.
	Abaulamento	Empenamento no sentido da largura da peça, expresso pelo comprimento da flecha do arco respectivo.
	Curvatura	Encurvamento longitudinal das peças provocado por operações de secagem ou defeitos de serragem.
	Curvatura lateral	Encurvamento lateral das peças.

Fonte: Adaptado de Pfeil e Pfeil; 2003; Bauer;1994; Kloss1991 (apud MILANI 2010)

Por tudo o que foi apresentado a respeito da madeira, é de entendimento por estudiosos do assunto que é um produto privilegiado no Brasil. Trata-se de uma fonte de recursos renovável, quando mantidos programas de controle de extração, reflorestamento, proteção e combate de desastres naturais. Por possuir elevada relação resistência/peso, acaba por favorecer a construção de estruturas mais leves. Além disso, conta com uma alta capacidade de absorção de cargas de curta duração e um baixo custo tecnológico, uma vez que não necessita de equipamentos especiais nem de mão de obra altamente qualificada para a sua construção, permitindo a pré-fabricação e industrialização (FONTE, 2004).

Callir Junior, Lahr e Dias (2003) têm por certo que a madeira um material adequado para a construção de pontes em estradas vicinais no meio rural para pequenos e médios vãos,

não só pela frequente disponibilidade como também pelo seu potencial de resistência e durabilidade, o que a torna economicamente interessante.

2.6 MADEIRA DE EUCALIPTO

O uso estrutural da madeira de reflorestamento como uma alternativa às espécies tropicais é uma solução natural. Dos reflorestamentos atuais existentes, os de Pinus e de Eucalipto são os mais importantes para a construção civil. No Brasil, a partir de 1966, o governo instituiu um programa de incentivos fiscais para aumentar a área plantada no país. Em poucos anos, a área com plantações de Eucalipto saltou de 400 mil para 3 milhões de hectares. As peças estruturais são normalmente utilizadas roliças ou serradas com tratamento preservativo. Atualmente, existe uma grande disponibilidade destas espécies no país (CALIL JUNIOR et al. 2006, p. 15).

A tabela 2 mostra o número de hectares de várias espécies de reflorestamento que existem em cada estado.

Tabela 1 - Área plantada com reflorestamento no Brasil (ha): Fonte FAO (1999)

ESTADO	Eucalipto	Pinus	Total
Minas Gerais	1.551.377	144.757	1.696.134
São Paulo	581.029	204.363	785.392
Paraná	56.038	609.683	665.721
Santa Catarina	41.291	350.823	392.114
Bahia	197.609	86.854	284.463
Rio Grande do Sul	115.025	137.945	252.971
Demais estados	407.015	168.600	575.615
TOTAL	2.949.384	1.703.025	4.652.410

Fonte: Calil Junior et al. (2006, p. 15)

Verifica-se que o Estado do Paraná é o terceiro maior produtor de Eucalipto, ficando apenas atrás de Minas Gerais e São Paulo.

O Eucalipto é bastante utilizado para: postes, dormentes, estruturas diversas, mourões, esteios, palanques, mobiliário geral, utensílios diversos, assoalhos, caixotaria, na construção civil, na construção pesada marítima, construções leves externas e internas, construção rural, brinquedos, lazer, paisagismo, entre outros (COBRIRE, 2013).

2.6.1 Tratamento do Eucalipto e durabilidade

A cultura do eucalipto é uma das formas de atender à forte demanda de madeira. O plantio teve um grande impulso nesses últimos 30 anos, graças à vasta rede experimental instalada por órgãos públicos e empresas particulares. Atualmente, técnicas silviculturais foram melhoradas, como também o material genético, proporcionando ganhos significativos de produtividade, que contribuíram para a projeção mundial do Brasil no setor florestal (VIEIRA, 2010).

Não restam dúvidas ao afirmar que a durabilidade é a propriedade mais importante na caracterização da madeira como material de construção. Madeiras de elevada durabilidade podem ser consideradas nobres, com grande aceitação tanto no mercado interno quanto no externo, além de possibilitar a sua utilização para os mais variados fins. Por isso, o produtor rural precisa dominar as técnicas de secagem e tratamento da madeira na própria fazenda, a fim de reduzir os gastos e garantir a durabilidade do material utilizado (VIEIRA, 2010).

O tratamento da madeira é feito através do processo de vácuo-pressão em unidades industriais denominadas autoclaves. O conservante utilizado é o CCA (solução de Cobre, Cromo e Arsênio) que penetra nas fibras da madeira revestindo-as com Cobre (ação fungicida), Cromo (ação fixadora) e Arsênio (ação inseticida), logo protegendo-a de fungos, insetos (cupins e brocas) e até mesmo de organismos marinhos. O processo de tratamento atende todas as especificações das normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e da AWWPA (*American Wood Preserves Association*) (COBRIRE, 2013).

Os tratamentos de eucalipto em autoclaves industriais por processos a vácuo e pressão, levados em conta como os mais eficientes, aumentam a durabilidade da madeira em média para 15 anos de serviço, podendo chegar até 20 ou 30 anos, tornando-se parecido ou até superior em durabilidade em relação às melhores madeiras nativas tradicionais. Além disso, soma-se, ainda, a característica de serem mais baratas, mesmo se considerados os devidos custos para o tratamento (PORTAL DO REFLORESTAMENTO, 2013).

2.7 PROCEDIMENTOPARA INSPEÇÕES DE PONTE

A inspeção de pontes pode ser caracterizada como atividade técnica especializada que abrange a coleta de elementos de projeto e de construção, o exame detalhado da ponte, a elaboração de relatórios, a avaliação do estado da obra e as recomendações, que podem ser de nova vistoria, de obras de manutenção, de obras de recuperação, de reforço ou de reabilitação (BRASIL, 2004).

Conforme Sartortti (2008) o objetivo primordial de avaliar o estado de conservação de pontes de pequeno e médio porte em vias urbanas e rurais nos municípios é fazer uma interface entre o meio técnico e científico que traga benefícios ao estudo da conservação e manutenção de pontes. ParaSartortti (2008) a melhor alternativa para evitar os estados patológicos é a prevenção, gerada, especialmente por um programa de manutenção estrutural. Esses programas exercem papel essencial em qualquer estrutura, facilitando as verificações dos estados de deterioração estrutural e favorecendo a redução de custos dos tratamentos. Esses procedimentos evitarão a formação de manifestações patológicas acentuadas e generalizadas.

A inspeção de uma ponte deve ser regida de forma sistemática e organizada, de tal forma que garantaque todo elemento estrutural seja inspecionado; adequadas fichas de inspeção garantem este procedimento. O documento fotográfico ou de imagens digitalizadas deve ser abrangente e completo. Defeitos eventualmente encontrados em qualquer elemento estrutural devem ser cuidadosamente examinados e registrados para permitir avaliar suas causas. Deve-se efetuar a limpeza de determinadas áreas da ponte para verificar se há trincas, corrosões ou outros defeitos encobertos (BRASIL, 2004).

Para as inspeções de pontes o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte conta com o Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, editado em 1980 pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagens (DNER/IPR), que foi revisado e atualizado em 2004.

A NBR 9452 (1986) da ABNT determina três tipos de vistorias:

- Vistoria cadastral: refere-se aos procedimentos a serem adotados para a verificação da segurança e da durabilidade da obra, sendo esta vistoria complementada com os documentos e informes construtivos, compreendendo a identificação da obra, sua descrição e características estruturais;

- Vistoria rotineira: é realizada com a finalidade de manter o cadastro da obra atualizado e deverá ser realizada a intervalos de tempos regulares, não superiores a um ano, ou sempre que houver ocorrências excepcionais que a motive;
- Vistoria especial: tem por finalidade interpretar e avaliar ocorrências danosas detectadas em vistorias rotineiras, podendo ser visual e instrumental, realizada por engenheiros especialistas.

Para Siqueira (2009), a NBR 9452 (1986) da ABNT, na atual conjuntura, não atende perfeitamente aquilo que se deseja para a condução de uma vistoria satisfatória, uma vez que não aborda itens fundamentais constantes das pontes e viadutos e, por isso, restringe e empobrece a inspeção, quando não omite informações preciosas à estabilidade das obras.

A Norma DNIT 010/2004 – PRO acrescenta, além das três inspeções citadas, duas inspeções: a extraordinária e a intermediária.

- Inspeção extraordinária: é uma inspeção não programada, solicitada para avaliar um dano estrutural excepcional causado pelo homem ou pela natureza;
- Inspeção intermediária: é recomendada para monitorar uma deficiência suspeitada ou já detectada, tal como um pequeno recalque de fundação, uma erosão incipiente, um encontro parcialmente descalçado, o estado de um determinado elemento estrutural, entre outros.

2.7.1 Instruções para atribuição de notas de avaliação – Brasil

Para a avaliação de elementos de pontes com função estrutural, conforme o sistema SGO v3 para gerenciamento das pontes do DNIT, é atribuída a cada elemento componente da ponte uma nota de avaliação, variável de 1 a 5, a qual refletirá a maior ou a menor gravidade dos problemas existentes no elemento. O Quadro 7 correlaciona essa nota com a categoria dos problemas detectados no elemento.

Quadro 7 – Instruções para atribuição de notas de avaliação (Brasil)

Nota	Danos no elemento insuficiência estrutural	Ação corretiva	Condições de estabilidade	Classificação das condições da ponte
5	Não há danos nem insuficiência estrutural	Nada a fazer	Boa	Obra sem problemas

CONTINUAÇÃO

4	Existe danos, mas não há sinais de que estejam gerando insuficiência estrutural.	Nada a fazer; apenas manutenção.	Boa	Obra sem problemas importantes.
3	Há danos gerando insuficiência estrutural, sem sinais de comprometimento da estabilidade da obra.	A recuperação da obra pode ser adiada, porém, colocar o problema em observação.	Boa aparentemente	Obra potencialmente problemática. Recomenda-se acompanhar a evolução dos problemas através das inspeções rotineiras, p/ detectar agravamento d/insuficiência estrutural.
2	Há danos, com significativa insuficiência estrutural na ponte, porém não há aparentemente, um risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) da obra deve ser feita no curto prazo.	Sofrível	Obra problemática Adiar, a recuperação levará a estado crítico, comprometendo a vida útil da estrutura. Inspeções intermediárias são recomendáveis p/ monitorar os problemas.
1	Há danos gerando grave insuficiência estrutural na ponte; o elemento em questão encontra-se em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural.	A recuperação (geralmente com reforço estrutural) ou em alguns casos, substituição da obra, deve ser feita sem tardar.	Precária	Obra crítica Em alguns casos, pode configurar uma situação de emergência, podendo a recuperação ser acompanhada de medidas preventivas especiais, tais como: restrição de carga na ponte, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramentos provisórios, Instrumentação com leituras contínuas de deslocamentos; deformações entre outros.

Fonte: DNIT 010/2004 – PRO

Nota: A nota final da ponte corresponde à menor dentre as notas recebidas pelos seus elementos com função estrutural.

Destaca-se que neste estudo foi utilizada esta fonte de instrução (Quadro 7) para avaliar (não levando em conta o ‘valor nota’) as condições aparentes de estabilidade das pontes do município de Ampére, ilustradas na Figura 10 do item 4.1.

3PROCEDIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Neste capítulo são apresentados os caminhos percorridos para o levantamento das pontes do município de Ampére - PR, bem como os procedimentos adotados para identificar as patologias encontradas.

Ampére é um município localizado na região Sudoeste do Paraná, com uma população estimada em de 18.050 habitantes. O interior é formado por diversas comunidades de pequenos produtores com que produzem mais de 30 produtos diferentes, destacando-se a soja, o milho e o trigo. Em se tratando da criação de animais, destaca-se a produção de aves e bovinos. A parte urbana é composta por uma rede de produção, distribuição, comércio e serviços bastante diversificados (PREFEITURA MUNICIPAL DE AMPÉRE, 2012).

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Em relação aos objetivos propostos, o presente estudo foi caracterizado como pesquisa descritiva, método que tem como objetivo primordial a descrição das características de determinado fenômeno. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título, cuja característica mais significativa é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, tal como a observação (GIL, 2008).

Esse método é apropriado para o presente estudo porque possui como objetivo a descrição das características de um elemento estudado. Por exemplo, este método será aplicado para descrever as características (tamanho; patologias, manutenção realizadas entre outros), das pontes de madeira observadas *in loco* (GIL, 2008).

O método utilizado para identificar os danos mais recorrentes das pontes no município de Ampére foi fundamentado na norma de inspeção do DNIT - NORMA 010/2004 – PRO, que tem por finalidade interpretar e avaliar ocorrências danosas detectadas em vistorias, podendo ser visual e instrumental. Neste caso foi apenas visual, porém fundamentado em registro fotográfico.

3.1.1 Coleta de dados

Os dados coletados foram obtidos fundamentalmente por observação pessoal não participante, com estilo de relato descritivo, e fundamentado com ilustrações fotográficas. A coleta de dados por observação do tipo não participante manifesta para o observador da pesquisa que a relação é simplesmente de campo. A participação tende a ser mais profunda em virtude de uma observação informal da vivência dos fatos mais relevantes e no acompanhamento das práticas cotidianas (MARCONI; LAKATOS, 2001). Além disso, foi utilizado modelo da dissertação de Milani (2010) para dar complementaridade ao estudo.

3.1.2 Etapas da pesquisa

A coleta de dados foi desenvolvida por meio de visitas nas pontes do sistema viário do município de Ampére (Apêndice G) durante seis meses (setembro a dezembro/2012 e janeiro/fevereiro de 2013). Para tanto, o delineamento geral da pesquisa demandou cinco etapas consecutivas, como descritas na sequência:

1º – Etapa

De posse do mapa do sistema viário municipal (<http://www.ippupb.org.br/>) e com auxílio do Google Earth (<http://earth.google.com/>), foram identificadas as possíveis pontes localizadas nas estradas, rurais:

2º – Etapa

Aquisição de equipamentos, tais como máquina fotográfica, trenas, prumo, instrumento cortante, aparelho leitor de coordenadas de GPS, outros; Elaboração de fichas com base na norma DNIT 010/2004-PRO, para anotação de dados (Apêndice G).

3º – Etapa

- Visitas às pontes através de rota predefinida efetuando os seguintes trabalhos:
- Leitura das coordenadas de GPS;
- Medição das dimensões das pontes (comprimento, largura);
- Identificação do tipo de madeiras utilizado na construção da ponte;

- Entrevistas informais com moradores da comunidade, para obtenção de informações complementares (Apêndice I).

4º – Etapa

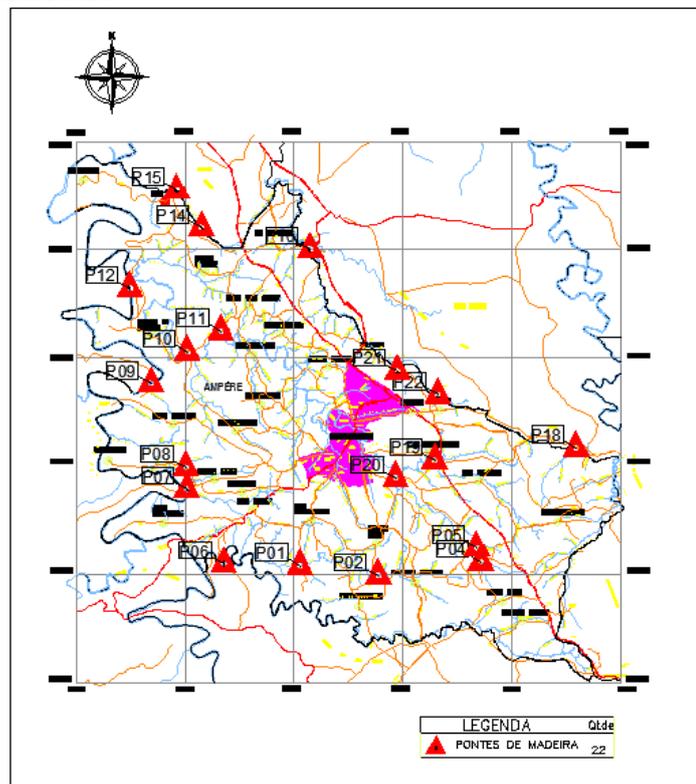
- Arquivamento e análise dos registros fotográficos;
- Seleção das fotos com as principais patologias encontradas nas pontes.

5º – Etapa

- Relacionar as manifestações patológicas nos elementos das superestruturas das pontes de madeira do município de Ampere – PR (Apêndice F);
- Relacionar as manifestações patológicas nos elementos de madeira dos apoios (pilares) das pontes do município de Ampere – PR (Apêndice F);
- Ficha de inspeção cadastral de inscrição (Apêndice G).

Além disso, serão levantadas as seguintes informações:Localização;Comprimento;Largura;Latitude e Longitude;Material de Superestrutura; Tipologia da estrutura.

Figura 6 - Mapa de localização das pontes e identificação do tipo de material da superestrutura



4 RESULTADOS OBTIDOS E ANÁLISE

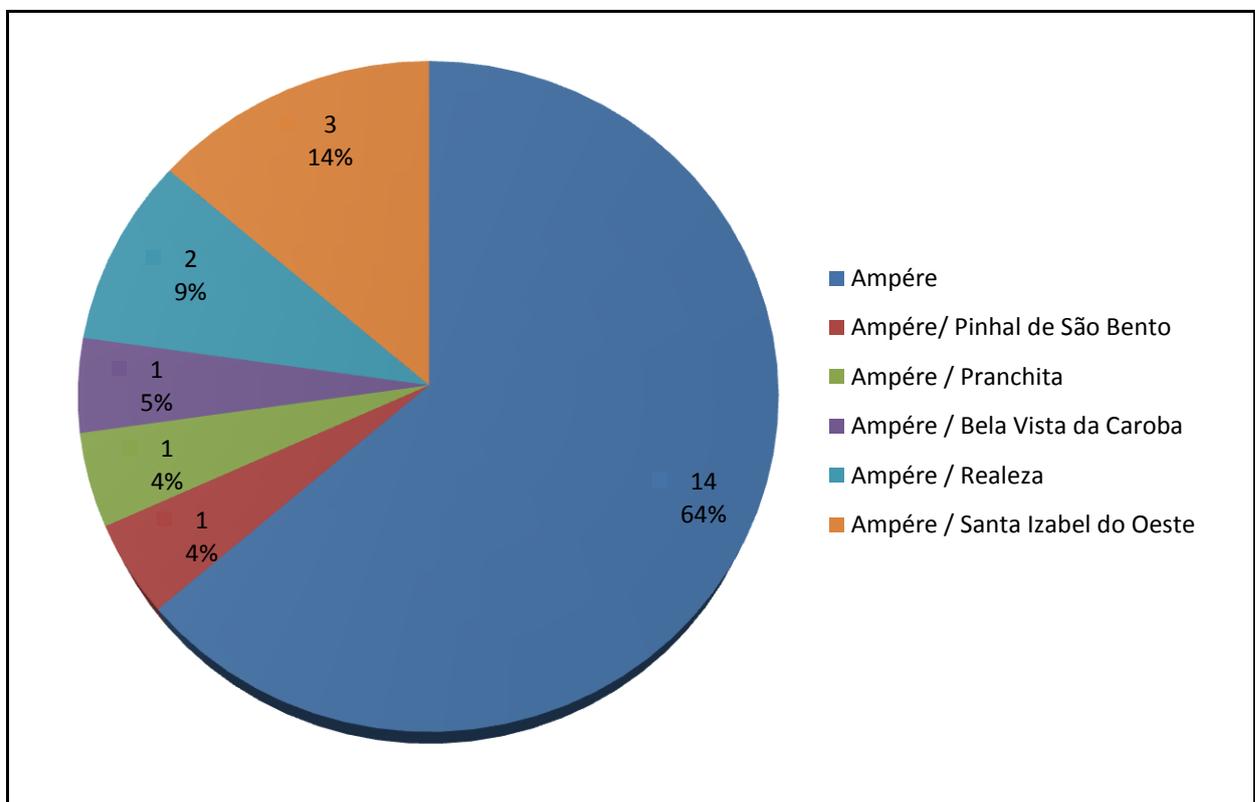
4.1 CARACTERÍSTICAS DAS PONTES AVALIADAS

O presente estudo buscou identificar as pontes existentes no município Ampere, mostrando detalhadamente os principais aspectos de cada uma, tais como: localidade; material da superestrutura; comprimento; largura da pista; e patologias encontradas, entre outros detalhes registrados nos apêndices. Convém lembrar que cada ponte foi registrada por um código (Cód.), constando nos apêndices deste estudo com outras particularidades de cada uma delas.

Neste capítulo apresentam-se informações gerais sobre as características das 22 pontes e as principais patologias encontradas com documentação fotográfica.

Verifica-se pela figura 7, que a maioria das pontes (14) é administrada pelo município de Ampére – PR.

Figura7- Administração das pontes



A figura 8 demonstra a extensão das pontes do município de Ampére. Observa-se que das 22 pontes observadas, 10 (45%) apresentam tamanho entre 5 a 10 metros. No entanto, 6 (27%) constituem no máximo 10 metros, ou seja, são pontes caracterizadas como de pequena extensão.

Figura8 – Extensão das pontes do município de Ampére - PR

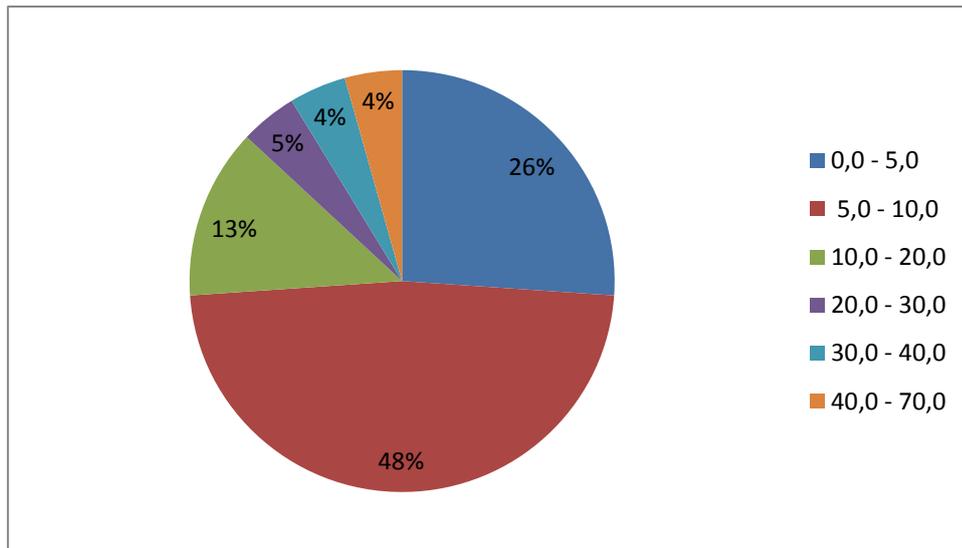
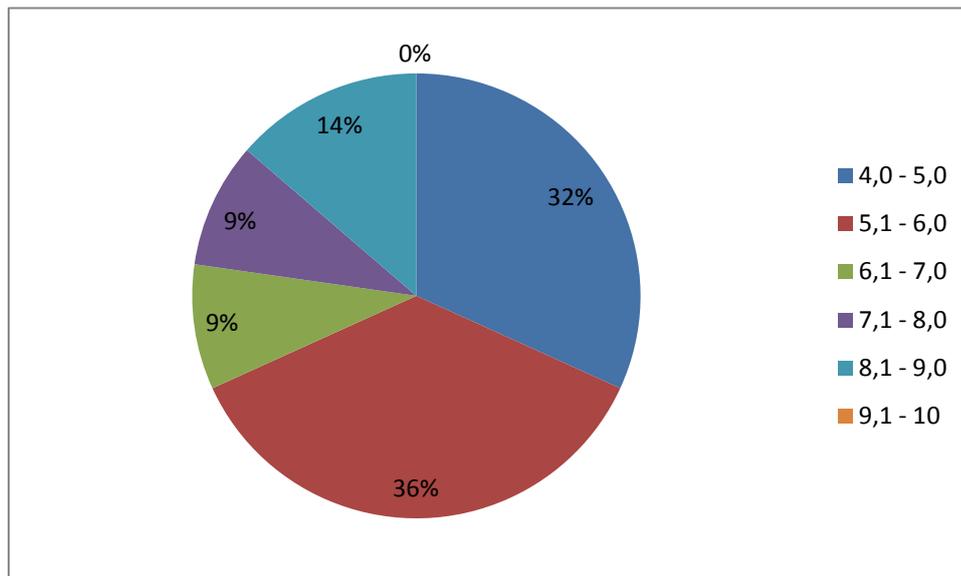


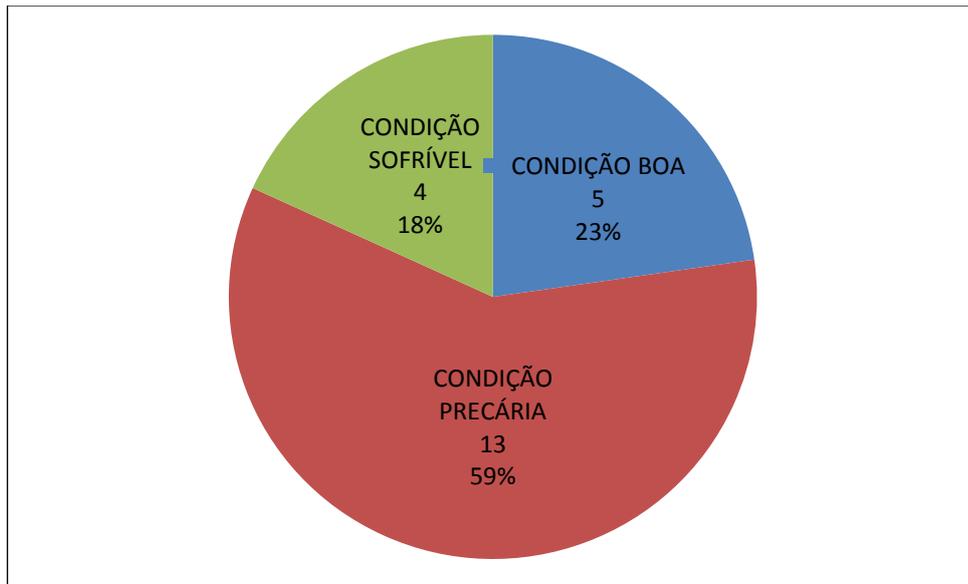
Figura 9 – Distância entre os apoios das pontes do município de Ampére - PR



Das 22 pontes observadas nenhuma delas tem acostamento, passeio, guarda-rodas, guarda-corpo, e sinalização vertical.

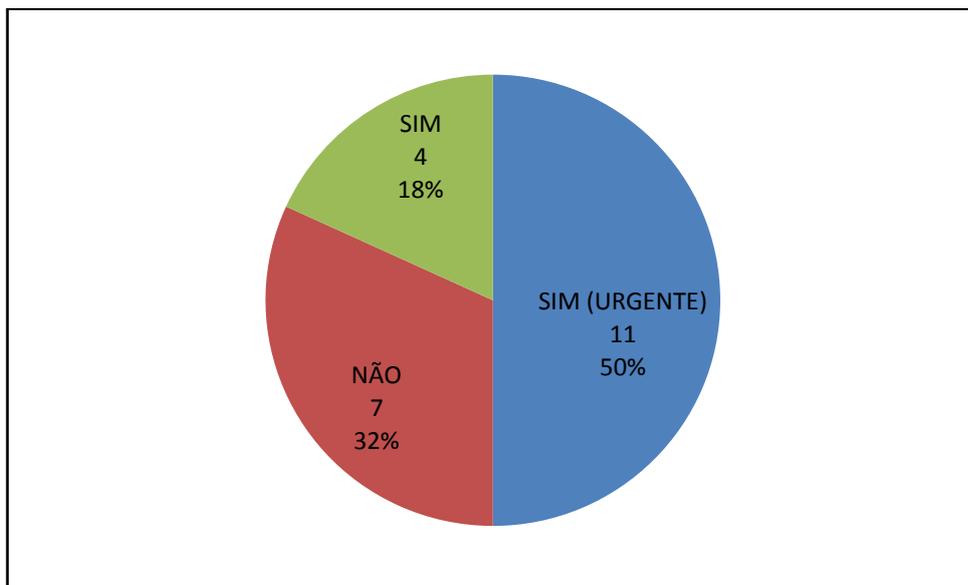
A figura 10 revela que das condições das 22 pontes observadas no município de Ampere. 13 (59%) encontra-se em estado precário e 4 (18%) em condições sofrível, ou seja, há necessidade urgente de manutenção.

Figura10 – Condições das pontes do município de Ampere



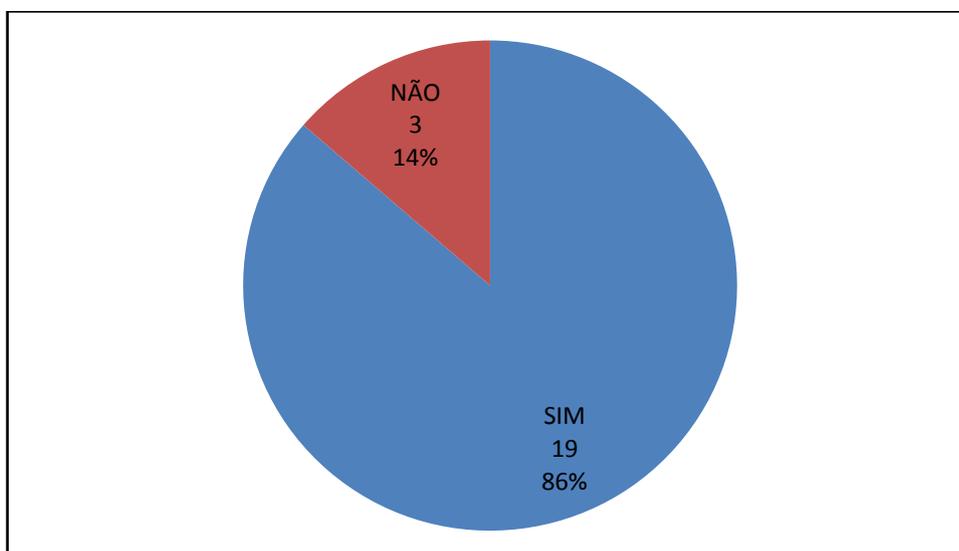
A figura 11 indica que há necessidade urgente de inspeção especializada devido a precariedade em que a maioria das pontes se encontram no momento desse estudo.

Figura11–Necessidade de inspeção especializada



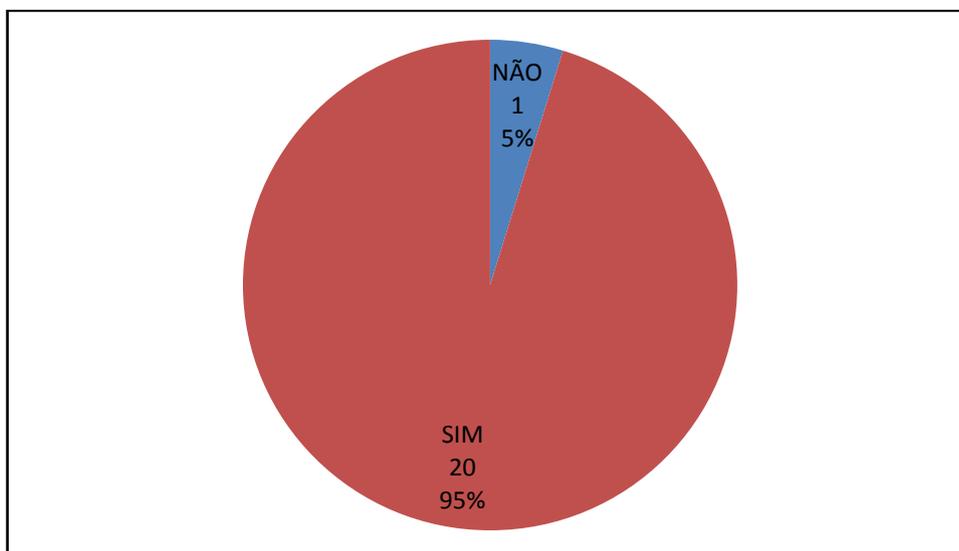
A figura 12 aponta que das 22 pontes analisadas, 19 apresentam problemas de tabuleiro.

Figura12 – Defeitos na peça de madeira do tabuleiro



A figura 13 revela que 20 pontes (95%) padeceram danos por sobrecarga ou impactos de veículos.

Figura13 - Danos causados por sobrecarga ou impactos dos veículos



4.1.1 Patologias nas pontes de madeira

A seguir estão expostas 22 fotografias (com seus códigos – Anexo H) com as principais patologias encontradas nos elementos de madeira das pontes do município de Ampére.

A Ponte (figura 14) em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro apresentando boa condição, com aparecimento de dano. Inexistência de sinalização.

Figura 14 -(Ponte P1)



A Ponte (figura 15) com tablado de madeira. Tablado em péssimas condições, oferecendo aparente risco. Inexistência de sinalização.

Figura 15 - (Ponte P2)



A Ponte (figura 16) com tablado de madeira. Tablado em péssimas condições, oferecendo risco. Inexistência de sinalização.

Figura 16 - (Ponte P3)



A Ponte (figura 17) em madeira, Tablado em condições já comprometedoras com a segurança, oferecendo aparente risco. Inexistência de sinalização.

Figura 17 - (Ponte P4)



A Ponte (figura 18) em madeira. Tabuleiro danificado, aparentando grande risco. Inexistência de sinalização.

Figura 18 - (Ponte P5)



A Ponte (figura 19) em madeira. Tabuleiro danificado. Inexistência de sinalização.

Figura 19 - (Ponte P6)



A Ponte (figura 20) em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro em péssimas condições. Vigas de madeira apontando forte apodrecimento. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

Figura 20 - (Ponte P7)



A Ponte (figura 21) em madeira. Tabuleiro em boas condições. Inexistência de sinalização.

Figura 21 - (Ponte P8)



A Ponte (figura 22) em madeira. Tabuleiro em precárias condições. Inexistência de sinalização.

Figura 22 - (Ponte P9)



A Ponte (figura 23) em madeira, Tabuleiro em precárias condições. Inexistência de sinalização.

Figura 23 - (PonteP10)



A Ponte (figura 24) em madeira, Tabuleiro em péssimas condições. Inexistência de sinalização.

Figura 24 - (Ponte P11)



A Ponte (figura 25) em madeira. Tabuleiro em péssimas condições. Inexistência de sinalização.

Figura 25 - (Ponte P12)



A Ponte (figura 26) em madeira. Tabuleiro apresentando comprometimento. Inexistência de sinalização.

Figura 26- (Ponte P13)



A Ponte (figura 27) em madeira, Tabuleiro novo. Inexistência de sinalização.

Figura 27 - (Ponte P 14)



A Ponte (figura 28) em madeira, Tabuleiro novo. Inexistência de sinalização.

Figura 28 - (Ponte P15)



Ponte (figura 29) em madeira, tabuleiro novo. Inexistência de sinalização.

Figura 29 - (Ponte P 16)



A Ponte (figura 30) em madeira. Tabuleiro apresentando danos. Inexistência de sinalização.

Figura 30 - (Ponte P17)



A ponte (figura 31) em madeira. Tabuleiro danificado. Inexistência de sinalização.

Figura 31 - (Ponte P 18)



A Ponte (figura 32) em madeira. Tabuleiro danificado. Inexistência de sinalização.

Figura 32 - (Ponte P19)



A Ponte (figura 33) em madeira. Tabuleiro danificado. Inexistência de sinalização.

Figura 33 - (Ponte P20)



A Ponte (figura 34) em madeira. Tabuleiro em boas condições. Inexistência de sinalização.

Figura 34 - (Ponte P 21)



A Ponte (figura 35) em madeira. Tabuleiro apresentando boa condição quase inexistência de dano. Inexistência de sinalização.

Figura 35 - (Ponte P22)



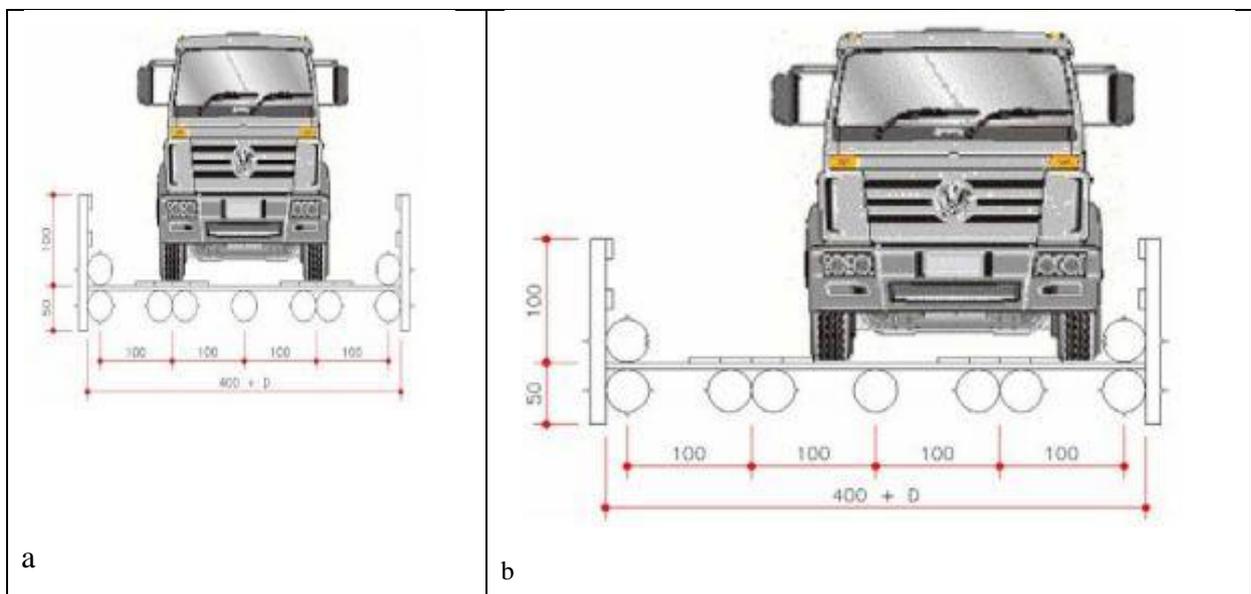
4.2 SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

As pontes de madeira em vigas roliças tem a finalidade de suprir a demanda de veículos que por elas transitam, sendo que em determinados casos as mesmas não atendem as medidas necessárias para o transporte de máquinas agrícolas. O rodeiro indica o local correto por onde o veículo deve transitar como demonstrado (figura 36 “a”).

Verifica-se que a posição mais crítica para as longarinas, que devem suportar os esforços provocados pela totalidade de uma linha de rodas do veículo-tipo as máquinas agrícolas não condizem com as medidas reais das máquinas agrícolas.

Observa-se na figura 36 “a” extraídas do manual de pontes da USP¹ que as pontes de madeira atendem as necessidades de usuários que trafegam em veículos tais como, automóvel, caminhões, motocicletas, no entanto não atendem as necessidades de usuários de máquinas agrícolas, uma vez que as mesmas ultrapassam o rodeiro. Além disso, é perceptível que até mesmo o caminhão (figura 36 “b”) pode sair do rodeiro e ocasionar danos na ponte.

Figura 36 - Modelo (1) caminhões sobre ponte de madeira



Fonte: Calil Juniores et al.,(2006)

¹CALIL JUNIOR, C. et al. **Manual de projeto e construção de pontes de madeira**. São Carlos: Suprema, 2006.

Pesquisa de máquinas e equipamentos agrícolas obtidos através de catálogos:

COLHEITADEIRA	9472 STS	1175	9670/9770 STS
Rodado dianteiro	4,20 m	3,4 m	4,40 m
Rodado traseiro	3,89 m	2,28 m	4,10 m

EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS	5070	BASUCA
Rodado dianteiro	2,85 m	2,80
Rodado traseiro	2,8 m	2,5

Verifica-se pela figura 37 e 38 que a largura da ponte não atende a dimensão das máquinas agrícolas dos produtores rurais da região Sudoeste do Paraná, uma vez que as rodas ultrapassam o rodeiro.

Figura 37 – Modelo (1) de máquinas ultrapassando o rodeiro

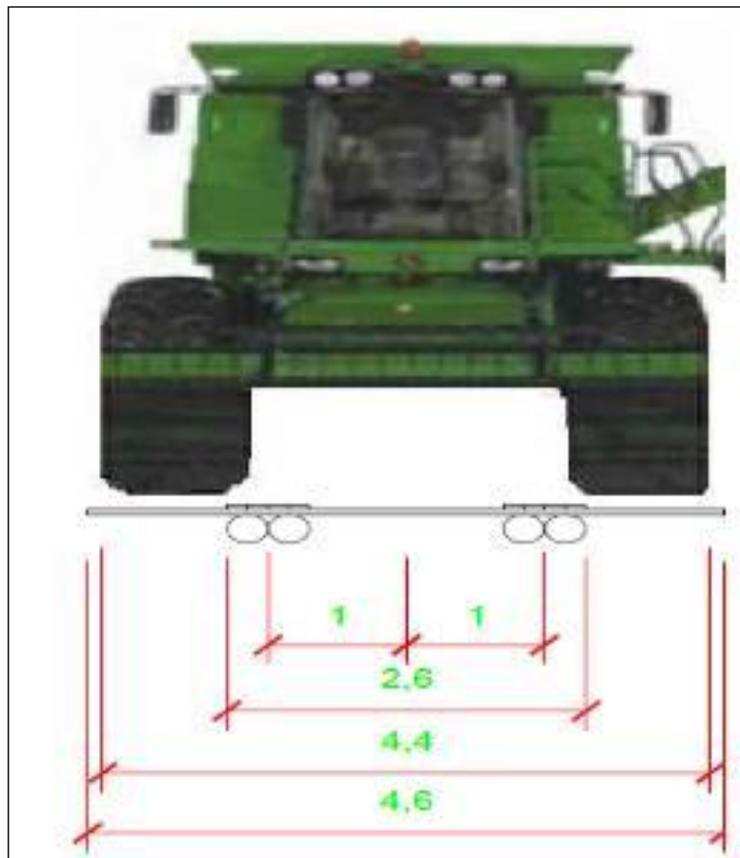
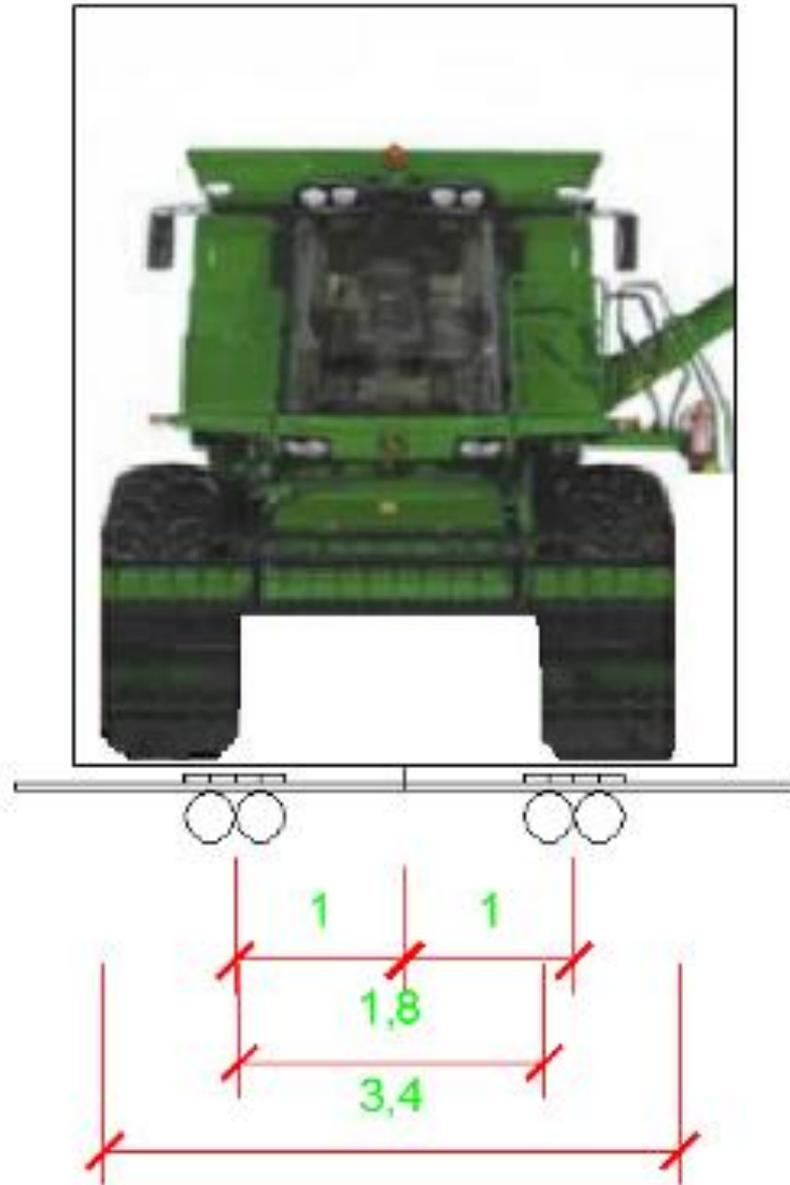


Figura 38 – Modelo (2) de máquinas ultrapassando o rodeio



Verificou-se que ao longo dos anos, procedimentos incorretos de construção e de manutenção foram empregados nestas pontes de madeira observadas no presente estudo (Figura 39), principalmente pela carência de informações técnicas por parte das Administrações Municipais.

Figura 39 – Máquina atravessando a ponte



Por conta disso, a recomendação para solucionar os problemas mais recorrentes é o desenvolvimento de um “modelo base de projeto” (Figura 40) que possibilite as máquinas agrícolas transitarem sobre as pontes de madeira sem danificarem as mesmas.

Figura 40 (a) – Proposta de ponte de madeira

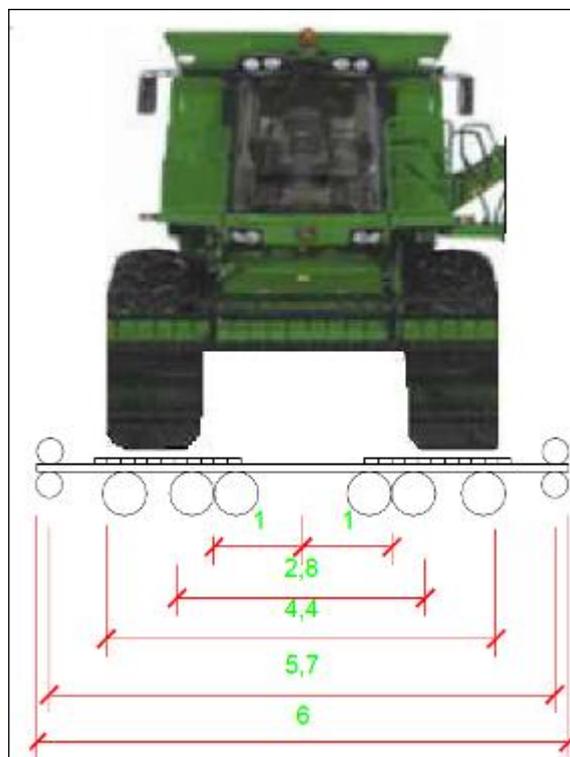


Figura 40 (b) – Proposta de ponte de madeira (em 3D)



Este modelo de projeto de ponte (Figura 40) que tem como objetivo suprir a demanda das medidas das máquinas agrícolas mais utilizadas na região Sudoeste do Paraná. A proposta visa garantir a segurança dos agricultores que transitam nestas pontes.

Com o passar dos anos foi observada diversas situações de risco encontradas pelos agricultores, com isso fez surgir o interesse pelo estudo das pontes.

Verifica-se pela figura 40 que o modelo de projeto base visa resolver os problemas das máquinas agrícolas, no que se refere à travessia das pontes. Este projeto conta com 8 vigas roliças de madeira de eucalipto sendo que estão distribuídas conforme a necessidade e o fluxo mais recorrente, são elas que dão a segurança e a estabilidade da mesma.

A proposta do projeto foi aumentar para fora. As vigas roliças de eucalipto estão colocadas para os automóveis e caminhões a 1 metro do meio da ponte para cada lado com duas torras de eucalipto, esta parte foi mantida da original que se tem hoje. Com as medidas das máquinas agrícolas em mãos foi determinada a distância do pneu - a fora tinha uma medida de 4,4 metros e seu pneu uma medida de 80 cm, por isso se tem no projeto uma medida de 4,4 metros fora da máquina e 2,8 metros pneu a pneu por dentro da máquina.

O tablado projetado em madeira com a sugestão de a tábua ser de 15 x 7,5 cm distribuídos uma ao lado da outra no decorrer da ponte. Também foi determinado que a 5,7 metros deve ser colocado uma viga de madeira roliça em baixo podendo ser de menor diâmetro e outra na parte de cima para que se eventual situação de alguém que esteja utilizando a ponte cair fora do rodeiro terá a condição de encostar na viga e voltar para o rodeiro sem que aconteça algum acidente,

Por fim, o projeto base da ponte tem 6 metros e tende suprir todos os tipos de veículos que por ela transitarem. Sua estimativa de vida seria aproximadamente 15 anos com o eucalipto tratado.

Neste sentido, a proposta é incentivar o reflorestamento de eucalipto próximo aos rios para que eventualmente daqui a 15 anos quando será feita a mudança das terras estas florestas possam ser utilizadas para a ponte local, com isso diminuindo custos para as prefeituras e gerando segurança aos usuários.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo consistiu em identificar os danos mais recorrentes, das pontes do município de Ampére com o propósito de assegurar o correto funcionamento da infraestrutura de transporte e a preservação do patrimônio público e segurança para o usuário. Isto posto, a metodologia empregada permitiu atingir o obtivo proposto, uma vez que levantou o número de pontes existentes, bem como as principais patologias manifestadas.

Observou que dentre as 22 pontes avaliadas a maioria encontra-se em péssimas condições, em algumas delas colocam a vida de usuários em perigo principalmente se for utilizados máquinas ou caminhões. Constata-se assim a urgente necessidade de se implantar nestas estradas os avanços tecnológicos atuais para a construção e recuperação das pontes de madeira.

A maioria das pontes de madeira no município de Ampére não foram projetadas e construídas por técnicos e construtores especializados em madeiras. Isso resultou em estruturas inseguras e de baixa durabilidade. Os estados atuais de degradação destas pontes refletem um quadro negativo no uso da madeira como um material estrutural. Todavia pesquisadores da USP constataram que o eucalipto é bastante indicado para construção de pontes de madeira principalmente em estabelecimentos rurais.

A precariedade em que se encontram as estradas e pontes vicinais desestimulam a permanência dos proprietários rurais em suas comunidades, visto que dificulta o trânsito, causando insegurança aos usuários, além de elevar o custo do transporte para os produtores e os custos de manutenção para as prefeituras.

Por fim, este trabalho não se encerra por si mesmo, deixando espaços para novas investigações, tais como o incentivo para a plantação do eucalipto no município e região Sudoeste do Paraná, como fonte alternativa para a construção civil.

REFERÊNCIAS

ALVIM, R. de C.; ALVIM, R. de A. A. Metodologia para avaliação do estado de conservação de pontes em concreto armado (2008). **Diálogo & Ciência**. Revista da rede de Ensino FTC. Disponível em: <www.ftc.br/dialogos>. Acesso em: FEV. 2013.

ANTONIAZZI, Juliana Pippi. **Patologia da construção: abordagem e diagnóstico**. Universidade Federal de Santa Maria Centro de Tecnologia - Curso de Engenharia Civil. Disponível em: <http://www.ufsm.br/engcivil/TCC/PROJETO_TCC_JULIANA.pdf>. Acesso em: jun. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190/1997. Projeto de estruturas de madeira.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9452/1986. **Vistoria de pontes e viadutos de concreto**.

BAUER, L. A. F. **Materiais de construção: novos materiais de construção**. 5. ed. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 1994.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT. **NORMA 010/2004**). Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de inspeção de pontes rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro, 2004.

CALIL JUNIOR, C.; GÓES, J. L. N. Programa emergencial das pontes de madeira para o Estado de São Paulo (2004). <Disponível em: [http://www.fipai.org.br/Minerva%2002\(01\)%2004.pdf](http://www.fipai.org.br/Minerva%2002(01)%2004.pdf)>. Acesso em: Acesso em: fev. 2013.

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

CALIL JÚNIOR, Carlito; DIAS, Antonio Alves. Utilização da madeira em construções rurais. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, p. 71-77, 1997.

CALIL JUNIOR, C.; LAHR, F. A. R.; DIAS, A. A. **Dimensionamento de elementos estruturais de madeira**. Barueri: Manole, 2003.

COBRIRE. **Eucalipto autoclavado: madeira de reflorestamento com 15 anos de garantia**. Disponível em: <http://www.cobrire.com.br/eucalipto-tratado-em-autoclave-autoclavado.htm>>. Acesso em: fev. 2013.

CORRÊA, Paulo César; VITAL, Benedito Rocha; MARTINS, José Helvécio. Higroscopicidade e entalpia de vaporização para madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v. 22, n.4, 1998, p.555-562.

FONTE, T. F. **Pontes protendidas de eucalipto citriodora**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

FUSCO, Péricles Brasiliense; CALIL JUNIOR, Carlito; ALMEIDA, Pedro Afonso de Oliveira. **Norma de projeto de estruturas de madeira**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Estruturas. São Paulo, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2008.

GONZAGA A. L. Madeira: uso e conservação. Brasília: Iphan/Monumenta, 2006.

HUGON, A. **Cálculos e ensaios**: estudo da construção. São Paulo: Hemus, 2004.

HUGON, A.; POREE, M.; SOARES, J. B. **Técnicas de construção**. São Paulo: Hemus, 1979 (Série Enciclopédia da construção).

KLOSS, C. L. **Materiais para construção civil**. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Curitiba, 1991.

MAPAS. **Sistema viário**. Disponível em: <Google Earth (<http://earth.google.com/>)>. Acesso em set. 2012.

MARCONI, M. de. A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MILANI, Cleovir José. **Subsídios para o diagnóstico das pontes do sistema viário do município de Pato Branco – Paraná**. Fl. 216. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia. Passo Fundo, 2010.

MOLITERNO, A. **Escoramentos, cibramentos, fôrmas para concreto e travessias em estruturas de madeira**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989.

PFEIL, W.; PFEIL M. **Estruturas de madeira**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2003.

PORTAL DO REFLORESTAMENTO. **Eucalipto tratado**: maior durabilidade e economia. Disponível em: <http://www.portaldoreflorestamento.com.br/eucalipto-tratado-maior-durabilidade-e-economia.html>. Acesso em fev. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE AMPERE, PR, 2012.

ROSSIGALI C. E. **Estudos probabilísticos para modelos de cargas móveis em pontes rodoviárias no Brasil**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2006.

SARTORTI, A. L. **Identificação de patologias em pontes de vias urbanas e rurais no município de Campinas-SP**. 203p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UNICAMP, Campinas, 2008.

SIQUEIRA, C. H. NBR-9452/86 – Vistoria de pontes e viadutos de concreto – Proposição para revisão e atualização. CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE ESTRUTURAS, 5º CINPAR 2009. **Anais**.

VIEIRA, Marconi. **Como usar a madeira de eucalipto na fazenda** (2010). Disponível em:

<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/agricultura/produtos-florestais-agricultura/usar-madeira-de-eucalipto-fazenda/>>. Acesso em: fev. 2013.

VITÓRIO, A. Manutenção e gestão de obras de arte especiais. In. ENAENCO - Encontro Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva, VII. 28 a 30 de setembro de 2005. Pernambuco – PE.

Disponível

em:<http://www.sinaenco.com.br/downloads/Palestras_Enaenco_VII/Afonso_Vitorio_Diretor_Vitorio_Melo_Projetos_Estruturais.pdf>. Acesso em: fev. 2013.

ZANETTINI, Siegbert. **Arquitetura, razão, sensibilidade**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Coordenadas Geográficas das Pontes por GPS (Sistema de Posicionamento Global) Município de Ampére – PR.

Cód.	Latitude Sul	Longitude Oeste	Altitude (m)
P01	25°58'10.39"S	53°29'39.85"O	382
P02	25°58'31.42"S	53°27'18.64"O	352
P03	25°49'24.16"S	53°32'26.27"O	364
P04	25°58'11.12"S	53°24'44.82"O	557
P05	25°57'48.02"S	53°24'51.12"O	558
P06	25°58'0.02"S	53°31'47.12"O	328
P07	25°56'12,0"S	53°32'53.20"O	315
P08	25°56'14.07"S	53°32'35.15"O	324
P09	25°53'31.18"S	53°33'51.56"O	293
P10	25°54'7.10"S	53°31'51.93"O	440
P11	25°53'29.43"S	53°30'57.65"O	393
P12	25°52'4.5"S	53°33'7" O	308
P13	25°52'26,45"S	53°32'0,0" O	348
P14	25°49'23,0"S	53°32'26,0" O	349
P15	25°48'40,0"S	53°32'52,0" O	323
P16	25°50'15,0"S	53°29'16,0" O	429
P17	25°56'5,0"S	53°24'39,0" O	533
P18	25°55'23,07"S	53°22'2,0" O	541
P19	26° 55'35,0"S	53°25'54,0"O	509
P20	: 26° 56'1,50"S	53°26'59,5"O	512
P21	25° 53'11,707"S	53°26'19,0"O	518
P22	25° 54'4,62"S	53°25'3,67"O	537

APÊNDICE B– Administrador da ponte

Cód.	Administrador
P01	Ampére
P02	Ampére
P03	Ampére
P04	Ampére
P05	Ampére
P06	Ampére/ Pinhal de São Bento
P07	Ampére / Pranchita
P08	Ampére
P09	Ampére / Bela Vista da Caroba
P10	Ampére
P11	Ampére
P12	Ampére
P13	Ampére
P14	Ampére / Realeza
P15	Ampére / Realeza
P16	Ampére / Santa Izabel do Oeste
P17	Ampére
P18	Ampére
P19	Ampére
P20	Ampére
P21	Ampére / Santa Izabel do Oeste
P22	Ampére / Santa Izabel do Oeste

APÊNDICE C – Dimensões das pontes do município de Ampére – PR

Cód	Extensão m	Larg. Pista m	Larg. Ponte m	Extensão em vãos (m)
P01	9	2,3	3,2	9
P02	5	2	1,2	5
P03	6,2	2,7	4,25	6,2
P04	5,5	2,2	4	5,5
P05	4,3	3	4,2	4,3
P06	24	2,25	3,2	6
P07	67	2,4	3,5	6
P08	5	2,5	3	5
P09	33	2,4	3,8	5,5
P10	5	2,8	4,5	5
P11	4	2,8	3,8	4
P12	15	2,7	4,3	5
P13	12	2,9	4,2	6
P14	7,8	2,6	4	7,8
P15	8	2,8	4	8
P16	9	2,7	4,8	9
P17	7	2,6	4,7	7
P18	5,1	3,1	5,1	5,1
P19	6	3	4	6
P20	9	2,4	4,5	9
P21	5,4	2,4	5,6	5,4
P22	4,8	2,2	4,3	4,8

APÊNDICE D– Características gerais da pista

Cód.	Acostamento	Passeio	Guarda-Rodas	Guarda-Corpo	Nº de Faixas	Sinalização Vertical
P01	não	não	não	não	1	não
P02	não	não	não	não	1	não
P03	não	não	não	não	1	não
P04	não	não	não	não	1	não
P05	não	não	não	não	1	não
P06	não	não	não	não	1	não
P07	não	não	não	não	1	não
P08	não	não	não	não	1	não
P09	não	não	não	não	1	não
P10	não	não	não	não	1	não
P11	não	não	não	não	1	não
P12	não	não	não	não	1	não
P13	não	não	não	não	1	não
P14	não	não	não	não	1	não
P15	não	não	não	não	1	não
P16	não	não	não	não	1	não
P17	não	não	não	não	1	não
P18	não	não	não	não	1	não
P19	não	não	não	não	1	não
P20	não	não	não	não	1	não
P21	não	não	não	não	1	não
P22	não	não	não	não	1	não

APÊNDICE E – Condição aparente de estabilidade

Cód.	Condição aparente de estabilidade	Inspeção especializada. Necessária? Urgente?
P01	precária	sim (urgente)
P02	precária	sim (urgente)
P03	precária	sim (urgente)
P04	precária	sim (urgente)
P05	precária	sim (urgente)
P06	precária	sim (urgente)
P07	precária	sim (urgente)
P08	boa	não
P09	precária	não
P10	precária	sim (urgente)
P11	precária	sim (urgente)
P12	precária	sim (urgente)
P13	boa	não
P14	boa	não
P15	boa	não
P16	boa	não
P17	sofrível	sim
P18	precária	sim (urgente)
P19	precária	sim
P20	sofrível	sim
P21	sofrível	não
P22	sofrível	sim

APÊNDICE F – Manifestações patológicas nos elementos das superestruturas das **pontes de madeira** do município de Ampere – PR

Cód	Defeitos nas Peças de Madeira no Tabuleiro	Danos Causados por Sobrecarga ou Impacto de Veículos
	Sim ()	Sim ()
P01	Sim	sim
P02	Sim	sim
P03	Sim	sim
P04	Sim	sim
P05	Sim	sim
P06	Sim	Sim
P07	Sim	sim
P08	Sim	Não
P09	Sim	Sim
P10	Sim	Sim
P11	Sim	Sim
P12	Sim	Sim
P13	Sim	Sim
P14	não	Sim
P15	não	Sim
P16	não	sim
P17	Sim	sim
P18	Sim	sim
P19	Sim	Sim
P20	Sim	Sim
P21	Sim	Sim
P22	Sim	Sim

APÊNDICE G- Ficha de inspeção cadastral de inscrição

IDENTIFICAÇÃO/LOCALIZAÇÃO		Data: ____/____/____	
PONTE: Código _____		LOCALIDADE: _____	
CURSO D'ÁGUA: _____		IDADE: _____	
COORDENADAS GPS:			
Latitude: _____			
Longitude: _____			
Altitude: _____			
Tipo de material da Superestrutura: _____			
Tipo de material da Mesoestrutura: _____			
Modelos estruturais empregados: _____			
ADMINISTRAÇÃO			
<input type="checkbox"/> DNIT <input type="checkbox"/> DER <input type="checkbox"/> CONCESSÃO <input type="checkbox"/> MUNÍCÍPIO _____ <input type="checkbox"/> OUTROS Nome: _____ (para o caso concessão/outros)			
DIMENSÕES			
Extensão da ponte: _____ m		Largura da ponte: _____ m	
Largura da pista: _____ m			
CARACTERÍSTICAS DA PISTA			
Acostamento: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Passeio: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Guarda-Rodas: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Guarda-Corpo: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Nº de Faixas: _____		Drenos: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Sinalização Vertical: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
COMENTÁRIOS GERAIS			
a) Condições de estabilidade: () Boa () Sofrível () Precária b) Inspeção especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? () Não () Sim Urgente () c) Ocorrência de Acidentes: () Sim () Não d) Seção da Vazão Adequada: () Sim () Não			
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS:			

APÊNDICE H - Modelo de registro de seleção de fotos com comentário individual de cada ponte

COD:P01	Localidade: Linha Coxilia Rica	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Quinzinho	Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°58'10.39"S	Longitude Oeste:53°29'39.85"O
Comprimento:9,0 m	Largura da pista: 2,30 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (X)Sim ()Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Vigas com ataque de cupins e início de ataque por fungos. Tabuleiro apresentando boa condição com pouco dano. Inexistência de sinalização.

COD:P2	Localidade: Linha Santa Ines	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Quinzinho	Idade:50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°58'31.42"S	Longitude Oeste:53°27'18.64"O
Comprimento: 5,0 m	Largura da pista: 2,0 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? (X) Sim () Não Urgente?(X) Sim() Não

Ponte com tablado e apoios em concreto. Tablado em péssimas condições. Apoios de madeira com avançado estágio de apodrecimento das toras, oferecendo aparente risco. Inexistência de sinalização.

COD:P03	Localidade: Linha Vargem Bonita	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Quinzinho	Idade:50 anos
Localização:	Latitude Sul:25°49'24.16"S	Longitude Oeste: 53°32'26.27"O
Comprimento: 6,2 m	Largura da pista: 2,7 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? (X) Sim () Não Urgente?(X) Sim () Não

Ponte com tablado e apoios em concreto. Tablado péssimas condições. Apoios de madeira com avançado estágio de apodrecimento das toras, oferecendo aparente risco. Inexistência de sinalização.

COD:P04	Localidade: Linha São Salvador	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampere	Idade:50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°58'11.12"S	Longitude Oeste: 53°24'44.82"O
Comprimento: 5,5 m	Largura da pista: 2,20 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? (X) Sim () Não Urgente?(X) Sim() Não

Ponte com tablado e apoios em concreto. Tablado em boas condições. Apoios de madeira com avançado estágio de apodrecimento das toras, oferecendo aparente risco. Inexistência de sinalização.

COD:P05	Localidade: Linha São Salvador		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampere		Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°57'48.02"S	Longitude Oeste: 53°24'51.12"O	
Comprimento: 4,3 m	Largura da pista: 3,0 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (X)Sim ()Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro danificado. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P06	Localidade: Linha São Paulo		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Quinzinho		Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°58'0.02"S	Longitude Oeste: 53°31'47.12"O	
Comprimento: 24,0 m	Largura da pista: 2,25 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (X)Sim ()Não **Urgente?** (X)Sim ()Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro danificado. Vigas de madeira aparentando apodrecimento. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P07	Localidade: linha Fonte Bela		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Capanema		Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°56'12,0"S	Longitude Oeste: 53°32'53.20"O	
Comprimento: 67,0 m	Largura da pista: 2,40 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (x)Sim ()Não **Urgente?** (x)Sim ()Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro em péssimas condições . Vigas de madeira aparentando apodrecimento. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P08	Localidade: Linha Fonte Bela		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Capanema		Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°56'14.07"S	Longitude Oeste: 53°32'35.15"O	
Comprimento: 5.0 m	Largura da pista: 2,40 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? ()Sim (X)Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P09	Localidade: Auto Alegre		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Capanema		Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°53'31.18"S	Longitude Oeste: 53°33'51.56"O	
Comprimento: 33 m	Largura da pista: 2,4 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (x)Sim ()Não **Urgente?** (x)Sim ()Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro em ma condição. Vigas de madeira com apodrecimento aparente. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P10	Localidade: Santa Rita	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampére	Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°54'7.10"S	Longitude Oeste: 53°31'51.93"O
Comprimento: 5.0m	Largura da pista: 2,8 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (x)Sim ()Não **Urgente?** (x)Sim ()Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro em ma condição. Vigas de madeira com apodrecimento aparente. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P11	Localidade: Santa Rita cavazine		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio santa rita		Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°53'29.43"S	Longitude Oeste: 53°30'57.65"O	
Comprimento: 4.0m	Largura da pista: 2,80 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (x)Sim ()Não **Urgente?** (x)Sim ()Não

Ponte em madeira com apoios de pedra irregular. Tabuleiro em péssimas condições. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Inexistência de sinalização.

COD:P12	Localidade: Barra do Ampere Roque	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampére	Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°52'4.523"S	Longitude Oeste: 53°33'7.123" O
Comprimento: 15 m	Largura da pista: 2,7 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? ()Sim (X)Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro em péssimas condições. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Inexistência de sinalização.

COD:P13	Localidade: Barra do Ampere Lazaroto	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampere	Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°52'26.45"S	Longitude Oeste:53°32'0.0" O
Comprimento: 12 m	Largura da pista: 2,9m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** ()Sim (X)Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P14	Localidade: São Pedro 1	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Preguiça	Idade: 50 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°49'23.0"S	Longitude Oeste:53°32'26.0" O
Comprimento: 7,8 m	Largura da pista: 2,6 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** ()Sim (X)Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios pedras irregular. Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Fissuras dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P15	Localidade: Linha São Pedro 2	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Preguiça	Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°48'40.0"S	Longitude Oeste:53°32'52.0" O
Comprimento: 8,0 m	Largura da pista: 2,8 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? ()Sim (X)Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Inexistência de sinalização.

COD:P16	Localidade: Linha Gularte	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Sarandi	Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°50'15.0"S	Longitude Oeste:53°29'16.0" O
Comprimento: 9,0 m	Largura da pista: 2,7 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? ()Sim (X)Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios madeira. Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Inexistência de sinalização.

COD:P17	Localidade: Linha São Tomaz		Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ronda		Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°56'5.0"S	Longitude Oeste: 53°24'39,0" O	
Comprimento: 7,0 m	Largura da pista: 2,6 m		
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas		



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (x)Sim ()Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro novo. Vigas de madeira aparentando boa condição. Erosão do solo no encontro da ponte. Inexistência de sinalização.

COD:P18	Localidade: Linha km 48	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampére	Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°55'23.07"S	Longitude Oeste: 53°22'2.0" O
Comprimento: 5,1 m	Largura da pista: 3,1 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** ()Sim (X)Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de pedras irregulares em mau estado. Tabuleiro danificado. Vigas feitas de trilho de trem. Fissuras nos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P19	Localidade: Linha biazim	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampére	Idade: 45 anos
Localização:	Latitude Sul: 26° 55'35.0"S	Longitude Oeste: 53°25'54.0"O
Comprimento: 6,0 m	Largura da pista: 2,4 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? (X)Sim ()Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro danificado. Vigas de madeira aparentando ma condição. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P20	Localidade: Linha Manfrim	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Ampére	Idade: 45 anos
Localização:	Latitude Sul: 26° 56'1.50"S	Longitude Oeste: 53°26'59.5"O
Comprimento: 9,0 m	Largura da pista: 2,4 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. Necessária? (X)Sim ()Não Urgente? ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Tabuleiro danificado. Vigas de madeira aparentando ma condição. Fissuras no concreto dos apoios. Inexistência de sinalização.

COD:P21	Localidade: Linha km 55	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Sarandi	Idade: 12 anos
Localização:	Latitude Sul: 25° 53'11,707"S	Longitude Oeste: 53°26'19.0"O
Comprimento: 5,4 m	Largura da pista: 2,4 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (X)Sim ()Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de pedras irregulares. Tabuleiro novo. Vigas de madeira em boa condição. Inexistência de sinalização.

COD:P22	Localidade: Linha Km 55	Data: janeiro/2013
Curso d'água:	Rio Sarandi	Idade: 35 anos
Localização:	Latitude Sul: 25°54'4.52"S	Longitude Oeste:53°25'3.67"O
Comprimento:4,8 m	Largura da pista: 2,20 m	
Material Superestrutura: Madeira	Tipologia da Estrutura: Vigas	



Comentários: Inspeção especializada. **Necessária?** (X)Sim ()Não **Urgente?** ()Sim (X)Não

Ponte em madeira com apoios de concreto. Vigas com ataque de cupins e início de ataque por fungos. Tabuleiro apresentando boa condição com pouco dano. Inexistência de sinalização.

APÊNDICE II–Entrevista com moradores próximo as pontes

1 Há quanto o senhor(a) mora nesta localidade?

2 O senhor(a) sabe há quanto tempo existe esta ponte?

a) Há quanto tempo foi realizado a última manutenção?

b) Que tipo de veículos passa nesta ponte?

Comentário: