

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL



**ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES
PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA**

ELIOENAI DE OLIVEIRA COSTA

ORIENTADOR:

Elói João Faria Figueiredo

Porto, Portugal

2020



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES
PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA**

ELIOENAI DE OLIVEIRA COSTA

Porto, Portugal

2020

Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Qualquer citação atenderá às normas da ética científica.

ELIOENAI DE OLIVEIRA COSTA

Dissertação aprovada em ____ / ____ / ____

Presidente do Júri:

Arguente:

Orientador: Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo

Declaro, que o meu trabalho, intitulado “ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA” é um trabalho original, fruto das minhas pesquisas e investigações.

Declaro, ainda, que citei e referenciei todos os autores e documentos por mim utilizados na produção do trabalho. As frases retiradas de trabalhos ou obras de outros autores (adaptadas ou não) e citadas neste trabalho estão assinaladas entre aspas e devidamente referenciadas, de acordo com as normas requeridas.

ELIOENAI DE OLIVEIRA COSTA

RESUMO

Este trabalho teve por principal objetivo levantar e analisar os custos associados à manutenção de pontes provisórias de madeira da Rodovia Transamazônica (BR-230), num trecho situado no Estado do Pará, Brasil, e compará-los com os valores necessários para construção das respectivas pontes definitivas de concreto. A análise foi feita em três pontes provisórias, que recentemente foram substituídas por pontes definitivas. Estas pontes provisórias perduraram há quase 50 anos (1971-2019), tendo sido realizadas obras de manutenção, reparo e substituição (total ou parcial), durante todo este período, de uma a quatro vezes por ano.

Com este estudo foi possível identificar que os custos estimados, com a manutenção das pontes provisórias de madeira, quase duplicaram em relação ao custo necessário para se construir as pontes definitivas de concreto. Também foram apresentados o modelo estrutural e as principais manifestações patológicas, visando o entendimento de algumas peculiaridades destas pontes provisórias de madeira na Transamazônica, que são extremamente solicitadas, pois esta é a única via de acesso para dezenas de municípios.

Para uma melhor compreensão do tema, fez-se também uma breve nota histórica da construção desta rodovia, que é a maior do Brasil, iniciada em 1970, dentro do governo militar. Não foi concluída na sua totalidade, no prazo estipulado de dois anos, e ainda hoje tem trechos em construção, sem pavimentos ou que ainda não foram iniciados.

Foi ainda realizada uma abordagem breve sobre a necessidade de acompanhamento de pontes, através dos Sistemas de Gestão de Pontes, comparando a realidade do Brasil com a de outros países do mundo. Adicionalmente, fez-se citação de algumas das principais tragédias com colapso de pontes, que nos motivam a aprofundar o conhecimento sobre o tema e aplicá-lo com maior urgência possível.

PALAVRAS-CHAVE: Rodovia Transamazônica (BR-230); Pontes Provisórias; Manutenção; Custos.

ABSTRACT

The main objective of this work was to survey and analyze the costs applied in maintenance of provisional wooden bridges applied on the Transamazônica highway (BR-230), in a stretch located in the State of Pará - Brazil, and to compare them with the values necessary for construction respective definitive concrete bridges. The analysis was carried out on three temporary bridges, which have recently been replaced by permanent bridges. These temporary bridges lasted for almost 50 years (1971-2019), with maintenance, repair and replacement works (total or partial) being carried out, during this entire period, from one to four times a year. With this study, it was possible to identify that the estimated costs with the maintenance of the temporary wooden bridges, were more than double, than was necessary to build the definitive concrete bridges. The structural model and the main pathological manifestations were presented, understanding some peculiarities of these bridges, which are extremely requested, as this is the only access route for dozens of municipalities.

Also, for a better understanding of the topic, a brief history of the construction of this highway (BR-230), which is the largest in Brazil, started in 1970, within the military government, was not fully completed within the stipulated period. two years, and still has stretches under construction, stretches without pavements, and others that have not even started.

A panoramic approach was also carried out on the need to monitor bridges, using the "Sistema de Gestão de Pontes - SGP", or, in English, BMS - Bridge Management System. Analyzing Brazil in relation to other countries in the world. Also, mentioning some of the main tragedies with the collapse of bridges, which motivate us to deepen the knowledge on the subject, and apply it as urgently as possible.

KEYWORDS: Transamazônica Highway (BR-230); Provisional Bridges; Maintenance; Costs.

“Pois qual de vós, pretendendo construir uma torre, não se assenta primeiro para calcular a despesa e verificar se tem os meios para a concluir? Para não suceder que, tendo lançado os alicerces e não a podendo acabar, todos os que a virem zombem dele, dizendo: Este homem começou a construir e não pôde acabar. Assim, pois, todo aquele que dentre vós não renuncia a tudo quanto tem não pode ser meu discípulo.”

JESUS, Evangelho de Lucas 14:28-30,33

“Porque dele, e por meio dele (Jesus), e para ele são todas as coisas. A ele, pois, a glória eternamente. Amém!”

Carta de Paulo aos Romanos 11:36

Soli Deo Glória

A minha amada esposa, e irmã em Cristo, Rebeca.
E ao maravilhoso presente que recebemos de Deus, nosso filho Abner.

AGRADECIMENTOS

Ao Deus Criador de todas as coisas, meu Pai, minha razão de viver, meu Sustentador, meu refúgio, escudo e baluarte. Que não só me deu vida e a salvação da minha condenação eterna, mas também cuidou de todos os detalhes para que a realização deste trabalho fosse possível para mim. A Ele toda a glória!

À minha esposa, por toda demonstração de amor, e por dividir todos os momentos comigo. Esta é a realização de um sonho sonhado à dois.

Aos meus pais, que mesmo diante da falta de recursos, fizeram de tudo que lhes era possível para que eu pudesse me dedicar aos estudos. Além de todos os ensinamentos de vida.

À minha sogra, que se tornou minha segunda mãe, e que, com muito carinho, cuidou do pequeno Abner nos momentos em que precisei para escrever este trabalho.

Ao meu orientador neste trabalho, o Prof. Doutor Elói João Faria Figueiredo, que sempre esteve disponível, mesmo estando distante e com sua grande perícia no tema, conduziu o trabalho à excelência.

Ao engenheiro Paulo Fontes, supervisor do DNIT, que dedicou muito do seu valioso tempo para reunir os dados que fomentaram este trabalho. E com tanta necessidade do apoio dele, e as constantes contactações, somados a sua presteza, resultou numa excelente amizade, que perdurará além deste trabalho.

ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
CITAÇÃO.....	VIII
DEDICATÓRIA.....	IX
AGRADECIMENTOS.....	X
ÍNDICE GERAL.....	XI
ÍNDICE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE TABELAS.....	XVI
GLOSSÁRIO/ABREVIATURAS.....	XVII
INTRODUÇÃO.....	1
Apresentação.....	1
Objetivos.....	1
Problemática e Justificativa.....	1
Metodologia.....	7
Organização do trabalho.....	7
CAPÍTULO I – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PONTES.....	9
I.1 - Necessidade de acompanhamento das pontes.....	9
I.1.1 - Colapsos de pontes no Mundo.....	11
I.1.2 - Colapsos de pontes no Brasil.....	13
I.2 - Estratégia global de manutenção de Pontes.....	17
I.2.1 - Principais Sistemas de Gestão de Pontes desenvolvidos do Mundo.....	18
I.2.2 - Realidade brasileira – sistema de gerenciamento de pontes do DNIT.....	22
I.3 - Estimativa de custos relativos às Intervenções em Pontes.....	29
I.3.1 - Estimativa de custos com a Inspeção e Manutenção de Pontes.....	30
I.3.2 - Estimativa de custos com a Reparação de Pontes.....	31
CAPÍTULO II – PONTES DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA.....	33
II.1 - Descrição da rodovia.....	34
II.1.1 - Breve Histórico da construção da BR-230.....	36
II.1.2 - Panorama atual da BR-230.....	38
II.2 - Descrição das Pontes de Madeira estudadas.....	43
II.2.1 - O uso de pontes provisórias de madeira na Transamazônica.....	43
II.2.2 - Localização e Características Básicas.....	46

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE
MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

II.2.3 - Descrição do modelo estrutural.....	50
II.3 - Principais ocorrências de patologias.....	56
CAPÍTULO III – ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS DE MANUTENÇÃO DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA COM VALOR DE CONSTRUÇÃO COM SUAS RESPECTIVAS PONTES DEFINITIVAS.....	62
III.1 - Custos com a Manutenção das Pontes Provisórias de Madeira.....	62
III.1.1 - Custos levantados.....	63
III.1.2 - Custos reajustados e estimativa total para o uso prolongado.....	65
III.2 - Valores de construção das respectivas pontes definitivas.....	67
III.3 - Comparativo.....	70
CONCLUSÃO.....	72
BIBLIOGRAFIA.....	74
ANEXOS.....	81

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 - Ponte sobre o Rio Cupari - Pará - BR-230.....	3
Figura 2 - Colapso de uma ponte de madeira na Rod. Transamazônica, KM 94, em janeiro de 2019.....	4
Figura 3 - Ponte quebra e carreta tomba na rodovia BR-230, em 09/02/2019.....	4
Figura 4 - Manifestantes ateiaram fogo em duas pontes em protesto contra o IBAMA, na Rod. Transamazônica (BR-230), em julho de 2019.....	5
Figura 5 - Custo de manutenção em função do período da intervenção.....	10
Figura 6 - Colapso da Silver Bridge 17/12/1967, que matou 46 pessoas, USA.....	13
Figura 7 - Colapso da seção norte da Minneapolis I-35W Bridge, Minnesota, USA.....	13
Figura 8 - Colapso da Ponte sobre o rio Jacuí em Agudo-RS, 5 de janeiro de 2010.....	14
Figura 9 - Ponte Presidente Roosevelt, Sete Quedas, em Guaira-Paraná, desabou causando a morte de 32 pessoas, em janeiro de 1982.....	15
Figura 10 - Viaduto da rodovia Marginal Pinheiros, Zona Oeste de São Paulo - SP, cedeu cerca de dois metros, 15 de novembro de 2018.....	15
Figura 11 - Colapso da 4ª Ponte da Alça Viária no Rio Moju, estado do Pará, em 23 de março de 2014.....	16
Figura 12 - Colapso da 3ª Ponte da Alça Viária no Rio Moju, estado do Pará, em 06 de abril de 2019.....	17
Figura 13 - Modelo básico de gestão de pontes da Alemanha.....	20
Figura 14 - Custos de intervenção em pontes em função do tempo e do material estrutural.....	32
Figura 15 - Extensão em “km” das Rodovias Pavimentadas por Estado.....	34
Figura 16 - Relação (Extensão de Rodovias Pavimentadas / Área Territorial).....	35
Figura 17 - Simulação de rodovia entre Lisboa/Portugal a Cazã/Rússia.....	36
Figura 18 – Presidente Emílio Médice dá início à construção da Rodovia Transamazônica, Altamira-PA, em 9 de Outubro de 1970.....	37
Figura 19 - Ficha técnica: Rodovia Transamazônica - BR-230.....	39
Figura 20 - Descrição gráfica da BR-230 - Transamazônica.....	39
Figura 21 - Construção da BR-230 - Altamira-PA - Outubro de 1970.....	41

Figura 22 - Rodovia BR-230, a Transamazônica, entre Marabá-PA e Novo Repartimento-PA - 26/04/2019.....	41
Figura 23 - Rodovia BR-230, a Transamazônica, em Medicilândia-PA - 25/01/2019.....	41
Figura 24 - Notícia: “BR-230/PA: Asfalto na Ladeira da Velha já é realidade”, Pacajá-PA, em 09 de Novembro de 2015.....	42
Figura 25 - Trecho da BR-163 que coincide com a BR-230 - Transamazônica entre Mirituba-PA e Trairão-PA.....	42
Figura 26 - Exemplo de uma ponte provisória de madeira com pilares degradados.....	43
Figura 27 - Exemplo de uma ponte provisória de madeira com deslizante (ou rodeiro) desgastado.....	44
Figura 28 - Construção da BR-230 em 17 de agosto de 1971.....	45
Figura 29 - Construção da BR-230 em 13 de julho de 1972.....	45
Figura 30 - Imagem de satélite com a demarcação da BR-230 destacando o trecho estudado.....	46
Figura 31 - Diagrama unifilar apresentando as pontes estudadas.....	47
Figura 32 - Execução dos pilares da ponte definitiva (Ponte 1), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	48
Figura 33 - Execução das vigas longarinas da ponte definitiva (Ponte 1), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	48
Figura 34 - Execução dos blocos de coroamento da ponte definitiva (Ponte 2), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	48
Figura 35 - Vigas longarinas concluídas da ponte definitiva (Ponte 2), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	49
Figura 36 - Execução das estacas da ponte definitiva (Ponte 3), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	49
Figura 37 - Retirada de formas das vigas longarinas da ponte definitiva (Ponte 3), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.....	49
Figura 38 - Projeto tipo de uma ponte de madeira: vista lateral no sentido longitudinal.....	50
Figura 39 - Projeto tipo de uma ponte de madeira: vista frontal no sentido transversal.....	51
Figura 40 - Modelo de uma ponte de madeira utilizado no Mato Grosso: vista tabuleiro.....	53

Figura 41 - Limitação dos rodeiros para aliviar as longarinas.....	54
Figura 42 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1972 na BR-230.....	54
Figura 43 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1971 na BR-230.....	55
Figura 44 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1972 na BR-230.....	55
Figura 45 - Ponte 1 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo e guarda rodas, 2013.....	58
Figura 46 - Ponte 1 (provisória) em manutenção, 2013.....	58
Figura 47 - Ponte 1 (provisória) recuperada, 2013.....	59
Figura 48 - Ponte 2 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo em uma lateral, 2015.....	59
Figura 49 - Ponte 2 (provisória) em manutenção, 2015.....	59
Figura 50 - Ponte 2 (provisória) recuperada, 2015.....	60
Figura 51 - Ponte 2 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo e guarda rodas, 2015.....	60
Figura 52 - Ponte 3 (provisória) em manutenção, 2015.....	60
Figura 53 - Ponte 3 (provisória) recuperada, 2015.....	61

ÍNDICE TABELAS

Tabela 1 - Valor adicionado bruto na atividade industrial no Território/ Município – 2007.....	6
Tabela 2 - Acidentes de pontes com mais mortos dos últimos 20 anos.....	12
Tabela 3 - Relação dos custos diretos anuais de ciclo de vida com o seu valor patrimonial.....	31
Tabela 4 - Características básicas das pontes estudadas.....	47
Tabela 5 - Descrição das peças estruturais do projeto tipo de uma ponte de madeira.....	52
Tabela 6 - Propriedades de rigidez e resistência das madeiras utilizadas nas pontes.....	56
Tabela 7 - Custos com a manutenção das pontes provisórias de madeira no período de 2013 a 2017.....	64
Tabela 8 – Custos reajustados com a manutenção das pontes provisórias de madeira no período de 2013 a 2017 e cálculo da projeção histórica.....	66
Tabela 9 - Valores licitados do contrato celebrado em 2015 para projeto e construção das três pontes definitivas.....	68
Tabela 10 - Simulação dos Valores reajustados para 2017 do contrato celebrado em 2015 para construção das três pontes definitivas.....	69
Tabela 11 - Valores e percentuais comparativos entre os custos com o histórico de manutenção das pontes provisórias e a construção das pontes definitivas.....	70

GLOSSÁRIO/ABREVIATURAS

AM - Amazonas

AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials

BIT - Banco de Informações de Transportes

BMS - Bridge Management System

BR - Brasil

BRIME - Bridge Management in Europe

CONTRAN - Conselho Nacional de Trânsito

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

FHWA - Federal Highway Administration

IR - Índice de Reajuste

NBIS - National Bridge Inspection Standards

PA - Pará

POR - Portugal

RJ - Rio de Janeiro

INTRODUÇÃO

Apresentação

Este trabalho intitulado “ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA” consiste uma pesquisa para composição de uma Dissertação apresentada à Universidade Fernando Pessoa, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

Objetivos

Tendo por objetivos:

- levantar tipos e modelos de pontes provisórias de madeira integradas na Rodovia Transamazônica (BR-230), num trecho situado no Estado do Pará - Brasil;
- verificar as principais patologias apresentadas nestas pontes;
- analisar os custos de manutenção destas pontes; e
- comparar as previsões de custos na manutenção das pontes provisórias com os custos na construção das respectivas pontes definitivas.

Problemática e Justificativa

Quando é feita a tomada de decisão positivamente para construção de uma obra, é iniciado o chamado planejamento executivo. Que, de forma geral, é embasado em documentos, tais como: projetos básicos e executivos, com seus respectivos memoriais de cálculos e cadernos de especificações, orçamento detalhado, contratos, bem como os cronogramas físicos e financeiros. Todo o planejamento executivo é feito de acordo com tais documentos, pensando no emprego de soluções e técnicas mais adequadas para atender as especificações de projeto e cronograma previsto, ponderando com as limitações técnicas e orçamentárias. Como exemplo, podemos pensar numa obra de pavimentação de uma rodovia já existente, onde se tomará a decisão da estratégia

executiva quanto à interrupção do tráfego na rodovia durante a obra, o que, conseqüentemente, levará a reflexão de questões como: É possível uma interrupção total com um desvio de rota? Se não, faz-se-á uma interrupção parcial com apenas uma faixa de rolamento? O que isso acarretará com relação ao prazo e custo da obra? Dentre outras questões similares a estas.

Poderíamos pensar em vários outros exemplos como este, dentre as diversas decisões necessárias ao procedimento executivo. Dentro destas, incluí o caso estudado neste trabalho. Que trata do caso comum nas rodovias na região norte do Brasil, onde há inúmeros córregos de água perenes (constantes) e, durante a construção das pontes, não é viável construir um desvio com aterro, sendo necessária a construção de pontes provisórias. Neste caso, com a grande disponibilidade regional (local) de matéria-prima, estas pontes provisórias são feitas de madeira. Em várias outras regiões do Brasil, e certamente do mundo, esta não seria a solução mais viável.

Levando em consideração que no Brasil é comum as obras, tanto públicas como privadas, ultrapassarem os prazos previstos para execução, decorrente por uma série de falhas no planejamento executivo, dentre elas podemos citar:

- ✓ Falta de compatibilização de projetos e/ou projetos deficientes, que acarretará a alterações durante a execução;
- ✓ Elaboração de cronogramas inexecutáveis, sem levar em consideração as limitações técnicas e financeiras. O que parece ser apenas uma elaboração de um documento para compor a documentação da obra, não levando em consideração o que de fato será executado dentro desta previsão;
- ✓ Inexperiência de empresas construtoras que cometem falhas no gerenciamento dos seus recursos (financeiros e humanos) e, como consequência, sofrem grandes prejuízos, chegando até à falência;
- ✓ Contratantes (público ou privado) que por algum motivo, previsto ou imprevisto, não tem recurso suficiente para conclusão;
- ✓ Falta de mão-de-obra especializada e experiente, que provoca muitos erros na execução e falta de agilidade e, conseqüentemente, retardamento dos serviços;
- ✓ Orçamentos que não levam em consideração os preços locais. Os orçamentos são geralmente elaborados com tabelas de referência estaduais, que consideram os preços em cidades próximas da capital e provocam uma

defasagem em relação as cidades do interior e de difícil acesso, levando as empresas construtoras a não concluírem os trabalhos;

✓ Fatores de reajustes financeiros, como inflação, desvalorização da moeda, ajustes salariais, que ocorrem durante a execução, e levam empresas a prejuízos avultados e, por vezes, mesmo à falência.

Por motivos como estes, as obras fogem do cronograma previsto, ou mesmo passam um longo período paralisadas. Como consequência, as estruturas provisórias têm o seu uso extremamente prolongado, sendo necessárias medidas de manutenção destas estruturas, não previstas inicialmente pois eram vistas como estruturas provisórias.

Este estudo tem por objeto as pontes de madeira construídas para uso provisório, desde do início da construção da rodovia no ano de 1971, para um período curto de utilização (cerca de 1 a 3 anos), enquanto se executa as pontes definitivas de dois tipos: pontes totalmente de concreto armado e protendido; ou pontes mistas aço-concreto, isto é, com vigas metálicas e restante de concreto armado. Por falhas no planejamento executivo, tais como os que foram anteriormente citados, estas obras, ou pelo menos em alguns trechos, não tiveram grandes progressos, sendo executada a manutenção da rodovia implantada ao longo dos anos (no caso dos trechos não concluídos). Como consequência, estas pontes provisórias perduram até hoje, conforme podemos ver na

Figura 1.



Figura 1 - Ponte sobre o Rio Cupari - Pará - BR-230 (GENTILE, 2019).

Este sistema de pontes provisórias, que são constituídas de madeira maciça serrada, é utilizado na Rodovia Transamazônica (BR-230) ao longo destes quase 50 anos, sendo necessárias obras de manutenção e reconstrução (no caso de colapso destas). As limitações deste tipo de pontes provocam inúmeros prejuízos nos âmbitos Econômico, Social e Ambiental, atingindo até a saúde física dos usuários, pois já provocou diversos acidentes, entre letais e não-letais. A fragilidade destas estruturas, junto com o facto de haver muitas e fortes enchentes na região, leva ao colapso das mesmas por diversas vezes durante o seu uso prolongado (**Figura 2** e **Figura 3**).



Figura 2 - Colapso de uma ponte de madeira na Rod. Transamazônica, KM 94, em janeiro de 2019 (ADMS, Felype / O Liberal, 2019).



Figura 3 - Ponte quebra e carreta tomba na rodovia BR-230, em 09/02/2019 (G1-PA, 2019a).

De entre os diversos prejuízos causados pelo atraso em construir as pontes definitivas, destacam-se os aspetos Ambientais, Sociais e Econômicos.

No aspecto Ambiental, podemos destacar dois pontos importantes. Primeiro, o assoreamento dos rios, pelo fato de não serem estruturas definitivas, não atendem

adequadamente a conformação do leito do rio em seu comprimento e altura, de modo a permitir um perfeito fluxo deste; principalmente causado pelo avanço do aterro nos encontros (transição) destas. Segundo, o próprio uso da madeira como material provisório, fazendo várias substituições de peças e até reconstruções quase totais de pontes, provocando um consumo desnecessário. Apesar de que a madeira pode ter um manejo (exploração) sustentável, o uso desnecessário, como um material descartável não o é.

De entre os diversos impactos Sociais, estão os diversos constrangimentos desencadeados pela dificuldade de acesso geradas por ausência de pontes definitivas, que garantam a segurança, durabilidade e trafegabilidade suficientes para ser o único acesso terrestre a dezenas de cidades. Com isto, a população local é prejudicada em vários aspectos como: na educação, por causa da interrupção do transporte de estudantes que residem em cidades ou distritos distantes do local de estudo; na saúde, por causa da interrupção do transporte de pacientes; no emprego, por causa do trânsito provocado pelos trabalhadores; no convívio social entre familiares e amigos que residem em cidades diferentes, etc. Estas pontes provisórias, por diversas vezes, ficam interditadas por necessidade de manutenção, por causa de danos devido as fortes enchentes, ou por sobrecarga excessiva de carretas acima do peso compatível, ou mesmo por questões de durabilidade por desgaste das peças. Ainda acrescenta-se o facto de que, em vários protestos (dentro destes inclui-se reivindicações pela própria construção da ponte definitiva ou pavimentação da via), manifestantes ateam fogo nestas pontes de madeira, conforme exemplo apresentado na **Figura 4**, para causar um impacto maior e maximizar suas manifestações. Este mesmo caso, também acontece, em roubos de grandes valores, os bandidos ateam fogo nas pontes para impedir a passagem da polícia durante a perseguição.



Figura 4 - Manifestantes ateam fogo em duas pontes em protesto contra o IBAMA, na Rod. Transamazônica (BR-230), em julho de 2019 (DOL - Diário Online, 2019).

No aspecto Econômico, as pontes provisórias geram prejuízo incalculáveis, em praticamente todos os setores econômicos desta região, dificultando todo o escoamento de mercadorias, tanto nas aquisições como na distribuição de mercadorias locais. Como já citado, estas pontes na rodovia transamazônica (BR-230) perfazem o único caminho que dá acesso a dezenas de cidades do estado do Pará. E esta região específica, de grande riqueza natural, tem a maior parte de sua economia girando em torno da pecuária, agricultura e extrativismo, e devido a dificuldade de acesso, não é sem razão que não haja grandes investimentos na produção industrial, conforme visto na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Valor adicionado bruto na atividade industrial no Território/ Município – 2007 (BRASIL/SIT - Sistema de Informações Territoriais, 2010)

Municípios	Preços Correntes (Mil Reais)		Participação Percentual (%)
	Indústria	PIB Total	
Altamira	63.450	508.218	12
Anapu	7.246	68.266	11
Brasil Novo	4.197	73.639	6
Medicilândia	7.665	101.230	8
Pacajá	14.922	135.622	11
Placas	4.835	48.647	10
Porto de Moz	7.558	71.248	11
Senador José Porfírio	3.945	45.174	9
Uruará	27.020	167.078	16
Vitória do Xingu	2.844	66.321	4
Total Território	143.681	1.285.442	11
Estado do Pará	13.779.837	49.507.144	28

Com isto, soma-se um elevado valor no frete para o valor agregado de todos os produtos, elevando muito o custo dos insumos básicos, gerando um efeito em cadeia e elevando muito o custo de vida desta região, apresentando um desbarato em relação a outras regiões dentro do mesmo estado.

Dentro dos prejuízos econômicos está também o gasto com a manutenção destas pontes provisórias, em suas dezenas de anos de vida. Se assim podemos dizer, visto que passaram por reconstrução, parcial ou total, em algum momento. Assim, este trabalho centra-se neste aspecto econômico, da aplicação de verbas da União (Governo Federal) na manutenção e reconstrução destas pontes provisórias, em virtude do uso prolongado das mesmas, comparando o valor aplicado nesta manutenção com o valor global de construção das pontes definitivas.

Metodologia

Este trabalho baseou-se no Método Dedutivo que, segundo Gerhardt e Silveira (2009), define o método científico de pesquisa em “Parte-se de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis, possibilitando chegar a conclusões de maneira puramente formal, em virtude de sua lógica.” Enquadra-se uma Pesquisa Quantitativa com os dados documentais obtidos junto do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Os dados analisados são referentes a três pontes, compondo-se de: (i) planilhas orçamentárias das licitações das pontes definitivas que se encontram em execução; (ii) relatórios de pagamentos dos contratos de manutenção das pontes de madeira, de um contrato de 5 anos; e (iii) registros fotográficos.

Organização do trabalho

O trabalho foi organizado na seguinte sequência:

- No capítulo 1 é feita uma abordagem conceptual sobre manutenção e conservação de pontes, bem como a necessidade de acompanhamento de Obras de Arte Especiais (OAE's), como são chamadas as pontes no Brasil, como fruto de uma pesquisa em normativas nacionais e internacionais. Este capítulo trata ainda da questão da metodologia do cálculo de custo com manutenção destas.
- O capítulo 2 faz uma apresentação do caso de estudo, abordando as pontes de madeira da Rodovia Transamazônia (BR-230), no trecho situado entre os municípios de Anapu-PA e Altamira-PA, observando o modelo destas e uma análise das intervenções de manutenção e reparação mais recorrentes.
- No capítulo 3 é apresentada a análise dos custos com a manutenção destas pontes de madeira, projetando para toda sua vida útil e relacionando com os custos para construção das pontes definitivas.
- Finalmente, esta dissertação termina com as respectivas conclusões e desenvolvimentos futuros.

Faz-se ainda referência à existência de uma lista bibliográfica e de um conjunto de anexos que apoiaram a análise do trabalho.

CAPÍTULO I – MANUTENÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PONTES

De uma forma geral, o estudo do tema de manutenção e conservação de estruturas especiais é relativamente recente, pois deverá ter iniciado na segunda metade do século XX após o grande investimento nas infraestruturas verificado após a Segunda Guerra Mundial. Apesar de hoje entendermos a pertinência do tema, é compreensível que no período onde houve um grande avanço tecnológico nos materiais de construção, principalmente no início do século XX, com advento do cimento Portland e de ligas de aço mais aprimoradas, a maior preocupação fosse conhecer as propriedades mecânicas dos materiais com o foco na resistência aos esforços atuantes, e no dimensionamento para elaboração do projeto. As questões de durabilidade e cuidados para prolongar a vida útil das estruturas eram muitas vezes negligenciadas. No caso do concreto, até se chegou a pensar que seria um material eterno. Com o passar do tempo, estas estruturas foram apresentando falhas e então foi levantada esta demanda.

E mais especificamente nas pontes, Vítório (2002), no seu livro intitulado: “Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão”, afirma:

A preocupação com este tema, algo relativamente novo em todo o mundo, iniciou-se nos anos setenta na Europa e nos Estados Unidos, merecendo, a partir de então, crescente atenção da comunidade técnica internacional através de ações concretas visando o estabelecimento de padrões aceitáveis para o gerenciamento das pontes existentes.

I.1 - Necessidade de acompanhamento das pontes

No caso das pontes, que são estruturas de extrema relevância para qualquer sociedade, visto que interligam rotas comerciais, industriais e turísticas, interferindo assim diretamente na macro e microeconomia de qualquer país. Tal importância, faz com que seja impensável a interrupção destas estruturas por falhas que poderiam ser evitadas e, acima de tudo, a possibilidade da perda de vidas humanas.

Com o acumular de tragédias, tem havido um despertar para estudar o tema, dando lugar ao planejamento e execução de medidas de acompanhamento e manutenção. Assim, quanto melhor a qualidade do acompanhamento destas estruturas, identificando

mais cedo os problemas e mais rápido se executando as práticas de intervenção, mais seguranças estão as pessoas que utilizam as pontes e menores são potencialmente os custos de manutenção.

Pode-se afirmar que as correções são mais duráveis, mais efetivas, mais fáceis de se executar e muito mais baratas quando mais cedo forem executadas. A demonstração mais expressiva dessa afirmação é a chamada “Lei de Sitter” que mostra os custos crescendo segundo uma progressão geométrica. Dividindo as etapas construtivas e de uso em quatro períodos correspondentes ao projeto, à execução da obra propriamente dita, à manutenção executada antes dos três primeiros anos e à manutenção corretiva efetuada após o surgimento dos problemas, a cada uma corresponderá um custo que segue uma progressão geométrica de razão cinco, conforme indicado na **Figura 5**. (HELENE 1992)

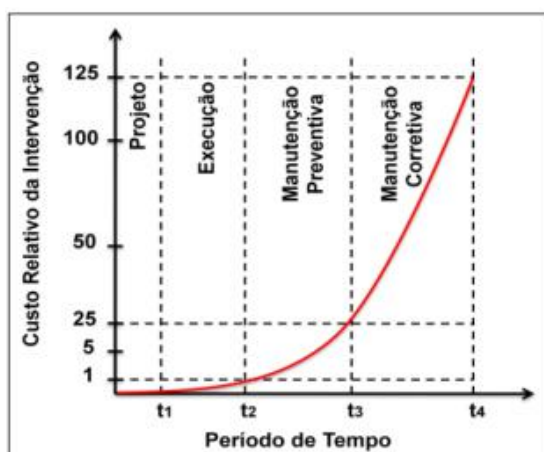


Figura 5 - Custo de manutenção em função do período da intervenção (HELENE, 1992)

Os tipos e causas dessas falhas, podem ser diversos. Vitório (2002) classifica as principais falhas estruturais ocorrentes em pontes:

Falhas congênitas

- a) decorrentes da concepção do projeto;
- b) devidas a inadequado estudo das condições do local onde a obra foi executada;
- c) devidas à inobservância das normas técnicas vigentes.

Falhas adquiridas durante a construção

- a) devidas ao uso de materiais impróprios ou com características diferentes daquelas especificadas no projeto;
- b) decorrentes da adoção de equipamentos e métodos construtivos inadequados;
- c) devidas à utilização de mão-de-obra não especializada;
- d) causadas pela falta de entrosamento nos diversos níveis, envolvendo projetista, construtora, fornecedores, fiscalização e proprietário.

Falhas motivadas por causas acidentais

- a) carregamento excessivo;
- b) utilização inadequada da estrutura;

c) mudanças repentinas das condições originais do leito do rio, como é o caso das enchentes e erosões.

Falhas adquiridas devido às condições de exposição

a) obras situadas em meio-ambiente agressivo.

Para otimização do processo de acompanhamento destas falhas, surgiram os Sistemas de Gestão de Pontes na década de 90 do século passado, que podem ser definidos como:

... um sistema auxiliar organizacional e de decisão, constituído de um conjunto de atividades inter-relacionadas, que contempla normas e diretrizes para todas as atividades, uma organização para gerir e realizar essas atividades, um banco de dados geral dessas atividades e um conjunto de ferramentas computacionais para o processamento de um inventário, com as informações das condições atuais das pontes. Ele possibilita o desenvolvimento de modelos para determinação e previsão das condições futuras dos seus elementos e componentes em termos de durabilidade, de capacidade de carga e de condições de tráfego. É um sistema multifacetado que abrange aspectos relacionados à engenharia, à ciência da computação, à economia, à ciência do ambiente e à política, razão pela qual sua implantação não é tarefa fácil, exigindo profissionais das mais diversas áreas do conhecimento. (MENDES 2009).

Na generalidade dos países mais desenvolvidos, como os Estados Unidos da América e na Europa em geral, os sistemas de gestão de pontes têm-se revelado uma ferramenta importante para ajudar a definir uma estratégia global de acompanhamento da condição das pontes e para minimizar o número de colapsos.

I.1.1 - Colapsos de pontes no Mundo

Diversos colapsos de pontes, no Brasil e no mundo. Dentre estes, pode-se pontuar alguns dos casos mais recentes e emblemáticos.

Segundo matéria republicada em jornais brasileiros de grande circulação como “G1”, “ESTADÃO” dentre outros, com autoria da “AFP - Agence France-Presse”, elenca os acidentes de pontes com mais mortos dos últimos 20 anos, levantados em 2018. A **Tabela 2** apresenta uma síntese deste levantamento.

Tabela 2 - Acidentes de pontes com mais mortos dos últimos 20 anos (G1/AFP, Adaptado, 2018)

ANO	PONTE	PAÍS	MORTOS
1998	Sobre o rio Piura	Peru	26
1999	Ponte Qi River Pedestal	China	40
2001	Hintze Ribeiro Bridge	Portugal	58
2003	Daman Bridge	Índia	20
	Sobre o rio Chapare	Bolívia	29
2006	Kalpani Mardan	Paquistão	40
	Ponte Ulta Pul	Índia	34
2007	Sobre rio Tuojiang	China	64
	Sobre o rio Bheri	Nepal	16 (41)*
2011	Ponte de Darjeeling	Índia	32
	Sobre o rio Kameng	Índia	30
2016	Viaduto Vivekananda	Índia	26
2018	Ponte Morandi	Itália	43

* Contabilizando os desaparecidos

Nestes casos, incluem-se falhas por falta de gerenciamento e manutenção, falhas em projetos e/ou execução de pontes recém construídas ou em construção, e desastres naturais.

Nos EUA, que são um dos pioneiros em aplicação de Sistema de Gerenciamento de Pontes (SGP), ou, em inglês, BMS - *Bridge Management System*, os colapsos de pontes, que talvez mais caracterizaram a falta de manutenção, e motivaram à aplicação e a otimização destes sistemas, conforme aborda FIGUEIREDO (2010), foram os casos:

- de Silver Bridge, na US Highway 35, quando pinos conectores ligados à suspensão, subitamente entraram em colapso, em 17 de Dezembro de 1967, e matou 46 pessoas (**Figura 6**). Este evento catastrófico provocou a FHWA para estabelecer o Programa Nacional de Inspeção de ponte em 1970.
- Minneapolis I-35W Bridge, em 2007, sobre o rio Mississippi, Minnesota, desabou durante a hora de ponta, matando 13 pessoas (**Figura 7**).

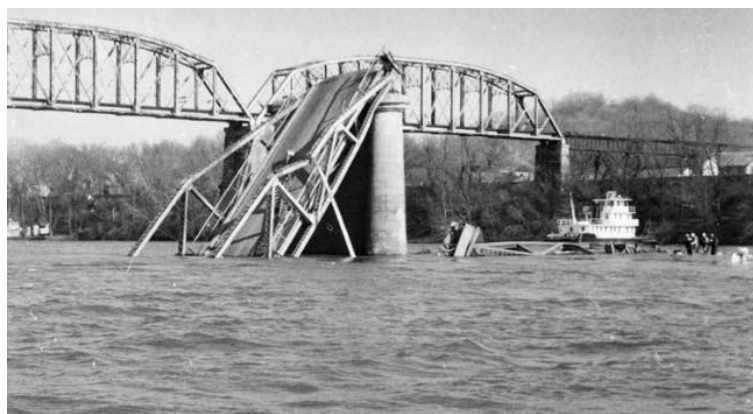


Figura 6 - Colapso da Silver Bridge 17/12/1967, que matou 46 pessoas, USA (MetroNews, 2017).



Figura 7 - Colapso da seção norte da Minneapolis I-35W Bridge, Minnesota, USA (NTSB - National Transportation Safety Board, 2008)

I.1.2 - Colapsos de pontes no Brasil

No Brasil, assim como no resto do mundo, houve vários colapsos de pontes no decorrer da história. Como um país continental (isto é, do tamanho de um continente), há um enorme número de OAE espalhas em todo o território. Segundo SANTOS (2012), estima-se em 120 mil entre pontes e viadutos. Muitas destas OAE situam-se longe dos grandes centros e muitas vezes os colapsos nem são noticiadas a nível nacional. Felizmente, em termos de fatalidade, não tem havido grandes tragédias com OAE's no Brasil. Porém, uma vida de um ser humano é uma vida sem valor calculável.

Os colapsos mais recentes e que tomaram maior proporção, pelos constrangimentos causados, são descritos em seguida.

Em 5 de janeiro de 2010, colapsou uma parte da Ponte sobre o rio Jacuí, em Agudo, nos estado do Rio Grande do Sul (Figura 8), na RSC-287, que liga os municípios de Montenegro a Santa Maria. Causado por uma grande enchente, este colapso, provocou cinco mortes, entre eles o vice-prefeito de Agudo, dentre 15 pessoas que caíram quando passam pela ponte no momento do acidente.



Figura 8 - Colapso da Ponte sobre o rio Jacuí em Agudo-RS, 5 de janeiro de 2010 (Governo do Rio Grande do Sul, 2010)

O projeto da ponte sobre o rio Jacuí data de 1959 e a construção foi concluída em 1963. Pelo projeto, a ponte era de concreto, com 314 m de extensão. São seis pilares intermediários e dois encontros de concreto fechados nas extremidades. Os cinco vãos centrais possuem 42 metros e os dois vãos extremos, 36 metros. (Governo do Rio Grande do Sul, 2010)

Este colapso de OAE caracterizou-se como o mais letal no Brasil no século XXI.

A Ponte Presidente Roosevelt era uma ponte de pedestres que dava acesso a um salto das Sete Quedas, em Guaíra-Paraná, desabou, causando a morte de 32 pessoas, em janeiro de 1982 (Figura 9). Seis pessoas foram salvas por pescadores da região. Segundo as investigações, a queda da ponte foi causada pela falta de manutenção e pela intensa visitação às quedas d'água - ambos relacionados à construção da Usina de Itaipu, cuja represa cobriria as Sete Quedas, com data para ser desativada. (FARIA / Gazeta do Povo, 2016).



Figura 9 - Ponte Presidente Roosevelt, Sete Quedas, em Guaíra-Paraná, desabou causando a morte de 32 pessoas, em janeiro de 1982 (TOLEDO, Marcelo / Folha de S. Paulo, 2017).

Este caso foi o colapso de pontes com o maior número de mortes. Constatou-se que as causas do acidente estiveram relacionadas com erro humano, e não desastre natural, em particular devido à falta de manutenção e excesso de carga.

O viaduto da rodovia Marginal Pinheiros, Zona Oeste de São Paulo - SP, cedeu cerca de dois metros na madrugada do dia 15 de novembro de 2018 (Figura 10) No momento da ruptura, por volta de 3h30, poucos motoristas trafegavam pela via. Um deles teve escoriações leves e cinco carros ficaram danificados. (G1-SP, 2018).

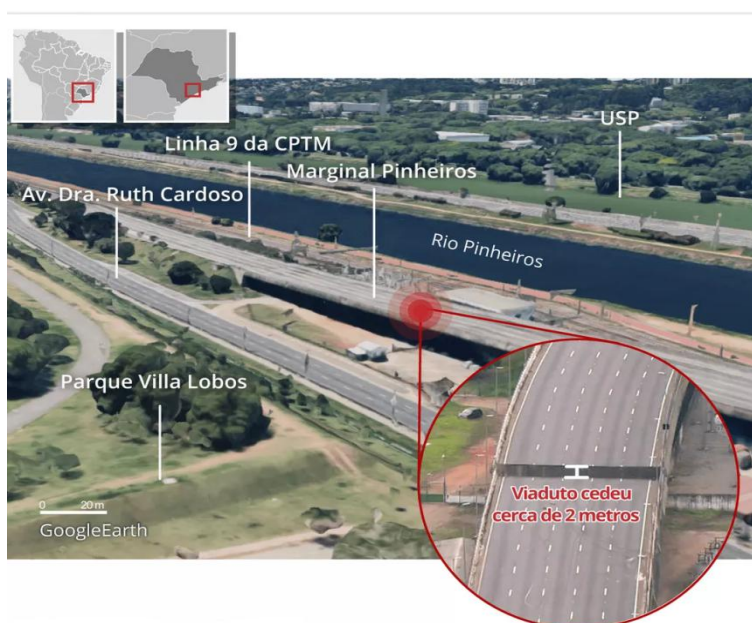


Figura 10 - Viaduto da rodovia Marginal Pinheiros, Zona Oeste de São Paulo - SP, cedeu cerca de dois metros, 15 de novembro de 2018 (G1-SP, 2018).

Este caso, apesar de, felizmente, não registrar vítimas fatais, ou mesmo com ferimentos graves, foi o que mais tomou proporção nos meios de imprensa, e desencadeou uma série de reportagens, a nível nacional, sobre a necessidade e urgência da manutenção de OAE's no Brasil. Assim, este caso também despertou alguns órgãos fiscalizadores do poder público, para fazer inspeções e emitir relatórios com cobranças às respectivas autoridades competentes. Esta proporção deu pelo fato deste viaduto se localizar na maior metrópole do país (São Paulo) e se tratar de uma importante via para esta cidade, com um enorme fluxo de veículos, que, com este ocorrido, ocasionou enormes transtornos.

No estado do Pará, ocorreu o colapso de duas Pontes da Alça Viária, sobre o Rio Moju, em 2014 e em 2019. Estes casos tratam-se de duas pontes muito próximas e que tiveram o colapso causado pelo mesmo motivo, dentro de um período de cinco anos – embate de embarcações. Estas pontes, inauguradas em 2002, possuem dimensões idênticas, em extensão de 868,00 m, e altura máxima de 23,00 m (acima do N.A. máximo), são chamadas de 3ª e 4ª pontes da Alça Viária do Pará, que liga a capital Belém ao interior do estado do Pará. Ambas estão dispostas sobre o rio Moju, sendo que a 4ª ponte está localizada na área urbana do município que tem este nome (Moju).

Primeiro, ocorreu o colapso da 4ª Ponte, em março de 2014, doze anos após sua inauguração, quando uma balsa carregada com 900 toneladas de dendê destruiu uma coluna da estrutura, deixando dois trechos de pista pendurados, conforme é possível observar na **Figura 11**. Ninguém saiu ferido no acidente, mas a travessia ficou inviabilizada e gerou grandes transtornos. Pois ficou interditada entre março de 2014 e dezembro de 2015. (O Liberal, 2019)



Figura 11 - Colapso da 4ª Ponte da Alça Viária no Rio Moju, estado do Pará, em 23 de março de 2014 (G1-PA, 2014)

Cerca de cinco anos mais tarde, em 6 de abril de 2019, ocorreu o colapso da 3ª Ponte (**Figura 12**).

De acordo com o governo, o rompimento ocorreu devido a uma balsa, que transportava rejeitos de dendê, colidir com um dos pilares da ponte, que é a terceira da Alça Viária, no quilômetro 48 da rodovia estadual PA-483. Com a batida, quatro pilares colapsaram. (G1-PA, 2019b).



Figura 12 - Colapso da 3ª Ponte da Alça Viária no Rio Moju, estado do Pará, em 06 de abril de 2019 (G1-PA, 2019c).

Este como os outros casos citados, nos levam a refletir sobre como são feitas as tomadas de decisões desde concepção, projeto, execução, monitoramento, manutenção e reparos.

I.2 - Estratégia global de manutenção de Pontes

Conforme já abordado, a parametrização das tomadas de decisões e ações de manutenção em pontes são hoje geridas pelos Sistema de Gestão de Pontes (SGP), ou BMS, compondo-se de normativas ou leis, que regem todo o sistema, bem como também as vistorias a serem realizadas e coleta de dados necessários. Atrelado a este banco de dados das informações coletadas, faz-se uso de um sistema de informações computadorizado. Por fim, estas normativas e leis, trazem parâmetros para classificar o risco de cada tipo de falha, para que seja feita a tomada de decisão de como e quando intervir, possibilitando ainda, se preparar antecipadamente para os custos destas ações.

Tratando sobre este tema, FIGUEIREDO, MOLDOVAN e MARQUES (2013), abordam:

Inicialmente, o BMSs eram simplesmente inventários de informações básicas sobre as pontes, tais como data de construção, localização, detalhes do proprietário, etc... Atualmente, BMSs pretendem cobrir todas as atividades realizadas durante a vida útil de pontes, desde a concepção à demolição, tendo em conta a segurança pública, restrições orçamentárias das autoridades, e funcionalidade da rede de transporte. Possuem mecanismos para assegurar que as pontes são periodicamente inspecionados, avaliadas e mantidas de um modo sistemático. Em termos gerais, o objetivo principal de um BMS é garantir a segurança e minimizar os custos. Portanto, mesmo que não há uma definição única, o BMS pode ser definido como uma ferramenta de apoio à decisão baseado em inspeções visuais para analisar fatores de engenharia e econômicos, e serve para ajudar as autoridades na determinação de como e quando para tomar decisões relativas à manutenção, reparos e reabilitação de estruturas.

I.2.1 - Principais Sistemas de Gestão de Pontes desenvolvidos do Mundo

De uma maneira geral, há mais singularidades do que diferença entre os BMSs desenvolvidos pelo mundo. Porém, obviamente há diferenças relacionadas com a tecnologia, investimentos, questões climáticas, por exemplo, conforme aborda MENDES (2009):

Os sistemas de gestão de pontes existentes em todo o mundo, embora tenham no geral uma concepção semelhante, diferenciam-se em razão de peculiaridades locais relativas ao clima, às condições econômicas, às características da malha de rodovias e mesmo à cultura da região. Numa região de clima frio, por exemplo, onde saís são usados para degelo, a preocupação com os detalhes construtivos e com as consequências de seu uso na durabilidade das pontes assume uma importância muito grande, diferentemente de outras regiões em que essa prática não precise ser adotada.

a) Estados Unidos da América

De acordo com MENDES (2009),

Desde sempre as atenções dos pesquisadores foram direcionadas para a concepção, projeto e construção das estruturas, consideradas, em princípio, como se eternas fossem. O avanço na idade das estruturas acarretando variações nas características mecânicas dos materiais, as variações dos carregamentos ao longo do tempo e suas consequências para o comportamento e segurança só passaram a ser consideradas como importantes, no caso das pontes, a partir do colapso da Silver Bridge, ponte construída em 1928 sobre o rio Ohio, entre Point Pleasant, West Virginia, e Kanauga, Ohio, nos Estados Unidos, ocorrido em 15 de dezembro de 1967, tendo vitimado 55 pessoas (46 mortas e nove gravemente feridas).

Após 39 anos de funcionamento, fenômenos desconhecidos à época da construção, como a corrosão sob tensão combinada com fadiga em meio agressivo, provocaram o rompimento de um dos olhais e a consequente ruína da estrutura.

Infelizmente, somente diante de situações como esta, desperta-se para uma preocupação maior com a segurança, e para isto, há necessidade de monitoramento e intervenções com manutenções. Em forma de breve nota histórica da evolução das leis e normas referentes ao sistema de gerenciamento de pontes dos EUA, resumido por MENDES (2009):

- em 1968 o Congresso Nacional dos Estados Unidos exigiu que a Secretaria de Transportes estabelecesse um padrão nacional de inspeção de pontes, através do “Federal Highway Act of 1968”;

- em 1971 foi criado o “National Bridge Inspection Standards (NBIS)”, voltado para o sistema de rodovias federais, que estabeleceu uma política nacional considerando procedimentos de inspeção, frequência das inspeções, qualificação de pessoal, relatórios de inspeção, manutenção do “State Bridge Inventory (NBI), e foram publicados três manuais:

1) “Bridge Inspector’s Training Manual 70 – FHWA” (Manual 70), que estabelecia o padrão para o treinamento dos inspetores.

2) “Manual for Maintenance Inspection of Bridges – AASHTO”, que serviu de padrão para garantir a uniformidade dos procedimentos e da política para a caracterização das condições físicas, necessidades de manutenção e da capacidade de carga das pontes rodoviárias.

3) “Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation’s Bridges – FHWA” (Coding Guide), que estabelecia orientações para avaliação e codificação dos dados das pontes.

- publicação do “Surface Transportation Assistance Act of 1978”, que estabeleceu os recursos necessários para recuperações e novas construções e exigiu que todas as pontes acima de 6,0m de comprimento fossem inspecionadas e inventariadas de acordo com a NBIS. Pontes não inspecionadas e não inventariadas de acordo com a NBIS ficariam inabilitadas para obtenção de recursos do programa especial de substituição.

- em 1978 foi revisado o “Manual for Maintenance Inspection of Bridges – AASHTO”

- em 1979 foram revisados o NBIS e o Coding Guide – FHWA.

- em 1988 foi publicado o “Scour at Bridges – FHWA”

Até o final dos anos 1980 as atenções estavam voltadas para o registro das características das pontes e seu estado de funcionamento. Ainda não havia uma concepção definida para um sistema de gestão de pontes (Bridge Management System – BMS)

Em 1991 foram providenciados recursos financeiros para manutenção, reparos e recuperação de pontes através do International Surface Transportation Efficiency Act – ISTEA, que exigiu de cada estado um BMS até outubro de 1995 (esta exigência foi revogada posteriormente).

Em 1994 foi revisado o “Manual for Condition Evaluation of Bridges – AASHTO”.

Em 1995 foi revisado o “Coding Guide – FHWA”.165

Em 1995 foi revisado o “Manual 70” que passou a ser denominado “Manual 90”.

Em 1995 o National Highway System (NHS) Act revogou a exigência do BMS para cada estado. Entretanto, muitos estados continuaram a implementar o PONTIS.

Em 2002 foi divulgado o “Bridge Inspector’s Reference Manual (BIRM) – FHWA”, versão revista e ampliada do Manual 90.

Atualmente está sendo implementado o Bridge Inspection Training Program. A tecnologia usada para inspecionar e avaliar os elementos e os materiais das pontes foi significativamente aprimorada. As áreas de ênfase do programa de inspeção de pontes estão mudando e expandindo à medida que novos problemas aparecem. Os guias de inspeção têm sido aperfeiçoados para aumentar a uniformidade e a consistência das inspeções. Os dados das inspeções têm sido fundamentais numa variedade de análises e decisões das agências.

E talvez o diferencial, ou o ponto mais relevante que vale destaque é que:

Todo o sistema de gestão de pontes dos Estados Unidos da América está fortemente baseado em leis nacionais para o estabelecimento de um padrão nacional de inspeção e avaliação das pontes e das fontes de financiamento para sua viabilização de forma contínua, bem como na elaboração de manuais de inspeção e avaliação e de manuais de treinamento de pessoal voltados para a uniformização de procedimentos. (FHWA, cit. in MENDES, 2009)

b) Alemanha

Segundo MENDES (2009):

A Alemanha, país com 357.000 km² de superfície, possui 626.248 km de rodovias. Do total, 53.014 km são rodovias federais, nas quais existem 37.110 pontes com um total de 24,79 milhões de m² de tabuleiro.

O sistema de gestão de pontes da Alemanha é supervisionado pelo Bundesanstalt für Straßenwesen, BASt (Instituto Federal de Pesquisas Rodoviárias), cujo modelo básico encontra-se na **Figura 13**.

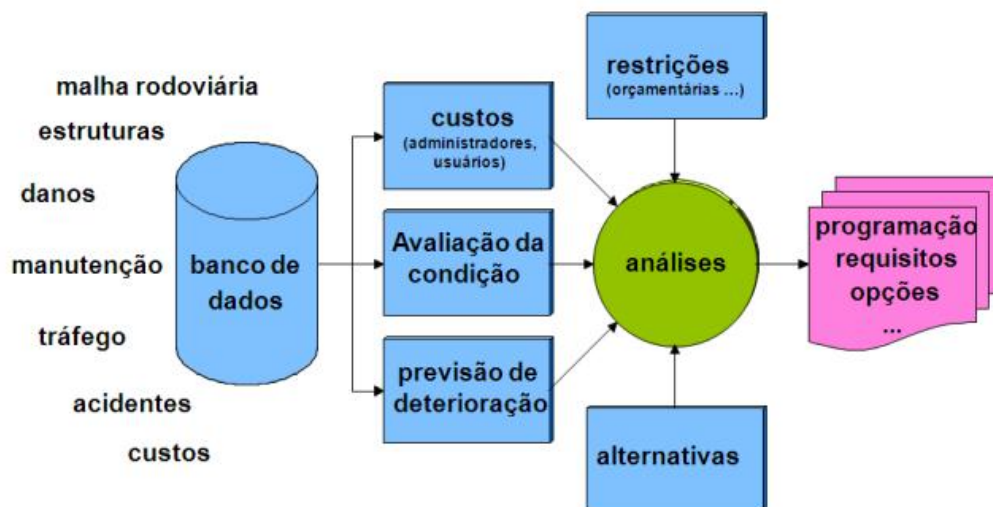


Figura 13 - Modelo básico de gestão de pontes da Alemanha (HAARDT, P. 2002).

As informações relativas à malha de rodovias, às estruturas, aos danos existentes nas estruturas, às necessidades de manutenção, às condições de tráfego, aos acidentes e aos custos compõem um banco de dados. O sistema estabelece um programa de intervenções, com os requisitos e opções possíveis, a partir da análise das restrições impostas (orçamentária e ambiental), dos custos para os proprietários e usuários, da avaliação de condição das estruturas, de previsões de como as estruturas deterioram com o tempo e das diversas alternativas disponíveis.

O grande diferencial do sistema alemão é o nível de importância atribuído à infraestrutura rodoviária como indutora do desenvolvimento, aliada a uma cultura voltada para o registro de todos os fatos que possam contribuir para avaliação do comportamento das pontes e de seus componentes ao longo do tempo. (MENDES, 2009)

c) Reino Unido

O primeiro programa de avaliação de pontes do Reino Unido (Operation Bridgeguard) foi criado nos anos 1960, para identificar os pontos de maior risco para reforço e substituição (TRL - Transport Research Laboratory, cit in MENDES 2009)

E MENDES (2009), traz um breve histórico, relatando:

O Departamento de Transportes desenvolveu em meados dos anos 1970 o “National Structures Database (NATS)”. Posteriormente, em 1987, lançou um programa sesquidécimo para recuperar e colocar em boas condições as pontes do Reino Unido e, em 1994, criou a agência executiva Highways Agency (HA).

Em 1998, foi publicado o “BA79 – The Management of Sub-standard Highway Structures”, um guia para avaliação da capacidade de carga das pontes, com cinco níveis de avaliação em ordem crescente de sofisticação.

O NATS foi substituído posteriormente pelo “SNIS - Structures Management Information System”, que proporciona informações do inventário e inspeções on-line, e faz a gestão de todas as atividades necessárias à manutenção ao longo da vida útil da estrutura.

d) França

Na França existem 235.000 pontes (vão > 2 m) distribuídas em 900.000 km de rodovias. Desse total, 22.492 pontes, com 8.078.693 m² de tabuleiro, encontram-se distribuídas em 36.000 km de rodovias controladas pelo estado. (MENDES 2009).

A preocupação com a situação das pontes francesas repercutiu a partir do “Cycles d’Études des Ouvrages d’Art”, organizado em 1976, e que resultou, em 1978, no primeiro inventário de estruturas construídas entre 1971 e 1976 e, posteriormente, ao programa de inventário anual de novas pontes (TRL - Transport Research Laboratory, cit in MENDES 2009).

E MENDES (2009) completa, dizendo:

A partir de então se destacam:

- criação da seção responsável pela gestão das estruturas no Directions Départementales de l'Équipement;
- publicação de um instrumento-chave: "L'instruction Technique pour la Surveillance et L'Entretien des Ouvrages d'Art", em 1979;
- desenvolvimento do "Image Qualité des Ouvrages d'Art – IQOA – Ponts", em 1994, com a criação de catálogos de defeitos e informações sobre cada tipo de estrutura.

I.2.2 - Realidade brasileira – sistema de gerenciamento de pontes do DNIT

Enquanto nos países acima citados, a preocupação e a regulamentação sobre a inspeção e manutenção de pontes surgiu nas décadas de 60 e 70, no Brasil iniciam apenas em meados da década de 80, com estudos e normas embrionários, consolidando-se apenas nas últimas duas décadas. Araújo (2017), também relata este aspecto, dizendo:

A cultura de inspeção e manutenção de Obras de Arte Especiais (OAE's) (pontes rodoviárias, ferroviárias, viadutos, etc.) no Brasil é recente, sendo da década de 80 os primeiros estudos de patologias nas estruturas. Em 2003, foram apresentados com maior destaque aspectos relacionados à durabilidade e degradação das estruturas, com as publicações das revisões das Normas Técnicas, como é o caso da NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento.

a) Normas e Manuais

No Brasil, o principal órgão regulamentador de carácter técnico é a **ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**, entidade privada e sem fins lucrativos, fundada em 28 de setembro de 1940. Especificamente com aplicação rodoviária, o principal órgão é o **DNIT**, com instrumentos normativos (normas) e orientadores (manuais, guias, diretrizes, dentre outros).

Relacionadas a este tema, a ABNT parametriza com as seguintes normas:

ABNT NBR 9452 - Vistorias de pontes e viadutos de concreto - Procedimento

- ✓ ABNT NBR 9452 - publicada sua primeira versão em 30/08/1986, possuindo somente 13 páginas. Basicamente, esta classificava os tipos de vistoria e relacionava os itens a serem analisados. Vigorou muito tempo (até 2012) sem passar por revisões;
- ✓ ABNT NBR 9452:2012 - Cancelada em 08/04/2016;

- ✓ ABNT NBR 9452:2016 - Cancelada em 27/09/2019, possuía 48 páginas;
- ✓ ABNT NBR 9452:2019 - 27/09/2019 - com 48 páginas.

Os tipos de inspeções considerados nesta Norma são:

- cadastral

É a primeira inspeção realizada na obra e deve ser efetuada imediatamente após sua conclusão, instalação ou assim que se integra a um sistema de monitoramento e acompanhamento viário.

Deve também ser realizada quando houver alterações na configuração da obra, como alargamento, acréscimo de comprimento, reforço, mudança no sistema estrutural. (ABNT, 2016)

- rotineira

Inspeção de acompanhamento periódico, visual, com ou sem a utilização de equipamentos e/ou recursos especiais para análise ou acesso, realizado em prazo não superior a um ano. Na inspeção rotineira deve ser verificada a evolução de anomalias já observadas em inspeções anteriores, bem como novas ocorrências, reparos e/ou recuperações efetuadas no período. (ABNT, 2016)

- especial

A inspeção especial deve ter uma periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada para até oito anos... A inspeção especial deve ser pormenorizada e contemplar mapeamento gráfico e quantitativo das anomalias de todos os elementos aparentes e/ou acessíveis da OAE, com o intuito de formular o diagnóstico e prognóstico da estrutura. (ABNT, 2016)

- extraordinária

A inspeção extraordinária é gerada por uma das demandas não programadas a seguir, associadas ou não: a) necessidade de avaliar com mais critério um elemento ou parte da OAE, podendo ou não ser gerada por inspeção anterior; b) ocorrência de impacto de veículo, trem ou embarcação na obra; c) ocorrência de eventos da natureza, como inundação, vendaval, sismo e outros. (ABNT, 2016)

A partir da versão de 2016 começam a ser considerados os parâmetros de durabilidade e de funcionalidade quanto à avaliação das OAEs, de modo que, para cada parâmetro analisado são atribuídas notas de classificação, sendo elas: crítica (1), ruim

(2), regular (3), boa (4) e excelente (5), o que permite uma visão qualitativa do estado de conservação e classifica a gravidade dos problemas detectados.

Complementando o tema, foi publicada a norma:

- ✓ ABNT NBR 16230:2013 - Inspeção de estruturas de concreto — Qualificação e certificação de pessoal — Requisitos, publicada em 14/10/2013 e entrou em vigor em 14/11/2013.

E se tratando do projeto de pontes, é regido pela:

- ✓ ABNT NBR 7187:2003 - Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento

Um detalhe importante que vale destaque, é o fato de não haver normas específicas para dimensionamento de pontes com outros materiais além de concreto, no caso, ponte de madeira e metálica. Assim, para o dimensionamento destas, são usadas as normas de estruturas (madeira e metálica) de uma forma geral, combinadas com a ABNT NBR 7187:2003 (Projeto de pontes de concreto armado e de concreto protendido - Procedimento).

Pelas publicações do DNIT:

- ✓ IPR - 709/2004 - MANUAL DE INSPEÇÃO DE PONTES RODOVIÁRIAS (253p.). Sendo esta versão, uma revisão e atualização da versão anterior, publicada em 1980.

O Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias, editado em 1980 pelo MT/DNER/IPR, obra pioneira e de indiscutível valor técnico, necessitava, após todos estes anos, de revisão, de ampliação e de atualização.

Enquanto que o antigo Manual apoiava-se, basicamente, no Bridge's Inspector Training Manual / 70 , a presente revisão segue, principalmente, a orientação de uma vasta bibliografia do FHWA, Federal Highway Administration, e da AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials, onde pontifica o Bridge's Inspector Training Manual / 90, editado pelo FHWA em Julho/1991 e revisado em Março/1995.

O presente Manual tem dois objetivos principais:

- a) treinar engenheiros e profissionais de nível médio para inspeções cadastrais e rotineiras de pontes rodoviárias;
- b) servir de padrão de uniformização de procedimentos e práticas para determinar as condições de estabilidade, as necessidades de manutenção e a capacidade de carga das pontes rodoviárias. (DNIT 2004)

As pontes rodoviárias tratadas neste Manual são de alvenaria de pedra, de concreto armado, de concreto protendido e de aço. Não contempla pontes de madeira, nem pontes especiais, tais como, pontes flutuantes, pontes móveis, pontes pênses, pontes estaiadas e pontes de mais de 200 m de vão.

Este manual classifica quase de modo idêntico, a abordagem da NBR 9452:2019, acrescentando apenas um tipo, que é a Inspeção Intermediária, ficando elencadas da seguinte forma:

- INSPEÇÃO CADASTRAL
- INSPEÇÃO ROTINEIRA
- INSPEÇÃO ESPECIAL
- INSPEÇÃO EXTRAORDINÁRIA
- INSPEÇÃO INTERMEDIÁRIA

A Inspeção Intermediária é recomendada para monitorar uma anormalidade já 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, etc. Desde que o objetivo da Inspeção seja perfeitamente determinado, não há necessidade da presença do Inspetor. (DNIT 2004)

Além do manual, com uma tratativa muito similar, em uma forma de síntese, existe a:

- ✓ NORMA DNIT 010/2004 - PRO - Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido - Procedimento (18 páginas)

De modo complementar, quanto as ações de intervenção com recuperação destas estruturas (pontes e viadutos), foi publicada a:

- ✓ IPR 744/2010 - MANUAL DE RECUPERAÇÃO DE PONTES E VIADUTOS RODOVIÁRIOS (159 páginas).

A sua primeira versão aplica-se a todas as obras de concreto, constituintes das estradas, tendo, entretanto, como alvo principal as pontes e viadutos de concreto armado. Pontes ferroviárias, pontes metálicas, pontes de madeira e pontes especiais não são abordados neste manual. Este manual tem como objetivo listar as principais patologias das pontes e viadutos rodoviários de concreto armado, convencional ou protendido, identificando-as e indicando ações preventivas e de tratamento, tal como indicado:

O Manual fica limitado a indicar operações de identificação e tratamento de patologias que visam restabelecer as condições atuais da estrutura, sem reforçá-la; convém, entretanto, enfatizar que inspeções regulares e manutenção adequada e continuada são procedimentos imprescindíveis para garantir e prolongar a vida útil da estrutura, e que a ausência de defeitos visíveis não implica em adiar ou limitar os procedimentos indicados. (DNIT 2010)

Apesar de ter versões mais antigas, com as primeiras publicações na década de 80, um dos problemas identificados é que estas normas foram amadurecidas tardiamente, deixando um longo período desamparado de parâmetros, exigências, e principalmente instrução, quanto ao acompanhamento destas tão importantes estruturas. Mas, esta questão foi sanada nas suas últimas versões, equiparando-se aos padrões normativos globais. Contabilizando, obviamente, que as pesquisas e inovações são constantes, e que no máximo a cada 10 anos, devem ser atualizadas.

Outra questão que ficou evidente durante a abordagem, foi que há uma carência de normas para projeto, vistoria e manutenção de pontes de madeira, metálicas, e especiais (pontes flutuantes, pontes móveis, pontes pênséis, pontes estaiadas e outras).

Uma questão também fundamental a ser aprimorada é a “qualificação dos inspetores”, que no MANUAL DE INSPEÇÃO DE PONTES RODOVIÁRIAS do DNIT - IPR - 709/2004, diz que:

O Inspetor será, sempre, um Engenheiro Diplomado, registrado no CREA; dependendo das responsabilidades que lhe serão atribuídas, deverão ser comprovados:

- a) Para inspecionar uma única obra de comprimento igual ou inferior a duzentos metros e que não inclui nenhuma estrutura não convencional:
 - Mínimo de cinco anos de experiência em projeto de pontes.
 - Mínimo de cinco anos de experiência em inspeção de pontes.
 - Perfeito conhecimento do Manual de Inspeção de Pontes.

E de acordo com Vitório (2002):

A eficácia de uma inspeção depende, em grande parte, da qualificação e experiência profissional do engenheiro vistoriador.

Alguns países, como é o caso dos Estados Unidos e França, definem um perfil que deve ser atendido pelo profissional responsável por tais atividades. A AASHT – American Association of State Highway and Transportation Officials - destaca em seu manual de manutenção de pontes que os serviços de inspeção, informação e inventário devem ser feitos por quem tem formação de engenheiro, registrado na respectiva entidade profissional, tenha experiência em serviços de inspeção e tenha realizado um curso completo de preparação baseado no Manual de Formação de

Inspetores de Pontes. Essa pessoa será responsável pela exatidão das inspeções de campo, pela análise de tudo o que for decorrente das mesmas, pelas recomendações para corrigir os defeitos encontrados e poderá, também, impor limitações de tráfego, seja de carga ou velocidade, quando necessário. Na França e nos Estados Unidos, os cursos para formação de inspetores de pontes têm duração entre 2 e 4 semanas.

Não temos conhecimento de que no Brasil exista algum curso para formação de profissionais em vistorias de pontes. Tal atividade está prevista de forma genérica no artigo 1º da Resolução nº 218 de 29-06-1973 do CONFEA (atividade 06 – Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico) devendo ser exercida por engenheiro civil (art 7º). O Decreto Federal nº 23.569 de 11-12-1932 também prevê em seu artigo 28 esta atividade como sendo de competência do engenheiro civil.

Outro aspecto que as normas brasileiras necessitam de desenvolvimento, consiste em assumir uma abordagem das condições ambientais as quais estas OAE's estão inseridas. LENCIONI (2005) enfatiza muito esta questão em seu trabalho intitulado: “Proposta de Manual Para Inspeção de Pontes e Viadutos em Concreto Armado – Discussão Sobre a Influência dos Fatores Ambientais na Degradação de Obras-de-Arte Especiais”, e resume:

Os manuais e normas brasileiros para inspeção de pontes e viadutos rodoviários não dão ênfase suficiente às manifestações patológicas encontradas nessas estruturas, e tão pouco às condições ambientais no entorno da obra que as desencadeiam e interferem no seu desenvolvimento.” (LENCIONI 2005)

b) Acompanhamento e Sistema de Gerenciamento

O sistema de gerenciamento utilizado para acompanhamento das pontes das rodovias federais brasileiras é o Sistema de Gerenciamento de OAES (SGO), desenvolvido pelo próprio DNIT.

O sistema é composto de três subferramentas: SGO Mobile, SGO Inspetor e SGO Web. A primeira reúne as anotações das vistorias de campo. A segunda permite que o inspetor insira dados da vistoria (como fotos, croquis e vídeos) no sistema, por meio de um aplicativo disponível em *tablets*. A terceira é o SGO Web disponibiliza os dados na internet. DNIT (2015)

Em uma matéria publicada pelo jornalista Altair Santos, incluindo uma entrevista com Júlio Timerman, integrante do conselho deliberativo da Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE), realizada na V Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas em 2012, relata:

Auditoria realizada em abril de 2012 pelo Tribunal de Contas da União (TCU) revela que o Sistema de Gerenciamento de OAEs (SGO) não sofre atualização desde 2004. O SGO é responsável por verificar as estruturas de pontes e viadutos nas rodovias sob a jurisdição do DNIT. Assim, o levantamento do TCU concluiu que pelo menos 3.351 construções, das 4.469 aos cuidados do Dnit, encontram-se em situação que variam de “condições precárias” a “mau estado de conservação”.

Conforme o levantamento realizado pelo TCU, as obras estão distribuídas por uma malha superior a 50 mil quilômetros de rodovias federais e estima-se que representem, conjuntamente, um patrimônio de R\$ 13 bilhões. No entanto, segundo a Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE) os números podem estar subestimados. Na avaliação da ABECE, o país conta atualmente com 1.800.000 quilômetros de rodovias, dos quais 200 mil são pavimentados e que contam com 40 mil pontes e viadutos espalhados pelo território nacional, entre estradas sob jurisdição federal e estadual.

Por isso, o ex-presidente e integrante do conselho deliberativo da ABECE, Júlio Timerman, tem uma análise diferente da feita pelo TCU “A manutenção rotineira em obras de arte tem-se restringido aos trechos de rodovias concedidos à iniciativa privada, que representa cerca de 7% da malha rodoviária. Por isso, os problemas em pontes e viadutos devem ser avaliados e priorizados, para então se fazer uma gestão da manutenção em função da criticidade das anomalias levantadas”, avalia. Ainda segundo Timerman, a cultura de intervenções superficiais é que resultam em relatórios preocupantes como o do TCU.

Também sobre o mesmo tema, em uma reportagem publicado na revista VEJA (2012), com a temática: pontes e viadutos do país são precários, avalia TCU

Conforme o TCU, o DNIT não tem sequer informação sobre a situação de pontes e viadutos no país. Criado para avaliar periodicamente tais unidades, o Sistema de Gerenciamento Informatizado de Obras de Arte Especiais (SGO) só cadastrou 25% do total. Desde 2004, o banco de dados não é alimentado.

Mendes (2009), no seu trabalho intitulado: “Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras”

Em outubro de 2001, o DNIT contratou com o Consórcio Pontis / Maia Melo, constituído pela Pontis Consultoria e Projetos Ltda, sediada no Rio de Janeiro - RJ, e a Maia Melo Engenharia Ltda, sediada em Recife - PE, os serviços de Implantação e Operação em Âmbito Nacional do Sistema de Gerenciamento de Pontes – 3ª Fase, também chamado SGOv3 ou simplesmente SGO, e que inspecionou 1.210 pontes, correspondentes a 30% do número de pontes até então cadastradas, cujo relatório final foi entregue em novembro de 2004.

Nos anos seguintes, além de incluir gradativamente no sistema as pontes não inspecionadas, deveriam ser realizadas inspeções rotineiras nas pontes já inspecionadas. Não ocorreu nem uma coisa nem outra, revelando que a estrutura organizacional existente não dispõe dos recursos necessários à implantação e manutenção de um sistema de gestão de pontes.

Mas já em uma publicação do DNIT, feita em 2015, é relatado que:

Os motoristas que rodam pelas estradas federais vão encontrar 95% das pontes, viadutos, túneis e passarelas em bom estado. Dados apresentados pelo DNIT mostram que, desse total, 15,27% são ótimas; 39,12% boas; e 41,02% regulares.

Ao todo, o DNIT é responsável pela gestão de 5.114 viadutos e túneis, as chamadas OAEs. As inspeções são rotineiras. Deste total, 4020 (78,6%) receberam as visitas de técnicos: 614 mereceram nota 5 (nota máxima); 1.573 foram avaliadas com 4; 1.649, com 3. Ficaram abaixo das expectativas 172 com nota 2, e 12 com nota 1. (DNIT 2015)

Certamente, a grande dificuldade para uma maior eficiência no gerenciamento de OAE's no Brasil, não é de *déficit* de conhecimento técnico sobre o tema, ou mesmo de falta de pesquisadores e pessoas capacitadas para executar as inspeções com precisão, nem mesmo a falta de publicações sobre este tema, ou pela falta de tecnologia adequada; a questão é claramente financeira, isto é, é a ausência ou o diminuto investimento para execução do que já está previsto. Assim também relata LENICONI (2005):

O sistema viário brasileiro apresenta um grande número de OAEs em concreto – pontes, viadutos, túneis, passarelas, etc – com problemas de degradação, cujas causas encontram-se tanto na falta de recursos financeiros para a realização de inspeções e manutenções periódicas, quanto nas condições ambientais no entorno dessas estruturas.

Porém, infelizmente é algo recorrente que o foco da gestão pública, em todas as suas esferas, estar na construção de novas estruturas e não na manutenção das que já existem. De fato, é um dilema um tanto complicado, pois no Brasil, há um *déficit* muito grande de infraestrutura, demandando novas construções. Mas, talvez, a questão esteja na escolha da melhor tecnologia e material, prevendo os custos durante toda a vida útil destas construções e não somente o custo executivo.

I.3 - Estimativa de custos relativos às intervenções em pontes

Na análise de viabilidade para construção de uma OAE, um dos principais fatores que é levado em consideração, além da necessidade, é custo global de ciclo de vida (CCV). A análise de custos de ciclo de vida (ALMEIDA, 2013) pode ser efetuada para o tempo total de vida de uma obra de arte, considerando os custos associados às várias fases por que a obra passa ao longo do tempo: **Conceção** (estudos preliminares e

projeto), **Construção** (planeamento da construção e execução), **Serviço** (operação, inspeção, manutenção e reparação), e **Alienação** (desmantelamento - substituição). Ou seja, no que se refere ao custo, não deve ser levado em consideração apenas os custos de projeto e construção.

Então, há, ou deve haver, uma estimativa para os custos com as futuras realizações de inspeções, manutenções de rotina, e reparos. Alguns países têm estas estimativas bem estudadas, com um organizado histórico de controle de custos, em seus aprimorados sistemas de gestão de pontes.

I.3.1 - Estimativa de custos com a inspeção e manutenção de pontes

Infelizmente, não há dados detalhados divulgados no Brasil referentes a aplicação dos custos com a manutenção de OAEs, para que possibilite um cálculo relativo a um índice de custo por metro quadrado de tabuleiro por ano. Buscou-se também informações junto dos órgãos competentes, para a obtenção dados mais detalhados além dos dados generalistas divulgados nos sites destes órgãos, para fomentar tal cálculo, porém, sem sucesso. Mas, mesmo que se obtivesse estas informações para tal cálculo, não teria um grande significado, pois, até hoje no Brasil, os custos aplicados em manutenção de OAEs não são à altura da demanda, ou seja, o governo aplica o orçamento possível (de acordo com o planejamento anual), mesmo tendo uma carência (demanda) bem maior. Talvez, a única opção para obter estes dados de forma mais significativa, seria junto as empresas privadas que gerenciam trechos de rodovias e suas OAEs. Contudo, tal seria uma amostra pequena para aplicar a nível nacional, visto que isto, por enquanto, é uma exceção à regra de que o governo nas suas esferas Municipal, Estadual e Federal, é ainda quem detém este gerenciamento.

Porém, podemos observar dados internacionais para entendermos melhor este tema.

Uma vez que os custos podem variar significativamente de país para país, a melhor forma de fazer uma análise comparativa entre diferentes países é em termos relativos. No projeto BRIME são indicadas as percentagens anuais de custos de manutenção, reparação e substituição, relativamente ao valor de reconstrução do património, para vários países da Europa. (ALMEIDA, 2013)

Se tratando de dados percentuais até podemos aplicar a outros países, como neste caso, ao Brasil. Porém, é evidente que o ideal é que cada país possua os seus próprios dados, que correspondem à suas realidades peculiares. Estes dados, em percentagem estudados por ALMEIDA (2013), são apresentados na **Tabela 3**.

Tabela 3 - Relação dos custos diretos anuais de ciclo de vida com o seu valor patrimonial (ALMEIDA, 2013)

	V. patrimonial med. por ponte	Custos médios anuais por ponte				% de custos médios anuais				
		Insp (I)	Man (M)	Rep (R)	Sub (S)	I	M	R	S	I+M+R+S
França*	559.545 €	209 €	523 €	1.300 €	141 €	0,04%	0,09%	0,23%	0,03%	0,4%
Finlândia*	192.667 €	80 €	173 €	680 €	680 €	0,04%	0,09%	0,35%	0,35%	0,8%
Alemanha*	867.052 €	87 €	7.803 €		1.301 €	0,01%	0,90%		0,15%	1,1%
Reino Unido*	2.368.421 €	1.579 €	1.579 €	19.737 €	7.895 €	0,07%	0,07%	0,83%	0,33%	1,3%
BRIME							0,5% a 1% (em geral)			
Austria**							0,40%			
Noruega**							0,46%			
Espanha**							0,30%			
Suécia**							1,40%			
Eslovénia**							2,60%			
COST345						0,10%	0,50%	0,50%	1,1%	

* Valores referidos no projeto BRIME

** Valores referidos no projeto COST345

Através da **Tabela 3**, observa-se que os custos relativos anuais de Inspeção e Manutenção têm uma certa variação de país para país. Analisando a soma dos dois, detalhado no sistema BRIME, tem mínima de 0,13% (França e Finlândia) e máxima de 0,90% (Reino Unido).

No que diz respeito aos valores relativos à área do tabuleiro, em países como Holanda e Portugal, estima-se que os custos anuais rondarão os 0,2€/m²/ano para inspeção e os 0,8€/m²/ano para manutenção de rotina (ALMEIDA, 2013).

I.3.2 - Estimativa de custos com a Reparação de Pontes

Enquanto os custos de inspeção e manutenção são distribuídos de forma regular ao longo do tempo, os custos de reparação estão associados a determinados instantes temporais (ALMEIDA, 2013). Ou seja, o que se define como manutenção serão as pequenas intervenções rotineiras, de caráter simples, de menor custo e que, de maneira geral, não se requer projeto. Já como reparação retrata-se as intervenções mais complexas

e que, diante de uma falha apresentada, requer um projeto específico para tal ação, e com isto, apresenta custos maiores.

Na **Figura 14** é apresentada uma outra proposta relativa à estimativa dos custos de intervenção em obras de arte, que também considera a sua variação em função do principal material estrutural. Nessa figura o custo de reparação, determinado a partir da análise estatística de obras passadas, é definido a partir de uma porcentagem dos custos de substituição da ponte em função da sua idade e do principal material estrutural. (ALMEIDA, 2013)

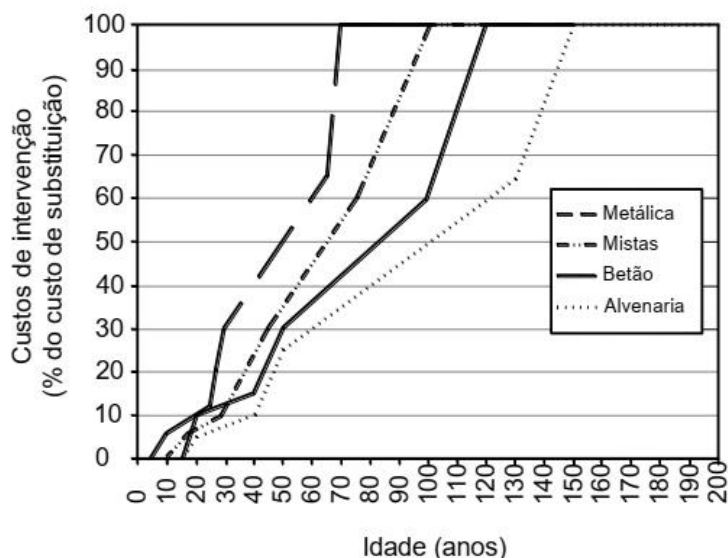


Figura 14 - Custos de intervenção em pontes em função do tempo e do material estrutural (Adey, Hajdin *et al.*, 2006, cit in ALMEIDA, 2013)

Na **Figura 14** pode ser observado que as pontes de concreto têm custo de intervenção (reparação) correspondente a 100% do valor de substituição entre 110 a 120 anos, enquanto as pontes metálicas, chegam a este mesmo custo, em torno dos 70 anos.

CAPÍTULO II – PONTES DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

O uso de pontes de madeira no Brasil, de maneira geral, é algo um tanto atípico. São encontradas, em sua maioria, nas estradas vicinais (vias de pequeno porte geralmente localizadas em zona rural), dentro de propriedades (pública e privadas), ou como neste caso, como pontes provisórias. Sendo a madeira um material tradicional e ambientalmente sustentável na construção civil, que se apresenta em grande abundância num território tão extenso e propenso (por questões geológicas e climáticas) ao cultivo de madeira como é o Brasil, o seu uso poderia e deveria ser mais difundido como estruturas definitivas, em pontes e edificações. Um dos motivos para uma resistência a esta utilização, é a falta de perícia na aplicação, conforme aborda CALIL-JUNIOR, *et ali* (2006):

A maioria das pontes de madeira no Brasil não são projetadas e construídas por técnicos e construtores especializados em madeiras. Isso resulta em estruturas caras, inseguras e de baixa durabilidade.

Este facto resulta numa visão negativa e que faz até diminuir a procura por um uso adequado da madeira.

A ideia equivocada de que a madeira tem uma pequena vida útil a tem negligenciado como material de construção. Embora seja suscetível ao apodrecimento e ataque de insetos sob condições específicas, é um material muito durável quando utilizada com tecnologia e tratamento preservativo químico, pois a madeira pode ser efetivamente protegida contra deterioração por período de 50 anos ou mais. Além disso, a madeira tratada com preservativos requer pouca manutenção e pinturas. (CALIL-JUNIOR, *et ali* 2006).

Contudo, o grande problema das pontes de madeira da Rodovia Transamazônica, não é a aplicação incorreta da madeira, mas o fato de se tratarem de pontes provisórias, o que implica, naturalmente, que o dimensionamento não tem em atenção o uso prolongado das mesmas (há casos de quase 50 anos), tanto ao nível da quantificação das ações mecânicas e ambientais como ao nível dos tratamentos de proteção superficial. No entanto, conhecendo um pouco o contexto local e o histórico da rodovia, é compreendido, porém não justificado, este uso prolongado.

II.1 - Descrição da rodovia

A malha rodoviária federal do Brasil possui atualmente uma extensão total de 75,8 mil km, dos quais 65,4 mil km correspondem a rodovias pavimentadas e 10,4 mil km (cerca de 14%) correspondem a rodovias não pavimentadas (BRASIL/Ministério da Infraestrutura, 2019).

Analisando o panorama geral da distribuição de rodovias (federais, estaduais e municipais) por estado, conforme **Figura 15** e **Figura 16**, percebe-se que o estado do Pará, mesmo possuindo uma área territorial de 1.247.954,67 km² (correspondente a mais de 13 vezes o território de Portugal), correspondendo ao segundo maior estado do Brasil, dispõe de uma pequena malha de rodovias pavimentadas (4.177 km) quando comparado com o o estado de São Paulo (31.230 km) e Portugal tem 17.874 km.

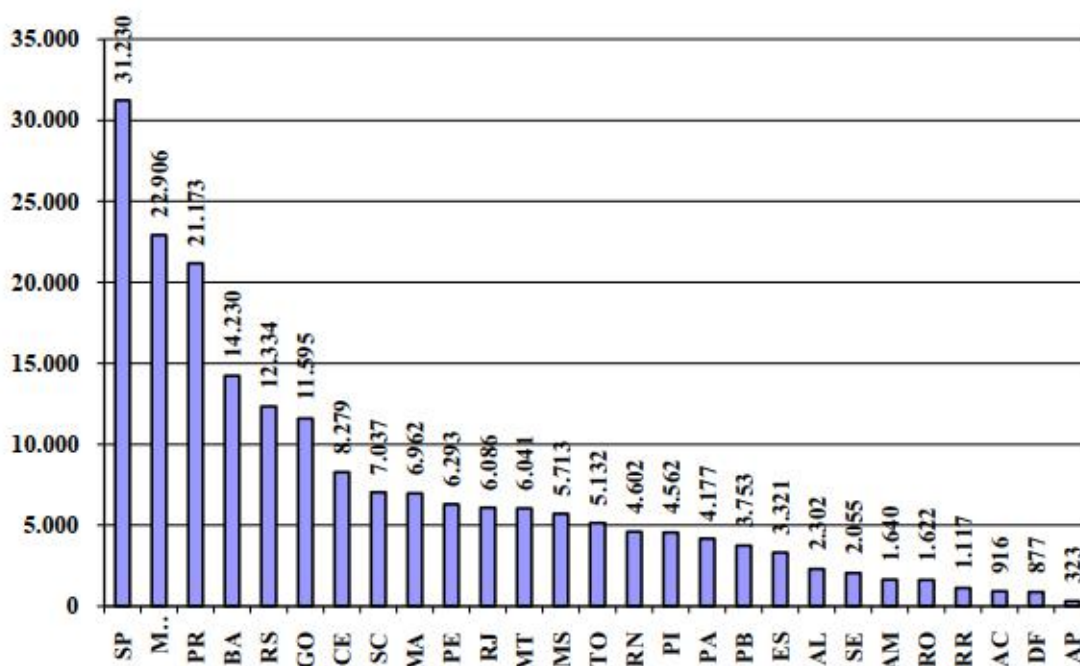


Figura 15 - Extensão em “km” das Rodovias Pavimentadas por Estado (MENDES, P. T. C. 2009)

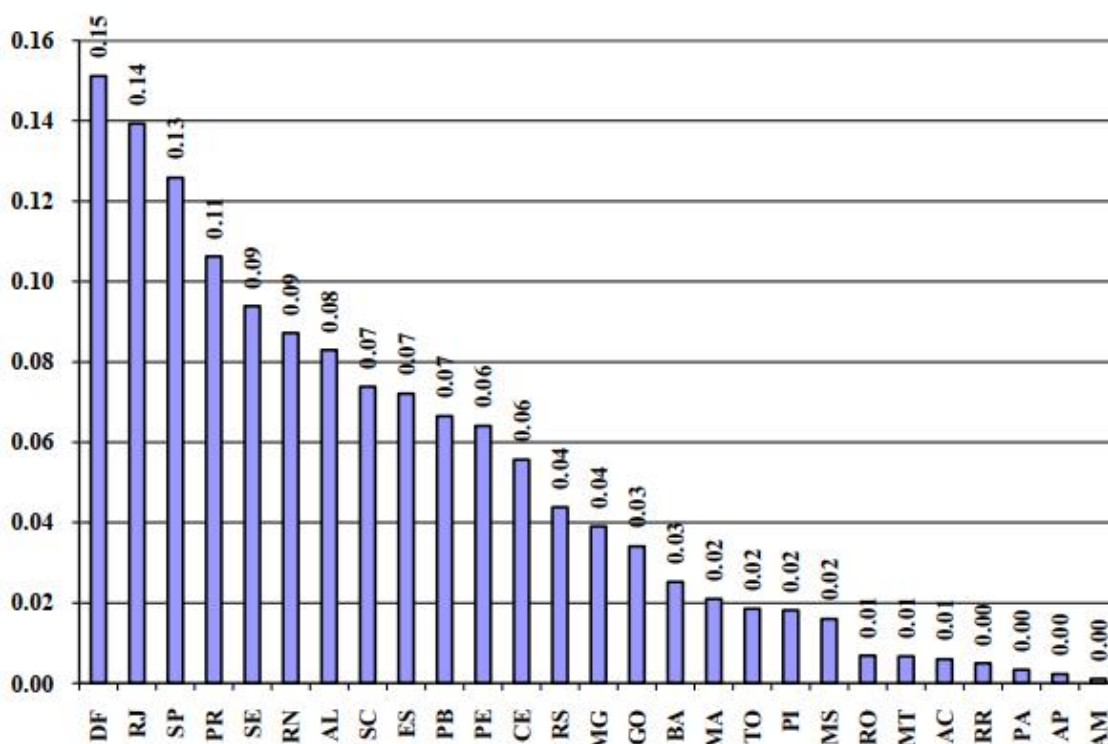


Figura 16 - Relação (Extensão de Rodovias Pavimentadas / Área Territorial) por Estado (MENDES, P. T. C. 2009)

A critério de projeto, a BR-230, denominada Rodovia Transamazônica, é a maior rodovia do Brasil, que tem pretensão de se estender do litoral do estado da Paraíba até a fronteira entre o estado do Amazonas (Brasil) e o Peru. No seu projeto inicial foram contabilizados 5499 km de extensão, contabilizando alguns trechos coincidentes com outras rodovias. Na verdade, na sua concepção, havia a ambição de fazer parte de uma transoceânica, ligando o oceano atlântico, no litoral do estado da Paraíba, ao oceano pacífico, com a continuidade a ser executada pelo Peru.

Este projeto de rodovia daria para ligar Lisboa, capital de Portugal, à cidade de Kazan (Cazã) na Rússia, atravessando a Espanha, França, Alemanha, Polônia e Bielorrússia, Moscovo, conforme **Figura 17**, e ainda sobriariam cerca de 30Km.

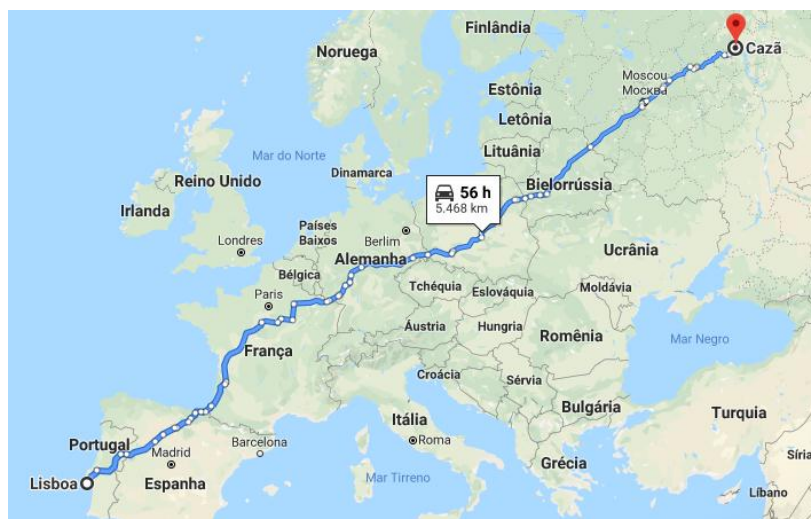


Figura 17 - Simulação de rodovia entre Lisboa/Portugal a Cazã/Rússia (Google Maps, 2019)

II.1.1 - Breve nota histórica da construção da Rodovia Transamazônica

A Rodovia Transamazônica (BR-230) foi planejada numa época de muito otimismo econômico no Brasil, entre os anos 70 e 80, dentro do governo da revolução militar. Esta era mais uma das gigantes obras da época, tais como a Ponte do Rio Niterói - RJ, com mais de 13 km de extensão e 72 m de altura, e a Usina Hidrelétrica de Itaipu, com capacidade de geração de 14.000 MW que, quando foi concluída, era a maior barragem do mundo (título que manteve por 21 anos). Porém, diferentemente destas, a BR-230 não foi construída completamente até presente data.

A construção da BR-230 começou em 1970, no governo do general Emílio Médici. O trecho estudado teve suas obras, oficialmente, iniciadas em 9 de outubro de 1970 (Figura 18). Segundo vídeo oficial do governo (Nequete 1970), a obra tinha por objetivos:

- integrar a região norte com as regiões nordeste e centro-sul do país;
- colonizar a região aproveitando as faixas mais favoráveis da agricultura e pecuária;
- facilitar a pesquisa e a exploração de riquezas minerais;
- interligar os terminais navegáveis dos afluentes do Amazonas; e
- complementar o vasto sistema fluvial da Amazônia.

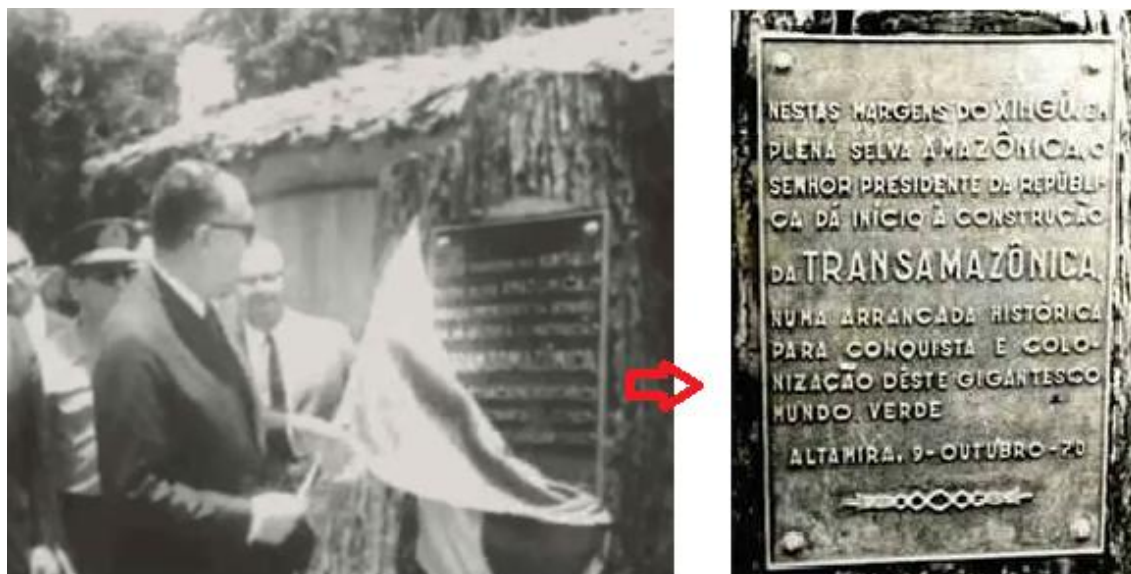


Figura 18 – Presidente Emílio Médice dá início à construção da Rodovia Transamazônica, Altamira-PA, em 9 de Outubro de 1970 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015)

A construção da estrada fazia parte do Plano de Integração Nacional (PIN), como *slogans*: “Homens sem terra para terra sem homens” e “Integrar o Brasil para não entregar o Brasil”.

Porém, fazendo uma leitura de jornais e revistas da época é possível perceber que a BR-230, assim como a BR-163, não eram a prioridade do PIN até à visita do presidente ao Nordeste, diante das mais severas secas da história na década de 70, onde o mesmo direcionou esta prioridade. É possível perceber claramente isto, no pronunciamento feito pelo Presidente Médici, em uma reunião após a visita, em Recife, no dia 6 de junho de 1970, onde fez o seguinte discurso:

Aqui [Nordeste] vim para ver, com os olhos da minha sensibilidade, a seca deste ano, e vi todo o drama do Nordeste. Vim ver a seca de 70, e vi o sofrimento e a miséria de sempre.

Agradeço a Deus a inspiração de fazer esta viagem de emergência: uma viagem inesperada, de flagrante, apressada, parando um pouco em cada lugar...

Decidi incentivar a programação de colonização em zonas úmidas do Nordeste, do Maranhão, do sul do Pará, do Vale do São Francisco e do Planalto Central, de tal forma a absorver as populações de áreas consideradas totalmente desaconselháveis à vida humana.

Assim, pensando nesta plausível justificativa, a rodovia também foi chamada de “Rodovia da Esperança”.

No entanto, apesar da compreensão da justificação desta obra, há vários relatos em vídeo-documentários, reportagens de jornais, artigos de pesquisas, etc., que contrapõe a maneira como foi tomada a decisão de tamanha obra, quando não havia

projetos definitivos, nem estudos topográficos mais detalhados para fomentar melhores projetos executivos. Com isto, houve um atropelo no planejamento, o que, invariavelmente, teve consequências no desenrolar da obra com esta dimensão. O atraso no cronograma e os gastos além do previsto, fazem parte destas consequências. A obra, com previsão de conclusão em dois anos, aproxima-se atualmente de 50 anos, sem uma perspectiva concreta da conclusão de toda a extensão prevista. Hoje, onde o país apresenta um exacerbado déficit fiscal, necessitando conter gastos, somado às rígidas leis ambientais, que não existiam na época de sua concepção, distanciam a possibilidade de conclusão desta.

Além do que já foi citado, somaram-se outras problemáticas que provocaram a interrupção da construção e todo o atraso. Dentre estas, destaca-se que:

A partir de 1976, os investimentos na expansão do modal rodoviário e na assistência à colonização foram reduzidos substancialmente, em decorrência da diminuição de recursos internacionais concedidos aos projetos brasileiros. Além disso, outros fatos ocorridos interferiram negativamente nessa expansão, tais como, a primeira crise do petróleo em 1973, e depois, em 1977; o fim do Fundo Rodoviário Nacional, em 1983 (Souza, 2010, apud Neto, 2015) e a constituição de um forte movimento ambientalista que contestava as ações do governo federal na Amazônia, em decorrência dos diversos impactos negativos aos povos indígenas e a biodiversidade regional e local. (Neto, 2015)

II.1.2 - Panorama atual da BR-230

Após algumas alterações na concepção inicial da rodovia, segundo o Ministério da Infraestrutura do governo federal, a BR-230 tem uma extensão total de 5.607,1 Km, contabilizando o seu trecho duplicado (com duas vias em cada mão) e pavimentado, os trechos pavimentos em pista simples, travessia, o trecho que existe apenas em projeto, e os trechos coincidentes com rodovias (federais e estaduais) já existentes. Na **Figura 19** consta a ficha técnica atualizada em 2017.

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

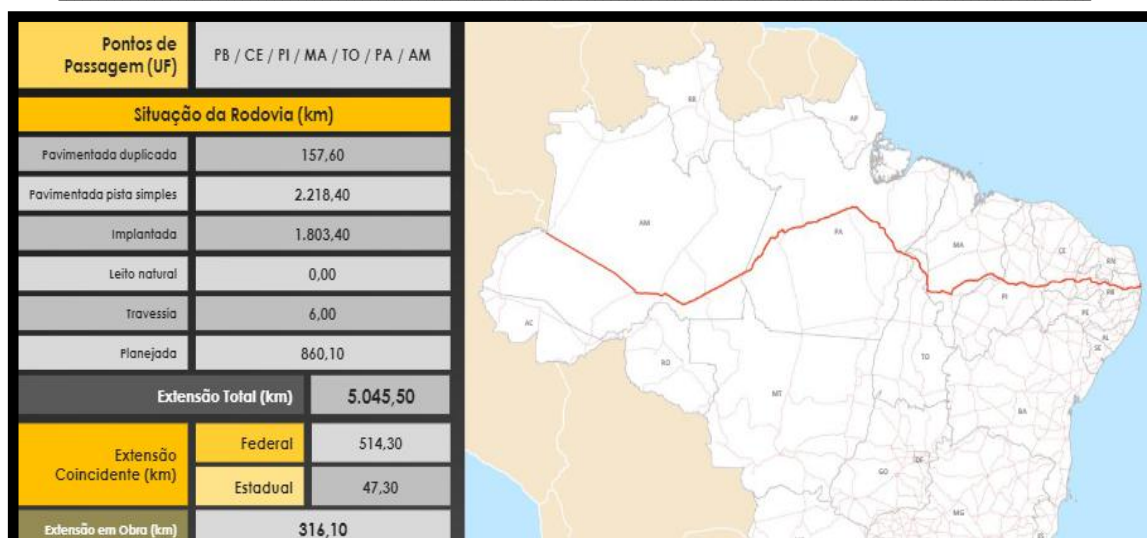


Figura 19 - Ficha técnica: Rodovia Transamazônica - BR-230 (BRASIL/Ministério da Infraestrutura, 2017)

Na **Figura 20** observa-se um esquema detalhando visualmente a BR-230 com o *status* de cada trecho, disponibilizado no Banco de Informações de Transportes (BIT), atualizado em 2016. Apesar de não ser um dado atualizado, o *status* continua praticamente o mesmo.



Figura 20 - Descrição gráfica da BR-230 - Transamazônica (Governo da Paraíba, 2016).

Observa-se, conforme legenda apresentada na **Figura 20**, que o trecho duplicado de 157,6 km encontra-se no estado da Paraíba; os trechos que estão pavimentados em pista simples são os que atravessam os estados da Paraíba, Ceará, Piauí, Maranhão e alguns trechos do Pará; uma grande parte do trecho do Pará está em obras; o trecho entre Medicilândia-PA e Lábrea-AM está apenas implantado, ou seja, sem pavimentação, ou mesmo serviços de terraplenagem 100% concluído; e os trechos que constam apenas em projeto são de Lábrea-AM à Benjamim Constant-AM, que seria o trecho final, e um pequeno trecho situado no Ceará, que hoje é interligado com rodovias estaduais.

Adicionalmente, acrescenta-se o fato de que para maioria das diversas cidades dos estados do Pará e Amazonas, permeadas pela rodovia BR-230, esta é a única via de acesso. Isto decorre, visto que a rodovia foi criada com seu maior objetivo de colonizar esta região, logo, as cidades se formaram nos lotes lindeiros à rodovia.

É justamente nesta região, onde a rodovia está apenas implantada, ou seja, apenas foram executados os primeiros serviços de movimento de terra e as pontes de madeira provisórias. Noutras palavras, a estrada foi apenas aberta, possibilitado o tráfego, mesmo que em condições precárias.

Mesmo para os padrões brasileiros chega a ser impactante, para qualquer brasileiro de outra região, que não convive com esta realidade da região norte do país (Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rodônia, Roraima e Tocantins), se deparar com uma rodovia, como sendo principal e neste caso única, não sendo pavimentada. É comum, em qualquer parte do Brasil, encontrar trechos de rodovias precisando de manutenções na sua pavimentação, mas sempre há outras opções de rodovias para desviar de estradas que estão em condições precárias. E mesmo assim, isto é mais comum acontecer em estradas estaduais, as BRs (rodovias federais) são conhecidas, de modo geral, por serem as melhores.

De fato, apesar das justificativas apresentadas anteriormente, é impressionante ver a imagem do período inicial da construção da rodovia em outubro de 1971, conforme **Figura 21**, e ver agora no presente no mesmo estado, conforme apresentado nas imagens das **Figura 22** e **Figura 23**.

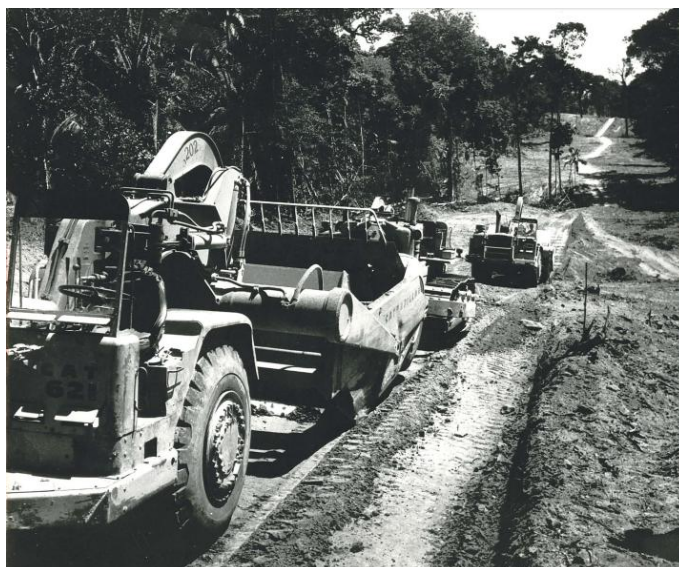


Figura 21 - Construção da BR-230 - Altamira-PA - Outubro de 1971 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015)



Figura 22 - Rodovia BR-230, a Transamazônica, entre Marabá-PA e Novo Repartimento-PA - 26/04/2019 (SOARES, Wilson / A Voz do Xingu, 2019)



Figura 23 - Rodovia BR-230, a Transamazônica, em Medicilândia-PA - 25/01/2019 (UNAMAFM/Universidade da Amazônia, 2019)

Desde de 2015 iniciaram obras para conclusão, até a pavimentação, de alguns trechos da rodovia, conforme observado na **Figura 24** e **Figura 25**. Até o momento, foi concluído apenas o trecho entre Novo Repartimento-PA e Medicilândia-PA, passando por Pacajá, Anapu, Altamira e Brasil Novo no estado do Pará.



Figura 24 - Notícia: “BR-230/PA: Asfalto na Ladeira da Velha já é realidade”, Pacajá-PA, em 09 de Novembro de 2015 (BRASIL/Ministério da Infraestrutura, 2015).



Figura 25 - Trecho da BR-163 que coincide com a BR-230 - Transamazônica entre Mirituba-PA e Trairão-PA (AMORA, Dimmi / Folha de S. Paulo, 2017).

Estas obras atuais fazem parte de um investimento de R\$1.784.153.701,17 (data de referência: 30 de Junho de 2018) pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) do governo federal, para obras de conclusão do trecho da divisa do estado do Tocantins com estado do Pará, à cidade de Rurópolis-PA. Paralelas a estas obras de

terraplenagem e pavimentação asfáltica, ocorrem as substituições das pontes provisórias de madeira pelas pontes definitivas, nos respectivos trechos.

II.2 - Descrição das pontes de madeira estudadas

II.2.1 - O uso de pontes provisórias de madeira na Transamazônica

Mas se é chocante (para quem não vive nesta realidade) se deparar com a única estrada de acesso para vários municípios, não sendo pavimentada; para estes, são assustadoras as primeiras experiências de utilização destas pontes provisórias de madeira. Pois, claramente, mesmo empiricamente, se percebe que não se tratam de pontes definitivas. Não são necessárias placas para avisar que são pontes executadas para um período curto de utilização. Se utilizá-las em bom estado já gera muitos receios, quanto mais quando estas estão necessitando de manutenções urgentes, conforme se observa na **Figura 26** e na **Figura 27**.

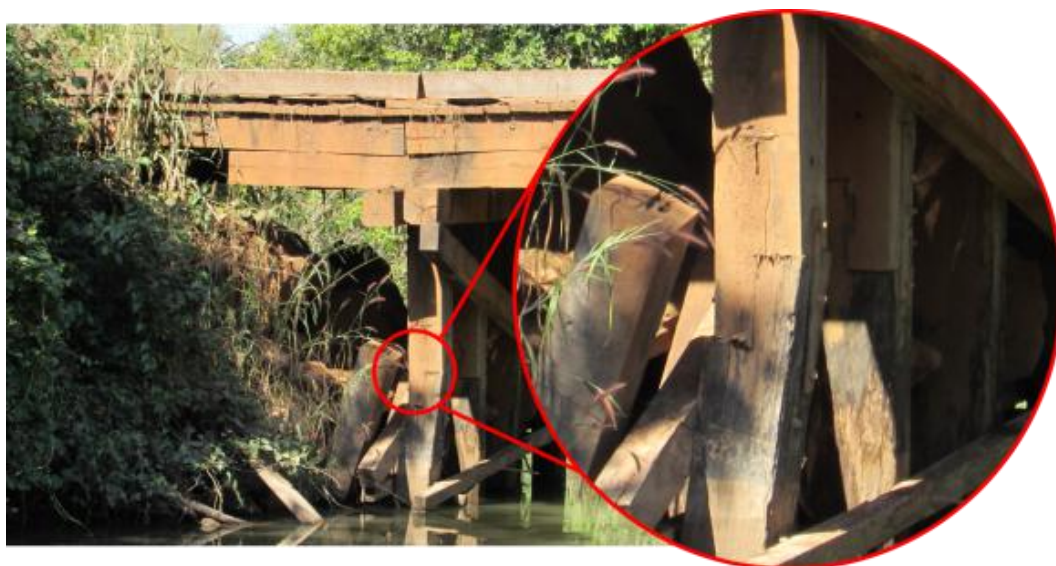


Figura 26 - Exemplo de uma ponte provisória de madeira com pilares degradados (VAZ, Lúcio / Congresso em Foco, 2016).



Figura 27 - Exemplo de uma ponte provisória de madeira com deslizante (ou rodeiro) desgastado. (VAZ, Lúcio / Congresso em Foco, 2016).

No entanto, antes de se mergulhar em críticas a estas pontes provisórias de madeira, deve-se assumir que a utilização da madeira para construir pontes provisórias, permitindo o tráfego mesmo durante o período chuvoso da Amazônia (entre janeiro e julho), enquanto se constrói pontes definitivas, é uma excelente ideia. Na região nordeste do Brasil, por exemplo, a estratégia tradicional consiste em fazer um desvio com aterros e bueiros (provisórios), que quando há chuvas maiores são arrastados e o tráfego interdito e, assim que possível, são refeitos. No caso da Rodovia Transamazônica, as primeiras pontes construídas, provavelmente, devem ter utilizado a própria madeira retirada na supressão vegetal realizada.

Não se pode associar a baixa durabilidade destas pontes com o fato de serem de madeira, pois como expressaram Seror, B. C. T., Jesus, J.M.H. e Logsdon, N. B. (2012), num artigo sobre o uso de pontes de madeira, similares a estas, no estado do Mato Grosso:

Acompanhando as auditorias de obras públicas no Tribunal de Contas do Estado de Mato Grosso observa-se que a maioria das pontes rodoviárias de madeira existente neste Estado encontra-se em péssimo estado de conservação, passando a falsa ideia de serem obras sem qualidade, inseguras, pouco recomendáveis como investimento público.

A baixa durabilidade está ligada a uma concepção de projeto, visto que não se verifica um rigor técnico para se dimensionar pontes provisórias, e à pouca intervenção de manutenção.

Contudo, o que não é normal, inegavelmente, é a demora para se construir pontes definitivas e duráveis, ocasionando um exacerbado prolongamento no uso de pontes que foram feitas para um curto período de tempo (cerca de dois a três anos). Que,

neste caso, as pontes provisórias estão sendo utilizadas há quase 50 anos, contabilizando que as primeiras foram construídas entre os anos 1971 e 1972, conforme se observa em imagens históricas, na **Figura 28** e na **Figura 29**.



Figura 28 - Construção da BR-230 em 17 de agosto de 1971 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015).



Figura 29 - Construção da BR-230 em 13 de julho de 1972 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015).

Com tantos anos de história, os moradores locais já estão habituados com esta realidade, visto que muitos utilizaram estas pontes durante toda a vida. Porém, é evidente que não são conformados com esta situação, havendo, repetidas vezes, protestos e solicitações para que as pontes provisórias sejam substituídas por pontes definitivas. Note-se que estas pontes são utilizadas onde a rodovia está somente implantada sem pavimentação.

II.2.2 - Localização e características básicas

Nos últimos anos, desde 2015, juntamente com as obras de terraplenagem e pavimentação asfáltica, têm ocorrido substituições de pontes provisórias de madeira, pelas pontes definitivas, nos respectivos trechos.

Para este estudo, foram utilizados os dados de manutenção referente à três pontes provisórias de madeiras, num trecho da BR-230 situado no estado do Pará, entre os municípios de Anapu e Altamira, conforme apresentado na **Figura 30**, com uma extensão de 150 km.



Figura 30 - Imagem de satélite com a demarcação da rodovia BR-230 destacando o trecho estudado (Google Earth, 2018).

Para efeitos deste estudo, as pontes serão numeradas ao invés da tratativa nominal. Assim, as pontes são denominadas por “1”, “2” e “3”. Estas pontes fazem parte de um trecho onde contém dezenove pontes, basicamente do mesmo porte, conforme **Figura 31**. A escolha destas consiste pelo fato de estarem em substituição por pontes definitivas. Assim, também foi possível analisar os valores de construção das respectivas pontes definitivas, e relacioná-los com a avaliação dos custos históricos de manutenção destas pontes específicas.

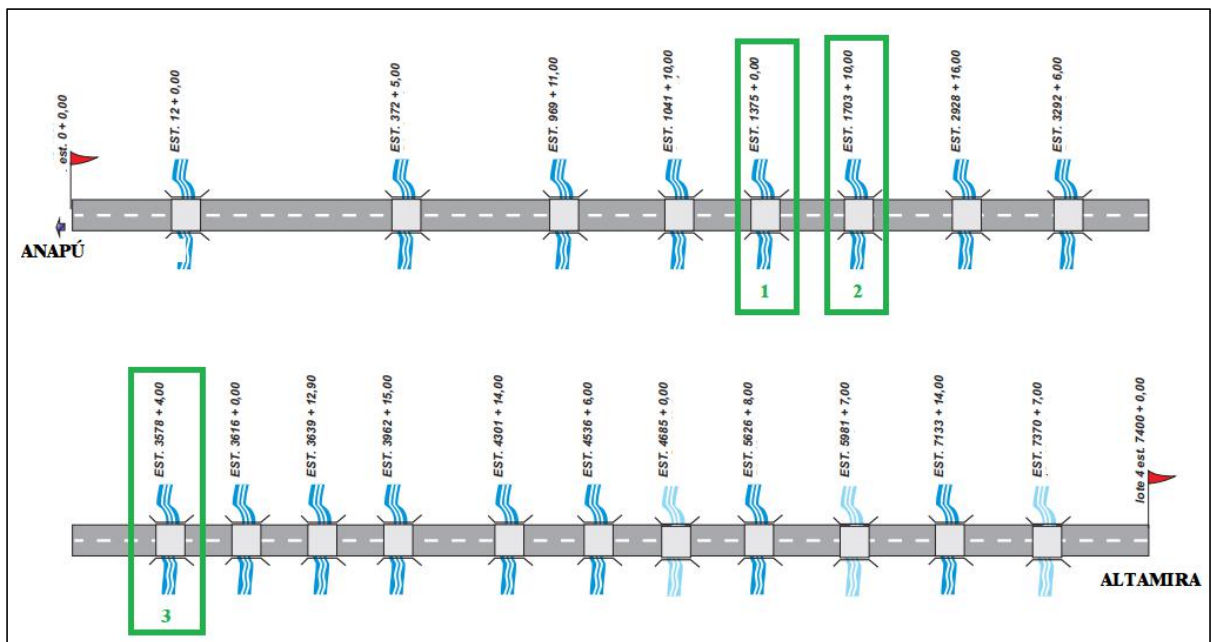


Figura 31 - Diagrama unifilar apresentando as pontes estudadas (DNIT, 2016)

A **Tabela 4** apresenta a caracterização dimensional básica das pontes estudadas, tanto definitivas quanto provisórias.

Tabela 4 - Características básicas das pontes estudadas (DNIT, 2016, Adaptado)

PONTE	LOCALIZAÇÃO (km)	PONTES DEFINITIVAS		PONTES PROVISÓRIAS	
		COMP. (m)	LARG. (m)	COMP. (m)	LARG. (m)
1	518,60	50,00	12,80	30,00	7,50
2	525,40	40,00	12,80	20,00	7,50
3	564,90	40,00	12,80	30,00	7,50

Da **Figura 32** até **Figura 37** pode-se observar as pontes provisórias, junto à construção das respectivas pontes definitivas, nas figuras apresentadas a seguir,



Figura 32 - Execução dos pilares da ponte definitiva (Ponte 1), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento.



Figura 33 - Execução das vigas longarinas da ponte definitiva (Ponte 1), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento (DNIT, 2019).



Figura 34 - Execução dos blocos de coroamento da ponte definitiva (Ponte 2), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento (DNIT, 2019).



Figura 35 - Vigas longarinas concluídas da ponte definitiva (Ponte 2), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento (DNIT, 2019)



Figura 36 - Execução das estacas da ponte definitiva (Ponte 3), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento (DNIT, 2019).



Figura 37 - Retirada de formas das vigas longarinas da ponte definitiva (Ponte 3), com ponte provisória de madeira ainda em funcionamento (DNIT, 2019).

II.2.3 - Descrição do projeto estrutural

O projeto (ou modelo) das pontes provisórias de madeira utilizados na Rodovia Transamazônica é de autoria do próprio DNIT, elaborado por engenheiros da superintendência local de Altamira-PA. Note-se que, por ausência de manuais ou normas (da ABNT ou mesmo do DNIT) próprias para dimensionamento de pontes de madeira, este projeto é aplicado apenas na região gerenciada por esta superintendência.

Como este modelo de ponte é muito peculiar desta região, faz-se uma breve descrição das componentes e suas terminologias, como é demonstrado na **Figura 38**, na **Figura 39** e na **Tabela 5**).

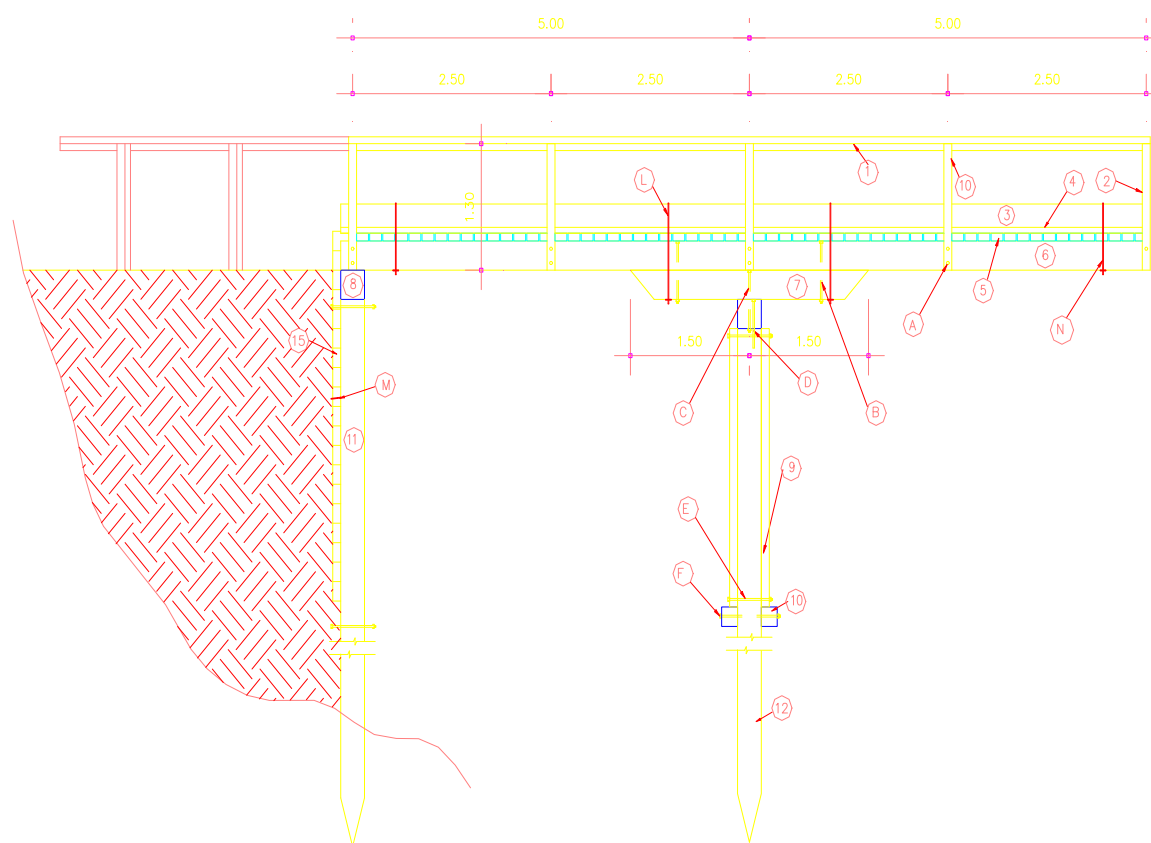


Figura 38 - Projeto tipo de uma ponte de madeira: vista lateral no sentido longitudinal (DNIT, 2019).

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE
MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

Tabela 5 - Descrição das peças estruturais do projeto tipo de uma ponte de madeira (DNIT, 2019).

ÍTEM	DESCRIÇÃO
1	GUARDA-CORPO (0.06m x 0.15m x 5.00m)
2	BARROTE (0.10m x 0.10m x 1.30m)
3	GUARDA-RODA (0.30m x 0.30m)
4	DESLIZANTES (0.06m x 0.30m)
5	PRANCHETAS DE ASSOALHO (0.08m x 0.15m x 4.60m) e=3cm
6	LONGARINAS (0.30m x 0.30m)
7	BALANCINS (0.30m x 0.30m x 3,00m)
8	TRANSVERSINA (0.30m x 0.30m x 5,00m)
9	CONTRA-VENTAMENTO (0.10m x 0.20m x 6,00m)
10	LINHA D'ÁGUA (0.20m x 0.20m x 5,00m)
11	PILARES DA CABEÇA (0.30m x 0.30m x 5,00m)
12	PILARES DE CENTRO (0.30m x 0.30m x 8,00m)
13	GUARDA CORPO DAS CORTINAS (0.06m x 0.15m x 5.00m)
14	PILARES DA ABAS DAS CORTINAS (0,30mx0,30mx3,00m)
15	PRANCHETAS DAS CORTINAS (0.10m x 0.08mx 4,60m) ALTURA=3,00mX2
16	ESCORAS DE APOIO DAS ABAS DAS CORTINAS (0,20mx0,20mx3,00m)
17	PONTALETES DA ESCORA DAS ABAS DAS CORTINAS (0,20mx0,20mx2,00m)
18	PRANCHETAS DAS ABAS DAS CORTINAS (0.10m x 0.08mx 5.00m) ALTURA=3,00mX4
	FERRAGENS
A	PARAFUSOS DE 1/2" x 0.45m (FIXAÇÃO DOS BARROTES) 2 UND POR PEÇAS
B	PARAFUSOS DE 5/8" x 0.70m (FIXAÇÃO LONGARINAS) 2 UND POR PEÇAS
C	PARAFUSOS DE 5/8" x 0.70m (FIXAÇÃO BALANCINS) 1 UND POR PEÇAS
D	PERNETES DE 5/8" x 0.50m (FIXAÇÃO TRANSVERSINAS) 4 UND POR PEÇA
E	PARAFUSOS DE 5/8" x 0.55m (FIXAÇÃO CONTRA-VENTAMENTO) 8 UND POR PEÇAS
F	PARAFUSOS DE 5/8" x 0.75m (FIXAÇÃO LINHA D'ÁGUA) 4 UND POR PEÇAS
	FERRAGENS
G	PREGOS DE 5x5" (CORRIMÃO DO GUARDA-CORPO)x0,037KG)9x2
H	BRAÇADEIRA TIPO-01 5/8"x0,30x1.05 (2 UNID. POR PEÇAS x 2) DE CENTRO
I	BRAÇADEIRA TIPO-01 5/8"x0,30mx0,75m (2 UNID POR PEÇAS x 2) DA CABEÇA
J	CHAPA DE FIXAÇÃO DE 0,45 x 0,10 x 1/4"
L	DESLIZANTES SERÃO FIXADAS COM PERNETES DE 1/2" x 0.30m COM CHAPA DE 3" x 3" x 1/4" (10 UND POR PEÇAS DE 10,00 m)
M	PREGOS DE 6x6" (PRANCHETAS DO ASSOALHO)x0,059KG (8 PREGOS POR PEÇAS)
N	PREGOS 6x6" (DAS CORTINAS)x0,059kg (4 PREGOS)
O	PREGOS 6x6" (DAS ABAS DAS CORTINAS)x0,059kg (3 PREGOS POR PEÇAS)

Observa-se que o projeto tipo possui um padrão de vão com 5 m, usado em todos os casos, alterando, dependendo da largura do leito do córrego de água, apenas a quantidade de vãos. Também são padronizados a largura, bem como todas as peças e dimensões transversais. De modo geral, apenas os tamanhos dos elementos 11 e 12 não são padronizados (apresentados na **Figura 38**), isto é, os pilares e fundação. Note-se que os pilares e as estacas de fundação são o mesmo elemento estrutural, pois não há um elemento como bloco de coroamento para fazer a transição, visto que é somente uma estaca por pilar; então a própria estaca ultrapassa o limite da infraestrutura, se

interligando com as vigas, sendo assim, um mesmo elemento fazendo a função de infra e mesoestrutura.

Apesar de ser um projeto peculiar para região, na sua concepção há semelhanças com projetos executados em outras localidades, principalmente nos elementos da superestrutura. Em um trabalho intitulado: “Pontes de madeira em Mato Grosso: alternativas às tipologias usuais”, dos autores Seror, B. C. T., Jesus, J.M.H. e Logsdon, N. B. (2012), observa-se um modelo de superestrutura que é bem semelhante ao caso estudado (ver **Figura 40**).

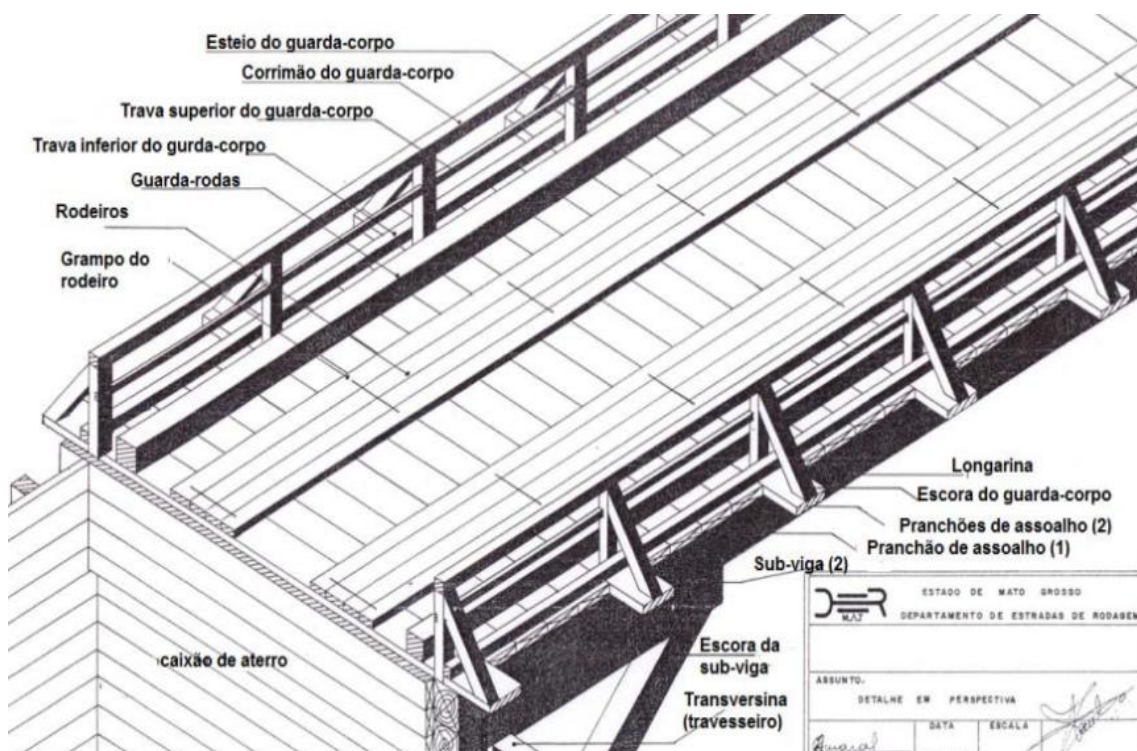


Figura 40 - Modelo de uma ponte de madeira utilizado no Mato Grosso: vista tabuleiro (DERMAT, 1979, cit. in Seror, B. C. T., Jesus, J.M.H. e Logsdon, N. B. 2012).

Uma questão levantada por estes autores, que também é observada no modelo estudado, consiste nos guarda-rodas (elemento 3 na **Figura 39**). Pois como referido:

Levando-se em conta as larguras máximas dos veículos que sejam compatíveis com o trem tipo adotado em norma, e a Resolução 12/98 do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), para que as rodas do veículo fiquem sobre os rodeiros e posicionados sobre as longarinas, podem-se fixar os rodeiros com 1,00 m de largura, separando-os entre si por igual distância, e limitando-os nas extremidades por guarda-rodas. Neste caso, as peças do tabuleiro (assoalho) serão projetadas para receber apenas o peso de pessoas (portanto, o carregamento de uma passarela de pedestres, 5,00 kN/m²). A **Figura 41** ilustra a seção transversal de uma ponte que atende estes requisitos. (Logsdon e Jesus 2012, cit. in Seror, B. C. T., Jesus, J.M.H. e Logsdon, N. B. 2012)

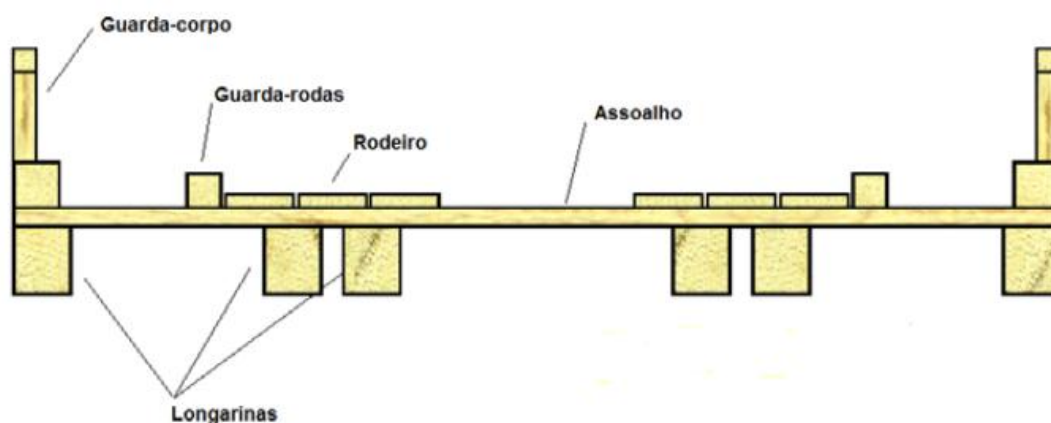


Figura 41 - Limitação dos rodeiros para aliviar as longarinas (Logsdon e Jesus, 2012).

Porém, observando a **Figura 42** e **Figura 43**, com fotos históricas da primeira construção destas pontes provisórias de madeira, nos anos de 1971 e 1972, observa-se que a infra e mesoestrutura possuem concepção extremamente distintos do modelo utilizado atualmente. Também não é possível identificar a existência de guarda-rodas no tabuleiro.



Figura 42 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1972 na BR-230 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015).



Figura 43 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1971 na BR-230 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015).

Na **Figura 44** já é possível visualizar um modelo de infra e mesoestrutura, mais parecidos com o atual.



Figura 44 - Ponte provisória de madeira recém construída no ano de 1972 na BR-230 (BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, 2015).

Atualmente, as madeiras aplicadas nas pontes provisórias de madeira são, prioritariamente, Maçaranduba (*Manilkara ssp.*), e ocasionalmente Angelim-vermelho (*Dinizia excelsa*). A **Tabela 6** resume as informações básicas das propriedades destas madeiras.

Tabela 6 - Propriedades de rigidez e resistência das madeiras utilizadas nas pontes (ABNT NBR 7190:1997)

Nome comum (dicotiledôneas)	Nome científico	01) ρ_{ap} (12%) kg/m ³	02) f_{c0} MPa	03) f_{t0} MPa	04) f_{t90} MPa	05) f_v MPa	06) E_{c0} MPa	07) n MPa
Angelim pedra verdadeiro	<i>Dinizia excelsa</i>	1 170	76,7	104,9	4,8	11,3	16 694	12
Maçaranduba	<i>Manilkara spp</i>	1 143	82,9	138,5	5,4	14,9	22 733	12

- 1) $\rho_{ap}(12\%)$ = massa específica aparente a 12% de umidade.
- 2) f_{c0} = resistência à compressão paralela às fibras, valor médio.
- 3) f_{t0} = resistência à tração paralela às fibras, valor médio.
- 4) f_{t90} = resistência à tração normal às fibras, valor médio.
- 5) f_v = resistência ao cisalhamento, valor médio.
- 6) E_c = módulo de elasticidade longitudinal obtido no ensaio de compressão paralela às fibras, valor médio.
- 7) n = número de corpos de prova ensaiados

II.3 - Principais ocorrências de patologias

Relativamente à ocorrência de patologias (“doença”, deterioração ou falha) em estruturas de madeira, há alguns equívocos na concepção natural. Em um artigo intitulado “Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira” de CRUZ (2001), ela desmitifica:

O tempo por si só (idade) não produz depreciação das características da madeira... Com efeito, a degradação de elementos de madeira surge como resultado da ação de **agentes físicos, químicos, mecânicos ou biológicos** aos quais este material é sujeito ao longo da sua vida.

Uma habitual fonte de problemas para a madeira reside no contato com a água ou humidade ambiente elevada. Importa no entanto reter que a humidade, por si só, não degrada a madeira mas potencia o risco de degradação deste material por determinados agentes biológicos, no sentido em que estes só atacam a madeira quando o seu teor em água atinge determinados valores. Especificamente, quando a madeira permanece em condições de humidade elevada por períodos longos, pode ser atacada por fungos ou por térmitas subterrâneas que dela se alimentam.

Neste caso específico das pontes provisórias de madeira da Rodovia Transamazônica, na grande maioria dos casos, as patologias têm origem em questões

mecânicas, em vez de agentes físicos, químicos ou biológicos. Conforme já mencionado, de entre os agentes de degradação, está incluso os fatores relacionados à falhas mecânicas, pois,

Também as condições de carga afetam a estrutura. É sabido que elementos estruturais que tenham estado sujeitos a esforços muito elevados (próximos da respectiva tensão de rotura), poderão ter sofrido danos internos capazes de reduzir a sua capacidade de carga. A introdução de esforços inadequados devidos a modificações intencionais (adaptações e alteração de áreas) ou acidentais (cedência de apoios, etc.) do funcionamento estrutural tem sido uma frequente causa de danos. (CRUZ, 2001)

Obviamente, os outros agentes degradantes (físicos, químicos e biológicos) agravam as questões mecânicas, conforme complementa CRUZ (2001):

Sem pôr em causa o que foi anteriormente dito relativamente aos efeitos da humidade sobre a resistência e a estabilidade dimensional, é sabido que a humidade elevada também amplia os fenómenos de fluência da madeira, provocando grandes deformações sob a ação de cargas, pelo que uma história de carga severa associada a níveis elevados de humidade pode ser particularmente gravosa.

Contudo, o principal motivo das manifestações patológicas destas pontes é o altíssimo fluxo de veículos de transporte de Carga Ultra-Pesada. Como abordado, há uma grande questão peculiar sendo tratada aqui, que não é exatamente o modelo da ponte, visto que há modelos similares aplicadas em outras regiões do país, mas o fato de se tratar de uma rodovia principal, e em muitos casos, única, de acesso à vários municípios. Além disso, tal como já comentado, esta região específica tem característica ligadas ao agronegócio (agricultura, agropecuária e agroindústria), o que leva a uma necessidade de transporte de grandes cargas, e até o abastecimento local, que é feito por modal rodoviário. Além disto, soma o *boom* da obra da hidroelétrica de Belo Monte, a maior obra em execução no Brasil, entre os anos de 2010 a 2018. Analisando estas questões, torna-se compreensível o motivo das principais manifestações patológicas destas pontes tem origem nas cargas mecânicas.

Assim, são necessárias intervenções com reparos rotineiros, de uma a quatro vezes por ano, substituindo peças estruturais. Os itens mais comuns são:

- ✓ Confecção e aplicação de ferragens,
- ✓ Alas,
- ✓ Balancim,
- ✓ Contraventamento,

- ✓ Deslizantes,
- ✓ Estaca,
- ✓ Guarda rodas,
- ✓ Longarinas,
- ✓ Pranchetas,
- ✓ Transversina,
- ✓ Guarda corpo.

Ainda se destaca as substituições de deslizantes e pranchetas, como os mais recorrentes. Da **Figura 45** a **Figura 53**, é possível observar estes serviços.



Figura 45 - Ponte 1 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo e guarda rodas, 2013 (DNIT, 2019).



Figura 46 - Ponte 1 (provisória) em manutenção, 2013 (DNIT, 2019).



Figura 47 - Ponte 1 (provisória) recuperada, 2013 (DNIT, 2019).



Figura 48 - Ponte 2 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo em uma lateral, 2015 (DNIT, 2019).



Figura 49 - Ponte 2 (provisória) em manutenção, 2015 (DNIT, 2019).



Figura 50 - Ponte 2 (provisória) recuperada, 2015 (DNIT, 2019).



Figura 51 - Ponte 2 (provisória) com deslizantes e pranchetas danificadas, e ausência de guarda corpo e guarda rodas, 2015 (DNIT, 2019).



Figura 52 - Ponte 3 (provisória) em manutenção, 2015 (DNIT, 2019).



Figura 53 - Ponte 3 (provisória) recuperada, 2015 (DNIT, 2019).

Também é possível observar as peculiaridades destas pontes provisórias de madeira da Rodovia Transamazônica, de acordo com o que já foi mencionado, e comparado com estudos patológicos de pontes de madeira em outras regiões, como o artigo intitulado de “A Identificação de Patologias em Pontes de Madeira: Diagnóstico Realizado no Sistema Viário do Município de Pato Branco – Paraná”, onde os autores MILANI e KRIPKA (2012), chegaram a seguinte conclusão:

Quanto às pontes de madeira, as principais manifestações patológicas observadas visualmente nos elementos da superestrutura foram 93% com danos na madeira por ataque de insetos e ou fungos, 43% das pontes de madeira apresentam vigas em estágio avançado de apodrecimento, 82% com defeitos nas peças de madeira do tabuleiro e 25% apresentam danos devido a sobrecarga de veículos.

Acredita-se que os problemas encontrados podem ser atribuídos, na sua maioria, à inexistência de projetos executivos, falta de mão de obra qualificada para as etapas construtivas e falta de manutenção preventiva e pelo descumprimento das normas e manuais que orientam a execução e manutenção das pontes.

CAPÍTULO III – ANÁLISE COMPARATIVA DE CUSTOS

III.1 - Custos com a manutenção das pontes provisórias de madeira

Apesar de o Brasil dispor de um sistema de gerenciamento de pontes, bem como de normas e manuais com diretrizes para tal, as pontes aqui estudadas não são alvo deste sistema, pelo que não há dados organizados e informatizados sobre os respectivos custos e serviços de manutenção realizados. Note-se que tal não decorre pelo fato das normas e diretrizes apresentarem uma lacuna no que diz respeito às pontes de madeira, pois a metodologia geral usada nas pontes, de concreto armado ou de aço, pode ser aplicada as de madeira. Ao invés, o motivo da não inventariação está relacionado com o fato simples de serem pontes provisórias, teoricamente para possibilitarem a trafegabilidade de veículos e pessoas, durante um curto período de tempo, no qual, não se prevê serviços de manutenção.

Também se menciona que as pontes de madeira provisórias são relativamente antigas (desde de 1971), pelo que possuem histórico muito anterior a qualquer esboço normativo sobre o tema (a primeira publicação apenas surgiu em 1986), pelo que a maior parte deste histórico é anterior à implementação de sistemas informatizados de gerenciamento (no Brasil surgiu por volta do ano 2000).

Soma-se ainda o fato de que uma parte deste histórico, inclusive a construção das primeiras pontes, transcorreu dentro do período do governo militar (1964 - 1985), onde os serviços de manutenção destas pontes, muito provavelmente, eram executados pelas próprias forças armadas. Assim, não havendo contratos com empresas, não há dados referentes a este período.

Os motivos supracitados inviabilizaram o levantamento de dados durante todo o histórico de pontes provisórias de madeira (1971-2019). Assim, para esta dissertação foi necessário realizar uma projeção dos custos, com o objetivo de se obter uma estimativa do custo total para todo o histórico, a partir de uma amostra do histórico de custos.

Desta forma, o cálculo de custos com manutenção destas pontes provisórias de madeira foi obtido de acordo com o seguinte roteiro:

- i. levantamento de pagamentos efetuados para manutenção das três pontes estudadas;
- ii. ajustes destes custos para a mesma data (ano) base, através do Índice de Reajuste (IR);
- iii. projeção dos custos para todo o histórico das três pontes estudadas.

III.1.1 - Custos levantados

O levantamento dos custos referente à manutenção destas pontes provisórias de madeira foi realizado junto a unidade local do DNIT em Altamira-PA. Esta é a unidade responsável pelo gerenciamento do trecho onde se localizam estas pontes estudadas. A amostra recolhida refere-se aos dados de pagamento referentes a último contrato concluído, no período de 2013 a 2017, conforme apresentado na **Tabela 7**. Como estes contratos têm por objeto a manutenção de lotes (trechos) da rodovia, incluindo as pontes provisórias de madeira, contemplando geralmente um período de cinco anos, então o último contrato concluído foi neste período, o qual permite uma análise significativa.

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

Tabela 7 - Custos com a manutenção das pontes provisórias de madeira no período de 2013 a 2017 (DNIT, 2019, adaptado).

ANO	MÊS	PONTE			GERAL (1+2+3)
		1	2	3	
2013	Fevereiro	R\$53.715,30	R\$53.715,30	R\$53.715,30	R\$161.145,90
	Novembro	R\$155.774,37	R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$424.350,87
	Subtotal	R\$209.489,67	R\$166.517,43	R\$209.489,67	R\$585.496,77
2014	Junho			R\$155.774,37	R\$155.774,37
	Julho		R\$112.802,13		R\$112.802,13
	Subtotal	R\$0,00	R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$268.576,50
2015	Janeiro		R\$39.102,92		R\$39.102,92
	Junho		R\$112.802,13		R\$112.802,13
	Julho			R\$155.774,37	R\$155.774,37
	Outubro		R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$268.576,50
	Subtotal	R\$0,00	R\$264.707,18	R\$311.548,74	R\$576.255,92
2016	Março	R\$4.122,00	R\$2.061,00	R\$7.717,82	R\$13.900,82
	Julho		R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$268.576,50
	Subtotal	R\$4.122,00	R\$114.863,13	R\$163.492,19	R\$282.477,32
2017	Janeiro	R\$112.802,13			R\$112.802,13
	Fevereiro		R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$268.576,50
	Abril	R\$36.593,20	R\$17.540,25	R\$36.827,21	R\$90.960,66
	Subtotal	R\$149.395,33	R\$130.342,38	R\$192.601,58	R\$472.339,29
TOTAL (5 anos)		R\$363.007,00	R\$789.232,25	R\$1.032.906,55	R\$2.185.145,80
MÉDIA ANUAL		R\$72.601,40	R\$157.846,45	R\$206.581,31	R\$437.029,16

A Tabela 7 foi organizada de modo a analisar: o subtotal de medições (pagamentos) realizados em cada ano para cada ponte; o subtotal para a soma das três pontes; o total referente aos cinco anos para cada ponte e para soma das três; e um cálculo de uma média anual para cada ponte e para a soma das três pontes.

Em primeiro lugar, conclui-se assim a existência de uma grande diferença de custos entre as pontes. Enquanto a manutenção (de rotina e reparação) da Ponte 1, durante os 5 anos (2013 a 2017), custou R\$363.007,00, a Ponte 3, para o mesmo

período, teve um custo quase três vezes superior, isto é, R\$1.032.906,55. Ao invés, a Ponte 2 teve um custo total de R\$789.232,25, que é praticamente a média das restantes pontes, mesmo se tratando de pontes de mesmas dimensões. Em segundo lugar, quase todos estes pagamentos foram feitos nos primeiros meses até o mês de julho de cada ano, indicando que a necessidade de reparos se concentra no primeiro semestre do ano, aonde justamente ocorre o inverno amazônico. Com as intensas chuvas neste período, muitas vezes estas pontes chegam ao colapso, parcial ou praticamente total. Note-se que as pontes são provisórias, pelo que o dimensionamento geralmente não contempla a consideração um estudo de vazão histórico de cada córrego, o que acontece no caso das pontes definitivas. Isto leva a entender também a razão da diferença nos custos com as intervenções em cada ponte, pois são pontes com um mesmo modelo estrutural (conforme tratado no tópico “II.2.3” deste trabalho), para córregos (rios) com vazões (caudais) diferentes, conseqüentemente, uma ponte apresenta mais falhas, ou seja, uma maior necessidade de reparação do que outras.

Contudo, os valores de pagamentos apresentados referem-se a um ano específico em que foi efetuado o pagamento, pelo que para estimar os custos históricos médios é necessário reajustar os valores com base num IR. Isto decorre da variação nos preços de materiais e mão-de-obra no Brasil. Por exemplo, os valores pagos em 2013, por determinados serviços, teriam outro valor se fossem pagos em 2014, pelos mesmos serviços. Com isto, para o cálculo de uma média anual mais fidedigna, é necessário que todos os valores estejam convertidos (ajustados) em uma mesma base de dados, ou seja, para um mesmo ano.

III.1.2 - Custos reajustados e estimativa total para o uso prolongado

Foi escolhido reajustar todos os valores dos anos anteriores (2013 a 2016) para 2017. Para tanto, foram utilizados os IRs calculados e publicados pelo DNIT, apresentados nos ANEXOS “A”, “B”, “C” e “D”, com o item “CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA”. Este cálculo de reajuste é feito de forma semelhante aos juros compostos com taxa variável, ou seja, os valores pagos em 2013 foram reajustados quatro vezes, sobrepondo índice sobre índice, com o respectivo IR referente a cada ano, para que seja convertido em valores com a mesma base de dados de 2017. O resultado é apresentado na **Tabela 8**. Os valores para o ano de 2017 não foram alterados. em relação

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

aos apresentados na **Tabela 7**. Por outro lado, os valores de 2013 foram os que mais sofreram alteração, visto que num sistema semelhante ao de juros compostos, quanto maior o tempo, mais índices incidem sobre os valores.

Tabela 8 – Custos reajustados com a manutenção das pontes provisórias de madeira no período de 2013 a 2017 e cálculo da projeção histórica.

ANO	MÊS	PONTE			GERAL (1+2+3)
		1	2	3	
2013	Fevereiro	R\$64.574,91	R\$64.574,91	R\$64.574,91	R\$193.724,72
	Novembro	R\$187.267,23	R\$135.607,30	R\$187.267,23	R\$510.141,76
	Subtotal	R\$251.842,14	R\$200.182,21	R\$251.842,14	R\$703.866,48
2014	Junho			R\$175.644,81	R\$175.644,81
	Julho		R\$127.191,07		R\$127.191,07
	Subtotal	R\$0,00	R\$127.191,07	R\$175.644,81	R\$302.835,88
2015	Janeiro		R\$42.228,57		R\$42.228,57
	Junho		R\$121.818,86		R\$121.818,86
	Julho			R\$168.226,04	R\$168.226,04
	Outubro		R\$121.818,86	R\$168.226,04	R\$290.044,90
	Subtotal	R\$0,00	R\$285.866,29	R\$336.452,09	R\$622.318,38
2016	Março	R\$4.268,74	R\$2.134,37	R\$7.992,57	R\$14.395,69
	Julho		R\$116.817,89	R\$161.319,94	R\$278.137,82
	Subtotal	R\$4.268,74	R\$118.952,26	R\$169.312,51	R\$292.533,51
2017	Janeiro	R\$112.802,13			R\$112.802,13
	Fevereiro		R\$112.802,13	R\$155.774,37	R\$268.576,50
	Abril	R\$36.593,20	R\$17.540,25	R\$36.827,21	R\$90.960,66
	Subtotal	R\$149.395,33	R\$130.342,38	R\$192.601,58	R\$472.339,29
TOTAL (5 anos)		R\$405.506,21	R\$862.534,21	R\$1.125.853,13	R\$2.393.893,55
MÉDIA ANUAL		R\$81.101,24	R\$172.506,84	R\$225.170,63	R\$478.778,71
PROJEÇÃO P/ 48 ANOS		R\$3.892.859,62	R\$8.280.328,45	R\$10.808.190,04	R\$22.981.378,11

Portanto, o Total Geral (soma das três pontes) referente aos cinco anos, com o cálculo de reajuste para uma mesma base de dados (2017 neste caso), saltou de R\$2.185.145,80 para R\$2.393.893,55, isto é, um acréscimo de cerca de R\$ 200.000,00.

Em seguida é possível obter os valores de custos médios anuais com a manutenção das três pontes de madeira, e efetuar o cálculo de uma projeção para todo o histórico de 48 anos, desde do ano de 1971, quando foram construídas, até 2019, quando foram substituídas por as pontes definitivas. Este cálculo foi realizado de uma forma bem simplificada, apenas multiplicando a média anual pelo total de 48 anos. Assim, de acordo com a **Tabela 8**, foi necessário R\$22.981.378,11, isto é, aproximadamente 23 milhões de reais, para manter as três pontes provisórias em funcionamento.

III.2 - Valores de construção das respectivas pontes definitivas

Depois de conhecidos os valores estimados para custo histórico da manutenção destas três pontes provisórias, a **Tabela 9** resume os valores contratados em 2015 para o projeto e construção das três pontes. O contrato, realizado através de licitação pública em 2015, engloba a construção de 12 pontes (incluído as três pontes estudadas) dentro um trecho da BR-230. De entre estas, há casos de substituição de pontes provisórias de madeiras, como é o caso estudado, mas também casos de duplicação ou recuperação de pontes definitivas já existentes.

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE
MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

Tabela 9 - Valores licitados do contrato celebrado em 2015 para projeto e construção das três pontes definitivas (DNIT, 2019, adaptado).

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	Índice de Reajuste	PONTE		
		1	2	3
Serviços Preliminares (Gerais)		R\$565.853,84	R\$565.853,84	R\$565.853,84
Mobilização de Equipamentos	TERRAP	R\$155.375,46	R\$155.375,46	R\$155.375,46
Canteiro Central	TERRAP	R\$410.478,38	R\$410.478,38	R\$410.478,38
Serviços Preliminares (Específicos)		R\$129.766,45	R\$52.963,90	R\$116.549,95
Proj. Básico de Engenharia	CONSUL	R\$46.306,70	R\$37.055,15	R\$37.055,15
Proj. Executivo de Engenharia	CONSUL	R\$19.873,70	R\$15.908,75	R\$15.908,75
Canteiro	TERRAP	R\$63.586,05	-	R\$63.586,05
Obra de Arte Especial		R\$2.117.038,55	R\$2.043.270,90	R\$1.912.417,55
Infraestrutura	OAE	R\$435.655,00	R\$317.881,30	R\$191.433,45
Mesoestrutura	OAE	R\$313.182,10	R\$231.386,65	R\$226.981,15
Acabamentos	OAE	R\$78.956,35	R\$69.264,25	R\$69.264,25
Superestrutura	OAE	R\$1.235.106,40	R\$1.370.600,00	R\$1.370.600,00
Laje de Transição	OAE	R\$54.138,70	R\$54.138,70	R\$54.138,70
Acessos		R\$203.142,50	R\$560.281,70	R\$472.563,30
Pavimentação	PAVIM	R\$122.326,05	R\$350.677,80	R\$242.351,45
Obras Complementares	CONSER	R\$63.732,90	R\$73.180,25	R\$86.347,80
Terraplenagem	TERRAP	R\$17.083,55	R\$136.423,65	R\$143.864,05
Componente Ambiental		R\$247.638,05	R\$269.127,10	R\$280.630,35
Passagem de Fauna	CONSER	R\$231.435,60	R\$245.826,90	R\$263.497,85
Recuperação de Área Degradada	CONSER	R\$16.202,45	R\$23.300,20	R\$17.132,50
Diversos		R\$45.131,90	R\$35.831,40	R\$44.055,00
Remoção de Madeira Existentes	CONSER	R\$45.131,90	R\$35.831,40	R\$44.055,00
TOTAL		R\$3.308.571,29	R\$3.527.328,84	R\$3.392.069,99
TOTAL GERAL			R\$10.227.970,13	

Observa-se que não há uma grande diferença nos valores das três pontes, pois os mesmos estão, aproximadamente, entre 3,3 e 3,5 milhões de reais. O total geral,

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

somando os custos das três pontes, foi de R\$10.227.970,13. Note-se que este valor inclui projetos e execução, conforme discriminado na tabela.

Porém, para que o comparativo entre os custos com a manutenção das pontes provisórias de madeira e os valores das pontes definitivas (projeto mais construção) seja mais justo, é necessário que ambos estejam na mesma data de referência (2017). Portanto, os valores da **Tabela 9** para 2015 foram reajustados para 2017, do modo descrito anteriormente. Utilizando os IRs que estão dispostos nos ANEXO C e D, chegou-se ao resultado apresentado na **Tabela 10**. Observa-se um aumento no total geral para as três pontes, de quase 1 milhão de reais, chegando mais precisamente a R\$11.159.512,37.

Tabela 10 - Simulação dos Valores reajustados para 2017 do contrato celebrado em 2015 para construção das três pontes definitivas.

DESCRIÇÃO DO SERVIÇO	Índice de Reajuste	PONTE		
		1	2	3
Serviços Preliminares (Gerais)		R\$635.825,31	R\$635.825,31	R\$635.825,31
Mobilização de Equipamentos	TERRAP	R\$174.588,63	R\$174.588,63	R\$174.588,63
Canteiro Central	TERRAP	R\$461.236,68	R\$461.236,68	R\$461.236,68
Serviços Preliminares (Específicos)		R\$141.798,71	R\$56.300,68	R\$127.749,56
Proj. Básico de Engenharia	CONSUL	R\$49.224,07	R\$39.389,66	R\$39.389,66
Proj. Executivo de Engenharia	CONSUL	R\$21.125,76	R\$16.911,02	R\$16.911,02
Canteiro	TERRAP	R\$71.448,87	-	R\$71.448,87
Obra de Arte Especial		R\$2.287.116,38	R\$2.207.422,41	R\$2.066.056,62
Infraestrutura	OAE	R\$470.654,48	R\$343.419,13	R\$206.812,76
Mesoestrutura	OAE	R\$338.342,40	R\$249.975,70	R\$245.216,27
Acabamentos	OAE	R\$85.299,51	R\$74.828,77	R\$74.828,77
Superestrutura	OAE	R\$1.334.331,90	R\$1.480.710,74	R\$1.480.710,74
Laje de Transição	OAE	R\$58.488,07	R\$58.488,07	R\$58.488,07
Acessos		R\$223.831,18	R\$621.649,74	R\$523.965,10
Pavimentação	PAVIM	R\$135.807,81	R\$389.326,58	R\$269.061,41
Obras Complementares	CONSER	R\$68.827,33	R\$79.029,84	R\$93.249,93
Terraplenagem	TERRAP	R\$19.196,04	R\$153.293,31	R\$161.653,77

ANÁLISE DO CUSTO DE PROLONGAMENTO DA VIDA ÚTIL DAS PONTES PROVISÓRIAS DE MADEIRA NA RODOVIA TRANSAMAZÔNICA

Componente Ambiental		R\$267.432,76	R\$290.639,52	R\$303.062,27
Passagem de Fauna	CONSER	R\$249.935,18	R\$265.476,84	R\$284.560,30
Recuperação de Área Degradada	CONSER	R\$17.497,58	R\$25.162,68	R\$18.501,97
Diversos		R\$48.739,47	R\$38.695,55	R\$47.576,49
Remoção de Madeira Existentes	CONSER	R\$48.739,47	R\$38.695,55	R\$47.576,49
TOTAL		R\$3.604.743,81	R\$3.850.533,21	R\$3.704.235,35
TOTAL GERAL		R\$11.159.512,37		

III.3 - Comparativo

Por fim, é efetuada uma análise comparativa entre os custos históricos com a manutenção das pontes provisórias de madeira da Rodovia Transamazônica e os custos para projeto e execução das respectivas pontes definitivas. A proposição para esta análise foi realizada de forma simples e objetiva, através de uma comparação (diferença) em valores, e em termos percentuais, conforme disposto na **Tabela 11**.

Tabela 11 - Valores e percentuais comparativos entre os custos com o histórico de manutenção das pontes provisórias e a construção das pontes definitivas.

LINHA	DESCRIÇÃO	PONTE			GERAL (1+2+3)
		1	2	3	
1	MANUT. P. PROVISÓRIAS - PROJEÇÃO P/ 48 ANOS	R\$3.892.859,62	R\$8.280.328,45	R\$10.808.190,04	R\$22.981.378,11
2	PREÇO CONSTRUTIVO - PONTES DEFINITIVAS	R\$3.604.743,81	R\$3.850.533,21	R\$3.704.235,35	R\$11.159.512,37
3	VALOR COMPARATIVO / DIFERENÇA (L1 - L2)	R\$288.115,80	R\$4.429.795,24	R\$7.103.954,70	R\$11.821.865,73
4	PERCENTUAL COMPARATIVO / DIFERENÇA (L1/L2) %	107,99%	215,04%	291,78%	205,94%

De entre alguns pontos importantes a serem observados, o primeiro é que em todos os casos, das três pontes, o comparativo entres os custos estimados com as pontes provisórias foram maiores 205,94% do que os das respectivas pontes definitivas. Ou seja, no caso das três pontes estudadas, os valores custos com a manutenção das pontes

provisórias, durante todo o período de vida útil de 48 anos, daria para projetar e construir as três pontes definitivas e ainda sobraria dinheiro (R\$11.159.512,37).

No caso específico da “Ponte 1”, em termos percentuais, o valor gasto com a manutenção da ponte provisória, corresponde a 107,99% do valor da ponte definitiva. O que mostra que são valores bem próximos, com uma pequena diferença de R\$ 288.115,80. Já no caso da “Ponte 2”, esta relação percentual é mais que o dobro (215,04%), ou seja, os custos com a manutenção da ponte provisória, daria para construir duas pontes definitivas, e ainda sobrariam R\$579.120,19 (15,04% restante dos 215,04%). Mas, o pior caso é da “Ponte 3”, cujo valor percentual foi de 291,78%, significando que o valor gasto com a manutenção da ponte provisória daria para construir quase três pontes definitivas.

Note-se que a análise aqui efetuada não teve em consideração os custos associados à manutenção das pontes definitivas ao longo dos 48 anos. Conforme abordado no tópico “I.3.1”, infelizmente, não há dados detalhados divulgados no Brasil referentes a aplicação dos custos com a manutenção de OAEs, para que possibilite um cálculo relativo a um índice de custo por metro quadrado de tabuleiro por ano. Com isto, esta análise comparativa não contempla a previsão de custos com a manutenção das pontes definitivas, dentro da hipótese desta construção ter ocorrido no prazo previsto.

CONCLUSÃO E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

A maior rodovia do Brasil, a BR-230, também denominada de Rodovia Transamazônica, foi planejada numa época de muito otimismo econômico para o Brasil, entre os anos 70 e 80 do século passado, dentro do governo da revolução militar. Esta rodovia era mais uma das gigantes obras que foram planejadas e construídas na época. A construção iniciou-se no ano de 1970 e entrou no estado do Pará no ano seguinte. Tinham um prazo de construção de dois anos, mas até hoje está em execução. O exacerbado atraso tem hipotecado o desenvolvimento desta região. O recurso financeiro acabou a meio da obra, denotando uma grande falta de planejamento. Porém, isto não explica a razão de vários governos posteriores preterirem a continuidade da construção, optando por fazer manutenção e reparos numa estrada sem pavimento e nas pontes provisórias de madeira. Pontes estas, conforme abordado neste estudo, que pelas suas limitações físicas provocam inúmeros prejuízos, nos âmbitos econômico, social e ambiental, atingindo até a saúde física dos usuários, pois já provocou diversos acidentes mortais.

Relativamente às questões financeiras, e mais especificamente à estimativa de custos históricos com a manutenção destas pontes provisórias de madeira, após análise em três pontes, situadas entre os municípios de Anapu-PA e Altamira-PA, verificou-se, que os mesmos são mais do que o dobro (205,94%) dos que seriam necessários para viabilizar a construção das três pontes definitivas de concreto. Estima-se que foram gastos R\$ 22.981.378,11 com a manutenção destas pontes provisórias, enquanto o valor para construção das pontes definitivas, incluindo projetos, foi de R\$11.159.512,37. Isto demonstra, claramente, que não foi uma boa decisão postergar a execução das pontes definitivas, prologando exacerbadamente a vida útil das pontes provisórias e todos os constrangimentos provocados pelas limitações das mesmas.

Nesta análise não foi considerada a comparação entre pontes de madeira definitivas e pontes de concreto, pois, neste caso, as pontes de madeira teriam um elevado rigor no seu dimensionamento, monitoramento e manutenção, prolongando a sua vida útil.

O que provocou este enorme prejuízo não foi uma fragilidade do material, no caso, a madeira, porque a madeira de lei possui excelentes propriedades mecânicas e, se bem protegida, tem vida útil muito prolongada, quando equiparada com a de outros materiais. Mas, o que está em causa é o uso prolongado de estruturas provisórias, que foram pensadas para atender a uma demanda limitada, num curto período de tempo. Então, conforme analisado neste estudo, o uso exacerbamente prolongado, associado a um grande tráfego de veículos de carga ultra-pesada, provocaram esse enorme prejuízo.

Relativamente aos Sistemas de Gerenciamento de Pontes, observou-se que o Brasil já tem uma metodologia instalada ao nível das OAE federais, mas precisa urgentemente de avançar para uma cobertura mais alargada, por exemplo às OAE estaduais, usufruindo da experiência de outros países.

Em temas de desenvolvimentos futuros, para completar e estender este trabalho, sugere-se a realização de:

- ✓ Um estudo sobre os acidentes ocorridos nas pontes de madeira provisórias;
- ✓ Levantamento do número total de pontes de madeira atualmente integradas na BR-230, para estimar o custo total com todas as pontes;
- ✓ Levantamento dos custos de manutenção com estas pontes provisórias para uma maior parte ou totalidade dos seus históricos, com o mínimo de estimativas e máximo de dados;
- ✓ Uma análise de custo por metro quadrado de tabuleiro de OAE, com inspeção, manutenção e reparação. Seria mais significativo, se fossem levantados dados junto a um trecho de rodovia privatizada, pois, neste caso, os custos são aplicados de acordo com a demanda, e não de acordo com a oferta, como é nos trechos gerenciados pelo poder público.

BIBLIOGRAFIA

ABNT (2016). *NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto — Procedimento*. Rio de Janeiro. ABNT.

ABNT (1997). *NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira*. Rio de Janeiro, ABNT.

ALMEIDA, Joana Maria Martins Rosa Maia de Oliveira (2013). *Sistema de Gestão de Pontes com Base em Custos de Ciclo de Vida*. Dissertação apresentada à FEUP para obtenção do grau de Doutor em Engenharia Civil. Porto.

AMORA, Dimmi / Folha de S. Paulo (2017). *Cidade paraense sofre com trânsito de caminhões durante safra*. Disponível em:
<<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/03/1865936-cidade-paraense-sofre-com-transito-de-caminhoes-durante-safra.shtml>>, acesso 13/09/2019.

ARAUJO, Ciro José Ribeiro Villela (2017). *Principais aspectos abordados na ABNT NBR 9452:2016, a importância das atividades de manutenção em pontes e viadutos e as dificuldades das condições de acesso às inspeções*. Revista IPT | Tecnologia e Inovação v.1, n.5, ago.

BRASIL (1970). *Pronunciamento feito pelo Presidente Médici, encerrando a reunião do Conselho Deliberativo da SUDENE, em Recife, a 06/06/70*. Biblioteca da Presidência da República. Disponível em:
<<http://www.biblioteca.presidencia.gov.br/presidencia/ex-presidentes/emilio-medici/discursos/1970/15/@@download/file/15.pdf>>

BRASIL/Ministério da Infraestrutura (2015). *BR-230/PA: Asfalto na Ladeira da Velha já é realidade*. Disponível em : <<https://transportes.gov.br/ultimas-noticias/3354-asfaltamento-na-ladeira-da-velha-j%C3%A1-%C3%A9-realidade.html>>, acesso 03/10/2019.

BRASIL/Ministério da Infraestrutura (2017). *Dados sobre a Infraestrutura de todos os modos de transportes*. Disponível em:
<http://www.infraestrutura.gov.br/component/content/article/63-bit/5110-bitpublic.html?option=com_content#infrarodo>, acesso em: 13/09/2019.

- BRASIL/Ministério da Infraestrutura (2019). *Rodovias Federais*. Disponível em :
<<https://www.infraestrutura.gov.br/rodovias-brasileiras.html>>, acesso em:
23/10/2019.
- BRASIL/SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional (2015). *Registros
fotográficos da construção da Rodovia Transamazônica*. Disponível em:
<<http://sian.an.gov.br>>, acesso em 19/09/2019.
- BRASIL/SIT - Sistema de Informações Territoriais (2010). Plano Territorial de
Desenvolvimento Rural Sustentável – Território da Transamazônica. Disponível
em: <http://sit.mda.gov.br/download/ptdrs/ptdrs_qua_territorio095.pdf>, acesso:
27/08/2019.
- CALIL-JUNIOR, Carlito. *et ali.* (2006). *Manual de projeto e construção de pontes de
madeira*. São Carlos-SP. Suprema.
- CRUZ, Helena. (2001). *Patologia, Avaliação e Conservação de Estruturas de Madeira*.
Santarem-POR, II Curso Livre Internacional de Património / Associação
Portuguesa dos Municípios com Centro Histórico.
- DNIT (2004). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - Diretoria de
Planejamento e Pesquisa - Coordenação do Instituto de Pesquisas Rodoviárias.
Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias. 2. ed. Rio de Janeiro. 253p.
- DNIT (2010). Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria
Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de recuperação de pontes
e viadutos rodoviários*. - Rio de Janeiro, 159p. (IPR. Publ., 744)
- DNIT (2015). *Pontes e viadutos das rodovias federais estão em boas condições*.
Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/noticias/pontes-e-viadutos-das-rodovias-federais-estao-em-boas-condicoes>>, acesso em: 11/10/2019.
- DNIT (2016). *Volume 1 - Relatório do Projeto Executivo das Obras e todas as demais
Operações Necessárias e Suficientes para a entrega final de 12(doze) Pontes,
localizadas na BR230/PA*. Superintendência regional no estado do Pará -
Unidade Local de Altamira-PA.

DNIT (2019). *Relatórios e dados de medições, repassados via e-mail*. Superintendência regional no estado do Pará - Unidade Local de Altamira-PA.

DOL - Diário Online. (2019). *Manifestantes ateiam fogo em pontes em protesto contra o IBAMA*. Disponível em: <<https://www.diarioonline.com.br/noticias/para/529861/manifestantes-ateiam-fogo-em-pontes-em-protesto-contr-o-ibama-veja-o-video>>, acesso: 27/08/2019.

FARIA, Vivian / Gazeta do Povo. (2016). *Relembre outras cinco obras públicas que desabaram*. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/relembre-outras-cinco-obras-publicas-que-desabaram-at65wcpmuw7kmxgw4oiem8r2v/>>, acesso em: 16/01/2020.

ADMS, Felype / O Liberal. (2019). *Caminhão cai e derruba ponte da BR-230, entre Medicilândia e Uruará*. Disponível em: <<https://www.oliberal.com/para/caminh%C3%A3o-cai-e-derruba-ponte-da-br-230-entre-medicil%C3%A2ndia-e-uruar%C3%A1-1.52925>>, acesso: 27/08/2019.

FIGUEIREDO, Elói. MOLDOVAN, Ionut. MARQUES, Manuel Barata. (2013). *Condition Assessment of Bridges: Past, Present and Future - A Complementary Approach*. Lisboa, Universidade Católica Editora.

FIGUEIREDO, Eló. (2010). *Damage Identification in Civil Engineering Infrastructure under Operational and Environmental Conditions*. Porto, FEUP.

GENTILE, Luiz. (2019). *Rodovia Transamazônica*. Disponível em: <<https://mapio.net/s/29120330>>, acesso: 27/08/2019.

Google Earth (2018). Software Google Earth Pro. Acesso em: 25/08/2019.

Google Mapas (2019). Dados do mapa ORION-ME, INEGI.. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/dir/Lisboa,+Portugal/Kaz%C3%A1n,+R%C3%BAssia/@46.0928155,2.036637,4z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0xd19331a61e4f33b:0x400ebbde49036d0!2m2!1d->>

9.1393366!2d38.7222524!1m5!1m1!1s0x415ead2b7cacc99:0x7fcb77b9b5ad8c65!2m2!1d49.0660806!2d55.8304307!3e0?hl=pt-BR>, acesso em: 19/09/2019.

Governo da Paraíba (2016). *Porto de Cabedelo*. Disponível em: <<http://portodecabedelo.pb.gov.br/Porto-Old/Porto%20de%20cabedelo%20bkup/portodecabedelo.pb.gov.br/paginas/exibir/id/16.html>>, acesso 12/09/2019.

Governo do Rio Grande do Sul (2010). *Daer faz levantamento técnico sobre queda da ponte em Agudo*. Disponível em: <<https://estado.rs.gov.br/daer-faz-levantamento-tecnico-sobre-queda-da-ponte-em-agudo>>, acesso em: 16/01/2020. Rio Grande do Sul, Palácio Piratini.

G1/AFP (2018). *Veja as quedas de pontes mais mortais dos últimos 20 anos*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/08/14/veja-as-quedas-de-pontes-mais-mortais-dos-ultimos-20-anos.ghtml>>, acesso em: 16/01/2020.

G1-PA (2014). *Parte de ponte da Alça Viária, no PA, desaba após balsa bater em pilastra*. Disponível em: <<http://g1.globo.com/pa/para/noticia/2014/03/veja-imagens-da-ponte-que-caiu-na-alca-viaria-apos-colisao-no-para.html>>, acesso em: 16/01/2020.

G1-PA. (2019a). *Ponte quebra e carreta tomba na rodovia BR-230 no Pará*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/02/09/ponte-quebra-e-carreta-tomba-na-rodovia-br-230-no-para.ghtml>>, acesso: 12/09/2019.

G1-PA. (2019b). *Parte de ponte da Alça Viária cai no Rio Moju, no Pará*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/04/06/ponte-do-complexo-alca-viaria-cai-novamente-sobre-o-rio-moju-no-para.ghtml>>, acesso em: 16/01/2020.

G1-PA (2019c). *Buscas a possíveis desaparecidos em queda de ponte na Alça Viária são retomadas nesta segunda*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pa/para/noticia/2019/04/08/buscas-a-possiveis-desaparecidos-em-queda-de-ponte-na-alca-viaria-sao-retomadas-nesta-segunda.ghtml>>, acesso em: 16/01/2020.

G1-SP. (2018). *Viaduto da Marginal Pinheiros sobre linha da CPTM cede próximo à Ponte do Jaguaré*. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao->

paulo/noticia/2018/11 /15/elevado-de-acesso-da-marginal-pinheiros-para-a-ponte-do-jaguare-cede.ghhtml>, acesso em: 16/01/2020.

- HAARDT, P. (2002). *Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für das deutsche Fernstraßenetz – Stufe 1 und 2*. Disponível em: https://www.bast.de/BASSt_2017/DE/Ingenieurbau/Fachthemen/b4-bms/b4-bms.html, acesso em: 23/10/2019.
- HELENE, Paulo R. L. (1992). *Manual para Reparo Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto*. 2 ed. São Paulo. PINI
- LENCIONI, Julia Wippich (2005). *Proposta de Manual Para Inspeção de Pontes e Viadutos em Concreto Armado – Discussão Sobre a Influência dos Fatores Ambientais na Degradação de Obras-de-Arte Especiais*. 187f. Tese de Mestrado em Engenharia de Infra-Estrutura Aeroportuária – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos.
- MENDES, Paulo de Tarso Cronemberger (2009). *Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras / P.T.C. Mendes*. São Paulo.
- MetroNews (2017). *Remembrance ceremony to mark 50th anniversary of Silver Bridge collapse*. Disponível em: <<http://wvmetronews.com/2017/12/13/remembrance-ceremony-to-mark-50th-anniversary-of-silver-bridge-collapse/>>, acesso em 02/03/2020.
- MILANI, Cleovir. KRIPKA, Moacir. (2012). *A identificação de patologias em pontes de madeira: diagnóstico realizado no sistema viário do município de Pato Branco – Paraná, Revista Eletrônica de Engenharia Civil - REEC, Nº 4, Vol. 1. pp. 23-33.*
- Monte, Maria Aparecida Brandão (2010). *Plano Territorial de Desenvolvimento Rural Sustentável: Território da Cidadania Transamazônica Estado do Pará*. Altamira: FVPP, 2010. 134p.
- Neto, Thiago Oliveira (2015). *Rodovia Transamazônica: o projeto de integração deu certo?*. R. G&PP - Revista Gestão e Políticas Públicas- vol. 5(2): 284-308.

Nequete, Edison (1970), *Presidente Médici na Transamazônica*, Vídeo, arquivo digital em “.webm”, SIAN - Sistema de Informação do Arquivo Nacional, <<http://sian.an.gov.br>>, acesso em 02/10/2019.

NTSB — National Transportation Safety Board (2008). *Collapse of I-35W Highway Bridge Minneapolis, Minnesota*. Disponível em: <<https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/HAR0803.pdf>>, acesso em: 02/03/2020.

O Liberal, Jornal. (2019). *Ponte sobre o rio Moju, na Alça Viária, tem extenso histórico de acidentes*. Disponível em: <<https://www.oliberal.com/para/ponte-sobre-o-rio-moju-na-al%C3%A7a-vi%C3%A1ria-tem-extenso-hist%C3%B3rico-de-acidentes-1.107755>>, acesso em: 16/01/2020.

SANTOS (2012). *De 40 mil pontes em rodovias, só 7% recebem manutenção*. Portal Cimento Itambé. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/de-40-mil-pontes-em-rodovias-so-7-recebem-manutencao/>>, acesso em 09/10/2019.

Seror, B. C. T., Jesus, J.M.H. e Logsdon, N. B. (2012). *Pontes de madeira em Mato Grosso: alternativas às tipologias usuais*. Revista: Madeira - Arquitetura & Engenharia. USP. v. 13, n. 33, p. 37-52.

SOARES, Wilson / A Voz do Xingu (2019). *Caminhões são rebocados por tratores para escapar de atoleiro na Transamazônica, no PA*. Disponível em: <<https://avozdoxingu.com.br/regiao/caminhoes-sao-rebocados-por-tratores-para-escapar-de-atoleiro-na-transamazonica-no-pa/>>, acesso 03/10/2019.

Souza, Vitor Helio Pereira. (2010). *O transporte rodoviário no Brasil: algumas tipologias da viscosidade*. Scripta Nova. Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales., (14), 331, S/P.

Stefani, A. et alii (2016). *Pontes de madeira: degradação e soluções tecnológicas híbridas*. Revista de Arquitetura IMED, 5(1): 102-108, jan./jun. 2016

TOLEDO, Marcelo / Folha de S. Paulo (2017). *Cidade do PR remói 'luto' 35 anos após fechamento de parque das Sete Quedas*. Disponível em:

<<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2017/11/1936856-cidade-do-pr-remoi-luto-35-anos-apos-fechamento-de-parque-das-sete-quebras.shtml>>, acesso em: 16/01/2020.

UNAMAFM/Universidade da Amazônia (2019). *Ponte que cedeu na Rodovia Transamazônica continua interditada*. disponível em: <<http://radio.unama.br/noticias/ponte-que-cedeu-na-rodovia-transamaz%C3%B4nica-continua-interditada>>, acesso 03/10/2019.

VAZ, Lúcio / Congresso em Foco (2016). *Construíram a estrada e esqueceram as pontes – O descaso do poder público Brasil afora*. Disponível em: <<https://congressoemfoco.uol.com.br/especial/noticias/construiram-a-estrada-e-esqueceram-as-pontes-%E2%80%93-o-descaso-do-poder-publico-brasil-afora/>>, acesso: 04/10/19.

VEJA (2012). *Pontes e viadutos do país são precários, avalia TCU*. Revista VEJA. Disponível em: <<https://veja.abril.com.br/brasil/pontes-e-viadutos-do-pais-sao-precarios-avalia-tcu/>>, acesso em 09/10/2019.

VITÓRIO, José Anfonso Pereira. (2002). *Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão*. Recife-PE, CREA-PE.

ANEXOS

ANEXO A - Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias - 2013



ÍNDICES DE REAJUSTAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS

OBSERVAÇÃO: O reajustamento deve ser realizado de acordo com a Instrução de Serviço nº 04/2012, publicada no Boletim Administrativo do DNIT nº 010, de 05 a 09 de Maio de 2012

Data Ref: Janeiro a Dezembro/ 2013

Descrição		Índices												Variação no Mês	Acumulado no Ano	Últimos 12 Meses
		01/13	02/13	03/13	04/13	05/13	06/13	07/13	08/13	09/13	10/13	11/13	12/13			
TERRAPLANAGEM	DEZ/2000=100	222,604	225,732	227,132	228,402	229,035	231,279	232,901	235,010	235,464	235,470	236,974	240,803	1,616	8,800	8,800
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	DEZ/2000=100	231,365	232,794	233,879	235,142	236,582	238,312	240,018	240,971	243,018	244,112	244,786	246,836	0,838	7,123	7,123
PAVIMENTAÇÃO	DEZ/2000=100	246,191	250,426	252,535	254,146	254,638	255,537	255,862	256,503	257,240	257,935	258,726	264,046	2,056	7,821	7,821
CONSULTORIA (Supervisão e Projetos)	DEZ/2000=100	185,325	185,474	185,974	186,157	186,467	187,994	189,395	190,325	190,298	190,540	190,872	191,598	0,380	3,464	3,464
DRENAGEM	DEZ/2000=100	235,354	237,277	238,583	240,006	241,304	243,055	244,532	245,447	247,589	248,569	249,088	251,929	1,141	7,657	7,657
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	DEZ/2000=100	227,371	221,996	222,207	222,944	228,643	229,435	230,045	233,299	234,642	235,061	235,228	236,365	0,483	4,462	4,462
PAVIMENTOS CONCRETO CIMENTO PORTLAND	DEZ/2000=100	210,178	210,908	212,013	213,512	215,115	215,769	216,539	217,623	219,256	222,374	223,683	225,048	0,610	7,326	7,326
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	DEZ/2000=100	231,309	232,382	233,123	234,384	235,509	237,348	239,285	240,145	242,421	243,114	244,059	245,854	0,735	6,617	6,617
LIGANTES BETUMINOSOS	DEZ/2000=100	269,871	266,824	267,476	271,002	270,688	270,697	271,675	271,744	271,744	275,290	275,549	274,466	-0,393	2,988	2,988
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (Sem Aço)	DEZ/2000=100	224,394	225,991	226,971	228,220	229,264	231,067	232,919	233,652	235,175	236,185	237,015	239,381	0,998	7,190	7,190
IGP-DI	AGO/1994=100	504,830	505,832	507,375	507,087	508,715	512,598	513,313	515,688	522,690	525,966	527,422	531,056	0,689	5,518	5,518
ÍNDICE NACIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	AGO/1994=100	525,850	529,029	531,691	535,601	547,655	553,948	556,600	558,340	560,767	562,241	564,201	564,765	0,100	8,094	8,094
VERGALHÕES E ARAMES DE AÇO AO CARBONO	AGO/1994=100	591,849	590,831	597,979	602,738	623,467	623,605	623,903	638,361	668,139	670,130	670,121	670,898	0,116	13,392	13,392
PRODUTOS SIDERÚRGICOS	DEZ/2007=100	114,310	114,739	115,392	116,948	117,907	118,868	119,363	121,096	123,490	123,804	122,345	121,854	-0,401	7,647	7,647
PRODUTOS DE AÇO GALVALNIZADO	MAR/1999=100	285,051	285,333	284,945	284,719	284,473	284,471	285,134	285,694	286,620	288,224	289,457	288,676	-0,270	1,634	1,634
SINALIZAÇÃO VERTICAL	MAI/2005=100	127,846	128,461	129,904	132,183	132,374	133,510	134,278	134,396	137,027	136,425	137,263	138,198	0,681	8,646	8,646
ASFALTO DILUÍDO	DEZ/2000=100	304,462	303,506	303,928	304,884	304,462	304,676	304,999	304,999	304,999	306,881	305,392	304,437	-0,313	0,307	0,307
CIMENTO ASFÁLTICO (CAP 7 A 20)	DEZ/2000=100	261,369	260,054	260,054	261,383	261,383	261,383	262,336	262,336	262,336	265,916	266,949	265,512	-0,538	2,264	2,264
EMULSÕES (RR1C E RR2C)	DEZ/2000=100	273,828	269,121	270,314	275,933	275,377	275,377	276,438	276,571	276,571	280,265	280,056	279,264	-0,283	3,872	3,872

Fonte: DNIT / FGV (2014)

ANEXO B - Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias - 2014



ÍNDICES DE REAJUSTAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS

OBSERVAÇÃO: O reajustamento deve ser realizado de acordo com a Instrução de Serviço nº 04/2012, publicada no Boletim Administrativo do DNIT nº 010, de 05 a 09 de Março de 2012

Data Ref: Dezembro/2014

Descrição		Índices de Reajustamento												Variação no Mês	Acumulado no Ano	Últimos 12 Meses
		01/14	02/14	03/14	04/14	05/14	06/14	07/14	08/14	09/14	10/14	11/14	12/14			
TERRAPLANAGEM	DEZ/2000=100	241,895	242,169	242,321	242,318	242,907	243,874	244,451	244,747	246,233	247,279	249,721	251,303	0,634	4,360	4,360
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	DEZ/2000=100	247,661	248,292	248,860	250,083	250,756	251,956	253,220	253,516	254,930	255,607	256,716	257,379	0,258	4,271	4,271
PAVIMENTAÇÃO	DEZ/2000=100	266,981	267,263	267,583	268,752	269,137	269,674	270,237	270,686	271,756	272,389	275,387	276,426	0,377	4,689	4,689
CONSULTORIA (Supervisão e Projetos)	DEZ/2000=100	192,333	192,614	192,918	193,488	194,132	195,116	195,944	197,363	198,271	198,648	199,037	199,559	0,263	4,155	4,155
DRENAGEM	DEZ/2000=100	253,090	253,831	254,533	255,469	256,051	257,318	258,399	258,754	260,281	260,785	262,152	262,916	0,291	4,361	4,361
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	DEZ/2000=100	240,814	241,782	242,311	242,739	243,062	244,318	245,188	249,843	251,000	251,290	252,882	253,761	0,348	7,360	7,360
PAVIMENTOS CONCRETO CIMENTO PORTLAND	DEZ/2000=100	226,538	227,142	228,187	229,907	231,516	232,448	233,149	233,733	234,629	235,384	236,727	237,502	0,328	5,534	5,534
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	DEZ/2000=100	246,769	247,126	247,602	248,530	249,319	250,601	252,104	252,649	254,369	254,983	256,084	256,697	0,239	4,410	4,410
LIGANTES BETUMINOSOS	DEZ/2000=100	277,530	280,665	280,665	278,772	278,960	279,750	280,734	280,411	274,042	271,785	278,929	266,980	-4,284	-2,727	-2,727
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (Sem Aço)	DEZ/2000=100	240,327	240,956	241,167	242,241	243,031	244,393	246,034	246,524	248,182	249,086	250,440	251,152	0,284	4,917	4,917
IGP-DI	AGO/1994=100	533,197	537,703	545,684	548,145	545,652	542,194	539,210	539,550	539,649	542,853	549,040	551,149	0,384	3,784	3,784
ÍNDICE NACIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	AGO/1994=100	569,720	571,577	573,156	578,224	590,099	594,013	598,441	598,898	599,823	600,865	603,524	604,026	0,083	6,952	6,952
VERGALHÕES E ARAMES DE AÇO AO CARBONO	AGO/1994=100	670,843	667,623	678,720	696,348	699,174	698,930	702,203	700,132	697,112	694,714	691,515	691,518	0,000	3,073	3,073
PRODUTOS SIDERÚRGICOS	DEZ/2007=100	124,411	126,470	127,886	128,941	129,039	129,178	129,063	127,761	128,301	128,015	127,982	128,835	0,666	5,729	5,729
PRODUTOS DE AÇO GALVALNIZADO	MAR/1999=100	289,862	290,341	290,781	291,551	291,608	291,647	291,664	291,813	291,939	292,440	292,457	292,529	0,025	1,335	1,335
SINALIZAÇÃO VERTICAL	MAI/2005=100	139,289	140,753	142,796	143,375	142,780	142,535	142,503	142,415	143,484	144,179	143,494	144,389	0,624	4,480	4,480
ASFALTO DILUÍDO	DEZ/2000=100	306,062	308,215	308,215	307,977	309,407	308,301	308,191	307,272	298,437	295,856	311,676	298,755	-4,146	-1,866	-1,866
CIMENTO ASFÁLTICO (CAP 7 A 20)	DEZ/2000=100	264,995	266,940	266,940	263,919	265,375	263,918	264,747	265,430	259,085	259,255	266,951	259,572	-2,764	-2,237	-2,237
EMULSÕES (RR1C E RR2C)	DEZ/2000=100	285,450	289,580	289,580	288,450	287,544	290,380	291,568	290,505	284,361	280,129	286,157	270,548	-5,455	-3,121	-3,121

Fonte: DNIT / FGV (2015)

ANEXO C - Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias - 2015



ÍNDICES DE REAJUSTAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS

Mês de Referência: Dezembro de 2015

DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES		01/15	02/15	03/15	04/15	05/15	06/15	07/15	08/15	09/15	10/15	11/15	12/15	Mês de Referência: Dezembro de 2015		
														VARIÇÃO NO MÊS	ACUMULADO NO ANO	VARIÇÃO NOS ÚLTIMOS 12 MESES
TERRAPLENAGEM	DEZ/2000=100	252,332	258,101	260,976	262,195	262,484	262,927	263,923	265,924	268,615	271,860	273,343	274,851	0,552	9,370	9,370
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	DEZ/2000=100	258,145	260,973	262,056	263,152	263,785	263,970	264,750	265,105	265,375	267,674	269,676	270,073	0,147	4,932	4,932
PAVIMENTAÇÃO	DEZ/2000=100	278,381	285,956	288,070	289,138	289,393	289,606	289,696	290,144	290,372	295,025	297,459	298,344	0,298	7,929	7,929
CONSULTORIA (Supervisão e Projetos)	DEZ/2000=100	199,928	200,415	200,952	201,065	201,460	201,894	203,065	204,333	204,680	204,737	205,263	205,534	0,132	2,994	2,994
DRENAGEM	DEZ/2000=100	263,959	267,529	268,698	269,760	270,303	270,544	271,251	271,650	271,909	274,639	276,791	277,321	0,192	5,479	5,479
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	DEZ/2000=100	257,961	258,716	259,847	261,148	261,771	262,826	263,680	266,535	267,440	268,450	270,307	270,913	0,224	6,759	6,759
PAVIMENTOS CONCRETO CIMENTO PORTLAND	DEZ/2000=100	237,899	239,197	241,120	244,201	245,194	244,998	244,803	244,305	244,394	245,606	247,821	248,730	0,367	4,728	4,728
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	DEZ/2000=100	257,141	259,602	260,439	261,173	261,571	261,843	262,876	263,340	263,542	265,331	267,448	267,687	0,089	4,281	4,281
LIGANTES BETUMINOSOS	DEZ/2000=100	273,739	297,577	340,041	334,215	339,550	332,753	333,094	332,668	332,398	336,072	343,295	362,226	5,515	35,675	35,675
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (Sem Aço)	DEZ/2000=100	251,808	254,895	256,033	256,868	257,204	257,570	258,536	258,974	259,214	261,446	263,624	264,029	0,153	5,127	5,127
IGP - DI	AGO/1994=100	554,835	557,803	564,568	569,738	572,034	575,938	579,293	581,618	589,897	600,269	607,441	610,128	0,442	10,701	10,701
ÍNDICE NACIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	AGO/1994=100	609,568	611,447	615,248	618,060	623,951	635,403	638,880	642,644	644,046	646,355	648,542	649,216	0,104	7,481	7,481
VERGALHÕES E ARAMES DE AÇO AO CARBONO	AGO/1994=100	695,016	691,049	693,046	692,301	699,853	695,618	694,006	684,917	682,013	692,780	689,598	685,955	-0,528	-0,804	-0,804
PRODUTOS SIDERÚRGICOS	DEZ/2007=100	127,721	129,572	128,626	129,545	129,526	128,112	126,402	126,509	126,743	125,119	125,946	125,963	0,014	-2,229	-2,229
PRODUTOS DE AÇO GALVANIZADO	MAR/1999=100	292,735	292,984	294,641	295,075	295,251	295,587	308,255	308,490	308,732	309,162	309,670	309,460	-0,068	5,788	5,788
SINALIZAÇÃO VERTICAL	MAI/2005=100	146,688	146,828	148,072	149,060	149,571	149,510	149,539	150,173	156,541	157,139	157,990	158,132	0,090	9,518	9,518
ASFALTO DILUÍDO	DEZ/2000=100	314,964	342,095	403,826	402,955	401,256	398,290	397,078	397,057	390,782	398,014	412,512	430,833	4,441	44,209	44,209
CIMENTO ASFÁLTICO PETRÓLEO (CAP 7 e 20)	DEZ/2000=100	264,416	285,609	326,943	325,659	328,479	321,732	320,647	321,953	325,774	322,027	335,498	353,324	5,313	36,118	36,118
EMULSÕES (RR1C e RR2C)	DEZ/2000=100	278,090	303,970	345,364	335,203	343,217	336,109	337,764	335,805	332,593	342,113	343,460	363,415	5,810	34,326	34,326

Fonte: DNIT / FGV (2016)

ANEXO D - Índice de Reajustamento de Obras Rodoviárias - 2016



ÍNDICES DE REAJUSTAMENTO DE OBRAS RODOVIÁRIAS

Mês de Referência: Dezembro de 2016

DESCRIÇÃO DOS ÍNDICES		01/16	02/16	03/16	04/16	05/16	06/16	07/16	08/16	09/16	10/16	11/16	12/16	VARIACÃO NO MÊS	ACUMULADO NO ANO	VARIACÃO NOS ÚLTIMOS 12 MESES
TERRAPLENAGEM	DEZ/2000=100	276,411	277,811	276,496	276,663	276,344	277,212	276,787	277,640	278,388	278,850	279,822	282,378	0,914	2,739	2,739
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS	DEZ/2000=100	270,329	270,640	270,533	270,476	270,194	271,796	272,921	273,975	274,765	275,061	275,288	276,325	0,377	2,315	2,315
PAVIMENTAÇÃO	DEZ/2000=100	300,265	302,034	302,140	302,667	302,289	302,668	302,699	303,456	303,861	303,906	303,752	306,892	1,034	2,865	2,865
CONSULTORIA (Supervisão e Projetos)	DEZ/2000=100	206,784	206,103	206,392	206,336	206,788	208,638	209,867	210,212	210,386	211,327	211,325	212,132	0,382	3,210	3,210
DRENAGEM	DEZ/2000=100	277,956	278,366	278,191	278,033	277,816	280,126	281,024	281,984	282,638	283,094	283,622	285,109	0,524	2,808	2,808
SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	DEZ/2000=100	271,836	274,279	274,125	275,236	276,327	276,874	277,892	280,394	281,062	283,408	284,141	284,579	0,154	5,044	5,044
PAVIMENTOS CONCRETO CIMENTO PORTLAND	DEZ/2000=100	249,031	249,150	248,445	247,214	246,527	244,793	244,169	246,521	247,532	247,303	246,161	246,165	0,002	-1,031	-1,031
CONSERVAÇÃO RODOVIÁRIA	DEZ/2000=100	268,106	268,578	268,559	268,646	268,497	271,405	272,519	273,564	274,347	275,160	276,080	277,217	0,412	3,560	3,560
LIGANTES BETUMINOSOS	DEZ/2000=100	395,181	394,515	400,071	402,841	403,369	439,784	440,235	441,363	443,333	446,191	412,278	411,021	-0,305	13,471	13,471
OBRAS DE ARTES ESPECIAIS (Sem Aço)	DEZ/2000=100	264,336	264,749	264,695	264,598	264,224	266,027	266,920	268,178	268,881	269,450	270,101	271,329	0,455	2,765	2,765
IGP - DI	AGO/1994=100	619,476	624,366	627,060	629,345	636,468	646,868	644,356	647,153	647,360	648,213	648,561	653,951	0,831	7,183	7,183
ÍNDICE NACIONAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	AGO/1994=100	651,759	655,263	659,446	663,057	663,610	676,420	679,751	681,756	684,025	685,489	686,607	688,985	0,346	6,126	6,126
VERGALHÕES E ARAMES DE AÇO AO CARBONO	AGO/1994=100	678,440	676,957	674,183	671,566	676,893	683,467	686,363	686,424	687,026	679,900	672,672	670,826	-0,274	-2,206	-2,206
PRODUTOS SIDERÚRGICOS	DEZ/2007=100	124,624	124,923	123,836	123,398	126,697	130,546	133,758	135,403	135,132	134,676	135,938	139,811	2,849	10,994	10,994
PRODUTOS DE AÇO GALVANIZADO	MAR/1999=100	310,078	310,362	310,258	311,217	314,071	316,129	318,854	319,095	319,527	319,538	320,835	322,733	0,592	4,289	4,289
SINALIZAÇÃO VERTICAL	MAI/2005=100	158,114	157,884	158,267	159,635	161,557	163,155	166,311	166,330	168,007	169,312	170,860	171,463	0,353	8,430	8,430
ASFALTO DILUÍDO	DEZ/2000=100	478,811	480,413	477,746	485,532	482,510	528,864	533,712	534,243	532,597	541,308	502,773	496,973	-1,154	15,352	15,352
CIMENTO ASFÁLTICO PETRÓLEO (CAP 7 e 20)	DEZ/2000=100	395,342	397,472	403,285	405,032	400,048	444,237	447,303	447,350	446,618	450,317	416,329	414,711	-0,389	17,374	17,374
EMULSÕES (RR1C e RR2C)	DEZ/2000=100	387,412	384,324	390,403	393,540	398,872	427,862	425,830	427,827	432,397	434,056	400,596	400,019	-0,144	10,072	10,072

Fonte: DNIT / FGV (2017)