



**FAPAC – FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS  
INSTITUTO TOCANTINENSE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS PORTO LTDA.  
ENGENHARIA CIVIL**

**THALIS ALVES MARQUES**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DOS APARELHOS DE APOIO EM PONTES DO  
MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL-TO**

**PORTO NACIONAL - TO**

**2021**

**THALIS ALVES MARQUES**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DOS APARELHOS DE APOIO EM PONTES DO  
MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa apresentada ao curso de Engenharia Civil do Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto LTDA, como requisito parcial para obtenção do título em Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Me. Douglas Freitas Augusto dos Santos.

**PORTO NACIONAL - TO**

**2021**

**THALIS ALVES MARQUES**

**ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DOS APARELHOS DE APOIO EM PONTES DO  
MUNICÍPIO DE PORTO NACIONAL-TO**

Projeto de pesquisa, apresentado ao Instituto Tocantinense Presidente Antônio Carlos Porto ITPAC/FAPAC, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Apresentado e defendido em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ ( ) APROVADO ( ) REPROVADO

Banca examinadora constituída pelos professores:

---

Orientador (a): Professor Me. Douglas Freitas Augusto dos Santos

---

Professor: Angelo Ricardo Balduino

---

Professor: Carita Monielle Maia De Oliveira

**PORTO NACIONAL-TO**

**2021**

## RESUMO

**Introdução:** As pontes são consideradas obras de artes especiais, construídas desde a antiguidade com o objetivo de transpor obstáculos de um lado para outro sem interromper um outro percurso, seja de água ou via, as mesmas têm um tempo de vida útil estimado, que podem ser aumentados ou diminuídos de acordo com diversos fatores, como por exemplo, agentes químicos, físicos e biológicos, que fazem com que surjam as patologias. **Objetivo:** O intuito dessa pesquisa é mapear as quantidades de pontes em porto nacional e as condições dos aparelhos de apoios delas. **Metodologia:** para isso será feito um relatório fotográfico seguido do preenchimento de fichas de inspeção e um mapa de localização, para poder analisar a situação em que elas se encontram de acordo com as normas NBR 9452 (2019) e o manual de inspeções de pontes rodoviárias do DNIT (2004). **Resultados esperados:** É esperado que as pontes não atendam as normativas pelos motivos de inspeções rotineiras não serem feitas regularmente, o que ocasiona a falta de conhecimento da situação pelas autoridades, e caso esse for o diagnóstico, propor uma solução viável economicamente.

**Palavras – chave:** Pontes; Anomalias; Inspeção; Concreto Armado.

## ABSTRACT

**Introduction:** Bridges are considered works of special arts, built since antiquity with the objective of crossing obstacles from one side to another without interrupting another route, be it water or road, they have an estimated useful life, which can be increased or decreased according to several factors, such as chemical, physical and biological agents, which cause pathologies to arise. **Objective:** the purpose of this research is to map the quantities of bridges in the national port and the conditions of the support devices. **Methodology:** for this, a photographic report will be made followed by the completion of inspection forms and a location map, in order to analyze the situation in which they find themselves in accordance with NBR 9452 (2019) standards and the road bridge inspection manual of the DNIT (2004). **Expected results:** It is expected that the bridges do not meet the regulations for the reason that routine inspections are not carried out regularly, which causes the authorities to be unaware of the situation, and if this is the diagnosis, to propose an economically viable solution.

**Keywords:** Bridges; Anomalies; Inspection; Reinforced Concrete.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	8
<b>3 DEFINIÇÃO E HISTÓRIA DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS</b> .....	8
3.1 DEFINIÇÃO E HISTÓRIA DOS APARELHOS DE APOIO .....	10
3.2 INSPEÇÕES .....	11
3.2.1 Inspeção cadastral .....	11
3.2.2 Inspeção rotineira.....	12
3.2.3 Inspeção especial.....	12
3.2.4 Inspeção extraordinária .....	12
3.3 INSPEÇÕES EM APARELHO DE APOIO .....	13
3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM APARELHOS DE APOIO.....	13
3.5 TPOS DE APARELHOS DE APOIO.....	14
3.5.1 Aparelho de apoio de concreto.....	15
3.5.2 Aparelho de apoio metálico.....	16
3.5.3 Aparelho de apoio elastômero.....	17
3.5.4 Inspeção dos aparelhos de apoio elastoméricos.....	21
3.5.5 Patologias em aparelhos elastômero.....	22
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	22
4.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÃO .....	23
4.2 INSPEÇÕES .....	23
4.3 MAPA DE LOCALIZAÇÃO .....	27
<b>5 RESULTADOS ESPERADOS</b> .....	28
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	29

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Tipos de Pontes Mais Comuns Existentes.....	9
Figura 2- Ponte de Madeira.....	10
Figura 3 - Ligação tipo Freyssinet.....	10
Figura 4 - Aparelho de Apoio de Rolo.....	16
Figura 5 - Aparelho de Apoio Circular Vazado, Circular e Retangular.....	18
Figura 6 - Exemplos de Aparelho de Neoprene Cintado.....	18
Figura 7- Aparelhos de Apoio Com Elementos Elastoméricos.....	19
Figura 8- Aparelho de Apoio de Neoprene.....	20
Figura 9 - Comportamento do Aparelho ao Cisalhamento.....	20
Figura 10 - Comportamento do Aparelho à Compressão.....	21
Figura 11- Comportamento do Aparelho à Rotação.....	21

## LISTA DE QUADROS

Quadro – 1 Manifestações nos Aparelhos de Neoprene.....	22
Quadro – 2 Ficha de Inspeção Rotineira.....	24
Quadro – 2 Ficha de Inspeção Rotineira parte II.....	24
Quadro – 2 Ficha de Inspeção Rotineira parte III.....	25
Quadro – 3 Ficha de Inspeção Rotineira.....	26
Quadro – 4 Ficha de Inspeção Rotineira Expedita.....	27
Quadro Cronograma.....	28

## 1 INTRODUÇÃO

Pontes são elementos que tem como objetivo suportar cargas e transpor obstáculos de natureza variadas, e as pontes mais antigas que eram feitas do tombamento da madeira não necessitavam de equipamentos para suportar os deslocamentos que sofriam, pois eram pequenos os movimentos e não gerava danos à estrutura. Mas devido as grandes evoluções que aconteciam ao longo dos anos, aumentou a necessidade de suprir maiores demandas de cargas recebidas, com isso no século XIX foi introduzido os aparelhos de apoio como elemento constituinte da estrutura de uma obra de arte especial (MACHADO e SARTORTI, 2010).

Os aparelhos de apoio são peças estruturais que permitem ou restringem movimentos na estrutura. Esses aparelhos são localizados nas estruturas em locais que recebem diretamente a carga gerada pelas superestruturas e distribuem para a infraestrutura, e assim mantendo a estrutura no estado de conservação, sem alterar as suas originalidades. E o movimento que a estrutura está sujeita a ser submetida é em função do tipo de aparelho a ser utilizado (DNIT, 2004).

Com isso, se torna imprescindível a utilização dos aparelhos de apoio, pois numa determinada obra esses elementos podem permitir ou não, movimentos de rotação e translação (CHIMUAGA, 2015).

O aparelho de apoio possui várias origens, e são classificados quanto ao tipo do material constituinte, sendo eles; aparelho de apoio de concreto, metálico e neoprene (CHIMUAGA, 2015).

As pontes são consideradas obras de artes especiais, que não admite erros de projeto e de execução. Devido à grande importância de sua utilização para a população do município, torna-se importante que faça a elaboração de um levantamento avaliativo das patologias existentes, visando assim, evitar a ocorrência de eventuais acidentes, promovendo maior segurança aos usuários (GONÇALVES, 2019).

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo desta pesquisa é realizar levantamento das pontes municipais de Porto Nacional – TO, inspecionando os aparelhos de apoio seguindo as diretrizes da NBR 9452 (2019) e o manual de inspeção de Pontes Rodoviárias (DNIT, 2004).

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Produzir registro fotográfico das manifestações patológicas encontradas nos aparelhos de apoio;
- Realizar a inspeção por meio de fichas de inspeções;
- Mapeamento das pontes municipais de Porto Nacional – TO.

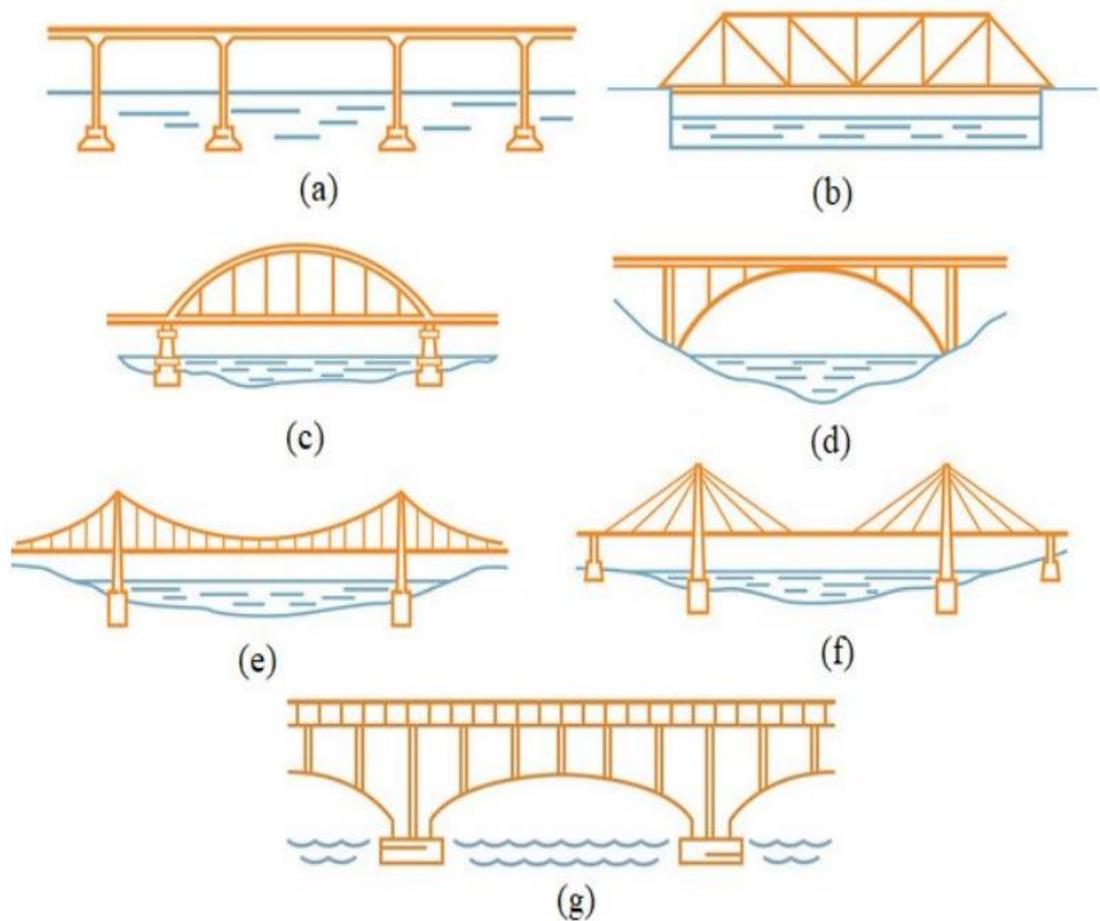
## **3. DEFINIÇÃO E HISTÓRIA DE OBRAS DE ARTES ESPECIAIS**

Segundo a NBR 9452 (2019), as obras de artes especiais são estruturas classificadas como pontes, viadutos, passarelas ou pontilhão.

De acordo DNIT (010/2004) - PRO, as OAE´s “Obras de Artes Especiais” são construídas sobre uma obstrução que tem como finalidade resistir aos esforços da passagem de veículos e de vários outros tipos de cargas móveis.

Afirma Marchetti (2008), que devido à natureza do tráfego, as pontes podem ser consideradas de alguns tipos, sendo elas: pontes rodoviárias, ferroviárias, aeroviárias, mistas, para pedestre e etc.

Na figura 1 a seguir mostra alguns tipos de pontes mais comuns existentes.



Fonte: Adaptado de PARANAGUÁ E NETO, 2019.

As pontes surgiram desde a época romana, pois com a necessidade de se deslocar para outros locais na procura de abrigo, alimentos eram inibidos devido a condições geográficas, como por exemplo, córregos, rios e etc. A partir dessa problemática existente surgiram as pontes de madeira derivadas do tombamento da madeira ou da modificação da madeira, as tabuas. Na figura a seguir uma imagem de como eram as pontes de madeira (PENNER, MICHALSZYSZYN, SIEIRO, 2018).

Figura 2 – Ponte de madeira



Fonte: <https://itti.org.br/historia-das-pontes/>

### **3.1 DEFINIÇÃO E HISTÓRIA DOS APARELHOS DE APOIO**

Os AA “Aparelhos de Apoio” são elementos que já possuíram várias evoluções desde o seu surgimento, com isso, são atribuídos diferentes tipos de definições. VIEIRA (2013), define que os AA são elementos constituintes de uma OAE e que desempenham função estrutural, logo, sua localização é entre o tabuleiro, pilar e encontros, permitindo a ligação dos referidos elementos estruturais.

DNIT (2004), classifica os aparelhos de apoio como dispositivo que permite fazer a transferência de cargas entre a superestrutura para a meso estrutura e infraestrutura, isso quando as pontes consideradas não são aporticadas. Cita também as três principais funções dos aparelhos de apoio que são elas:

- Distribuir os esforços da superestrutura à meso estrutura e à infraestrutura
- Admitir que aconteçam os movimentos longitudinais da superestrutura provenientes da retração específica da superestrutura, causadas por mudanças de temperatura, resultando em expansão e retração.
- Anuir rotações da superestrutura, estimulado pelas deflexões, que são ocasionadas devido às cargas permanentes ou móveis.

Segundo Machado e Sartorti (2010), os aparelhos de apoio tiveram origem em meados do século XIX, nessa época as estruturas utilizadas eram de alvenaria de

pedra, essas estruturas tinham função de elementos de apoio devido possuir grandes dimensões e pequenos vãos, não se fazia necessário uma rotina de cuidados especiais. Mas com o passar do tempo, as obras projetadas iniciaram a fazer vãos maiores, com isso surgiu a necessidade de pensar em ideias alternativas que visam solucionar as problemáticas existentes, como por exemplo, de transferir os esforços de um ponto para outro, movimentos de rotação, translação, expansão de materiais, e etc. Foi a partir deste momento que houve o surgimento dos aparelhos de apoio.

## **3.2 INSPEÇÕES**

As inspeções são classificadas de acordo com o DNIT (2010), como o procedimento que permite avaliar as condições físicas da estrutura e o grau da deterioração, dos danos e dos desconfortos existentes.

Segundo a NBR 5674 (1999), as inspeções realizam a verificação da qualidade da edificação e das partes constituintes, e com isso possibilita instruir de como realizar as atividades de manutenção.

Encontram-se vários tipos de inspeções, dentre as existentes destacam-se as seguintes: cadastral, rotineira, especial e extraordinária. Que estão descritas na NBR 9452 (2019) comentada a seguir.

### **3.2.1 Inspeção cadastral**

Devido a quantidade de informações relevantes, a inspeção cadastral é recomendada para ser a primeira a ser realizada de imediato após a conclusão da construção de uma ponte, instalação ou quando incorporada em um agrupamento viário. Podendo também ser realizada quando possuir mudanças no sistema estrutural da obra. Além disso, a inspeção cadastral permite o levantamento da documentação da obra, das irregularidades existentes, histórico e a tipologia estrutural da obra (DNIT, 2004).

### **3.2.2 Inspeção rotineira**

A inspeção rotineira é realizada in loco e possui acompanhamento periódico, a mesma pode ser realizada no decorrer do período de um a dois anos, sua principal finalidade é observar o avanço de anomalias existentes detectadas nas inspeções anteriores, também analisa as possíveis alterações em relação a inspeção antecedente. Em casos que não possua uma inspeção cadastral, automaticamente a inspeção rotineira se caracteriza como uma cadastral, fornecendo assim então todos os documentos necessários (DNIT, 2004).

### **3.2.3 Inspeção especial**

A inspeção especial pode ser realizada de dois modos de frequência, sendo elas de no máximo cinco anos e a outra quando a inspeção rotineira determinar necessário. Essa inspeção especial deve ser realizada em todas as pontes que são consideradas excepcionais, seja devido ao seu sistema estrutural, pelo porte ou pela problemática existente (DNIT, 2004). Já a NBR 9452 (2019), especifica que essa inspeção pode se prolongar em um período de até oito anos, desde que os requisitos sejam atendidos, e nela deve possuir a sondagem do mapeamento gráfico e quantitativo das irregularidades perceptíveis nos elementos acessíveis da OAE.

### **3.2.4 Inspeção extraordinária**

A inspeção extraordinária não possui uma programação fixa para ser realizada, ou seja, é exclusivamente utilizada quando porventura acontece alguma mudança inesperada no sistema estrutural, causado pelo ser humano ou pelo meio ambiente. Portanto, para a realização desse tipo de inspeção se faz necessário uma equipe de profissionais de competência e autoridade para que se possa avaliar o grau de gravidade dos riscos, e assim designar o uso ou a interrupção do tráfego.

### **3.3 INSPEÇÕES EM APARELHOS DE APOIO**

DNIT (2004), especifica que os AA em razão da sua localização são elementos difíceis de serem inspecionados, porém, devido a sua valiosa importância é necessário que tenha acompanhamento de inspetores ou técnicos para avaliar o comportamento da estrutura.

A seguir demonstração de exemplos de itens a serem inspecionados;

- Verificar a capacidade em que o aparelho de apoio tem de se movimentar devido às variações de temperatura da superestrutura.
- Analisar a posição do aparelho de apoio e dos componentes que compõem os aparelhos.
- Verificar as distorções dos aparelhos de apoio.
- Examinar a eventual existência de fissuras, fraturas e deformações nos aparelhos.
- Averiguar se os aparelhos de apoio foram deslocados da posição original.

De acordo Freire e Brito (2006), as inspeções em aparelhos de apoio não devem possuir limitações do espaço onde são posicionados e também ao elemento. É necessário identificar o funcionamento geral da obra de arte estudada e verificar a compatibilidade com o comportamento atual dos aparelhos de apoio.

### **3.4 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM APARELHOS DE APOIO**

Segundo Souza e Ripper (1998), define que as origens das causas patológicas na estrutura podem ser de vários tipos, partindo então do envelhecimento natural da estrutura à acidentes, estando relacionado também à profissionais desqualificados e sem responsabilidades, que utilizam materiais que não possuem qualidade suficiente para uma determinada obra.

De acordo Cordeiro (2014), os motivos das patologias que são encontradas em aparelhos de apoio são de natureza diversa sendo patologias que devem ser

corrigidas o mais breve possível, pois o seu tratamento tardio pode ocasionar o comprometimento da estrutura elevando os custos.

As causas das patologias são divididas em dois grupos, que são as endógenas e as exógenas.

- Causas Endógenas: está relacionada ao processo de degradação pertinente à própria estrutura, ou seja, a sua origem acontece a partir do momento de execução, utilização, falhas humanas e etc.

- Causas Exógenas: neste caso, as causas são de origem externa, ou seja, são fatores que afetam a estrutura de fora para dentro, durante a concepção, execução e ao longo da vida útil.

### **3.5 TIPOS DE APARELHOS DE APOIO**

Segundo Cordeiro (2014), em virtude dos mais variados tipos de AA que existem atualmente no mercado, surgiu a necessidade de classificá-los de acordo com as suas propriedades, a sua organização se dá através da função de cada tipo de AA e também pela composição dos materiais. Desde os primórdios até atualmente, alguns dos tipos de Aparelhos de apoio deixaram de ser utilizados, pois os atuais desempenham as suas funções com segurança e qualidade.

De acordo El Debs e Takeya (2007), quando no cálculo da estrutura de uma ponte ou em outras grandes construções é considerado a possibilidade de possuir movimentos, tornando necessário a utilização de aparelhos de apoio, pois os aparelhos recebem as cargas da superestrutura e assim fazendo com que a estrutura não tenha mudanças no seu corpo, mantendo assim todas as suas características, logo, os movimentos que o aparelho de apoio permite é em função do tipo.

Os aparelhos são classificados dos seguintes tipos: aparelhos fixos, móveis e elásticos.

- Nos aparelhos de apoio fixo, é permitido somente movimentos de rotação, e gera reações vertical e horizontal nos vínculos.

- Em aparelhos de apoio móvel é permitido movimentos de rotação e translação, gerando no vínculo, reação vertical e horizontal, mas em casos usuais

acontece somente a reação vertical, pois a reação horizontal é considerada desprezível, devido ter valor relativamente pequeno.

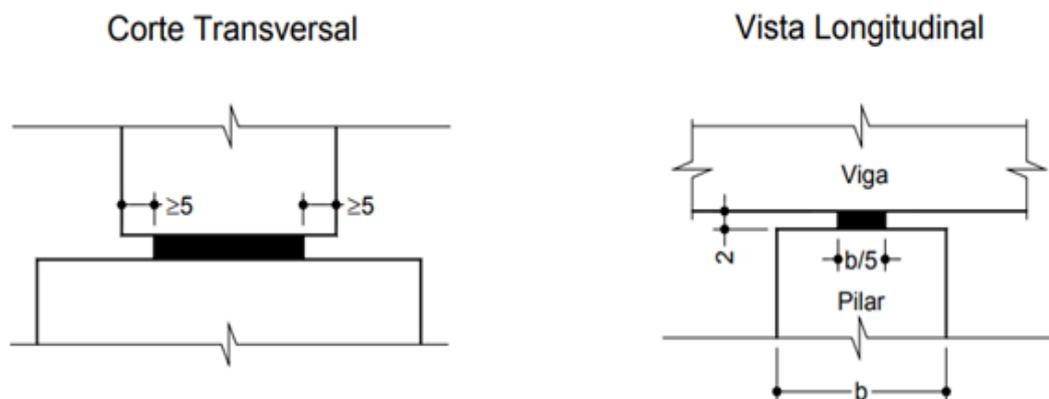
- O aparelho de apoio elástico permite os movimentos de rotação e translação, bem como gera reações na vertical e horizontal. Esses aparelhos são constituídos de elastômero, borracha sintética, conhecida comercialmente como neoprene.

### 3.5.1 Aparelho de Apoio de Concreto

Gonçalves (2019), os aparelhos de apoio de concreto são conhecidos também como articulações em concreto, logo, são elementos que permite apenas movimentos de rotação em seu próprio eixo, e esses aparelhos são pouco utilizados, mesmo apresentando um baixo custo e desempenho regular. Um dos motivos que fazem esse tipo de aparelho estar em desuso é em razão de não apresentar possibilidade de substituição.

Entre os tipos mais comuns, encontram-se as articulações Freyssinet mostrado na figura (3). Essas articulações são consideradas como aparelho de apoio fixo.

Figura 3 – Ligação tipo Freyssinet



Fonte: DNIT (2004).

### 3.5.2 Aparelhos de apoio metálico

Segundo Vieira (2013), este tipo de aparelho de apoio possui papel bastante relevante na construção, sendo que o material de sua composição é o aço, material esse que apresenta alto índice de resistência e ductilidade, além de possuir várias formas de ser aplicado. A sua união entre peças similares ou não, é dada através da soldagem, vulcanização, colagem e fixação com parafusos.

Segundo Machado e Sartorti (2010), os aparelhos de apoio metálico são desenvolvidos pela combinação de chapas de aço com roletes metálicos e quando é composta por duas chapas de aço, tornando assim duas superfícies, sendo as superfícies plana e superfície curva e convexa.

Os AA metálicos são considerados articulações metálicas, que permite movimentos rotacionais e inibe os movimentos longitudinais. Dentre os existentes, os tipos mais comuns são os aparelhos de apoio de rolo ou roletes, aparelhos de apoio esférico, aparelhos de apoio fixo e aparelhos de apoio do tipo pêndulo. (GONÇALVES, 2019).

Figura 4 - Aparelho de apoio de rolo



Fonte: (VIEIRA, 2013).

Giovannetti (2014), define que esses aparelhos de apoio metálicos para realizar um bom funcionamento devem estar sem ferrugem, ou seja, é necessário que estejam bem lubrificados para evitar patologias, e os chumbadores devem estar em boas condições de uso.

### **3.5.3 Aparelhos de Apoio de Elastômero**

De acordo DNIT (2004), define que os aparelhos de elastômeros são considerados o mais simples dos tipos de aparelhos, estes aparelhos consistem em blocos de diversas formas, podendo ser contidos apenas de neoprene ou com chapas

de aço, quando submetido a essa junção, recebem nova designação, sendo conhecidos como aparelhos de apoio de neoprene fretado ou aparelhos de apoio de elastômeros fretado. O processo de integração do neoprene com o aço é realizado através da vulcanização entre as camadas, isso acontece de forma que não interrompa os movimentos permitidos pelo mesmo.

Segundo Cordeiro (2014), este tipo de aparelho de apoio é considerado o mais simples e apresenta vários formatos, circular vazado, circular e o formato retangular.

Figura 5 – Aparelho de apoio circular vazado, circular e retangular



Fonte: (Cordeiro, 2014)

Vieira (2013), os aparelhos de apoio elastoméricos que é bastante conhecido pela denominação comercial, o neoprene, que consiste em blocos contidos com elastômeros e que podem ser compostos por uma ou mais chapas de aço, quando contêm essas chapas recebe o nome de aparelho de apoio cintado.

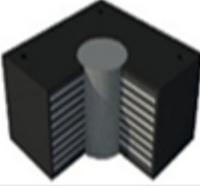
Figura 6 - Exemplo de Aparelho de Neoprene cintado



Fonte: LR Elastomeric Bearing

Ainda segundo Vieira (2013), o elastômero tem como material de composição o polímero macromolecular que é feito à base da borracha, por ser um elemento elástico, esses aparelhos são considerados aparelhos de apoio deformáveis, pois após sofrerem qualquer tipo de deformação, possuem a capacidade de retornar as características iniciais.

Figura: aparelhos de apoio com elementos elastoméricos.

<b>Aparelhos de apoio elastoméricos (Elastomeric bearings)</b>	
<b>Variantes</b>	<b>Figura</b>
Aparelho de apoio 100% borracha	
Aparelho de apoio de borracha, cintado ou laminado (borracha + aço)	
Aparelho de apoio de borracha, cintado ou laminado (borracha + aço), com núcleo de chumbo	
Aparelho de apoio em borracha reforçada com fibras de carbono	
Aparelho de apoio em borracha reforçada com telas de algodão	

Fonte: <https://www.ctborracha.com/borracha-sintese-historica/aplicacoes/artefactos-industriais-moldados/apoios-de-pontes/tipos-de-aparelhos-de-apoio-para-pontes/>

De acordo DNIT 091/2006 – ES esses aparelhos possuem uma vida útil bastante extensa, devido a sua boa resistência, mas para isso é necessário se atentar para alguns quesitos, tais como; verificar o assentamento do aparelho na estrutura evitando assim uma sobrecarga localizada, verificar as condições agressivas do meio ambiente e etc. Logo, para que tenha um bom desempenho é necessário seguir as normas e diretrizes pertinentes ao mesmo.

Na figura a seguir demonstra o aparelho de apoio de neoprene instalado na OAE e assim representa a sua localização.

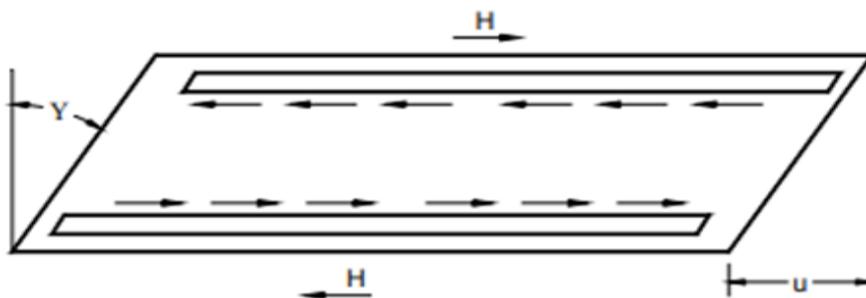
Figura 7 - Aparelho de apoio de neoprene.



Fonte: DNIT (2004).

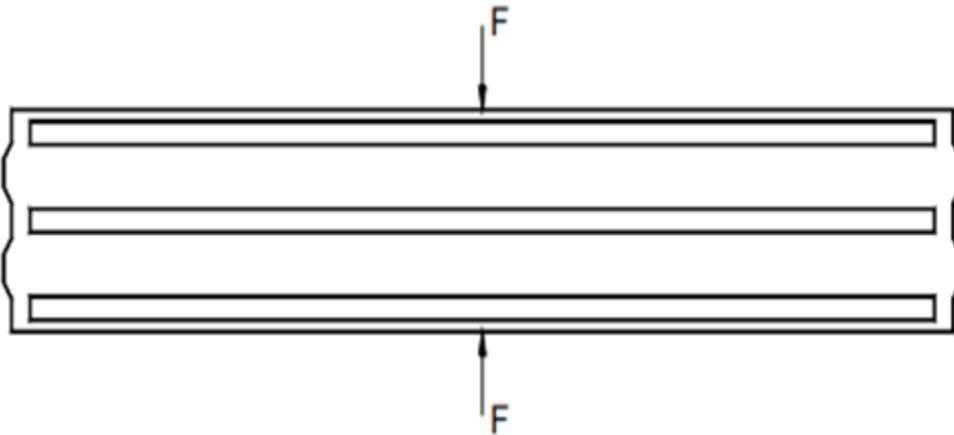
Ainda conforme o DNIT 091/2006 - ES os aparelhos de apoio devem possuir verificação quanto ao comportamento, à rotação, à compressão e ao cisalhamento.

Figura 8 - Comportamento do aparelho ao cisalhamento.



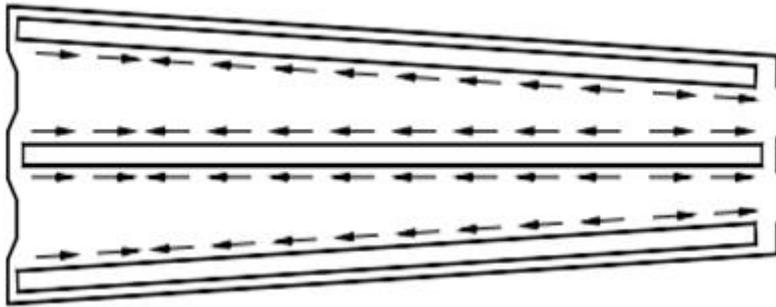
Fonte: DNIT (2004).

Figura 9 - Comportamento do aparelho à compressão.



Fonte: DNIT (2004).

Figura 10 - Comportamento do aparelho a rotação.



Fonte: DNIT (2004).

#### 3.5.4 Inspeção dos aparelhos de apoio elásticos

De acordo DNIT 091/2006 - ES, os serviços de inspeção devem ser realizados de acordo os itens citados a seguir:

- Deve ser feita a inspeção, in loco, fazendo com que permita atingir a total visualização de todas as faces do aparelho;
- Verificar se o processo de vulcanização foi realizado corretamente;
- Verificar se a face superior e a face inferior do aparelho estão totalmente em contacto com a estrutura;

- Medir as distorções do aparelho;
- Verificar se o aparelho de apoio foi deslocado de sua posição original;
- Deve ser verificado também, se o aparelho está assentado sobre berço ou se está diretamente sobre a estrutura.

### 3.5.5 Patologias em Aparelho de Apoio de elastômero

Apesar que os aparelhos de apoio de neoprene apresentam uma significativa resistência, à corrosão e vibração superior aos demais tipos de aparelho, não se tornam em inservíveis, pois a ausência de manutenção no temo adequado pode ocasionar diversos tipos de patologias. Na figura a seguir vejamos alguns tipos de patologias mais comuns existentes nos aparelhos de neoprene.

Figura 11 - Manifestações nos aparelhos de Neoprene.

Manifestações patológicas mais comuns - Aparelhos de Neoprene
Distorção elevada do Neoprene;
Fissuração ou fluência no Neoprene
Desligamento da zona de contato da estrutura
Compressão elevada no Neoprene
Perda da capacidade de serviço e de distorção
Variações na espessura da camada de borracha
Descolagem da vulcanização das chapas interiores
Degradação das chapas de deslizamento, das guias ou dos batentes
Oxidação dos elementos de aço

Fonte: Cordeiro 2014 adaptado de (Gonçalves, 2019)

## 4. METODOLOGIA

Para a realização do presente trabalho, a metodologia utilizada se respalda em pesquisa bibliográfica, normas, análises de estudos e inspeções onde será permitido a identificação do tipo de aparelho de apoio e da qualidade que se encontra.

Será realizado um mapeamento das pontes localizadas no município de Porto Nacional – TO, verificando as condições dos aparelhos de apoio.

#### **4.1 LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES**

Os levantamentos das informações serão feitos em duas etapas diferentes. Na primeira etapa será realizado o mapeamento da extensão do município de Porto Nacional, excluindo o distrito de Luzimangues devido a sua posição geográfica e distância. Após esta etapa será identificado todas as informações técnicas pertinentes à estrutura da Ponte, tais como, dimensões, extensão, quantidade de longarinas, transversinas, aparelhos de apoio, etc.

Na segunda etapa constituída pelas inspeções visuais detalhadas e realizadas na ponte durante o segundo semestre de 2021.

Na terceira etapa será produzido mapa da localização das pontes e suas condições atuais. A ficha de Danos será fundamental para a melhor compreensão das situações da ponte.

#### **4.2 INSPEÇÕES**

A NBR 9452 (2019), denota quatro tipos de inspeções sendo: cadastral, rotineira, especial e extraordinária. Já o manual do DNIT (2004), considera cinco tipos de inspeções, acrescentando a inspeção intermediária nas denominadas pela norma.

Seguindo essas diretrizes será feita uma inspeção rotineira, que é um acompanhamento periódico, visual. Verificando as anomalias existentes nos aparelhos de apoio, o modelo de ficha de inspeção é apresentado no quadro 1 e 2.

Quadro 1 - Ficha de Inspeção Rotineira

## Modelo de ficha de inspeção rotineira – Parte I

<b>Ficha de inspeção rotineira</b>		
1	Inspeção rotineira (ano):	Código da obra de arte:
2	Jurisdição (Órgão, Concessão ou outro):	Data da inspeção:
<b>Parte I – Cadastro</b>		
<b>A – Identificação e localização</b>		
3	Via e município:	Sentido:
4	Obra:	Localização (km e coordenadas geográficas):
<b>B – Histórico das inspeções</b>		
5	Inicial:	Última rotineira:
6	Especial:	
<b>C – Descrição das intervenções executadas ou em andamento</b>		
7	Reparos:	Material:
8	Alargamentos:	
9	Reforços:	

Fonte: NBR 9452, 2019.

## Modelo de ficha de inspeção rotineira – Parte II

<b>Ficha de inspeção rotineira</b>	
<b>Parte II – Registro de manifestações patológicas</b>	
<b>A – Elementos estruturais</b>	
10	Superestrutura:
11	Mesoestrutura:
12	Infraestrutura:
13	Aparelhos de apoio:
14	Juntas de dilatação:
15	Encontros:
16	Outros elementos:
<b>B – Elementos da pista ou funcionais</b>	
17	Pavimento:
18	Acostamento e refúgio:
19	Drenagem:
20	Impermeabilização:
21	Guarda-corpos:
22	Barreira de concreto/ Defesa metálica:
<b>C – Outros elementos</b>	
23	Taludes:
24	Iluminação:
25	Sinalização:
26	Gabarito:
27	Proteção de pilares:
<b>D – Informações complementares</b>	
28	
<b>E – Recomendações de terapia</b>	
29	

Fonte: NBR 9452, 2019.

## Modelo de ficha de inspeção rotineira – Parte III

<b>Ficha de inspeção rotineira</b>		
<b>Parte III – Classificação da obra de arte</b>		
30	Estrutural:	Funcional: Durabilidade:
31	Justificativas:	
<b>Levantamento fotográfico (mínimo 8 fotografias)</b>		
32		
	Identificação:	
33		
	Identificação:	
34		
	Identificação:	
35		
	Identificação:	
36		
	Identificação:	
37		
	Identificação:	
38		
	Identificação:	
39		
	Identificação:	

Fonte: NBR 9452, 2019.

MANUAL DE INSPEÇÃO DE PONTES RODOVIÁRIAS – DNIT (2004) FICHA DE  
INSPEÇÃO ROTINEIRA EXPEDITA

## Quadro 2 - Ficha de Inspeção Rotineira.

OAE: Código: \_\_\_\_\_ Nome: \_\_\_\_\_ BR - \_\_\_\_ / \_\_\_\_ km: \_\_\_\_\_ UNIT: \_\_\_\_\_ RES: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_\_ Inspeção:  DNIT / Residência: \_\_\_\_\_  Outra Entidade: \_\_\_\_\_

COMENTÁRIOS GERAIS		NOTA TÉCNICA
a) Condições de Estabilidade: <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Precária    Condições de Conservação: <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Ruim b) Nível de Vibração do Tabuleiro: <input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Intenso <input type="checkbox"/> Exagerado c) Inspeção Especializada (Realizada por Engenheiro de Estruturas). Necessária? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO    Urgente? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO Já houve alguma anteriormente? <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO		
OBSERVAÇÕES ADICIONAIS: _____		

1. LAJE	Nota Técnica:		Local	Quantidade (Opcional)
Buraco (abertura)	<input type="checkbox"/> Existe	<input type="checkbox"/> É Iminente	_____	_____
Armadura Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Fissuras	<input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Marcas de Infiltração	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aspecto de Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		_____	_____

2. VIGAMENTO PRINCIPAL	Nota Técnica:		Local	Quantidade (Opcional)
Fissuras Finas	<input type="checkbox"/> Algumas	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Trincas (fissuras w>0,3mm)	<input type="checkbox"/> Algumas	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Armadura Principal	<input type="checkbox"/> Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada	_____	_____
Desagreg. de Concreto	<input type="checkbox"/> Muito Intenso	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Dente Gerber	<input type="checkbox"/> Quebrado/Desplacado	<input type="checkbox"/> Trincado	_____	_____
Deformação (Flecha)	<input type="checkbox"/> Exagerada		_____	_____
Aspectos do Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente / Pouco		_____	_____

Fonte: DNIT, 2004.

3. MESOESTRUTURA		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Armadura Exposta	<input type="checkbox"/> Muito Oxidada	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Concreto Desagregado	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Fissuras	<input type="checkbox"/> Forte Infiltração	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aparelho de Apoio	<input type="checkbox"/> Danificado	<input type="checkbox"/> Grande Incidência	_____	_____
Aspecto do Concreto	<input type="checkbox"/> Má Qualidade		_____	_____
Cobrimento	<input type="checkbox"/> Ausente/Pouco		_____	_____
Desaprumo	<input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Deslocabilidade dos Pilares	<input type="checkbox"/> Forte		_____	_____

4. INFRAESTRUTURA		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Recalque de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Deslocamento de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Erosão Terreno de Fundação	<input type="checkbox"/> Há		_____	_____
Estacas Desenterradas	<input type="checkbox"/> Há		_____	_____

5. PISTA / ACESSO		Nota Técnica:	Local	Quantidade (Opcional)
Irregularidades no Pav.	<input type="checkbox"/> Muita Intensidade	<input type="checkbox"/> Grande Extensão	_____	_____
Junta de Dilatação	<input type="checkbox"/> Faltando/Inoperante	<input type="checkbox"/> Muito Problemática	_____	_____
Acessos X Ponte	<input type="checkbox"/> Degrau Acentuado	<input type="checkbox"/> Concordância Problem.	_____	_____
Acidentes com Veículos	<input type="checkbox"/> Frequente	<input type="checkbox"/> Eventual	_____	_____

ESQUEMAS

Fonte: DNIT, 2004.

#### 4.3 MAPA DE LOCALIZAÇÃO

Baseia-se no estudo de imagens aéreas e terrestres obtidas através da câmera e softwares que utilizam a tecnologia GIS (Sistema de Informação Geográfica), permitindo a localização exata destas pontes.

Com o mapeamento destas pontes possibilita uma gestão destas pontes no município, permitindo um controle e um plano de inspeção para elas.

## CRONOGRAMA

Etapas	Ano 2021											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Escolha do tema		■										
Pesquisa Bibliográfica			■									
Elaboração do TCC			■	■	■							
Apresentação do TCC					■							
Registro fotográfico e mapa de danos					■			■				
Evolução das cargas e ficha de inspeção								■	■			
Elaboração do TCC								■	■	■	■	
Apresentação do TCC											■	

Fonte: elaborado pelo autor.

## 5 RESULTADOS ESPERADOS

Através da pesquisa a ser realizada será demonstrado se as pontes localizadas nos limites do município de Porto Nacional –TO, está de acordo com o que preconiza a ABNT NBR 9452 e o manual de inspeções rodoviárias do DNIT (2004). E se não estiver de acordo com as normas, torna necessário a criação de uma rotina de inspeção para controle da qualidade de vida.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5674: **Manutenção de edificações** – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9452: **Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto** – Procedimento. Rio de Janeiro, 2016
- CORDEIRO, J. G. P. **Aparelhos de Apoio em Pontes**. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA. [S.I.]. 2014.
- CHIMUAGA, Líticia Purificação da Benigna. Estudo do Comportamento Estrutural dos Aparelhos de Apoio da Ponte Rio-Niterói. 2015. Disponível em: file:///C:/Users/Cliente/Downloads/dissertacao\_rev02\_1liticia.pdf Acesso: 2021.
- DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias**, 2ª Edição, Rio de Janeiro – RJ, 2004;
- DNIT, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. **Tratamento de aparelhos de apoio: concreto, neoprene e metálicos** – Especificação de serviço, Norma 091. Rio de Janeiro, 2006.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. NORMA DNIT 010/2004 – PRO **Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido** – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- EL DEBS, M. K.; TAKEYA. **INTRODUÇÃO ÀS PONTES DE CONCRETO**. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. São Carlos, p. 7. 2007.
- GONÇALVES, Felipe Rezende. Manifestações Patológicas de Aparelhos de Apoio em Obras de Arte Especiais – Estudo Prático. 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10027626.pdf> Acesso: 2021.
- GIOVANNETTI, A. C. V. P. **Avaliação do Estado de Conservação de uma Ponte - Estudo de Caso**. 130 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- LR *Elastomeric Bearing*. (s.d.). Obtido de CCL: <http://www.cclint.com/bridge-bearings/bridge-bearing-products/lr-elastomeric-bearing>.
- MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. São Paulo: Blucher, 2008.
- MACHADO, R. Navalho; Sartorti, A. Lenz; “**Pontes: Patologias dos aparelhos de Apoio**” – VI Congresso Internacional sobre patologia y Recuperación de Estructuras. Córdoba, Argentina, 2010.
- PENNER, Elisabeth. MICHALSZYSZYN, Carolina. SIEIRO, Júlia Cristina. **ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DINÂMICO DE PONTES RELACIONADO À EVOLUÇÃO HISTÓRICA DAS ESTRUTURAS**. RETEC, Ourinhos, v. 11, n. 1, p. 17-35, jan./jun., 2018.
- SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. 1 ed. São Paulo: Pini, 1998.

VIEIRA, M. I. C. **Tipologia, instalação, funcionamento e manutenção dos diversos tipos de Aparelhos de apoio em obras de arte.** 2013. 226 f. Dissertação de Mestrado Área Departamental de Engenharia Civil Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013.