

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CAMPUS GOIÂNIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

CLARA CAROLINA PINHEIRO DA SILVA

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA CIDADE DE
GOIÂNIA**

Goiânia, GO
2021

Clara Carolina Pinheiro da Silva

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA CIDADE DE
GOIÂNIA**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Civil**

Orientador: Me. Ricardo de Alcântara Ferreira

**Co-orientador: Me. Vinícius Carrião dos
Santos**

**Goiânia, GO
2021**

S586g Silva, Clara Carolina Pinheiro da.

Gestão da manutenção de obras de arte especiais em Goiânia / Clara Carolina Pinheiro da Silva.
– Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, 2021.
102 f. : il.

Orientador: Prof. Me. Ricardo de Alcântara Ferreira.

Coorientador: Prof. Me. Vinícius Carrião dos Santos.

TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Curso de Bacharelado em Engenharia Civil,
Coordenação do Curso de Engenharia Civil, Departamento das Áreas Acadêmicas III, Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

1. Obras de Arte Especiais (OAEs) – gestão – Goiânia - GO. 2. Obras de Arte Especiais
(OAEs) – manutenção – Goiânia - GO. I. Ferreira, Ricardo de Alcântara (orientador). II. Santos,
Vinícius Carrião dos (coorientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás. IV. Título.

CDD 624

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia - Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

Matrícula: 20161011050141

Título do Trabalho: Gestão da Manutenção de Obras de Arte Especiais na cidade de Goiânia.

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Geiômia _____, 08/04/2021
Local Data

Clara Carolina P. da Silva
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Clara Carolina Pinheiro da Silva

**GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA CIDADE DE
GOIÂNIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação de
Engenharia Civil, do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de
Goiás, Campus Goiânia, como parte dos
requisitos necessários para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia
Civil

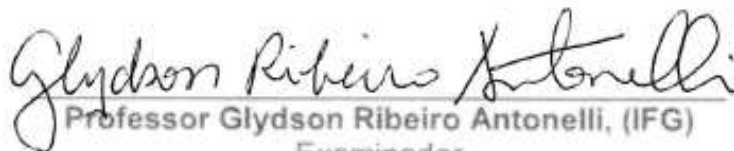
Aprovado em 19 de março de 2021:



Professor Ricardo de Alcântara Ferreira, (IFG)
Orientador



Professor Vinicius Carrião dos Santos, (IFG)
Coorientador



Professor Glydson Ribeiro Antonelli, (IFG)
Examinador



Professora Matilde Batista Melo, (IFG)
Examinadora

Goiânia, GO
2021

DEDICATÓRIA

A minha família, em especial à minha mãe Irlaine e à minha avó Creuza. Os maiores exemplos de luta e perseverança que conheço e que me fortalece a continuar minha caminhada. E sobretudo a Deus, o maior orientador de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A concretização deste trabalho ocorreu, principalmente, pelo auxílio, compreensão e dedicação de várias pessoas. Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a conclusão deste estudo e, de uma maneira especial, agradeço:

- á Deus em primeiro lugar, por nunca me abandonar nos momentos difíceis;*
 - aos meus pais, Irlaine Pinheiro e Claudeir Serafim, pela criação e pelo exemplo de integridade e dedicação;*
 - à minha querida avó Creuza Pinheiro, por sempre me incentivar e me ajudar com o que pode;*
 - ao meu orientador Ricardo de Alcântara Ferreira, pela indicação do tema da pesquisa, e pela orientação;*
 - ao meu coorientador Vinicius Carrião dos Santos pelas orientações e dedicação em me auxiliar na desenvolvimento deste trabalho;*
 - ao meu querido namorado Isaque Rodrigues, que soube entender minha ausência enquanto me dedicava à este trabalho e à conclusão do meu curso;*
- Enfim, a todos os meus colegas que fazem parte da 4º turma do curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Goiás – Câmpus Goiânia, que de alguma forma me ajudaram a concluir este curso.*

EPÍGRAFE

“O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.”

(Winston Churchill)

RESUMO

GESTÃO DA MANUTENÇÃO DE OBRAS DE ARTE ESPECIAIS NA CIDADE DE GOIÂNIA

AUTOR: Clara Carolina Pinheiro da Silva
ORIENTADOR: Ricardo de Alcântara Ferreira
COORIENTADOR: Vinicius Carrião dos Santos

Assim como qualquer obra da construção civil, as Obras de Arte Especiais (OAEs) também sofrem degradação e, portanto, é necessário que haja um programa de gerenciamento dessas obras, que oriente os órgãos e empresas responsáveis na programação e tomada de decisões sobre intervenções e ações de manutenção, para garantir a extensão da vida útil e o bom desempenho dessas estruturas. É fundamental realizar inspeções nos elementos e componentes das OAEs, executar verificações do comportamento dessas estruturas ao longo do tempo e estabelecer uma programação de manutenção constante e eficiente. O objetivo deste trabalho foi investigar a gestão da manutenção de OAEs na cidade de Goiânia, pesquisar o processo de manutenção e enfatizar as estratégias e dificuldades. O método científico utilizado para a realização deste estudo foi a revisão bibliográfica sobre o tema, coleta de informações e análise dos dados colhidos. Para a investigação do tema buscou-se agentes e instituições com experiência e responsáveis pela gestão e manutenção de OAEs. Para a coleta de dados optou-se pela elaboração de questionários. Foram elaborados seis questionários, sendo enviados por e-mail a três órgãos de infraestrutura, uma empresa privada, uma Concessionária de Rodovias e um engenheiro especialista na área. No entanto, dos seis questionários enviados, apenas dois foram respondidos: o questionário enviado ao órgão gestor de OAEs da União e o enviado ao engenheiro especialista em manutenção de OAEs. Alguns fatores como a troca da Gestão da Prefeitura de Goiânia em 2021 acrescida das limitações impostas pela pandemia de COVID-19 prejudicaram a obtenção das informações junto aos outros órgãos gestores que não responderam os questionários. Contudo, apesar das limitadas informações ainda assim foi possível comparar as estratégias de gestão da manutenção de OAEs adotadas pelo órgão da União e pelo estudo independente realizado pelo CREA e apontar dificuldades, sendo restritas as possibilidades de maiores contribuições deste trabalho em função dos poucos dados obtidos cujas justificativas sugerem que a gestão da manutenção das OAEs acontece de uma forma particularizada, sem poder apontar se ela de fato acontece de forma organizada ou se é insatisfatória, ou mesmo se recebe o valor que deve ter.

Palavras-chave: Obras de arte especiais. Gestão. Manutenção.

ABSTRACT

MAINTENANCE MANAGEMENT OF SPECIAL BUILD OF ART IN THE CITY OF GOIÂNIA

AUTHOR: Clara Carolina Pinheiro da Silva
ADVISOR: Ricardo de Alcântara Ferreira
CO-SUPERVISOR: Vinicius Carrião dos Santos

Like any civil construction, Special build of Art (OAEs) also provide degradation and, therefore, it is necessary to have a management program for these build, which guides the agencies and companies responsible for programming and making decisions about the maintenance actions and actions, to guarantee the extension of the useful life and the good performance of these structures. It is essential to carry out inspections on the elements and components of the OAEs, perform structural checks over time and establish a constant and efficient maintenance schedule. The objective of this work was to investigate the maintenance management of OAEs in the city of Goiânia, investigating the maintenance process and emphasizing the strategies and difficulties. The scientific method used to carry out this study was a bibliographic review on the topic, information collection and analysis of the collected data. For an investigation of the theme, agents and institutions with experience and responsible for the management and maintenance of OAEs were sought. For data collection, we chose to prepare questionnaires. Six questionnaires were prepared, sent by e-mail to three infrastructure agencies, a private company, a Highway Concessionaire and an engineer specialized in the area. However, of the six questionnaires sent, only two were answered: the questionnaire sent to the managing body of OAEs of the Union and the one sent to the engineer specialized in maintenance of OAEs. Some factors, such as the change in the Management of the Municipality of Goiânia in 2021, in addition to the limitations imposed by the pandemic of COVID-19, hindered the obtaining of information from other management bodies that did not answer the questionnaires. However, despite the limitations, the information was still possible to compare the maintenance management strategies of OAEs adopted by the Union agency and the independent study carried out by CREA and possible difficulties, being restricted as possibilities for greater contributions from the work due to the few obtained data result from justifications made that the maintenance management of OAEs happens in a particularized way, without being able to point out if it actually happens in an organized way or if it is unsatisfactory, or even if it receives the value that the developer.

Keywords: Special Build of Art. Management. Maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Colapso da ponte Silver.	19
Figura 2 - Colapso da ponte Morandi em Gênova.....	21
Figura 3 - Desabamento de ponte sobre a represa Capivari (BR-116).	21
Figura 4 - Desabamento da ciclovia Tim Maia.	22
Figura 5 - Viaduto da pista expressa da Marginal Pinheiros em São Paulo - SP.....	23
Figura 6 - Desabamento de uma pista do Eixão Sul na área central de Brasília.....	24
Figura 7 - Categorias de ações em OAEs.	26
Figura 8 - Ciclo de vida das Obras de Arte Especiais.	34
Figura 9 - Recuperação do desempenho de uma edificação por ação da manutenção.....	35
Figura 10 - Impacto de diferentes tipos de intervenções no nível de desempenho estrutural ao longo do ciclo de vida das OAEs.	36
Figura 11 - Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto.	37
Figura 12 - Interdição da ponte sobre o córrego Anicuns devido a erosão.	38
Figura 13 - Ponte Avenida 24 de Outubro em Goiânia.....	39
Figura 14 - Interdição da ponte da Avenida 24 de Outubro em Goiânia.	39
Figura 15 - A Lei de evolução dos Custos.....	40
Figura 16 – Fissuras em pilar de concreto do Viaduto Cabral, MG	43
Figura 17 – Corrosão de armaduras.	44
Figura 18 – Desagregação do concreto em pilar.....	45
Figura 19 – Eflorescências.....	46
Figura 20 - Fluxograma de Gerenciamento de OAEs.	51
Figura 21 - Fluxograma de atividades de um sistema de Gestão de OAEs.	57
Figura 22 - Contexto do SGO.....	59
Figura 23 - Manifestações patológicas nas OAEs de Goiânia.	62
Figura 24 - OAEs com ausência de dispositivo de drenagem.	63
Figura 25 - Histograma das notas de Grau de Deterioração (Gd).....	64
Figura 26 - Fundações da ponte da Av. T-63 vistoriada em fevereiro e 2015.	65
Figura 27 - Fundações da ponte da Av. T-63 vistoriada em abril de 2018.	65
Figura 28 - Fluxograma da pesquisa.....	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Colapsos em OAEs e suas causas prováveis.....	20
Tabela 2 - Vida útil de projeto mínimas de acordo com as Normas.	33
Tabela 3 - Custo da Manutenção em relação ao faturamento bruto.	41
Tabela 4 - Tipos de Manutenções utilizadas nos setores da economia.	41
Tabela 5 - Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.....	52
Tabela 6 - Modelo de ficha de classificação da OAE. Adaptada.	54

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Recebimento das respostas dos questionários.....	71
Quadro 2 - Síntese comparativa dos métodos apurados de gestão da manutenção.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAMAN	Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos
CREA-GO	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FHWA	Federal Highway Administration
GOINFRA	Agência Goiana de Infraestrutura e Transporte
IBAPE-GO	Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Goiás
OAE	Obras de Arte Especiais
PUC-GO	Pontifícia Universidade Católica de Goiás
SEINFRA	Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Goiânia
SGO	Sistema de Gerenciamento de Obras
TCU	Tribunal de Contas da União
Gd	Grau de Deterioração

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
™	Marca comercial

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. Problema.....	18
1.2. Objetivos	22
1.2.1. Objetivo geral	22
1.2.2. Objetivos Específicos	22
1.3. Justificativa.....	23
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	25
2.1. Manutenção de Obras de Arte Especiais – Contextualização.....	25
2.2. Evolução da Manutenção - Aspectos Históricos.....	28
2.2.1. Tipos de Manutenção.....	29
2.2.1.1. Manutenção Preditiva	29
2.2.1.2. Manutenção Preventiva	30
2.2.1.3. Manutenção Corretiva.....	30
2.3. Importância da Manutenção	31
2.3.1. Desempenho, durabilidade e vida útil	31
2.3.2. Custos da manutenção	37
2.4. Manifestações Patológicas em pontes de concreto armado.....	42
2.4.1. Fissuras	42
2.4.2. Carbonatação.....	43
2.4.3. Corrosão de armaduras	43
2.4.4. Desagregação do concreto	44
2.4.5. Deterioração do concreto	45
2.4.6. Eflorescências.....	45
2.5. Inspeção e monitoramento de OAEs	46
2.5.1. Tipos de Inspeção.....	47
2.5.1.1. Inspeção Cadastral	48
2.5.1.2. Inspeção Rotineira	49
2.5.1.3. Inspeção especial	49
2.5.1.4. Inspeção Extraordinária	50
2.5.2. Critério de Classificação das OAEs segundo ABNT NBR 9452/2019	51
2.6. Gestão da Manutenção de OAEs	55
2.6.1. Histórico da Gestão de OAEs	57

2.6.2.	Sistema de gerenciamento de obras de arte no Brasil – SGO.....	58
2.7.	Relatório de Vistoria das OAEs de Goiânia	60
2.8.	Órgãos Gestores das OAEs	66
2.8.1.	Prefeitura de Goiânia	66
2.8.2.	Governo do Estado de Goiás.....	66
2.8.3.	Concessionária Triunfo Concebra.....	66
2.8.4.	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).....	67
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	67
3.1.	Abordagem Metodológica	67
4.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	70
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	75
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
7.	APÊNDICES.....	82
APÊNDICE A -	Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs de Goiânia.	82
APÊNDICE B –	Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs de Goiás.	87
APÊNDICE C –	Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs da União.	90
APÊNDICE D –	Questionário enviado a Concessionária de Rodovias.	93
APÊNDICE E –	Questionário enviado à empresa privada	97
APÊNDICE F –	Questionário enviado ao engenheiro com experiência na área .	100

1. INTRODUÇÃO

1.1. Problema

As Obras de Arte Especiais (OAEs) são estruturas que tem a função de ligar pontos separados por obstáculos naturais ou artificiais (MOSCOSO, 2017). Essas estruturas possuem importância destacada para o desenvolvimento de qualquer país uma vez que aumentam o desempenho das estradas, facilitam o deslocamento de pessoas e alimentos, entre outros.

As OAEs são compostas por viadutos, pontes e bueiros, estruturas de grande porte e que desempenham funções essenciais para o desenvolvimento das cidades. Para a garantia de um comportamento adequado das OAEs é necessário que haja um sistema de gerenciamento dessas obras que ajude as entidades responsáveis pelo desempenho dessas estruturas na tomada de decisões sobre intervenções e ações de manutenção.

Independentemente da maneira como as OAEs são construídas e do material utilizado, assim como qualquer outra obra de construção civil, elas sofrem degradação. As OAEs são afetadas pelo envelhecimento, fadiga, corrosão, manutenção aplicada de maneira errada ou a não aplicação da mesma e pelo incremento de cargas, entre outros fatores (DNIT, 2016; MENDES, 2009; MOSCOSO, 2017).

Em decorrência disso é fundamental realizar inspeções dos elementos das pontes e viadutos, fazendo um acompanhamento do comportamento dessas estruturas ao longo do tempo para que haja uma manutenção constante e eficiente, sobretudo em circunstâncias de dificuldades econômicas, que a maioria dos órgãos públicos apresentam. Assim espera-se minimizar os recursos que essas atividades demandem, caso seja necessária uma substituição ou interdição.

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) mantém um sistema de gerenciamento de suas Obras de Arte Especiais capaz de armazenar os dados das OAEs sob sua administração, contudo se não há a atualização dos dados das estruturas e as inspeções não são feitas periodicamente, a falta de informações atualizadas sobre as OAEs impossibilita que o DNIT planeje adequadamente as manutenções e que atue de forma preventiva, evitando que as estruturas atinjam níveis críticos de uso.

No passado, muitos acreditavam que as estruturas de concreto armado eram imunes à degradação. A preocupação com a inspeção e manutenção das OAEs se tornou prioridade no ano de 1967, quando o colapso da ponte Silver nos Estados Unidos, ocorrido no horário de pico do trânsito, matou 46 pessoas (BERTOLINI, 2010; VERLY, 2015). O acidente ocorreu devido a uma fratura instantânea de uma conexão entre um pino e a corrente de suspensão, além do fato de que a ponte estava suportando muito mais peso do que o estabelecido em seu projeto inicial (MOSCOSO, 2017).

Figura 1 - Colapso da ponte Silver.



Fonte: (Bullard et al., 2012 apud MOSCOSO, 2017).

Assim como o acidente da ponte Silver em 1967, outros também ocorreram e ainda ocorrem nos dias atuais, provocando grande impacto sobre a sociedade em geral, uma vez que, junto com os prejuízos financeiros, podem vir acompanhados perdas de vidas humanas (VERLY, 2015).

Acidentes como este e outros referidos a título de exemplo na Tabela 1, acabam por impulsionar esforços no sentido do desenvolvimento da área de gestão de OAEs.

Tabela 1 - Colapsos em OAEs e suas causas prováveis.

Ano	País	Ponte	Mortes	Causa provável
1967	USA	Silver Bridge (pontes suspensa com cerca de 40 anos)	46	Secção insuficiente e corrosão
1978	França	Ponte Wilson sobre o Loire (arcos de alvenaria)		Infraescavação
1983	USA	Ponte do rio Mianus		Fadiga do aço e ligações metálicas
1987	USA	Ponte <i>Schoharie Creek</i> e outras		Infraescavação
1994	Coreia do Sul	Ponte Seongsu	31	Problemas nas ligações soldadas
1999	China	Ponte arco-íris (pedonal)	49	Abandono e falta de qualidade do aço
2001	Portugal	Ponte Hintze Ribeiro	59	Infraescavação
2006	Canadá	<i>PS Concorde Boulevard</i>	5	Rotura por corte num apoio
2007	USA	Ponte Minneapolis I-35W	12	Capacidade resistente insuficiente
2012	China	Viaduto de acesso à ponte <i>Yangmingtai</i> , sobre o rio <i>Songhua</i>		Subdimensionamento
2013	USA-Canadá	Ponte I-5 bridge sobre o rio Skagit		Impacto de um veículo pesado

Fonte: (ALMEIDA, 2013).

O desabamento de uma ponte em 2018 em Gênova, na Itália, deixou 43 mortos e colocou em xeque a infraestrutura do sistema viário naquele país, com críticas à falta de manutenção. No Brasil, questionamentos sobre as condições de pontes e viadutos também vieram à tona após o acontecimento de acidentes recentes (GOMES, 2018). Por exemplo, quando a ponte de mais de 60 anos que fazia parte da BR-116 desabou em 2015 na região metropolitana de Aracaju, quando a ciclovia Tim Maia no Rio de Janeiro desabou em 2016 três meses após a sua inauguração e quando parte do Eixão veio abaixo em Brasília em 2018.

Figura 2 - Colapso da ponte Morandi em Gênova.



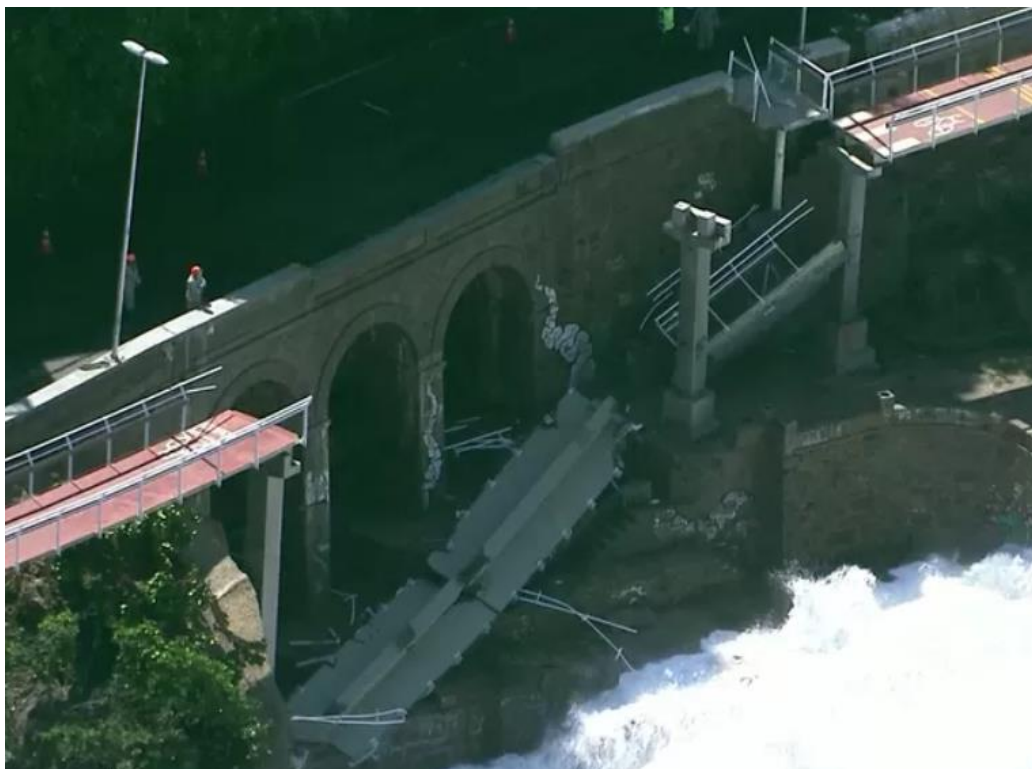
Fonte: (G1, 2018).

Figura 3 - Desabamento de ponte sobre a represa Capivari (BR-116).



Fonte: (FARIA, 2016).

Figura 4 - Desabamento da ciclovia Tim Maia.



Fonte: (BARREIRA et al., 2016).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

Investigar a Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Aprofundar o conhecimento sobre gestão da manutenção de OAEs através da revisão bibliográfica.
- Destacar as estratégias e dificuldades do processo de manutenção das OAEs em Goiânia;

1.3. Justificativa

O Brasil carece de políticas públicas eficientes voltadas para manutenção preventiva das obras de infraestrutura. A falta de uma cultura de manutenção, em especial a preventiva, faz com que os órgãos responsáveis pelas obras públicas, priorizem apenas a execução, não havendo maiores preocupações com as questões relacionadas à conservação. Isto pode ser constatado através da simples observação das obras de infraestrutura, especialmente as pontes e viadutos, conhecidas como Obras de Arte Especiais (FERREIRA; BRANDÃO, 2019; VITÓRIO, 2006).

Os acidentes ocorridos nas últimas décadas com OAEs, em especial os recentes colapsos ocorridos no Brasil como em 2018 no viaduto da Marginal Pinheiros em São Paulo e no viaduto do Eixão Sul em Brasília, indicam que o envelhecimento das OAEs juntamente com a falta de manutenção acarretam vários transtornos aos usuários e a sociedade como um todo, dentre os quais: danos a integridade física, perdas materiais e econômicas, redução do comércio local, redução da mobilidade urbana, aumento dos trajetos de deslocamento e perda de horas produtivas em engarrafamentos de trânsito (FERREIRA; BRANDÃO, 2019; LOBEL; SETO, 2018; MOREIRA et al., 2018).

Figura 5 - Viaduto da pista expressa da Marginal Pinheiros em São Paulo - SP.



Fonte: (LOBEL; SETO, 2018).

Figura 6 - Desabamento de uma pista do Eixão Sul na área central de Brasília.



Fonte: (MOREIRA et al., 2018).

Diante disso, o impacto de um gerenciamento ineficaz do processo de manutenção das OAEs não afeta somente a estrutura em si, como também o desenvolvimento das atividades que dependem desta estrutura para serem executadas.

Um estudo divulgado em 2019, realizado pelo Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO), juntamente com a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO) e o Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de Goiás (IBAPE-GO), constatou que das 68 OAEs vistoriadas em Goiânia, 15% delas necessitam de intervenções imediatas devido ao seu grau de deterioração.

Sendo a manutenção a base para se garantir a segurança e a vida útil das estruturas é indispensável um sistema de gerenciamento confiável e por isso justificam-se estudos dos problemas e aspectos envolvidos na manutenção das OAEs no âmbito da Engenharia Civil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Manutenção de Obras de Arte Especiais – Contextualização

Pontes, viadutos, ferrovias, rodovias e entre outras estruturas são chamadas de Obras de Arte Especiais (OAEs) por serem construções de engenharia dotadas de características estruturais, construtivas e funcionais específicas que demandam consideráveis habilidades técnicas e criativas para seu projeto, execução e manutenção (FERREIRA, 2018).

A manutenção pode ser definida como o conjunto de atividades que permitem manter a integridade estrutural em um nível adequado de uso, ou seja, o conjunto de rotinas que tenham por finalidade o prolongamento da vida útil da obra, a um custo compensador (DNIT, 2016; SOUZA; RIPPER, 1998).

O conceito de manutenção sugere que pequenos reparos e atividades sejam realizados nas OAEs para manter a estrutura em ótimas condições de funcionamento e, assim, evitar maiores despesas em processos de reabilitação ou substituição. A missão da manutenção é garantir a confiabilidade e a disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço, com segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados (DNIT, 2016; PINTO; XAVIER, 2009).

As primeiras pontes foram, provavelmente, o resultado natural da colocação de troncos de árvores sobre rios e sobre outros obstáculos criados pela natureza entre dois espaços, para que o homem pudesse continuar o seu trajeto. Ao longo dos séculos, as pontes foram sendo aperfeiçoadas pelo homem com o uso de materiais e técnicas cada vez mais sofisticadas (LOPES; VITÓRIO, 2016).

O surgimento do cimento Portland no século XIX, as variedades de concreto e de outros materiais e técnicas de construção deram à engenharia o poder de fabricar pontes com vãos cada vez maiores. Nessa época inicial, pensava-se que o concreto teria durabilidade ilimitada, mas com o passar das décadas verificou-se que o concreto, assim como outros materiais, sofre com a degradação produzida por fissuras, corrosão, elementos climáticos, poluição e a ação destruidora do homem, entre outros. De modo geral, as pontes têm dado verdadeiros exemplos de grande durabilidade, muitas vezes em condições totalmente adversas, contudo, a vida útil de

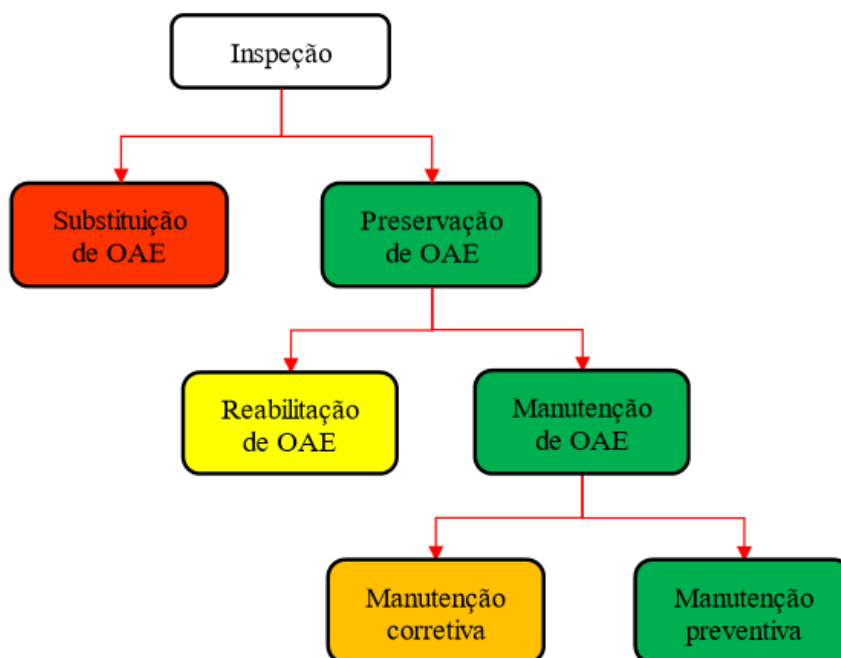
tais obras é definitivamente finita (CASTRO, 1994; LOPES; VITÓRIO, 2016; SOUZA; RIPPER, 2009).

As OAEs podem apresentar deficiências estruturais ou funcionais. Podem tornar-se estruturalmente deficientes por corrosão ou deterioração do concreto associada com umidade ou condições ambientais, o que pode ser reduzido com adequada manutenção (MENDES, 2009; MOSCOSO, 2017; SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2014).

Conceitualmente, a conservação de uma estrutura é definida pelo conjunto de ações necessárias para que ela se mantenha com as características resistentes, funcionais e estéticas para as quais foi projetada e construída (VITÓRIO, 2002).

As atividades de conservação a serem feitas em OAEs, podem ser agrupadas em três linhas de atuação: substituição, reabilitação e manutenção, sendo todas elas baseadas em processos de inspeção adequados e programados (FHWA, 2011 *apud* DNIT, 2016).

Figura 7 - Categorias de ações em OAEs.



Fonte: (FHWA, 2011 *apud* DNIT, 20116)

O planejamento da manutenção é uma atividade multidisciplinar que requer conhecimentos técnicos para a identificação de sua necessidade em função do risco que a obra oferece, dos custos envolvidos e da avaliação da evolução dos danos com o tempo para, a partir destes conhecimentos, estabelecer prioridades (MENDES, 2009).

O envelhecimento é um processo natural e inevitável para todos os materiais de uma edificação. A situação ideal ocorre quando o envelhecimento acontece segundo uma velocidade prevista, de forma que a estrutura mantenha satisfatória funcionalidade para a vida útil projetada, sem exigir altos custos de manutenção. Se a deterioração se desenvolve mais rápido do que o previsto a estrutura poderá necessitar de alguma forma de intervenção para cumprir a vida útil esperada (CASTRO, 1994; SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2014).

São cada vez mais frequentes as situações de necessidade de intervenções em estruturas recentes, a fim de manter, restituir e/ou melhorar sua capacidade resistente, num período de tempo inferior à vida útil prevista. Entre as diversas causas de intervenção identificam-se erros no projeto estrutural, baixa qualidade dos materiais, manutenção incorreta da construção e também acidentes, tais como, incêndios, explosões, terremotos, entre outros (CASTRO, 1994).

Atualmente, a comunidade de construção civil brasileira já apresenta uma maior atenção sobre a gestão da manutenção de OAEs. A ABNT NBR 5674/2012, ABNT NBR 9452/2019 e o Manual de Manutenções de Obras de Arte Especiais do DNIT são normas nacionais que orientam na gestão da manutenção, porém a legislação brasileira ainda não apresenta rigor obrigando o responsável pela OAE a gerir a manutenção da estrutura (FERREIRA, 2018).

Grande parte das OAEs estão sob a responsabilidade do poder público, sendo este, via de regra, o responsável pela gestão e manutenção, de forma direta, através de secretarias e coordenadorias, ou mediante o estabelecimento de termos contratuais, no caso de concessões e privatizações (FERREIRA, 2018).

2.2. Evolução da Manutenção - Aspectos Históricos

A atividade de manutenção tem passado por mudanças significativas nos últimos 30 anos. Essas alterações são consequências de diversos fatores, entre eles o aumento do número e da diversidade de itens como instalações, equipamentos e edificações, a complexidade dos projetos, surgimento de novas técnicas de manutenção, novos enfoques sobre a organização da manutenção e suas responsabilidades, importância da manutenção como função estratégica para melhoria dos resultados das empresas e o aumento da competitividade das organizações (PINTO; XAVIER, 2009).

A Manutenção pode ser dividida em quatro gerações:

- a) Primeira Geração: abrange o período antes da Segunda Guerra Mundial, quando a indústria era pouco mecanizada, os equipamentos eram simples e, na sua maioria, superdimensionados. As circunstâncias econômicas da época não priorizavam a questão da produtividade. Consequentemente, não era necessária uma manutenção sistematizada, apenas serviços de limpeza, lubrificação e reparo após a quebra eram feitos. Ou seja, a manutenção era fundamentalmente do tipo corretivo não planejada. A visão que se tinha em relação às falhas dos equipamentos era que todos os equipamentos se desgastavam com o passar dos anos, vindo a sofrer falhas ou quebras. A competência que se buscava era basicamente a habilidade do executante em realizar o reparo necessário.
- b) Segunda Geração: ocorreu após a Segunda Guerra Mundial entre os anos de 1950 e 1970. O aumento da demanda por todo tipo de produto e a diminuição na quantidade de mão de obra industrial disponível durante o período da guerra trouxe como consequência um forte aumento da mecanização, bem como o aumento da complexidade das instalações industriais. Neste período surgiu a necessidade por disponibilidade de recursos, bem como uma maior confiabilidade, na busca da maior produtividade. A indústria estava dependente do bom funcionamento das máquinas, isso desenvolveu o pensamento de que falhas nos equipamentos poderiam e deveriam ser evitadas, o que resultou no conceito de manutenção preventiva.

- c) Terceira Geração: Iniciou em meados da década de 1970. Neste período buscou-se novas maneiras de maximizar a vida útil dos equipamentos produtivos uma vez que os efeitos dos períodos de paralisação foram se agravando pela tendência mundial de utilizar sistemas de *just-in-time*. Os estoques foram reduzidos e pequenas pausas naquele momento poderiam paralisar a fábrica. Neste momento passou-se a existir a preocupação com a qualidade do produto, com os padrões de segurança e com o meio ambiente.
- d) Quarta Geração: Esta fase iniciou-se em meados dos anos 2000. Alguns conceitos em relação a terceira geração foram mantidos, tais como a confiabilidade, disponibilidade, preservação do meio ambiente e segurança. Neste período houve a consolidação das atividades de engenharia da manutenção dentro da estrutura organizacional da manutenção. Neste período a manutenção teve como desafio a minimização das falhas prematuras, utilizando como metodologia a prática de análise de falhas. Uma prática capaz de melhorar a performance dos equipamentos e da empresa. A prática de análise e monitoramento da condição dos equipamentos e do processo são cada vez mais utilizadas, e como consequência há uma redução na aplicação da manutenção preventiva ou programada, uma vez que ela promove uma paralisação dos equipamentos e sistemas, impactando negativamente na produção.

2.2.1. Tipos de Manutenção

Basicamente pode-se dividir a manutenção em três tipos: manutenção preditiva, manutenção preventiva e manutenção corretiva.

2.2.1.1. Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva pode ser definida como a atuação realizada com base na análise de parâmetros de condição ou desempenho, cujo acompanhamento obedece a uma sistemática. É através de técnicas preditivas que é feito o monitoramento da condição e a ação de correção, quando necessária, é realizada através de uma manutenção corretiva planejada (PINTO; XAVIER, 2009).

A manutenção Preditiva é a primeira grande quebra de paradigma na manutenção e tanto mais se intensifica quanto mais o conhecimento tecnológico desenvolve equipamentos que permitem avaliação confiável das instalações e sistemas operacionais em funcionamento. Esse tipo de acompanhamento permite analisar o comportamento da estrutura e conseqüentemente a preparação prévia do serviço.

De acordo com Pinto e Xavier (2009) as condições básicas para se adotar a manutenção preditiva são as seguintes:

- O equipamento, o sistema ou a instalação devem permitir algum tipo de monitoramento/medição.
- O equipamento, o sistema ou a instalação devem merecer esse tipo de ação, em função dos custos envolvidos.
- As falhas devem ser oriundas de causas que possam ser monitoradas e ter sua progressão acompanhada.
- Estabelecimento de um programa de acompanhamento, análise e diagnóstico, sistematizado.

2.2.1.2. Manutenção Preventiva

Manutenção preventiva é a manutenção realizada de forma a reduzir ou evitar a falha ou queda do desempenho, obedecendo a um plano previamente elaborado, baseado em intervalos definidos de tempo (PINTO; XAVIER, 2009).

Diferentemente da manutenção corretiva, a manutenção preventiva procura evitar a ocorrência de falhas, a fim de evitar um período ocioso na produção. Esse tipo de manutenção prevê paradas periódicas com a finalidade de substituir peças desgastadas por novas peças, antes mesmo que a vida útil destas seja esgotada, evitando assim falhas no funcionamento do equipamento por um período pré-estabelecido (FERREIRA, 2018).

2.2.1.3. Manutenção Corretiva

Manutenção corretiva é a atuação para a correção da falha ou do desempenho menor do que o esperado. A manutenção corretiva não é, necessariamente, somente a manutenção de emergência. Existem duas condições específicas que levam à

manutenção corretiva: o desempenho deficiente apontado pelo acompanhamento das variáveis operacionais ou a ocorrência de falhas (PINTO; XAVIER, 2009).

Portanto a ação principal da manutenção corretiva é corrigir ou restaurar as condições de funcionamento do equipamento ou sistema. É um tipo de manutenção que gera maiores custos de execução devido à falta de um planejamento prévio. Contudo, mesmo apresentando custos elevados, é muito difícil eliminar completamente este tipo de manutenção, pois não há como prever o momento exato em que se verificará um defeito que exigirá uma manutenção corretiva de emergência (FERREIRA, 2018).

2.3. Importância da Manutenção

2.3.1. Desempenho, durabilidade e vida útil

O desempenho pode ser definido como o bom comportamento de uma edificação e seus sistemas (ABNT, 2013). O comportamento em serviço de cada produto, ao longo de sua vida útil (SOUZA; RIPPER, 1998).

Visando a melhoria da qualidade dos produtos da indústria da construção como um todo, entrou em vigor, em 2013, a Norma de Desempenho ABNT NBR 15575/2013, que estabelece parâmetros mínimos de desempenho para os sistemas construtivos, de modo a atender as necessidades e exigências dos usuários ao longo do ciclo de vida da edificação (MOLIN et al., 2016).

Para cada um dos sistemas que compõe a edificação, a Norma estabelece requisitos mínimos de desempenho, sendo um deles o de durabilidade.

Durabilidade é a capacidade de uma estrutura de satisfazer, com dada manutenção planejada, os requisitos de desempenho do projeto, por um período específico de tempo sob influência das ações ambientais, ou como resultado do processo de envelhecimento natural (ISO, 2008).

Para ABNT NBR 15575 – 1/ 2013 durabilidade é definida como a capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas.

A durabilidade não é uma propriedade intrínseca dos materiais, mas sim uma função relacionada com o desempenho dos mesmos sob determinadas condições ambientais (POSSAN, 2010). A durabilidade de uma estrutura de concreto está

relacionada a uma série de parâmetros que dependem do projeto estrutural, dos materiais utilizados, da agressividade ambiental, do uso e do tipo de conservação (LOPES; VITÓRIO, 2006).

A vida útil por sua vez é o período de tempo no qual uma estrutura é capaz de desempenhar as funções para as quais foi projetada sem a necessidade de intervenções não previstas (LOPES; VITÓRIO, 2016).

Conceitua-se a vida útil de uma estrutura como o período mínimo no qual se espera que ela desempenhe as funções previstas, segundo suas finalidades específicas e condições ambientes, sem perdas significativas na sua capacidade de utilização e não requerendo custos elevados de manutenção e reparo (CATRO, 1994; SOUZA; RIPPER, 1998).

A vida útil é expressa em anos, sendo estabelecida por várias Normas e Códigos de concreto como pode ser visto na Tabela 2:

Tabela 2 - Vida útil de projeto mínimas de acordo com as Normas.

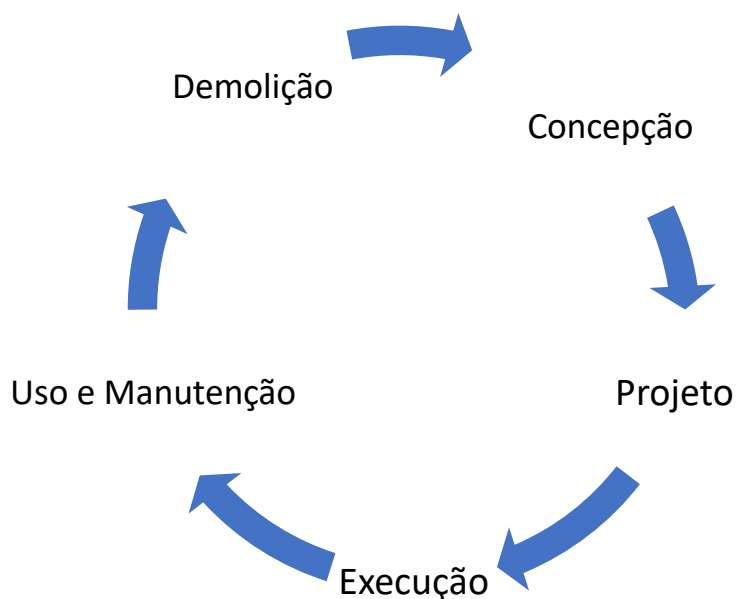
Tipo de estrutura	Vida útil de projeto (VUP) mínima				
	BS 7543 (1992)	ISO 2394 (1998)	Fib 34 (2006) e EN 206-1 (2007)	NBR 15575 (2013)	Fib 53 (2010)
Temporárias	≥ 10 anos	1 a 5 anos	≥ 10 anos	-	-
Partes estruturais substituíveis (Ex.: apoios)	≥ 10 anos	≥ 25 anos	10 a 25 anos	23 a 20 anos	25 a 30 anos
Estruturas para agricultura e semelhantes	-	-	15 a 30 anos	-	-
Estruturas <i>offshore</i>	-	-	-	-	≥ 35 anos
Edifícios industriais e reformas	≥ 30 anos	-	-	-	-
Edifícios e outras estruturas comuns	-	≥ 50 anos	≥ 50 anos	50 anos	≥ 50 anos
Edifícios novos e reformas de edifícios públicos	≥ 60 anos	-	-	-	-
Edifícios monumentais, pontes e outras estruturas de engenharia civil	≥ 120 anos	≥ 100 anos	≥ 100 anos	-	≥ 100 anos
Edifícios monumentais	-	-	-	-	≥ 200 anos

Fonte: (MOLIN et al.,2016).

Deve-se projetar e executar uma OAE visando garantir segurança estrutural, preservar o desempenho e atingir a vida útil com sustentabilidade, considerando também o conhecimento das demandas de desempenho, resposta dos materiais e componentes à diferentes condições de uso e exposição à mecanismos de degradação (SILVA FILHO, 2012 *apud* MOSCOSO, 2017).

Na Figura 8 pode se observar o ciclo de vida das OAEs, na qual antes de considerar a demolição da estrutura, a manutenção é indicada como alternativa para garantir o desempenho e como método de expansão de sua vida útil.

Figura 8 - Ciclo de vida das Obras de Arte Especiais.



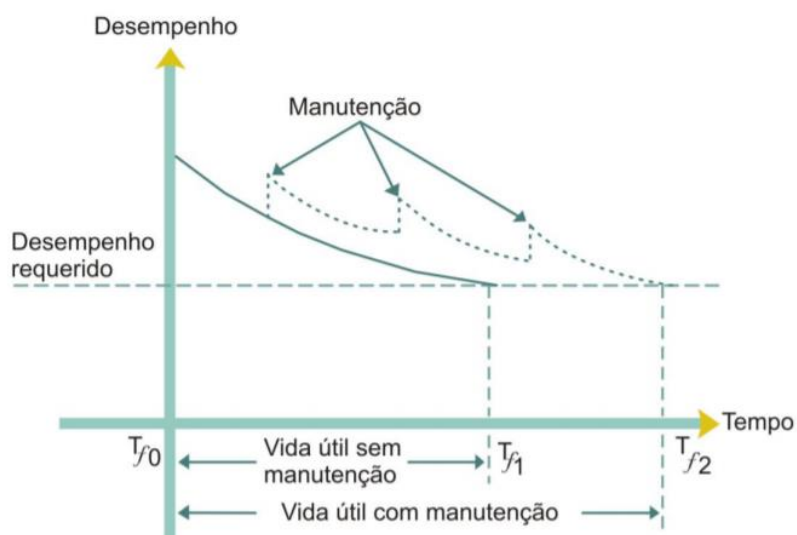
Fonte: (MOSCOSO,2017). Adaptado pelo autor.

Esta programação de ações para garantir a vida útil da estrutura cabe a equipe do sistema de gerenciamento de OAEs, onde devem constar os dados de concepção, projeto e execução de inspeções da obra (MOSCOSO, 2017; VILLANUEVA, 2015).

Para a concretização de um programa de manutenção adequado e realista, são fundamentais o conhecimento de fatores de vida útil e da curva de deterioração de cada material da estrutura (SOUZA; RIPPER, 1998).

A Figura 9 apresenta a evolução da vida útil de uma edificação com e sem manutenção.

Figura 9 - Recuperação do desempenho de uma edificação por ação da manutenção.

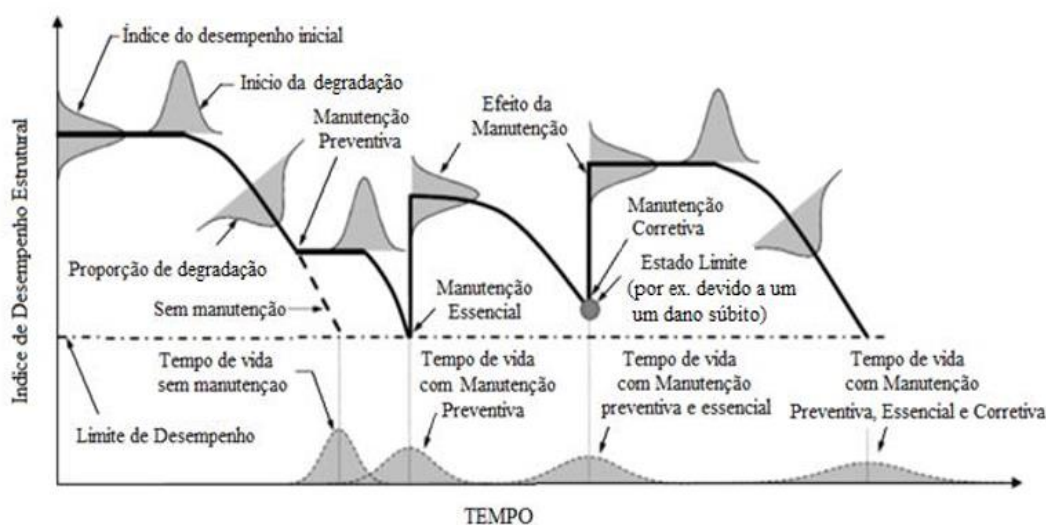


Fonte: (FIGUEIRÓ, 2018).

Pode-se observar que é através da manutenção que se devolve à estrutura o seu desempenho e consequentemente o aumento da sua vida útil.

A Figura 10 evidencia como os tipos de intervenções podem impactar no desempenho estrutural ao longo do ciclo de vida de uma OAE. A realização de manutenções preventivas nas OAEs amplia a vida útil da estrutura e o tempo de intervenção de manutenções corretivas, assim como diminuem os custos empregados.

Figura 10 - Impacto de diferentes tipos de intervenções no nível de desempenho estrutural ao longo do ciclo de vida das OAEs.



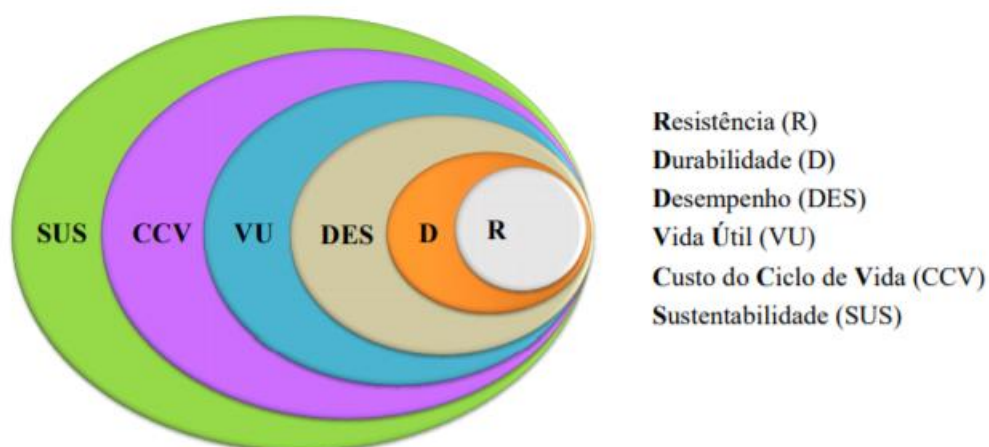
Fonte: (FRANGOPOL; BOCCHINI, 2011 *apud* MOSCOSO, 2017).

Com o passar dos anos, ocorreram grandes mudanças nos materiais de construção, ambiente de exposição e procedimentos de cálculos. Verificou-se que o concreto armado apresentava limitações e que somente o parâmetro resistência era insuficiente para atender às exigências de projeto. Então se enfatizou a durabilidade destas estruturas e dos seus materiais constituintes, aliando posteriormente este conceito ao desempenho das mesmas, ou seja, ao comportamento em uso. Contudo, ainda faltava inserir nos projetos a variável “tempo”, surgindo então os estudos de vida útil (POSSAN, 2010).

Atualmente, fatores como competitividade, custos e preservação do meio ambiente estão novamente impondo mudanças na maneira de se conceber estruturas, exigindo que estas sejam projetadas de forma holística, pensando no seu ciclo de vida e nos custos associados. Estudos com destaque às estimativas de custos de manutenção ao longo da vida útil, estudos de impacto ambiental, entre outros, auxiliam na seleção da melhor alternativa de projeto para novas estruturas ou de manutenção, reparo, reabilitação ou destinação final para estruturas existentes. Com isso, um projeto sustentável torna-se possível (POSSAN, 2010).

A Figura 11 apresenta o resumo desta evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto.

Figura 11 - Evolução conceitual do projeto das estruturas de concreto.



Fonte: (POSSAN, 2010).

2.3.2. Custos da manutenção

As etapas iniciais de uma construção que são o projeto e a execução, concentram a maior parte dos esforços técnicos empreendidos nas edificações. No entanto, a etapa de uso e manutenção, sendo aquela que demanda mais tempo, representa um importante instrumento de análise no ciclo de vida das construções e, em especial, dos custos a ela inerentes (MEIRA; PADARATZ, 2002).

O uso incorreto e/ou a baixa qualidade dos materiais de construção, problemas de projeto e de execução e a ausência ou falha nas ações de manutenção reduzem a qualidade da construção, causando um envelhecimento precoce, com influência direta nos custos de operação, manutenção e reparo (MOLIN et al., 2016).

A ausência de políticas e estratégias voltadas para a conservação resulta em graves consequências, principalmente no que se refere aos riscos causados aos usuários pelos acidentes estruturais ocorridos com OAEs no país. Além dos danos físicos causados por esses acidentes também devem ser considerados os prejuízos materiais e financeiros do setor produtivo, do setor público e da própria sociedade, que irão arcar com os altos custos dos reparos (VITÓRIO, 2006).

Assim como em outras metrópoles do país, como São Paulo e Brasília, as OAEs de Goiânia têm dado demonstrações cada vez mais frequentes que há a necessidade de ações de manutenção mais frequentes e assertivas. Em janeiro de 2018 a ponte da Avenida Marechal Rondon sobre o Córrego Anicuns foi interditada nos dois sentidos devido a uma erosão na cabeceira da pista. O mesmo local já havia sido interditado duas vezes no ano de 2017 (FERREIRA; BRANDÃO, 2019; SANTANA, 2018).

Figura 12 - Interdição da ponte sobre o córrego Anicuns devido a erosão.



Fonte: (G1,2018).

Em fevereiro de 2019 depois de fortes chuvas no local, a ponte da Avenida 24 de outubro sobre o Córrego Cascavel ficou comprometida. A estrutura apresentava assoreamento no seu encabeçamento e devido a intensificação das rachaduras e aumento visível da deterioração na estrutura, foi verificada que a via precisaria ficar interditada por dez dias para conclusão dos reparos (FERREIRA; BRANDÃO, 2019; LIMA, 2019).

Figura 13 - Ponte Avenida 24 de Outubro em Goiânia.



Fonte: (O POPULAR, 2019).

Figura 14 - Interdição da ponte da Avenida 24 de Outubro em Goiânia.



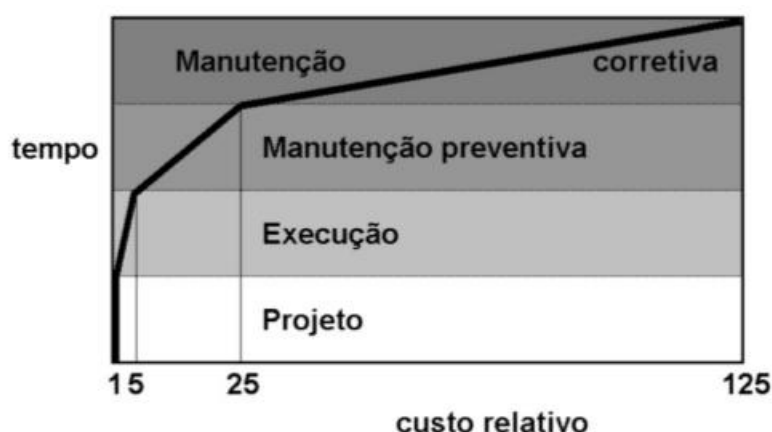
Fonte: (OPOPULAR, 2019).

A demora em iniciar a manutenção de uma obra torna os reparos mais trabalhosos e onerosos. Uma estratégia de inspeção e manutenção bem articulada permitiria desembolsos menores, parcelados e previsíveis, que seriam bem mais acomodados nos orçamentos, evitando gastos urgentes não programados, onde não

há tempo nem espaço para negociação de valores (SILVA FILHO; OLIVEIRA, 2014; VITÓRIO, 2006).

De acordo com a lei de evolução dos custos, conhecida como Lei de Sitter ou Lei dos cinco, os custos de correção crescem segundo uma progressão geométrica de razão cinco, o que está representado na Figura 15.

Figura 15 - A Lei de evolução dos Custos.



Fonte: (SITTER,1984 apud VITÓRIO,2006).

A Figura 15 evidencia o alto custo associado a manutenção corretiva devido ao caráter emergencial dessa manutenção, caracterizada pela demanda de ações ou intervenções imediatas com o objetivo de permitir a continuidade no uso dos sistemas, elementos ou componentes das OAEs (FERREIRA, 2018).

Em um estudo realizado no Brasil, Meira e Padaratz (2002) observaram que os custos em intervenções de manutenção, em uma estrutura com alto grau de deterioração, podem chegar a aproximadamente 40% dos custos de execução do componente degradado.

Segundo o estudo da Abraman - Associação Brasileira de Manutenção e Gestão de Ativos, que mediu a situação da manutenção no Brasil para o ano de 2017, o custo de manutenção em relação ao faturamento das empresas vem diminuindo e atualmente se situa em 4%, conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3 - Custo da Manutenção em relação ao faturamento bruto.

Setores	Custo Manutenção / Faturamento (%)
Acúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	4%
Aeronáutico e Automotivo	3%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	7%
Químico e Saneamento	5%
Mineração e Siderúrgico	5%
Petróleo e Petroquímico	4%
Papel e Celulose e Plástico	3%
Predial e Prestação de Serviços	4%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	3%
Média Geral	4%

Fonte: (ABRAMAN,2017) Adaptado pelo autor.

Na tabela 4 é indicado a divisão entre os tipos de manutenções que são utilizados de acordo com cada setor.

Tabela 4 - Tipos de Manutenções utilizadas nos setores da economia.

Setores	Trabalho em Manutenção Corretiva (%)	Trabalho em Manutenção Preventiva (%)	Trabalho em Manutenção Preditiva (%)	Outras atividades de Manutenção (%)
Acúcar e Álcool, Alimentos e Bebidas	42%	40%	18%	0%
Aeronáutico e Automotivo	42%	48%	4%	5%
Eletroeletrônicos - Energia Elétrica	28%	44%	12%	16%
Químico e Saneamento	25%	50%	20%	5%
Mineração e Siderúrgico	60%	23%	13%	5%
Petróleo e Petroquímico	47%	39%	14%	0%
Papel e Celulose e Plástico	24%	31%	31%	14%
Predial e Prestação de Serviços	45%	44%	5%	6%
Máquinas e Equipamentos - Metalúrgico	25%	48%	7%	20%
Média Geral	38%	41%	14%	8%

Fonte: (ABRAMAN, 2017) Adaptado pelo autor.

Nota-se que em média, a manutenção preventiva é a mais utilizada entre os setores com 41%, logo depois vem a manutenção corretiva com 38% e por último a manutenção preditiva com apenas 14%.

2.4. Manifestações Patológicas em pontes de concreto armado

Para Silva (2011), a palavra patologia vem do grego (*Páthos* – doença e *logos* – estudo) e é muito utilizada nas diversas áreas da ciência. Na engenharia, o termo patologia se dedica ao estudo de anomalias ou problemas, procurando explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica nas estruturas.

Souza e Ripper (1998) afirmam que de forma genérica o termo patologia das estruturas enfatiza o estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas.

As patologias que se apresentam com mais frequência nas estruturas de concreto são as fissuras, eflorescências, as flechas excessivas, as manchas aparentes, a corrosão de armaduras, entre outros (HELENE, 1992).

Como as pontes de estudo são construídas em concreto armado, serão abordados neste trabalho somente as patologias simples neste tipo de estrutura.

2.4.1. Fissuras

Para Curcio (2008), fissuras são pequenas aberturas na superfície da estrutura e passam a ser uma manifestação patológica quando apresentam abertura superior à definida na norma ABNT NBR 6118/2014, ou quando não são originárias do funcionamento natural das estruturas.

Segundo Vitório (2002), as fissuras podem ser classificadas como passivas ou ativas. A primeira ocorre quando a fissura chega ao seu ponto máximo e se estabiliza devido ao término das causas que as originaram. A segunda é produzida por ação de intensidade variável, que provoca deformações também variáveis no concreto.

Na Figura 16 é possível observar a presença de fissuras em um pilar de concreto armado.

Figura 16 – Fissuras em pilar de concreto do Viaduto Cabral, MG.



Fonte: (LOURENÇO, 2009).

2.4.2. Carbonatação

A carbonatação é uma das causas mais frequentes da corrosão em estruturas de concreto armado. A carbonatação é a transformação do hidróxido de cálcio, com alto pH, em carbonato de cálcio, que tem um pH mais neutro. A perda de pH do concreto representa um problema, pois em seu ambiente alcalino (pH variando de 12 a 13), as armaduras estão protegidas da corrosão, mas, abaixo de 9,5, tem-se o início do processo de formação de células eletroquímicas de corrosão, começando a surgir, depois de algum tempo, fissuras e desprendimentos da camada de cobrimento. A existência de umidade no concreto influencia bastante o avanço da carbonatação. Outros fatores que também contribuem para que o fenômeno se desenvolva com mais rapidez são a quantidade de CO₂ do meio ambiente, a permeabilidade do concreto e a existência de fissuras (VITÓRIO, 2002).

2.4.3. Corrosão de armaduras

A porosidade do concreto, a existência de trincas e a deficiência no cobrimento fazem com que a armação seja atingida por elementos agressivos, acarretando, desta maneira, a sua oxidação. A parte oxidada aumenta o seu volume em cerca de 8 vezes e a força da expansão expelle o concreto do cobrimento, expondo totalmente a

armadura à ação agressiva do meio. A continuidade desse fenômeno acarreta a total destruição da armação (VITÓRIO, 2002).

Figura 17 – Corrosão de armaduras.



Fonte: (PIAZZA, 2019).

2.4.4. Desagregação do concreto

Vitório (2002) define a desagregação como a deterioração, por separação de partes do concreto, provocada pela expansão devido à oxidação ou dilatação das armaduras, e também pelo aumento de volume do concreto quando este absorve água. Como consequência, tem-se que um elemento estrutural com seções de concreto desagregado perderá, localizada ou globalmente, a capacidade de resistir aos esforços que a solicitam (SOUZA; RIPPER, 1998).

A Figura 18 ilustra esse processo de desagregação do concreto em um pilar.

Figura 18 – Desagregação do concreto em pilar.



Fonte: (PIAZZA, 2019).

2.4.5. Deterioração do concreto

Segundo Castro (1994) a deterioração do concreto é provocada por processos físicos, químicos e biológicos. Nos processos químicos ocorrem reações expansivas e destrutivas devido ao ataque à pasta de cimento por águas sulfatadas e solos que contem magnésio, cálcio ou sulfato de sódio, ou pela denominada reação álcali-agregado. Também podem ocorrer a deterioração do concreto devido à lixiviação, que dissolve o hidróxido de cálcio e outros compostos devido a percolação de águas puras, ácidas e carbônicas através dos vazios ou fissuras do concreto, formando eflorescências na superfície (PFEIL, 1983).

Os agentes ácidos, os sulfatos, o cloro e seus compostos, os nitratos e nitritos são os principais fatores destrutivos do concreto. Mesmo as águas das chuvas, podem atacar o concreto através da infiltração e do acúmulo ao longo do tempo, devido à ausência de pingadeiras e da deficiência das juntas e da drenagem do tabuleiro (VITÓRIO, 2002).

2.4.6. Eflorescências

Eflorescência é a formação de depósitos salinos na superfície do concreto, resultante da água de infiltrações ou intempéries (GONÇALVES, 2015). A figura 19 apresenta o fenômeno das eflorescências.

Figura 19 – Eflorescências



Fonte: (DNIT,2004)

2.5. Inspeção e monitoramento de OAEs

Os procedimentos de inspeção e avaliação de OAEs são definidos no Brasil em documentos específicos, sendo que a norma que fala sobre o assunto é a ABNT NBR 9452/2019. A metodologia do DNIT e os critérios de avaliação estão descritos na norma DNIT 010/2004 – PRO.

De acordo com Vitório (2002), a primeira fase da manutenção é representada pelo conjunto de procedimentos técnicos, realizados de acordo com um planejamento prévio, que fornece todos os dados sobre a obra em um determinado instante. É o que se denomina inspeção ou vistoria.

De modo geral, as vistorias das obras de arte devem ser constituídas das seguintes etapas: exame local da obra, análise do projeto original (ou das modificações, se for o caso) e relatório final.

A grande maioria dos programas de conservação de pontes adotados em diversos países estabelece níveis de inspeção que se diferenciam pela finalidade, frequência, meios humanos e materiais necessários (VITÓRIO, 2002).

2.5.1. Tipos de Inspeção

A norma técnica ABNT NBR-9452/2019, considera os seguintes tipos de inspeção:

- a) Cadastral: é a primeira inspeção realizada na obra e deve ser efetuada imediatamente após sua conclusão, instalação ou assim que a obra se integrar 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 e mudança no sistema estrutural.
- b) Rotineira: é uma 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.
- c) Especial: é uma inspeção circunstancial da obra, realizada por engenheiro especialista, com a finalidade de interpretar e/ou avaliar ocorrências danosas detectadas pela inspeção rotineira. A inspeção especial deve ter uma periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada por até 8 anos.
- d) Extraordinária: a inspeção extraordinária é realizada quando ocorre alguma demanda não programada como a necessidade de avaliar com mais critério um elemento ou parte da OAE, ocorrência de impacto de veículo, trem ou embarcação na obra ou ocorrência de eventos da natureza, como inundação, vendaval, sismo, entre outros.

2.5.1.1. Inspeção Cadastral

De acordo com a ABNT NBR 9452/2019 a inspeção cadastral deve conter os seguintes elementos:

- 1) Registro de inspeção cadastral: Deve ser executado de acordo com o roteiro presente no Anexo A da norma. Basicamente as informações que compõem este registro são:
 - a) Dados de projeto, como desenhos, memoriais, especificações de serviços e materiais;
 - b) Registros de execução da obra, principalmente alterações ocorridas na fase construtiva, ensaios dos materiais utilizados e proteção (proteção catódica, pintura e outros);
 - c) Termo de recebimento da obra;
 - d) Registro de inspeções anteriores;
 - e) Registro e eventuais alargamentos, reforços, reparos, recuperações e qualquer modificação de projeto e utilização;
 - f) Identificação e localização da obra, das características da estrutura e funcionais;
 - g) Informações sobre as anomalias encontradas;
 - h) Classificação da OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade, conforme Seção 5 da norma;
 - i) Croquis em planta do tabuleiro, corte longitudinal e transversal, e detalhes adicionais relevantes para a compreensão da estrutura;
 - j) Registro fotográfico seguindo as orientações estabelecidas no item 4.1 da norma;
 - k) Ficha de inspeção cadastral elaborada em conformidade com o modelo estabelecido na Tabela A.1. da norma.

2.5.1.2. Inspeção Rotineira

Segundo Vitório (2002) a vistoria rotineira não precisa ser realizada por especialista. Ela é essencialmente visual, não dependendo de instrumentos de precisão ou equipamentos especiais.

De acordo com a ABNT NBR 9452/2019 a inspeção rotineira deve conter os seguintes elementos:

- a) Introdução contendo informações básicas, como rodovia e trecho inspecionado no caso de um lote de OAEs;
- b) Classificação da OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade conforme Seção 5 da norma;
- c) Comentários quanto à eventuais alterações do estado geral da OAE detectadas em relação à inspeção anterior;
- d) Ficha de inspeção rotineira contendo registro de anomalias de acordo com o Anexo B da norma;
- e) Registro fotográfico seguindo as orientações estabelecidas conforme item 4.1 da norma;
- f) Demais informações consideradas importantes para a inspeção;

2.5.1.3. Inspeção especial

De acordo com Vitório (2002) a inspeção especial é uma vistoria mais profunda e detalhada, devendo ser realizada por um ou mais engenheiros especialistas sempre que julgado necessário, com base nas constatações das vistorias rotineiras. Além disso a sua frequência pode variar de acordo com a importância, complexidade e antecedentes da obra.

De acordo com a ABNT NBR 9452/2019 a inspeção especial deve ter uma periodicidade de cinco anos, podendo ser postergada para até oito anos, desde que se enquadre concomitantemente aos seguintes casos:

- a) Obras com classificação de intervenção de longo prazo (notas de classificação 4 e 5, conforme Tabela 1 da norma);
- b) Obras com total acesso a seus elementos constituintes na inspeção rotineira;

A ABNT NBR 9452/2019 em seu Anexo D expõe em um roteiro os requisitos para a inspeção especial. De modo geral esse relatório deve conter:

- a) Relatório I - Patologias: informar a localização da OAE, descrição da obra, informar os dados da inspeção realizada e registrar as informações dos ensaios realizados.
- b) Relatório II – Terapia e projetos de reparos: deve conter o diagnóstico com análise das patologias e terapia e metodologia de recuperação de todas as anomalias, classificação da obra conforme seção 5 e ficha resumo preenchida conforme tabela D.1 da norma.
- c) Relatórios técnicos complementares: a inspeção especial deve apontar a necessidade de relatórios técnicos complementares por especialista, bem como as justificativas para tais serviços.
- d) Ficha resumo: Deve ser elaborada em conformidade com o modelo estabelecido na Tabela D.1 da norma.

2.5.1.4. Inspeção Extraordinária

De acordo com a ABNT NBR 9452/2019 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.

A inspeção extraordinária deve ser apresentada em relatório específico, com descrição da obra e identificação das anomalias, incluindo mapeamento, documentação fotográfica e terapia recomendada. Pode ser necessária a utilização de equipamentos especiais para acesso ao elemento ou parte da estrutura.

A ABNT NBR 9452/2019 apresenta um fluxograma que orienta os passos para decisão de quais inspeções devem ser realizadas. O fluxograma está representado na Figura 20.

gabaritos verticais e horizontais, deve proporcionar também conforto e segurança a seus usuários, apresentando, por exemplo, guarda-corpos íntegros, ausência de depressões e/ou buracos na pista de rolamento e sinalização adequada. Os parâmetros de durabilidade são as características das OAEs diretamente associadas à sua vida útil, ou seja, com o tempo estimado em que a estrutura deve cumprir suas funções em serviço, devendo considerar a resistência e exposição da estrutura à ambientes e à agentes agressivos.

Tabela 5 - Classificação da condição de OAE segundo os parâmetros estrutural, funcional e de durabilidade.

(continua)

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
5	Excelente	A estrutura apresenta-se em condições satisfatórias, apresentando defeitos irrelevantes e isolados.	A OAE apresenta segurança e conforto aos usuários.	A OAE apresenta-se em perfeitas condições, devendo ser prevista manutenção de rotina.
4	Boa	A estrutura apresenta danos pequenos e em áreas, sem comprometer a segurança estrutural.	pequenos danos que não chegam a causar desconforto ou insegurança ao usuário	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.
3	Regular	Há danos que podem vir a gerar alguma deficiência estrutural, mas não há sinais de comprometimento da estabilidade da obra. Recomenda-se acompanhamento dos problemas. Intervenções podem ser necessárias a médio prazo.	A OAE apresenta desconforto ao usuário, com defeitos que requerem ações de médio prazo.	A OAE apresenta pequenas e poucas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de moderada a alta agressividade ambiental ou a OAE apresenta moderadas a muitas anomalias, que comprometem sua vida útil, em região de baixa agressividade ambiental.

Nota de classificação	Condição	Caracterização estrutural	Caracterização funcional	Caracterização de durabilidade
2	Ruim	Há danos que comprometem a segurança estrutural da OAE, sem risco iminente. Sua evolução pode levar ao colapso estrutural. A OAE necessita de intervenções significativas a curto prazo.	OAE com funcionalidade visivelmente comprometida, com riscos de segurança ao usuário, requerendo intervenções de curto prazo.	A OAE apresenta anomalias moderadas a abundantes, que comprometam sua vida útil, em região de alta agressividade ambiental.
1	Crítica	Há danos que geram grave insuficiência estrutural na OAE. Há elementos estruturais em estado crítico, com risco tangível de colapso estrutural. A OAE necessita intervenção imediata, podendo ser necessária restrição de carga, interdição total ou parcial ao tráfego, escoramento provisório e associada instrumentação, ou não.	A OAE não apresenta condições funcionais de utilização.	A OAE encontra-se em elevado grau de deterioração, apontando problema já de risco estrutural e/ou funcional.

(conclusão)

Fonte: (ABNT NBR 9452/2019).

Com base nas notas atribuídas aos elementos, conforme Tabela 5, as notas são apresentadas para cada elemento em uma tabela única, sendo a nota final de cada parâmetro estipulada como a menor entre os elementos. A Tabela 6 apresenta o modelo de ficha de classificação citada pela ABNT NBR 9452/2019.

Tabela 6 - Modelo de ficha de classificação da OAE. Adaptada.

Parâmetro	Elemento					
	Super estrutura	Meso estrutura	Infraestrutura	Elementos complementares		Nota final
				Estrutura	Encontro	
Estrutural						
Funcional		NA	NA			
Durabilidade						

FONTE: (ABNT NBR 9452/2019)

Nota: Sinais utilizados:

NA – Não se aplica.

Diferentemente do Brasil, em países como Áustria e Eslovênia o método de classificação de OAEs é feito com base em uma somatória de notas. Na Eslovênia a avaliação da condição de uma OAE e dos seus componentes segue uma equação, que representa a somatória das notas de cada defeito. A partir do valor final obtido a OAE é classificada em: crítica, ruim, satisfatória, boa e muito boa (COST 345, 2007 *apud* GIOVANNETTI, 2020).

Os métodos que utilizam a menor nota dos elementos como nota final da ponte, acabam tendo uma grande influência de somente um elemento. Por outro lado, as avaliações baseadas em um conjunto de manifestações patológicas podem acarretar um somatório com um resultado muito elevado devido à existência de vários pequenos defeitos, não condizendo com o real estado da estrutura. Portanto, caso uma obra esteja excelente, sem danos, com a exceção de um único pilar, a metodologia brasileira será capaz de fornecer uma avaliação crítica, no critério estrutural. Já o método da soma das notas pode fornecer uma avaliação boa, gerando maiores riscos (GIOVANNETTI, 2020).

A norma ABNT NBR 9452/2019 especifica os requisitos exigíveis para a realização de inspeções em OAEs bem como a classificação dessas estruturas. De acordo com a nota técnica obtida da OAE e o parâmetro analisado são recomendados alguns tipos de intervenções como: manutenção de rotina, intervenções de médio e curto prazo, acompanhamento dos problemas e intervenção imediata.

A norma apresenta tabelas que possuem referências de classificação, para cada parâmetro, através da correlação dos problemas encontrados, o elemento que foi constatado a anomalia e a nota que deve ser atribuída. A nota 1 (crítica), que

recomenda intervenção imediata nas OAEs, é indicada em poucos casos e extremos, principalmente no ponto de vista estrutural (ruptura de armaduras, rompimento do concreto, fissuras, flechas acima dos limites, entre outros). O fato da nota 1 ser rara, no ponto de vista de gestão da manutenção, pode ser um empecilho, pois é difícil a OAE receber essa nota, a não ser que já esteja interditada devido a fatores de segurança.

O objetivo da norma ABNT NBR 9452/2019 é apresentar critérios de classificação das OAEs, não possuindo critérios específicos de priorização das intervenções, sendo assim, as instituições gestoras das OAEs as responsáveis por desenvolver suas próprias metodologias de priorização das manutenções em suas OAEs.

2.6. Gestão da Manutenção de OAEs

A gestão de Obras de Arte Especiais é, de certa forma, tão antiga quanto a existências dessas próprias obras, sendo o principal objetivo dessa gestão garantir um determinado nível de segurança e funcionalidade, ao longo da vida útil de cada uma dessas obras, ao menor custo possível (ALMEIDA, 2003).

Gerenciamento é o exame de estratégias, de planos e de sistemas, com o objetivo de se eliminar as fontes de possíveis fracassos. É a administração de conflitos e a negociação dos interesses através do planejamento. Assim, compreende a implantação de técnicas gerenciais que permitam o acompanhamento dos trabalhos e a tomada de medidas corretivas ao longo do curso dos mesmos. Ou seja, ele engloba as tarefas de planejamento, controle e correção das atividades pertencentes ao empreendimento (DINSMORE, 1992; VALLE et al., 2014; VARGAS, 2005).

O Gerenciamento da Manutenção surgiu a partir da necessidade de planejar e avaliar os procedimentos, promover a integração com outros programas da empresa, reduzir custos, aumentar a disponibilidade, evitar o acaso, reduzir a manutenção corretiva, reduzir desperdícios e administrar estoques das empresas (MORILHA, 2011).

Uma gestão de OAEs eficaz deverá apoiar-se em um rigoroso cadastro de todas as obras existentes nos trechos de uma jurisdição e num programa de vistorias sistemáticas. Deverá incluir diversas atividades técnicas, organizacionais e

administrativas com o objetivo de instituir e pôr em prática uma política que contemple a conservação, recuperação, ampliação ou substituição de obras (VITÓRIO, 2002).

É importante criar e implementar ferramentas que permitam organizar toda a multiplicidade da informação, facilitando o processo em geral e apoiando o gestor nas suas tomadas de decisão. Essas ferramentas são genericamente designadas por Sistemas de Gestão de Obras de Arte (ALMEIDA, 2003).

Um sistema de gestão de OAEs representa para as instituições responsáveis pela administração das redes viárias um precioso instrumento, que após sistematizar os dados, utiliza modelos matemáticos para fazer previsões e recomendações de intervenções futuras nas estruturas baseadas em parâmetros técnicos e científicos voltados à otimização dos custos de manutenção desses importantes patrimônios públicos (VITÓRIO, 2002).

Um sistema de gerenciamento de OAEs é muito além de um software de engenharia, uma vez que reúne diversas ferramentas financeiras, ambientais, de planejamento e de administração.

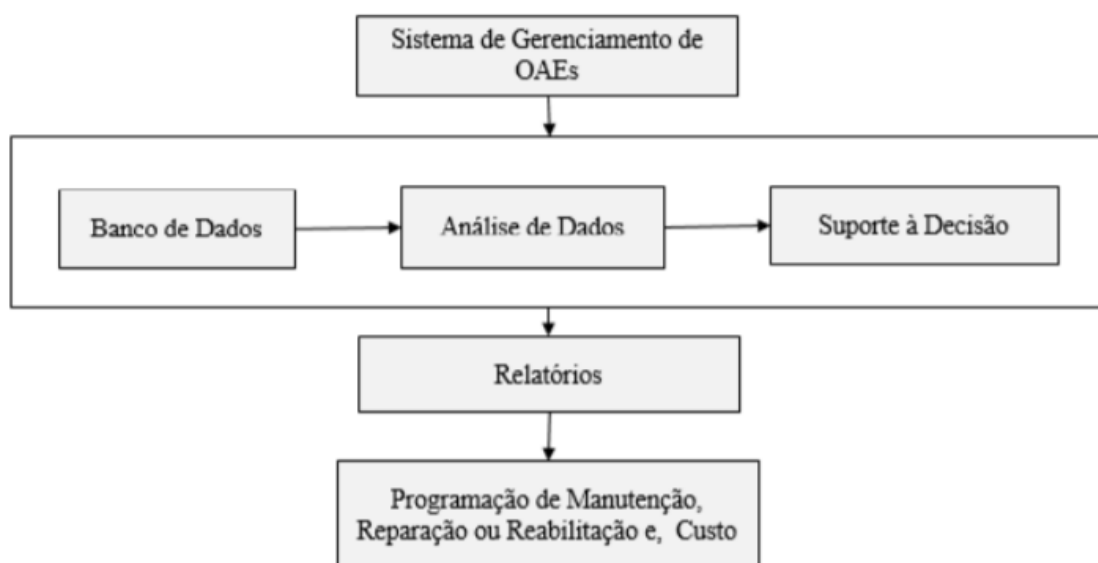
Nesse sistema são feitos vários procedimentos que permitem analisar o desenvolvimento das obras de arte especiais no tempo, fazendo com que sejam programadas intervenções de manutenção, reparação ou reabilitação de acordo com as prioridades e necessidades para o prolongamento da vida útil dos elementos estruturais a um baixo custo de operação (MOSCOSO, 2017).

De acordo com a ABNT NBR 5674:2012, a gestão da manutenção deve considerar a tipologia da edificação, o uso efetivo da mesma, o tamanho e a complexidade do ambiente construído, incluindo considerações relacionadas à localização e implicações com o entorno.

De maneira geral um sistema de gerenciamento de Obras de Arte Especiais está dividido em três grandes grupos: banco de dados, análise dos dados e suporte à decisão. As decisões tomadas por um grupo de engenheiros baseiam-se na entrada de informação dos trabalhos realizados nas OAEs e das inspeções programadas nas estruturas.

Na Figura 21 pode-se observar o fluxograma de um Sistema de Gerenciamento de OAEs.

Figura 21 - Fluxograma de atividades de um sistema de Gestão de OAEs.



Fonte: (MOSCOSO, 2017).

Um sistema de gerenciamento de OAEs é uma forma apropriada de minimizar o risco de acidentes e interdições. Através da realização de vistorias ou inspeções é possível obter dados que indicam o estado das estruturas, os problemas patológicos existentes e com isso pode-se obter possíveis soluções para o melhoramento das OAEs (MOSCOSO, 2017).

2.6.1. Histórico da Gestão de OAEs

Durante as décadas de 1950 e 1960 houve um considerável aumento no número de pontes construídas nos Estados Unidos e na oportunidade foi dada pouca ênfase às inspeções e à manutenção dessas estruturas, que em sua grande maioria utiliza o concreto como material de construção. A preocupação com a inspeção e manutenção das OAEs se tornou prioridade no ano de 1967, quando o colapso da Silver Bridge, localizada no Oeste da Virgínia, se deu devido a uma fratura instantânea de uma conexão entre um pino e a corrente de suspensão, além do fato de que a ponte estava suportando muito mais peso do que o estabelecido em seu projeto inicial. O incidente ocorreu no horário de pico do trânsito e matou 46 pessoas. Essa tragédia motivou a criação de um programa de inspeções de pontes e de um importante programa de treinamento de inspetores, os quais seguem em atualização até os dias atuais (FHWA, 2012 apud VERLY, 2015; MOSCOSO, 2017).

No Brasil, os requisitos para a qualificação de inspetores de estruturas é objeto da norma ABNT NBR 16230:2013. Essa norma define quais profissionais estão capacitados a realizar este serviço e padroniza os requisitos que devem ser cumpridos pelo profissional para que possa emitir os laudos sobre as estruturas de concreto.

Acidentes como o de 1967 ainda ocorrem nos dias atuais, provocando grande impacto sobre a sociedade em geral, uma vez que, junto com os prejuízos financeiros, podem vir acompanhados de perdas de vidas humanas. Colapsos como os já apresentados neste trabalho acabam por estimular esforços no sentido do desenvolvimento da área de gestão de OAEs.

Devido ao grande número de OAEs existentes nos Estados Unidos e aos avanços na área de informática, a *Federal Highway Administration* (FHWA) promoveu em 1991 o desenvolvimento de um sistema de gestão de OAEs chamado *Pontis*. A partir da implantação do sistema houve um aumento significativo dos recursos federais destinados à substituição ou reabilitação de OAEs nos Estados Unidos, o que foi chamado de “Década dos sistemas de gestão de pontes” (VERLY, 2015).

Os sistemas de gestão de OAEs não se limitaram aos Estados Unidos, tendo sido criados diversos sistemas pelo mundo, cada um com suas particularidades.

2.6.2. Sistema de gerenciamento de obras de arte no Brasil – SGO

Em paralelo com o avanço das tecnologias de informática foram desenvolvidos e implementados vários sistemas de gestão de estruturas e Obras de Arte, em diversos países do mundo. Essas ferramentas, embora contemplando algumas filosofias comuns, apresentam variados formatos e graus de desenvolvimento (ALMEIDA, 2003).

Os acidentes ocorridos nas OAEs em todo o país durante as últimas décadas trouxeram discussões na comunidade técnica e no governo, já que muitas das catástrofes acontecidas foram devidas à má manutenção ou ao fato de não terem sido realizadas manutenções periódicas nas estruturas (MOSCOSO, 2017).

O DNIT mantém um sistema de gerenciamento de suas OAEs capaz de armazenar os dados do estoque de obras sob sua administração. O Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO) conta com funções que auxiliam na identificação das necessidades das estruturas e no estabelecimento das prioridades. Dessa forma a alocação de recursos e o estabelecimento de uma política

de manutenção podem ser realizados com base em informações retiradas do sistema (VERLY, 2015).

O funcionamento do SGO como um todo pode ser visto na Figura 22, na qual podem ser identificadas todas as atividades que envolvem a gestão das OAEs.

Figura 22 - Contexto do SGO.



Fonte: (VERLY, 2015).

A operação do SGO engloba uma série de procedimentos e rotinas, tais como: levantamento de dados cadastrais, levantamento de dados relativos às condições de segurança e de conservação das pontes, registros fotográficos, vídeos, croquis e a atualização permanente dos dados (VERLY, 2015).

O início da operação deve ser feito pelo cadastro das estruturas e de seus elementos, permitindo ao gestor conhecer todas as informações relevantes do estoque, tais como quantidade de estruturas, sistema estrutural e localização de cada estrutura. As informações disponíveis no cadastro serão subsídio para as inspeções, que terão como objetivo principal avaliar as estruturas e seus elementos (MOSCOSO, 2017; VERLY, 2015).

O SGO se fundamenta nas inspeções cadastral e rotineira, mas no caso de detecção de uma obra problemática ou o surgimento de um dano repentino na OAE,

é necessário o aprofundamento do diagnóstico, que é conseguido pelas inspeções especial, extraordinária ou intermediária (VERLY, 2015).

O SGO armazena informações das inspeções realizadas nos módulos de cadastro e inspeção, mas essas informações puras, sem uma análise, não servem como subsídio para uma priorização das intervenções a serem realizadas no estoque de OAEs (VERLY, 2015).

Segundo a auditoria realizada em abril de 2012 pelo Tribunal de Contas da União (TCU) ao DNIT, foi revelado que SGO não sofria atualizações desde 2004. Nesse relatório se concluiu que pelo menos 3.351 construções, das 4.469 sob responsabilidade do DNIT, encontram-se em situações que variam de “condições precárias” a “mau estado de conservação” (MONTEIRO, 2012; MOSCOSO, 2017).

A auditoria mostra que a fiscalização não é rotina em boa parte das unidades locais do DNIT, cujos superintendentes responderam a questionários enviados pelos auditores. Só em 41% desses escritórios regionais as vistorias são feitas em intervalos inferiores a dois anos, como mandam os normativos do órgão rodoviário. Em 31% dos casos, o trabalho só é feito quando aparecem danos estruturais graves (VEJA, 2012).

O SGO é um sistema de gerenciamento que tem como objetivo facilitar a tomada de decisão dos gestores das OAEs, contudo se não há a atualização dos dados das estruturas e as inspeções não são feitas periodicamente, a falta de informações atualizadas sobre as OAEs, impossibilita que o DNIT planeje adequadamente as manutenções e que atue de forma preventiva, evitando que as estruturas atinjam níveis críticos de uso.

2.7. Relatório de Vistoria das OAEs de Goiânia

Um grupo multidisciplinar composto por profissionais da PUC- GO, CREA-GO, IBAPE-GO e consultores independentes a convite do CREA-GO, realizaram uma avaliação sistemática das OAEs de Goiânia através de vistorias nas pontes e viadutos da capital.

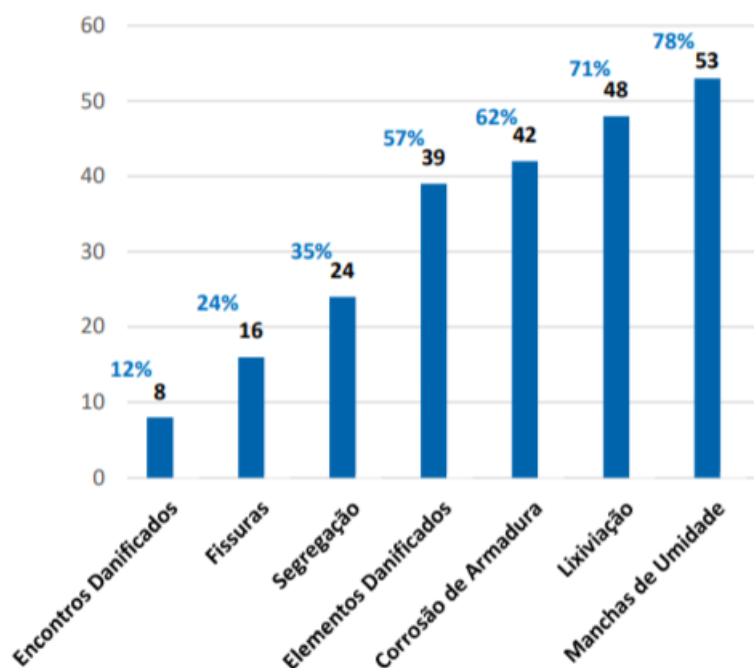
Foram vistoriadas 68 OAEs, sendo 51 pontes e 17 viadutos. Foram feitos extensos registros fotográficos e levantamentos das condições de conservação das OAEs, como também a indicação das principais manifestações patológicas incidentes nos elementos estruturais e funcionais das estruturas. A partir das constatações oriundas das vistorias, foram auferidas notas aos parâmetros estrutural, durabilidade

e funcional de cada OAE, conforme preconiza a norma ABNT NBR 9452/2016, acrescido de uma quarta nota atribuída em função da Hierarquia Viária da via onde encontra-se a OAE. Por meio de uma equação específica, as quatro notas atribuídas a cada OAE foram ponderadas e originam o Grau de Deterioração (Gd) da OAE. O resultado do (Gd) foi utilizado como critério de priorização para intervenção e manutenção das pontes e viadutos.

Através do tratamento estatístico dos dados coletados nas inspeções, observou-se que a manifestação patológica que apresentou maior grau de incidência dentre as 68 estruturas vistoriadas foram as manchas de umidade, presente em 53 OAEs (78% do total). Em seguida tem-se que 47 OAEs (69%) apresentaram lixiviações no concreto, 43 OAEs (63%) apresentam corrosão de armadura, e 39 OAEs (57%) apresentam elementos funcionais danificados. Com menor incidência, encontram-se a segregação do concreto, presente em 24 OAEs (35%), seguida de fissuras e encontros danificados com menos de 25% das estruturas (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Foram identificadas um total de 230 ocorrências de manifestações patológicas, conforme apresentado na Figura 23.

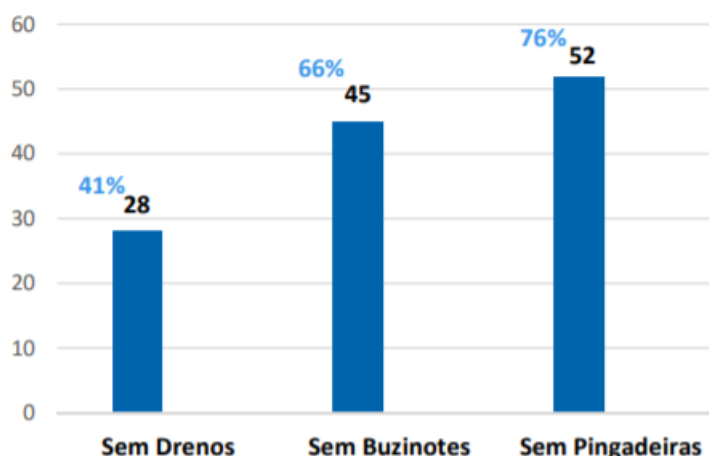
Figura 23 - Manifestações patológicas nas OAEs de Goiânia.



Fonte: (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Constatou-se que em 53 OAEs (78% do total) há ausência de pingadeiras, em 46 OAEs (68%) há ausência de buzínates e em 29 OAEs (43%) há ausência de drenos, o que deixa evidente que uma das principais causas das maiores incidências de manifestações patológicas que são as manchas de umidade e lixiviação, que normalmente progridem para o desencadeamento do processo de corrosão de armaduras, está diretamente relacionada à falta, falha ou inoperância do sistema de drenagem das OAE (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Figura 24 - OAEs com ausência de dispositivo de drenagem.

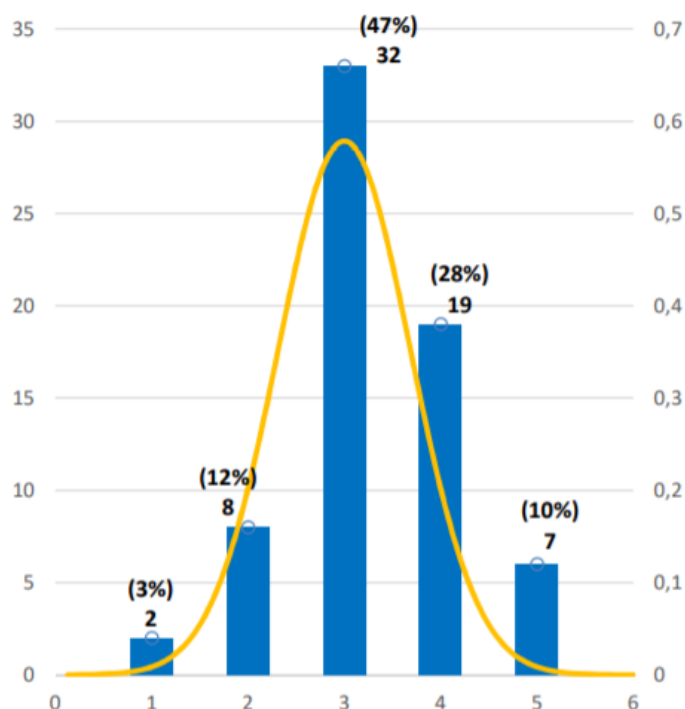


Fonte: (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Após a realização das inspeções e a atribuição das notas das OAEs de acordo com cada critério de avaliação, foi obtido o Grau de deterioração (Gd) da estrutura.

O histograma dos valores de Gd das OAEs está apresentado na Figura 25, a distribuição das notas resultou em uma curva de distribuição normal, onde apenas 2 OAEs (3% do total) se encontram na classe 1, necessitando de intervenção imediata e inspeção extraordinária, 8 OAEs (12%) se encontram na classe 2 e precisam de intervenção de curto prazo e inspeção especial, 32 OAEs (47%) se encontram na classe 3 e devem passar por uma intervenção de médio prazo e inspeção rotineira, e o restante das 26 OAEs (38%) que se enquadraram nas classes 4 e 5, com perspectivas de intervenção de longo prazo, manutenções preventivas e inspeções rotineiras (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Figura 25 - Histograma das notas de Grau de Deterioração (Gd).



Fonte: (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

A aplicação da metodologia do Grau de Deterioração (Gd) apontou a ponte localizada na Av. T-63 sobre o córrego Cascavel como a de maior prioridade de intervenção. Esta OAE quando vistoriada em fevereiro de 2015, apresentava um quadro de erosão regressiva localizado exatamente sob a ponte que, além de desestabilizar o revestimento de fundo em concreto armado do córrego Cascavel, também desestabilizava parcialmente a estrutura de gabiões que protegia suas fundações. Após 3 anos, quando vistoriada novamente em abril de 2018, constatou-se um avanço significativo neste processo de erosão regressiva, tendo como consequências a completa destruição da estrutura de gabiões que protegia as fundações, expondo os blocos de coroamento, expondo e desconfinando parcialmente as estacas (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

Figura 26 - Fundações da ponte da Av. T-63 vistoriada em fevereiro e 2015.



Fonte: (BONTEMPO; LOPES, 2015).

Figura 27 - Fundações da ponte da Av. T-63 vistoriada em abril de 2018.



Fonte: (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

No período de 2015 a 2018, foram feitas melhorias em sua pavimentação e realizada a instalação de estrutura metálica de suporte para uma ciclovia. No entanto, não foi tomada nenhuma intervenção no restante da estrutura que permaneceu com presença de corrosão de armaduras no tabuleiro e demais manifestações patológicas (FERREIRA; BRANDÃO, 2019).

2.8. Órgãos Gestores das OAEs

2.8.1. Prefeitura de Goiânia

A prefeitura de Goiânia é responsável por fazer cumprir as leis e estabelecer diretrizes de fiscalização, manutenção e preservação do patrimônio do município, bem como suas obras de infraestrutura. Sua atuação é dividida em secretarias, sendo a Secretaria Municipal de Infraestrutura e Serviços Públicos de Goiânia (SEINFRA) a responsável pela infraestrutura.

2.8.2. Governo do Estado de Goiás

De acordo com a Lei Nº 20.417, de 06 de fevereiro de 2019, a Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes (GOINFRA), dentre suas atribuições, é responsável pela execução da política estadual de transporte e obras públicas, compreendendo a realização de obras civis (construção, reforma, adequação, ampliação e manutenção dos prédios públicos) e de obras de infraestrutura (rodovias, ferrovias, aquavias, aeroportos e aeródromos).

2.8.3. Concessionária Triunfo Concebra

A empresa Triunfo Concebra é uma concessionária das Rodovias Centrais do Brasil que administra 1.176,5 km de estradas e hoje é considerada a segunda maior concessão de rodovias do País. São 630,2 quilômetros da BR-060 e da BR-153, desde o entroncamento com a BR-251/DF até a divisa do estado de Minas Gerais com São Paulo, incluso o trecho urbano da BR-153 que corta Goiânia, somados a 546,3 quilômetros da BR-262, que vão do entroncamento com a BR-153/MG ao entroncamento com a BR-381/MG. A área de concessão abrange 47 municípios com uma população de 6.330.890 habitantes, segundo dados do IBGE de 2010. Além do Distrito Federal, em Goiás são 15 municípios: Itumbiara, Panamá, Goiatuba, Morrinhos, Piracanjuba, Professor Jamil, Hidrolândia, Aparecida de Goiânia, Goiânia, Goianápolis, Terezópolis de Goiás, Anápolis, Abadiânia, Alexânia e Santo Antônio do Descoberto.

2.8.4. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)

O DNIT é o principal órgão executor do Ministério dos Transportes. Foi implantado em fevereiro de 2002 para desempenhar as funções relativas à construção, manutenção e operação da infra-estrutura dos segmentos do Sistema Federal de Viação sob administração direta da União nos modais rodoviário, ferroviário e aquaviário. É dirigido por um Conselho Administrativo e por cinco diretores nomeados pelo Presidente da República e conta com recursos da própria União para a execução das obras.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Abordagem Metodológica

O estudo científico depende de um conjunto de conhecimentos e procedimentos técnicos para atingir seus objetivos, que são os métodos científicos (PRODANOV, 2013). Prodanov (2013, p.126) ressalta que o “método científico é o conjunto de processos ou operações mentais que devemos empregar na investigação. É a linha de raciocínio adotada no processo de pesquisa”.

Dentre os procedimentos metodológicos estão os delineamentos da pesquisa. Kerlinger (1980, p.94) explicita que “a palavra delineamento focaliza a maneira pela qual um problema de pesquisa é concebido e colocado em uma estrutura que se torna um guia para a experimentação, coleta de dados e análise”. Neste sentido, o delineamento é intrínseco à pesquisa científica, norteando o pesquisador na busca de uma resposta para determinado problema.

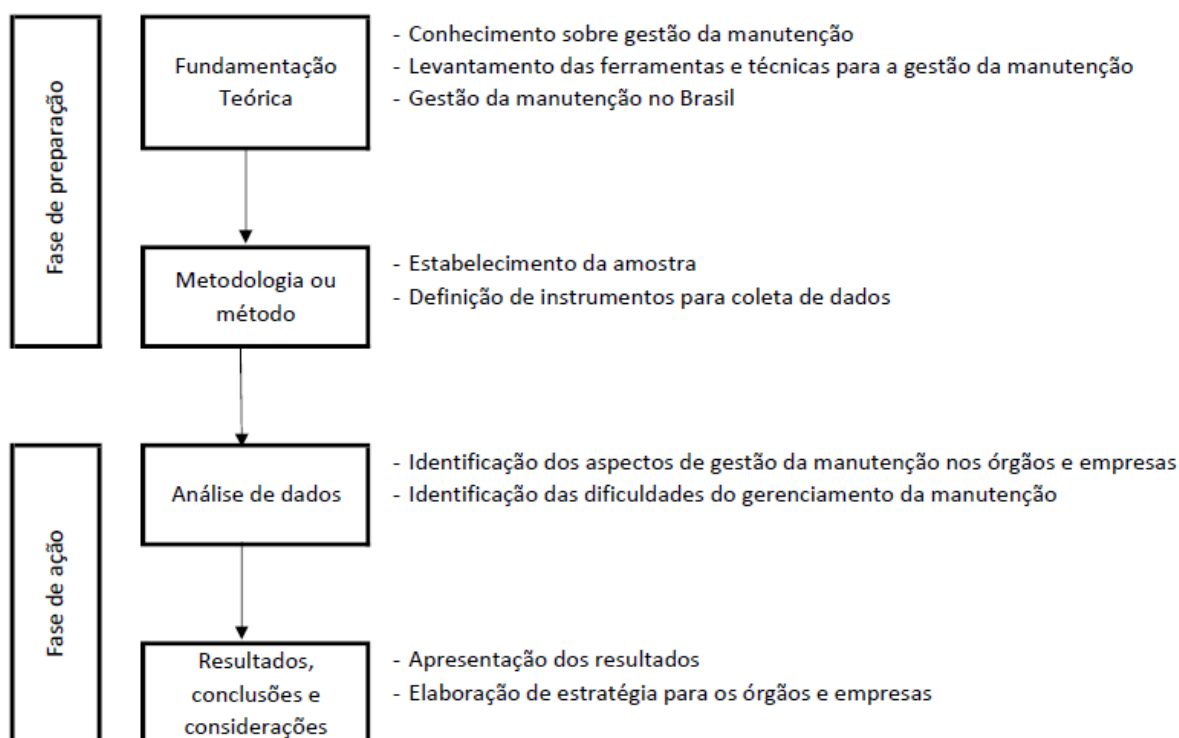
Neste trabalho optou-se por destacar as tipologias de delineamentos de pesquisas agrupadas nas categorias: pesquisa quanto aos objetivos, quanto aos procedimentos e quanto à abordagem do problema (PRODANOV, 2013).

O objetivo deste trabalho é investigar a gestão da manutenção de Obras de Arte Especiais na cidade de Goiânia – GO, pesquisar o processo de manutenção e enfatizar estratégias e dificuldades. O método científico utilizado para a realização deste estudo foi a revisão bibliográfica sobre o tema, coleta de informações e análise dos dados colhidos com a indicação das estratégias e dificuldades relacionadas com a prática apurada. Para a verificação desses conhecimentos aplicados a prática foi

realizado o convite a três órgãos de infraestrutura, uma empresa privada e uma Concessionária de Rodovias, por meio de e-mails.

Na Figura 28 são apresentadas as etapas de desenvolvimento desta pesquisa.

Figura 28 - Fluxograma da pesquisa.



Fonte: (Autor).

Uma pesquisa quanto aos seus objetivos, segundo Raupp e Beuren (2006), Gil (2002) e Prodanov (2013) pode ser: exploratória, descritiva ou explicativa.

Esta pesquisa caracteriza-se como exploratória. Gil (2002) destaca que a pesquisa exploratória é desenvolvida no sentido de proporcionar uma visão geral acerca de determinado fato. Prodanov (2013) indica que a pesquisa exploratória visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construindo hipóteses sobre ele.

É característico da pesquisa exploratória o aprofundamento de conceitos preliminares sobre determinada temática não contemplada de modo satisfatório anteriormente. Assim, contribui para o esclarecimento de questões superficialmente abordadas sobre o tema (RAUPP; BEUREN, 2006).

A categoria de tipologia quanto aos procedimentos técnicos desta pesquisa se caracteriza como estudo de caso. Para Martins e Theóphilo (2007, p. 61), o estudo de caso:

“Trata-se de uma investigação empírica que pesquisa fenômenos dentro de seu contexto real (pesquisa naturalística), onde o pesquisador não tem controle sobre eventos e variáveis, buscando apreender a totalidade de uma situação e, criativamente, descrever, compreender e interpretar a complexidade de um caso concreto.”

A categoria de tipologia quanto à abordagem do problema é a qualitativa. Para Richardson (1999, p.80) “os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais”. Segundo Raupp e Beuren (2006, p.92) “na pesquisa qualitativa concebem-se análises mais profundas em relação ao fenômeno que está sendo estudado”.

Definido o delineamento da pesquisa, é necessário definir as técnicas a serem utilizadas, os instrumentos de coleta de dados e amostra a ser estudada.

A ciência possui inúmeras formas de obter dados para subsidiar seus propósitos, quais sejam: a observação, os questionários, as entrevistas, os checklists e a análise documental (COLAUTO; BEUREN, 2006).

Para a investigação do tema buscou-se agentes e instituições com experiência e responsáveis pela gestão e manutenção de OAEs:

- a) Órgão público responsável pela gestão e manutenção das OAEs na cidade de Goiânia;
- b) Órgão público responsável pela gestão e manutenção das OAEs no estado de Goiás;
- c) Órgão responsável pela gestão e manutenção das OAEs da União;
- d) Concessionária de rodovias em Goiânia;
- e) Empresa privada que realize manutenções em OAEs em Goiânia;
- f) Profissional com experiência em gestão e manutenção de OAEs;

Esses critérios foram adotados devido à existência de uma hierarquia entre os órgãos gestores de OAEs no país, a independência entre eles e consequentemente pelas características de suas atividades e métodos serem baseados de acordo com a realidade de cada local ou campo de atuação. Sendo importante o estudo da gestão da manutenção em todos os níveis da hierarquia de gestão das OAEs.

Para a coleta de dados optou-se pela elaboração de questionários que foram enviados por e-mail aos responsáveis dos órgãos e empresas responsáveis por OAEs em nossa região e um profissional que atua como consultor na área foi convidado a participar da pesquisa.

A análise dos dados coletados foi feita através da comparação com a revisão bibliográfica. Foram elaborados quadros com uma síntese dos dados colhidos, com a utilização do Software Excel, de modo a facilitar a visualização das respostas.

4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram enviados 6 questionários por e-mail, sendo eles: um questionário ao órgão público responsável pela infraestrutura da cidade de Goiânia, um questionário ao órgão responsável pela infraestrutura do estado de Goiás, um questionário a um engenheiro, analista de transportes e fiscal de obras do órgão público responsável pela infraestrutura da União, um questionário a uma empresa privada de Goiânia especializada em manutenção de OAEs, um questionário a uma Concessionária de rodovias de Goiás e um questionário a um engenheiro, professor e consultor que atua na área de gestão e manutenção de OAEs.

Os questionários 1, 2, 3, 4, 5 e 6 enviados estão presentes nos Apêndices A, B, C, D, E, F, respectivamente, desse trabalho. No Quadro 1 são apresentados as instituições e profissionais que aceitaram participar da pesquisa e o que foi obtido de resposta e justificativas.

Quadro 1 - Recebimento das respostas dos questionários

Recebimento dos questionários respondidos				
Entrevistado	Sim	Não	Observações	Justificativa
Órgão responsável pela gestão das OAEs de Goiânia		X	Acusou o recebimento do questionário e disse que iria analisar, contudo não retornou com as respostas e com as cobranças por e-mail.	Não justificou.
Órgão responsável pela gestão das OAEs de Goiás		X	Não apresentou interesse em participar da pesquisa.	Não justificou.
Engenheiro, analista de transportes e fiscal de obras do órgão responsável pela gestão das OAEs da União	X		Não respondeu algumas perguntas do questionário específicas sobre o SGO.	Argumentou não ter conhecimento para respondê-las.
Empresa privada de Goiânia		X	Em um primeiro momento aceitou participar da pesquisa, mas após o recebimento do questionário, preferiu não responder.	Alegou que os procedimentos realizados na empresa são específicos e particulares.
Concessionária de Rodovias em Goiânia		X	Aceitou participar da pesquisa, recebeu o questionário, contudo não retornou com as respostas.	Não justificou.
Engenheiro, professor e consultor com experiência em manutenção de OAEs	X		Respondeu todas as perguntas do questionário.	

Fonte: Autor.

No estado de Goiás aproximadamente 350 OAEs estão sob responsabilidade do órgão público responsável pela gestão das OAEs da União e aproximadamente 10 destas OAEs estão localizadas na região metropolitana de Goiânia. O órgão público responsável pelas OAEs da União não possui nenhum contrato vigente com empresa terceirizada que prevê a realização de manutenções em suas OAEs, contudo o órgão tem desenvolvido projetos, levantamento de quantitativos e orçamentação para a contratação dos serviços de manutenção, com o objetivo de atender todas as OAEs de sua responsabilidade em um período de curto prazo, em até dois anos.

Embora atualmente esse órgão não possua um contrato que prevê a manutenção de suas OAEs, ele realiza inspeções rotineiras anualmente em suas OAEs com a atuação dos profissionais de seu quadro utilizando como referência a norma DNIT 010/2004 – PRO. Esta norma prevê a realização de inspeções rotineiras

num período de até dois anos e, portanto, o órgão afirmou estar atendendo as prescrições da normativa.

A classificação da estrutura é feita tal como descrito na norma NBR ABNT 9452:2019, em que cada um dos elementos da estrutura recebe uma nota. Essa nota técnica, varia de 1 a 5, conforme o grau de deterioração do elemento, sendo que, quanto mais graves são os problemas encontrados no elemento, menor é a sua nota técnica.

Dessa forma, todos os elementos de uma OAE recebem a sua respectiva nota técnica em função dos danos constatados durante a inspeção rotineira. A estrutura como um todo é avaliada com base nas notas técnicas recebidas por seus elementos individualmente, de modo que a nota técnica da OAE para cada parâmetro (estrutural, funcional e durabilidade) corresponde à menor nota recebida pelos seus elementos com função estrutural.

Os resultados das inspeções subsidiam e se integram com as atividades previstas no Manual de Manutenção de Obras de Artes Especiais do DNIT, sendo atualizadas no Sistema de Gerenciamento de Obras de Arte Especiais (SGO), que subsidia as ações de manutenção a serem feitas pelo órgão.

Uma das dificuldades apontadas na realização dos procedimentos de manutenção de maneira eficaz pelo órgão, da maneira descrita e no tempo que as normas técnicas preveem, é a existência de poucos profissionais no quadro da instituição com especialização na área, além da pouca destinação de recursos a essas atividades.

O estudo desenvolvido pelo CREA-GO descrito no capítulo 2, por sua vez, utilizou como referência para a condução das vistorias inicialmente a norma DNIT 010/2004 – PRO e para a classificação das OAEs os critérios da ABNT NBR 9452: 2016. Para a priorização das manutenções nas OAEs foi desenvolvido uma metodologia própria baseada no grau de deterioração (Gd) da OAE.

Em 15 de março de 2019, apenas 3 dias após a divulgação do estudo desenvolvido pelo CREA, a ponte da AV. T-9 sobre o córrego Cascavel, 4ª colocada do ranking de prioridade de manutenção, foi interditada por inoperância do sistema de drenagem, conforme apontava o relatório. Em 20 de abril de 2020, a ponte da Av. das Pirâmides sobre o córrego Água Branca, 2ª colocada do ranking, foi interditada por desabamento do encontro sul da ponte, também conforme já apontado no relatório. Estes fatos indicam que as metodologias utilizadas no estudo foram assertivas, e que

as interdições urgentes por parte do órgão gestor supõem a existência de uma gestão ineficiente da manutenção destas OAEs.

O estudo vistoriou 68 OAEs e pode se tornar uma ferramenta preliminar e auxiliar a gestão da manutenção das OAEs em Goiânia e também subsidiar o desenvolvimento de um plano de manutenção nas OAEs da cidade.

O plano de manutenção sistemático não só evita que OAEs sejam interditadas antes mesmo de terem sido inspecionadas, mas permite uma previsão adequada dos recursos financeiros necessários para a realização do trabalho, que são avultosos dado o grande número de OAEs. O estudo do CREA, foi realizado por meio de uma iniciativa de Engenharia colaborativa, na qual cada ente colaborado contribuiu com o que tinha disponível a oferecer de serviços, de modo a contornar os custos elevados. Foram gastos 6 anos para a finalização das inspeções das 68 OAEs escolhidas.

Através das informações coletadas pôde-se apontar que metodologia de classificação utilizada pelo órgão gestor das OAEs da União, que avalia a estabilidade estrutural da OAE em cinco níveis diferentes (nota técnica) dificulta a priorização das intervenções nas OAEs, uma vez que a nota final de cada parâmetro sendo obtida através da menor dentre as notas recebidas pelos elementos com função estrutural, a existência de três parâmetros distintos de classificação e a existência de uma grande quantidade de OAEs cadastradas classifica um número elevado de estruturas na mesma condição.

Também o fato de que a classificação de OAEs com nota 1 (crítica), que recomendaria intervenção imediata, ser rara e indicada em poucos casos e extremos, principalmente no ponto de vista estrutural (ruptura de armaduras, rompimento do concreto, fissuras, flechas acima dos limites, entre outros), pode ser uma armadilha para a gestão da manutenção, pois é difícil a OAE receber essa nota, a não ser que já esteja interditada devido a fatores de segurança.

A norma ABNT NBR 9452/2019 apresenta critérios de classificação das OAEs e, portanto, não possuindo critérios específicos de priorização das intervenções, cabe às instituições gestoras das OAEs desenvolver suas próprias metodologias de priorização das manutenções para suas OAEs.

Já o critério de priorização da manutenção adotado no estudo do CREA, no qual possui uma nota final única, o Grau de deterioração (Gd), que é baseada em uma média ponderada de quatro variáveis, torna o método mais abrangente e facilita a priorização das intervenções nas OAEs. Das 68 OAEs inspecionadas apenas duas

(3% do total) se encontraram na classe 1 (Gd de 1,0 a 1,8), necessitando de intervenção imediata.

No Quadro 02 é apresentado uma síntese para facilitar a comparação entre as metodologias de gestão da manutenção apuradas.

Quadro 2 - Síntese comparativa dos métodos apurados de gestão da manutenção

Item	Órgão gestor das OAEs da União	Relatório de vistoria das OAEs de Goiânia - 2019
Quantidade de OAEs sob sua jurisdição na região de Goiânia	10	Não se aplica.
Realização de manutenções em suas OAEs	Não possui um contrato vigente atualmente que prevê a realização de manutenções em suas OAEs.	Não se aplica.
Existência de um plano de manutenção nas OAEs	Atualmente está desenvolvendo atividades como projetos e orçamentação para o desenvolvimento de um plano de manutenção de médio prazo em suas OAEs.	Não se aplica.
Norma regulamentadora utilizada nas inspeções	DNIT 010/2004 – PRO.	DNIT 010/2004 – PRO e ABNT NBR 9452:2016.
Frequência da realização de inspeções rotineiras	Anualmente.	As inspeções realizadas não obedeceram a uma frequência estabelecida. No entanto, os dados do projeto permitem atribuir o valor médio de 11 OAEs por ano.
Metodologia de classificação das OAEs	Atribuição de nota técnica de 1 a 5, semelhante ao indicado na norma ABNT NBR 9452:2019.	ABNT NBR 9452:2016.
Metodologia de priorização das intervenções nas OAEs	Nota atribuída na classificação da OAE.	Baseado no Grau de deterioração (Gd).
Utilização de Software para auxiliar na gestão da manutenção	SGO	Arcgis.
Contratação de consultores para auxiliar na gestão da manutenção de OAEs	Não.	Sim.
Dificuldades na realização da gestão da manutenção	Existência de poucos profissionais no órgão especializados na área e a destinação escassa de recursos para manutenção das OAEs.	Escassez de recursos financeiros.

Fonte: Autor.

Podem ser atribuídos outros fatores, além daqueles apontados no Quadro 1, que justifiquem as dificuldades para a obtenção das informações junto aos outros órgãos gestores que não responderam os questionários. A troca da gestão da Prefeitura de Goiânia em 2021 pode ter sido um motivador, uma vez que os novos gestores ainda poderiam estar em fase de adaptação com os processos. A esta circunstância deve ser acrescida as limitações impostas pela pandemia de COVID-19 que se estende desde o mês de março de 2020 e que modificou drasticamente as relações interpessoais, o desempenho físico e mental das pessoas e os regimes de trabalho, dificultando ainda mais o acesso à informação através do serviço público.

No entanto, esta associação de circunstâncias de não obtenção de respostas e suas justificativas, com as condições de trabalho evidenciadas pelos órgãos de gestão da União e os resultados obtidos no estudo independente realizado pelo CREA denunciam que faltam estratégias e ações sistemáticas de gestão que favoreçam a manutenção das OAEs ou que, se existentes, elas não são satisfatórias.

Destacam-se como tópicos essenciais para o desenvolvimento de um plano de gestão de manutenção das OAEs, critérios de (1) inspeções, (2) classificação e (3) priorização das estruturas para a intervenção. A par deste aspecto procedimental, pode ser enfatizada a necessidade de se desenvolver estas ações amparadas por um suporte profissional específico. A atuação de consultorias demonstra-se como solução viável e adequada para o alcance dos objetivos, suplantando assim a falta de profissionais especializados na área nos órgãos responsáveis.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

O objetivo deste trabalho consistiu em investigar a gestão da manutenção de OAEs na cidade de Goiânia, pesquisar o processo de manutenção e enfatizar estratégias e dificuldades. O que pôde ser alcançado de maneira limitada pela impossibilidade de se obter mais informações das fontes de informação, que devido às características do tema já se sabia que seriam restritas e especializadas.

Apesar das limitadas informações ainda assim foi possível comparar as estratégias adotadas pelo órgão da União e pelo estudo independente realizado pelo CREA e apontar dificuldades, sendo restritas as possibilidades de maiores contribuições deste trabalho em função dos poucos dados obtidos cujas justificativas sugerem que a gestão da manutenção das OAEs acontece de uma forma

particularizada, sem poder apontar se ela de fato acontece de forma organizada ou se é insatisfatória, ou mesmo se recebe o valor que deve ter.

Foi possível vislumbrar uma forma de ação mais assertiva e destacar a proeminência das dificuldades de caráter financeiros que, no entanto, devem ser superadas, dada a relevância estratégia das OAEs no contexto econômico do país.

A troca da gestão da Prefeitura de Goiânia em 2021 e a pandemia de COVID-19, que modificou drasticamente os regimes de trabalho, foram determinantes na pesquisa impondo-se como limitações para os resultados alcançados.

Sugere-se como extensões deste estudo a (1) realização da pesquisa em um âmbito regional maior de modo a se tentar obter informações de mais agentes e instituições, (2) estruturar um modelo de gestão de pontes aplicado à rede rodoviária do país, (3) a correlação dos custos e a ações de manutenção de OAEs no Brasil e ainda (4) a tecnologia aplicada como apoio à inspeção e monitoramento de OAEs.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMAN. **Documento Nacional: A Situação da Manutenção do Brasil**. Curitiba, 2017. 29p.

ALMEIDA, J. M. M. R. M. O. **Gestão de pontes rodoviárias: Um modelo aplicável em Portugal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2003. 256p.

ALMEIDA, J. M. M. R. M. O. **Sistema de gestão de pontes com base em custos de ciclo de vida**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2013. 380 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1: Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9452: Inspeção de pontes, viadutos e passarelas de concreto – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2019.

BARREIRA, G; COELHO, H; MELLO, K; TORRES, L. **Dois pessoas morrem após desabamento de ciclovia do Rio**. G1, 21 de abril de 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2016/04/parte-da-ciclovias-desaba-em-sao-conrado-zona-sul-do-rio.html>. Acesso em: 02 de set. de 2020.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: patologia, reabilitação, prevenção. São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 414 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Inspeção de Pontes rodoviárias**. 2 ed. Rio de Janeiro: DNIT, 2004. 253p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de Manutenção de Obras de Arte Especiais – OAEs**. 1 ed. Brasília – DF: DNIT, 2016. 102 p.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Relatório de Gestão Temático**: Ações de 2013. Brasília – DF: DNIT, 2014.

CASTRO, Eliane Kraus de. **Desenvolvimento de Metodologia para Manutenção de Estruturas de Concreto Armado**. Dissertação (Mestrado em Estruturas) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 1994. 139f.

COLAUTO, Romualdo Douglas; BEUREN, Ilse Maria. Coleta, análise e interpretação dos dados. In: BEUREN, Ilse Maria. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**. 3.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006. 200 p.

CURCIO, L. C. R. **Pontes Rodoviárias**: Levantamento das principais patologias estruturais. Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Civil, Universidade de São Francisco – USF, Itatiba, 2008. 88 f.

DISNMORE, P. C. **Gerência de Programas e Projetos**. 2 ed. São Paulo: Editora Pini, 1992. 406 p.

FARIA, Vivian. **Relembre outras cinco obras públicas que desaparam**. Gazeta do Povo, 22 de abril de 2016. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/relembre-outras-cinco-obras-publicas-que-desaparam-at65wcpmuw7kmxgw4oiem8r2v/>. Acesso em: 02 de set. de 2020.

FERREIRA, João Vitor de Souza. **Inspeção e monitoramento de obras de arte especiais com vista a manutenção preditiva**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. 117 p.

FERREIRA, Ricardo; BRANDÃO, Rosana de Melo. **Relatório de vistoria das obras de arte especiais (OAE) de Goiânia**. Goiânia: CREA-GO, 2019. 41 p.

FIGUEIRÓ, Jonas. **Desenvolvimento de um plano de manutenção de uma obra de arte especial da cidade de Charqueadas/RS** - Estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 2018, Foz do Iguaçu. Anais do 60º Congresso Brasileiro de Concreto. Foz do Iguaçu: Ibracon, 2018. p. 1 - 17.

G1. **Queda parcial de ponte deixa 37 mortos em Gênova, na Itália**. G1, 18 de ago. de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/mundo/noticia/2018/08/14/ponte-cai-na-italia.ghtml> . Acesso em: 02 de set. de 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4º ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002. 192 p.

GIOVANNETTI, Ana Carolina Virmond Portela. Avaliação de obras de arte especiais: Comparação entre a NBR 9452/2019 e o método Esloveno. In: TÚLIO, F. B. M; MACHADO, L. M. B. **Ampliação e aprofundamento de conhecimentos nas áreas das engenharias**. Ponta Grossa: Editora Atena, 2020, p. 199 – 207.

GOMES, Paulo. **1 em cada 5 pontes ou viadutos precisa de reforma, veja regras para manutenção**. Folha de São Paulo, São Paulo, 29 de ago. de 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/08/1-em-5-pontes-ou-viadutos-precisa-de-reforma-veja-regras-para-manutencao.shtml>. Acesso em: 02 de set. de 2020.

GONÇALVES, E. A.B. **Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2015. 174p.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2º ed. São Paulo: Pini, 1992. 216 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **General Principles on the Design of Structures for Durability**. ISO 13823. Geneva: ISO, 2008.

LIMA, Cristiane. **Obra na ponte da 24 de Outubro, em Goiânia, deve ficar pronta em dez dias**. O Popular, Goiás, 11 de fev. de 2019. Disponível em: <https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/obra-na-ponte-da-24-de-outubro-em-goi%C3%A2nia-deve-ficar-pronta-em-dez-dias-1.1728183>. Acesso em: 21 de mai. de 2020.

LOBEL, Fabrício; SETO, Guilherme. **Pista cede, fecha marginal de SP e deve afetar trânsito mesmo após o feriadão**. Folha de São Paulo, São Paulo, 15 de nov. de 2018. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2018/11/parte-de-viaduto-da-marginal-pinheiros-cede-e-bloqueia-pista-expressa.shtml>. Acesso em: 15 de abril de 2020.

LOPES, J. W.; VITÓRIO, J. A. P. **Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade da Ponte da Estrada Velha de Água Fria**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 3, 2016. p. 115-122.

LOURENÇO, L.C. **Parâmetros de Avaliação de Patologias em Obras-de-Arte Especiais**. Artigo (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, 2009. 14p.

MARTINS, Gilberto de Andrade; THEÓPHILO, Carlos Renato. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Editora Atlas, 2007. 264 p.

MEIRA, G. R.; PADARATZ, I. J. **Custos de recuperação e prevenção em estruturas de concreto armado**: uma análise comparativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, IX, 2002, Foz do Iguaçu. Porto Alegre: 2002, p. 1425-1432.

MENDES, Paulo de Tarso Cronemberger. **Contribuições para um modelo de gestão de pontes de concreto aplicado à rede de rodovias brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 236 f.

MOLIN, D. C. C. D.; MASUERO, A. B.; ANDRADE, J. J. O.; POSSAN, E.; MASUERO, J. R.; MENNUCCI, M. M. Contribuição à Previsão da Vida útil de Estruturas de Concreto. In: KAZMIERCZAK, C. S.; FABRICIO, M. M. **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras**: Materiais e Sustentabilidade. 2. ed. Rio Grande do Sul: ANTAC, 2016. p. 223 – 270.

MONTEIRO, José Múcio. Auditoria operacional nas atividades de manutenção, conservação e reparo de obras de arte especiais (pontes, viadutos e outros) das rodovias federais. **Ausência de informações atuais e confiáveis acerca do real estado das estruturas**. Falta de planejamento adequado. Gerenciamento insuficiente o problema. Inexistência de ações efetivas com o objetivo de mitigar os riscos. Acórdão 725/2012. Sessão Plenária. Brasília. 2012.

MOREIRA, B.; LUIZ, G.; GARONCE, L.; MARINHO, B.; MORAES, D. **Parte do Eixão Sul desaba no centro de Brasília**. G1, Brasília – DF, 06 de fev. de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/df/distrito-federal/noticia/parte-do-eixao-sul-desaba-no-centro-de-brasilia.ghtml>. Acesso em: 15 de abril de 2020.

MORILHA, A. M. **Gerenciamento da Manutenção Predial**: escolha e implantação de um sistema informatizado. Anais [...] 11ª Conferência Internacional da LARES – Latin American Real Estate Society. São Paulo, 14 a 16 de setembro de 2011.

MOSCOSO, Yina Fernanda Munoz. **Modelos de degradação para aplicação em sistemas de gerenciamento de Obras de Arte Especiais – OAEs**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília – DF, 2017. 210 f.

PFEIL, W. **Pontes em concreto armado**. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 1979.

PIAZZA, S. R. **Avaliação de manifestações patológicas na ponte do rio do Carmo através da Ferramenta GUT**. Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. 55 f.

PINTO, Alan Kardec; XAVIER, Júlio Aquino Nascif. **Manutenção**: função estratégica. 3. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009. 384 p.

POSSAN, Edna. **Modelagem da carbonatação e previsão de vida útil de estruturas de concreto em ambiente urbano**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. 265 f.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 277 p.

RAUPP, F. M.; BEUREN, I. M. Metodologia da pesquisa aplicável as Ciências Sociais. In: BEUREN, I. M. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**: teoria e prática. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 2006, p. 76-97.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTANA, Vitor. **Ponte na Avenida Marechal Rondon é interditada devido erosão, em Goiânia**. G1, Goiás, 06 de jan. de 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/go/goias/transito/noticia/ponte-sobre-avenida-marechal-rondon-e-interditada-devido-a-erosao-em-goiania.ghtml>. Acesso em: 21 de maio de 2020.

SILVA FILHO, Luiz Carlos Pinto da; OLIVEIRA, Cristiane Sardin Padilla de. Análise da percepção de usuários das edificações sobre leis de inspeção e ações de manutenção preventiva. In: **Concreto & Construções: Estado da arte em estudos sobre estruturas de concreto para edifícios**, São Paulo, 2014. p. 106-112.

SILVA, F.A.S. **Avaliação do teor de íons cloreto no ar atmosférico da praia do futuro em Fortaleza/CE**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. 71p.

SOUZA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e recuperação de estruturas de concreto**. 1. ed. São Paulo: PINI, 1998.

VALLE, A. B.; CIERCO, A. A.; SOARES, C. A. P.; JR, J. F. **Fundamentos do gerenciamento de projetos**. 3 ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

VARGAS, R. V. **Gerenciamento de projetos**: Estabelecendo diferenciais competitivos. 6 ed. Rio de Janeiro: Editora Brasport, 2005.

VEJA. **Brasil**: Pontes e Viadutos do país são precários, avalia TCU. Veja, 14 de abril de 2012. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/brasil/pontes-e-viadutos-do-pais-sao-precarios-avalia-tcu/> . Acesso em: 01 set. 2020.

VERLY, R. C. **Avaliação de Metodologias de Inspeção como Instrumento de Priorização de Intervenções em Obras de Arte Especiais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade do Brasília, Brasília-DF, 2015. 198 f.

VILLANUEVA, Marina Miranda. **Importância da manutenção preventiva para o bom desempenho da edificação**. Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. 173 p.

VITÓRIO, J; BARROS, R. **Análise dos danos estruturais e das condições de estabilidade de 100 pontes rodoviárias no Brasil**. In: 3º Congresso Nacional sobre

Segurança e Conservação de Pontes. Associação Portuguesa para a Segurança e Conservação de Pontes, Porto, 2013. p. 63 – 70.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Pontes Rodoviárias**: fundamentos, conservação e gestão. Recife: CREA-PE, 2002. 140p.

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 48., 2006, Recife: Ibracon, 2006. p. 1 - 16.

7. APÊNDICES

APÊNDICE A - Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs de Goiânia.



Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 1

1. Identificação do órgão e/ou empresa

Órgão público responsável pela gestão e manutenção das OAEs de Goiânia.

2. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

3. Atualmente qual (ais) o (s) tipo (s) de manutenção (ões) é (são) realizado (s) nas OAEs de Goiânia?

() PREVENTIVA () CORRETIVA () PREDITIVA

4. Atualmente quais são os obstáculos enfrentados que dificultam a realização das manutenções nas OAEs de Goiânia?

5. As inspeções nas OAEs são realizadas de acordo com alguma Norma Regulamentadora?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a Norma:

6. Com que frequência são realizadas as inspeções rotineiras nas OAEs?

7. Como são registradas as inspeções feitas nas OAEs? Existe algum banco de dados ou sistema para armazenamento?

8. Após as inspeções é realizado alguma classificação das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, qual a metodologia de classificação?

9. Quais critérios são adotados na priorização de intervenção nas OAEs?

10. Quem é o responsável por solicitar a realização de intervenções nas OAEs?

11. Atualmente o órgão desenvolve algum planejamento das intervenções nas OAEs? Ou a maioria das intervenções realizadas são de caráter emergencial?

12. O órgão terceiriza os serviços de intervenção nas OAEs?

() SIM () NÃO

13. A órgão supervisiona os serviços de intervenção nas OAEs durante e/ou depois de realizados?

() SIM () NÃO

14. A Gestão da Manutenção é feita pelo próprio órgão?

() SIM () NÃO

15. O órgão possui algum caderno de diretrizes que auxilia na execução das atividades de manutenção nas OAEs? (Ex: Inspeções, análise dos dados colhidos, classificação das estruturas, priorização das estruturas.)

() SIM () NÃO

Se sim, explique em linhas gerais:

16. É utilizado algum software ou sistema que auxilie na Gestão da Manutenção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, cite o nome e explique brevemente como funciona:

17. O órgão contrata consultores para auxiliar na Gestão da Manutenção de OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, qual a função desempenhada pelos consultores?

18. Atualmente quais obstáculos dificultam a realização de uma Gestão eficiente da Manutenção das OAEs?

19. O órgão tem conhecimento do estudo realizado pelo CREA-GO juntamente com a PUC-GO publicado em 2019, na qual foram vistoriadas 68 OAEs de Goiânia e classificadas quanto ao grau de deterioração?

() SIM () NÃO

Se a resposta da questão anterior for SIM, responder a questão 19 e 20:

20. Qual foi o posicionamento do órgão sobre os resultados do estudo? Houve alguma movimentação interna no desenvolvimento de algum plano de ação?

21. O órgão tomou alguma providência em relação às OAEs que foram classificadas no estudo em “classe 1 - alta prioridade de intervenção” e “classe 2 - prioridade de intervenção a curto prazo”?

22. Qual o posicionamento do órgão em relação ao estado de conservação das OAEs de Goiânia?

APÊNDICE B – Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs de Goiás.

Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 2

1. Dados do órgão e/ ou empresa

Órgão público responsável pela gestão e manutenção das OAEs do Estado de Goiás.

2. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

3. Atualmente aproximadamente quantas OAEs em Goiás são responsabilidade do órgão? Existe alguma na região metropolitana de Goiânia?

4. Atualmente o órgão possui algum contrato com empresa terceirizada para a realização de manutenções nas OAEs em Goiás?

() SIM () NÃO

Se sim, o que é recomendado quanto às manutenções?

5. O órgão possui alguma ferramenta e/ou software que auxilie na Gestão da Manutenção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, descreva brevemente:

6. Atualmente com que frequência são realizadas inspeções rotineiras nas OAEs de Goiás?

7. O órgão segue alguma Norma regulamentadora para a Inspeção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a norma:

8. Após as inspeções nas OAEs é realizado alguma classificação?

() SIM () NÃO

Se sim, explique brevemente e se é utilizado alguma Norma Regulamentadora:

9. Atualmente o órgão desenvolve algum planejamento das intervenções nas OAEs? Ou a maioria das Manutenções realizadas são de caráter emergencial?

10. Atualmente quais obstáculos dificultam a realização de uma Gestão eficiente da Manutenção das OAEs pelo órgão?

APÊNDICE C – Questionário enviado ao órgão gestor de OAEs da União.



Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 3

1. Dados do órgão e/ou empresa

Órgão responsável pela gestão e manutenção das OAEs da União

2. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

3. Atualmente aproximadamente quantas OAEs em Goiás são responsabilidade do órgão?

Existe alguma na região metropolitana de Goiânia?

4. Atualmente o órgão possui algum contrato com empresa terceirizada para a realização de manutenções nas OAEs em Goiás?

() SIM () NÃO

Se sim, o que é recomendado quanto às manutenções?

5. Atualmente quantas OAEs são cadastradas no SGO?

6. O banco de dados do SGO é atualizado com que frequência? Quando foi a última atualização?

7. Atualmente o DNIT possui algum contrato com empresa terceirizada para a realização de manutenções nas OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, o que é recomendado quanto às manutenções?

8. O órgão possui outras ferramentas além do SGO que auxilie na Gestão da Manutenção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, descreva brevemente:

9. Quem são os responsáveis por extrair as informações do SGO e analisá-las a fim de planejar as intervenções?

10. Atualmente o órgão desenvolve algum planejamento das intervenções nas OAEs? Ou a maioria das Manutenções realizadas são de caráter emergencial?

11. Atualmente quais obstáculos dificultam a realização de uma Gestão eficiente da Manutenção das OAEs?

12. O órgão contrata consultores para auxiliar no Gerenciamento da Manutenção de OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, qual a função desempenhada pelos consultores?

13. Na sua opinião, os dados extraídos do SGO são suficientes para o gerenciar as manutenções nas OAEs de forma satisfatória?

() SIM () NÃO

Por que?

14. Na sua opinião, o que deveria melhorar na atual forma utilizada pelo órgão para a gestão da manutenção das OAEs?

APÊNDICE D – Questionário enviado a Concessionária de Rodovias.

Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 4**1. Identificação da empresa**

Concessionária de rodovias em Goiânia

2. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

3. Existem OAEs nas rodovias de sua concessão?

() SIM () NÃO

Se sim, especificar o número aproximado: _____

4. Existem OAEs no trecho de sua concessão na região metropolitana de Goiânia?

() SIM () NÃO

Se sim, especificar o número e a localização:

5. O contrato de Concessão possui alguma cláusula sobre a manutenção de OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, explique brevemente suas diretrizes:

6. Qual (ais?) o (s) tipo (s) de manutenção (ões) é (são) realizado (s) nas OAEs de sua concessão?

() PREVENTIVA () CORRETIVA () PREDITIVA

7. As inspeções nas OAEs são realizadas de acordo com alguma Norma Regulamentadora?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a Norma: _____

8. A empresa tem um caderno de diretrizes que orienta nos procedimentos das manutenções?

() SIM () NÃO

Se sim, explique em linhas gerais:

9. Com que frequência são realizadas as inspeções rotineiras nas OAEs?

10. Como são registradas as inspeções feitas nas OAEs? Existe algum banco de dados ou sistema para armazenamento?

11. É utilizado algum software ou sistema que auxilie na Gestão da Manutenção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, explique brevemente como funciona:

12. A Gestão da Manutenção é feita pela própria empresa?

() SIM () NÃO

13. Existe um departamento próprio na empresa que desempenhe as funções de Gestão da Manutenção das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, descreva brevemente as atividades desempenhadas pelo departamento:

14. A empresa contrata consultores para auxiliar na Gestão da Manutenção de OAEs?

() SIM () NÃO

15. Após as inspeções é realizado alguma classificação das OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, qual metodologia adotada?

16. Quais critérios são adotados na priorização de intervenção nas OAEs?

17. Na sua opinião, o que dificulta a Gestão da Manutenção das OAEs na sua empresa?

APÊNDICE E – Questionário enviado à empresa privada



Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 5

1. Identificação da empresa

Empresa privada especializada em manutenções de OAEs.

2. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

3. A sua empresa presta os serviços de Manutenção em Obras de Arte Especiais (OAEs)?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a região de atuação:

4. Quais as empresas e/ou órgãos já contrataram sua empresa para os serviços de Manutenção de Obras de Arte?

5. A sua empresa já realizou alguma manutenção em OAEs de Goiânia?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a localização e quando:

6. Qual (ais?) o (s) tipo (s) de manutenção (ões) vocês são mais contratados para fazer?

() PREVENTIVA () CORRETIVA () PREDITIVA

7. A sua empresa tem um caderno de diretrizes que orienta nos procedimentos das manutenções?

() SIM () NÃO

Se sim, explique em linhas gerais:

8. Vocês realizam inspeções nas OAEs?

() SIM () NÃO

Se sim, indique a Norma utilizada para a inspeções:

Se a resposta da questão anterior for sim, responda as questões 9 e 10:

9. Como são registradas as inspeções feitas nas OAEs? Vocês utilizam algum banco de dados ou sistema para armazenamento?

10. Após as inspeções é realizado alguma classificação da OAE?

() SIM () NÃO

Se sim, qual metodologia adotada, é utilizada alguma norma?

11. A Gestão da Manutenção é feita pela sua própria empresa?

() SIM () NÃO

12. A empresa e/ou órgão responsável pela OAE, acompanham as manutenções que vocês realizam?

() SIM () NÃO

Se sim, como é esse acompanhamento?

13. Quais serviços são mais executados pela empresa na manutenção das OAEs?

APÊNDICE F – Questionário enviado ao engenheiro com experiência na área



Título do TCC: Gestão da Manutenção de OAEs na cidade de Goiânia

Autor: Clara Carolina Pinheiro da Silva

QUESTIONÁRIO 6

1. Dados do entrevistado

Nome:

Formação profissional:

Cargo ou função desempenhada:

2. Qual foi a motivação que influenciou a realização do estudo feito pelo CREA-GO juntamente com a PUC-GO na qual foram vistoriadas 68 OAEs de Goiânia?

3. Quem foram os principais interessados em desenvolver o estudo que inspecionou as OAEs de Goiânia?

4. Houve algum entrave ou dificuldade durante o desenvolvimento do estudo?

() SIM () NÃO

Se sim, explique brevemente:

5. O órgão gestor das OAEs de Goiânia tinha conhecimento do estudo durante a realização do mesmo?

() SIM () NÃO

6. O órgão gestor de OAEs de Goiânia teve acesso aos resultados do estudo?

() SIM () NÃO

Se sim, indique qual (is):

7. O órgão gestor das OAEs de Goiânia procurou o CREA-GO após a divulgação do estudo para discutir os resultados? Com o objetivo de desenvolver algum plano de ação para a realização de manutenções nas estruturas?

() SIM () NÃO

Se sim, explique brevemente:

8. Alguma das OAEs caracterizadas no estudo como classe 1 e 2 sofreram algum tipo de intervenção e/o ou foram interditadas desde 2019?

9. Desde a publicação do estudo em 2019 foi iniciado algum outro semelhante pelo CREA-GO?

() SIM () NÃO

Se sim, comente brevemente o estudo:

10. Qual o posicionamento do CREA-GO em relação ao estado de conservação das OAEs de Goiânia?

11. Você acredita que este assunto é relevante para a sociedade? E que os órgãos responsáveis dão a devida importância?
