

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA – A POLITÉCNICA

Instituto Superior de Estudos Universitários de Nampula - ISEUNA

MANUTENÇÃO DE PONTES NO MUNICÍPIO DE NAMPULA

ESTUDO DE CASO: PONTE SOBRE RIO RENO BAIRRO DE
MUAHIVIRE

ABUBACAR DAMIÃO

NAMPULA, 2022

ABUBACAR DAMIÃO

MANUTENÇÃO DE PONTES NO MUNICÍPIO DE NAMPULA
ESTUDO DE CASO PONTE SOBRE RIO RENO BAIRRO DE MUAHIVIRE

Monografia apresentada à Universidade Politécnica,
Instituto Superior de Estudos Universitários de
Nampula como requisito parcial para a obtenção do
Grau de Licenciatura em Engenharia Civil.

Tutor: Msc. Eng. Arlindo Munguambe

Nampula

2022

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais,
aos meus avós pela educação e apoio
e em especial a minha esposa
e ao meu filho.

Agradecimentos

A Allah, pela misericórdia, grandeza e generosidade.

A esta universidade, seu corpo docente, direcção e administração que deram-me oportunidade na janela que hoje vislumbro um horizonte superior, eivado pela acendrada confiança no mérito e ética aqui presentes.

Aos meus pais, Sr Damião Abubacar e Ancha Momade Janfar por serem meus alicerces nessa vida, pelo amor me mostraram os caminhos certos, os quais nem sempre segui, e lá estavam eles para me consolar e ajudar a retomar.

A minha esposa Elisabeth Mercy Manda e meu filho Griezman Elisabeth Abubacar, por serem meus pilares nessa vida. Pela dedicação oferecida, pelos momentos de companheirismo e pela compreensão pelos momentos de ausência.

Aos meus colegas de turma, estes que serviram de vigas, na dúvida com ajuda deles fui limpando e construindo um conhecimento sólido na engenharia.

Ao Msc. Arlindo Munguambe, a quem coube orientação desta monografia, desejo manifestar os meus agradecimentos pela disponibilidade sempre que precisei de ajuda e pelo encorajamento que naturalmente me foi transmitido.

Aos meus amigos e familiares, que se viram privados de estar mais tempo comigo durante o período de elaboração do mesmo.

Por fim, Meus avós (em memória), me ensinaram muito nesta vida, e parte do que sou hoje devo a eles.

A todos, o meu sincero Obrigado!

Parecer do tutor

Eu, **Arlindo Munguambe**, orientador do estudante Abubacar Damio, N° 572851 finalista do Curso de Engenharia Civil, turno pós-laboral, pela importância que o tema do presente trabalho (monografia) apresenta e que foi por mim orientado, sou de parecer que o mesmo está em condições de ser avaliado como trabalho final de Curso do Estudante em referência.

Nesta conformidade, vai por mim assinada como garantia de que o trabalho foi da autoria do estudante e obedeceu aos preceitos científicos para a elaboração do mesmo.

Nampula, Agosto de 2022

Msc. Eng° Arlindo Munguambe

Declaração de honra

Eu Abubacar Damião, estudante finalista desta instituição de ensino, no curso de Engenharia Civil, declaro por minha honra que o presente trabalho é da minha inteira autoria, tendo o elaborado com orientação do meu supervisor e recurso a pesquisas bibliográficas diversas, bem como conhecimentos técnicos adquiridos ao longo da minha formação.

Declaro ainda que este trabalho não foi apresentado em nenhuma Instituição para obtenção de qualquer Grau Académico.

Nampula, Agosto de 2022

Abubacar Damião

Resumo

O presente trabalho aborda sobre a manutenção de pontes no município de Nampula, em particular à ponte sobre o rio Reno, que liga as unidades comunal de Namuatho e Namiteca, Bairro de Muahivire. O impacto da falta de gerenciamento do processo de manutenção de uma ponte não afecta somente os custos, colocando em risco a saúde financeira daquele empreendimento, mas também a performance das actividades que dependem desta estrutura para serem executadas, portanto, por se tratar de um assunto complexo e que impacta recorrentemente os usuários dessa estrutura, houve motivação por parte do autor para elaboração deste trabalho. O objectivo geral deste trabalho é Avaliar o ciclo de manutenção da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire. Esta análise do estado de conservação foi feita pelo Autor no local de estudo identificando as patologias que mais se destacam e apresentadas as suas possíveis causas. Ao analisar as questões levantadas neste trabalho, fica evidente que reparos são fundamentais, ante as patologias que, inevitavelmente, surgem em algum momento nas estruturas de Pontes em betão armado. Tais reparos devem ser feitos a fim de garantir, ou até mesmo, elevar o tempo de vida útil das estruturas e, ainda, assegurar sua segurança e funcionalidade.

Palavras-chave: Manutenção, Pontes.

Abstract

The present work broach about of the maintenance of bridge in the city of Nampula, the bridge on the Reno River, which connects the unity Namuatho and Namiteca, neighborhood Muahivire. The impact of the default of management of the maintenance process of a bridge not only affects the costs, putting at risk the financial health of that enterprise, but also the performance of the activities that depend on this structure to be executed, therefore, because it's a complex topic and that impacts recurrently the users of this structure, there was motivation on the part of the author for the elaboration of this work. The general objective of this work is to evaluate the maintenance cycle of the bridge on the Reno River, in the neighborhood Muahivire. This analysis of the status of conservation was done by the Author at the study site identifying the pathologies that stand out the most and presenting their possible causes. By analyzing the issues raised in this work, it is evident that repairs are underlying, in the face of the pathologies that inevitably arise at some point in the structures of reinforced concrete bridges. Such repairs must be made in order to guarantee, or even increase the lifetime of the structures and, still, ensure their safety and functionality.

Keywords: Maintenance, bridge.

Índice

Dedicatória.....	i
Agradecimentos	iv
Parecer do Tutor	iii
Declaração de Honra	iv
Resumo	v
Abstract.....	vi
Lista De Figuras.....	x
Lista De Tabelas	xi
Lista De Siglas.....	xii
Lista De Abreviaturas	xiii
Unidade de medidas.....	xiv
Epigrafe	xv
INTRODUÇÃO.....	1
Delimitação Do Tema.....	3
Problema De Pesquisa	3
Hipóteses	4
Objectivos.....	4
Justificativa.....	4
Estrutura Do Trabalho	5
CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	7
1.1.Obra De Arte	7
1.1.1.Aqueduto	8
1.1.1.1.Classificação Dos Aquedutos	9
1.1.2.Pontes	11
1.1.3.Viadutos.....	18
1.1.4.Passarelas.....	19

1.2.Elementos De Projecto	20
1.2.1.Elementos De Campo	20
1.2.2.Elementos Básicos De Projecto	21
1.3.Manutenção E Planificação de Pontes.....	21
1.3.1.Ciclo De Manutenção	22
1.3.2.Planeamento De Manutenção	24
1.3.3.Tipos De Manutenção.....	26
1.3.4.Normas Técnicas Para Manutenção De Ponte.....	24
CAPÍTULO II – METODOLOGIA	28
2.1. Tipo De Pesquisa.....	28
A)Quanto À Natureza.....	28
B)Quanto Aos Objectivos.....	29
C) Quanto A Abordagem.....	29
D)Quanto Aos Procedimentos	30
2.2. Método E Instrumento De Colecta De Dados	31
2.2.1. Observação Directa Intensiva.....	31
2.2.2. Entrevista	31
2.3. Participantes.....	32
2.3.1. População E Amostra	32
CAPÍTULO III - ESTUDO DE CASO (PONTE SOBRE RIO RENO BAIRRO DE NAMITECA – NAMPULA).....	33
3.1. Descrição Do Estado Da Ponte.....	33
3.1.1. Superestrutura	34
3.1.2. Mesoestrutura	37
3.1.3. Infra-Estrutura	39
3.2. Diagnóstico Das Patologias Presentes.....	40
3.3. Apresentação Das Possíveis Correções	42

CAPÍTULO IV: RESULTADOS	43
CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES	58
5.1. Validação De Hipóteses.....	58
5.2. Sugestões	60
Referências Bibliográficas.....	62

Lista de figuras

Figura 1: Ponte sobre o rio Reno

Figura 2: Aqueduto, EN104

Figura 3: Elementos constituintes da boca de um aqueduto

Figura 4: Ponte Ilha de Moçambique, Nampula

Figura 5: Ponte com e sem encontro

Figura 6: Tipos de apoio a) FSP; b) HDRB; c) LRB

Figura 7: Apoio de pontes: a) apoio em T; b) pilar único; c) pórtico

Figura 8: Torre da ponte Maputo-Katembe

Figura 9: Encontro da ponte rio Muhala – cidade de Nampula

Figura 10: Estrutura secundária e principal da ponte

Figura 11: Viaduto - Nampula

Figura 12: Passarela, cidade de Maputo

Figura 13: Exemplo de planta e seção longitudinal

Figura 13: Ciclo de manutenção

Figura 15. (a) Lubrificação de aparelhos de apoio (b) limpeza de alvenarias com recurso a cordas e arnês (trabalhos em altura)

Figura 16. Reparação de betão delaminado com perda de seção na armadura.

Figura 17: Localização da Ponte com anomalias

Figura 18: Lixiviação do betão na parte inferior do tabuleiro

Figura 19: Arrastamento do solo

Figura 20: Carbonatação do betão

Figura 21: Ruptura do encontro da ponte

Figura 22: Erosão localizada em torno do encontro, com início de solapamento das fundações e ruptura da sapata de fundação.

Lista de tabelas

Tabela 1. Classificação dos aquedutos

Tabela 2. Classificação das pontes

Tabela 3: Causas e Agentes de Patologias da Ponte sobre rio Reno

Tabela 4: Relação de diagnóstico de defeito, causa e solução da ponte sobre rio Reno

Tabela 5: Dados de distribuição dos inquiridos por nível, género e experiência

Tabela 6: Factores associados aos defeitos da ponte

Tabela 7: Restrições de tráfego na ponte

Tabela 8: Emissão de relatórios de inspecções de campo

Tabela 9: Controlar manutenção de infra-estrutura

Tabela 10: Impactos nas inspecções no ciclo de manutenção

Tabela 11: Gestão da manutenção

Tabela 12: Plano de manutenção

Tabela 13: Ciclo de Inspeção

Tabela 14: Banco de dados

Tabela 15: Execução do plano de manutenção

Tabela 16: Intervenção do DMOS na ponte do rio Reno

Tabela 17: Intervenção do DMOS na ponte do rio Reno

Lista de siglas

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANE	- Administração Nacional de Estradas
CDN	- Corredor do Desenvolvimento do Norte
CFM	- Caminhos de Ferro de Moçambique
CMCN	- Conselho Municipal da Cidade de Nampula
DMOS	- Departamento de Manutenção de Obras e Saneamento
DNIT	- Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes, Brasil
ISEUNA	- Instituto Superior de Estudos Universitários de Nampula
MOPHRH	- Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos
SATCC	- Southern Africa Transport and Communications Commission

Lista de abreviaturas

NBR	- Norma brasileira
OAC	- Obra de Arte Corrente
OAEs	- Obras de Arte Especiais
PDUL	-Projecto de Desenvolvimento Urbano e Local
PEAD	- Polietileno de alta densidade
PRFV	- Plástico reforçado de fibra de vidro
TMD	- Tráfego médio diário

Unidades de Medidas

m	-	Metros
cm	-	Centímetros
mm	-	Milímetros

EPIGRAFE

*“Conhecimento não tem valor a menos
que você o coloque em prática.*

- - - Anton Chekhov - - -

INTRODUÇÃO

“As pontes vulgares são habitualmente projectadas para vidas entre 50 a 60 anos, por sua vez as mais relevantes são projectadas para períodos de vida entre 100 a 120 anos” (Branco, 2001)

“Todas as pontes, para atingirem uma vida útil para quais foram projectadas precisam de intervenção e manutenção, devido às acções exteriores de origem humana (excesso de tráfego, acidentes, vandalismo, poluição) e às acções agressivas naturais (biológico, física, química) ” (Santos, 2008)

Segundo Seeley (1987) manutenção é a acção de manter, sustentar, consertar ou conservar alguma coisa ou algo aumentando conseqüentemente sua vida útil. A boa manutenção preserva o desempenho e conseqüentemente as condições técnicas e de segurança das construções. Sem isso, a degradação precoce é inevitável e os sinistros idem.

Para Kerdec e Narcif (2006) Adoptam o conceito de manutenção como sendo a garantia da disponibilidade da função dos equipamentos e instalações de modo a atender a um processo de produção ou de serviço. Com confiabilidade, segurança, preservação do meio ambiente e custos adequados.

Segundo Simões (2015) A manutenção da rede de estradas em Moçambique constitui um princípio fundamental consagrado na política de estradas no sentido de capitalizar os investimentos alocados pelo governo, que são elevados e consomem cerca de um terço do orçamento do estado. Este mesmo princípio tem se revelado um importante desafio na definição do tipo de intervenção e priorização dos troços a intervir de forma sustentável tendo sempre em atenção ao recursos financeiros disponíveis. Estes recursos disponíveis, aliados à necessidade de preservação da rede, denotam-se escassos e, por via disso, o país tem sido chamado a assumir novos desafios para evitar um decréscimo nas condições de transitabilidade, facto que preocupa o sector de estrada e a sociedade no geral.

Com vista a inverter o actual cenário, é indispensável adoptar-se medidas com vista a permitir a conservação do património existente e ao mesmo tempo providenciar estradas com segurança e comodidade aos seus usuários.

Figura 1: Ponte sobre o rio Reno



Fonte: (Proponente, 2021)

A figura 1 é uma evidência da ineficiência de manutenção de uma ponte sobre o rio Reno bairro de Muahivire, cidade de Nampula. Dentre várias pontes construídas na rua nº 2537 que carecem de intervenção para melhorar o seu desempenho e mitigar o risco do património e a vida das pessoas por falta de manutenção.

A manutenção deve fazer parte de um processo amplo de gestão, que identifica, através de inspeção periódicas os defeitos existentes, diagnosticando-as e indicando as acções de prevenção e de recuperação necessárias é o que afirma o antigo gestor de manutenção de vias e obras no corredor de desenvolvimento do Norte-CDN, empresa concessionária do ramal ferroviário que liga o porto de Nacala e o país vizinho Malawi. Segundo o engenheiro “a importância da manutenção no desempenho das construções faz parte de conhecimento da engenharia civil e está consolidada através das normas técnicas e boas práticas de construção. Entretanto, a manutenção não vem sendo adoptada de forma sistemática. Ainda destaca que “o factor financeiro não pode ser usado como desculpa para a falta de manutenção das obras.

A demora em iniciar a manutenção de uma obra torna os reparos mais trabalhosos e onerosos. Neste trabalho procura-se ainda estudar a importância de implementação de estratégia de manutenção eficaz para contribuir nos planos de manutenção de forma a garantir a preservação, segurança e longa vida útil das pontes.

Delimitação do tema

O presente trabalho de pesquisa realizar-se-á na Província de Nampula, entre os meses de Março do ano 2021 à Abril do ano 2022, visando a falta de manutenção de pontes e necessidade de implantação de estratégias e planos de manutenção para pontes no conselho autárquico da cidade de Nampula.

Problema de pesquisa

Foi ao longo das informações em torno da degradação da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire, que se teve o primeiro contacto com o ciclo de manutenção da ponte sobre a mesma, num contexto em que a ponte facilita nos munícipes na travessia de um ponto para o outro.

As estruturas podem apresentar desempenho insatisfatório devido a diversos factores, a saber: má utilização dos materiais, erros na concepção do projecto, falhas na execução do projecto, perda de capacidade resistente com o passar do tempo, perda da capacidade resistente devido a reacções químicas entre seus componentes internos e factores externos, entre outros. Provocando assim o surgimento de danos.

A manifestação de danos em estruturas indica um comportamento irregular dos componentes da mesma. Estes componentes por sua vez podem apresentar comportamentos irregulares diferentes dependentes de factores variados. Tais irregularidades carecem de avaliações delicadas e correcções precisas, de maneira a serem descobertas suas origens e tomadas as medidas apropriadas, para então garantir o funcionamento da estrutura durante sua vida útil.

Diante do exposto acima indica que toda obra na engenharia carece de monitoramento e manutenção ao longo da sua vida útil.

Todavia, a autoridade de tutela enfrenta problemas relacionados com a situação de manutenção da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire. Em conversa com alguns funcionários do Conselho Municipal da cidade de Nampula, afirmam que a mitigação da manutenção da ponte esta longe de se resolver, visto que tal acção carece de fundos de funcionamento. Por outro lado, importa lembrar que a população circunvizinha necessita da transitabilidade na ponte, de modo a facilitar o deslocamento de um ponto para o outro.

Portanto, de acordo com o contexto apresentado pode-se formular a seguinte questão que irá nortear esta pesquisa. “Qual é motivo do assentamento da ponte sobre o rio Reno que liga a

unidade comunal de Namuatho, popularmente conhecido como Siquia e Namiteca, Bairro de Muahivire, Posto administrativo de Muahala município de Nampula?”

Hipóteses

Para a investigação do tema, tem-se como preposições seguintes:

- a) A ineficiência de manutenção da ponte sobre o rio Reno pode contribuir no assentamento da mesma e;
- b) A transitabilidade de camiões com tonelagem que superam a capacidade da estrutura da ponte pode influenciar no assentamento da mesma

Objectivos

Objectivo Geral

A presente monografia tem como objectivo:

- Avaliar o ciclo de manutenção da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire.

Objectivos específicos

- Descrever o estado da ponte sobre o rio Reno no bairro de Muahivire;
- Diagnosticar as patologias presentes na ponte em estudo;
- Apresentar as possíveis correções;

Justificativa

O interesse pelo estudo surge em torno da degradação da ponte sobre o rio Reno no bairro de Muahivire, que dificulta a travessia e transitabilidade dos utentes devido a elevada degradação, num contexto em que tal situação vem limitando a travessia de uma zona para outra.

A gestão da manutenção de uma ponte, que é uma estrutura complexa e que afecta todo um meio ambiente (cidade) requer um grande conhecimento técnico.

O impacto de um mau gerenciamento do processo de manutenção de uma ponte não afecta somente os custos, colocando em risco a saúde financeira daquele empreendimento, mas também a performance das actividades que dependem desta estrutura para serem executadas.

Houve paralisação de circulação de veículos de transporte colectivo no ano 2019 pós período chuvoso, visto que se registou várias dificuldades na circulação de veículos automóveis dado aos vários defeitos constatados na via e falta de intervenção pela entidade gestora.

Portanto, ao nível pessoal o estudo é de carácter relevante visto que, irá ajudar na aquisição de conhecimentos sólidos em torno da manutenção de ponte, de igual modo, fornecerá estratégias, directrizes ou ainda mecanismos de solução desta problemática que assola não só os utentes do bairro, como também a autoridade de tutela.

Ao nível académico, para a conclusão do curso o proponente deve realizar um estudo de carácter científico “monografia” como uma das normas que a Universidade recomenda.

Ao nível social, o estudo contribuirá para uma possível inter-relação entre os utentes e as autoridades de tutela, também irá contribuir para uma melhor condição de travessia de um ponto para o outro, o que consequentemente gerará maior satisfação ao nível dos munícipes.

Ao nível Técnico Científico, será mais uma visão científica mostrando abordagens diferentes em prol do assunto, visando com tudo, trazer a tona mecanismos de como solucionar problemas relativos a manutenção pontes, num contexto em que nem todas as necessidades podem ser satisfeitas pelas instituições dado o défice na capacidade de resposta aos desafios económicos – financeiros, sociais e demográficos.

Portanto, por se tratar de um assunto complexo e que impacta recorrentemente os usuários dessa estrutura, houve motivação por parte do proponente para execução desse trabalho.

Estrutura do trabalho

O presente trabalho está estruturado, além das disposições iniciais, em 5 capítulos:

Nas disposições iniciais constam os elementos pré-textuais, como a introdução que traz breve estudo de objecto e sua relevância, justificativa do tema, descrevendo sua problematização com as possíveis hipóteses e seus respectivos objectivos para concretização da pesquisa.

Capítulo I: O primeiro capítulo aborda sobre a fundamentação teórica da pesquisa, buscando uma aproximação teórica e conceitual sobre o tema. Nesse capítulo, faz-se uma revisão sobre os conceitos e noções das obras de arte e manutenção.

Capítulo II – O segundo capítulo, refere-se aos procedimentos metodológicos, que trata do percurso e dos métodos que foram utilizados no desenvolvimento da pesquisa como instrumento de recolha de informações para compilação deste trabalho.

Capítulo III - Neste capítulo faz-se a apresentação dos dados colectados durante a pesquisa. É neste capítulo onde faz-se a apresentação do local de estudo, as patologias mais destacadas e suas possíveis causas.

Capítulo IV – Este é o capítulo da análise dos dados apresentados no capítulo anterior e faz-se também análise do estado de conservação.

Capítulo V - Este é o capítulo sobre disposições finais, dá-se a finalização sobre os aspectos anteriormente falado, requerendo assim mencionar os pontos finais dos quais foram abordados e suas devidas sugestões e conclusões.

CAPÍTULO I - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

1.1. OBRAS DE ARTE

A drenagem de transposição de talvegues, tem por objectivo permitir a passagem das águas que escoam pelo terreno natural, não as interceptadas de um lado para outro do corpo da estrada projectado. Assim estes dispositivos de drenagem isolados ou em conjuntos são estruturas projectados para conduzir as águas de uma bacia hidrográfica interceptados pela estrada.

“No caso da transposição de talvegues, essas águas originam-se de uma bacia e que, por imperativos hidrológicos, têm de ser desviadas de maneira a não comprometer a estrutura da estrada, levando ao seu comprometimento. Esse objectivo é alcançado com a introdução de uma ou mais linhas de aquedutos sob os aterros ou construção de pontilhões ou pontes transpondo os cursos de água, obstáculos a serem vencidos pela rodovia, “ (DNIT, 2006).

As obras para transposição dos talvegues podem ser separadas por 2 tipos a saber:

- Aqueduto (Box culvert e Pipe culvert) – Obra de arte corrente
- Pontes – Obra de arte especial

A facilidade de deslocamento das pessoas e bens na cidade, com o objectivo de desenvolver actividades económicas e sociais no perímetro urbano de cidades, aglomerações urbanas e regiões metropolitanas. Exige construção de infra-estrutura, dentre as quais Viadutos e Passagem superior para pedestre, que possibilita o ir e vir quotidiano. Estas obras pertencem a classe das obras de arte especiais.

- Viaduto – (Ponte)
- Passagem superior para pedestre - (Ponte)

O uso do termo “obras de arte” existe desde o início da construção de estruturas para a transposição de obstáculos à continuidade de uma via. Este nome foi dado pois, naquela época, estas construções eram realizadas com base no empirismo e criatividade de seus idealizadores, o que as levava à condições de trabalhos de arte, (França, 2001). A engenharia foi modernizando e aprimorando e o empirismo foi aos poucos sendo substituído pelos métodos científicos. No entanto, esta expressão permanece até os dias actuais, se subdividindo em “obras de arte correntes” (OAC) e “obras de arte especiais” (OAE).

As obras de arte corrente são dispositivos drenantes constituídos por linha de escoamento de água, sobre o terreno natural, tendo todo o aterro sobre si, normalmente posicionados transversalmente a plataforma, permitindo a livre passagem de água sob a rodovia. Podem drenar as águas precipitadas fora do corpo estrada e acumuladas nos talwegues naturais ou precipitadas sobre a plataforma e taludes de cortes e acumuladas em caixas colectoras. Normalmente se repete ao longo da estrada, obedecendo geralmente a projecto padronizado.

O Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes brasileiro (DNIT) atribui o termo “obra de arte corrente” apenas aos aquedutos.

SANTOS (2018:2), vai mais longe ao estender o conceito de obra de arte especiais incluindo rodovias e ferrovias.

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 projecto, execução e manutenção.

Segundo definição contida no Manual de Projecto de Obras-de-Arte Especiais do Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes (DNIT), “as obras-de-arte são uma parte do traçado da rodovia e a ela devem estar perfeitamente integradas; isto significa que as obras-de-arte muitas vezes se situam em segmentos de níveis elevados, de curvatura horizontal e vertical ou são forçadas a vencer obstáculos com grande intensidade.”

Obra de arte corrente são obras destinadas a permitir a passagem livre das águas que ocorrem as estradas e possuem projecto padrão – Aquedutos.

Obra de artes especiais são obras de infra-estrutura das cidades, para a transposição de obstáculos à continuidade de uma via possuem um projecto específico para cada particularidade, ou seja, cada análise específica envolvendo as devidas etapas.

1.1.1. Aqueduto

Segundo as Normas de execução da ANE, “aquedutos são tubos de drenagem transversal feita geralmente de metal, betão, alvenaria, e instalada por baixo da superfície da estrada, para conduzir ou retirar a água do interior da estrada para fora”. São constituídos para permitir a passagem de água de pequenos riachos ou linhas de água em zonas baixas.

Figura02: Aqueduto, EN104



Fonte: (Proponente, 2021)

O projecto de drenagem tem como objectivo o dimensionamento de aqueduto de forma a garantir a transposição das águas de forma segura, de um lado para outro da rodovia.

Dentro de uma visão mais ampla, pode-se dizer que o projecto de drenagem compreende o dimensionamento de novos aquedutos e a avaliação das obras existentes na rodovia, quanto a seu funcionamento, estado de conservação, suficiência de vazão e o seu posicionamento.

O dimensionamento hidráulico das obras de arte correntes é feito com base nas vazões calculadas para as bacias hidrográficas interceptadas pelo traçado da rodovia, fornecidos pelos estudos hidrológicos e informações de campo.

O DNIT, através do seu Manual de Drenagem de Rodovias (2006) prescreve que “ os aquedutos podem ser classificados em quatro classes, a saber: quanto à forma da seção; quanto ao número de linhas; quanto aos materiais com os quais são construídos; e quanto à esconsidade.”

1.1.1.1. Classificação Dos Aquedutos

Tabela 1. Classificação dos aquedutos

ATRIBUTO	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Quanto à forma da seção	Tubulares	Quando a seção é circular.
	Celulares	Quando a seção é rectangular ou quadrada.
	De seção especial	Quando tiver seção diferente das tubulares e celulares (por exemplo, elipsóide, ovóide, arco etc.).

Quanto ao número de linhas (seções drenantes)	Simple	Quando houver somente uma linha de tubos ou de células.
	Duplos ou triplos	Quando houver, respectivamente, 2 (duas) e 3 (três) linhas.
	Quádruplos	Quando houver 4 linhas, e assim sucessivamente.
Quanto ao material	Betão simples	Feito sem utilização de Armadura (Aço)
	Betão armado	Utilizada armação de Aço para aumentar resistência
	Chapa metálica corrugada.	Se necessário pode utilizado algum betão para nivelamento das chapas que irão compor o aqueduto
Quanto à escondidade	Normais	Quando o eixo do aqueduto coincidir com a normal ao eixo da rodovia.
	Esconsos	Quando o eixo longitudinal do aqueduto fizer um ângulo diferente de zero com a normal ao eixo da rodovia.

Fonte: (Vale, 2011)

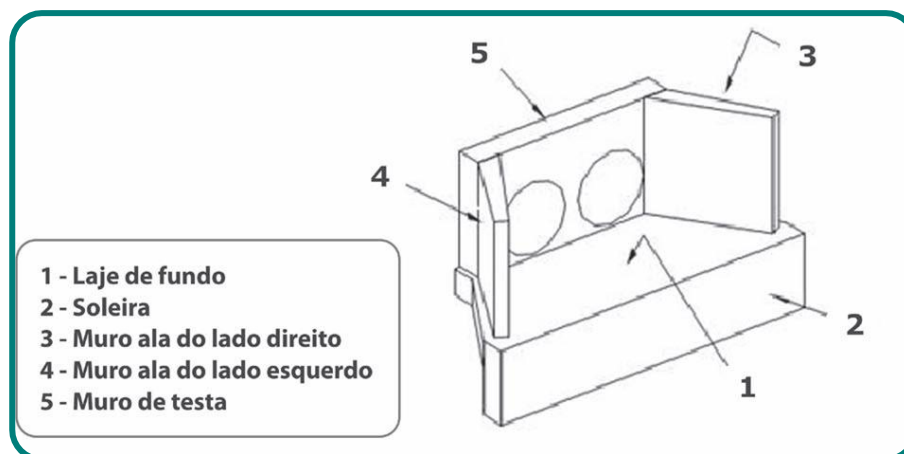
1.1.1.2 Elementos Constituintes de um Aqueduto

Os aquedutos são compostos pelas seguintes partes:

- Corpo - parte situada sob corte e aterros, podendo estar sujeito a elevadas sobrecargas;
- Bocas - dispositivos de admissão e lançamento, a montante e a jusante.

os elementos típicos de uma boca de aqueduto são os ilustrados na figura abaixo.

Figura 3: elementos constituintes da boca de um aqueduto



Fonte: Vale, 2011

1.1.2. Pontes

Segundo a Norma de Execução da ANE define Ponte como sendo estrutura de betão, metálica ou alvenaria, que permite a passagem sobre um curso natural de água.

Também Segundo os autores (Pinho & Bellei, 2007, p. 138) Desde a remota antiguidade, quando as populações começaram a se agrupar em comunidades (aldeias e cidades), surgiram as pontes e mais tarde os viadutos, assim classificados quando o obstáculo a ser vencido não é constituído por água.

Sobre a definição de pontes e sua relação com viaduto podemos afirmar que:

Ponte é uma construção destinada a estabelecer a continuidade de uma via de qualquer natureza. O obstáculo a ser transposto pode ser de natureza diversa, e em função dessa natureza são associadas as seguintes denominações: Ponte (propriamente dita) - quando o obstáculo é constituído de curso de água ou outra superfície líquida como por exemplo um lago ou braço de mar. Viaduto - quando o obstáculo é um vale ou uma via. (Debs & Takeya, 2007, p. 5)

Assim, Ponte é uma obra destinada a carregar tráfego sobre obstáculos à continuidade de uma via; estes obstáculos podem ser rios, córregos, braços de mar, outras vias de tráfego, vales, ravinas, entre outros.

Pontões - Ponte de pequeno vão. Usada para a transposição de talvegues nos casos em que, por imposição da descarga de projecto ou do greide projectado, não possam ser construídos aquedutos.

Os elementos necessários ao projecto dos pontões são os mesmos das pontes com excepção do tempo de recorrência que, no caso dos pontilhões, se considera em geral inferior ao das pontes. Esse valor está relacionado ao menor risco a temer com referência à destruição da obra ou interrupção do tráfego.

PFEIL (1985) Acrescenta que a denominação pontilhão é usada nos casos em que as pontes são constituídas por pequenos vãos (3,00 a 10,00 m) e pontes para vãos maiores que 10,00 m.

Figura 4: Ponte Ilha de Moçambique, Nampula



Fonte: (Google, 2021)

1.1.2.1. Classificação das pontes

Assim, a classificação pode ser realizada levando em consideração várias características tendo as mais comuns como a extensão do vão, os materiais utilizados para a sua construção, tipo estrutural, e o tipo de tráfego a ser empregado.

Tabela 2. Classificação das pontes

ATRIBUTO	CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO
Quanto à extensão do vão	Pontões	Comprimento do vão de 1 a 12 metros
	Pontes	Comprimento do vão acima de 12 metros.
Quanto à material utilizados para sua construção	Madeira	Uso da madeira como material estrutural. Utilizando tecnologia e tratamento com preservativo químico.
	Alvenaria	Uso de blocos de cimento/areia ou tijolo com assentamento de argamassa, empregando técnicas apropriadas.
	Betão simples	Uso de betão sem armação (sem uso de varão).
	Betão armado	Uso de betão armado nos elementos estruturais
	Betão pré-esforçado	Uso de elementos pré-esforçados, solução óptima para vencer grandes vãos.
	Aço	Uso de estruturais metálicas com tratamento específico para vencer a corrosão
Mistas (betão e aço)	Uso de estruturais em betão armadas e estruturais metálicas.	

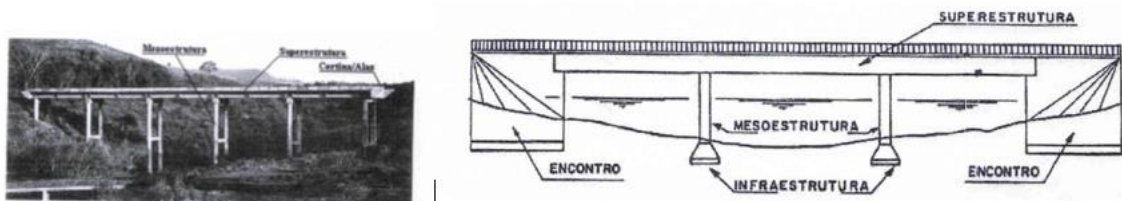
Quanto ao sistema estrutural da superestrutura	Ponte em viga	A plataforma é levantada por uma ou mais vigas, os esforços de flexão são aplicados nessas vigas e elas distribuem as cargas para os pilares que as suportam em ambas as extremidades.
	Ponte em pórtico	São conceituadas como a não utilização de aparelho de apoio entre a superestrutura e a infraestrutura (a viga e o pilar são um único elemento estrutural).
	Ponte em arco	Tipo estrutural que apresenta a possibilidade de ter os esforços de flexão reduzidos em função da sua forma.
	Ponte pênsil	Estruturas suspensas possuem o tabuleiro contínuo, sustentando por vários cabos metálico, ligados a dois cabos maiores apoiados em torres de sustentação e ancorados nas extremidades.
	Ponte estaiada	É um tipo de ponte suspensa por cabos, constituída de um ou mais mastros, de onde partem cabos de sustentação para os tabuleiros da ponte.
Quanto à Tipo de tráfego a ser empregado	Rodoviárias	Destinadas a tráfego de automóveis
	Ferroviárias	Destinadas a tráfego de comboios
	Passagem superior para pedestres	Destinadas a tráfego de pessoas
	Mistas	Destinadas a mais de um tipo de tráfego, por exemplo ponte rodo-ferroviária que serve para estabelecer a continuidade de uma rodovia e de uma ferrovia.

Fonte: (ANE,2015; PFEIL,1979 e Vale, 2013)

1.1.2.2.Elementos constituintes das pontes

Para MASON (1977), e PFEIL (1979), as pontes são divididas em: superestrutura, mesoestrutura e infra-estrutura.

Figura 5: ponte com e sem encontro



Fonte: (Google 2021)

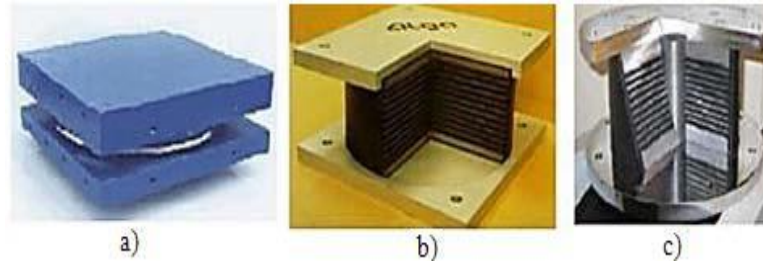
a) A mesoestrutura

A mesoestrutura é constituída pelos apoios, que são elementos estruturais que se desenvolvem preferencialmente no sentido vertical, podendo também ser inclinados, cuja finalidade é fazer chegar as fundações as reacções da superestrutura.

A morfologia dos apoios compreende as seguintes soluções:

- **Aparelho de apoio** - São peças de transição entre os vigamentos principais (superestrutura) e os pilares ou encontros (mesoestrutura). Destinados a transmitir as reacções, sem impedir as rotações.

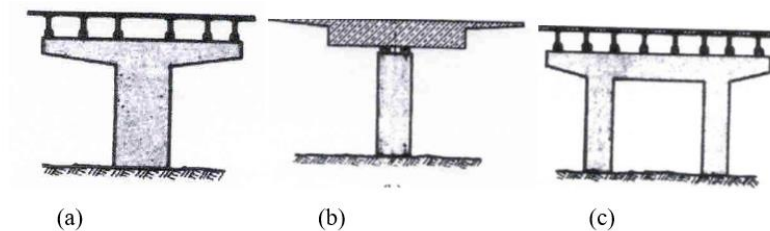
Figura 6: Tipos de apoio a) FSP; b) HDRB; c) LRB



Fonte: (Guerreiro, 2011)

- **Pilar** - elemento de suporte, normalmente situado na região intermediária, e que não tem a finalidade de arrimar o solo. Podendo se apresentar de diversas formas: pórticos; pilares únicos ou apoio em T – soluções óptimas para obras urbanas, onde se necessita um mínimo de perturbação das vias inferiores existentes.

Figura 7: Apoio de pontes: a) apoio em T; b) pilar único; c) pórtico



Fonte: (PFEIL, 1983)

- **Torres** - são suporte de maior altura existente nas pontes penséis ou estaiadas para a colocação dos cabos e pendurais de suspensão.

Figura 8: Torre da ponte Maputo-Katembe



Fonte: (Google, 2021)

- **Encontros** - são elementos estruturais que possibilitam uma boa transição entre obras-de-arte especiais e rodovias. São simultaneamente os apoios extremos das obras-de-arte, e elementos de contenção e estabilização dos aterros de acesso.

Figura 9: Encontro da ponte rio Muhala – cidade de Nampula



Fonte: (Autor, 2021)

b) A superestrutura

É a parte da ponte destinada a vencer o obstáculo. Que se situa acima dos apoios, podendo genericamente ser constituída pelos seguintes elementos:

- **Estrutura secundaria (tabuleiro)** - constituído pelo estrado e vigeamento secundário, que recebem directamente as cargas de utilização da ponte (cargas móveis).

- **Estrutura principal** – sistema estrutural que tem a função de vencer o vão livre ou distancia entre os dois apoios sucessivos (vão), recebendo a totalidade das cargas aplicadas na superestrutura.

O material empregado e a solução estrutural adoptada para a estrutura principal geralmente definem o tipo de ponte.

Figura 10: Estrutura secundaria e principal da ponte



Fonte: (Google 2022)

- **Enrijamentos** - São elementos que conferem rigidez a ponte, para que a mesma possa funcionar e resistir como um todo. Esta rigidez e obtida por meio de ligações entre os diversos elementos resistentes, e que se constituem basicamente dos:

Os contraventamentos, elementos de ligação que enrijecem transversalmente as pontes, tomando-as capazes de resistir aos esforços transversais, principalmente o vento – daí o nome, contraventamento.

Os travejamentos visam principalmente resistir as acções que se desenvolvem longitudinalmente nas pontes, frenagem, aceleração, empuxos. São mais comuns nas pontes metálicas e de madeira, geralmente não existindo nas pontes de betão armado, graças ao monolitismo natural da estrutura.

- **Pendurais** - elementos estruturais, que trabalham em tracção e que se apresentam nas pontes em arco com tabuleiro inferior ou intermediário, e nas pontes pênsis e estaidas.
- **Tímpanos** - elementos de ligação entre o arco e o tabuleiro superior, e tem por finalidade transmitir ao arco todas as cargas aplicadas no tabuleiro. No caso da ponte em abobadas de alvenaria ou betão, o tímpano se apresenta cheio já nas pontes em betão armado, os tímpanos se apresentam vazados.
- **Cortinas e alas laterais** - elementos estruturais transversais colocadas na extremidade das pontes sem encontros, sua finalidade, além do enrijamento transversal que proporciona e a de retenção parcial dos aterros de acesso. São projectadas com a

largura total da ponte e são reforçadas inferiormente por meio de uma viga horizontal destinada a resistir aos impulsos dos aterros de acesso.

As cortinas devem ser dotadas de alas laterais, cuja função é melhorar a contenção lateral dos aterros.

- **Junta de dilatação** - nos tabuleiros de pontes com grande extensão, há necessidade de prever interrupções estruturais que permitam os movimentos provocados pelas variações de temperatura e, no caso do betão, pela retracção e fluência deste material.

Por serem dispositivos caros, de substituição difícil e onerosa, e que exigem tratamento especial, as juntas devem ser evitadas ou pelo menos, restringidas ao número mínimo necessário.

- **Dispositivos de protecção** - os dispositivos de protecção, para veículos e pedestre, são os seguintes: barreiras de betão, guarda-rodas, defensas metálicas, guarda-corpos.
- **Placas de transição** - são lajes de betão armado apoiadas em um dente da estrutura (na cortina ou no encontro) e no próprio terrapleno. Sua função é a de amenizar diferença de nível entre o aterro e o tabuleiro da ponte, provocadas por recalque do primeiro.

A transição entre ponte e rodovia é um ponto crítico para manutenção de um tráfego fluente e confortável. Diversos factores concorrem para que esta transição não seja confortável e segura: deficiência de projecto; defeitos de construção; conservação inadequada; obras curtas com extremos em balanços muito flexíveis; aterros mal compactados ou em processos de adensamento; drenagem insuficiente ou mal conservada.

- **Elementos de drenagem** - elemento de drenagem têm função de escoar a água da chuva que cai sobre o tabuleiro.

Nas pontes rurais, a inclinação transversal da pista conduz a água para os bordos, onde escoam pelos drenos, caindo directamente sobre o solo.

Nas pontes urbanas, costuma-se empregar tubulações de drenagem, que conduzem a água do tabuleiro para o sistema de águas pluviais da rua.

c) A infra-estrutura

A fundação é a parte de uma estrutura composta por elementos estruturais, geralmente construídos abaixo do nível final do terreno, e que são os responsáveis por transmitir ao solo todas as acções (cargas verticais, forças do vento, etc.) que actuam na obra.

As seguintes soluções são comuns para as pontes:

- **Fundações directas** - é aquela em que a carga é transmitida ao solo, predominantemente pelas tensões distribuídas sob a base do elemento estrutural de fundação.

O elemento de fundação superficial mais comum é a sapata, que pela área de contacto base-solo transmite as cargas verticais e demais acções para o solo, directamente.

- a) Sapatas - rígidas ou flexíveis;
 - b) Blocos – mesmas forma que as sapatas, porem com maior volume e geralmente em betão simples, sem necessidade de armaduras;
 - c) Ensoleiramento geral.
- **Fundação indirectas** - que transmite a carga ao terreno ou pela base (resistência de ponta) ou por sua superfície lateral (resistência de fuste) ou por uma combinação das duas, devendo sua ponta ou base estar assente em profundidade superior ao dobro de sua menor dimensão em planta, e no mínimo 3,0 m.
- a) Estacas de madeira;
 - b) Estacas pré-moldadas de betão armado ou pré-esforçado;
 - c) Estacas de betão moldado no local;
 - d) Estacas metálicas -perfis laminados simples ou compostos
 - e) Tubulões – a céu aberto ou sob ar comprimido;
 - f) Caixões.

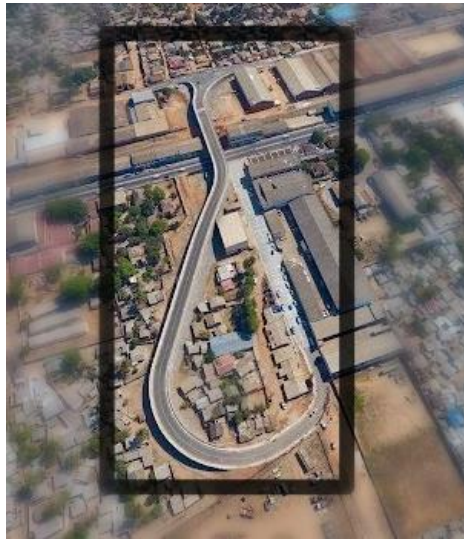
1.1.3. Viadutos

Viadutos são pontes rodoviários e ferroviários utilizados para a transposição de obstáculos naturais ou já criados pelo homem. Entretanto, o viaduto tem por finalidade cruzar um vale ou uma via. Ou seja, são obras de engenharia que possuem o objectivo de dar continuidade a uma estrada. Assim, quando as limitações não são formadas por água, as pontes são chamadas de viadutos (Pfeil, Pontes em Concreto Armado, 1985) Outra definição (Gorges, 2005, p. 1) são ponte sobre vales, outras vias ou obstáculos geralmente não constituídos por água.

Figura 11: Viaduto - Nampula



Fonte: (Google, 2021)



Fonte: (Google earth, 2021)

1.1.4. Passarelas

Passarela é a obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres - Código de Trânsito Brasileiro, segundo a NBR 9050/2004 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. (ABNT, 2004). Já para a NBR 7188/2013 – Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas – passarela é uma estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e/ou artificiais exclusivamente para pedestres e/ou ciclistas. (ABNT, 2013).

Passarelas são estruturas construídas pelo homem para transpor obstáculos naturais ou os construídos por ele mesmo, além de zelar pela sua própria segurança. Encontra-se passarelas sobre rios, lagos, estradas, ferrovias, vales e também como ligação entre edifícios, que visam a separação física entre o fluxo de pedestres e conflitos que as pessoas não são capazes de lidar, como correntezas de água, a altura dos prédios e veículos em alta velocidade.

Uma passarela rodoviária é um tipo de ponte construída para pedestres sobre uma via de trânsito rápido, separando fisicamente o fluxo de pedestres e de veículos, eliminando possíveis conflitos entre os mesmos. Pelo facto de serem consideradas de uso público, as passarelas devem ser duráveis, adequadas e bonitas. Segundo (Rosenblum, 2009) o que se espera em relação às passarelas, pontes e viadutos, é que eles possibilitem a travessia e garantam uma passagem segura.

Figura 12: Passarela, cidade de Maputo



Fonte: (Google, 2022)

1.2.Elementos de projecto

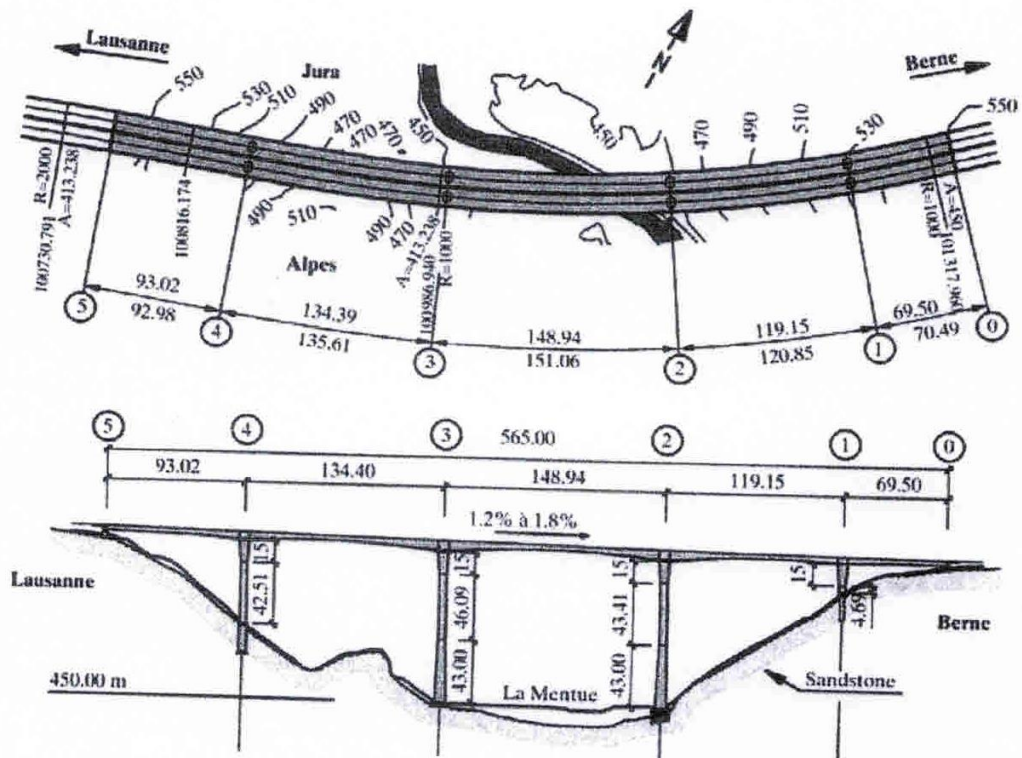
O projecto de uma obra de arte especial exige o conhecimento de uma quantidade razoável de elementos que definem a obra a ser executada e elementos complementares que possibilitam a execução da obra, que geralmente pertencem a dois (DNIT, 2007):

- Elementos de campo
- Elementos básicos de projecto.

1.2.1. Elementos de campo

- Planta de situação, com o traçado do trecho da rodovia onde a obra será implantada e os obstáculos serem transpostos, como cursos de água, outras vias de tráfego, etc.
- Seção longitudinal, ao longo do eixo da ponte, mostrando o perfil da rodovia o perfil do terreno e os gabaritos ou secções de vazões a serem atendidos.
- Gabarito da secção transversal do tabuleiro, com indicações da largura das faixas de tráfego, acostamentos, passeios para pedestres, etc.;
- Características do solo de fundação (sondagem), com indicação dos valores característicos das camadas do solo;
- Níveis máximos e mínimos das águas;
- Condições de agressividade do meio ambiente;
- Condições de acesso ao local da obra, para o transporte de equipamentos e materiais.

Figura 13: Exemplo de planta e seção longitudinal



Fonte: (Marques, 2021)

1.2.2. Elementos básicos de projecto

São as normas, manuais, detalhes, especificações e princípios que devem ser seguidos na elaboração de um projecto de obra-de-arte especial (OAE).

1.3. MANUTENÇÃO E PLANIFICAÇÃO DE PONTE

As estradas de nível provincial na África subsariana têm sido muito afectada pela falta de manutenção e pela deficiente execução desta. Isso aplica-se tanto às estradas de baixo volume de tráfego como às estradas de elevado volume de tráfego. Contudo, as estradas de baixo volume de tráfego têm sido mais afectadas por estes factores porque é-lhes atribuída uma prioridade reduzida no que se refere à atribuição de recursos. (ANE, 2011).

Desse modo, para prolongar a vida útil das pontes, procedimentos devem ser realizados, dentre estes inspeções, diagnósticos, e manutenção.

1.3.1. Ciclo de Manutenção

O objectivo principal da manutenção é assegurar as condições normais de serviço das estruturas, mantendo-as no nível de capacidade previsto em projecto e assegurando que o tráfego rodoviário se processa sem restrições e nas condições de conforto e velocidades previstas.

As Normas de execução da ANE estabelecem uma série de actividades que se inclui actividades do trabalho para garantir o nível de qualidade que deve ser atingido nos trabalhos executados para garantir a melhor prestação de serviço aos utilizadores das estradas. Com isso deve haver uma maior preocupação com a manutenção das pontes, as quais não tem uma gestão de manutenção eficientes. Basicamente só há a prática de um tipo de manutenção: a manutenção periódica. Esse tipo de manutenção ocorre quando há a necessidade de reparos emergenciais e em carácter emergencial além de ser a que tem o custo mais elevado devido ao seu carácter emergencial. Não há como eliminar a manutenção periódica, porém há como minimizá-la fazendo uso tanto da manutenção de rotina quanto. visa a prevenção de falhas com um acompanhamento prévio da ponte e, conseqüentemente, proporcionam uma economia de capital que poderá ser usado em outro investimento.

A falta de manutenção adequada das obras traduz-se, em geral, por uma diminuição da durabilidade da vida das mesmas e por um agravamento do seu estado, as quais normalmente conduzem a despesas agravadas e a problemas de funcionalidade, tais como, limitações de carga e velocidade, risco de acidentes, etc.

Existe um costume, bastante comum, de considerar que a vida das pontes é extraordinariamente longa, talvez até infinita, pela impressão de robustez e solidez que esse tipo de obra transmite. Mesmo considerando-se que, de modo geral, tais obras representam verdadeiros exemplos de grande durabilidade, na maioria das vezes sob condições de uso totalmente adversas, convém lembrar que elas não são eternas.

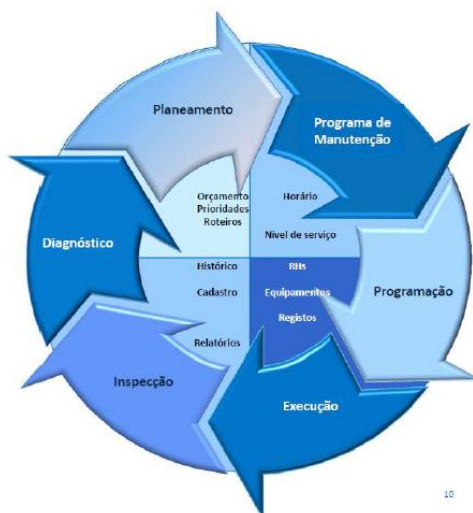
Um sistema de gestão de obras de arte representa um instrumento de fundamental importância, pelo facto de permitir decisões rápidas e eficazes baseadas em parâmetros técnicos e científicos voltados para a optimização do funcionamento e dos custos de manutenção desses importantes patrimónios públicos.

Uma gestão dessas obras eficaz deverá basear-se em um rigoroso cadastro de todas as obras nos trechos de sua jurisdição e num programa de vistorias sistemáticas. Deverá, ainda, incluir

diversas actividades técnicas, organizacionais e administrativas com o objectivo de instruir e por em prática uma política que contemple a conservação, a recuperação, a ampliação e a substituição de obras.

A acção da Manutenção obedece a um ciclo que visa a melhora contínua do desempenho da Infra-estrutura rodoviária, conforme demonstra o esquema seguinte:

Figura 14: Ciclo de manutenção



Fonte: (Marques, 2021)

1.3.2. Planeamento de Manutenção

Segundo o manual da ANE, o planeamento constitui uma parte essencial do processo de manutenção. Os orçamentos destinados à execução de trabalhos de manutenção são limitados e muitas vezes inadequados, especialmente no que se refere às estradas de baixo volume de tráfego. Os materiais são escassos e cada vez mais caros. A capacidade de implementação da manutenção é também significativamente limitada nalgumas áreas. Deste modo, a utilização dos recursos disponíveis de forma mais racional em termos de custo/eficiência exige a elaboração de um planeamento, a definição de prioridades.

Portanto a planificação das manutenções e a utilização de ferramentas de controle de manutenções se torna um aliado no controle dos custos gerados por estas actividades.

Entende-se que para a maioria das organizações realizarem planeamentos adequados para fornecer o melhor atendimento aos seus clientes é necessário o estabelecimento correcto em seus processos internos, a fim de realizar planeamentos eficientes e ainda estabelecer meios para que estes sejam cumpridos.

Quando se trata de planeamento estratégico, frequentemente se confunde com previsão, projecção ou até mesmo plano, porém segundo Oliveira (2010, p.4) “o planeamento estratégico corresponde ao estabelecimento de um conjunto de providências a serem tomadas pelo executivo para a situação em que o futuro tende a ser diferente do passado” Entretanto, a organização dispõe de condições e meios de agir sobre as variáveis e os factores, de modo que possa exercer alguma influência; o planeamento é, ainda, um processo contínuo, um exercício mental que é executado pela organização, independentemente da vontade específica dos seus executivos.

Dessa forma é possível entender que o planeamento se torna ferramenta para garantir que o futuro seja diferente do passado, considerando suas variáveis para atingir os objectivos traçados pela organização.

1.3.3. Tipos de Manutenção de obras civis

Pode-se dividir manutenção de estradas em basicamente quatro tipos conforme a Norma de Execução da ANE.

- **Manutenção de Rotina**

Actividades rotineiras realizadas diariamente ou então, com pequenos intervalos de tempo entre intervenções, durante o ano de manutenção, directamente relacionada à operação e à limpeza da obra, criando condições adequadas para seu uso (conservação).

Figura 15: (a) Lubrificação de aparelhos de apoio (b) limpeza de alvenarias com recurso a cordas e arnês (trabalhos em altura)



Fonte: (Santos, 2008) (a)

(b)

- **Manutenção Periódica**

Actividade ou trabalho que precisam ser executadas numa estrada ou secções de estradas, após alguns anos de acordo com o seu ciclo de vida e o nível de desgaste do pavimento. As operações de manutenção periódica requerem trabalhos de investimento ou recarga do pavimento e reparações das secções danificadas, trabalhos nas obras de drenagem e o perfilamento de talude.

Figura 16: Reparação de betão delaminado com perda de seção na armadura.



Fonte: (Santos, 2008)

Os reparos ocorrem em períodos baseados em informações a respeito da ponte, sendo alimentada por dados dos fabricantes, históricos de manutenção e avaliações das instalações através de actividades rotineiras e de vistoria de inspecção (BEZZERA, 2000).

- **Manutenção de Emergência**

Trabalhos que tem de ser imediatamente realizada em resultado de um problema inesperado, como por exemplo, limpeza da via após queda de rochas.

- **Manutenção Melhorada**

Actividade que diz respeito à intervenção que é levada a cabo numa estrada com objectivo de reduzir as necessidade de manutenção. Esta poderá incluir a melhoria localizada ou a execução de melhorias a baixo custo, como por exemplo os revetimentos de baixo custo de estradas em terra ou saibro que apresentam problemas.

1.3.4. Norma técnica para manutenção de ponte

Não há uma legislação específica em Moçambique que obrigue os órgãos públicos a terem sistemas de manutenção de obras civis. Contudo há normas e manuais que dissertam sobre esse assunto.

Devido à falta de normalização técnica pertinente, pode-se seguir as orientações das entidades abaixo:

- **Norma de execução da ANE e Normas de SATCC.**

Segundo o ANE (2011), estas normas foram preparadas para serem apropriadas para uso nas obras adjudicadas e executadas por empreiteiros locais no nível provincial. As normas propõem um conjunto de serviços mínimos de manutenção visando garantir, a funcionalidade e condição estrutural da estrada e suas OAEs.

Não obstante do assunto existem outras Normas internacionais, destacando-se, orientações da NBR 5674:2012 e do Manual de Obras de Arte Especiais, elaborado pelo DNIT. Também estabelecidas as regras relativas a manutenção e investimentos em obras de melhoria e recuperação.

- **NBR 5674:2012**

A norma NBR 5674:2012 – Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção estabelece os requisitos para a gestão do sistema de manutenção de edificações. A gestão do sistema de manutenção inclui meios para:

- a) Preservar as características originais da edificação e
- b) Prevenir a perda de desempenho decorrente da degradação dos seus sistemas, elementos ou componentes.

Mesmo sendo uma norma voltada para edificações, essa norma é essencial para a criação de qualquer sistema de gestão de manutenção. Sua primeira versão é datada de Setembro de 1999 e, por muito tempo, se tornou a principal directriz para gestão de manutenção na construção civil. A norma elabora directrizes a fim de preservar o desempenho previsto de projecto, além de estabelecer que as informações pertinentes estejam sempre a salvo devido a um fluxo de comunicação actuante por todo sistema.

NBR 5674 não particulariza os itens, isto é, a norma não restringe seus parâmetros aos itens de edificações. As directrizes são adaptáveis à estruturas de OAEs. Como não há uma norma

voltada especificamente para OAEs, a NBR 5674 pode fornecer uma directriz a ser seguida desde que adaptada para a realidade que a OAEs está inserida.

- **Manual de Manutenção de Obras de Artes Especiais (DNIT, 2016)**

Em virtude da carência de normalização técnica pertinente, o DNIT (2016) elaborou o Manual de Manutenção de Obras de Artes Especiais. O manual propõe um conjunto de serviços mínimos de manutenção visando garantir, a funcionalidade e condição estrutural projectada das Obras de Arte Especiais (OAEs).

O manual apresenta conceitos básicos sobre a composição das OAEs e sobre os elementos que requerem inspecções periódicas, identificando as actividades de manutenção que podem garantir a funcionalidade dos elementos por um período maior.

Neste manual é detalhado os passos da gestão de manutenção além de propor um conjunto de serviços mínimos de manutenção que garantam a funcionalidade e condição estrutural projectada das OAEs. O manual visa apresentar informações básicas sobre os elementos que conformam os OAEs e que exigem inspecções periódicas e, uma familiarização com aquelas actividades de manutenção que permitem manter os elementos com a condição de serviço e resposta estrutural para períodos longos.

Através de um detalhamento das actividades de conservação, o DNIT (2016) aborda como é elaborada a Inspeção de uma OAEs, indicando como e quando esta deve ser realizada. Além disso, há ainda a classificação da inspeção em inspeção cadastral, inspeção rotineira, inspeção extraordinária e inspecções especiais.

CAPÍTULO II – METODOLOGIA

Neste capítulo, que faz referência aos procedimentos metodológicos, são apresentados todos os procedimentos técnicos que foram usados para alcançar os objectivos preconizados no trabalho. Nisto, são referenciadas as metodologias, o universo e amostra e os respectivos instrumentos de colecta de dados.

Na perspectiva de MORETTI (2008:26) a metodologia é a explicação minuciosa, detalhada, rigorosa e exacta de toda acção desenvolvida no método (caminho) do trabalho de pesquisa.

LUNDIN (2016:39) diz que

“A metodologia de trabalho é uma exposição que o pesquisador faz sobre os passos a serem seguidos no desenvolvimento do trabalho, com a identificação dos métodos (como fazer a acção) e técnicas (que ferramentas usar para conduzir a pesquisa) a serem usados para tal”.

2.1. Tipo de pesquisa

Os tipos de pesquisas incluem uma série de elementos que serão usados com vista a elaboração do trabalho. Esta série de elementos compreende os caminhos a serem usados com vista a se chegar no macro objectivo.

Todavia, neste este ponto, pretendeu-se descrever a pesquisa quanto a natureza, quanto aos objectivos, quanto a abordagem e quanto aos procedimentos.

a) Quanto à natureza

Importa-nos referir que quanto à natureza a pesquisa foi Básica. Pois de acordo com Kaurak, Manhães e Medeiros (2010) a pesquisa básica tem como propósito gerar conhecimentos novos úteis para um avanço da ciência sem uma aplicação prática prevista.

No que concerne a abordagem, pretendia-se, para além de colectar de dados, fazer uma interpretação do fenómeno em estudo, atribuindo significados sem nenhum intrometimento. Daí que quanto à abordagem a pesquisa foi qualitativa.

Esta pesquisa envolveu a colecta de uma variedade entre estudo de caso, experiências profissionais, introspecção, entrevista, observações /registos de campo, históricos interactivos e visuais – que descrevem momentos significativos rotineiros e problemáticos na vida dos indivíduos.

b) Quanto aos objectivos

Quanto aos objectivos, a pesquisa foi do tipo Explicativa.

Pesquisa Explicativa: identificar os factores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenómenos. É o tipo que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso, é o tipo mais complexo e delicado. (GIL 2008:25)

Isto justifica-se pelo facto de que procurou-se explicar o ciclo de manutenção da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire, com a finalidade de demonstrar a importância da mesma na vida dos munícipes.

Para GIL (2010:28), diz que

“Quando o pesquisador procura explicar os porquês das coisas e suas causas, por meio do registo, da análise, da classificação e da interpretação dos fenómenos observados. Visa a identificar os factores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenómenos; aprofunda o conhecimento da realidade porque explica a razão, o porquê das coisas”.

No entanto, o pesquisador concentrou-se em observar, registar e correlacionar os factos ligados ao ciclo de manutenção da ponte sobre o rio Reno, no bairro de Muahivire, com vista a descobrir os fenómenos e tendências actuais, procurando perceber o passado para compreenderem o presente.

c) Quanto a abordagem

Em termos de abordagem, a pesquisa assumiu o aspecto qualitativo. Isto porque, os dados que se pretendia recolher não poderem ser quantificados.

SEVERINO (2002:22), “pesquisa qualitativa permite mergulhar na complexidade dos acontecimentos reais e indaga não apenas o evidente mas também as contradições, os conflitos e as resistências a partir da interpretação dos dados no contexto da sua produção”.

Contudo, através do aspecto qualitativo, a pesquisa procurou trazer informações evidentes e os constrangimentos que os utentes passam face a falta de manutenção da ponte sobre o rio Reno no bairro de Muahivire.

A opção da pesquisa qualitativa quanto a abordagem dos dados prendeu-se ao facto dela proporcionar maior percepção em relação as respostas dos entrevistados que constituem amostra da presente pesquisa, pois ela não tem a pretensão de enumerar ou medir unidades

ou categorias homogéneas ao descrever qualquer aspecto, mas sim privilegia a atribuição do significado em relação aos dados colhidos por parte do pesquisador.

d) Quanto aos procedimentos

PRODANOV & FREITAS (2013:36), dizem que

“Os métodos de procedimentos (considerados às vezes também em relação às técnicas) são menos abstractos; são etapas da investigação. Assim, os métodos de procedimento, também chamados de específicos ou discretos, estão relacionados com os procedimentos técnicos a serem seguidos pelo pesquisador dentro de determinada área de conhecimento. O(s) método(s) escolhido(s) determinará(ão) os procedimentos a serem utilizados, tanto na colecta de dados e informações quanto na análise”.

No entanto, o procedimento técnico refere-se a maneira pela qual obtemos os dados necessários para a elaboração da pesquisa, torna-se necessário traçar um modelo conceitual e operativo denominado de *design*, que pode ser traduzido como delineamento, uma vez que expressa as ideias de modelo, sinopse e plano.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos, esta baseou-se principalmente no estudo de campo a fim de aferir o fenómeno decorrente.

Pesquisa de campo

“Pesquisa de campo é aquela utilizada com o objectivo de conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema para o qual procuramos uma resposta, ou de uma hipótese, que queiramos comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenómenos ou as relações entre eles. Consiste na observação de fatos e fenómenos tal como ocorrem espontaneamente, na colecta de dados a eles referentes e no registo de variáveis que presumimos relevantes, para analisá-los”. (PRODANOV & FREITAS, 2013)

Porque imperativamente, faz-se uma prévia leitura de diversas obras que abordam o assunto (ciclo de manutenção de ponte) que se deseja estudar, para subsidiar as ideias do pesquisador.

Portanto, o proponente optou na pesquisa de campo com o objectivo de compreender o fenómeno tal como ocorre no local da pesquisa (Ponte sobre rio Reno bairro de Muahivire – cidade de Nampula), através da colecta de dados fornecida pelos entrevistados e por tudo quanto o proponente observou, com vista a obtenção de informações que possivelmente respondam a pergunta de partida ou que concretizem ou não as hipóteses do trabalho.

2.2. Método e instrumento de colecta de dados

Segundo LAKATOS & MARCONI (1992:106) “os métodos de procedimento constituem etapas mais concretas da investigação, com finalidade mais restrita em termos de explicação geral dos fenómenos menos abstractos”.

No entanto, neste trabalho recorreremos os seguintes instrumentos de recolha de dados: entrevista e a observação.

2.2.1. Observação directa intensiva

Em relação as técnica de pesquisa, o proponente valeu-se pela observação que é uma técnica de colecta de dados que não consiste apenas em ver, mas também em examinar os factos que se desejam estudar. (MARCONI & LAKATOS, 1999)

Assim, para a realização da observação, esta, só aconteceu após a autorização do Conselho Municipal da Cidade de Nampula e, seguidamente, o proponente foi registando os aspectos a observar através do seu guião, com vista a obter informações referentes ao ciclo de manutenção da ponte sobre o rio Reno.

Neste trabalho a observação foi feita na ponte sobre o Rio Reno no Bairro de Muahivire, em que observamos a condição de conservação dos seguintes elementos: Pavimentação, tabuleiro, encontros, muros de alas, blocos de fundação e canal a montante e a jusante.

2.2.2. Entrevista

Esta técnica é importante na obtenção de informação por parte dos entrevistados, pois se trata de uma conversa de maneira frontal e franca, metódica e verbal. A esta entrevista seguiu um roteiro previamente estabelecido. As perguntas feitas aos indivíduos são pré determinadas. Em geral a entrevista e o formulário permitiram identificar as linhas mais eficazes para o trabalho em referência. Com o intuito de deixar concentrado e livre os entrevistados, nas respostas, eis o motivo da escolha do formulário de perguntas abertas e fechadas pois elas permitem uma exploração profunda das ideias do entrevistado.

Portanto, foram formuladas perguntas abertas, que deram ao entrevistado uma liberdade completa ao responder as questões que lhe foi dirigida pelo entrevistador.

Para o efeito, a entrevista foi feita em uma fase a saber:

A 1ª. fase que baseou-se no guião em anexo neste relatório, em que foi aplicado a dois (02) gestor de Conselho Municipal de Nampula, cinco (05) engenheiros que trabalham na gestão de infra- estrutura, foi após a observação da ponte, em que eles se dispuseram a colaborar com a tomada de dados, sem nenhuma objecção e foram fieis ao longo do processo fornecendo o essencial de informação.

2.3. Participantes

2.3.1. População e amostra

Qualquer trabalho de pesquisa científico requer definição e a delimitação do universo, isto é, a comunidade em estudo para o caso da presente pesquisa.

Segundo GIL (1995:91), diz que “universo é o conjunto definido de elementos que possuem determinadas características”. Nessa ordem de ideias a pesquisa, tem como universo, todas as pontes da cidade de Nampula. Mais especificamente as pontes da rua nº 2537, estrada que liga à avenida FPLM e o centro de saúde de Mucuache, cidade de Nampula.

De acordo com (SAPATINHA & GUIBUNDANA, (2000:94), afirmam que

“População é o conjunto de todas as unidades que possuem pelo menos uma característica em comum que desejamos medir. Estas unidades podem ser pessoais, domicílios, bancos, universidades, etc. Em muitas ocasiões o termo universo é utilizado no lugar de população”.

Na busca da confirmação ou informação das hipóteses levantadas e na recolha de dados, tendo em conta a densidade populacional, universo, do local onde ocorre o fenómeno, optou-se por fazer o levantamento de dados por amostra.

“A amostra consiste em escolher uma parte, do universo de tal forma que ela seja a mais representativa possível de todo e, a partir dos resultados obtidos relativos a essa parte, poder aferir o mais legitimamente possível, os resultados da população, se esta fosse verificada”. (LAKATOS & MARCONI, 1999)”.

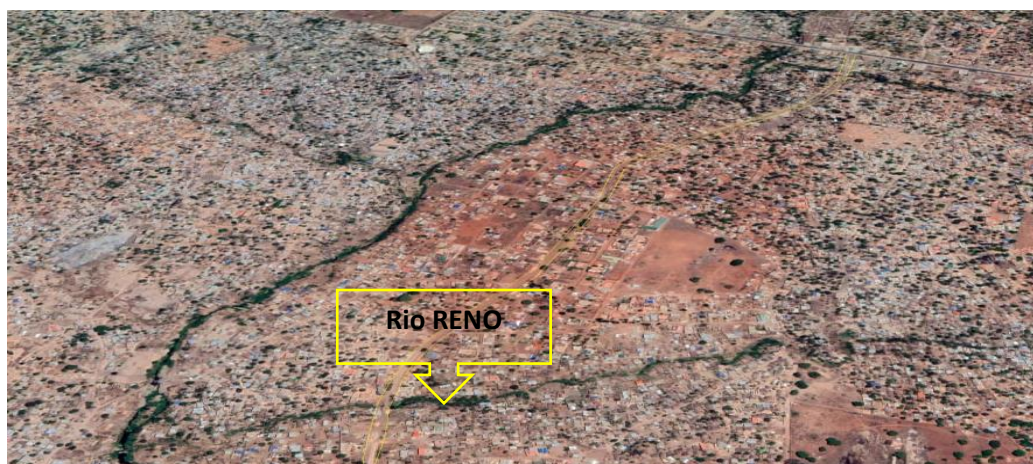
Todavia, para a obtenção de informação necessária a amostra da pesquisa é composta por 1 elementos num universo de 3 pontes, na rua nº 2537. sendo ponte sobre rio Namuatho, ponte sobre rio Reno e ponte sobre rio Sululoni.

CAPÍTULO III - ESTUDO DE CASO (PONTE SOBRE RIO RENO BAIRRO DE NAMITECA – NAMPULA)

3.1. Descrição do estado da ponte sobre rio Reno

A obra estudada trata-se de uma ponte construída na rua N° 2537 sobre rio Reno que separa as unidades comunal de Namuatho e Namiteca, bairro de Muahivire, posto administrativo de Muhala, município de Nampula. Com comprimento total de cerca de 5.40 m com um vão único, construída de laje maciça, suportada por dois encontros, um na margem direita e outro na margem esquerda ambos de 1.70 m de altura, 6.00 m de comprimento e 70 cm de largura, os encontros foram construídos em betão ciclópico. O tabuleiro da ponte consiste em uma laje de betão armado com 6.00 m de largura, 5.40 m de comprimento e 40 cm de altura sem nenhuma junta de dilatação. A faixa de rodagem tem cerca 6.00 m de largura sem separador central. O guarda -corpo da ponte foi construído por pilaretes de betão armado de 20x20 cm e tubos metálicos horizontais de 3.1/4” (82.55 mm). Conforme a proposta de classificação de estradas municipais de Moçambique do MOPHRH no seu manual de PDUL (2021), a Rua N° 2537 enquadra-se na categoria de estrada UC, classe D com TMDA de 220 veículos por dia, aberta ao tráfego, em 2013.

Figura 17: Localização da Ponte com anomalias



Fonte: (Google Earth, 2021)

Ferramenta utilizada para as análises

Para que fossem realizados análises das manifestações patológicas na estrutura da Ponte, foi-se utilizado inspeções visuais nos elementos da ponte. Destacando que a limitação deste

trabalho parte de que baseou-se nas inspecções visuais feitas em uma visão de solo, não tendo o auxílio de relatório geológico-geotécnica que serviu de base ao dimensionamento das fundações para a estrutura. Também não foi utilizado nenhum dimensionamento estrutural para confrontar o projecto verso as cargas solicitadas em função do veículo-tipo, tornando assim um trabalho simplesmente prático e teórico.

Para ser feita a cotagem volumétrica, foi necessário fazer uma análise qualitativa do fluxo de veículos que passavam pela intersecção da avenida FPLM e a Rua Nº 2537 nos dias da semana excluindo os finais de semanas para evitar variação de fluxo de veículos.

A classe de veículos utilizados para realizar a contagem volumétrica foi: ligeiros, Veículos ligeiros simples, Veículos ligeiros de mercadorias vulgarmente designados por “pick-up”, Veículos ligeiros de passageiros com capacidade inferior a 20 pessoas; Pesados, Veículos pesados de passageiros, Veículos pesados de mercadoria com 2-eixos rodado duplo no eixo traseiro, Veículos pesados de mercadoria com 2-4 eixos rodado duplo no eixo traseiro, Veículos pesados de mercadoria com mais de 4 eixos, Tractores agrícolas com ou sem reboque.

Para auxiliar na cotagem volumétrica, uma planilha foi criada no Software Excel, apresenta os principais tipos de veículos encontrados no trafego da região e encontra-se dividida em intervalos de 1 hora no turno das 6 horas as 14 horas.

3.1.1. Superestrutura

- **Lixiviação no tabuleiro da ponte**

A lixiviação do betão é uma das manifestações patológicas mais comuns. Ela é causada basicamente pelo contacto da estrutura com a água.

Em princípio, essa manifestação patológica sozinha não causa maiores problemas para a estrutura de betão, sendo que a maior preocupação é com a estética da estrutura. Quando a infiltração da água dissolve e transporta os cristais de hidróxidos de cálcio, são formados depósitos de sais que surgem como manchas brancas na superfície de betão.

No tabuleiro da ponte, observando pela vista inferior foram identificadas patologias de lixiviação do betão que pode ser causado pela infiltração e escoamento da água pluvial pelas juntas de encontro. O seu tratamento se resume a uma limpeza na superfície para retirada do

carbonato de cálcio . Essa actividade é realizada simplesmente utilizando um jato de água sob pressão.

Figura 18: Lixiviação do betão na parte inferior do tabuleiro



Fonte: (Autor, 2021)

- **Arejamento de solo de pavimento**

A acção de desgaste da superfície consiste basicamente das fases de arrançamento/desagregação, transporte de material e sedimentação de partículas sólidas causadas por agentes erosivos externos, como água, vento e/ou gravidade.

A acção da água da chuva e, mais especificamente, o impacto das gotas sobre o solo pode dar origem a um processo denominado erosão hídrica, caracterizado pela acção de desagregação, transporte e deposição das partículas minerais e demais componentes a elas aderidos, como matéria orgânica entre outros materiais. De modo geral, quanto maior a intensidade e duração da chuva, maior a probabilidade de que a capacidade de infiltração de água no solo seja superada ou que este atinja o ponto de saturação mais rapidamente, dando origem a escoamentos superficiais, com diferentes características de fluxo.

A água que continua a precipitar e escoar pelo terreno tem seu maior ou menor potencial erosivo relacionado à frequência e intensidade das chuvas bem como a características topográficas e de relevo, como comprimento e grau do declive, tipo de solo e susceptibilidade a erosão, cobertura vegetal e práticas conservacionistas, entre outros factores.

A cobertura vegetal e o solo superficial com raízes, além do lixo lançado na superfície, quando soterrados por esse material, vão sofrendo decomposição ao longo do tempo e passam

a construir uma superfície rica de material orgânica, que quando saturada pelas águas percolantes funciona como lubrificante para deslizamento.

A soma dos factores anteriormente mencionados contribuíram para o arrançamento de solos no pavimento da estrada, principalmente na região de transição aterro-ponte, por falta de laje de transição e por assentamento do aterro de acesso. Algumas técnicas como: recompor o revestimento vegetal dos taludes para reduzir a infiltração e conter a erosão; fazer o redireccionamento da drenagem para evitar concentração de água sobre a plataforma, poderiam ser empregado para evitar os defeitos e colapso dessa ponte.

Figura 19: Arrastamento do solo



Fonte: (Proponente, 2021)

- **Carbonatação do betão no Guarda-corpo da ponte**

No betão não contaminado as armaduras encontram-se protegidas contra a corrosão devido à elevada alcalinidade do meio. Nestas condições forma-se à superfície da armadura uma barreira de protecção que impede a sua corrosão. A perda do ambiente favorável criado pelo betão em torno das armaduras, provocada pela reacção do dióxido de carbono existente no ar com o hidróxido de cálcio do betão, é o início de um processo que conduz à degradação das estruturas de betão armado.

A carbonatação é o fenómeno que lhe está associado, existente por um lado devido a microestrutura do betão, e por outro lado devido a presença do dióxido de carbono no ar. Por si não constitui causa de deterioração do betão mas os seus efeitos são importantes. Não sendo um problema para o betão, as suas consequências tornam-se um problema no âmbito da durabilidade das estruturas de betão armado.

A durabilidade de uma estrutura de betão armado pode depender da corrosão do aço das armaduras, quando o betão não cumpre a sua função protectora. O que é notório na figura 20.

Figura 20: carbonatação do betão



Fonte: (Proponente, 2021)

3.1.2. Mesoestrutura

- **Ruptura do Encontro da Ponte**

Solo é um material muito heterogéneo e com características que podem variar facilmente quando sob condições adversas. Chuvas, extracção vegetal, tensões externas acabam por interferir em suas propriedades e resistências, portanto as contenções não devem apenas contrapor-se aos empuxos ou tensões em terreno onde a condição de equilíbrio foi alterada. Elas devem controlar a água e sustentar interferências.

A principal função dos muros de arrimo é conter o solo e como consequência transmitir esforços ao terreno de sua fundação em sapatas corridas ou bloco. A estrutura deverá então suportar as pressões laterais (empuxo) do material a ser contido de forma a garantir segurança ao talude, através do seu peso próprio e dos esforços na base, reagem aos empuxos, garantindo estabilidade.

Devido aos inúmeros efeitos que a água pode exercer sobre um maciço de solo, é extremamente necessários que se tomem os cuidados recomendados no que diz respeito a drenagem adequada do terreno. Ela causa o aumento do peso específico, aumento da poro-pressão e por consequência a diminuição da pressão efectiva, das forças de percolação, sob pressão e outros.

Na situação real, o encontro da ponte foi executada empregando-se um muro de betão ciclópico. Na análise de estabilidade externa são analisadas 4 potenciais mecanismos de ruptura: Deslizamento na base; Tombamento; Ruptura do solo de fundação; Ruptura global.

A ruptura global está pouco relacionada à estrutura de contenção e mais ao terreno onde está construída. Os principais factores de influência a ruptura e de importante definição são as características geométricas e geotécnicas do terreno (espessuras das camadas de solo, resistência do solo e posição do nível de água). Este tipo de ruptura ocorre principalmente quando há camadas ou zonas de solos menos resistentes abaixo da fundação do muro de arrimo.

A estrutura de arrimo pode vir a sofrer esforços internos excessivos provocados pelo carregamento externo do empuxo e sobrecargas aplicadas directamente sobre ela. Portanto deve-se também ser verificada a possibilidade de ruptura interna da estrutura de arrimo.

Para um correcto estudo de estabilidade há a necessidade de se fazer ensaios específicos de caracterização do solo. Contudo, para obras de menores portes há a possibilidade de correlacionar dados obtidos através de sondagens, amplamente usados em obras no geral.

Este trabalho limita-se em fazer análise de estabilidade do encontro, partindo inicialmente de ausência de projecto executivo da ponte, associado a falta do relatório de sondagem do terreno de fundação.

Figura 21: ruptura do encontro da ponte



Fonte: (Proponente, 2021)

3.1.3. Infra-estrutura

- **Ruptura do Bloco de fundação**

As fundações directas, são elementos de fundação em que a carga é transmitida ao terreno, predominantemente pelas pressões distribuídas sob a base da fundação. Incluem-se neste tipo de fundação, as sapatas isoladas, os blocos de fundação, e as sapatas corridas e os ensoleiramentos geral.

A capacidade resistente de uma fundação é a carga máxima que o terreno de fundação pode suportar em segurança e depende de características do terreno, presença de água, características do elemento de fundação (dimensões e forma geométrica) e por último o processo construtivo.

A erosão representa uma das maiores causas dos problemas que ocorreram nas fundações e aterros de pontes. é um fenómeno de grande complexidade e as suas repercussões sobre as fundações de uma ponte podem ser de tal intensidade que em determinadas situações resultam em danos estruturais significativos e até no colapso da obra.

Os encontros localizados nas calhas do rio constituem obstáculos que modificam os mecanismos de escoamento das águas, aumentando a velocidade, a vorticidade e a turbulência, que geram cavidades (fossas) de erosão junto a essas estruturas, podendo causar o solapamento das fundações. Isso compromete a estabilidade não apenas das fundações, mas das estruturas das pontes, construídas em trechos de rios cujos leitos sofreram mudanças de perfis não detectadas ao longo do tempo pela ausência de inspecções periódicas.

Nas situações actual a sapata está, em cotas abaixo do leito do rio, estando expostos a sofrer deslocamentos e solapamentos pela erosão geral, pois esse fenómeno sempre ocorre em maior ou menor intensidade, dependendo das características geotécnicas do material do leito.

A elevação ou rebaixamento do nível da água, associada a grandes descargas e velocidades representam um fenómeno com capacidade de produzir graves danos a uma ponte. A grande intensidade da força de arrasto aumenta o poder erosivo da água, que atinge maiores profundidades no leito do rio causando o solapamento das fundações, criando uma situação que pode provocar a ruptura estrutural da ponte.

O modo mais eficaz para eliminar, ou pelo menos minimizar, os efeitos da erosão nas fundações de uma ponte é a adopção de medidas preventivas ainda na fase de projecto, o que

implica na tomada de decisões relacionadas aos factores geotécnicos, hidrológicos, geométricos e estruturais que influenciam a ocorrência do fenómeno e as suas consequências sobre o desempenho e a estabilidade da obra.

A correta execução das fundações em uma cota apropriada, considerando a profundidade de erosão, é um factor de fundamental importância, pois significativa quantidade de reforços de fundações é motivada pela execução de tais estruturas em cotas inadequadas que as deixam vulneráveis ao solapamento.

A ausência de inspecções regulares faz com que os problemas só sejam detectados quando a estrutura começa a apresentar sinais visíveis de recalques, deslocamentos, fissuras e outras avarias causadas pelo solapamento das fundações.

Figura 4: Erosão localizada em torno do encontro, com início de solapamento das fundações e ruptura da sapata de fundação.



Fonte: (Proponente, 2021)

3.2. Diagnosticos das Patologias presentes

As construções, em geral, estão sujeitas à acção de diversos agentes de degradação como a água, as variações de temperatura, a presença de sais solúveis, a poluição, a biodeterioração. Podem sofrer processos de degradação provocados por erros humanos nas diferentes fases da sua construção (concepção e projecto, execução e utilização). Além disso, podem ser afectados por desastres naturais.

Torna-se, então necessário avaliar o tipo e o nível de deterioração dos elementos construtivos e identificar as suas causas, de modo a poder proceder à reabilitação e a evitar, se possível, a progressão dessas anomalias.

As anomalias podem apresentar diversos sintomas, que raramente podem ter uma única causa, mas que geralmente podem ter diversas causas que ocorrem em simultâneo ou em sequência com acumulação de efeitos no tempo. Assim sendo, uma mesma causa pode provocar diferentes patologias e por outro lado sintomas diferentes. Não existem regras ou procedimentos predefinidos para a determinação das causas de uma anomalia. Cada caso é um caso e deverá ser analisado como tal (Leitão, et al., 2004).

O reconhecimento das causas, através de uma investigação cuidadosa, é a base para o tratamento futuro, tendo como princípio universal que somente eliminando a causa se resolve o problema (RTéchné).

O diagnóstico tem sido muitas vezes entendido como sendo a procura e a explicação das causas patológicas, mediante a observação e a análise dos seus efeitos.

Tabela 3: Causas e agentes de patologias da Ponte sobre rio Reno

TIPO DE CAUSA	FASE	DEFEITO	POSSÍVEL CAUSA
Humanas	Utilização	Lixiviação do Betão	Contacto da estrutura com água
Acções Naturais	Utilização	Arejamento/desagregação de Solos	Agentes erosivos (água, vento e gravidade)
Humanas			Ausência, insuficiência da manutenção
Humanas	Utilização	Carbonatação do Betão	Infiltração de água no betão
			Fissuras
			Ausência, insuficiência da manutenção
Humanas	Concepção e Projecto	Ruptura do Encontro	Falta de drenagem
			Ausência ou ineficiência da investigação geotécnica
Acções Naturais	Utilização		Ausência de sistemas de proteção de talude do encontro.
Humanas			Ausência, insuficiência da manutenção
Acções	Utilização	Solapamento das	Agentes erosivos (água, vento e

Naturais		Fundações (Erosão localizada)	gravidade)
Humanas			Ausência, insuficiência da manutenção

Fonte: (Proponente, 2022)

3.3. Apresentação das Possíveis Correções

O conhecimento das diversas patologias e causas nas diversas partes da obra e materiais é importante no estudo de um diagnóstico. A recolha e síntese de informação sobre técnicas de diagnóstico disponíveis poderão ser úteis para o estudo das patologias da obra.

Pois diagnosticar num elemento construído, não é mais do que detectar e determinar uma falha, que ocorra num determinado local. Esta acção permite identificar um problema, as causas que estiveram na origem do problema e prever-se com alguma segurança as consequências futuras.

Deste modo, reforça-se a ideia de que a identificação correcta das causas e a avaliação rigorosa da situação real é uma condição indispensável para a resolução de patologias. Nestas análises é necessário evitar as posições extremas, isto é o excessivo optimismo ou excessivo pessimismo. Uma avaliação muito optimista do estado e carácter das patologias em elementos da construção poderá conduzir ao prejuízo potencial da segurança e da economia a médio/longo prazo. A posição de excessivo pessimismo poderá conduzir à delapidação dos recursos (Cabrita, et al., 1998).

A validade de um diagnóstico só é normalmente certificável quando à eliminação das causas apontadas corresponda, efectivamente, o desaparecimento ou a paragem da progressão dos efeitos indesejados.

Perante o estudo do diagnóstico, o dono de obra conhece as necessidades de intervenção, as possíveis soluções de reparação e a estimativa dos custos unitários dos trabalhos de reabilitação, o que lhe permitirá definir uma estratégia de intervenção que poderá ser global ou faseada (Gonçalves, 2004).

Tabela 4: Relação de diagnóstico de defeito, causa e solução da Ponte sobre rio Reno

DEFEITO	POSSÍVEL CAUSA	PROVIDÊNCIAS
Lixiviação do Betão	Contacto da estrutura com água	Limpeza da estrutura com jacto de água sob pressão.
Arejamento/desagregação de Solos	Agentes erosivos (água, vento e gravidade)	Reposição da camada de pavimento; elevação do greide da estrada com abaulamento transversal.
	Ausência, insuficiência da manutenção	Inspecção de rotina; programar actividades de manutenção com vista a consertar os danos em vista.
Carbonatação do Betão	Infiltração de água no betão	Aplicar uma argamassa de reparação;
	Fissuras	
	Ausência, insuficiência da manutenção	Inspecção de rotina; programar actividades de manutenção com vista a consertar os danos em vista.
Ruptura do Encontro	Falta de drenagem	Prover um sistema de drenagem. transportar a água que foi retirada da parte traseira do muro, em direcção à suas laterais (aliviar a carga).
	Ausência ou ineficiência da investigação geotécnica	Conhecer o comportamento do solo, indicando qual é a profundidade até a camada resistente, as cargas que serão distribuídas, qual é a tensão da ruptura, altura do nível de água, entre outras.
	Ausência de sistemas de protecção de talude do encontro.	Protecção com vegetação. Têm como função reduzir a infiltração e a erosão, decorrentes da precipitação de chuva sobre o talude.

	Ausência, insuficiência da manutenção	Inspeção de rotina; programar actividades de manutenção com vista a consertar os danos em vista.
Solapamento das Fundações (Erosão localizada)	Agentes erosivos (água, vento e gravidade)	Proteger as fundações e conter os efeitos erosivos (uso de tapetes de enrocamento) constituídos por pedras naturais soltas que criam uma barreira resistente ao poder erosivo do escoamento.
	Ausência, insuficiência da manutenção	Inspeção de rotina; programar actividades de manutenção com vista a consertar os danos em vista.

Fonte: (Proponente,2022)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Após termos apresentado a nossa opção metodológica, bem como explicitado o plano de investigação, descrevendo as diferentes actividades realizadas e os instrumentos e técnicas utilizadas na recolha e análise de dados, passamos à apresentação dos resultados a partir da análise dos dados recolhidos através da documentação escrita.

A análise tem como objectivo organizar e sumariar os dados de tal forma que possibilitem o fornecimento de respostas ao problema proposto para investigação. Já a interpretação tem como objectivo a procura do sentido mais amplo das respostas, o que é feito mediante sua ligação a outros conhecimentos anteriormente obtidos (Gil, 1999, p. 168).

Portanto, as informações fornecidas pelos informantes, obedeceram ao critério de análise fenomenológica, para permitir a melhor compreensão dos resultados.

4.1. Dados resultantes do questionário dirigido aos Engenheiros civis.

Para a análise e discussão dos resultados da entrevista dirigida aos engenheiros civis, fez-se a através das tabelas e a respectiva descrição. Há que salientar que, em relação ao questionário dirigido aos engenheiros, havia uma parte que pretendia colher dados pessoas dos entrevistados. Para esses dados, interessava ao pesquisador saber o nível académico do inquirido, experiência profissional assim como o seu género. Esses dados eram apenas para garantir o alcance do objectivo de trabalhar com engenheiros civis e colher sua experiência no objecto em estudo. Sobre o género, o propósito era de trabalhar sob a necessidade de considerar a equidade de género. O que só foi possível entrevistar 2 engenheiras civis e 3 engenheiros civis, se pode verificar na tabela (3) que se segue:

Tabela 5: Dados de distribuição dos inquiridos por nível e experiência

Número de engenheiros inquiridos	Nível de escolaridade	Anos de experiências
1	Superior	1 a 5 anos
1		
1	Superior	+ 5 anos
2		
5		

Fonte: (Proponente, 2021)

4.1.1. Identificação da causa raiz dos defeitos na ponte

Quanto a pergunta feita relacionada com a abordagem do tema em destaque neste trabalho, procurava saber as opiniões dos inquiridos sobre a questão da causa dos defeitos da ponte. Ou seja, era uma parte meramente teórica, na qual eles podiam partilhar sua experiência em relação a situação actual da ponte, subsidiando seus comentários com conhecimentos teóricos e casos práticos. A codificação obedeceu ao seguinte: **E (n)**; onde E – significa engenheiro e n - corresponde a sequência numérica dos engenheiros questionados.

Nisso, tinha a ver com avaliação das patologias e defeitos na estrutura da ponte. As respostas desta questão estão patentes na tabela (4) que se segue:

Tabela 6: factores associados aos defeitos da ponte

Pergunta 1	Respostas
Que factores podem estar associados aos defeitos ilustrados nas figuras acima?	E1- – os factores associados as figuras acima, tem a ver com problemas de deslizamento de terras, isto devido a condução das águas pluviais e uma linha nascente (rio), estes problemas relaciona-se na falta de valetas ou seja um bom sistema de drenagem funcional. Levando algo mas conveniente a falta de manutenção de rotina, sendo esta uma via terraplanada.
	E2 – Factores climáticos e factores humanos. A fraca rotina de manutenção de órgão de drenagem tem sido o factor principal para o degradamento das infra-estruturas, fazendo com a vida útil da estrutura seja ineficiente, por conta das patologias patentes na estrutura.
	E3 – um dos factores que podem estar associados aos defeitos na figura são: - Sobrecarga excessiva relacionada ao trafego não monitorado de camiões grande toneladas, excedendo assim a tonelagem recomendada. - Dimensionamento inadequado de

	<p>fundação (profundidade), que provavelmente provocou assentamento do muro.</p> <p>- Alteração das características do solo, devido ao transporte processo pelas chuvas.</p>
	<p>E4 -Biodegradação de betão, perda de secção das armaduras.</p>
	<p>E5 – Infra escavação em dos blocos da fundação, provocou recalque da ponte; erro de concepção de projecto, houve falta de conhecimento das características dos solos; factores climáticos, chuva influenciou muito no processo de erosão.</p>

Fonte: (Proponente, 2021)

Portanto, de acordo com as resposta na tabela acima, factores como erro de concepção de projecto e falta de manutenção são apontados como causas raiz dos defeitos na estrutura da ponte. A falta de manutenção faz com que pequenas manifestações patológicas, que teriam baixo custo de recuperação, evoluam para situações de desempenho insatisfatório com ambientes insalubres, de deficiente aspecto estético, de possível insegurança estrutural e de alto custo de recuperação.

Do mesmo jeito que concepção de estrutura busca posicionar os diversos elementos de um sistema, tais como pilar, viga, laje, fundação e outros. Escolhas inadequadas nessa etapa podem causar grandes problemas futuros para as obras, como a perda de estabilidade global, que acarreta o aumento dos esforços internos, que pode levar ao surgimento de manifestações patológicas.

4.1.2. Monitoria e Avaliação e o Ciclo de vida de intervenções na ponte

Na tabela 5, 6 e 7 abaixo, ilustram-se-nos as respostas dadas sobre a questão que procurava compreender, junto dos engenheiros, pensamos na intervenção de uma obra como um ciclo, onde a partir de um problema identificado, partimos para a formulação do planeamento da estratégia para intervir no problema; este planeamento irá guiar a execução da intervenção, ao mesmo tempo em que acompanhamos/monitoramos se estamos implementando o que foi planeado - utilizando os recursos materiais, económicos, o tempo previsto; para então avaliar se estamos alcançando os resultados e o impacto esperados.

Tabela 7: restrições de trafego na ponte

Pergunta 2	Repostas
Que restrições ou limitações podem ser usados/ impor para se preservar a vida dos usuários dessa ponte?	<p>E1- Restrições ou Limitação a serem usados para preservar a vida são:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Sinalização dos elementos horizontais e verticais; - Colocação de sinais verticais com indicação de tonelagem máxima e viaturas admissíveis.
	<p>E2 – Impedir ou interditar a circulação de veículos pesados e ligeiros na ponte.</p>
	<p>E3 - As restrições ou limitações que podem ser usadas ou impostas para se preservar a vida dos usuários da ponte são: restringir veículos pesados na ponte.</p>
	<p>E4 -Limitar circulação de Veículos com tonelagem acima pelo qual foi dimensionado a ponte</p>
	<p>E5 – primeiro tinha que saber a capacidade da ponte, restringir a trafego de veículos pesados. Um dos encontros não oferece estabilidade estrutural predefinida no projecto, observa-se roptura total de um dos encontros. Outra medida é de interditar a ponte e fazer trabalhos de reforço estrutural.</p>

Fonte: (Proponente, 2021)

No que diz respeito à restrição de veículos que trafegam a ponte, os inquiridos mencionaram várias medidas preventivas sobre a sinalização rodoviária (desde as placas de restrição à placa de interdição/ interrupção de trânsito).

A medida de restringir circulação de veículos visa combater os perigo que ameaçam a integridade física das pessoas que trafegam aquela ponte.

A suspensão do trânsito só e ordenada por motivos de segurança, de emergências grave ou de obras, ou com fim de prover a conservação dos pavimentos, instalações e obras de arte e poder respeitar apenas a parte da via ou veículos de certa espécies, peso ou dimensões, devendo, sempre que possível, estarem devidamente asseguradas as comunicações entre os locais servidos pela via. (Decreto-lei n 1/2011).

Em 2011, o Código da estrada Moçambicano estabeleceu a competência para a suspensão do trânsito, nas estradas nacionais deve ser solicitada à ANE e, nas estradas locais, aos conselhos municipais.

Tabela 8: Emissão de relatórios de inspeções de campo

Pergunta 3	Repostas
<p>Qual é a maneira correcta de reportar um problema de manutenção, em sua opinião?</p>	<p>E1- A maneira certa ou correcta de reportar esses tipos de problemas de manutenção é fazendo com que a sociedade saiba dos impactos negativos que possam subsistir, portanto ter que avisar ou reportar a entidade competente para intervenção rápida.</p>
	<p>E2 - Para reportar problema de manutenção, tem de se evidenciar o histórico de manutenção feitas consoante o ciclo definido, caso não seja cumprido chega-se ao facto que se trata de problema de manutenção.</p>
	<p>E3 – a melhor maneira para reportar um problema de manutenção é:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fazer levantamento dos problemas através da inspeção detalhada dos elementos em questão, reportar através de um relatório técnico, mencionando as soluções necessárias para correcção dos defeitos encontrados.
	<p>E4 – colocando todos defeitos encontrados em uma ficha de inspeção para monitoria.</p>
	<p>E5 – tratando-se de manutenção tem critérios, caso específico e</p>

	<p>verificar se tem um plano de manutenção. Efectuar análise de falhas, visto que um dos elementos estruturais atingiu estado limite de serviço.</p>
--	--

Fonte: (Proponente, 2021)

Nestes dados podemos verificar que as respostas apresentadas enfocam somente na elaboração de um documento com objectivo de comunicar a quem de direito pode intervir no problema encontrado. Portanto, O relatório técnico visa colectar e armazenar todos dados que foram observados em uma visita técnica. O profissional tem como visão verificar conformidades e não conformidades.

Neste sentido, os documentos ajudam em uma gestão mais eficaz, sendo possível planejar um cronograma preventivo de avaliações dos activos. Desde modo, é possível contribuir para conservação e prolongar a vida útil do empreendimento.

Tabela 9: controlar manutenção de infra-estrutura

Pergunta 4	Respostas
<p>Como podemos fazer o controlo da manutenção?</p>	<p>E1- Controle de manutenção de rotina pode ser feito tendo pessoas (funcionários), qualificados estes tem a missão de supervisionar e controle das infra-estruturas do governo local, isto para reportar caso haja um problema para sua intervenção. uma vez que o governo não tem habito de intervir com infra-estruturas de forma organizada.</p>
	<p>E2 – Podemos controlar, definindo uma estratégia ou rotina ou ciclo e o escopo daquilo que deve ser inspeccionado na estrutura</p>
	<p>E3 - o controle de manutenção pode ser feito através de planos de manutenção que podem ser</p>

	mensais ou até semanais, contendo as quantidades das actividades ou trabalhos.
	E4 – elaborando os planos de manutenção, planeamento de rotina com datas, recursos e responsabilidades.
	E5 – desenhar ou definir um plano de manutenção, dentro do plano definir ciclos de manutenção, períodos de inervação, e monitorar a execução do plano de manutenção.

Fonte: (Proponente, 2021)

Segundo os dados da tabela acima, todos inquiridos respondem de forma clara a definição ou elaboração de plano de manutenção. Não só desenhar o plano de manutenção mas também o controle desse plano.

Controlar é uma das funções que compõem o processo administrativo em geral. A função consiste em medir tudo o que foi feito nas etapas de Planeamento, Programação e Execução da Manutenção. Nessa etapa, são implantadas e analisadas várias métricas que validarão se as estratégias traçadas no planeamento estão correctas.

Para Oliveira (2005, p.427) explica que “controlar é comparar o resultado das acções com padrões previamente estabelecidos, com a finalidade de corrigi-las se necessário”.

Logo, podemos afirmar que não podemos falar de controlo de manutenção sem definir os planos de manutenção e seus indicadores que servem para medir o processo e seus resultados. Lembrar que quando a estratégia de manutenção definida atende, tende a reduzir a zero as intervenções correctivas.

Tabela 10: impactos nas inspecções no ciclo de manutenção

Pergunta 5	Repostas
Que influências, positivas e negativas, tem a inspecção rotineira na	E1- as Influencias positivas e negativas, tem mesmo relação com a negligência de manutenção rotineira e na conservação e gestão da mesma
	E2 – a Inspecção rotineira tem impacto positivo, pois ela permite termos o controle e desenvolvimento dos defeitos para a posterior

conservação e gestão de manutenção?	manutenção.
	E3 – na minha opinião não existe influências negativas, porque as inspecções melhoram o tempo útil integração das infra-estruturas. Nos aspectos positivos podemos citar: integridade das infra-estrutura e garantir maior comodidade aos utentes.
	E4 – pontos positivos das inspecções: assegurar a integridade e eficiência os activos; otimizar prazos e padronizar processos; prever falhas dos elementos.
	E5 – prever falhas para um determinado activo; definir trabalhos de manutenções correctivas; prever uma contra medida para um problema repetitivo

Fonte: (Proponente, 2021)

Nesta questão, alguns inquiridos responderam só por responder, ou não entenderam que o que disseram anteriormente tinha relação com esta pergunta. Já as respostas dos restantes podemos interpretar que a inspecção e manutenção de infra-estruturas são indispensáveis, porque, mesmo que as obras sejam construídas obedecendo todas boas práticas construtivas, há uma depreciação da obra, que acontece em função do uso.

Quando realizamos a inspecção e a manutenção identificamos esses defeitos que podem levar a colapso parcial ou global da estrutura e conseqüentemente podemos prever as falhas, evitá-las ou corrigi-las.

Tabela 11: gestão da manutenção

Pergunta 6	Respostas
Que factores administrativos poderão interferir, negativamente, na actividade de manutenção?	E1 - os factores Administrativos poderão interferir negativamente, nas actividades de manutenção devido a burocracia e falta de seriedade da parte dos técnicos responsáveis de fazer chegar o relatório para um pronto avanço

	da parte da entidade máxima.
	E2 – os factores administrativo que poderão influenciar negativamente são: demora na aprovação de verba, défice no processo de contratação de serviços de manutenção
	E3 – os factores administrativo que poderão interferir negativamente na actividade de manutenção são: programação com prazos de intervenção incorrecta; falta de gestão directa relacionada ao cumprimento dos planos de manutenção
	E4 – questões financeiras, falta de verba para fazer face as intervenções de rotina.
	E5 – falta de mão-de-obra qualificada, capacitação das pessoas em matérias de manutenção; falta de recursos matérias e equipamentos para fazer face as actividades.

Fonte: (Proponente, 2021)

Na questão 6, como se pode observar, as respostas na tabela acima, descrevem razões orçamentais e mão-de-obra qualificada como principais causas de degradação das infra-estruturas.

O que é reforçado pelos comentários dos outros inquiridos, como Burocracia (aprovações dos orçamentos e contratação dos serviços).

Se analisarmos de forma detalhada podemos dizer que todos esses pontos estão meramente ligados a planeamento estratégico de manutenção.

De acordo com Associação Brasileira de Normas Técnicas (apud, Zaions, 2003), diz se que

O termo manutenção é definido como a combinação de todas as ações técnicas e administrativas, incluindo as de supervisão, destinadas a manter ou recolocar um item em um estado no qual possa desempenhar uma função requerida. Item é qualquer parte, componente, dispositivo, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente.

A afirmação acima reforça ainda que é necessário combinar todas acções sejam elas técnicas e administrativa para o sucesso de boa gestão de manutenção.

4.2. Apresentação, análise e interpretação de dados resultantes do questionário dirigido a Técnicos do CMCN

O questionário foi ainda dirigido a equipe técnica do Conselho municipal que vela pela gestão de infra-estrutura na urbe, tendo abrangido 2 técnicos. Os dados colectados junto dos técnicos apresentam-se nas descrições abaixo. a codificação obedeceu ao seguinte: **T (n)**; onde **T**– significa Técnico e **n** - corresponde a sequência numérica dos engenheiros.

A questão colocada aos técnicos pretendia saber, com os técnicos, o nível de conhecimento sobre existência de plano de manutenção assim como o monitoramento do mesmo.

4.1.2. Existência de Plano de Manutenção

Na tabela 9, 10 e 11 abaixo, ilustram-se-nos as respostas dadas sobre as questões que procurava perceber, junto dos inquiridos, se têm conhecimento do plano de manutenção de obras e seu escopo de serviço.

Tabela 12: plano de manutenção

Pergunta	Respostas	Nos técnicos	%
Existe um plano de manutenção de obras de arte?	SIM	2	100%
	NÃO	0	0%

Fonte: (Proponente, 2021)

Portanto, de acordo com a tabela anterior, todos os nossos inquiridos, assumem terem conhecimento da existência de plano de manutenção de obras de arte no município. Quer dizer, estes dados mostram que o corpo técnico daquele órgão tem noções de manter os activos de forma a garantir que atinjam a vida desejada. Ou seja, o período de vida útil, definido como o intervalo de tempo em anos considerado apropriado para a ponte da estrada funcionar antes de atingir um valor terminal de serventia aceite após a qual uma grande reabilitação ou reconstrução seria necessária.

Durante o período de vida útil da ponte, é esperada alguma manutenção que permita que a ponte atinja a vida desejada.

Tabela 13: Ciclo de Inspeção

Pergunta	Respostas	Nos técnicos	%
Quais são os ciclos de Inspeção rotineira desses activos?	Não definido		
	6 Meses	2	100 %
	1 ou 2 ano		
	5 Anos		

Fonte: (Proponente, 2021)

Nestes dados podemos verificar que os dois técnicos equivalentes a 100% dizem que as inspeções são feitas em intervalos de 6 meses.

Então, podemos considerar que por ano são gerados 2 relatórios de inspeção, apresentando o diagnóstico da inspeção, objectivando detectar possíveis não conformidade nos elementos estruturais da ponte.

Tabela 14: Banco de dados

Pergunta	Respostas	Nos técnicos	%
Para não perder informações ao longo da vida útil desses activos, existe uma base de dados, seja informatizada ou física com histórico dos serviços de manutenção realizados?	SIM	2	100%
	NÃO	0	0%

Fonte: (Proponente, 2021)

No que diz respeito ao armazenamento das informações de serviços de manutenção, 100% dos técnicos contactados afirmam que as informações são armazenadas em arquivos físicos e pasta de rede.

Com a globalização e mudança de paradigma da manutenção a sobrevivência das organizações depende cada vez mais de sua habilidade, rapidez de inovar e efectuar melhorias contínuas. Como resultados, as organizações vêm buscando incessantemente novas ferramentas de gerenciamento, que as direcionem para uma maior competitividade por meio da qualidade e produtividade de seus processos e serviços.

No mundo existe varias programas informáticos, desenvolvidos para armazenamentos com processamento inteligente de dados, Algo vital no sucesso das organizações. Estes programas conseguem reunir informações acerca dos activos, tais como: históricos, alterações realizadas e imagens ilustradas num só lugar. Pois possibilitara um melhor acompanhamento dos serviços e anomalias. Além de ser imprescindível na tomada de decisão.

4.1.2. Efectivação de Plano de Manutenção

Na tabela 12, 13 e 14 abaixo, ilustram-se-nos as respostas dadas sobre as questões que procurava perceber, juntos dos inquiridos a efectivação do plano de manutenção, visto que até então tem mostrado a existência de plano e que as actividades do DMOS são planeadas em cima desse plano de manutenção.

Tabela 15: Execução do plano de manutenção

Pergunta	Respostas	Nos técnicos	%
Sobre efectivação do plano de manutenção de obra de arte, tem registo de obras recuperação, de reforço ou de reabilitação?	SIM	2	100%
	NÃO	0	0%

Fonte: (Proponente, 2021)

Relativamente à questão que pretendia saber a efectivação do plano de manutenção, os técnicos entrevistados do DMOS, 100% dos técnicos inquiridos disseram que são elaborados relatórios diários de actividades, consolidados e apresentados a sessão do CMCN.

Tabela 16: intervenção do DMOS na ponte do rio Reno

Pergunta 7 a)	Respostas	Nos técnicos	%
O conselho municipal tem conhecimento do estado de conservação da ponte?	SIM	2	100%
	NÃO	0	0%

Fonte: (Proponente, 2021)

Questionados os técnicos se tem conhecimento do estado de conservação da ponte em estudo, responderam positivamente que “SIM”. Quer dizer, estes dados mostram que os técnicos da DMOS têm noções das anomalias constatadas na ponte, o que é importante para que saibam avaliar a criticidade e prioridade nas intervenções.

Tabela 17: intervenção do DMOS na ponte do rio Reno

Pergunta 7 b)	Respostas	Nos técnicos	%
Tem relatório da inspeção da ponte?	SIM	0	0%
	NÃO	2	100%

Fonte: (Proponente, 2021)

Portanto, nessa questão levanta-se dúvidas acerca da efectivação do plano de manutenção, visto que os técnicos do DMOS, responderam negativamente a existência de relatórios seja extraordinário ou intermediário acerca da ponte em estudo.

Com estes dados, dá para perceber que algo está falhando, uma vez que na questão 3 responderam que as inspeções são realizadas no intervalo de 6 meses. Se efectivamente o processo estivesse a rodar normalmente pelo menos um relatório tinha que ser emitido e algumas acções, sejam elas de programar correcções e reparos teriam sido tomadas para salvaguardar a integridade das pessoas e veículos que trafegam aquela ponte.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Neste capítulo, pretendemos sintetizar as conclusões que fomos apresentando ao longo deste trabalho e fazer algumas recomendações que julgamos úteis para as obras de arte no que concerne a gestão da manutenção.

Considerando que a finalidade proposta nesta pesquisa foi avaliar o ciclo de manutenção da Ponte sobre rio Reno, sendo sugerido soluções praticáveis para este caso, podemos concluir que através desta pesquisa, as condições de conservação da ponte estão em mau estado, porém, necessitando um cuidado maior. É de se observar a falta de plano de manutenção eficaz ou bem estruturados. Esta falta de estruturação do plano de manutenção infelizmente passa a ser normal e mais evidente em varias obras públicas, onde quem define se uma manutenção deve ser feita não a vê como prioridade, havendo assim um grande índice de negligência. Um plano de manutenção de rotina sempre será menos custoso que um plano de manutenção correctiva. O melhor caminho para evitar as patologias é prevenir. Esta prevenção vem desde a correta criação do projecto, a forma de construir, mas principalmente por um plano de manutenção.

A ausência de inspecções regulares faz com que os problemas só sejam detectados quando a estrutura começa a apresentar sinais visíveis de recalques, deslocamentos, fissuras e outras avarias causadas pelas alterações do solo de fundação e outras causas. Dependendo da etapa e do grau de evolução das avarias quando identificadas, é possível fazer as correcções, mesmo que dispendiosas, por meio de recursos existentes.

Muitas vezes, porém, os problemas não são identificados a tempo e continuam evoluindo sem que seja adoptada qualquer providência. Tais situações são as mais perigosas pelo facto de qualquer alteração súbita na correnteza do rio, como é o caso das cheias e ciclones, poder aumentar as cavidades e a profundidade da erosão, além da intensidade da força de arrasto sobre os pilares e encontros. Nessas situações é comum ocorrer colapso parcial ou total da ponte. Para a conservação da ponte em estudo, é necessário implementar estratégias de manutenção que possam acompanhar a evolução da ponte, fazendo manutenções de rotina em detrimento de manutenções correctivas.

5.1. Validação de hipóteses

No presente item foi feita a verificação das hipóteses levantadas na presente pesquisa, que constituíram guia de orientação do trabalho com o objectivo de comprova-las ou refuta-las,

para proporcionar uma maior percepção foi primeiramente apresentada a hipótese em estudo e por último a resposta dos entrevistados.

O trabalho assenta-se em duas hipóteses. Na confrontação das hipóteses anteriormente definidas, não só limitou-se no que os informantes lhe disseram, como também contou com o ponto crítico do proponente, na base de consultas bibliográficas que abordam este tema.

Hipótese 1: A ineficiência de manutenção da ponte sobre o rio Reno pode contribuir no assentamento da mesma

Sobre a primeira hipótese, “A ineficiência de manutenção da ponte sobre o rio Reno pode contribuir no assentamento da mesma”, foram formuladas perguntas dirigidas aos funcionários, na qual foram obtidas as seguintes respostas:

No que tange aos engenheiros entrevistados, os dados mostraram que 2 dos entrevistados disseram que levando algo mas conveniente, a falta de manutenção de rotina, sendo esta uma via terraplanada.

A fraca rotina de manutenção de órgão de drenagem tem sido o factor principal para o degradamento das infra-estruturas, fazendo com a vida útil da estrutura seja ineficiente, por conta das patologias patentes na estrutura.

No entanto, a maneira certa ou correcta de abortar esses tipos de problemas de manutenção é fazendo com que a sociedade saiba dos impactos negativos que possam subsistir, portanto ter que avisar ou reportar a entidade competente para intervenção rápida.

Contudo, a melhor maneira para abordar um problema de manutenção é:

Fazer levantamento dos problemas através da inspecção detalhada dos elementos em questão, abordar através de um relatório técnico, mencionando as soluções necessárias para correcção dos defeitos encontrados. Assim, o controle de manutenção de rotina pode ser feito tendo pessoas (funcionários), qualificados estes tem a missão de supervisionar e controle das infra-estruturas do governo local, isto para reportar caso haja um problema para sua intervenção.

Apreciados os dados colhidos pelos entrevistados em relação à hipótese segundo a qual “A ineficiência de manutenção da ponte sobre o rio Reno pode contribuir no assentamento da mesma”, ela foi comprovada, tendo em consideração que os engenheiros afirmaram que a fraca rotina de manutenção de órgão de drenagem tem sido o factor principal para o

degradamento das infra-estruturas, fazendo com a vida útil da estrutura seja ineficiente, por conta das patologias patentes na estrutura.

Hipótese 2: A transitabilidade de camiões com tonelagem que superam a capacidade da edificação da ponte pode influenciar no assentamento da mesma

Acerca da segunda hipótese, “A transitabilidade de camiões com tonelagem que superam a capacidade da edificação da ponte pode influenciar no assentamento da mesma”, foram formuladas perguntas dirigidas aos engenheiros, na qual obteve-se as seguintes respostas:

Face ao apêndice referente a contagem de tráfego, o qual pretendíamos criar indicadores suficientes que possivelmente validasse ou não a hipótese ora ilustrada, percebemos que em 5 dias de semana, o tráfego médio diário é de 220 veículos que fazem a travessia na ponte, apenas 10 veículos pesado usaram a ponte para passagem de um ponto para o outro, demonstrando assim, uma amostra reduzida para que comprovemos ou validemos a hipótese antes referenciada.

Apreciados os dados colhidos pelos entrevistados em relação à hipótese segundo a qual “A transitabilidade de camiões com tonelagem que superam a capacidade da edificação da ponte pode influenciar no assentamento da mesma”, ela não foi comprovada, tendo em consideração que 10 veículos que fazem travessia na ponte não é indicador suficiente, visto que em 5 dias de semana o tráfego médio diário é de 220 veículos.

Em fim, analisadas as duas hipóteses referentes a “A ineficiência de manutenção da ponte sobre o rio Reno pode contribuir no assentamento da mesma” e “A transitabilidade de camiões com tonelagem que superam a capacidade da edificação da ponte pode influenciar no assentamento da mesma”, pode-se afirmar que a primeira hipótese, foi comprovada e a segunda hipótese não foi comprovada de acordo os dados colectados pelos entrevistados e o estudo de tráfego feito em torno do tráfego médio diário.

5.2. Sugestões

As sugestões devem ser entendidas como uma contribuição que pode ser válida para o processo de gestão de manutenção de obras. Este trabalho não pode ser olhado como algo concluído, que não precisa mais ser estudado, pois pode ser útil para futuros estudos sobre gestão de manutenção de obras civis e seu impacto na aprendizagem na engenharia civil, por isso sugere-se:

- i. Implantação no Departamento de Manutenção de Obras e Saneamento - DMOS, Software de gerenciamento de manutenção, como: SAP -ECC, primavera e outros. Com objectivo de auxiliar na eficácia dos trabalhos de manutenção e na qualidade das decisões de gestão.
- ii. Definir os indicadores de manutenção, com objectivo de monitorar a execução do plano de manutenção.
- iii. Capacitar a mão-de-obra em módulos de manutenção, visando a compreensão e domínio, a fim de que possam responder as necessidades actuais e contribuir na mudança de cultura.

Referências bibliográficas

Administração Nacional De Estradas - ANE . Normas de execução para obras de estradas nível provincial. Maputo, agosto de 2011.

Branco, F. (2001). *Do Projecto à Manutenção - Uma Visão Integrada na Gestão das Pontes*. Porto: FEUP edições.

Cabrita, R., Aguiar, J. (1998). *Inovação e Reabilitação de Edifícios*. Lisboa, LNEC.

Como elaborar projectos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008

Como elaborar uma pesquisa científica? São Paulo, Atlas, 1995.

Debs, M. K., & Takeya, T. (2007). *Introdução às pontes de concreto*. São Carlos.

Decreto-lei nº 1/2011 de 23 de Março. *Código da estrada* (2011).

Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. *Manual de drenagem de rodovias*, (2006),

Ferreira, Joana.(2010). *Técnicas de diagnóstico de patologias em edifícios*. Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2008/2009 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

França, A. L. (2001). *Estudo de métodos executivos de obras de arte especiais*. Rui de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projectos de pesquisa*. São Paulo: Editora Atlas S.A.

Gonçalves, C. (2004). *Anomalias Não Estruturais em Edifícios Correntes. Desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Inspeção, Registo e Classificação*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Coimbra.

Gorges, W. (2005). *Introdução à engenharia de apontes*. Paraná: Universidade Católica do Paraná.

Guerreiro, L. (2011). *Estratégias para melhoria do comportamento sísmico de edifícios*. Lisboa: Seminário - Reabilitação Sísmica de Edifícios.

Kerdec, A., & Narcif, J. (2006). *Manutenção – função estratégica*. Paris.

Lakatos, e. M. & Marconi, m. Andrade. *Metodologia de trabalho científica*.1999

Leitão, D.;Almeida, M. (2004). *Metodologia para a Implementação de Check Lists em Intervenções de Reabilitação*. Guimarães, Universidade do Minho. Departamento de Engenharia Civil.

Lundin, i. (2016). *Metodologia de pesquisa em ciências sociais*. Maputo: escolar editora.

Marconi, M. d., & Lakatos, E. M. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*. São Paulo: Editora Atlas.

Ministério das Obras Públicas, Habitação e Recursos Hídricos. Programa de Desenvolvimento Urbano e Local – PDUL. *Manual de construção e manutenção de estradas urbanas municipais*. Maputo 2021.

Morreti, N. (2008). *Manual de Metodologia Científica (Como elaborar trabalhos académicos)*. Brasil.

Pfeil, W. (1979). *Pontes em concreto armado* . Rio de Janeiro: S.A.

Pfeil, W. (1985). *Pontes em Concreto Armado*. Rio de Janeiro: LTC.

Pinho, F. O., & Bellei, I. H. (2007). *Manual de Construção em Aço: Pontes e Viadutos em Vigas Mistas*. Rio de Janeiro: CBCA.

Rodrigues, w. C. (2007). *Metodologia científica*. Paracambi.

Rosenblum, A. (2009). *Pontes em estruturas segmentadas pré-moldadas: análise e contribuições ao gerenciamento do processo*. Rio de Janeiro: Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Santos, J. A. (2008). *Patologias em obras de arte*. Aveiro: Universidade de Aveiro.

Severino, Antonio j. *Metodologia do trabalho científico*. 22ed. São Paulo: Cortez, 2002

SIMÕES, Irene. (2016). *Operação e manutenção de infraestruturas de transporte*. 8º Congresso Rodoviário Português, Lisboa, Abril de 2016.

DOCUMENTOS

Marques, L. G. (20 de Julho de 2021). Obtido de Passeidireto: <https://www.passeidireto.com/arquivo/53375461/capitulo-2-elementos-constituintes-das-pontes>

Venancio, B. (10 de Setembro de 2021). Obtido de Jornal domingo: <https://www.jornaldomingo.co.mz/index.php/arquivo/22-em-foco/10645-ponte-maputo-katembe-um-sonho-tornado-realidade>

(10 de Setembro de 2021). Obtido de France voyage: Fonte: <https://www.france-voyage.com/franca-turismo/aqueduto-romano-gier-667.htm>

(25 de Agosto de 2021). Obtido de moodle.estgv.ipv.pt: <https://moodle.estgv.ipv.pt/aquedutos.pdf>.

(20 de Agosto de 2021). Obtido de Guaranidasmissoes: <https://www.guaranidasmissoes.rs.gov.br/construcao-de-um-pontilhao-em-concreto-na-linha-do-rio>

(10 de Setembro de 2021). Obtido de Folha de Maputo: <https://www.folhademaputo.co.mz/pt/noticias/nacional/ponte-maputocatembe-com-conclusao-prevista-para-dezembro-de-2017>

(10 de Agosto de 2021). Obtido de ostigliatreviso: http://ostigliatreviso.altervista.org/tv-ost_sk_02.html

Apêndices

Estudo de Tráfego da Rua, Bairro Muahivire Cidade de Nampula

Informação de Contagem

Província		Município	Bairro		Rua /AV		
Pesquisador		Data	Dia da Semana		Tempo		
Horas de Contagem		Carros Ligeiros		Carros Pesados			
		A	B	C	D	E	F
06:00	07:00						
07:00	08:00						
08:00	09:00						
09:00	10:00						
10:00	11:00						
11:00	12:00						
12:00	13:00						
13:00	14:00						
Sub total							
Total							

A - Veículos Ligeiros Leves

B - Veículos Ligeiros de Passageiros com capacidade inferior a 20 pessoas

C - Veículos Pesados de Passageiros

Tempo: Seco/Chuvoso/Nublado

D - Veículos Pesados de Mercadoria 2-4 eixos Traseiros

E - Veículos Pesados de Mercadorias com mais de 4 Eixos

F - Tratores agrícolas com ou sem reboque

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA – A POLITÉCNICA

Instituto Superior de Estudos Universitários de Nampula - ISEUNA

ENTREVISTA AO GESTOR DE INFRAESTRUTURA DO CONSELHO MUNICIPAL DA CIDADE DE NAMPULA

Caro Técnico

A presente entrevista destina-se a recolher informação acerca da **manutenção das obras de arte na cidade de Nampula**. A mesma surge no âmbito de conclusão do nível de licenciatura em Engenharia Civil na Universidade Politécnica. A sua participação é voluntária e anónima. Toda a informação prestada será confidencial, por isso, sinta-se à vontade ao responder. Antecipadamente, agradece-se o seu tempo e colaboração.

Dados sociodemográficos

Sexo _____ Idade _____ Experiência profissional _____

Nível de escolaridade _____ Cargo- Função _____

Perguntas

1. Existe um plano de manutenção de obras de arte?
 - I. Sim
 - II. Não
2. Se sim, o que engloba:
 - I. Pontes
 - II. Aquedutos
 - III. Não definido
3. Quais são os ciclos de Inspeção rotineira desses activos?
 - I. Não definido
 - II. Intervalo de 6 meses
 - III. Intervalo de 1 ano
 - IV. Intervalo de 2 ano
 - V. Intervalo de 5 ano
4. Para não perder informação ao longo da vida útil desses activos, existe uma base de dados seja informatizada ou física com histórico dos serviços de manutenção realizados?

- I. Sim
- II. Não

5. Sobre efectivação do plano de manutenção de obra de arte, tem registo de obras recuperação, de reforço ou de reabilitação?

- I. Sim
- II. Não

6. Existe:

- I. OS – Ordens de serviços
- II. RDA – relatórios diários de actividades

7. No âmbito de desenvolvimento desse trabalho foi escolhida uma ponte sob gestão do conselho municipal para estudo de caso. A ponte localiza-se no bairro de Namiteca sobre rio Reno. essa infraestrutura encontra-se em estado crítico, havendo um risco tangível de colapso estrutural.

a) O conselho municipal tem conhecimento do estado de conservação da Ponte?

- I. Sim
- II. Não

b) Tem o relatório da inspecção extraordinária

- I. Sim
- II. Não

c) Tem relatório da inspecção intermediária

- I. Sim
- II. Não

8. O que mais gostaria de acrescentar sobre este assunto e que não tenhamos abordado na nossa entrevista?

Agradeço a sua participação e aproveito a oportunidade para deixar o meu Muito Obrigado pela sua valiosa contribuição.

UNIVERSIDADE POLITÉCNICA – A POLITÉCNICA

Instituto Superior de Estudos Universitários de Nampula - ISEUNA

ENTREVISTA AOS ENGENHEIROS DE CONSTRUÇÃO CIVIL SOBRE ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA PONTE SOBRE RIO RENO BAIRRO DE NAMITECA, CIDADE DE NAMPULA

Caro Engenheiro

A presente entrevista destina-se a recolher informação acerca do **estado de conservação da ponte sobre rio reno bairro de Muahivire, cidade de Nampula**. A mesma surge no âmbito de conclusão do nível de licenciatura em Engenharia Civil na Universidade Politécnica. A sua participação é voluntária e anónima. Toda a informação prestada será confidencial, por isso, sinta-se à vontade ao responder. Antecipadamente, agradece-se o seu tempo e colaboração.

Dados sociodemográficos

Sexo _____ Idade _____ Experiência profissional _____

Nível de escolaridade _____ Empresa _____

Ilustrações fotográficas



a) Ruptura total e tombamento de muro de ala e sem reposição ao longo do tempo.



b) Ruptura do encontro da ponte



c) Erosão terreno de fundação



d) Ruptura da sapata de fundação



e) Aloimento de aterro.



f) Deformações excessivas, agravado com recalque de fundação do encontro



g) Guarda corpo sem pintura

Perguntas

1. Que factores podem estar associados aos defeitos ilustrados nas figuras acima?
2. Que restrições ou limitações podem ser usados/ impor para se preservar a vida dos usuários dessa ponte?
3. Qual é a maneira correcta para reportar um problema de manutenção, em sua opinião?
4. Como podemos fazer o controle da manutenção?
5. Que influências, positivas e negativas, tem a inspeção rotineira na conservação e gestão de manutenção?
6. Que fatores administrativos poderão interferir, negativamente, na actividade de manutenção?
7. O que mais gostaria de acrescentar sobre este assunto e que não tenhamos abordado na nossa entrevista?

Agradeço a sua participação e aproveito a oportunidade para deixar o meu Muito Obrigado pela sua valiosa contribuição.