



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL

DOUGLAS RODRIGUES DOS SANTOS

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES: ESTUDO
DE CASO EM TRECHO DA RN/118**

ANGICOS
2024

DOUGLAS RODRIGUES DOS SANTOS

**LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES: ESTUDO
DE CASO EM TRECHO DA RN-118**

Trabalho Final de Graduação apresentado à
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Civil

Orientadora: Marcilene Vieira da Nóbrega,
Prof(a) Dra.

ANGICOS

2024

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

Ss237 Santos, Douglas Rodrigues dos Santos.
1 Levantamento de manifestações patológicas em
pontes: Estudo de caso em trecho da RN-118 /
Douglas Rodrigues dos Santos Santos. - 2024.
37 f. : il.

Orientadora: Marcilene Vieira Da Nóbrega
Nóbrega.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2024.

1. Pontes. 2. Construção Civil. 3. Engenharia.
4. Patologias . I. Nóbrega, Marcilene Vieira Da
Nóbrega , orient. II. Título.

**Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador
automático em conformidade com AACR2 e
os dados fornecidos pelo) autor(a).**

Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia
DuarteCRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LEVANTAMENTO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM PONTES: ESTUDO DE CASO EM TRECHO DA RN/118

Trabalho Final de Graduação
apresentado a Universidade Federal
Rural do Semi-Árido como requisito para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Defendida em: 16 /04 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **MARCIENE VIEIRA DA NOBREGA**
Data: 19/04/2024 02:40:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Marcilene Vieira da Nóbrega, Profa. Dra. (UFERSA)
Presidente

Documento assinado digitalmente
 **JOSELITO MEDEIROS DE FREITAS CAVALCANTE**
Data: 17/04/2024 16:49:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Joselito Medeiros de Freitas Cavalcante, Prof. Dr.
(UFERSA) Membro Examinador Interno

Documento assinado digitalmente
 **NUBIA ALVES DE SOUZA NOGUEIRA**
Data: 18/04/2024 20:15:35-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Núbia Alves de Souza Nogueira, Profa. Dra.
(UFERSA) Membro Examinadora Interna

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por suas grandes obras na minha vida e por nunca me deixar desistir.

A minha extraordinária orientadora Marcilene Nóbrega por toda paciência e ensinamentos que foram além da questão acadêmica.

Agradeço também a toda minha família, por todo esforço e todo incentivo desde a base até os dias atuais. Sem eles, nada disso poderia acontecer. Em especial a Damiana Fernandes dos Santos (minha mãe), Ozelito Rodrigues Lopes (meu pai), Camila Rodrigues dos Santos (minha irmã), Vinicius Rodrigues dos Santos (meu irmão), Marcella Necy Souza da Silva (minha namorada) e a meu filho Douglas Rodrigues dos Santos Filho.

Aos meus amigos que se fizeram presente comigo durante toda a vida acadêmica e até mesmo pessoal. São eles: Jeann Matteus R. D. dos Santos, Jeann Lázzaro R. D. dos Santos, Thiago Rodrigues Mariz, Fabricio Junior da Silva Moura, Heverton Azevedo Dantas, Luiz Gomes Tavares Junior e muitos outros.

|

RESUMO

As pontes são estruturas de grande importância para a construção civil, interligando pontos distintos por estruturas seguras. As pontes de concreto armado são os principais tipos encontrados devido a sua grande resistência a compressão e terem vida útil elevada. Todavia, como toda obra de construção é necessário manutenções periódicas a fim de sanar possíveis manifestações patológicas que venham a surgir com o passar dos anos. Diante disso, esse trabalho teve como objetivo principal realizar um levantamento sobre as manifestações patológicas em pontes pertencentes, ao trecho da RN-118 compreendido entre os municípios de Itajá, São Rafael e Jucurutu no Estado do Rio Grande do Norte. Para alcançar o objetivo proposto foi realizado um levantamento das questões construtivas e analisar quais tipos de pontes estão presentes e analisar em que situações as mesmas se encontram. O método aplicado para a realização do estudo é uma pesquisa qualitativa, na qual, buscou-se por meio de uma análise nas pontes, pode apresentar suas caracterizações quanto a estrutura e possíveis manifestações patológicas, apontando as existentes e meios para saná-las. Os resultados apontaram diversos tipos de anomalias presentes, como por exemplo: fissuras, deslocamentos, corrosão nas estruturas, eflorescência, ausência de guarda-corpos, infiltração nas estruturas. Com o estudo ficou indicado a necessidade de manutenção nas pontes para assim evitar grandes problemas futuros.

Palavras-chave: Construção civil. Manifestações patológicas. Patologias. Pontes.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ponte sobre água.....	15
Figura 2: Representação de classificação das pontes.....	17
Figura 3: Corrosão das armaduras.....	20
Figura 4: Eflorescência.....	22
Figura 5: Trecho entre Itajá-RN, São Rafael-RN e Jucurutu-RN.....	25
Figura 6: Figura 6 - -Registros de fissuras nas pontes P1 (a), P3(b) e P7(c).....	27
Figura 7: Registros de Armaduras Aparentes nas pontes P2(a)P3(b)P5(c)P6 (d)...	29
Figura 8: Registro fotográfica dos casos de eflorescência nas pontes P1(a), P2(b),P4(c), P5 (d), P7 (e).....	31
Figura 9: Guardas-corpo nas pontes P1(a),P2(b),P3(c),P4(d),P5(e),P6(f),P7(g).....	33
Figura 10: Sistema de drenagem nas pontes P1(a) e P2(b).....	35
Figura 11: Juntas de dilatação da ponte P3.....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de Pontes ao longo dos anos.....	16
Quadro 2: Medições das Pontes.....	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Objetivos.....	11
1.1.1 Objetivo geral.....	11
1.1.2 Objetivo específico.....	11
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 Breve relato sobre a construção civil.....	13
2.2 Definição de ponte.....	14
2.3 Classificação das pontes.....	17
2.4 Patologias e suas manifestações em pontes.....	19
2.5 Diferença entre anomalias e falha construtiva.....	21
2.6 Manifestações patológicas em pontes – breve estudo na literatura.....	22
3 METODOLOGIA.....	24
3.1 Local da pesquisa.....	24
3.2 Pontes pesquisadas.....	24
3.3 Caracterização das pontes.....	25
3.4 Procedimento para o levantamento das manifestações patológicas.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	27
4.1 Condições gerais das pontes pesquisadas.....	27
4.2 Fissuração.....	27
4.3 Armaduras aparentes.....	28
4.4 Eflorescências.....	30
4.5 Guarda-Corpos.....	32
4.6 Sistema de Drenagem.....	34
4.7 Juntas de Dilatação.....	35
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

As pontes são consideradas e caracterizadas como Obras de Arte Especial (OAE), além disso, elas são regidas pela Norma Brasileira (NBR) 7188 que são as estruturas que transpõem os obstáculos, servindo como base de travessia e passagem, como os rios, córregos, vales, dentre outros. Além disso, elas são responsáveis por algumas definições específicas como os viadutos, obstáculo artificial e passarela para ciclistas, pedestres, no entanto, todas elas possibilitam a continuidade de alguma via (terrestres ou aquática) (BOZIO; FISCH, 2023).

No Brasil, a maioria das pontes existentes são de concreto armado, o concreto armado que é um sistema estrutural no qual é composto pela massa de concreto que é uma mistura de cimento, água e materiais miúdos (geralmente ou em grande parte areia) e graúdos (britas de diversos tamanhos, pedra e rocha), com peças de aço, combinando suas características para dar suporte e ganhar maior resistência estrutural (MARTINO, 2022).

É primordial a avaliação dos possíveis fatores deterioradores dos elementos que acentuam a obtenção da segurança necessária e a sua durabilidade estimada, o que torna necessário, sanar eventualidades, como uma área da construção específica e capacitada para analisar e estudar as origens, formas de manifestação e até as consequências de possíveis falhas nas estruturas, o que possibilita a escolha da melhor forma de intervenção para controlar possíveis danos e manifestações patológicas.

Para a construção e liberação de pontes é necessário seguir as normas regulamentadoras, sendo que a realidade, a grande maioria está fora, não cumpre o que é recomendado, além da aparência que não está em conjuntura com uma Obra de Arte Especial (OAE), programas de inspeção rotineira e a manutenção preventiva que geralmente são subestimadas, contribuindo para custos elevados ao erário público e outros danos a longo prazo.

A engenharia civil proporciona inovação e a concretização de planejamentos que são formados com ideais, influenciando a evolução da qualidade em obras que são realizadas, como no caso, da construção e reformas de pontes. Quais são as manifestações patológicas mais comuns em pontes e como esses problemas poderão acarretar com danos e impactando a segurança a integridade estrutural de suas estruturas?

A importância de abordar esse tema é justificada pela ênfase acerca das manifestações patológicas em pontes que é uma atividade primordial e com relevância para a preservação na infraestrutura e a segurança pública, em continuidade, a necessidade de identificar e

compreender sobre as manifestações e como ela possibilita a implementação de medidas na prevenção e correções, garantindo a durabilidade e segurança.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Realizar um levantamento das manifestações patológicas das pontes da RN-118 que ligam as cidades de Itajá\RN, São Rafael\RN e Jucurutu\RN.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ✓ Identificar e caracterizar as pontes pesquisadas (ano de construção, dimensões, tipo de material materiais utilizados etc.).
- ✓ Realizar inspeções visuais nas pontes pesquisadas, utilizando técnicas dispostas na literatura.
- ✓ Analisar as informações obtidas nas inspeções visuais e classificar as pontes de acordo com o seu estado de conservação e possíveis manifestações patológicas.
- ✓ Avaliar o desempenho das pontes em relação as normas técnicas brasileiras para pontes e verificar a adequação das estruturas aos requisitos de segurança.
- ✓ Propor soluções para eventuais problemas identificados nas pontes, levando em consideração a viabilidade técnica e econômica das soluções;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados os principais pontos e de forma sucinta acerca da temática apresentada, a fim de alcançar o objetivo que foi proposto, dando embasamento teórico para a pesquisa.

2.1 Breve relato sobre a construção civil

Para Hill (2015) o setor da Construção Civil caracteriza-se como uma indústria de projetos, pois cada empreendimento produzido, embora apresente semelhanças é exclusivo, deve atender as necessidades do mercado e dos clientes. É uma indústria que precisa alocar-se e modificar-se de acordo com as especificações e necessidades dos seus produtos e fases construtivas. Sendo assim, o gerenciamento de todas as esferas de um empreendimento é uma necessidade real, para que os objetivos sejam alcançados atendendo custo, tempo e qualidade.

De acordo com Junior (2020) a história da construção civil é uma constante transformação devido a atividade humana e aos avanços tecnológicos, além disso apresenta uma relação plausível frente ao desenvolvimento no setor, contribuindo com o aumento da economia do país, dentre outros fatores, encontrando sempre um meio para se manter no mercado, mesmo diante enfrentamento de crises.

Seja em decorrência de obras públicas ou privadas a construção civil é um mercado em constante movimento, fato essencial para profissionais, empresas, mas a todos exigem o conhecimento para a efetivação de todo o processo, mas cabe a cada um deles a atualização e se manter sempre apto as oportunidades como diferencial em novos negócios, na otimização de suas obras e do aprimoramento da gestão (ALVAREZ; SEQUEIRA, 2015).

2.2 Definição de ponte

Na percepção de Winkel (2019) ela é compreendida como uma obra de arte, devido as suas caracterizações e importância, na qual é destinada a adaptação para suprir os obstáculos que interrompem a continuidade em alguma via, podendo ser naturais ou elaborados pelo ser humano. Segundo ele, a ponte é a interligação de dois pontos distintos, seja por obstrução de um fluxo de água ou entre outros. Na figura 1, tem a ilustração de uma ponte sobre a água.

Figura 1 – Ponte sobre água



Fonte: Tripadvisor (2024)

O viaduto é um outro tipo de ponte, no qual é construído como uma passagem terrestre, podendo ser vale ou via. Em segmento, pode receber, em detrimento as suas particularidades, algumas denominações, tais como, o viaduto de acesso e o viaduto de meia encosta, em que a primeira condiz como aquele que serve para dar acesso a ponte, enquanto o último, é construído nas encostas, com o intuito de amenizar a movimentação do solo nas encostas íngremes, sendo uma alternativa (EL DEBS; TAKEYA, 2007).

El Debs e Takeya (2007) descreveram em seus estudos sobre o histórico das pontes, como elas foram desenvolvidas, em tese, com os recursos empregados na construção, como uma ordem cronológica, primeiro a ponte de madeira, ponte de pedra, ponte metálica, ponte de concreto armado, ponte de concreto protendido. No Quadro 1 estão apresentados os tipos de pontes com suas características.

Quadro 1 – Tipos de pontes ao longo dos anos

Ponte	Caracterização
Ponte de madeira	Com o caráter histórico sobre as pontes, no caso desse tipo, a madeira é utilizada desde os tempos primórdios, com a construção de pontes, aplicando os arranjos estruturais que são bem simples, destacando que eram construídas pontes com vãos consideráveis, como no caso da que foi construída sobre o rio Reno, em 1758, contando com 118 metros de vão.
Pontes de pedra	Assim como as pontes de madeira, as de pedra eram utilizadas desde a Antiguidade, com destaque aos romanos e chineses construídas antes de Cristo, com arco semicircular com até 30 (trinta) metros de vão. Existem algumas pontes que existem até a contemporaneidade.
Pontes metálicas	As primeiras pontes metálicas foram construídas no final do século XVIII, com ferro fundido, principalmente desenvolvidas em ferrovias, com a possibilidade de uso de cargas mais elevadas. Em 1850, eram construídas as pontes em treliça com aproximadamente 124 (cento e vinte e quatro) metros de vão.
Pontes de concreto armado	As primeiras pontes de concreto foram construídas no início do século 20, sendo bem simples e em formato de arco triarticulada com material no qual substituíam a pedra. Foi a partir de 1912 que iniciaram a construção de pontes de viga e de pórtico em concreto armado, sendo que os vãos eram de até 30 (trinta) metros.
Pontes de concreto protendido	Foram feitas em meados de 1938, após a Segunda Guerra Mundial, em que o concreto protendido era utilizado mais frequentemente, devido a necessidade de reconstrução célere, com o grande número de pontes que foram destruídas devido à Guerra.

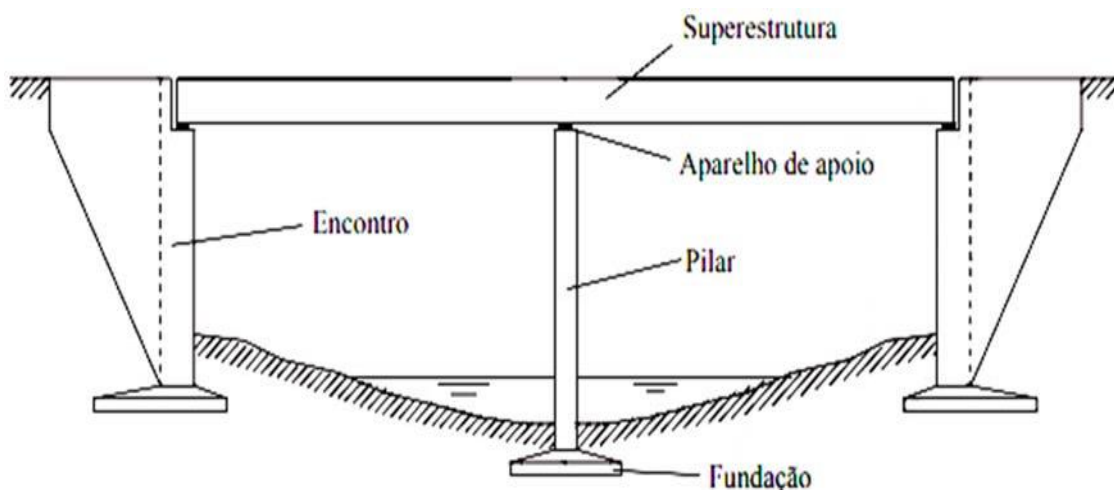
Fonte: El Debs; Takeya (2007)

E foi a partir de então que as pontes começaram a ser desenvolvidas com base em projetos e buscando a maior eficiência e qualidade

2.3 Classificação das pontes

Para que haja a classificação das pontes, em ressalva, com base nas Obras de Arte Especial (OAE), as pontes deverão ser construídas em diversos critérios, como no caso do comprimento, durabilidade, tráfego, estruturação, material da superestrutura, posição, altimetria, planimetria e a solução construtiva, sendo que cada uma delas serão especificadas a partir de então. Como define a figura abaixo.

Figura 2 – Representação de classificação das pontes



Fonte: El Debs e Takeya (2007).

Com a Figura 2, tornando de melhor compreensão, cada uma das partes supramencionadas.

O **comprimento** pode ser definida como de 0 a 2 metros é considerado bueiro; de 2 a 10 metros é considerado pontilhões e vãos maiores que 10 metros são considerados pontes. (MARCHETTI, 2007).

Em relação a **durabilidade** da obra, sendo classificada como permanentes quando for construída de forma definitiva, necessita atender a via até que as condições estejam devidamente alteradas, em caso de pontes provisórias, elas são construídas com uma durabilidade limitada, sendo definidas por um projeto, comumente edificadas com o objetivo

de desviar o tráfego durante alguma obra na via principal, como em caso das pontes desmontáveis, em ressalva que estas se diferem das provisórias, pois podem ser reutilizáveis (MARCHETTI, 2007).

Ainda na percepção de Marchetti (2007), o **tráfego** das pontes poderão ser em rodoviárias, passarelas, aquedutos, ferroviárias, pontes canal, aeroviárias e as mistas, elas são mais precisamente mistas quando englobam mais de um tipo de tráfego.

Em relação ao **sistema estrutural**, ela pode ser classificada em vigas e em arcos, no entanto, são diversos sistemas que poderão ser aplicados na construção da OAE, em destaque aos sistemas supramencionados que são os mais utilizados em pontes. No caso das pontes serem constituídas por vigas, elas poderão ser de concreto armado, protendido, aço ou madeira, utilizada em praticamente todos os vãos.

Quanto ao arco, El Debs e Takeya (2007) descrevem que as pontes possuem este, como estrutura principal, podendo ser de concreto, metálico ou de alvenaria, sendo que serão descritos ao longo do estudo. Nesse tipo de estrutura, a pista é suportada por vigas longitudinais que se estendem entre as vigas transversais, suportadas por cabos ou tirantes, como no caso das pontes de arco superior, sendo que elas são suportadas pelas colunas, em caso de pontes com arco inferior (EL DEBS; TAKEYA, 2007).

E para a construção de pontes é necessário o **material da superestrutura**, significa que a escolha do material que pode ser utilizado deve ser detalhadamente analisado, pois ele influencia diretamente em diversos fatores da estrutura, em tese, a relação do material a ser empregado com o custo da obra e o vão livre que pode ser vencido, dentre esses materiais, Pfeil (1983) apresentou alguns deles, tais como, a alvenaria de tijolos, alvenaria de pedra, madeira em estado bruto (roliça), madeira em peças desdobradas ou laminado colado, aço, concreto simples, concreto armado, concreto protendido, mistas (aço/concreto e madeira/concreto).

A **Posição do tabuleiro, altimetria e planimetria** são os três fatores que influenciam significativamente com a parte da arquitetura da obra de arte, sendo que são respectivamente, a posição do tabuleiro na forma de um globo em sua estrutura, podendo ser posicionado na parte superior, intermediária ou inferior da mesoestrutura. Enquanto a altimetria da ponte é referente ao modo como a superestrutura é elaborada, como na horizontal, plana, em rampa, côncava ou convexa. E, por fim, a planimetria, que condiz com o modo em que a ponte é alinhada com a via, dentro da classificação em pontes ortogonais, esconsas ou em curva (MARCHETTI, 2007).

Por fim, a **solução construtiva**, em que Marchetti (2007) discorreu sobre o processo de edificação de uma obra de arte, que necessita de um projeto plausível, que engloba cuidado e

estudo, no processo construtivo a ser executado e analisado passo a passo, provendo o máximo de economia e segurança para todos. Sendo um obstáculo a ser vencido.

2.4 Patologias e suas manifestações em pontes

Diante ao que vem sendo abordado, quanto a designação da patologia das estruturas na área da Engenharia Civil que estuda sobre manifestações, implicações e mecanismos de correção das falhas de determinada estrutura. Em ressalva que a perspectiva da vida útil da estrutura passa por três situações do período de vida de uma estrutura que são colocadas em detrimento das manifestações patológicas e as manutenções que serão realizadas.

De acordo com os estudos de Rodrigues e Soares (2021) as patologias são compreendidas como as falhas construtivas e as situações que não são periciadas, algumas estruturas que apresentam o desempenho de forma inadequada, e assim, os fatores em junção com demais causas, como o envelhecimento da estrutura, os materiais de pouca qualidade, a falta de manutenções, além da construção sem seguir as normas regulamentadoras, são situações, pelas quais, acarretam com o surgimento das manifestações patológicas.

Ainda na percepção de Rodrigues e Soares (2021) nas manifestações patológicas são compreendidas como anomalias ou problemas que ocorrem na estrutura e as alterações anatômicas e funcionais acarretadas, em ressalva que elas podem ser adquiridas de forma congênita, isso significa que, pode ser no processo de execução da obra, com o uso de materiais e/ou métodos inadequados, de baixa qualidade, dentre outros, ou ainda pela concepção do projeto em si, mas de outra forma que pode se deteriorar ao longo dos anos. Sendo anomalias consideradas como trincas ou fissuras, infiltrações, lixiviação, dentre outros.

De acordo com os estudos de Santos (2015) a maioria das manifestações patológicas ocorrem ainda em encontros e pilares, vigas longarinas/transversinas, lajes de tabuleiro, lajes de passeio e pingos; além de fissuras, trincas, rachaduras, manchas e infiltrações em concretos, desagregação do concreto, segregação do concreto, corrosão das armaduras, dentre outras manifestações que podem surgir continuamente.

A desagregação do concreto compete a desintegração da massa do concreto e de seus componentes, que perdem a coesão entre eles, assim como a perda de aderência entre o concreto e aço, acarretado pelo acúmulo do produto da corrosão, dentre os quais, poderão levar ao deslocamento do concreto em estágios mais avançados (SANTOS, 2015).

Ainda na percepção de Santos (2015) as manchas e a infiltração do concreto condizem com a ação de qualquer fluido que pode atravessar o concreto e ocasionar a formação das manchas; enquanto as eflorescências que são depósitos na coloração branca na superfície do

concreto, que é o carbonato de cálcio insolúvel, são os produtos da lixiviação do hidróxido de cálcio.

A segregação do concreto é a separação dos componentes da mistura de concreto fresco de tal forma que a sua distribuição deixa de ser uniforme, já a corrosão das armaduras é a destruição do aço, que ocasiona os danos na estruturação em decorrência da amenização transversal das barras e a perda da aderência entre o concreto e aço (SANTOS, 2015).

Muller (2004) nos seus estudos apresenta as principais manifestações patológicas que são mais frequentes em pontes e viadutos, que é na infraestrutura, mesoestrutura e a superestrutura, sendo que cada uma delas serão discorridas, a partir de então, para a melhor percepção.

- **Infraestrutura:** é uma erosão sob as fundações diretas; as rochas como basalto fissurado; recalques diferenciais; deterioração de estacas; fundações em pilares de cabeceira de pontes sujeitas a ações horizontais intensas de empuxo; deslocamentos horizontais de camadas de terreno com baixa resistência; recalques de estacas pré-moldadas; corrosão em armaduras de estacas.
- **Mesoestrutura:** são as ações de cisalhamento, a falta de cobrimento com oxidação das armaduras; a falta de estribos em largos espaços; falta de costura nas regiões de emendas das barras; danos causados pelo impacto de materiais que são carretados pelos cursos d'água; fissuras acarretadas pelos esforços hiperestáticos.
- **Superestrutura:** lajes de passeio fissuradas; fissuras; rompimento dos guarda corpos; oxidação de armaduras; colapsos nos aparelhos de apoio; juntas de dilatação deterioradas ou inexistentes; pavimentos irregulares; sistemas de drenagem, obstruídos (MULLER, 2004).

Figura 3 – Corrosão nas armaduras



Fonte: Rodrigues; Soares (2021)

Figura 4 – Eflorescência



Fonte: Rodrigues; Soares (2021)

Em ressalva que as manifestações patológicas são compreendidas como as anomalias ou outros problemas na estrutura e as alterações anatômicas e funcionais acarretadas nas pontes.

2.5 Diferença entre anomalias e falha construtiva

Em inspeções realizadas em pontes podem ser identificadas as anomalias ou as falhas na manutenção, sem que haja a necessidade do detalhamento, em decorrência do nível ou da necessidade de aprofundamento em conformidade com o objetivo da contratação, o que pode ser compreendido como as anomalias que se trata de vícios na manutenção, no caso dessas, elas podem ser endógenas, exógenas e funcionais (VASCONCELOS, 2018).

De acordo com os estudos de Rodrigues e Soares (2021), as anomalias endógenas são oriundas da própria estrutura, podendo ser erros de projeto ou construtivos, as falhas dos materiais de construção, desobediência as normas técnicas ou até da má execução, dessa forma, esse tipo de anomalia é quase sempre de responsabilidade do executor da obra.

As anomalias exógenas são acarretadas pelos fatores externos a estrutura, isso significa que ela é provocada por terceiros, como por exemplo, a escavação da fundação do terreno vizinho que acarreta recalque na casa ao lado, ou seja, essa casa foi prejudicada em decorrência de uma anomalia exógena (RODRIGUES; SOARES, 2021).

Por fim, a anomalia funcional que é oriunda do uso ou pelo desuso na vida útil da ponte, ela está intrinsecamente relacionada a falta de manutenção da estrutura, o que evidentemente, todo material possui sua vida útil, podendo prolongar ou diminuir, de acordo com a periodicidade de manutenções realizadas em construções (RODRIGUES; SOARES, 2021).

O Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (IBAPE) descreve sobre as falhas construtivas, que podem ser divididas em falhas de planejamento, falhas de execução, falha operacional e a falha gerencial. Sendo as falhas de planejamento, aquelas ligadas a falta de conhecimento e a capacidade profissional responsável pela obra.

A falha na execução, como a própria palavra aduz, é a consequência da contratação de empresas que não são capacitadas ou especializadas para que executem adequadamente determinado serviço, situação essa que ocorre continuamente, isso principalmente pela falta de fiscalização, consequentemente, elas não aderem as normas regulamentadoras.

A falha operacional ocorre devido aos erros de registro, rondas, controle e demais atividades dos sistemas construtivos; enquanto a falha gerencial é a falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção, ou seja, a manutenção que pode até estar prevista e orçada adequadamente, no entanto, ela não apresenta resultados satisfatórios (RODRIGUES; SOARES, 2021).

Por fim, as manifestações patológicas em pontes, fica bem perceptível a determinação e prevenção dos problemas expressivos nas obras, pois elas sinalizam problemas que dependem da tipologia e da intensidade, sendo capazes de apontar a necessidade de manutenção ou do reforço estrutural, em ressalva, o uso de materiais recomendados e de qualidade, profissionais devidamente capacitados e ainda se atendo as normas regulamentadoras.

2.6 Manifestações patológicas em pontes – breve estudo na literatura

Existem diversas pesquisas relacionadas ao tema na literatura, abordando principalmente a grande importância do tema para a difusão das rodovias, pois as pontes são de grande importância para a continuação de um trecho de estrada onde não seria possível pelo fato de passar por um trecho de água.

O trabalho feito por Lima (2020) aborda esse tema. Foi realizado um levantamento das condições gerais das pontes que ligam os municípios de Jucurutu/RN a Caíco/RN, ambos no Estado do Rio grande do Norte. O trabalho foi realizado em 10 pontes que ligavam o trecho entre Cáico e Jucurutu todas com no máximo 10 metros de comprimento, e o resultado da pesquisa mostrou que nas mesmas existem um número intenso de patologias, porém o resultado das condições delas ainda são bastantes satisfatórios, pois como não se tem uma manutenção preventiva e continua, as condições das pontes ainda são consideradas favoráveis.

Vasconcelos (2018), fez um estudo de caso sobre as pontes de concreto armado. Foi analisadas 4 pontes de concreto armado localizadas entre os km 62 e km 82 da rodovia BR-423, próxima a cidade de Delmiro Gouveia, no sertão alagoano. Foram feitas visitas in-loco nas pontes sobre os riachos Salgadinho, Moreira, Taboleiro e Mosquita, com base no manual IPR 709 de 2004 (manual de inspeção de pontes rodoviárias). Os resultados apontaram diversas manifestações patológicas, com ênfase na corrosão e eflorescência atingindo os vigamentos longitudinal e transversal das estruturas. Ao fim do trabalho, ficou claro que as pontes necessitam de manutenção periódica para ter sua vida útil maior.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1 Local da pesquisa

As pontes pesquisadas pertencem ao trecho da RN/118, contemplando os municípios de Itajá\RN, São Rafael\RN e Jucurutu\RN. Na Figura 5 tem-se detalhe do trecho que possui 60km de extensão

Figura 5- Trecho da RN/118 utilizado na pesquisa.



Fonte: Google Earth (2024)

3.2 Pontes pesquisadas

Foram pesquisadas 07 pontes no trecho da RN/118. No Quadro 2 tem-se a nomenclatura utilizada para identificação delas, o comprimento e largura. Optou-se em utilizar essa nomenclatura (de acordo com as proximidades das comunidades) para assim poder fazer uma melhor referência.

Quadro 2: Nomenclatura e dimensões das pontes pesquisadas

PONTES	LARGURA (m)	COMPRIMENTO (m)
P1	9	34
P2	9	35
P3	9	173

P4	9	38
P5	9	45
P6	9	40
P7	9	50

P1: Ponte de Itajá; P2: Ponte da comunidade Mulungu; P3: Ponte da comunidade Caraú; P4: Ponte da comunidade cachoeirinha; P5: Ponte da comunidade Brandões; P6: Ponte da comunidade Desterro; P7: Ponte da comunidade Serrote.

Fonte: Autoria Própria (2024)

Todas as pontes pesquisadas utilizaram-se a classificação de Marchetti (2017), e como todas os vãos são maiores que 10 metros, todas são consideradas pontes

3.3 Caracterização das pontes

Para realizar a caracterização das pontes, será utilizada a metodologia e inspeção visual direta, que consiste na observação visual da estrutura da ponte, com o objetivo de identificar possíveis manifestações patológicas. Para isso, se seguirá os procedimentos recomendados pela NBR 9452:1997 – Inspeção de pontes de concreto armado e protendido e suas partes constituintes, além do Manual de Inspeção de Pontes Rodoviárias do DNIT (2004).

Será utilizada a literatura para auxiliar na identificação das manifestações patológicas, bem como para a proposição de soluções e contribuição para a segurança e o bom funcionamento das estruturas. O levantamento das manifestações patológicas será registrado em uma tabela, contendo informações sobre a localização da patologia, seu tipo e gravidade, e as possíveis causas.

3.4 Procedimento para o levantamento das manifestações patológicas

Para a realização do levantamento das condições gerais das pontes serão utilizados: binóculos, lanternas e câmeras fotográficas. Serão observados os seguintes aspectos:

*Condição geral da ponte, como nível de conservação, grau de limpeza e presença de sujeira ou vegetação acumulada.

*Condições da superfície de rolamento, como fissuras, trincas, ondulações, desgaste, deformações, entre outros.

*Estado dos guarda-corpos, que devem estar firmes, fixados corretamente e sem pontos de ferrugem ou corrosão.

*Verificação da condição das juntas de dilatação e dispositivos de apoio, que são elementos que permitem a movimentação da ponte sem danos a estrutura.

Estado das fundações, pilares e vigas, que são elementos essenciais para a estabilidade da ponte.

Avaliação da drenagem, verificando se os dispositivos estão desobstruídos e funcionando corretamente

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Condições gerais das pontes pesquisadas

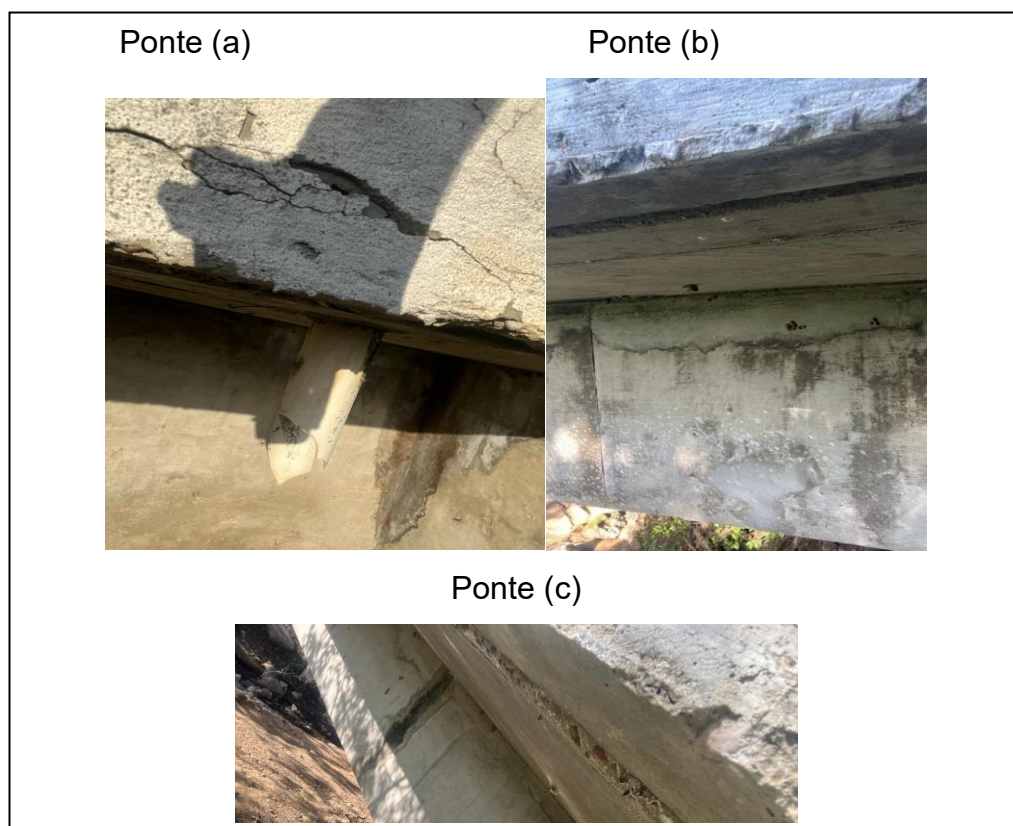
Foi realizado vistorias in loco para determinação por meio de registros fotográficos e aspectos visuais das manifestações patológicas presentes nas estruturas. Todas as pontes possuem bastantes manifestações. De forma geral foram observadas as seguintes manifestações patológicas: fissuras, manchas, ausência de guardas copos, corrosão das armaduras, desagregação e segregação do concreto e eflorescência.

Nos itens seguintes serão descritos os aspectos relevantes dessas manifestações.

4.2 Fissuração

Foram observados vários casos de fissuras\trincas nas pontes P1, P3 e P7. Na Figuras 6 tem-se registros dessa manifestação nas pontes. que acomete a estrutura podendo trazer danos ao longo do tempo.

Figura 6 - -Registros de fissuras nas pontes P1 (a), P3(b) e P7(c)



Fonte: Autoria Própria (2024)

Em elementos de concreto armado convencional, a fissuração é um problema praticamente inevitável, em virtude de tensões de tração provocadas pela flexão, força cortante, torção e restrições á movimentação. Além disso, sua origem pode ser advinda de decomposição ou desagregação dos materiais componentes do concreto, excesso de carga, erros de projeto, erros de execução, assim como uma distribuição irregular de tensões no interior da estrutura.

4.3 Armadura aparente

Esse tipo de manifestação foi observado nas pontes P2, P3, P5 e P6. Na Figuras 7 são ilustrados os casos de deslocamentos devido as infiltrações e o aparecimento das armaduras, que ficam mais expostos aos agentes agressivos.

Figura 7- Registros de Armaduras Aparentes nas pontes P2 (a), P3 (b), P5 (c) e P6 (d)

Ponte (a)



Ponte (b)



Ponte (c)



Ponte (d)



Fonte: Autoria própria (2024)

Uma possível causa dessa exposição de armadura seria um ataque químico no local, ou seja, uma reação de carbonatação, deixando os agregados livres e causando assim o deslocamento do concreto. Também, pode ser causada pela perda de aderência entre o aço tensionado e o concreto. O fato de ficarem expostas, compromete a estrutura, pois ficam suscetíveis a corrosão, que reduz a resistência a flexão da viga. Nesse caso, se faz necessário reparos urgentes a estrutura.

4.4 Eflorescência

Todas as pontes pesquisadas foram construídas para seguir o fluxo da estrada acima de bacias hídricas, e por esse fato todas as pontes possuem bastantes casos de eflorescência, pois são ambientes bastante úmidos que favorecem o surgimento desse tipo de patologia. As pontes P1, P2, P4, P5, P7 apresentam de forma clara essa manifestação patológica, como é mostrado nas Figura 8.

Figura 8- Registro fotográfica dos casos de eflorescência nas pontes P1 (a), P2 (b), P4 (c), P5 (d), P7 (e).

Ponte (a)



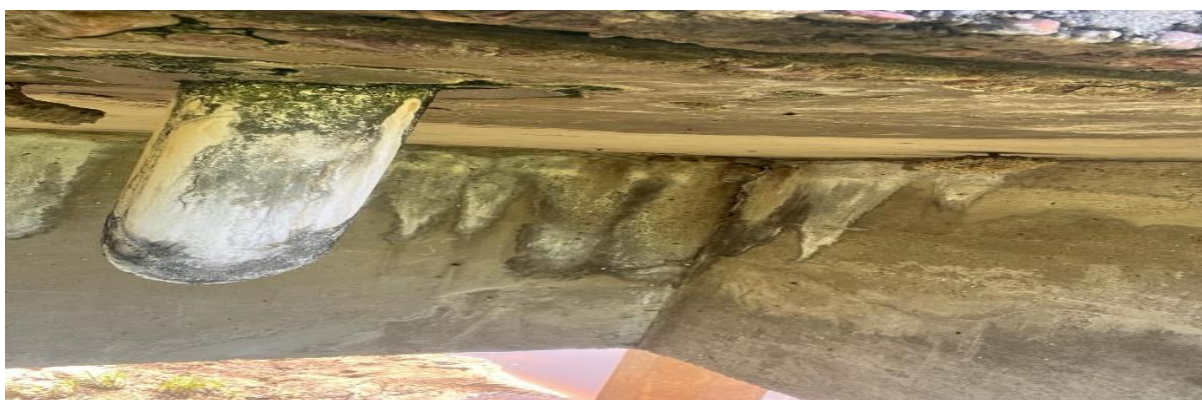
Ponte (b)



Ponte (c)



Ponte (d)



Ponte (e)

Fonte: Autoria própria (2024)

A eflorescência é uma anomalia da construção civil que resulta em manchas no concreto, como são pontes que ficam acima de curso naturais de água, existe uma grande infiltração nas pontes, ocasionando a anomalia eflorescência que com o tempo causa o deslocamento e a corrosão das estruturas.

4.5 Guarda-Corpos

O guarda-corpo em pontes são essenciais para garantir a segurança das pessoas, evitando acidentes. Todas as pontes existem guarda-corpos, porém a maioria está precisando de manutenção, pois se encontram com rachaduras e fissuras. Nas figuras abaixo, nota-se a ausência da parte de cima do guarda-corpo, como também fica evidente o aparecimento das armaduras.

Figura 9- Ausência de Guardas-corpo nas ponte P1(a),P2(b),P3(c),P4(d),P5(e),P6(f),P7(g)

Ponte (a)



Ponte (b)



Ponte (c)



Ponte (d)



Ponte (e)



Ponte (f)



Ponte (g)



Fonte: Autoria própria (2024)

Todas as pontes pesquisadas apresentem a ausência de um guarda-corpos completo, ou seja, com a parte de cima feita. O que faz com que a ponte fica um pouco menos segura para o tráfego de pessoas e veículos. Um fato muito inusitado ocorre na P3, pois um dos guarda-corpos está sendo utilizado para sustentar um poste de alta tensão, acreditando que gerando energia para as casas próximas. Fato esse que é totalmente inaceitável pelas normas, pois compromete a estrutura da ponte.

4.6 Sistema de Drenagem

As pontes pesquisadas apresentam um sistema de drenagem, porém é considerado deficiente. Algumas pontes em decorrência das chuvas as águas se acumulam na parte de cima da ponte, o que gera infiltração nas estruturas, causando problemas futuros que podem danificar toda a estrutura. As pontes P1 e P2 apresentam uma grande deficiência na sua drenagem, como é ilustrado nas imagens abaixo.

Figura 10- Sistema de drenagem nas pontes P1(a) e P2(b)



Ponte (a)



Ponte (b)

Fonte: Autoria própria (2024)

Como fica evidente nas imagens, com as chuvas o escoamento não acontece da forma correta, o que faz com que a água infiltre nas paredes e em toda a estrutura, causando problemas, como por exemplo: fissuras, deslocamentos, manchas, eflorescência e entre outros.

4.7 Juntas de Dilatação

As juntas de dilatação em pontes são responsáveis pela amenização das movimentações provenientes dos fenômenos de variação de temperatura. Nas pontes pesquisadas, somente a P3 apresentou falhas nas juntas, como é mostrada nas figuras abaixo.

Figura 11- Juntas de dilatação da ponte P3 (a e b)

Posição (a)



Posição (b)



Fonte: Autoria própria (2024)

Nas imagens acima, na P3, tanto de um lado como do outro dos inícios das pontes, estão com problemas nas juntas de dilatação, o que pode causar infiltrações de água pela ausência ou por danos do material de vedação das juntas, saliências ou depressões e falta de estanquidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como o principal objetivo analisar as condições gerais das pontes da RN-118, entre os municípios de Itajá-RN, São Rafael-RN e Jucurutu-RN. Diante desse estudo foi possível mostrar que as pontes apresentam diversos tipos de anomalias presentes em sua estrutura. Porém, fica claro que como não há uma manutenção periódica, a situação poderia ser bem mais agravante.

Pela vistoria no local e pela inspeção visual, foi possível identificar bastantes casos de fissuras nas estruturas, muitas infiltrações, eflorescência, um deficiente sistema de drenagem, ausência de guarda-corpos e problemas de juntas de dilatação. Como as pontes pesquisadas são todas feitas de concreto armado, a água age como agente deteriorante nas estruturas, se tornando um agente agressor.

A grande maioria das anomalias presentes nas estruturas poderiam ser evitadas se houvesse uma inspeção e manutenção periódica, pois segundo o DER-RN essas manutenções deveriam ocorrer de 3 em 3 anos e na prática isso não acontece.

Portanto, o objetivo geral desse estudo foi concluído com sucesso, foram apresentados os devidos problemas que acometem as estruturas, as possíveis causas e como resolvê-las. Além disso, pela grande falta de manutenção periódica, fica evidente que os resultados de certa forma foram agradáveis, pois nenhuma ponte está apresentando grandes riscos para as pessoas.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, J.; SEQUEIRA, C.; COSTA, M. **Ensinaamentos a retirar do passado histórico das argamassas.** In: 1º CONGRESSO NACIONAL DE ARGAMASSAS DE CONSTRUÇÃO, APFAC, Lisboa, 2015.

EL DEBS, Mounir Khalil; TAKEYA Toshiaki. **Introdução às pontes de concreto.** Apostila de aula – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007. Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-015A/15, Departamento de Engenharia, 2007.

HILL, T. **Manufacturing Strategy: Text and Cases.** London: Macmillan Business. In: Paiva, Carvalho Jr., Fensterseifer, 2015.

JUNIOR, Wilson Pacheco. **Construindo o futuro de olho no passado:** a história da construção civil no Brasil. Artigo Online. Obra Prime Web. Brasil, 2020. Disponível em: <<https://blog.obraprimaweb.com.br/a-historia-da-construcao-civil-no-brasil/>> Acessado em: 10 de fev. 2024.

MARCHETTI, O. **Pontes de Concreto Armado.** 1. ed. (3 reimpr.) São Paulo: Blucher, 2007.

MARTINO, Giovana. **O que é e como funciona o concreto armado?** Artigo Online. 2022. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/975732/o-que-e-e-como-funciona-o-concreto-armado> Acessado em: 12 de fev. 2024.

MULLER, R. **Critérios para o planejamento e execução de recuperações estruturais em pontes e viadutos rodoviários no Estado do Paraná.** Dissertação (mestrado) da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2004.

PFEIL, W. **Pontes:** curso básico: projeto, construção e manutenção. Rio de Janeiro: Campus, 1983.

RODRIGUES, A. L.; SOARES, M. M. **Estudo das manifestações patológicas em pontes e viadutos.** PUC Goiás. 2021.

SANTOS, R. F. C. **Sistema monolítico e alvenaria de blocos cerâmicos estudo comparativo como elementos de vedações internas para edificações.** Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

SANTOS, A. V. B. **Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido a carbonatação.** Revista Especialize On-line IPOG, 10(1). 2015.

TRIPADVISOR. **Ponte Newton Navarro – Natal.** 2024. Disponível em: https://www.tripadvisor.com.br/Attraction_Review-g303518-d6694999-Reviews-Ponte_Newton_Navarro-Natal_State_of_Rio_Grande_do_Norte.html Acessado em: 13 de fev. 2024.

VASCONCELOS, Flávio de Oliveira. **Análise das manifestações patológicas em pontes de concreto armado.** Universidade Federal de Alagoas. Campus do sertão. Delmiro Gouveia, 2018.

WINKEL, Rodolfo Luis. **Análise das manifestações patológicas em pontes na cidade de teutônia.** UNIVATES. Universidade do Vale do Taquari. Curso de Engenharia Civil. Lajeado, 2019.

LIMA, Igor Moraes. **Levantamento das condições gerais das pontes da RN-118- Trecho entre Caíco-RN e Jucurutu-RN.** UFERSA. Universidade Federal Rural do Semiárido. Curso de Engenharia Civil.