

ASSOCIAÇÃO VITORIENSE DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E CULTURA –
AVEC CENTRO UNIVERSITÁRIO FACOL – UNIFACOL
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL – BACHARELADO

PEDRO ALEXANDRE DE MEIRA

**AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PASSARELA DE
PEDESTRES SITUADA NA CIDADE DE BEZERROS-PE, BR-232**

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

2020

AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PASSARELA DE PEDESTRES SITUADA NA CIDADE DE BEZERROS-PE, BR-232

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia Civil do centro universitário FACOL – UNIFACOL, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Professor orientador: Sandro Inácio Carneiro da Cruz, Msc

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO – PE

2020

14a M5 Meira, Pedro Alexandre de, 1995 –

Avaliação das manifestações patológicas na passarela de pedestres situada na cidade de Bezerros-PE, BR232 / Pedro Alexandre de Meira. - Vitória de Santo Antão, PE: O Autor, 2020.
47 f., 29 cm.

Orientador: Prof. Me. Sandro Inácio Carneiro da Cruz

Monografia (Bacharel em Engenharia Civil) - UNIFACOL –
Centro Universitário FACOL, Vitória de Santo Antão, PE, 2020.

Resumo em português e inglês
Inclui Referências

1. Passarelas. 2. Pontes.3. Estrutura. I. Cruz, Sandro Inácio da. II. Título.

CDD 690

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO ATA DE DEFESA

AVALIAÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA PASSARELA DE PEDESTRES SITUADA NA CIDADE DE BEZERROS-PE, BR-232

Pedro Alexandre de Meira

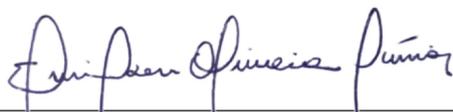
Trabalho de Conclusão de Curso apresentada ao Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário FACOL - UNIFACOL, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil

A Banca Examinadora composta pelos Professores abaixo, sob a presidência do primeiro, submeteu o candidato à análise da Monografia em nível de Graduação e a julgou determinando MENÇÃO GERAL: APROVADO

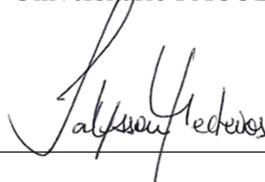


Prof. Me. (Sandro Inácio Carneiro da Cruz)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL

EXAMINADORES:



Prof. Esp. (Edmilson Raimundo de Oliveira Júnior)
Centro Universitário FACOL – UNIFACOL



Prof. (Iálysson da Silva Medeiros)



Prof.^a Ma. Tacylla Ceci Melo Freitas de Barros
Coordenadora do Curso de Engenharia Civil

Credenciada pela Portaria nº 644, de 28 de março de 2001 – D.O.U. de 02/04/2001.

Endereço: Rua do Estudante, nº 85 – Bairro Universitário.

CEP: 55612-650 - Vitória de Santo Antão – PE

Telefone: (81) 3114.1200

AGRADECIMENTOS

Para todo desenvolvimento deste trabalho agradeço primeiramente a Deus, e as pessoas que participaram dessa minha trajetória, como: meus pais, familiares, amigos, orientador e professores. Meus pais que sempre estiveram comigo incentivando a cada momento e propondo que é alcançaste todos meus objetivos.

Ao meu orientador que através de todo seu conhecimento e métodos proporcionou a conclusão deste trabalho.

Há todos os professores do curso engenharia civil da Unifacol, agradeço por permitirem á conclusão de todo este trabalho.

A todos, agradeço!

“Descobrir consiste em olhar para o que todo mundo está vendo e pensar uma coisa diferente.”

(Roger Von Oech, 2012)

RESUMO

As passarelas têm com finalidade transpor de forma segura os pedestres sobre uma via de trânsito de veículos ou uma drenagem situada no determinado local de implantação. Essas estruturas podem ser compostas de aço, madeira, concreto (moldado *in loco* ou pré-moldado) ou até mesmo da união desses. A escolha do material para essas estruturas depende das solicitações e carregamentos que são requisitados em projeto, a especificidade de o local contribuir para implantação, o vão a ser vencido e a disponibilidade dos materiais na região de implantação. Diante sua importância e por ser um elemento insuficiente investigado, torna-se de grande valia uma investigação mais aprofundada sobre o tema. Portanto este trabalho tem por objetivo avaliar de através de um estudo de caso, que tem como objeto principal uma passarela que se encontra localizado no município de Bezerros-PE as margens da BR 232. O estudo teve o objetivo de avaliar de forma qualitativa as manifestações patológicas existente na estrutura.

Palavras-chave: Passarela. Pontes. Estrutura.

ABSTRACT

he walkways are based on the safe transportation of pedestrians over a vehicle transit route or a drainage located at the given location. These structures can be composed of steel, wood, concrete (cast in place or precast) or even their union. The choice of material for these structures depends on the loads and loads that are required in the project, the specificity of the local distribution for implantation, the gap to be overcome and the availability of materials in the region of implantation. In view of its importance and because it is an insufficient element investigated, a more in-depth investigation on the topic becomes of great value. Therefore, this work aims to evaluate through a case study, whose main object is a walkway that is located in the municipality of Bezerros-PE on the margins of BR 232. The study aimed to qualitatively assess pathological manifestations existing in the structure.

Keywords: Walkway. Bridges. Structure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Passarela de pedra Clam Bridge, Lancashire England.....	16
Figura 2 - Passarela, Estudo de Caso.....	17
Figura 3 - Classificação de Passarelas	19
Figura 4 - Passarela de Madeira	20
Figura 5 - Passarela em madeira	21
Figura 6 - Execução de passarela em concreto	22
Figura 7 - Execução de passarela em concreto pré-moldado	23
Figura 8 - Passarela em Nymburk, República Checa.....	24
Figura 9 - Passarela em aço	25
Figura 10 - Passarela Redrow Footbridge, West midlands/UK	26
Figura 11 - Passarela sobre o Rio Rogue, Oregon/USA.....	27
Figura 12 - Passarela em arco	27
Figura 13 - Passarela Trelçada Shopping PLaza-Recife/Pe	28
Figura 14 - Infinity Footbridge, Stockton-on-Tees/UK	29
Figura 15 - Miler´s Crossing Bridge, Exeter/UK.....	29
Figura 16 - Passarela Rolling Bridge, Londres/UK.....	30
Figura 17 - Passarela Fan Bridgen, Londres/UK.....	30
Figura 18 - Altura e largura do degrau, com e sem bocel	31
Figura 19 - Dimensionamento de rampas	33
Figura 20 - Dimensões mínimas Guarda Corpo	34
Figura 21 - Guarda Corpo Metálico	35
Figura 22 - Acabamento em concreto	36
Figura 23 - Vista Frontal e rampas de acesso, sentido interior	37
Figura 24 - PLanta Baixa.....	38
Figura 25 - Vista Frontal.....	39
Figura 26- Vista Lateral	39
Figura 27 - Projeto: Perspectiva, vista lateral.....	40
Figura 28 - Projeto: Perspectiva Plena da Passarela	40
Figura 29 - Fissuras estrutura de encontro da passarela	43
Figura 30 - Manchas na superfície do concreto na passarela em Bezerros.....	45
Figura 31 - Corosão de armadura passarela em Bezerros	47

Figura 32 - Detalhe.....	47
Figura 33 - Corrosão, montante guarda-corpo	48
Figura 34 - Pilar de apoio da rampa de acesso á passarela	48
Figura 35 - Detalhe de corrosão no pilar apoio da rampa de acesso á passarela.....	49
Figura 36 - Deformações, trincas e vegetação no piso	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensionamento de rampas	32
--	----

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1:inclinação da rampa	33
-------------------------------------	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Histórico.....	16
2.2 Definições Técnicas.....	17
2.3 Tipos de Passarelas	18
2.3.1 Classificação por Material	19
2.3.1.1 Pedra	19
2.3.1.2 Madeira.....	19
2.3.1.3 Concreto Armado Convencional	21
2.3.1.4 Concreto Armado Protendido	24
2.3.1.5 Aço	24
2.3.2 Classificação por Tipo Estrutural.....	25
2.3.2.1 Simples	25
2.3.2.2 Ctenária	25
2.3.2.3 Arco	26
2.3.2.4 Treliça.....	27
2.3.2.5 Tirante.....	28
2.3.2.6 Mecanismo	29
2.4 Elementos Acessórios	31
2.4.1 Escada	31
2.4.2 Rampa.....	32
2.4.3 Guarda-corpo	34
2.5 Revestimento.....	35
3. ESTUDO DE CASO	37
4. METODOLOGIA.....	41
5. RESULTADOS	42

5.1	Fissuras	43
5.2	Infiltração	44
5.3	Corrosão	45
5.4	Deformação do piso.....	49
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	51
7.	REFERÊNCIAS.....	52

1. INTRODUÇÃO

As passarelas têm como propósito de transpor de forma segura os pedestres daquela determinada localidade sobre uma via de trânsito de veículos ou uma drenagem do tipo córrego. São estruturas importantes para infraestrutura de regiões e para locomoção de insumos, além de pessoas.

É entendido que tanto para este tipo de estrutura quanto para todas as demais passarelas, a maior parte das ocorrências de manifestações patológicas, origina-se nas etapas de planejamento e projeto, no qual de modo geral vêm a ser mais grave que as falhas de qualidade dos materiais ou diante execução inadequada, dando que a falta de estudo e detalhamento da estrutura podem acarretar tomadas de decisões apressadas, ou ter que adaptá-la durante a execução, (HELENE, 2003). Essas ocorrências, além de comprometer a qualidade e segurança da estrutura, geram custos não previstos.

Conforme HELENE (2003), cerca de 40% dos problemas com as construções estão associados à qualidade dos projetos, 28% a execução e 18% associado à qualidade dos materiais. Diante deste cenário, é possível empreender o rol de problemas nas estruturas de uso públicos, neste estudo, especificamente as passarelas.

Segundo DNIT (2004), no ano de 2000 foi registrado no Brasil 108.597 acidentes em 2000, envolvendo 171.964 veículos, com 6339 vítimas fatais no local do acidente.

Outra informação relevante é apresentada MTPA (2018), onde nos anos de 2010 a 2017, a região Nordeste auferiu os maiores índices de óbitos nas rodovias federais, sendo para o ano de 2017 um total de 2.010 óbitos para a região Nordeste, enquanto para as demais regiões se tem 1.667; 1.385; 741; 440, para o Sudeste, Sul, Centro-Oeste e Norte, respectivamente. E que, estes números se encontram associados a falta de atenção dos pedestres, valendo ressaltar que se trata da 3ª principal causa de óbitos em 2017.

Sendo assim, vale relacionar que as condições de manutenção das passarelas podem levar o usuário a não as utilizar.

Os problemas estruturais são denunciados pelo que chamamos de patologias, essas podem prosperar e levar a estrutura a mínimas condições de segurança. É típico observar que boa parte dessas estruturas possuem patologias preocupantes, tais como: Fissuras, eflorescência, ninho de concretagem, manchas e corrosão nas armaduras.

Segundo CAPELLO, ROCHA, *et al.*(2010), a ocorrência de manifestações patológicas nas estruturas de concreto está relacionada a vários fatores, são eles: o processo construtivo, a elaboração do projeto, a execução ou os materiais empregados. Portanto essas manifestações podem ocorrer em qualquer etapa da construção, sendo mais comum surgirem depois a conclusão da obra. Sendo assim, faz-se necessário uma análise das ocorrências dos problemas que venham a comprometer uma ou mais função da edificação, para a qual esta foi projetada.

A expectativa é que o desenvolvimento tecnologia engenharia civil e o pleno exercício da cidadania venha exercer pressão sobre os órgãos responsáveis por essas estruturas tão importantes. Tendo em vista que uma série de fatores pode culminar para surgimento e evolução dos problemas patológicos, percebe-se a importância do diagnóstico das manifestações patológicas para recuperação destas estruturas, ora tão relevante ao público.

Por fim, o presente trabalho tem como objetivo apresentar um estudo de caso identificando as principais manifestações patológicas em uma passarela sobre a as BR 232.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Histórico

Desde a 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 (PINHO, 2007).

Os primeiros materiais a serem usados nesses tipos de construções foram as pedras e madeira. A Figura 1 apresenta uma passagem de pedra, não datada na localidade de Lancashire, Inglaterra. Buscando o mesmo objetivo, a transposição de eventos geográficos proposto pela natureza, a civilização Persa utilizava tábuas e cordas na travessia de vales e rios

Figura 1 - Passarela de pedra Clam Bridge, Lancashire England



Fonte: COSTA (2012)

Em face o desenvolvimento dos materiais e as tecnologias de construção, o concreto e o aço propiciaram o surgimento de novos tipos de estruturas de pontes e passarelas, mais arrojadas e com comprimentos e vãos ainda maiores. Isto pode ser observado nas estruturas suspensas, estiadadas e mistas, que pela

sua própria esbelteza, demonstram perfeitamente a capacidade destes. A fim de demonstrar o desenvolvimento das estruturas e aplicação dos materiais, a Figura 1 apresenta a vista lateral da passarela, a qual é objeto do estudo deste trabalho.

A Figura 2 apresenta a vista frontal da estrutura a ser estudada, onde é possível observar a altura total da estrutura, contabilizando do nível da pista.

Figura 2 - Passarela, Estudo de Caso



Fonte: Street View, Google Earth (2019)

2.2 Definições Técnicas

Segundo BRASIL (1997) – Código de Trânsito Brasileiro, uma passarela é a obra de arte destinada à transposição de vias, em desnível aéreo, e ao uso de pedestres. Já ABNT (2012), passarela é uma estrutura longilínea, destinada a transpor obstáculos naturais e/ou artificiais exclusivamente para pedestres e/ou ciclistas. Obviamente, essas definições concorrem a um ponto comum, os pedestres.

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 eles. Pelo fato 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 de seus usuários.

Evidente que não é somente realizar o desafio de transposição sobre um evento geográfico, muito menos sobre uma via. Segundo a ABNT (2020), as passarelas de pedestres, devem ser providas de rampas, rampas e escadas, rampas e elevadores ou escadas e elevadores para sua transposição, sendo que as rampas, escadas e elevadores atendam esta mesma norma.

Assim, as passarelas são estruturas construídas pelo homem para transpor obstáculos naturais ou os construídos por ele mesmo, além de zelar pela sua própria segurança, e, por serem consideradas de uso público, esses equipamentos devem ser duráveis, adequadas e aderentes a paginação urbanística.

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.

2.3 Tipos de Passarelas

Segundo COSTA (2012), as passarelas apresentam uma extensa variedade tipológica, o que por vezes pode dificultar o processo referente à sua classificação, desta forma pode-se adotar dois critérios de classificação, sendo: tipo de material utilizado na sua construção; e, em função do tipo de estrutura adotado.

Neste sentido pode-se inferir que a imagem a seguir sintetiza as classificações.

Figura 3 - Classificação de Passarelas

Material	Tipo estrutural
<ul style="list-style-type: none"> • Pedra • Madeira • Concreto armado Convencional • Concreto armado protendido • Aço 	<ul style="list-style-type: none"> • Simples • Catenária • Arco • Trelças • Tirante • Mecanismo

Fonte: Própria

As passarelas, não diferentes de outras estruturas, podem aceitar diversos modelos de processos construtivos, seja ela de concreto, metal, madeira e até mesmo da utilização de cabos e a combinação dos materiais citados.

O processo construtivo associado ao tipo estrutural deve seguir as normas vigentes e tem como principal objetivo atender a necessidade esperada, quando impossível ou inviável, outro processo deve ser priorizado.

2.3.1 Classificação por Material

2.3.1.1 Pedra

Conforme demonstrado na Figura 1, a fim de transpor pequenos vales e drenagens as estruturas de pedra foram largamente utilizadas pelas comunidades ainda na condição de nômades, COSTA (2012).

2.3.1.2 Madeira

Segundo COSTA (2012), o desenvolvimento deste tipo de obra de arte está intimamente relacionado com a evolução da sociedade, tecnologias e materiais utilizados na sua construção.

O domínio dos materiais para composição de ferramentas eficientes ao trato das madeiras proporciona da antiguidade medieval até o momento a construção de robustas e belas passarelas.

Figura 4 - Passarela de Madeira



Fonte: Prefeitura Municipal Alfredo Chaves, 2013

Madeira na construção civil pode ser apreciada como um dos primeira matéria que foi utilizado para todos os tipos de obras civis, com diferentes épocas e diferentes aplicações. Mas com todo desenvolvimento do metal estrutural, a madeira esteve perdendo seu espaço na construção civil, decorrente do fato do uso ser considerado como primitivo. Com o desenvolvimento nas últimas décadas, a maneira quanto material estrutural cresceu substancialmente mais industrializado, e ocasionando o surgimento dos novos produtos fabricados a base.

A madeira utilizada com a funcionalidade de material estrutural tende a se encontra em uma das seguintes formas de origem que se pode encontrar: madeira em tora, madeira serrada, madeira laminada colada, madeira compensada e madeiras reconstituídas. Diante comportamento estrutural que se podem apresentar diversos tipos, está ligado aos arranjos da sua estrutura internas que o compõem.

Como vantagem, a madeira emprega muito menos potência relacionada no processo de execução, embora requeira uma maior mão-de obra especializada. Perante a norma que regulamenta o modo de como executar com madeiras em

função estrutural, é a ABNT (2019), que estabelecer características devem ser levadas em consideração para os cálculos em concepções de estruturas de madeiras, dentre a densidade, a resistência, a rigidez e a umidade. Diante estudos comprovaram a real capacidade de resistir, junto ao fato um material renovável, apresentar grande destaque ao cenário do mundo sustentável.

A Figura 7 apresenta a vista do modelo da passarela de madeira, onde é possível observar todos os componentes e detalhes.

Figura 5 - Passarela em madeira



Fonte: Lahr, F.A.R, Segundinho, P.G.A, Dias, A.A e Junior, C.C (2010)

2.3.1.3 Concreto Armado Convencional

i) Moldado *in loco*

O concreto moldado *in loco* é tradicionalmente utilizado em grande parte das estruturas. Isso não seria diferente as obras de artes especiais, tal como as passarelas.

Sabe-se que o concreto é formado pela composição racional do aglomerante (cimento), da água, do agregado pequeno (areia quartzosa) e do agregado graúdo (brita), podendo conter ou não, aditivos químicos. (PIMENTA, 2012). A Figura 3 apresenta uma passarela que está sendo estruturada com concreto convencional, moldado *in loco*.

A Figura 6 apresenta a vista frontal da estrutura, onde é possível observar a execução da rampa de acesso da passarela em concreto.

Figura 6 - Execução de passarela em concreto



Fonte: Jinews, 2017, acessado em 30/09/2020 em www.jinews.com.br.

Diante a norma que regulamenta o emprego e a aplicação do concreto, a ABNT (2015), as etapas de execução do concreto são:

- Caracterização dos materiais componentes do concreto;
- Estudo de dosagem do concreto;
- Ajuste e comprovação do traço de concreto;
- Preparo do concreto.

ii) Pré-moldado

Diante o processo de execução onde o desenvolvimento na construção civil buscar realizar obras em menos tempo, com em face da velocidade de execução nota-se que o mercado de construção de obras de artes especiais caminha dentro de um processo de industrialização cada vez mais amplo. Isso não seria diferente

com as passarelas, onde é possível ter elementos como longarinas, pilares e escadas de acesso em elementos formados em concreto pré-moldado.

A exemplo do exposto apresentamos a construção de uma passarela com peças pré-moldados, vide Figura 5.

Figura 7 - Execução de passarela em concreto pré-moldado



Fonte: Debora Ertel, (2017). **Disponível:** www.diariodecanoas.com

A confecção das peças pré-moldadas segue conforme as especificações do projeto e esse os regramentos impostos pela ABNT (2014). Após a produção das pelas segundo sua utilização e as condições normativas, as peças são transportadas para o local de aplicação, ficando assim armazenadas até sua aplicação, conforme o planejamento executivo de construção.

Segundo EL DEBS (2000), o Brasil ainda se estrutura no processo industrial no mercado dos pré-moldados, as condições econômicas e outros fatores, em principal o cultural, influenciam de sobremaneira a utilização de peças pré-moldadas.

Associando as obras de artes especiais, algumas passarelas de projeto mais complexo, são construídas com uso de aduelas pré-moldadas de concreto, sendo essas aplicadas com o método de avanço por balanço.

2.3.1.4 Concreto Armado Protendido

Segundo Leonhardt (1983), a deficiência a resistência a tração no concreto fez com que se pensasse, desde o início, em colocar sob compressão as zonas tracionadas das estruturas de concreto, por meio da protensão, de tal modo que os esforços de tração tenham, em primeiro lugar, de anular estas tensões de compressão antes que surjam tensões de tração no concreto.

Neste sentido, a fim de avançar sobre vão mais extensos o uso da proteção proporciona resistência e uma estrutura mais leve. A Figura 8 a seguir apresenta o caso de uma passarela em construção formada com concreto protendido.

Figura 8 - Passarela em Nymburk, República Checa



Fonte: FERREIRA (2001)

2.3.1.5 Aço

Durante certo período o aço era avaliado como um metal precioso pela sua difícil obtenção “diante a beleza e maleabilidade do aço”, o desenvolvimento na exploração do momento em que descobriu como extraí-lo da natureza, começou a ser habitual com mais presença e se tornado cada vez usável. No decorrer do ano

de 1856, expor como produzir o aço, que é um material mais resistente relacionado ao ferro fundido, mais leve, e onde pode produzir em maiores quantidades, atendendo vários setores de material para as indústrias de diversos setores.

A Figura 6 apresenta modelo de passarela em aço, onde sua estrutura apresentar um *design* moderno e inovador.

Figura 9 - Passarela em aço



Fonte: Marília, 2020. **Disponível:** <https://mariliadobem.com.br>

2.3.2 Classificação por Tipo Estrutural

2.3.2.1 Simples

Os tipos de passarelas mais comuns de estruturas são identificadas como simples, a exemplo uma típica passarela em vigas longarinas, como ilustrado na Figura 10, onde podem ser usualmente estruturadas em concreto armado ou aço.

Figura 10 - Passarela Redrow Footbridge, West Midlands/UK



Fonte: COSTA (2012)

2.3.2.2 Catenária

Segundo COSTA (2012), as passarelas do tipo catenária são constituídas por um tabuleiro (estrutura laminar de concreto armado) contínuo, usualmente ancorado nos encontros e apoiado nos pilares. A forma curva da estrutura advém do equilíbrio estático entre as forças, Figura 11.

Figura 11 - Passarela sobre o Rio Rogue, Oregon/USA



Fonte: COSTA (2012)

2.3.2.3 Arco

Desde a antiguidade as estruturas em arco com a utilização de pedra, e atualmente concreto, tirantes e aço são largamente utilizados.

Figura 12 – Passarela em arco



Fonte: Tolley, 2009

2.3.2.4 Treliça

As passarelas em treliça conferem estruturas mais leves e harmônicas com o ambiente, a Figura 13 apresenta uma passarela implantada em um Shopping na cidade do Recife.

Figura 13 – a) Vista Geral e b) Detalhe construção. Passarela Treliçada, Shopping Plaza – Recife/PE



a)



b)

Fonte: www.projeart.ind.br, acessado em 30/09/2020

2.3.2.5 Tirante

Atualmente, a utilização de tirantes a fim de estabelecer apoios ao tabuleiro da passarela tem proporcionado a construção de estruturas modernas, viabilizando detalhes em arco, ou mesmo o suporte para estruturas de simples vigas longarinas. As Figura 14 e 15 ilustram duas passarelas no Reino Unido com grande beleza e funcionalidade.

Figura 14 – Infinity Footbridge, Stockton-on-Tees/UK



Fonte: COSTA (2012)

Figura 15 – Miler's Crossing Bridge, Exeter/UK



Fonte: COSTA (2012)

2.3.2.6 Mecanismo

Segundo COSTA (2012), dentre os diversos tipos já abordados neste trabalho existem as passarelas a *rolling-bridge*, conforme mostrado na Figura 16. Trata-se de uma passarela onde o tabuleiro, com recurso a cilindros hidráulicos, enrola sobre si próprio “fechando-se”, este tipo de estrutura é utilizado na travessia de pequenos cursos de água, possibilitando a passagem de embarcações sob elas.

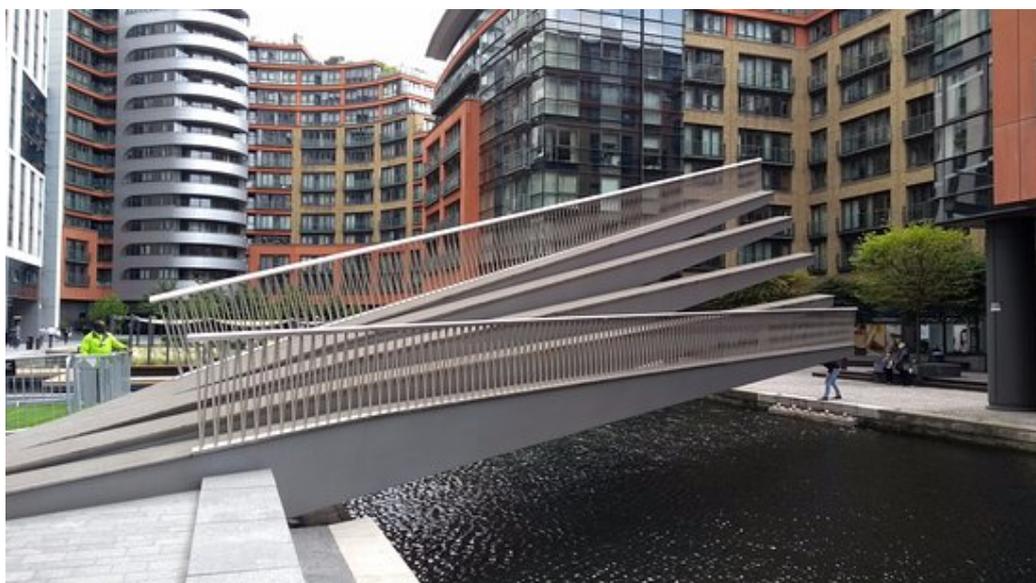
Figura 16 – Passarela *Rolling Bridge*, Londres/UK



Fonte: COSTA (2012)

Nesta classificação podem ser acolhidas todas as passarelas que possuem um mecanismo de movimentação associados, como mostrado na Figura 17 onde é mostrada a famosa Fan Bridge em Londres.

Figura 17 – Passarela Fan Bridgen, Londres/UK



Fonte: www.tripadvisor.fr, acessado em 30/09/2020

2.4 Elementos Acessórios

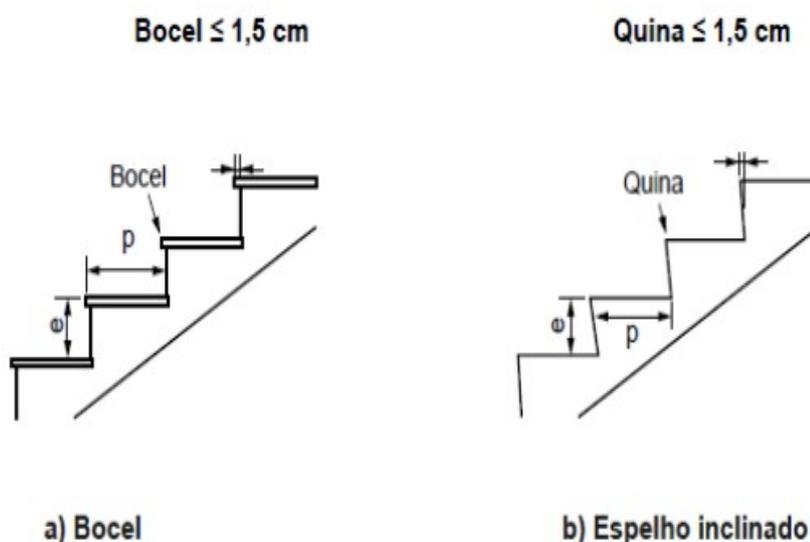
2.4.1 Escada

As escadas são equipamentos de transposição vertical de um usuário, com a disposição de degraus que servem para subir ou descer. As escadas devem ser dimensionadas segundo as normas ABNT (2001) e a ABNT (2020), de maneira a atender as necessidades impostas quanto a saída de emergências e a acessibilidade, respectivamente.

O dimensionamento dos pisos e dos espelhos de uma escada deve seguir as referências normativas citadas, como também atender as questões ergonômicas propostas pela Fórmula de Blondel (2.Espelho + Piso).

As passarelas podem ser entendidas como rota fixa de acesso, ou seja, uma via de escoamento emergencial de pessoas; Assim, segundo a ABNT (2020), não podem ser utilizados degraus e escadas fixas com espelhos vazados. Quando houver bocel ou espelho inclinado, a projeção da aresta pode avançar no máximo 1,5 cm sobre o piso abaixo, conforme Figura 7.

Figura 18 - Altura e largura do degrau, com e sem bocel



Fonte: ABNT (2020)

Outro aspecto relevante colocado pela ABNT (2020), é que as dimensões dos pisos e espelhos devem ser constantes em toda a escada ou degraus

isolados. E que, a largura das escadas deve ser estabelecida de acordo com o fluxo de pessoas, conforme ABNT (2001).

A largura mínima para escadas em rotas acessíveis é de 1,20 m, contendo sinalização visual na borda do piso visível preferencialmente fotoluminescente ou retro iluminado.

As escadas fixas devem ter no mínimo um patamar a cada 3,20 m de desnível altimétrico e sempre um patamar quando houver a mudança de direção, conforme ABNT (2020).

O patamar decorrente a mudança de direção da escada deverá ter dimensões iguais à largura da escada.

A inclinação transversal dos patamares não pode exceder 1% nas escadas internas e 2% nas escadas externas, conforme a ABNT (2020).

2.4.2 Rampa

Segundo a ABNT (2020), as rampas são definidas como superfícies de piso com declividade igual ou superior a 5 %. No entanto, os pisos das rampas devem possuir inclinação transversal da superfície deve ser de até 2 % para pisos internos e de até 3 % para pisos externos. A inclinação longitudinal da superfície deve ser inferior a 5 %. Inclinações iguais ou superiores a 5 % e devem atender as especificações contidas nesta norma, essencialmente o Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensionamento de rampas

Desníveis máximos de cada segmento de rampa h m	Inclinação admissível em cada segmento de rampa i %	Número máximo de segmentos de rampa
1,50	5,00 (1:20)	Sem limite
1,00	5,00 (1:20) < i ≤ 6,25 (1:16)	Sem limite
0,80	6,25 (1:16) < i ≤ 8,33 (1:12)	15

Fonte: ABNT (2020)

Conforme a ABNT (2001), a rampa inclinada propicia a conexão da rota de saída ou entrada unindo dois níveis de pavimento. Em caso excepcional de reformas, onde as possibilidades de locação e atendimento as referências expostas na Tabela 1 não conseguiram ser atendidas, podem ser utilizadas inclinações superiores a 8,33 % (1:12) até 12,5 % (1:8).

Segundo a ABNT (2001), os patamares das rampas devem ter comprimento mínimo de 1,10 m, medido na direção do tráfego. Consoante a ABNT (2020), quando houver mudança de direção ou um desnível altimétrico de 3,70 m, deve-se prever a instalação de um patamar.

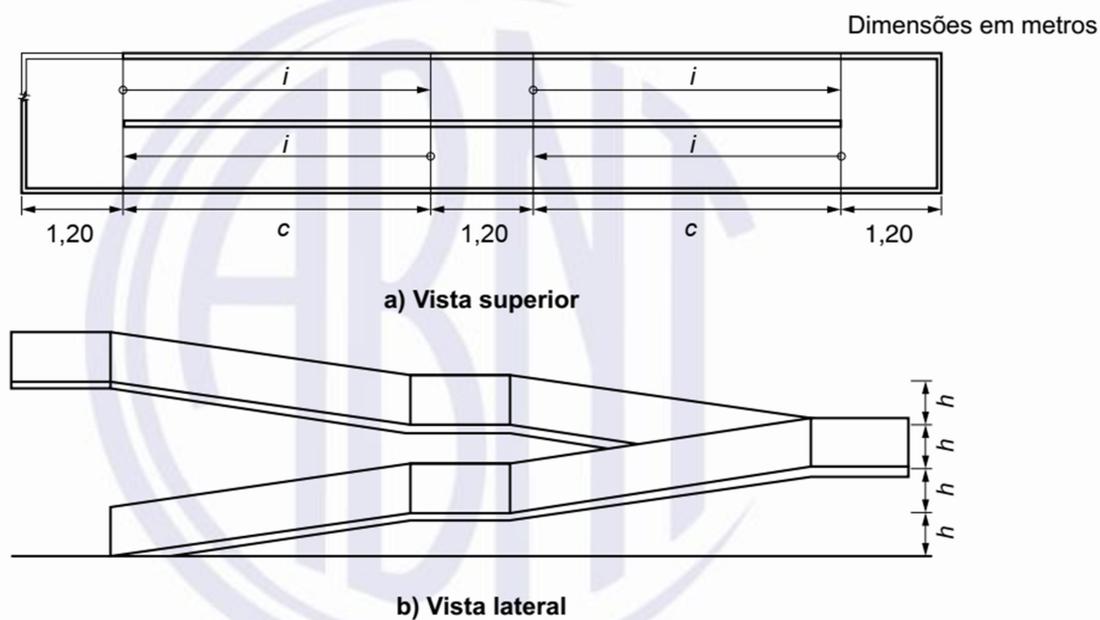
A inclinação das rampas deve ser calculada, segundo a seguinte equação 1: inclinação da rampa

$$i = \frac{h \times 100}{c}$$

Fonte: Fonte: ABNT/NBR 9050

Onde: i – inclinação, expressa em porcentagem (%);
 h – altura do desnível;
 c – comprimento da projeção horizontal.

Figura 19 - Dimensionamento de rampas



Fonte: ABNT (2020)

2.4.3 Guarda-corpo

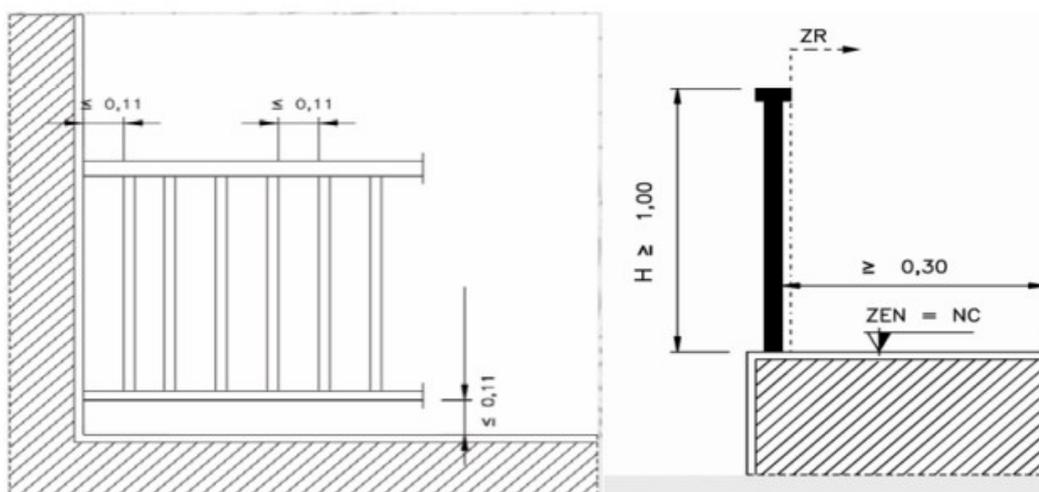
Os guarda-corpos são barreiras estabelecidas nas estruturas a fim de proteger o usuário de um possível acidente de queda ou projeção externa a área da estrutura.

Esses elementos são barreiras de proteção vertical podendo ser maciço ou em elemento vazados pré-moldados. Em algumas regiões eles podem ser chamados de gradil ou balaustrada.

Segundo a ABNT (2019b), o guarda-corpo é um elemento construtivo com a finalidade de proteção ao usuário podendo ser construído em madeira, ferro, galvanizado e concreto.

Independente do material de constituição, o guarda-corpo deve ser fixado ao viga principal do tabuleiro/laje de piso, a fim de assegurar a absorção do impacto dos usuários. A Figura 9 apresenta as dimensões mínimas atribuídas pela ABNT (2020).

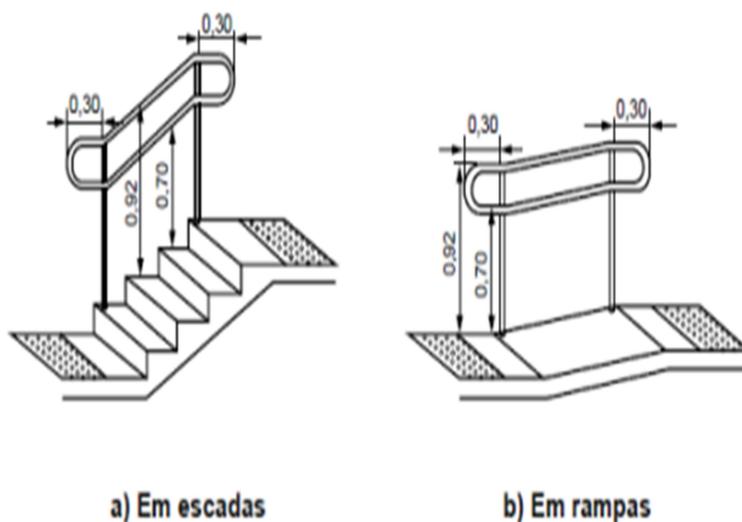
Figura 20 - Dimensões mínimas Guarda Corpo



Fonte: ABNT (2019b)

A ABNT (2020) preconiza que as escadas e rampas devem dispor de guarda-corpo associado ao corrimão. A Figura 10 apresenta um exemplo de guarda-corpo formado por elementos metálico fixado a laje de piso de uma estrutura.

Figura 21 - Guarda Corpo metálico



Fonte: ABNT (2001)

A norma determina que os guarda-corpos devem ser construídos com materiais rígidos, apresente firmeza quando fixada às paredes ou barras de suporte e devem oferecer condições de segurança aos usuários. A ABNT (2019b) ainda define que a altura mínima do guarda-corpo de 1,0 m, sendo que o espaçamento dos perfis seja menor ou igual a 11,0 cm, evitando assim o risco de passagem de uma pessoa entre as barras.

2.5 Revestimento

Segundo DNIT(2012), o revestimento de piso das passarelas deve ser projetado, obrigatoriamente, em material anti-derrapante. O revestimento de piso de uma passarela deve atender as condições de segurança de seus usuários.

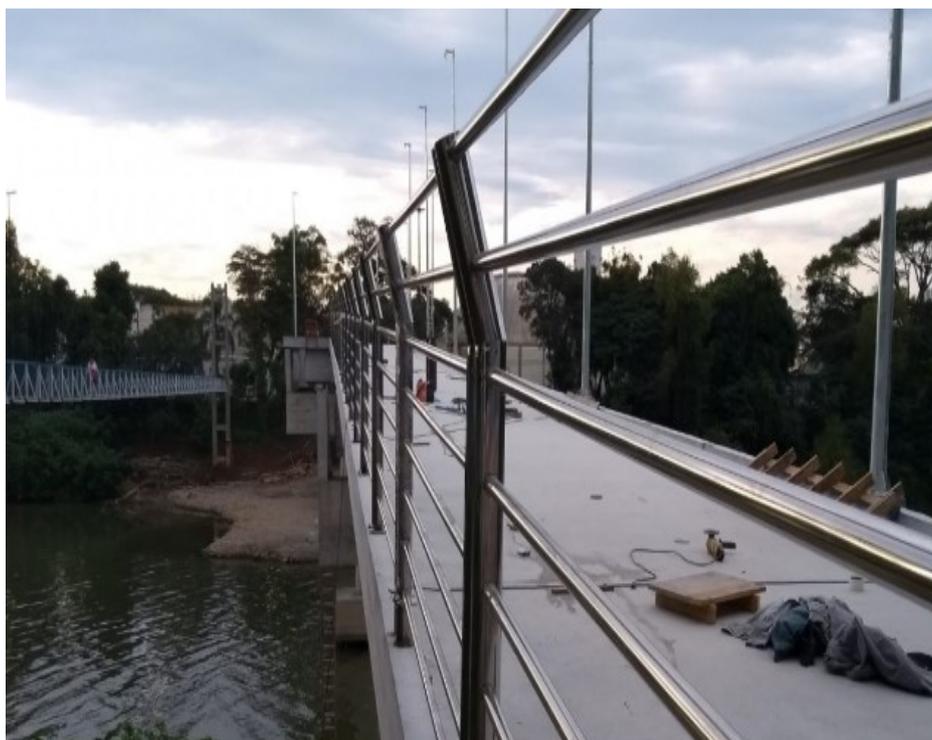
A empresa responsável pela execução deve atentar para a qualidade do material de composição e o procedimento técnico executivo, por fim garantindo um revestimento e acabamento regular, firme, estável e não trepidante, conforme pode-se detalhar a seguir:

- Estável: não acarretará deslocamento quando sujeita às ações mecânicas resultante do uso normal;
- Durável: não é desgastável diante a ação da chuva ou de lavagens frequentes como fenômenos naturais;
- Firme: não é deformável a alguns sujeitos às de ações mecânicas decorrentes do modo normal da estrutura;

- Contínua: não possui as juntas com a profundidade superior a 0,005m a recomendada.

A figura 11 apresenta uma passarela em construção onde estão sendo realizados serviços de acabamento no piso, garantindo a regularidade de planura dele.

Figura 22 - Acabamento em concreto



Fonte: Marcelo Becker/PMT (2020) **Disponível:**
<https://www.tubarao.sc.gov.br/>

3. ESTUDO DE CASO

O objeto de Estudo de Caso é uma passarela localizada na cidade de Bezerros-PE, onde essa estrutura tem por objetivo possibilitar aos usuários (estudantes, idosos, deficientes e demais transeuntes) a transposição sobre as vias de rolamento da BR-232.

Sendo estruturada em concreto pré-moldado com (longarina, laje e setor de pilares). Pode se notar na Figura 12 apresenta uma vista do setor de travessia sobre as vias e a vista lateral de uma das rampas de acesso.

Figura 23 - Vista Frontal e rampas de acesso, sentido interior



Fonte: Street View, Google Earth (2019)

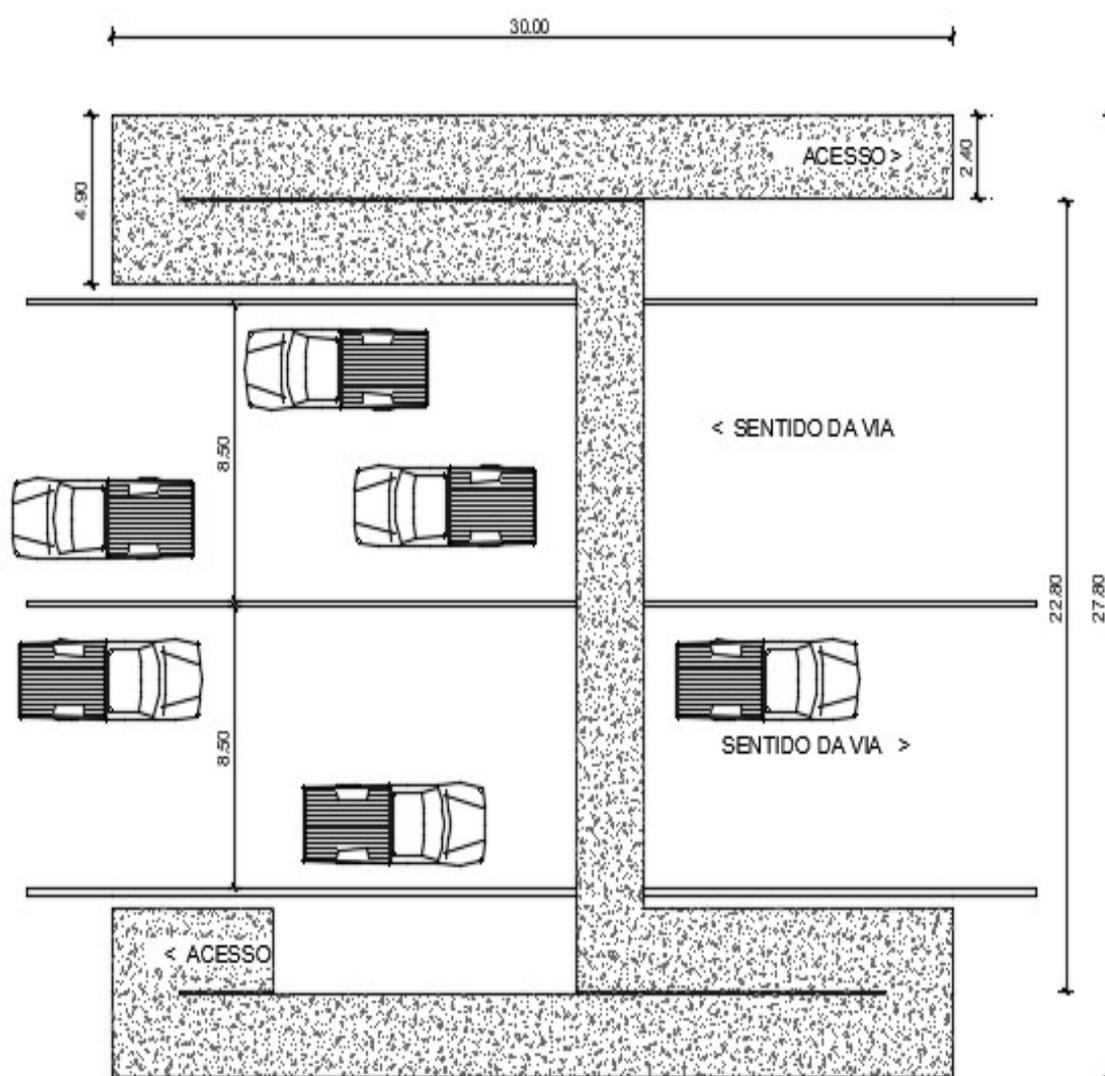
A instalação da passarela objeto desse estudo viabilizou a conexão entre as duas partes da cidade de Bezerros, permitindo a travessia em segurança de seus usuários e o desenvolvimento da economia associada ao comércio e áreas industriais.

Sem a presença deste equipamento, seria difícil imaginar a transposição segura da população através da BR232, sem considerar as dificuldades impostas pela sazonalidade horária da via, onde se tem horas de tráfego menos ou mais intenso.

De acordo com Vitório (2015), como as passarelas são implantadas geralmente sobre vias urbanas ou rodovias, estão quase sempre expostas a um tráfego intenso de veículos.

As figuras a seguir apresentam os desenhos associados aos levantamentos realizados nas inspeções que foram realizadas, haja vista que não foi obtido o projeto da passarela junto ao Departamento de Estradas e Rodagem do estado de Pernambuco, DER-PE. A figura 24 apresentar uma planta baixa da passarela com o acesso a mesma, com as dimensões reais da estrutura e a via de rolamento.

Figura 24 - Planta Baixa

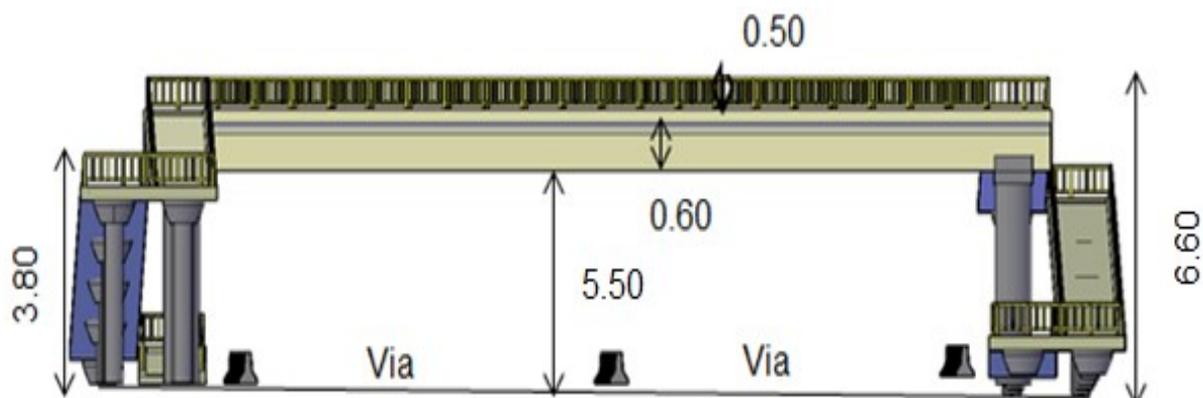


Fonte: Arquivo Pessoal (2020)

A Figura 25 apresenta a vista frontal da estrutura, onde é possível observar a altura total da estrutura, contabilizando do nível da pista até o umbral do guarda-

corpo, como também as vistas das rampas de acesso com as dimensões real da passarela.

Figura 25 - Vista frontal

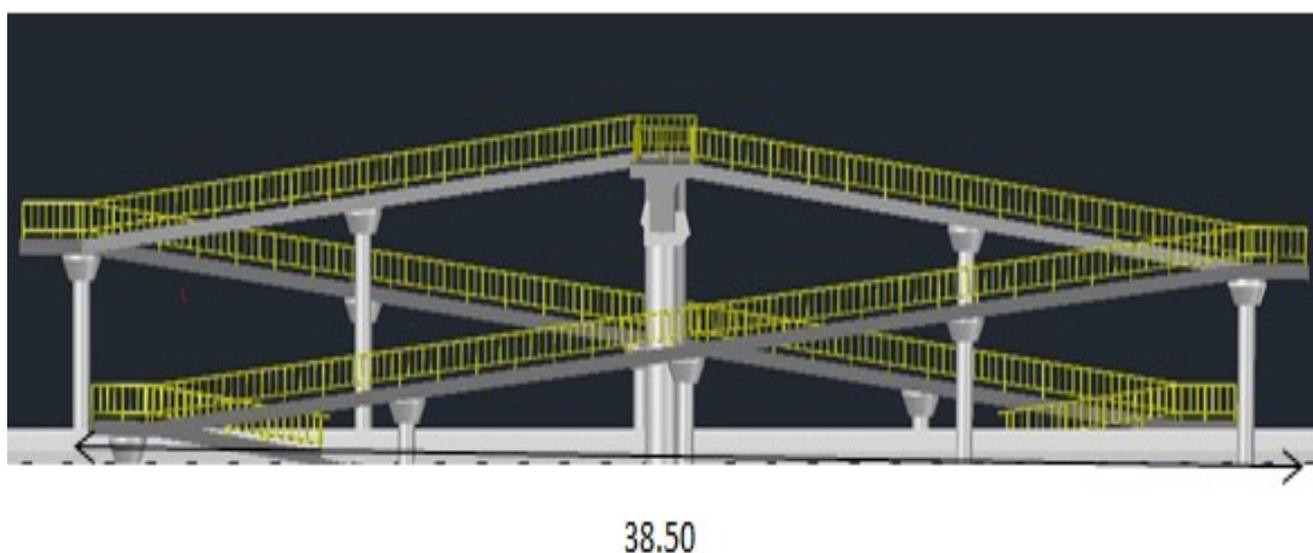


Fonte: Arquivo Pessoa (2020)

A estrutura apresenta essa especificação de altura livre de 5,50 metros, ou seja, a diferença da cota do pavimento da rodovia e a cota infradorso da viga ou laje da superestrutura da obra atende as condições prescritas nas normas do DNIT e do DER-PE. Entende-se se trata de uma especificação importante, pois garante que nestas condições qualquer veículo venha a colidir com a estrutura.

A Figura 26 apresenta à vista lateral da estrutura, dando ênfase a rampa de acesso dos usuários.

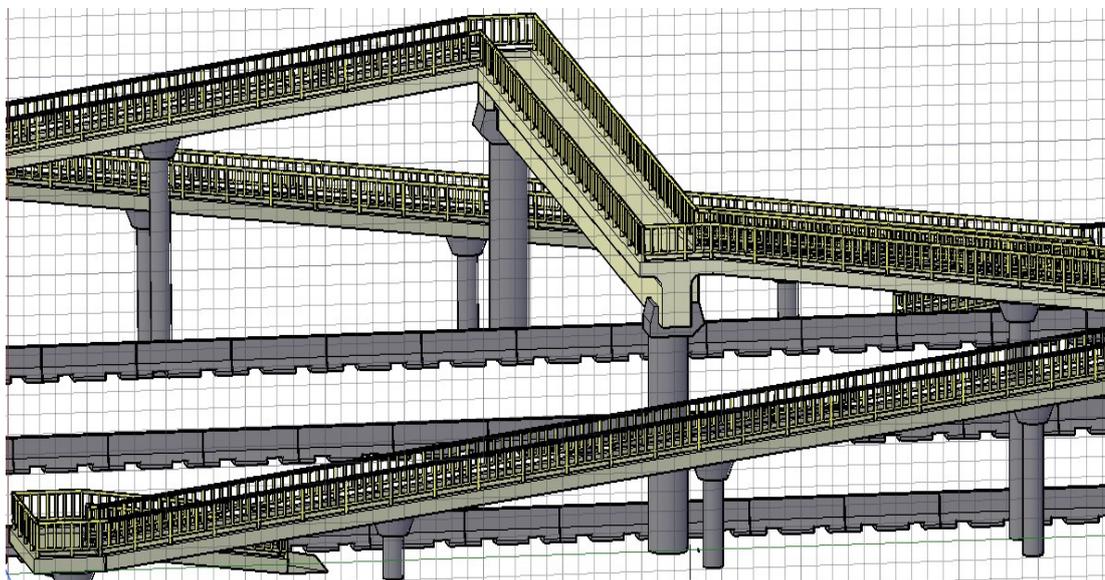
Figura 26 - Vista Lateral



Fonte: Autor

A Figura 27 apresenta a perspectiva da passarela, por um ângulo superior, onde se pode visualizar o guarda corpo e a estrutura com melhor campo de visão.

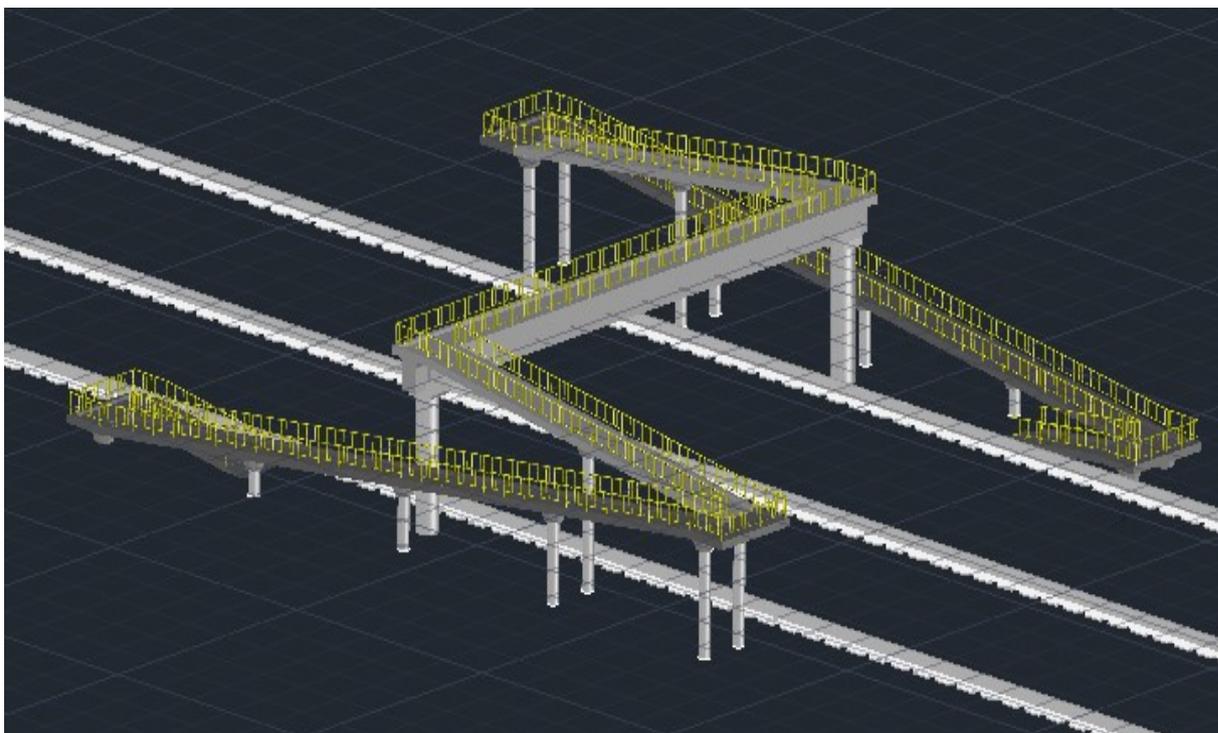
Figura 27 - Projeto: Perspectiva, vista lateral



Fonte: Autor

A Figura 28 apresenta a perspectiva de toda a passarela, a fim de denotar sua magnitude e os elementos estruturais que o compõem.

Figura 28 - Projeto: Perspectiva Plena da Passarela



Fonte: Autor

4. METODOLOGIA

Para chegar aos objetivos gerais e específicos do estudo, com o intuito de analisar as manifestações patológicas e suas causas, adota-se como metodologia principal a inspeção visual da passarela, apresentada por meio de visitas técnicas com registros fotográficos, feitos *in loco*, das patologias e falhas observadas nos elementos estruturais inspecionados.

A análise de campo proporcionou a coleta de informações formidáveis, com levantamento das patologias de forma apreensiva para o conhecimento dos transtornos futuros que poderá se desenvolver na estrutura a cada dia. Essa coleta de dados foi realizada através de fotografias que possibilitaram a localização e identificação de patologias existentes, assim com a análise efetiva das manifestações proporcionou avaliar seu grau de deterioração sobre a estrutura, posteriormente com a realização dos levantamentos foi realizada uma análise de cada uma das patologias encontradas.

A fim de obter maiores informações da estrutura foi realizado contato com a Prefeitura Municipal de Bezerros, com o intuito de se conseguir cópia do projeto da passarela implantada, aonde o município conduziu para DER/PE que não respondeu as solicitações requeridas.

Sendo assim, resultou levantar a passarela com devidos problemas apresentado, adiante o aspecto com análise da estrutura e com as falhas que tende a comprometer a segurança exemplificando os pontos positiva e negativos que um empreendimento pode acarretar desde que se tenha o desempenho de forma imperfeita.

Os trabalhos distintos, sobre o tema abordado, foram o satisfatório para se alcançar todos os objetivos propostos a ser concretizado. Definiu-se, como critério de abrangência, do que já foram explícitos os artigos nacionais, na língua portuguesa em que estejam disponíveis na íntegra.

5. RESULTADOS

Segundo Silva Neto (2006), as patologias das estruturas quanto à origem podem ser divididas em três categorias:

- Adquiridas – são patologias estruturais procedentes de atuação externa, como a poluição atmosférica, umidade, gases ou líquidos corrosivos e vibrações excessivas provocadas pelo uso indevido da estrutura;
- Transmitidas – são patologias transmitidas de obra para obra, como soldadores que não se preocupam em retirar a pintura dos pontos de solda, ignorando que a tinta prejudica a qualidade do serviço, e, também os casos de falta de prumo;
- Atávicas – são patologias resultantes de má concepção de projeto, erros de cálculo, escolhas de perfilados ou chapas de espessuras inadequadas ou, ainda, do uso de tipos de aço com resistência diferente das consideradas no projeto.

De acordo com as análises realizadas, no objeto de trabalho seletivo, todas as manifestações patológicas foram avaliadas por meio de fotografias retiradas *in loco* provenientes das inspeções realizadas na estrutura. Por consistir em manifestações patológicas de fácil identificação, as fotos foram suficientes e aptas para o estudo. Podemos destacar como as principais patologias identificadas na estrutura como:

- Fissuras;
- Manchas;
- Corrosão;
- Deformação do piso.

5.1 Fissuras

As estruturas projetadas ou executadas com algum vício tendem a apresentar com o passar do tempo fissuras ou outras manifestações patológicas.

O termo fissura é utilizado para nomear a ruptura incidida no concreto sob atos mecânicos ou físico-químicos. A fissuração pode ser analisada a patologia que mais ocorre, ou pelo menos a que chama mais atenção dos proprietários (SOUZA e RIPPER, 1998).

Segundo a ABNT (2014), fissuras são consideradas agressivas quando a abertura na superfície do concreto excede os seguintes valores:

- a) 0,2 mm para peças expostas em meio agressivo muito forte (industrial e respingos de maré);
- b) 0,3 mm para peças expostas a meio agressivo moderado e forte (urbano marinho e industrial);
- c) 0,4 mm para peças expostas em meio agressivo fraco (rural e submerso).

É possível apresentar na figura 18, as fissuras com 0,3 mm ocasionada devido ao recalque no encontro da passarela.

Figura 29 - Fissura estrutura de encontro da passarela



Fonte: Street View, Google Earth (2019)

Podem-se surgir pelos mais variados motivos, como: a falha de execução, o uso de materiais de baixa qualidade, a falha de manutenção preventiva, fenômenos naturais como fortes chuvas, ventos, abalos sísmicos, falha de dimensionamento de projeto.

Sobre o tratamento ideal das fissuras, é importante a verificação das mesmas para descobrir se são ativas ou passivas. As aberturas ativas variam conforme as mudanças de tensões, um exemplo comum dessas fissuras são aquelas causadas por dilatação térmica. Mas quando a fissura não se altera conforme o tempo essas é chamado de passivas.

5.2 Infiltração

Além de fissuras, outro problema frequente que se encontra nas estruturas de concreto é a infiltração, manifestação patológica que prejudica a estética e causa desconforto visual devido às manchas que se criam na superfície, mas essas manchas também servem como aviso para algum outro tipo de problema que esteja acontecendo na estrutura.

A umidade em uma estrutura se manifesta de muitas formas diferentes, dentre as quais se evidencia a umidade por capilaridade, umidade da construção, umidade de precipitação, umidade devido a outras causas.

NAPPI (2002) separa em seis classificações de umidade, sendo elas: a umidade do terreno, umidade da construção, a umidade de precipitação, umidade de condensação, umidade por higroscopicidade e a umidade variada:

- Umidade de Terreno: são as umidades chamadas por capilaridades, condutores capilares são espaços de diâmetro finíssimo, que percorrem os materiais da alvenaria com a água, avançando contra a gravidade.
- Umidade da construção: ocorre durante a execução da obra, pois alguns materiais necessitam de água para a fabricação.
- Umidade de precipitação – é aqui que ocorre o aparecimento de manchas de dimensões variáveis nas paredes exteriores (Figura 19) em períodos de precipitações, que tendem a desaparecer. No entanto, em períodos prolongados de chuvas, ocorrem aparições de bolores, eflorescências e criptoflorescências.

- Umidade de condensação: na composição do ar, ocorre determinada quantidade de vapor de água, com a variação da temperatura este vapor pode aumentar ou diminuir sua densidade.
- Umidade variada: esse tipo serve para avisar que, além de motivos naturais, manchas de infiltração também podem ocorrer por causas humanas.

Figura 30 - Manchas na superfície do concreto na passarela em Bezerros



Fonte: Arquivo Pessoal

5.3 Corrosão

Segundo HELENE, (1992). As causas comuns que ocorre a corrosão no concreto são:

- Má execução das peças estruturais,
- Concreto com resistência inadequada,
- Ambiente agressivo,
- Proteção insuficiente,
- Manutenção inadequada ou inexistente,
- Presença de cloretos.

Na maioria dos casos onde aconteceu à corrosão, a fonte geradora é o meio externo, deve-se impedir o fissuramento do elemento e proteger onde for necessário. Os níveis de agressividade diferenciam de ambiente para ambiente, e, portanto, a NBR 6118 estabelece os níveis aceitáveis de espessura das fissuras, como:

- a) 0,1mm para peças não protegidas em meio agressivo;
- b) 0,2mm para peças não protegidas em meio não agressivo;
- c) 0,3mm para peças

A desagregação é a perda de massa de concreto por causa de um ataque químico expansivo de produtos característicos ao concreto e ou por causa à baixa resistência do mesmo, caracterizando-se por agregados soltos ou de fácil remoção. Já a eflorescência é a formação de resíduo salina na superfície do concreto, devido a água de infiltrações ou intempéries. Esses sais formador podem ser agressivos e causar desagregação profunda, além da modificação do aspecto visual na estrutura, pois há um contraste de cor entre os sais e o substrato sobre os quais se depositam.

A corrosão nas armações nas estruturas de concreto armado origina-se problemas tanto na estética quanto na utilização e segurança dos usuários. O processo corrosivo ocorrer devido ao comprometimento do aço que compõem a estrutura. Os sinais mais comuns apresentado são: fissuras e trincas, manchas na superfície, desagregações, deformação exagerada, destacamento do concreto, entre outros advertidos.

Conceituando trincas pode propagar no concreto devido à corrosão das armaduras que é comum em nossas edificações, à realização do tratamento adequado a fim que o processo não venha se agravar com o dia a dia, nas quais se, não se identifica, diagnosticar e realizar a correção das verdadeiras causas do problema (MARCELLI, 2007).

A Corrosão das armaduras como demonstra na figura 20, essa manifestação patológica atingiu a estrutura comprometendo a vida útil do aço e tornando-a vítima da corrosão, aumentando o volume oito vezes mais na parte que está comprometido, produzindo tensões no concreto que não resiste, chegando ao ponto de deformação plástica do concreto, dando origem as fissuras e trincas.

É possível afirmar sobre os danos estruturais, a diminuição da área de seção transversal, a perda de aderência entre o concreto e a armadura, a fissuração do concreto provocada pelo acúmulo de produtos de corrosão junto às barras de armadura, que podem levar ao deslocamento do concreto nos estágios mais avançados. Diante a figura 31 pode-se observar nesse ponto a armadura exposta, comprometendo a resistência da mesma.

Figura 31 - Corrosão de armadura passarela em Bezerros



Fonte: Street View, Google Earth (2019)

A Figura 32 apresenta o detalhe da figura 31, onde é possível notar que as barras que compõe a proteção de canto da estrutura em alto grau de corrosão.

Figura 32 - Detalhe



Fonte: Arquivo pessoal

Em sequência, a Figura 33 apresenta as barras que estruturam os montantes dos guarda-corpos com alto grau de corrosão.

Figura 33 - Corrosão, montante guarda-corpo



Fonte: Arquivo pessoal

A Figura 34 apresenta uma vista do pilar de apoio, na região do encontro de uma das rampas de acesso.

Figura 34- Pilar de apoio da rampa de acesso à passarela



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 35 - Detalhe da corrosão no pilar apoio da rampa de acesso à passarela



Fonte: Arquivo pessoal

Diante do dano ocasionado pela patologia existente, pode verificar o comprometimento em alguns pontos da estrutura, tende a agrava a situação facilitando a penetração de diferentes agentes nocivos.

5.4 Deformação do piso

Bem, é sabido que a ABNT NBR 6118 – Projeto de estruturas de concreto – apresenta os Estados-Limite de Serviços, sendo um deles o estado-limite de deformação. Basicamente a norma define critérios e limites que devem ser atendidos no dimensionamento para que a estrutura não deforme excessivamente.

as principais causas da deformação é por causas de seu uso inadequado, ou erro no dimensionamento do projeto, ou na execução da obra, tendendo assim a provocar o surgimento de manifestações patológicas. A deformação ocorrer em placa de concreto no sentido não linear como apresentado na figura 36 a seguir.

Figura 36 - Deformações, trincas e vegetação no piso.



Fonte: Bezerros Hoje. **Disponível:** <https://bezerroshoje.com>

Segundo ABNT/NBR 14931 deve-se levar em observação todas as características necessárias em um projeto, em especial quanto à resistência aceitáveis, ao módulo de elasticidade do concreto e à durabilidade da estrutura, bem como às condições eventualmente necessárias em função do método de preparo escolhido e das condições de lançamento, adensamento e cura.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou as principais patologias encontradas na passarela instalada em Bezerros - PE sobre a rodovia BR-232. Destas manifestações patológicas podemos destacar como fissuras, eflorescência, ninho de concretagem, manchas e corrosão nas armaduras. Considerando os maiores danos na estrutura, comprometendo a estrutura com todo, interferindo na sua resistência e segurança.

O objetivo geral do trabalho foi identificar visualmente e analisar as manifestações patológicas existente em cada elemento estrutural da passarela estruturadas em concreto armado localizada na cidade de Barreiro-PE, tendo em vista colaborar para a busca de soluções relativas ao tratamento destas manifestações e falhas encontradas nessa estrutura. Esse objetivo foi atingido, tendo-se finalizado que o estado de conservação da passarela está em estágio crítico e problemático, necessitando urgentemente de medidas corretivas, preventivas e procedimentos de recuperação e reabilitação da estrutura.

O estudo de caso evidenciou a necessidade de o desenvolvimento de um bom projeto, onde irá proporcionar uma melhor qualidade da mesma em relação à segurança dos usuários.

Em principal, pode-se destacar que a implementação de um bom plano de manutenção da estrutura a cada seis meses, habilita a identificação prévia das patologias que foram encontradas, como também beneficia a programação de ações corretivas na estrutura, conseqüentemente tais ações reabilitarão as condições de segurança, de tal maneira a preservar o bem e garantir sua utilização pelos pedestres.

Como sugestão de estudos futuros é recomendada o desenvolvimento de uma matriz de análise qualitativa das patologias, a fim de contribuir com a composição de um termo de referência contendo as especificações técnicas de recuperação estrutural.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2001.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8800: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14931: Execução de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7188: Carga móvel rodoviária e de pedestres em pontes, viadutos, passarelas e outras estruturas. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto - Procedimento**. Rio de Janeiro, 2014.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12655: Concreto - Preparo controle e recebimento**. Rio de Janeiro, 2015.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 2019a.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14718 Guarda-corpos para edificação**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2019b.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. 3 ed. Rio de Janeiro, 2020a.
- ALMEIDA, Pedro Afonso de Oliveira. **Madeira como material estrutural**. Professor da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: . Acesso em: 05 jun. 2020.
- BRASIL, **Código de Trânsito Brasileiro**: Lei nº. 9.503, de 23 de setembro de 1997, e legislação correlata. – 7. ed. – Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.
- COSTA, Diogo Cândido da. **Análise do comportamento dinâmico de uma ponte pedonal**. 2012. 93 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2012.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Custos de Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2004.

DNIT, Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte. **Projeto de Passarela para Pedestre, Norma ISF 219**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Rio de Janeiro, 2012.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO. DE 99/OAE001 – Projeto de Obra de Arte. São Paulo, 1999.

EL DEBS, Mounir Khalil El. **Concreto pré-moldado: fundamentos e aplicações**. São Paulo: Eesc-usp, 441 p, 2000.

FERREIRA, L., M. **Passarela pênsil protendida formada por elementos pré-moldados de concreto**. Dissertação. São Carlos/SP, 2001.

HELENE, Paulo R. Do Lago. Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto. São Paulo, Red Rehabilitar, 2003.

Lahr, F.A.R, Segundinho, P.G.A, Dias, A.A e Junior, C.C. **Passarela Estaiada de madeira com duas torres**. Revista Construindo, Belo Horizonte, v.2, n.2, p.29-33, jul./dez. 2010.

Leonhardt, F. **Construções de Concreto**. Rio de Janeiro: Interciência, 1983.

MARCELLI, M. Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras - São Paulo: Pini, 2007.

MTPA, Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. **Anuário Estatístico de Segurança Rodoviária, 2010 – 2017**. 2018.

NAPPI, Sérgio Castello Branco. **Uma Solução Alternativa para Prorrogação da Vida Útil dos Rebocos com Salinidade em Edifícios Históricos**. 2002. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/84248>> . Acesso em: 22 dez. 2020.

PINHO, F.O. **Pontes e viadutos em vigas mistas**, Ildony Bellei. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2007.

PIMENTA, Dhiego Saraiva. **Produção de concreto convencional com a utilização de pó de brita**. 2012. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

ROSENBLUM, Anna. Pontes em estruturas segmentadas pré-moldadas protendidas: análise e contribuições ao gerenciamento do processo construtivo, 2009.

SILVA NETO, P. R. **Avaliação de patologias e recuperação de construções mistas em concreto e aço**. Pós-graduação: Mestrado na Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp – área de concentração Geotecnia, 2006.

SOUZA, V.; RIPPER, T. Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto. – São Paulo: Pini, 1998.

TOLLEY, N. **Analysis of the Rialto Bridge, Venice**. In **Department of Architecture and Civi Engineerin**, Proceedings of Bridge Engineering 2 Conference 2009.

VITÓRIO, J. A. P. Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão. 1. ed. CREA-PE, Recife, 2002.