

ESTUDO DE CASO SOBRE RECUPERAÇÃO E REFORÇO DE PONTES NACIDADE DO RECIFE

CASE STUDY ON THE RECOVERY AND STRENGTHENING OF BRIDGES IN THE CITY OF RECIFE

Ellen Cristine Gomes da Silva Rocha(1); Maria Luiza Muniz de Andrade Correia Nunes(2); Sherolla Smirna de Lima Ferreira(3)

- (1) *Estudo de caso sobre Recuperação e Reforço de Pontes na cidade do Recife, Centro Universitário dos Guararapes*
- (2) *André L. M. da S. Leal, Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações Av. Governador Carlos de Lima Cavalcanti, 155 - Boa Vista, Recife - PE*

Resumo

As estruturas de concreto não são eternamente duráveis devido a ambientes agressivos e falta de manutenção, que originam desgastes e patologias. Neste estudo de caso, foram estudadas as características das estruturas de concreto armado enaltecendo as pontes e as patologias comuns, e quando as estruturas com patologias devem ser reabilitadas para retomar à condição inicial.

Foram escolhidas as pontes Princesa Isabel, Maurício de Nassau, Duarte Coelho, Buarque de Macedo e 12 de Setembro, devido aos seus estados de degradação. Além de inspeção visual, foram elaboradas pesquisas científicas através de textos acadêmicos. Como resultado, chegou-se à conclusão que as pontes estudadas apresentam diversos problemas devido à grande falta de manutenção, e caso não haja uma intervenção imediata pode ocorrer algum dano estrutural.

Palavras-chave: Estruturas de concreto armado. Pontes. Patologias.

Abstract

Concrete structures are not eternally durable due to aggressive environments and lack of maintenance, which cause wear and tear and pathologies. In this case study, the characteristics of reinforced concrete structures were studied, highlighting the bridges and their common pathologies, and when structures with pathologies should be rehabilitated to return to their initial condition.

The bridges Princesa Isabel, Maurício de Nassau, Duarte Coelho, Buarque de Macedo and 12 de Setembro were chosen because of their degradation states. Besides visual inspection, scientific research was carried out using academic texts. As a result, it was concluded that the bridges studied present several problems due to the great lack of maintenance, and if there is no immediate intervention some structural damage may occur.

Keywords: Reinforced concrete structures. Bridges. Pathologies.

1 Introdução

Desde a antiguidade o homem procura meios de superar obstáculos naturais e continuar o seu trajeto, usando troncos de árvores, pedras e evoluindo, até o que temos de mais comum, usado em construções de pontes que é o concreto armado, especialmente no Brasil. Atualmente, com o avanço da tecnologia e dos métodos de cálculos estruturais, as pontes possuem mais ousadia em seus vãos representando expressões e a capacidade de deixar o seu legado na engenharia, que é o caso do Cais do Sertão, possuindo o segundo maior vão livre da América Latina, com 60 metros, em Recife, Pernambuco.

O concreto armado é reconhecido por seu fácil manuseio, durabilidade e custo benefício. Mas, um aspecto importante e que nunca deve ser esquecido é que as manifestações patológicas são recorrentes da falta de manutenção que é um dos fatores que mais influenciam a durabilidade do concreto.

De acordo com (SOUZA, 2009), "Patologia é o campo da engenharia que estuda as origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas."

Como qualquer outra edificação, as pontes também se deterioram. Em Recife a agressividade ambiental é muito forte por estar localizada em área próxima a ambiente marinho. Por serem feitas de concreto armado e possuir enorme quantidade de aço em sua armadura, a corrosão é acelerada pelos agentes naturais: Sal e gás carbônico.

Foram escolhidas quatro pontes para este estudo de caso: Ponte Princesa Isabel, Maurício de Nassau, Ponte 12 de Setembro, Ponte Duarte Coelho e Ponte Buarque de Macedo. Onde serão apresentadas suas respectivas classificações, tipo de estrutura, natureza do tráfego, patologias e formas de travamento das mesmas.

1.1 Componentes que classificam uma Ponte

Pontes são dois locais separados por um curso d'água ou uma depressão do terreno interligados por uma construção.

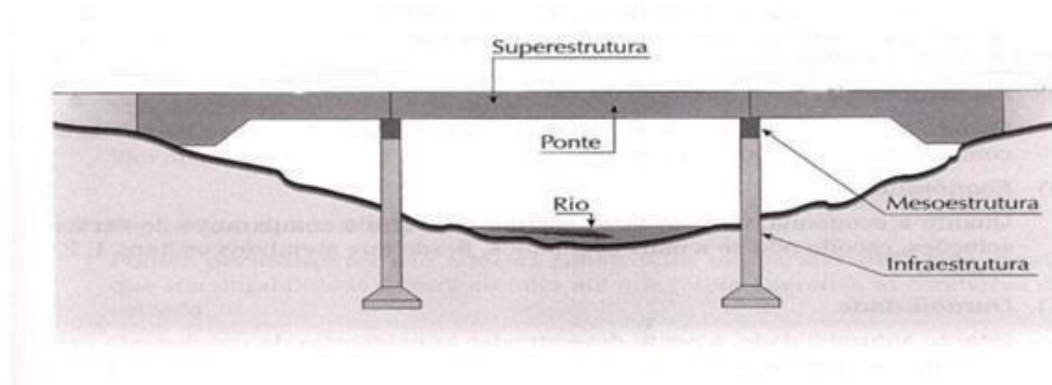


Figura 1 – Classificação. Fonte: Marchetti (2013)

Existem elementos importantíssimos que são essenciais para a composição de qualquer ponte, são eles: Superestrutura, Mesoestrutura e Infraestrutura.

Superestrutura é a parte da ponte destinada a vencer o obstáculo, recebendo as cargas devido a passagem de veículos irradiando a mesoestrutura, sendo geralmente denominada de estrado ou tabuleiro.

Mesoestrutura é considerada a parte central da estrutura, que é composta por: Estruturas metálicas, pilares, encontros e travessas que são montadas através de blocos e mastros, correspondendo a 25% de todo o concreto utilizado na ponte.

Infraestrutura é a parte da ponte que recebe as cargas da superestrutura através dos aparelhos de apoio e transmite ao solo, podendo ser subdividida em suportes e fundações.

2 Estudo de caso



Figura 2 – Ponte Princesa Isabel (A), Ponte Maurício de Nassau (B), Ponte 12 de Setembro (C), Ponte Buarque de Macedo (D), Ponte Duarte Coelho (E).
Fonte: Google Earth.

2.1.1 Ponte Princesa Isabel

Localizada sobre o rio Capibaribe, ligando-se às ruas da Aurora no bairro da Boa Vista, à rua do Sol no bairro de Santo Antônio. Foi construída pelo engenheiro inglês William Martineau e inaugurada no ano de 1863, considerada a primeira ponte de ferro da cidade. A ponte Princesa Isabel foi reconstruída em 1913 em concreto armado, e reestruturada após danos causados pelas enchentes do rio Capibaribe nos anos de 1965 e 1966.

Através dos estudos. A ponte foi reformada recentemente. Mas foram encontradas as seguintes patologias: Fissuras, Deterioração do concreto armado, Corrosão das armaduras, Desagregação, Eflorescência, e Bolor e Limo. É necessária uma manutenção.

2.1.2 Ponte Maurício de Nassau

Primeiramente denominada Ponte do Recife até o ano 1865, localizada sobre o Rio Capibaribe, ligando o bairro de Santo Antônio ao bairro do Recife antigo. Sendo denominada a primeira ponte de madeira de grande porte no Brasil. Inaugurada no ano de 1643, sob a administração do príncipe holandês Maurício de Nassau. Sua estrutura possuía um comportamento levadiço que permitia o tráfego de embarcações. Esta ponte sofreu várias reformas nos

anos 1683 e 1742. Em 1865 foi substituída por uma ponte de ferro se chamando Ponte 7 de Setembro, não durando muito por conta da rápida deterioração devido a maresia. Por fim, no ano de 1917 sob uma nova administração, a ponte foi reconstruída em concreto armado e reinaugurada com o nome Maurício de Nassau.

Reformada recentemente, mas ainda apresenta algumas patologias como: Corrosão das armaduras, degradação do concreto e Fissuras. Esta ponte não necessita de intervenções urgentes.

2.1.3 Ponte 12 de Setembro

Construída no ano de 1923, muito conhecida como ponte Giratória, por ser originalmente móvel. Sendo a razão de sua construção, deixar passar as embarcações veleiras e, ao mesmo tempo, permitir a ligação do bairro de São José e o do Recife, na foz do Rio Capibaribe. Na década de 70, a sua estrutura móvel devido a engrenagens danificadas e por não comportar mais o volume viário, foi substituída por uma estrutura fixa em concreto armado.

No estudo de caso foram detectadas as seguintes patologias: Bolores, Eflorescência, corrosão das armaduras e deterioração do concreto armado. Ressaltando que, esta ponte necessita de uma reforma urgente, devido a precariedade do estado em que se encontra.

2.1.4 Ponte Buarque de Macedo

Situada no bairro do Recife ligando a Av. Rio Branco à Praça da República, sobre a junção dos rios Capibaribe e Beberibe. É conhecida como a ponte mais extensa da cidade. O seu nome é uma homenagem ao político e engenheiro pernambucano, Manuel Buarque de Macedo. Teve sua construção iniciada em madeira, em 16 de janeiro de 1882, sob a administração do engenheiro Alfredo Lisboa, e inaugurada em 20 de janeiro de 1890, com o nome do ministro pernambucano Buarque de Macedo, que autorizou a sua construção. Foi reconstruída em 1922, e reinaugurada em 1923.

Reformada recentemente, mas ainda apresenta patologias como: Bolor, degradação do concreto e Fissuras. Esta ponte não necessita de intervenções urgentes.

2.1.5 Ponte Duarte Coelho

Construída inicialmente em 1868, com uma estrutura metálica. De acordo com informações da Fundação Joaquim Nabuco, ela foi desativada apenas em 1915 e reconstruída para ser entregue à população no ano de 1943. É conexão entre a Avenida Conde da Boa Vista com a Avenida Guararapes, e é conhecida como a Ponte do Galo da Madrugada.

O estudo de caso mostrou que esta ponte foi reformada, mas apresenta patologias como: Desagregação, Fissuras, Bolores, Degradação do concreto e corrosão das armaduras. Faz-se necessária intervenção com menor prazo de tempo possível.

3 Causas de patologias em Pontes

As estruturas das pontes, assim como os seres humanos, podem sofrer os efeitos de males naturais e adquiridos, são vulneráveis a acidentes e também se degradam com o passar do tempo. Patologia pode ser definida como “ A parte da Engenharia que estuda os sintomas, os mecanismos, as causas e as origens dos danos das construções civis, visando o diagnóstico do problema” (HELENE, 1992), ou seja, é o estudo das partes que faz o diagnóstico e precisa esclarecer todos os aspectos do problema, esses sintomas também podem ser chamados de: Danos, defeitos, lesões ou manifestações patológicas.

O uso ininterrupto, agressividade ambiental, fatores climáticos, movimentos de aceleração e frenagem vão criando fissuras, fendas, falhas na mesoestrutura e a deterioração no concreto e alvenaria. Essas são causas de patologias que se manifestam com o passar do tempo.

4 Patologias existentes nas pontes estudadas

4.1.1 Fissuras

Os surgimentos de fissuras em estruturas de concreto armado causam uma série de danos a construção. Compromete a estética, causa infiltração, reduz a durabilidade da estrutura dando insegurança e colocando em risco a qualidade da mesma. As fissuras podem se dividir em três tipos: ativas progressivas, ativas estacionárias e passivas. Elas são ativas quando a causa que a provoca continua existindo, portanto, tem movimento. E são passivas ou mortas quando a causa que a provocou foi eliminada e, por isso, a fissura não tem movimento longitudinal ou transversal.

As fissuras podem ser ocasionadas por diversos fatores como mau posicionamento da armadura, elevado volume de cimento adicionado a mistura do concreto, cura deficiente, falha no dimensionamento, mau uso da estrutura e recalque de fundações.

A identificação do tipo de abertura é muito importante para definir a estratégia de intervenção mais apropriada. Independentemente do tipo da fissura é necessário fazer a limpeza com um jato de ar para aumentar a espessura e poder trata-las. As fissuras ativas podem ser fechadas com resinas flexíveis e selantes plásticos. Já as fissuras passivas são tratadas com epóxi ou algum material rígido. Os casos mais preocupantes que exigem intervenções urgentes são nas ativas progressivas, porque necessitam de reforços estruturais e nas fundações.

4.1.2 Deterioração em concreto armado

Considerado um material muito resistente, o concreto também está sujeito a falhas recorrentes dos agentes externos e internos, principalmente presentes em ambientes agressivos. Valendo a pena ressaltar que quando é feito com componentes de baixa qualidade, segregado ou permeável fica sujeito a uma maior deterioração, levando a corrosão das armaduras. O caso mais frequente de deterioração é o de lixiviação aumentando a porosidade e se desintegrando com o tempo se assemelhando a osteoporose do esqueleto humano porque ataca o elemento estrutural em um tempo relativamente curto.

Independente de grandes anomalias, mas é necessária uma limpeza nas armaduras deve-se efetuar o apicoamento da superfície até deixar as armaduras à vista, livre de toda a aderência que impeça dos materiais serem colocados. Um jato de areia ou escovação manual é feita até deixar as armaduras isentas de qualquer ferrugem, logo após, as armaduras são revestidas com material anticorrosivo e preenchidas com argamassa de reparo e acabamento da superfície.

4.1.3 Corrosão das armaduras

São considerados fenômenos eletroquímicos da natureza e que podem ser estimulados por agentes químicos internos e externos começando no concreto e chegando até a armadura. Sendo dois desses agentes: A ação do vento (externo) e excesso de água no concreto com má compactação (interno). Esta manifestação surge através de fissuras, destacamentos do concreto, manchas superficiais, redução da seção existente das armaduras, entre outras consequências.

O procedimento padrão para a recuperação das áreas contaminadas pela corrosão das armaduras, é a retirada de todo o

concreto que se deteriora ao redor até se obter uma superfície íntegra. Todo elemento deteriorado nas superfícies das barras deverá ser eliminado para a colocação dos materiais de reparo.

4.1.4 Bolor e Limo

O ambiente úmido facilita a presença de bolores e limos nas estruturas das pontes. Os limos são vegetais microscópicos que se alimentam de substâncias presentes na água infiltrada. Já os bolores ocorrem pela presença de fungos que se hospedam em fissuras e frestas existentes, devido a umidade e infiltração de água. Sua cor esverdeada se dá pela decomposição da matéria orgânica que é usado como alimento para os fungos.

O primeiro passo para resolver é identificar a fonte da umidade, se necessário deve ser refeito o revestimento e limpeza adequada, para reduzir a umidade nos poros dos materiais. Adicionar fungicidas capazes de agir sobre o metabolismo desses agentes, contém o crescimento e proliferação dos mesmos. Como o bolor é um problema de difícil solução, porque a sua remoção e aplicação de produtos fungicidas não são uma medida definitiva e tende a retomar, ainda há estudos que desenvolvem um melhoramento na compreensão deste método. O limo pode ser prevenido apenas com a limpeza usando os materiais adequados.

4.1.5 Eflorescência

Também conhecida por lixiviação do hidróxido de cálcio do concreto, é caracterizada pela formação de salinas, que surgem na superfície das estruturas por conta da umidade interior possuindo um aspecto esbranquiçado, se tornando indesejada por razões estéticas e por diminuir a resistência do concreto ficando susceptível a decomposição química. A eflorescência acontece pela alta umidade presente. A água do solo e da chuva faz com que os sais presentes sejam dissolvidos, fazendo com que se desloquem para o exterior onde a evaporação da água produz a formação dos depósitos salinos.

Podendo ser tratada através de soluções de ácido sulfâmico ou ácido amidossulfônico, com aplicação média de 5%, para não vim atingir resultados desagradáveis. Logo após a limpeza deve-se lavar a superfície com água corrente e produtos adequados para situação.

4.1.6 Desagregação

É a separação física do concreto, que se divide em placas ou pedaços. É ocasionado pela função ligante do concreto, ou seja, perde sua capacidade de coesão. Suas causas são diversas, mas se destaca a perda da capacidade que a estrutura tem de resistir a esforços. Sua solução se assemelha ao reparo das fissuras.

5 Manifestação das patologias

5.1.1 Fissuras



Figura 3 – Ponte Buarque de Macedo. Fonte: Autoral 2021

5.1.2 Deterioração em concreto armado



Figura 4 – Ponte Princesa Isabel. Fonte: Autoral 2021

5.1.3 Corrosão das armaduras



Figura 5 – Ponte 12 de Setembro. Fonte: Autoral 2021

5.1.4 Bolor e Limo



Figura 6 – Ponte 12 de Setembro. Fonte: Autoral 2021

5.1.5 Eflorescência



Figura 7 – Maurício de Nassau. Fonte: Autoral 2021

5.1.6 Desagregação

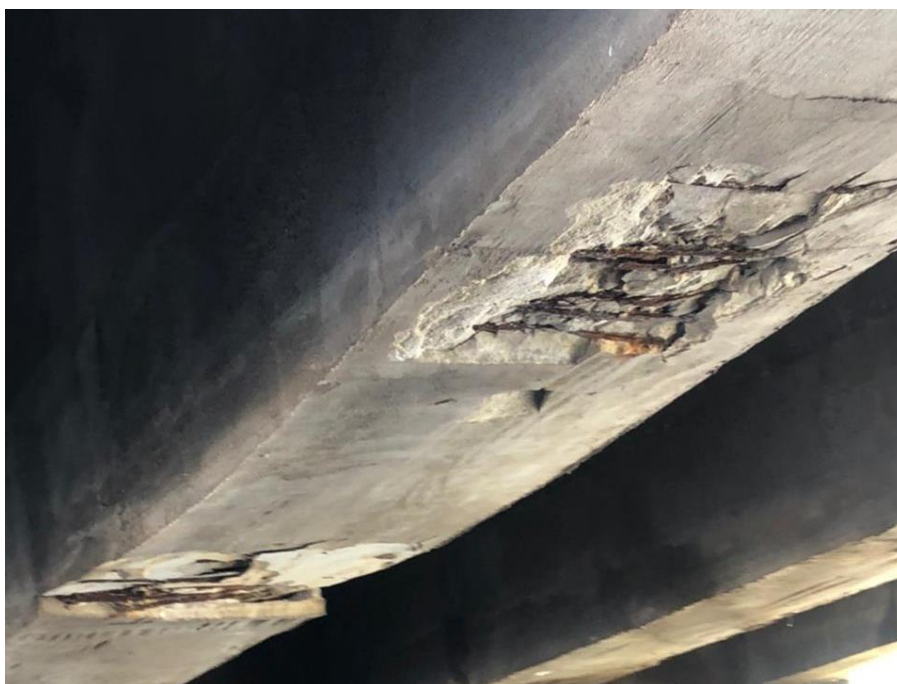












Figura 8 – Ponte Duarte Coelho. Fonte: Autoral 2021

6 Identificação das Patologias

PONTES	PATOLOGIAS ENCONTRADAS	DIAGNÓSTICO	FORMA DE INTERVENÇÃO	IMAGENS
PONTE 12 DE SETEMBRO (GIRATÓRIA)	Bolores; Eflorescência.	Falta de manutenção nos drenos; Infiltrações; Umidade; Falta de cobrimento.	Remoção mecânica das patologias por meio de escovas; Limpeza da área afetada.	 
	Corrosão das armaduras; Desagregação; Degradação do concreto.		Corte para retirada de todo concreto contaminado, Escovação manual para tirar toda camada de oxidação; Limpeza com jato de ar comprimido; Aplicação de primer oxidante; Aplicação da argamassa tixotrópica.	
PONTE MAURICIO DE NASSAU	Fissuras por corrosão ou deslocamento; degradação do concreto.	Falta de manutenção nos drenos; Infiltrações; Umidade; Falta de cobrimento.	Corte para retirada de todo concreto contaminado, Escovação manual para tirar toda camada de oxidação; Limpeza com jato de ar comprimido; Aplicação de primer oxidante; Aplicação da	

			argamassa tixotrópica.	
	Bolores; Eflorescência.		Remoção mecânica das patologias por meio de escovas; Limpeza da área afetada.	
PONTE PRINCESA ISABEL	Bolores; Eflorescência.	Falta de manutenção o nos drenos; Infiltrações; Umidade; Falta de cobrimento.	Remoção mecânica das patologias por meio de escovas; Limpeza da área afetada.	
	Corrosão das armaduras; Fissuras; Degradação do concreto.		Corte para retirada de todo concreto contaminado, Escovação manual para tirar toda camada de oxidação; Limpeza com jato de ar comprimido ; Aplicação de primer oxidante; Aplicação da argamassa tixotrópica.	
PONTE BUARQUE DE MACEDO	Fissuras; degradação do concreto.	Falta de manutenção o nos drenos; Infiltrações; Umidade; Falta de cobrimento.	Corte para retirada de todo concreto contaminado, Escovação manual para tirar toda camada de	

			<p>oxidação; Limpeza com jato de ar comprimido ; Aplicação de primer oxidante; Aplicação da argamassa tixotrópica.</p>	
	Bolores.		<p>Remoção mecânica das patologias por meio de escovas; Limpeza da área afetada.</p>	
PONTE DUARTE COELHO	Bolores; Eflorescência.		<p>Remoção mecânica das patologias por meio de escovas; Limpeza da área afetada.</p>	
	Corrosão das armaduras; Desagregação; Degradação do concreto.	Falta de manutenção nos drenos; Infiltrações; Umidade; Falta de cobrimento.	<p>Corte para retirada de todo concreto contaminado, Escovação manual para tirar toda camada de oxidação; Limpeza com jato de ar comprimido ; Aplicação de primer oxidante; Aplicação da argamassa tixotrópica.</p>	

7 Conclusão

Nas evidências do presente estudo, foi identificada a necessidade de ser oferecida uma maior atenção ao desenvolvimento de programas voltados à manutenção de pontes. Acredita-se que a escassez de programas como esse, acaba comprometendo a estrutura das pontes, deixando-as mais vulneráveis à patologias; sejam elas causadas pelas ações da natureza, como a umidade da região onde estão localizadas, desgastes em sua utilização; ou até mesmo por algum erro ocorrido antes e /ou durante a execução dos projetos.

Observou-se diversos tipos de manifestações patológicas nas pontes estudadas, destacando-se a ocorrência de exposição e corrosão de armadura, eflorescência no concreto, bolores, fissuração e falta de cobertura das armaduras, entre outras. Ressalta-se que todas estas ocorrências foram identificadas visualmente; portanto, acredita-se haver uma maior necessidade de avaliação dos casos em sua individualidade, de acordo com as características e urgências de suas estruturas, apresentando diagnósticos com resultados obtidos em inspeções.

Nas pontes estudadas foram percebidos problemas patológicos, provenientes da falta de inspeção e, conseqüentemente, de manutenção preventiva das construções, culminando no comprometimento das condições de serviços, funcionamento e, principalmente, da segurança estrutural. Considerou-se que, pelo fato de as pontes estudadas serem de alto tráfego de veículos e pedestres no município de Recife-PE, é preocupante o grau de deterioração das pontes, nas quais muitas das patologias, provavelmente ocasionadas pela falta de manutenção, bem como do uso de material inadequado às condições da estrutura e a alta atividade do meio ambiente em que se localizam as pontes, entre outros, comprometendo as condições de serviço, funcionamento e segurança estrutural.

Sugere-se que as medidas a serem tomadas devam ser voltadas principalmente a um programa de manutenção estrutural, contemplando vistorias periódicas, para aferição da qualidade das estruturas, implantação de sistema de gestão, planejamento e cadastro das obras; promoção de ações regulares de recuperação, com fins de garantir a vida útil dessas estruturas, uma vez que, trata-se de pontes construídas há mais de 50 anos.

Diante das informações contidas neste estudo, entende-se que a pesquisa foi pertinente para futuros estudos e elaboração de projetos relacionados ao tema em discussão.

8 Anexo



Figura 9 – Foto da equipe

9 Referências

HELENE, Paulo. Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto. São Paulo, 1992.

LEITE, Allan; LEAL, André; MACIEL, Pedro; ROMA, Rodrigo. Avaliação das manifestações patológicas e realizações de ensaios não destrutivos e semi destrutivos em pontes da cidade do Recife.

MARCHETTI, Osvaldemar. Pontes de Concreto Armado. São Paulo, 2018.

PINHEIRO, Maria; SILVA, Emmanuel; FLORENCIO, Lutemberg. Considerações a respeito das principais manifestações patológicas em pontes de concreto armado na cidade de Recife. Recife, 2018.

SILVA, Terezinha; SILVA, Marcos. Influência das pontes do centro do Recife na mobilidade e acessibilidade dos pedestres. Recife, 2015.

SOUZA, Vicente. Patologia, Recuperação e Reforço de estruturas de concreto. São Paulo, 1998.

TEJEDOR, Cristina. Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em estruturas de pontes. Rio de Janeiro, 2013.

VITÓRIO, Afonso. Pontes Rodoviárias. Recife, 2002.

ANEXO VI
TERMO DE AUTORIZAÇÃO

Eu, _____,
autorizo, para todos os fins de direito, que a _____,
com sede na _____,
inscrita no CNPJ/MF sob o nº _____,
possa utilizar e disponibilizar, perante qualquer meio de
comunicação, inclusive na internet, o Trabalho de
Conclusão de Curso (TCC): _____

_____ para que terceiros interessados em conhecer ou analisar o referido trabalho acadêmico possam imprimir para leitura e pesquisa, bem como reproduzir, total ou parcialmente, e utilizar como lhes convier, respeitados os direitos do Autor, conforme determinam a Lei n.º 9.610/98 (Lei do Direito Autoral) e a Constituição Federal, art. 5º, inc. XXVII e XXVIII, "a" e "b". Neste sentido, declaro que cumpridos os requisitos acima, nada poderei reclamar, seja a que título for, sobre os direitos inerentes ao conteúdo do referido trabalho.

_____, ____ de _____ de 20____

_____ Assinatura