



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE - CCTS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

ALFREDO GOMES FRANCISCO DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA PONTE DE
CONCRETO ARMADO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PIRPIRITUBA-PB**

**ARARUNA
2017**

ALFREDO GOMES FRANCISCO DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA PONTE DE
CONCRETO ARMADO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PIRPIRITUBA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba, Campus
VIII, como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Patologia

Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da
Cunha Campos

**ARARUNA
2017**

S237a Santos, Alfredo Gomes Francisco da Silva
Análise das manifestações patológicas em uma ponte de
concreto armado localizada no município Pirpirituba-PB
[manuscrito] / Alfredo Gomes Francisco da Silva Santos. - 2017.
22 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
ENGENHARIA CIVIL) - Universidade Estadual da Paraíba,
Centro de Ciências Tecnologia e Saúde, 2017.

"Orientação: Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos,
Departamento de Engenharia Civil".

1. Corrosão. 2. Degradação. 3. Manutenção. I. Título.

21. ed. CDD 624.202 88

ALFREDO GOMES FRANCISCO DA SILVA SANTOS

**ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UMA PONTE DE
CONCRETO ARMADO LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE PIRPIRITUBA-PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Estadual da Paraíba, Campus
VIII como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel em Engenharia Civil.

Área de Concentração: Patologia

Orientador: Prof. Dr. Daniel Baracuy da
Cunha Campos

Aprovada em: 19/04/2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Daniel Baracuy da Cunha Campos (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Marinaldo dos Santos Júnior

Prof. Ms. Marinaldo dos Santos Júnior
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Maria das Vitórias do Nascimento

Prof. Ms. Maria das Vitórias do Nascimento
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Dedico este trabalho aos meus pais que me deram a base necessária para que eu pudesse estudar em paz.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu o dom da vida e sempre me abençoou com muita saúde para que eu pudesse completar minha graduação sem nenhum problema grave.

Aos meus pais (Everaldo e Mônica), que são as pessoas mais importantes da minha vida, e sem o esforço deles eu não teria uma base tão boa para estudar.

Aos meus colegas de curso por todos esses anos de convivência inesquecíveis.

Ao apoio da minha companheira Ligiane.

A ajuda dos amigos Zaqueu Moura e Thiago Almeida, os quais me auxiliaram na coleta de fotografias.

Aos professores do Curso pela base de conhecimentos que me servirão para o resto da vida.

À coorientadora Maria das Vitórias do Nascimento por ter trabalhado comigo durante a pesquisa que me serviu de base para elaborar este e outros trabalhos acadêmicos.

“Imaginar é mais importante que saber, pois o conhecimento é limitado enquanto a imaginação abraça o universo.”

Albert Einstein

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	OBJETIVOS.....	09
2.1	Objetivo Geral.....	09
2.2	Objetivos Específicos.....	09
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
3.1	Ponte.....	10
3.2	Corrosão.....	10
3.3	Outros fatores de degradação das estruturas de concreto armado.....	12
4	METODOLOGIA.....	13
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
5.1	Evidências e possíveis causas das manifestações patológicas do estudo.....	14
5.2	Sugestões de tratamentos de recuperação das partes danificadas pelas manifestações patológicas.....	17
6	CONCLUSÕES.....	19
	REFERÊNCIAS.....	21

RESUMO

Ponte é uma estrutura destinada a permitir a transposição de obstáculos encontrados em uma via, sendo esses, rios, braços de mar, vales profundos, entre outros. As pontes devem resistir às solicitações que delas forem exigidas ao longo da sua vida útil, visto que fornecem suporte à passagem, tanto de pequenas como grandes cargas. Muitas dessas obras de arte da engenharia são construídas e não recebem manutenção preventiva ao longo do tempo, favorecendo o surgimento de manifestações patológicas que afetam a estrutura das mesmas. No caso de pontes de concreto armado, podem ocorrer danos nas armaduras e no concreto, causando sérios riscos estruturais. O objetivo do trabalho foi realizar um estudo com foco na análise das manifestações patológicas mais preocupantes em uma ponte de concreto armado localizada no município de Pirpirituba-PB. Inicialmente foram realizadas visitas na ponte em estudo para identificar as possíveis manifestações patológicas. Identificadas as manifestações, estas foram registradas através de fotografias *in loco* para posterior análise a respeito de qual manifestação patológica se tratava. Foram identificados problemas de corrosão das armaduras, degradação do concreto, cobrimento insuficiente do concreto, eflorescência e interrupção das juntas de dilatação do pavimento que recobre a ponte, evidenciando suas possíveis causas e sugerindo tratamentos de recuperação. As manifestações patológicas identificadas foram causadas devido às reações naturais da estrutura com os agentes agressivos do meio e devido à falta de manutenção preventiva por parte dos órgãos responsáveis.

Palavras-Chave: Corrosão; Degradação; Manutenção.

1 INTRODUÇÃO

No passado, era opinião comum que as estruturas de concreto armado (CA) fossem intrinsecamente duráveis e, mesmo quando feitas sem cuidados particulares e expostas a ambientes agressivos eram imunes à degradação. A partir dos anos 1980, foi perceptível o aumento dos casos de deterioração, que eram acompanhados por riscos de segurança e maiores custos de manutenção, o que fez a perspectiva mudar drasticamente e se compreender a importância de combater a degradação do concreto e corrosão das armaduras de forma preventiva (BERTOLINI, 2010).

A preocupação com a durabilidade das estruturas de concreto armado tem aumentado muito ao longo dos últimos anos, e esta preocupação se justifica com o aumento da quantidade de patologias atribuídas à corrosão (SANTOS, 2015).

A durabilidade consiste na capacidade que a estrutura tem de resistir às influências ambientais previstas e definidas em conjunto pelo autor do projeto estrutural e pelo contratante, no início dos trabalhos de elaboração do projeto (NBR 6118, 2014).

No início da utilização do concreto, pensou-se que sua durabilidade seria ilimitada devido às proteções físicas e químicas que o mesmo confere ao aço, porém foram constatados diversos casos de baixa durabilidade, principalmente relacionados com a corrosão das armaduras (TEIXEIRA, 1998).

Teixeira (1998), afirma que, para haver deterioração é necessário que ocorra algum tipo de interação da estrutura com o meio, possibilitando a penetração de agentes agressivos. Geralmente essas interações ocorrem em função de características físicas do concreto, como porosidade, permeabilidade, absorção e características químicas que dependem, principalmente, da composição do cimento e das adições.

Diante da problemática da degradação do concreto, faz-se indispensável à adoção de processos de prevenção nas estruturas projetadas com esse material. Deve-se estimar de maneira preliminar a vida útil de uma obra. Esta vida útil pode ser requerida pelo cliente ou se pode fazer referência a valores previsíveis (BERTOLINI, 2010).

Dentre as manifestações patológicas presentes nas estruturas de concreto armado, a corrosão chama atenção por ser comum e complexa ao mesmo tempo. Pesquisadores desenvolvem estudos no sentido de desvendar as causas desse fenômeno. Helene (1993) afirma que muitas vezes os profissionais de engenharia se encontram com esse problema. Porém se torna difícil a justificativa deste, pois enquanto uma estrutura está corroída, outras semelhantes não apresentam o mesmo problema.

A corrosão se caracteriza por uma manifestação patológica muito comum e amplamente estudada pelos profissionais da área. Esta afeta a durabilidade do concreto, pois deteriora o mesmo pela ação da degeneração das armaduras. A frequência dos casos de corrosão nas armaduras evidencia a necessidade de buscar soluções que contribuam com o processo de minimização da incidência do processo corrosivo nas estruturas de concreto (VIEIRA, 2003). Os danos da corrosão das armaduras nas estruturas de concreto podem se manifestar nas formas de expansão, fissuração e lascamento do concreto de cobrimento. Além disso, a corrosão pode comprometer a estrutura, devido à perda de aderência entre a armadura e o concreto e por fim, uma redução na área útil de aço (VIEIRA, 2003).

As pontes de concreto armado costumam apresentar problemas de corrosão das armaduras em suas vigas, pilares e tabuleiro. Portanto, surge a importância de analisar detalhadamente esse problema, pois o tratamento do mesmo possui influência direta na durabilidade da estrutura. Além deste, os problemas como os de degradação do concreto, eflorescência e trincas devido à interrupção das juntas de dilatação do pavimento também serão abordados, devido as suas parcelas de importância no comportamento desta obra de arte da engenharia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo do trabalho foi analisar as manifestações patológicas em uma ponte de concreto armado, localizada no município de Pirpirituba-PB.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar, por meio de fotografias (*in loco*), as manifestações patológicas presentes na ponte;
- Analisar as possíveis causas das manifestações patológicas identificadas na estrutura de concreto armado;
- Sugerir tratamentos de recuperação para as manifestações patológicas identificadas.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Ponte

Ponte é uma estrutura destinada a permitir a transposição de obstáculos encontrados em uma via, como rios, braços de mar, vales profundos, entre outros (MARCHETTI, 2009).

Caracteriza-se como ponte quando o obstáculo transposto é um rio, já para ser um viaduto, o obstáculo a ser transposto é um vale ou outra via (MARCHETTI, 2009).

Marchetti (2009) afirma que a estrutura se divide em infraestrutura (constituída por blocos de estacas, sapatas, tubulões, entre outros) mesoestrutura (constituída pelos pilares que transferem as cargas da superestrutura para a infraestrutura) e superestrutura (formada por vigas e lajes).

As pontes, conhecidas como obras de arte especiais da engenharia, são estruturas de concreto armado que sofrem com processos de degradação. Estas, embora conhecidas pelo baixo custo de manutenção e pela sua durabilidade, deterioram-se por envelhecimento, construção pouco apurada, estruturas subdimensionadas para cargas móveis sempre crescentes e projetos deficientes para padrões atuais (DNIT, 2010).

3.2 Corrosão

Corrosão pode ser entendida como a interação destrutiva de um material com o meio ambiente, como resultado de reações deletérias de natureza química ou eletroquímica, associadas ou não a ações físicas ou mecânicas de degradação (HELENE, 1993).

O problema da corrosão é muito comum nas estruturas de concreto armado. Por outro lado, a manutenção preventiva que deveria ser adotada, principalmente em obras de responsabilidade pública, é rara. Dos possíveis motivos desse processo corrosivo, Helene (1993) afirma que a corrosão das armaduras de aço em presença de umidade ou à temperatura ambiente pode ser considerado sempre um processo do tipo corrosão eletroquímica, a qual deve ser cuidadosamente tratada pelo engenheiro.

Andrade (2001) traz um processo cronológico para possível surgimento da corrosão. Inicialmente ocorre um período de iniciação, caracterizado pelo intervalo de tempo necessário para que os diversos agentes agressivos (Cl^- , CO_2) penetrem através do cobrimento até atingir as armaduras. Quando certa quantidade desses elementos chega até o nível das barras, provoca a despassivação da camada protetora. Após isto, os agentes começam a se instalar

com o início da fase da propagação, onde ocorre a oxidação, gerando os produtos da corrosão. A partir disso, começa a ocorrer o mecanismo da corrosão eletroquímica, configurando o que se chama de pilha de corrosão ou célula de corrosão.

Andrade (2001) afirma que a célula de corrosão é composta por:

- Uma zona anódica onde ocorrem as reações de oxidação do ferro, com perda de elétrons e redução de massa de acordo com a Equação 1.



- Uma zona catódica, onde ocorre uma redução (processo de ganho de elétrons) do oxigênio, não havendo perda de massa nesse trecho, que está descrita na Equação 2.



As reações na pilha de corrosão ocorrem quando os íons hidroxila formados pela reação de oxidação na área catódica deslocam-se através do eletrólito para a área anódica, originando os produtos da corrosão a partir da reação evidenciada na Equação 3.



O produto da reação descrita na equação 3 (hidróxido de ferro) é expansivo. Helene (1993) afirma que em outras relações similares, são formados hidróxido de ferro expansivo $[2\text{Fe}(\text{OH})_3]$ e o óxido hidratado $[\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ que também são altamente expansivos. Os produtos da corrosão têm uma coloração marrom-avermelhada, são pulverulentos e ocupam volumes de 3 a 10 vezes superiores ao volume ocupado originalmente pela armadura. Este aumento de volume causa tensões internas de tração no concreto, podendo atingir valores da ordem de 15 MPa (METHA E MONTEIRO, 1994).

Outra maneira de ocorrer corrosão surge através da carbonatação do concreto, pois a alcalinidade da camada de cobrimento pode diminuir pela penetração do gás carbônico por difusão através da rede de poros do material que reage com hidróxido de cálcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$, processo este que pode resultar no fenômeno da carbonatação, cujo oferece suporte para a corrosão das armaduras (ANDRADE, 2001). A Equação 4 evidencia a reação de carbonatação.



3.3 Outros fatores de degradação das estruturas de concreto armado

De acordo com o DNIT (2010) alguns fatores são relevantes para a degradação do concreto, por exemplo, a reação do gás carbônico (CO_2) e do gás sulfuroso (SO_2) com a umidade do ar, pois essas reações produzem substâncias ácidas que com o tempo corroem o concreto. Também tem relevância as águas puras, turvas, ácidas e marinhas, pois as águas puras destroem o concreto pelo seu grande poder de dissolução, já as águas ácidas e salinas destroem o concreto por dissolução ou por transformação dos componentes em sais solúveis, que são eliminados por lixiviação ou pela formação de novos compostos. Os compostos fluidos ou sólidos de natureza orgânica, tais como óleos, gorduras e combustíveis também podem influenciar na degradação do concreto.

Além desses fatores, a própria corrosão das armaduras é um fator preponderante para a degradação do concreto. A corrosão é a principal causa da degradação do concreto, pois os produtos da corrosão das armaduras, a oxidação e a ferrugem ocupam até dez vezes o volume do aço que lhes deu origem (DNIT, 2010).

A eflorescência acontece quando a água contida no meio (pura da condensação da neblina, do vapor de água ou água mole de chuva) reage com a pasta de cimento Portland, tendendo a hidrolisar a ou dissolver os produtos que contém cálcio. A hidrólise da pasta de cimento permanece até a maior parte do hidróxido de cálcio ser retirada por lixiviação, fazendo com que os compostos cimentícios fiquem susceptíveis à decomposição química. Isso gera perda de resistência e problemas estéticos, pois o produto da reação reage com o CO_2 atmosférico formando uma superfície esbranquiçada de carbonato de cálcio (MEHTA E MONTEIRO, 1994).

Em relação ao cobrimento insuficiente de concreto, sabe-se que o mesmo torna as armaduras mais vulneráveis à corrosão. Um cobrimento de boa qualidade, com baixa porosidade, além de dificultar a penetração dos agentes agressivos, constitui-se em uma barreira de proteção adicional, reduzindo a presença da água e do oxigênio, elementos necessários à existência da corrosão eletroquímica (FIGUEIREDO, MEIRA, 2013).

4 METODOLOGIA

No presente estudo, realizou-se um levantamento das manifestações patológicas encontradas em uma ponte de concreto armado localizada no município de Pirpirituba-PB, evidenciando suas possíveis causas e possíveis soluções de acordo com estudos de autores especialistas nesta área.

A Figura 1 apresenta a ponte de concreto armado em sua atual situação.

Figura 1: Ponte escolhida para ser objeto de estudo



Fonte: Própria Autoria

Para o desenvolvimento do presente trabalho, foi necessária a realização de visita na ponte escolhida para estudo, observando-se o estado da estrutura tanto na superestrutura (revestimento asfáltico, juntas de dilatação, vigas, lajes) quanto na mesoestrutura (pilares). Cada manifestação patológica detectada foi registrada através de fotografias para posterior análise, sendo identificadas as manifestações patológicas a partir da bibliografia consultada. Logo após, foram propostos os possíveis tratamentos de recuperação nos locais da ponte onde foram identificadas as manifestações patológicas, baseados em estudos de autores e manuais técnicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Evidências e possíveis causas das manifestações patológicas do estudo

A partir das análises fotográficas foram observadas manifestações patológicas na ponte de concreto armado em estudo. A Figura 2 apresenta uma longarina da ponte sobre um pilar, os quais apresentam processo corrosivo nas armaduras e degradação do concreto.

Figura 2: Corrosão em armadura da longarina da ponte e degradação do concreto tanto na viga como no pilar, além da falta do neoprene



Fonte: Própria Autoria

Dentre as possíveis causas das manifestações patológicas da longarina da ponte e do pilar, presentes na Figura 2, podem ser citados a corrosão das armaduras, a qual pode surgir devido ao ataque de agentes agressivos, como íons Cl^- (cloreto) e CO_2 (gás carbônico) despassivando a camada de proteção do concreto e das armaduras, favorecendo o processo de oxidação do aço, caracterizando uma corrosão por processo eletroquímico. Além disso, um visível descuido quanto à manutenção da estrutura é observado, o que também pode ser um fato gerador de corrosão e facilitador da degradação do concreto ao longo do tempo.

A Figura 2 também evidencia a falta da utilização do neoprene (elemento elástico de ligação entre segmentos estruturais que recebem as cargas e as transmitem de maneira adequada pela estrutura). Esse fato também pode ter sido responsável pela aceleração do rompimento do concreto por compressão devido ao contato direto entre a longarina e o pilar.

A Figura 3 apresenta a exposição da armadura corroída da laje do tabuleiro em sua parte lateral acompanhada da degradação do concreto.

Figura 3: Corrosão das armaduras da laje do tabuleiro da ponte



Fonte: Própria Autoria

De acordo com a Figura 3, observa-se que o concreto responsável pelo cobrimento das armaduras sofreu deslocamento, expondo as armaduras que sofreram corrosão. Sendo assim, a Figura 3 evidencia uma estrutura vulnerável às ações dos agentes agressivos, pois uma provável má execução produziu um cobrimento insuficiente do concreto facilitando seu deslocamento e posterior degradação da armadura.

As Figuras 4 e 5 apresentam algumas manifestações patológicas agregadas na região do tabuleiro da laje, como corrosão das armaduras, degradação do concreto, cobrimento insuficiente e eflorescência na face inferior da laje do tabuleiro.

Figura 4: Manifestações patológicas na face inferior da laje do tabuleiro



Fonte: Própria Autoria

Figura 5: Manifestações patológicas na face inferior da laje do tabuleiro em estado mais avançado



Fonte: Própria Autoria

Através das Figuras 4 e 5 observa-se que a degradação do concreto pode ter ocorrido devido às reações dos gases carbônico (CO_2) e sulfuroso (SO_2) com a umidade do ar. Além disso, observa-se que a armadura sofreu corrosão, o que pode ter acarretado no fenômeno da expansão e por consequência, no deslocamento do concreto. Outro fator que pode ter contribuído para a degradação do mesmo, foi a execução de um cobrimento insuficiente de concreto, facilitando a penetração dos agentes agressivos e acelerando as reações de degradação tanto do concreto como das armaduras. Já a eflorescência provavelmente ocorreu devido à presença de umidade do ambiente que facilitou a reação com o concreto, auxiliando no surgimento das superfícies esbranquiçadas, apresentadas nas Figuras 4 e 5.

Na Figura 6, o pavimento que recobre a ponte apresenta uma interrupção das juntas de dilatação, visto que o recapeamento foi executado sobre a junta de dilatação.

Figura 6: Interrupção das juntas de dilatação no pavimento que recobre a ponte



Fonte: Própria Autoria

De acordo com a Figura 6, observa-se o surgimento de trincas transversais à estrada. Estas foram formadas, pois no processo de recapeamento foi aplicado revestimento asfáltico sobre as juntas de dilatação do pavimento, interrompendo-as, facilitando o surgimento dessa manifestação patológica.

5.2 Sugestões de tratamentos de recuperação das partes danificadas pelas manifestações patológicas

Após serem identificadas, registradas e analisadas as possíveis causas das manifestações patológicas da obra de arte da Engenharia em questão, este tópico sugere os tratamentos para uma adequada recuperação das áreas danificadas.

O tratamento para a recuperação das partes corroídas, tanto do aço como do concreto, sugerido pelo DNIT (2006) considera o seguinte procedimento:

- Definir a área a ser tratada, de acordo com o projeto;
- Caso necessário, deve-se providenciar sinalização e limitação do tráfego;
- Garantir o acesso ao trecho danificado com plataformas de trabalho;
- Remover todo concreto contaminado ao redor do aço corroído, com jato de água ou ferramentas manuais para não danificar mais a armadura ou prejudicar sua aderência com o concreto, de modo que essa remoção deixe um espaço livre de, no mínimo, 2 cm entre o concreto e o aço. Essa remoção deve ser prolongada até atingir um comprimento de ancoragem de barra íntegra;

- Limpar cuidadosamente as barras de aço corroídas com escova de aço para pequenas áreas ou com jato de areia para grandes áreas;
- Examinar as barras limpas e verificar se houve uma perda de capacidade resistente superior a 10%, pois neste caso as barras devem ser suplementadas;
- Após esse tratamento, as armaduras recuperadas e as suplementadas (se forem necessárias) devem ser pintadas com tinta especial antiferruginosa;
- Para o novo concreto, quando não for necessário o uso de formas, a seção pode ser recomposta com concreto convencional, produzido no local e aditivado com sílica ativa. No caso do uso de formas, é recomendável utilizar o concreto projetado, aditivado e desempenado, devendo-se em ambos os casos (com forma e sem forma) atentar-se para as vibrações provocadas pelo tráfego, bem como efetuar cura prolongada, mínima de 7 dias;

Em se tratando das eflorescências, a maior parte delas pode ser removida por simples procedimentos, tais como escovação com escova dura e seca, escovação com escova e água, leve jateamento d'água e leve jateamento de areia (LAPA, 2008).

Ainda de acordo com Lapa (2008), existem alguns sais que ao entrarem em contato com a atmosfera se tornam insolúveis em água, sendo assim, para o tratamento ideal da eflorescência nesses casos, o autor sugere o seguinte procedimento:

- 1 parte de ácido muriático diluído em 9 a 19 partes de água;
- 1 parte de ácido fosfórico diluído 9 partes de água;
- 1 parte de ácido fosfórico mais uma parte de ácido acético diluídos em 19 partes de água.

A aplicação da solução diluída de ácido envolve quatro etapas:

- Saturar a superfície de concreto com água pura, para evitar a absorção da solução ácida;
- Aplicar a solução ácida em pequenas áreas, não maiores que $0,5\text{m}^2$;
- Aguardar 5 minutos e remover a eflorescência com uma escova dura;
- Lavar a superfície tratada com água pura, imediatamente após a remoção da eflorescência.

Para que as eflorescências não tornem a aparecer, é necessário reduzir a absorção de água com o tratamento de trincas e fissuras e pinturas hidrofugantes (LAPA, 2008).

Para o tratamento das juntas de dilatação do pavimento que recobre a ponte, pode-se utilizar um selante monocomponente autonivelante. O mesmo tem elevada capacidade de acomodação de movimentos e possui baixo módulo de elasticidade, podendo absorver movimentos com tensões muito baixas nas zonas de adesão, aumentando a longevidade e assegurando sua estanqueidade. Além disso, o selante não se degrada nem perde propriedades significativas quando exposto tanto em elevadas temperaturas, como em temperaturas amenas (SIKA, 2013).

6 CONCLUSÕES

Após a visita e os registros fotográficos que identificaram as manifestações patológicas da ponte de concreto armado estudada, pôde-se verificar as possíveis causas dos vários problemas encontrados em função das substâncias químicas que naturalmente estão presentes no meio e que, ao passar do tempo, reagem com os elementos estruturais da ponte, danificando-a. A ponte em estudo não passou por processo de manutenção na sua parte estrutural nos últimos anos (constatação visual), o que é um erro, pois com o decorrer da vida útil da estrutura, a mesma fica mais susceptível aos ataques químicos que originam os problemas patológicos.

É importante observar na Figura 2 que a corrosão das armaduras e a degradação do concreto na longarina ainda são pontuais, porém o tempo será responsável por generalizar esse problema, caso o mesmo não seja reparado a tempo. Isso pode ser observado num comparativo entre as Figuras 4 e 5, onde ocorrem manifestações patológicas semelhantes, porém em estágios diferentes de evolução. Na Figura 4, a estrutura apresenta corrosão das armaduras, degradação do concreto, cobrimento insuficiente e eflorescência em estado inicial, mas a Figura 5 apresenta o problema de maneira generalizada.

Outro ponto de importância relevante durante a execução do trabalho reside no questionamento quanto à importância de tratar eflorescências e a interrupção da junta de dilatação do pavimento de recobrimento da ponte, quando se tem problemas mais graves (degradação do concreto e corrosão das armaduras). Acontece que a eflorescência e essas obstruções estão relacionadas com a presença de umidade na estrutura, o que facilita a iniciação dos processos de deterioração de maior relevância.

Conclui-se que manifestações patológicas devem ser tratadas com processos de manutenção preventiva e não como medida de urgência após ser declarado um risco de colapso estrutural e que, quando problemas surgem em locais específicos, estes evidenciam

um futuro problema generalizado, caso o mesmo não seja tratado da maneira correta e no tempo adequado.

ABSTRACT

Bridge is a structure designed to allow the transposition of obstacles found in a road, being these, rivers, sea arms, deep valleys, among others. Bridges must withstand the demands made on them during their lifetime, as they provide support for the passage of both small and large loads. Many of these engineering works of art are constructed and do not receive preventive maintenance over time, favoring the appearance of pathological manifestations that affect the structure of the same. In the case of reinforced concrete bridges, damage to the reinforcement and concrete can occur, causing serious structural risks. The objective of this study was to conduct a study focused on the analysis of the most worrying pathological manifestations in an armed concrete bridge located in the city of Pirpirituba-PB. Initially visits were made to the bridge under study to identify possible pathological manifestations. Identifying the manifestations, these were recorded through in situ photographs for later analysis as to which pathological manifestation was treated. Problems of reinforcement corrosion, concrete degradation, insufficient concrete cover, efflorescence and interruption of the expansion joints of the deck covering the bridge have been identified, evidencing its possible causes and suggesting recovery treatments. The identified pathological manifestations were caused due to the natural reactions of the structure with the aggressive agents of the environment and due to the lack of preventive maintenance by the responsible organs.

Keywords: Corrosion; Degradation; Maintenance.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, J, J, O. *Contribuição à previsão da vida útil das estruturas de concreto armado atacadas pela corrosão de armaduras: Iniciação por cloretos*. 2001. 277f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto* - Procedimento: referência – elaboração. Rio de Janeiro, 2014.

BERTOLINI, L. *Materiais de construção. Patologia/Reabilitação/Prevenção*. São Paulo. Oficina de Textos, 2010. 414p.

BRASIL. DEPERATMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de Recuperação de Pontes e Viadutos Rodoviários*. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. DEPERATMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias *Tratamento da corrosão*-Especificação de serviço. Rio de Janeiro, 2006.

FIGUEIREDO, E,P; MEIRA, G. *Corrosão das armaduras das estruturas de concreto*. Mérida-México. ALCONPAT, 2013, 28p.

HELENE, P. R. L. *Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado*. 1993. 231 f. Tese (Tese para obtenção do título de professor do Departamento de Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.

LAPA, J. S. *Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto*. Belo Horizonte. 2008.

MARCHETTI, O. (2008). *Pontes de Concreto Armado*. 1º reimpressão. São Paulo. Editora Edgard Blucher, 2009. 238p.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, Paulo J. M. *Concreto, estrutura, propriedades e materiais*. São Paulo: PINI, 1994.

SANTOS, A. V. *Corrosão de armadura em estruturas de concreto armado devido à carbonatação*. Revista Online IPOG ESPECIALIZE, GOIÂNIA, vol. 1, nº10, Dezembro de 2015.

SIKA. *Soluções Sika para a selagem de juntas em pavimentos, pisos e outras solicitações especiais*. 2013.

TEIXEIRA, M. P. *Metodologias auxiliares para diagnóstico de patologia de corrosão em estruturas de concreto*. 1998. 166f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília. 1998.

VIEIRA, F. M. P. *Contribuição ao Estudo da Corrosão de Armaduras em Concreto com Adição de Sílica Ativa*. 2003. 223 f. Tese (Tese para obtenção do título de professor Doutor em Engenharia, área de concentração Metalurgia Extrativa e Tecnologia Mineral) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2003.

