

A IMPORTÂNCIA DAS ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS EM OBRAS DE PONTES DE CONCRETO ARMADO PARA UMA GESTÃO PREVENTIVA

THE IMPORTANCE OF TECHNICAL SPECIFICATIONS IN REINFORCED CONCRETE BRIDGE FOR PREVENTIVE MANAGEMENT

Bruno Sanchez Vieira 1

Aymara Gracielly Nogueira Colen 2

Leonardo Henrique Dias Neves 3

Resumo: As pontes são construções consideradas obras de arte, patrimônios de valor inestimável para o desenvolvimento da nação, responsáveis por estabelecer a continuidade de quaisquer vias e obstáculos. Assim, a presente pesquisa objetivou apresentar a importância da atuação na gestão preventiva quanto ao estado de conservação das pontes de concreto armado, por meio de especificações técnicas relevantes. A Pesquisa Bibliográfica foi o método utilizado em literaturas e documentos técnico-científicos referenciais. Para evitar a deterioração das pontes é necessário a aplicação correta das normas técnicas, inspeções preventivas de qualidade e manutenção constantes para identificar quaisquer alterações nas condições estruturais e nas propriedades dos materiais, reduzindo também custos na obra. É importante ressaltar que o concreto armado é um material que possui facilidade de substituição de componentes estruturais, manutenção e inspeção.

Palavras-chave: Manutenção Preventiva; Normas Técnicas; Conservação.

Abstract : Bridges are constructions considered works of art, assets of inestimable value for the development of the nation, responsible for establishing the continuity of any roads and obstacles. Thus, the present research aimed to present the importance of acting in preventive management regarding the state of conservation of reinforced concrete bridges, through relevant technical specifications. Bibliographic research was the method used in literature and technical-scientific reference documents. To prevent the deterioration of bridges, it is necessary to correctly apply technical standards, preventive quality inspections and constant maintenance to identify any changes in structural conditions and material properties, also reducing construction costs. It is important to highlight that reinforced concrete is a material that is easy to replace structural components, maintain and inspect.

Keywords: Preventive maintenance; Technical Standards; Conservation.

1 - Engenharia Civil, Centro Universitário UNITOP – Acadêmico. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4586721015030693>, ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3219-7755> . E-mail: brunitosanchez56@gmail.com

2 - Engenharia Ambiental, 'Drª' Tecnologia Ambiental. Centro Universitário UNITOP - Professora e Pesquisadora do Curso de Engenharia Civil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1142902896675039>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7173-4680>. E-mail: eng.colen@gmail.com

3 - Engenharia Civil, Mestre Engenharia Ambiental. Centro Universitário UNITOP - Professor e Pesquisador do Curso de Engenharia Civil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2159397247481778> , ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0535-4230> . E-mail: leonardonevesprofessor@gmail.com

Introdução

As pontes na engenharia representam construções de extrema significância destinadas a estabelecer a continuidade de quaisquer vias, assim como o especialista Pfeil evidenciou desde 1979. Estas estruturas proporcionam funcionalidades e segurança para os usuários, ademais, são consideradas obras de artes, pelo seu impacto visual (BALTAZAR, 2019).

No Livro ‘Pontes Rodoviárias’, Vítório (2002) registra que a primeira ponte em concreto armado foi construída em 1875, na França, no Parque do Palácio do Marquês Tihene de Chazedet em forma de abóboda, com 16,50m de vão e 4m de largura. Naquela época, o concreto armado foi usado inicialmente nas lajes dos tabuleiros e logo depois nas nervuras dos arcos. Com o passar do tempo, pontes em arco de concreto armado atingiam vãos cada vez maiores, como foi o caso da ponte de Sandö, na Suécia, com 280m de vão livre.

Clímaco (2016) denota o concreto armado como um material estrutural que contém vantagens evidentes, boa resistência à compressão do concreto e elevada resistência à tração do aço, levando em consideração a aderência entre aço e concreto, que colabora na sua atuação.

O concreto armado continua sendo um dos principais materiais de construção das pontes, tendo, nas últimas décadas, alcançado um elevado nível de qualidade, resultante do aprimoramento do seu controle tecnológico e da sofisticação dos processos de dimensionamento estrutural (VITÓRIO, 2002).

Conforme descrito por Lourenço (2009), pontes e viadutos são obras que estão sujeitas à ação de diversas manifestações patológicas na construção, em função do seu uso contínuo e insipiência de programas preventivos de manutenção. Por isso é indispensável conhecer as causas destas manifestações antes do tratamento adequado, para que se evite a recorrência desta após a recuperação.

O desenvolvimento de programas de vistoria e manutenção preventiva e periódica resulta em redução dos gastos com manutenção corretiva, prejuízos financeiros do setor produtivo, do setor público e da própria sociedade, que além dos transtornos relacionados a logística de rotas, irá arcar com os altos custos de reparos, deixando a durabilidade de lado (VITÓRIO, 2015).

Pullaka (1999), pontua que previsões de custos devem ser agregados ao custo de investimento da edificação, para que a centralização desse agregado direcione a melhor seleção de um programa preventivo de manutenção, levando-se como prioridade o fator econômico dentre uma série de variáveis. Da mesma forma, Seeley (1987), demonstra uma visão integrada do processo de construção, focalizando-se na manutenção, sugerindo que se faça uma previsão de custos de manutenção ao longo da vida útil da obra, somando-se aos custos iniciais da obra para facilitar as avaliações financeiras necessárias.

Segundo Kosmatka e Panarese (1944), o momento em que insurge a necessidade por parte dos usuários pela construção de um bem público, até a assinatura de termo de entrega definitivo da obra pelo agente público contratante, deixam muitas dúvidas sobre o que esperar para a etapa subsequente: a manutenção, há um longo tempo transcorrido e a sensação de ineficiência na gestão dos processos. Por concordar, a pesquisa da Confederação Nacional do Transporte afirma que trechos geridos por concessionárias apresentam melhor conservação em estruturas de pontes e viadutos, do que as rodovias públicas (CNT, 2021).

Assim, a presente pesquisa objetiva-se apresentar a importância da atuação na gestão preventiva quanto ao estado de conservação das pontes de concreto armado, por meio de especificações técnicas relevantes.

Metodologia

A pesquisa sobre as especificações técnicas em obras de pontes para uma gestão preventiva utilizou-se como método a Pesquisa Bibliográfica (ALVES MAZZOTTI, 2002). Abrangeu artigos científicos, teses, dissertações, monografias, livros e manuais técnicos para a análise das possibilidades presentes nas literaturas consultadas.

A revisão estabeleceu como critérios de inclusão publicados dentre os anos 1979 a 2023, com realização de uma análise criteriosa da qualidade da literatura selecionada pois há referências de expressão neste período. Os de exclusão, os materiais que não se aplicam na condição supramencionada. Assim, identificou-se conceitos importantes indicados em tomadas de decisão na prática e na gestão das obras.

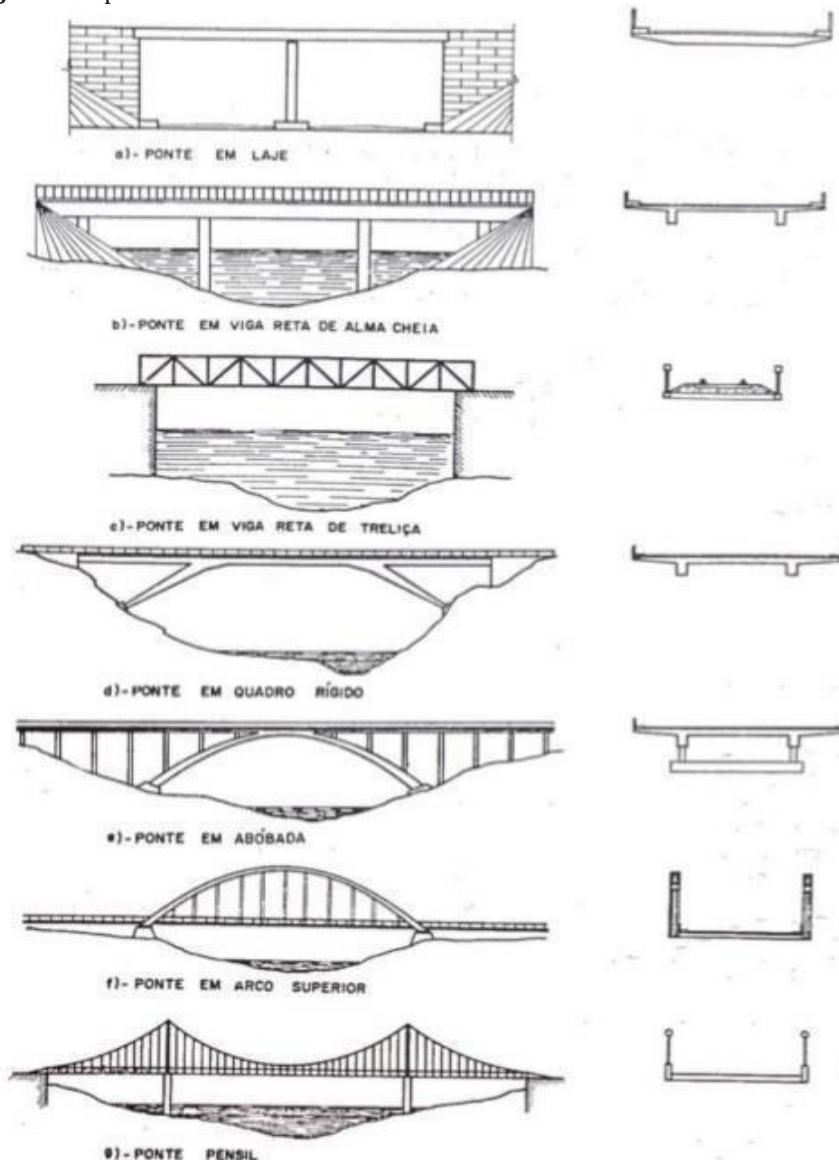
Para organização dos dados e informações foram analisados seguindo as fases de análise dos materiais e interpretação da discussão levantada.

Conceituação de Pontes

Segundo a NBR 7188, as pontes podem ser definidas como estrutura sujeita a ação de carga em movimento, com posicionamento variável (chamada de carga móvel), utilizada para transpor como mananciais e vales (ABNT, 2013).

A Figura 1 mostra tipos de pontes que utilizam concreto armado.

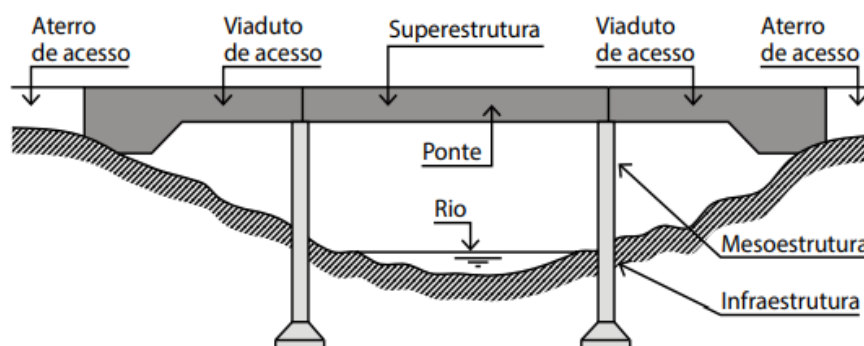
Figura 1. Tipos Estruturais de Pontes de Concreto Armado.



Fonte: (PFEIL, 1979).

Sobre o ponto de vista funcional Pfeil (1979) as divididas em três partes principais: infraestrutura, mesoestrutura e superestrutura (Figura 2).

Figura 2. Elementos componentes de uma Ponte



Fonte: Adaptada de Marchetti (2008).

Especialistas como Vitório (2002) caracterizam as Superestruturas como elementos que recebem diretamente as cargas vindas do tráfego dos veículos; Mesoestruturas por função transmitir o carregamento para as fundações; e, Infraestruturas, interfaces entre a estrutura e o solo, com função de transmitir o carregamento para o terreno.

Segundo Fochzato (2019), as pontes, viadutos, túneis e trincheiras estão sob responsabilidade do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). Este atual Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (Brasil, 2010) estabelece que, de acordo com a carga proveniente dos pilares da mesoestrutura e com base nos resultados de ensaios realizados com o material do terreno de apoio da estrutura, a escolha do tipo de fundação terá como referência:

- o carregamento proveniente da mesoestrutura deve ser transmitido às camadas de solo ou subsolo com capacidade suficiente de suporte com segurança, evitando rupturas indevidas;
- as deformações das camadas da fundação devem ser compatíveis com as aceitáveis pela superestrutura, ou seja, são admissíveis recalques diferenciais mínimos;
- a execução das fundações adotadas não deve causar danos às estruturas vizinhas ou comprometer a estabilidade de encostas ou maciços.

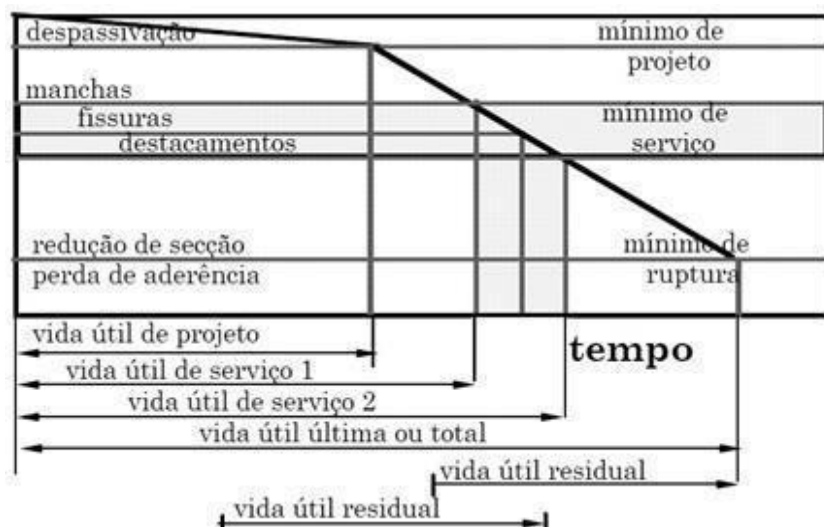
Vida Útil

A vida útil de um empreendimento é o período de tempo no qual ela desempenha suas funções de projeto, sem intervenções não previstas, isso inclui, manutenções preventivas e estudos de tráfego futuro (VITÓRIO, 2015).

Sousa e Ripper (1998) asseguram que o estudo da vida útil das estruturas permite o conhecimento de durabilidade dos materiais, dos componentes e dos sistemas estruturais, proporcionando, desse modo, o aperfeiçoamento dos processos construtivos, dos programas e das técnicas de manutenção.

A Figura 3 apresenta categorias do tempo de vida útil de projeto, cujos valores podem ser utilizados para determinar o desempenho em função do tempo.

Figura 3. Conceituação da Vida Útil



Fonte: (HELENE, 1997).

E, conceitua:

- Vida útil de projeto: Em geral é o tempo em que a frente de carbonatação atinge a armadura;
- Vida útil de serviço 1 e 2: Varia de local para local, sendo em locais que adotam o primeiro período não admitindo manchas de corrosão ou fissuras; em outros casos apenas o início da queda de pedaços de concreto define o início da vida útil de serviço.
- Vida útil última: Período onde a resistência da armadura sofre uma significativa redução ou perda de aderência da relação concreto/armadura.
- Vida útil residual: Tempo em que a estrutura será capaz de desempenhar suas funções, contado a partir de uma vistoria.

Manifestações patológicas em pontes podem ter natureza diversificada, e, quando não tratadas adequadamente, comprometem a funcionalidade da estrutura (LOURENÇO, 2007). Ademais, Silva (1995) afirma que a falta de manutenção nas obras pode acarretar o fim da vida útil, quando a estrutura se deteriora de forma que seu uso se torna inseguro e sua recuperação antieconômica.

Especificações Técnicas de Obras de Pontes

Manuais de Especificações Técnicas orientam sobre procedimentos a serem seguidos por empresa e empreendimentos que executam todo e qualquer serviço de engenharia, construção, montagem, instalação, manutenção ou reforma, bem como respectivas conformidades ambientais. Considera que a gestão das pontes pertencentes a uma determinada malha rodoviária deve compreender todas as atividades relacionadas com essas obras, até o momento em que não sejam mais utilizadas.

Logo, o sistema a ser adotado deve ter versatilidade suficiente para que possa passar pelas adequações e atualizações necessárias que vão surgindo ao longo do tempo (VITÓRIO, 2002).

Durabilidade

Segundo Neville (1997), a durabilidade do concreto é definida como sua capacidade

de resistir a ação de intemperismo, ataque químico, abrasão ou qualquer outro processo de deterioração. Um concreto durável retém sua forma original, qualidade e facilidade de manutenção quando expostos ao seu ambiente de projeto. Tejedor (2013), complementa ao dizer que durabilidade não é apenas a resistência característica de materiais, mas a interação do composto com o meio, que provoca alterações nas propriedades iniciais do concreto.

Neville (1997), expõe que vários fatores influenciam na durabilidade do concreto e por esse motivo é difícil atribuir apenas uma causa desfavorável para a deterioração do material. Entretanto, quanto à qualidade, olhando-se em um sentido mais amplo, o fator permeabilidade sempre aparece como causa principal de deterioração, uma vez que o transporte de fluidos para o interior da massa afeta a estrutura. Por esta razão, “A facilidade de penetração de substâncias agressivas tais como CO₂ (gás Carbônico), Cl⁻ (Cloreto), O₂ (Oxigênio) e H₂O é de vital importância no estudo da durabilidade do concreto.” (SILVA, 1995, pág.: 12).

Kosmatka e Panarese (1994), relatam que a permeabilidade do concreto influencia na penetração de agentes externos e avanço de agentes internos, interferindo diretamente na durabilidade.

Neste sentido, Neville (1996), destaca que materiais adequados para uma obra específica e a correta execução são essenciais para se mensurar a durabilidade. Por exemplo, se houver alto fator A/C (razão entre a quantidade de água pela quantidade de cimento) a porosidade do concreto será maior, expondo a estrutura aos agentes de deterioração, com uma permeabilidade inadequada, facilitando que a carbonatação avance até a armadura.

O Quadro 1 apresenta as classes de agressividade, e em que meio a estrutura está inserida.

Quadro 1. Classes de Agressividade Ambiental - NBR 6118

CLASSE DE AGRESSIVIDADE AMBIENTAL	AGRESSIVIDADE	CLASSIFICAÇÃO GERAL DO TIPO DE AMBIENTE PARA EFEITO DE PROJETO	RISCO DE DETERIORAÇÃO DA ESTRUTURA
I	FRACA	Rural	Insignificante
		Submersa	
II	MODERADA	Urbana	Pequeno
III	FORTE	Marinha	Grande
		Industrial	
IV	MUITO FORTE	Industrial	Elevado
		Respingos de maré	

Fonte: (ABNT, 2023) (adaptado).

Segundo NBR 6118: 2023, a agressividade do ambiente está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento estrutural (ABNT, 2023).

Manifestações Patológicas

As manifestações patológicas poderão surgir no concreto armado por diversas formas e origens, seja falha humana, erros em projeto ou execução, ataques de agentes físicos, mecânicos, químicos e biológicos, internos e externos às armaduras e até mesmo por má utilização e por falta de manutenção.

A armadura deve encontra-se no interior do concreto em meio altamente alcalino (pH em torno de 12,5%) e possuir uma proteção química em forma de capa ou película de

caráter passivo que a envolve (CASCUDO, 1997). Este mesmo pesquisador apresenta os dois principais motivos que levam a armadura a corrosão; a quantidade necessária de íons cloreto, provenientes do meio externo ou presente internamente a partir de agregados contaminados e/ou água de amassamento; e diminuição da alcalinidade do concreto devido principalmente a carbonatação. Para que ocorra é necessário que exista um eletrólito, uma diferença de potencial e oxigênio, independente da presença de substâncias agressivas. Já no concreto, ocorre a passagem de corrente elétrica, difusão do oxigênio e das substâncias agressivas existentes no meio e transportes dos produtos de corrosão do aço. Assim, quando a armadura está despassivada, forma-se uma pilha onde há um anodo, um catodo, um condutor metálico e um eletrólito (SILVA, 1995).

Para Helene (1986), “o fenômeno da corrosão de armaduras é mais frequente do que qualquer outro fenômeno de degradação das estruturas de concreto armado”. Entretanto, por ser um fenômeno expansivo, geralmente torna-se visível rapidamente, possibilitando a tomada de medidas de recuperação da estrutura. Ela ocorre quando é formada uma película de eletrólito sobre a superfície do aço, a qual é causada pela presença de umidade no concreto. Então se define a pilha eletroquímica, ocasionada pela união de 5 elementos que são: anodo, que sofre a corrosão e serve de entrada da corrente elétrica no eletrólito; eletrólito, caracteriza-se por ser o condutor que contém íons, em geral um fluido que transmite a corrente do anodo para o catodo; catodo, que sofre redução causada pelos elétrons provenientes do eletrólito e o circuito metálico que é a ligação metálica entre o anodo e catodo (POLITO, 2006).

Segundo Cascudo (1997), pode-se identificar o fenômeno da corrosão de armaduras quando há fissuras no concreto paralelas às armaduras; fragmentação e destacamento do cobrimento; lascamento do concreto em estágios avançados; armaduras expostas apresentando ferrugem ou perda de seção; manchamento do concreto de aspecto “ferruginoso”; dentre outros. A corrosão conduz à formação de óxidos e hidróxidos de ferro, os quais mancham a superfície do concreto com ferrugem, identificada por uma região avermelhada, pulverulenta e porosa (SILVA, 1995).

Mehta e Monteiro (1994), relatam que:

além da perda do cobrimento, uma peça de concreto armado pode sofrer danos estruturais devido à perda de aderência entre o aço e o concreto e diminuição da área da seção transversal da armadura – as vezes a tal grau que o colapso da estrutura se torna inevitável.

Corrosão do Concreto e Fissuras

O concreto é um material resistente à corrosão. Entretanto, quando este é de má qualidade – permeável, muito poroso – é facilmente atacado por agentes agressores. Existem basicamente três tipos de classificação quanto à corrosão do concreto: corrosão por lixiviação, corrosão química por reação iônica e corrosão por expansão (SOUZA e RIPPER, 1998).

A corrosão que ocorre no concreto é puramente química (Figuras 4), diferentemente da corrosão do aço, a qual é predominantemente eletroquímica. Ela ocorre devido a reação da pasta de cimento com determinados elementos químicos, causando a dissolução do ligante ou a formação de compostos expansivos (SOUZA e RIPPER, 1998).

A corrosão por lixiviação consiste na dissolução e remoção dos constituintes presentes na massa de cimento Portland e percolação em direção à superfície, ocasionando a formação de sais. A lixiviação dos compostos calcários pode levar a formação de depósitos de sais na superfície do concreto que são conhecidos por eflorescências (NEVILLE, 1997). “A eflorescência ocorre em maior intensidade quando se tem um período seco e quente, procedido de um clima fresco e chuvoso” (SILVA, 1995). Ela é mais comum em superfícies de concreto poroso e quando interage com o CO₂ presente no ar resulta na precipitação de crostas brancas de carbonato de cálcio na superfície, comprometendo ainda a aparência da estrutura.

A carbonatação, de fato, resulta do contato do CO₂ presente no ar atmosférico com o cimento hidratado, formando carbonato de cálcio e reduzindo o pH do concreto até valores

inferiores a 9 (SOUZA e RIPPER, 1998). Quando o concreto se encontra muito poroso ou com alta taxa de fissuras, a carbonatação pode atingir a estrutura e quebrar o filme que a protege. Portanto, as fissuras são manifestações patológicas características do concreto e segundo Sousa e Ripper (1998), “uma fissura é dita ativa, ou viva, quando a causa responsável por sua geração ainda atua sobre a estrutura” (Figura 5). Mesmo quando as fissuras já são visíveis é um indício que a deterioração do material já chegou em um grau acentuado que merece mais atenção, já que este problema em muitas vezes, surge pela corrosão da armadura presente no concreto que já passou pela reação eletroquímica que expande o aço de dentro para fora, podendo aparecer manifestações patológicas (MARCELLI, 2007).

Na corrosão por expansão, os sulfatos presentes na água, principalmente o amoníaco ((NH₄)₂SO₂), o cálcio (CaSO₄), o do magnésio (MgSO₄) e o de sódio (Na₂SO₄) reagem com componentes do cimento, resultando em aumento do volume do concreto e consequente desagregação (SOUZA e RIPPER, 1998). Essa reação de expansão é definida como álcali-agregado; a RAA, que consiste em uma reação química entre minerais que constituem o agregado e hidróxidos alcalinos (sódio e potássio provenientes do cimento, água, agregados, pozolanas, etc.), que na solução dos poros do concreto é dissolvido. A reação gera um gel expansivo que causa fissuras, movimentações nas estruturas, exsudação do gel, reduzindo a resistência da estrutura (NOGUEIRA, 2010).

Figura 4. Corrosão de Armaduras em ponte de concreto armado	Figura 5. Efeitos da carbonatação e fissuras em ponte de concreto armado
	
Fonte: AECweb (2022).	Fonte: Total Construção (2024).

Outra característica que se deve levar em consideração é o ambiente em que a estrutura está inserida, pois peças em concreto armado sujeitas a umidade ou em contato direto com o solo tendem a ficar mais suscetíveis a agentes agressores.

Vê-se então que o processo de corrosão do concreto é a porta de entrada para as manifestações patológicas que mais afetam as estruturas, como fissuração, corrosão das armaduras e desagregação do concreto. Tais manifestações, quando não diagnosticadas e tratadas precocemente, enfraquecem a estrutura a ponto de sua recuperação tornar-se economicamente inviável.

Manutenção

É de extrema importância ter em mente as características da manutenção preventiva: ela deve ser prevista, preparada e programada. Desta forma sua eficiência poderá ser satisfatória. Alguns exemplos de metodologias realizadas durante as intervenções são: lubrificação de peças e sistemas, revisão sistemática de equipamentos, calibração e aferição de instrumentos, execução de planos de inspeção e verificação histórica da mesma.

A ABNT NBR 5462 (1994) define manutenção preventiva como:

“Manutenção efetuada em intervalos predeterminados, ou de acordo com critérios prescritos, destinada a reduzir a

probabilidade de falha ou a degradação do funcionamento de um item.”

Um programa preventivo visa a conservação, que é o conjunto de ações necessárias para que uma obra mantenha suas características estruturais, operacionais e estéticas, tais como ela apresentava no instante em que foi construída (VITÓRIO, 2015).

Para evitar os problemas supracitados o manual de recuperação de pontes desenvolvido pelo DNIT no ano de 2010 diz que, para a capacidade de carga projetada, deve-se manter as condições iniciais do empreendimento, comprovadas por inspeções realizadas a intervalos regulares e manutenção constante; qualquer alteração nas solicitações de tráfego, condições estruturais e propriedade dos materiais, uma nova avaliação deverá ser feita apresentando a necessidade da manutenção periódica em pontes.

Ao fim das etapas de projeto e execução da ponte, ainda que com o sucesso almejado, manifestações patológicas podem surgir devido ao manuseio incorreto. O uso da estrutura deve ser visto de maneira análoga a qualquer equipamento mecânico ou elétrico, ou seja, deve-se usá-la respeitando o projeto e realizando as manutenções necessárias indicadas pelos responsáveis técnicos (TRINDADE, 2015).

Deve haver uma rede estratégica de longo prazo que melhora o desempenho da ponte utilizando uma abordagem integrada, conjunto eficaz de práticas que estenderam a vida útil da ponte, além melhorar a segurança e atender as expectativas dos motoristas (EVERETT, et al. 2008).

Segundo Szwedo (2012), manutenção preventiva é um cronograma das ações de manutenção planejadas e destinadas à prevenção de avarias e falhas; como principal objetivo a preservação e o aprimoramento da confiabilidade da estrutura.

Devem ser considerados também os prejuízos materiais e financeiros do setor produtivo, público e da sociedade, em que o tempo/custo expendido no gerenciamento de manutenção preventiva é bem menor que a ação corretiva.

Resultados e Discussão

As pontes são patrimônios de valor inestimável para o desenvolvimento do país. A falta de manutenção preventiva permite que manifestações patológicas na estrutura fiquem em estado avançado, como a carbonatação alterando a alcalinidade da pasta, quebrando-se a passividade da armadura; corrosão do concreto devido a dissolução do ligante ou formação de compostos expansivos, ambos causados por reação da pasta de cimento com alguns elementos químicos (SOUZA e RIPPER, 1998), comprometendo a durabilidade e o desempenho.

Fissuras encontradas nos pilares das pontes geralmente requerem exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental, que relaciona a classe de agressividade ambiental com a espessura limite das fissuras.

Medidas preventivas para melhoria como manutenção periódica, reforço estrutural, proteção anticorrosão, selagem entre outros podem ser possíveis soluções para o surgimento de agentes patológicos em estruturas de concreto armado. Desta forma, mostra-se necessário um programa de manutenção que conserve as características previstas em projeto de estrutura de concreto armado, mantendo-se acima dos limites mínimos especificados para garantir um desempenho satisfatório ao longo do tempo.

Obras de interesse público são quase que inteiramente dependentes de recursos governamentais, de início é notório que o processo de viabilização para as etapas de contratos diversos de execução, como por exemplo, de licitações, não ocorre na mesma medida em que as demandas de utilização evoluem. Segundo Vitório (2006), a falta da cultura da manutenção faz com que os órgãos nas esferas federal, estadual e municipal, preocupem-se apenas com a execução das estruturas sem se preocupar com a relevância da conservação. Ainda diz que a ausência de gerenciamento político e estratégico voltado à questão da conservação resulta em graves consequências, principalmente riscos causados aos usuários pelos acidentes estruturais

já ocorridos nestas obras no país.

Conclusão

É determinante mostrar como a gestão de manutenção preventiva de pontes pode desencadear inspeções de qualidade e evitar que as estruturas se deteriorem tão rápido.

Pontes requerem demandas e cuidados urgentes, por apresentarem, por exemplo, vigas e pilares, armações expostas, e manifestações patológicas generalizadas provenientes da umidade em sua laje, além de perda de seção das armaduras, reduzindo sua capacidade estrutural, ficando expostas a possíveis acidentes.

O estudo de patologias é fundamental para determinar os procedimentos necessários para garantir a qualidade e expandir a vida útil da estrutura. Grandes quantidades de fissuras deixam a estrutura ainda mais vulnerável à penetração de agentes agressivos que podem acelerar corrosões na armadura.

Sabe-se que para evitar qualquer acidente pode ser necessário reforço estrutural em pilares, dependendo do estado de deterioração, e além de várias outras manifestações patológicas que demandam correção para evitar desestabilização estrutural. Vale ressaltar que a utilização do concreto armado possui vantagens construtivas e de custos, facilidades de inspeção, manutenção e substituição de componentes estruturais.

Nisso, a gestão de manutenção possui uma cadeia de processos e delegações pessoais maior do que o necessário. Para o gestor, essa tomada de decisões deixa cada vez menor o processo burocrático para se consolidar dados sobre manutenções de qualquer natureza. Cabe ao gestor de obra seguir rapidamente as normativas regentes, lembrando sempre que fica mais caro com o passar do tempo.

Em próximos estudos, pode-se aprofundar na conservação e restauração das pontes em concreto armado, visto que, são essenciais para uma funcionalidade eficaz destas estruturas.

Referências

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7188: **Carga móvel rodoviária e de pedestre 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, 2023.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 5.462. **Confiabilidade e Manutenibilidade – Terminologia**. Rio de Janeiro, 1994.

AECweb. **Corrosão do concreto é causada por umidade e gases nocivos**. Atualizado em: 17/10/2022. Disponível: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/corrosao-do-concreto-e-causada-por-umidade-e-gases-nocivos/6412>. Acesso em 04 mar 2024.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. A “revisão bibliográfica” em teses e dissertações: meus tipos inesquecíveis – o retorno. In: BIANCHETTI, L.; MACHADO, A. M. N. (Org.). **A bússula do escrever: desafios e estratégias na orientação de teses e dissertações**. São Paulo: Cortez, 2002. p. 25-44

BALTAZAR, André. et al. **Pontes e grandes estruturas**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A. 2019.

BRASIL. DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva.

Instituto de Pesquisas Rodoviárias. **Manual de implantação básica de rodovia**. – 3. ed. - Rio de Janeiro, 2010.

CASCUDO, O. **O controle da corrosão de armaduras em concreto: inspeção e técnicas eletroquímicas**. São Paulo. Editora UFG, edição PINI, 1997.

CLÍMACO, João Carlos Teatini de Souza. **Estruturas de concreto armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação**. 3. ed. Brasília, DF: Ed. da UnB; ISBN: 9788535285765, 2016, 439 p.

CNT. Confederação Nacional de Transportes. **Pesquisa CNT de Rodovias 2021**. Disponível em: <https://cnt.org.br/pesquisa-rodovias>. Acesso: 04 mar. 2024.

EVERETT, T, WEYKAMP, P, CAPERS, H, COX, R, DRDA, T, HUMMEL, L, JENSEN, P, JUNTUNEN, D, KIMBALL, T, WASHER, G. (2008). **Bridge Evaluation Quality Assurance in Europe**. 1st ed. Washington D.C.: FHWA-HPIP.

HELENE, Paulo RL. **Introdução da durabilidade no projeto das estruturas de concreto. In: workshop durabilidade das construções**. 1997. p. 31-42.

HELENE, P. R.L. **Corrosão em Armaduras para Concreto Armado**. 3ª reimpressão (fev. 96). São Paulo, PINI, IPT, 1986.

KOSMATKA, Kerkhoff; WILLIAM, C. Panarese. **Design and Control of Concrete Mixtures**, v. 14, 1994.

LOURENÇO, Líbia C. et al. Parâmetros de avaliação de patologias em obras-de-arte especiais. **Revista Engenharia Civil**, Braga, n. 34, p. 5-14, 2009. Disponível em: http://www.civil.uminho.pt/revista/n34/Pag_5-14.pdf. Acesso em: 06 set. 2015.

LOURENÇO, Líbia C. **Análise da corrosão em estruturas de pontes metálicas e em concreto armado**. (Dissertação de Mestrado). UFF, 2007.

MARCELLI, Mauricio. Sinistros na construção civil: causas e soluções para danos e prejuízos em obras, 1. Ed. São Paulo: Pini, 2007, 261 p.

MARCHETTI, O. **Pontes de concreto armado**. São Paulo: Blucher, 2008.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto: estrutura, propriedades e materiais**. Ed.Pini, São Paulo, 573p, 1994.

NEVILLE, A. M. **Propriedades do concreto**. 2. ed. rev. e atual. São Paulo: Editora Pini, 1997.
NEVILLE, A. M. Suggestions of research areas likely to improve concrete. **Concrete International**, v. 18, p. 44-19, 1996.

NOGUEIRA, Kelson. **Reação álcali-agregado: diretrizes e requisitos da ABNT NBR 15577/2008**. 2010. 93 f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

PFEIL, Walter. **Pontes em concreto armado: elementos de projetos, solicitações, dimensionamento**. Rio de Janeiro - RJ: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1979

FOCHZATO, Ivan Cesar. **Pontes e viadutos nas rodovias do Sudoeste passam por vistorias**, 2019. Disponível em <<https://bit.ly/2K04BQD>>

POLITO, Giuliano. **Corrosão em estruturas de concreto armado: causas, mecanismos, prevenção e recuperação**. Monografia (Aperfeiçoamento / Especialização), Especialização em Construção Civil. Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

PULLAKA, S. Life-cycle cost design methods and tools. In: **DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS**, 8., 1999, Ottawa. **Anais Ottawa:NRC Research Press**, 1999.

SEELEY, I. H. **Building Maintenance**. Ed. MacMillan. 2ª Ed. London, 1987. 452 p.

SILVA, P. F. A. **Durabilidade das estruturas de concreto aparente em atmosfera urbana**. São Paulo, PINI, 1995.

SOUSA, Vicente Custódio Moreira de; RIPPER, Thomaz. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998. 257

SZWEDO, JOHN D. **Preventive, Predictive and Corrective Maintenance**. WWOA Annual Conference, 2012.

TEJEDOR, C. M. **Patologias, recuperação e reforço com protensão externa em e estruturas de pontes**. Dissertação de Graduação: Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

TOTAL CONSTRUÇÃO. **Carbonatação do Concreto – A Morte Fatídica do Concreto!** Disponível em: <https://www.totalconstrucao.com.br/carbonatacao-do-concreto/>. Acesso em 04 mar 2024.

TRINDADE, Diego dos Santos da. **Patologia em estruturas de concreto armado**. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria – Centro de tecnologia, Santa maria, out 2015.

VITÓRIO, J.A.P – **Curso de especialização em inspeção, manutenção e recuperação de estruturas**. 2015. Disponível em: http://vitorioemelo.com.br/publicacoes/Pontes_Viadutos_Rodoviaros.pdf

VITÓRIO, José Afonso Pereira. **Pontes rodoviárias: fundamentos, conservação e gestão**. Recife, CREA-PE, 2002.

VITÓRIO, J. A. P. Vistorias, Conservação e Gestão de Pontes e Viadutos de Concreto. **Anais do 48º Congresso Brasileiro do Concreto**, 2006.

Recebido em 14 de março de 2024.

Aceito em 30 de abril de 2025.