



Avaliação visual das manifestações patológicas de viadutos da região centro-sul de Manaus (AM)

Samuel Antão Ferreira do Nascimento¹, Aline Nascimento de Araújo², Matheus de Oliveira Dutra³, Thaíse Karoline da Silva Xavier⁴, Viviane Siqueira Magalhães Rebelo⁵

Resumo

Os viadutos são obras, consideradas sob diferentes aspectos, de suma importância para o crescimento/desenvolvimento das cidades. Contudo, para garantir condições mínimas de uso dessas construções, principalmente as que estão relacionadas a funcionalidade, segurança, aspectos estéticos e econômicos, é preciso que ao longo da vida útil sejam inspecionados periodicamente, pois tendem à apresentar diversas manifestações patológicas. Tais problemas têm origem e causa associadas à inúmeros fatores, como à ação decorrente da utilização, a falta de políticas e estratégias voltadas para a manutenção, condições ambientais, e entre outros. Cabe ressaltar ainda, que qualquer manifestação patológica quando não tratada corretamente pode desencadear processos de deterioração mais acentuados, podendo comprometer parcialmente ou totalmente o conjunto de elementos estruturais que compõem a estrutura. Nesse sentido, o presente artigo buscou analisar visualmente as condições superficiais de integridade estrutural dos viadutos situados na região centro-sul da cidade de Manaus (AM). Para tal, realizou-se o estudo de caso dos viadutos pesquisados, utilizando-se os dados coletados nas vistorias *in loco* para construção de um diagnóstico com as possíveis causas e origens dos defeitos identificados, além da elaboração de sugestões de terapias para as manifestações patológicas mais incidentes nos viadutos. Por fim, ao comparar os objetos de estudo desse trabalho, foi possível observar um padrão de processos patológicos oriundos principalmente da falta de conservação estrutural adequada.

Palavras-Chave: Viadutos; Diagnóstico; Patologias Construtivas.

Visual survey of viaduct's pathological manifestation in the central-south region in Manaus (AM). Viaducts are constructions, considered under different aspects, of relevance to the growth/development of cities. However, to guarantee minimum conditions of use of these constructions, mainly those related to functionality, safety, aesthetic, and economic aspects, it is necessary that they are periodically inspected throughout their useful life, as they tend to present several pathological manifestations. These problems have their origin and cause associated with numerous factors, such as the action resulting from the use, the lack of policies and strategies aimed at maintenance, environmental conditions, and among others. In addition, it is important to emphasize that any pathological manifestation when not treated correctly can trigger more intense

¹ Mestre em Engenharia Civil – UFAM antaoleumas@gmail.com

² Graduada em Engenharia Civil – UFAM alinarsaraujo@gmail.com

³ Acadêmico do Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, FT, UFAM, engmatheusdutra@gmail.com

⁴ Acadêmica de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, FT, UFAM, thaisekaaroline@gmail.com

⁵ – Mestra em Engenharia Civil – UFAM vivianesiqueira.eng@gmail.com



deterioration processes, which may partially or totally compromise the set of structural elements that make up the structure. In this regard, this article has sought to visually analyze the surface conditions of structural integrity of viaducts located in the center-south region of the city of Manaus (AM). For this purpose, the case study of the researched viaducts was carried out, using the data collected in the on-site surveys to build a diagnosis with the possible causes and origins of the identified defects, in addition to the elaboration of suggestions for therapies for the most incident pathological manifestations on these viaducts. Finally, when comparing the objects of study, it was possible to observe a pattern of pathological processes arising mainly from the lack of adequate structural conservation.

Keywords: Viaducts; Diagnosis; Constructive Pathologies.

1. Introdução

Devido ao seu porte e importância na infraestrutura de uma cidade, os viadutos são considerados obras de artes especiais na construção civil, demandando de avaliações durante sua vida útil para que sejam garantidas condições mínimas de uso, principalmente as que estão relacionadas a sua funcionalidade, segurança, aspectos estéticos e econômicos. A verificação dessas obras pode ser realizada por meio de vistorias e/ou inspeções detalhadas *"in loco"*. A vistoria consiste no exame visual de toda estrutura, realizando registros fotográficos que permitam a definição da gênese e causa dos problemas, e as inspeções, por sua vez, requerem uma avaliação minuciosa em todos os elementos da estrutura, se utilizando ainda de resultados de ensaios para a elaboração de um diagnóstico pormenorizado.

Em geral, para avaliar as condições de estruturas de concreto é necessário considerar aspectos que são atinentes à cada construção, no intuito de que conservem segurança e estabilidade no período análogo à sua vida útil (ABNT, 2014). Nesse sentido, as obras de artes especiais como pontes e viadutos estão mais suscetíveis à proliferação de manifestações patológicas em decorrência de suas características de uso, dimensionais e condições ambientais sob as quais estão expostas (DIOGENES, *et al*, 2014). Portanto, ao analisar os efeitos e

a influência desses parâmetros no desempenho dessas edificações, é possível fornecer um diagnóstico da condição dessas estruturas e, quando necessário, recomendar medidas corretivas para danos potenciais.

Assim, entende-se que o estudo geral dos problemas a partir de suas manifestações características permite uma análise mais detalhada de suas causas, auxilia com informações para a realização de possíveis manutenções nas estruturas, além de fomentar o entendimento das origens e processos de deterioração, de modo a diminuir incidência total de problemas estruturais. Também vale ressaltar, que é mais seguro e econômico intervir na recuperação das estruturas em um primeiro momento, uma vez que o custo com manutenções que visam a durabilidade e proteção delas, aumenta gradativamente durante a vida útil da obra.

A deterioração das estruturas ocorre devido, sobretudo, ao envelhecimento precoce das mesmas, o qual geralmente é oriundo da baixa qualidade de materiais de construção empregados nas obras, por problemas de projeto e execução e falta de manutenção, influenciando diretamente nos custos de manutenção (POSSAN *et al*, 2013) Para Bertolini (2010), é necessário a realização de inspeções periódicas nos empreendimentos para que se torne possível verificar a evolução da



degradação e do atendimento aos limites técnicos e financeiros dessa.

Embora no exercício da engenharia, o entendimento técnico a respeito das manutenções que antecedem o surgimento ou agravamento de defeitos construtivos acompanhe a literatura, a realidade brasileira desponta para um sentido oposto. Conforme Pacheco *et al.* (2016), no Brasil, a cultura de manutenção preventiva é inexistente, de maneira que as soluções adotadas no processo de intervenção em uma obra, possuem sempre teor meramente corretivo, negligenciando conceitos de desempenho e vida útil das estruturas, e conseqüentemente implicando em custos mais altos.

A cidade de Manaus, por ser o principal centro financeiro e econômico da região norte, apresenta uma população com mais de 2.182.763 habitantes e uma frota cadastrada de 756.982 de veículos, incluindo veículos leves, veículos pesados e motocicletas. A capital conta com um número expressivo de viadutos, que totalizam 16, sendo 4 deles situados na região Centro-Sul e objetos de estudo do presente artigo. (CAVALCANTE, *et al.*, 2012; DETRAN, 2018; COELHO, 2018; IBGE, 2020).

Considerados equipamentos fundamentais na mobilidade urbana da cidade de Manaus, os viadutos Miguel Arraes, Ayrton Senna, Governador Plínio Ramos Coelho e Elcides Ricardo, estão situados na região Centro-Sul do município, que é formada pelos bairros do Adrianópolis, Aleixo, Chapada, Flores, Nossa Sra. das Graças, Parque 10 de Novembro e São Geraldo. Os quais, conforme dados do IBGE (2020), apresentam uma população de aproximadamente 181.000 habitantes e o maior valor agregado por metro quadrado. Também é importante ressaltar que na região estão concentrados numerosos polos geradores de viagens, como shopping centers,

escolas, faculdades, hospitais, complexos esportivos, centros comerciais, centros empresariais e centros médicos.

Logo, se verifica a importância da manutenção para a conservação desses empreendimentos, que sofrem tanto com ações funcionais que se dão por meio da utilização de seus usuários, como também com ações oriundas do meio ambiente, visto que a região Amazônica, em especial a cidade de Manaus, apresenta características regionais peculiares como o clima de temperatura elevada e chuvas intensas. Com isso, no decorrer do tempo e em conjunto com a utilização intensa, se tornam agentes patológicos de elevada influência na deterioração dos elementos componentes dessas estruturas.

Diante dessas circunstâncias, o presente trabalho tem como objetivo analisar e fornecer um diagnóstico por meio da realização de uma vistoria em campo, acerca das manifestações patológicas evidentes nos viadutos localizados na região Centro-Sul da cidade de Manaus. De modo que, se necessário, venha não somente alertar os agentes responsáveis pela manutenção desses empreendimentos, como também corroborar para a consolidação das boas práticas na engenharia local.

2. Materiais e Métodos

Na elaboração deste trabalho realizou-se inicialmente a delimitação da região, seguida da identificação e caracterização dos viadutos estudados, que posteriormente foram vistoriados para coleta dos dados utilizados na construção de um diagnóstico com as possíveis causas e origens dos defeitos identificados. Por fim, com base nos resultados obtidos e na literatura técnica disponível, realizou-se sugestões de terapias para as manifestações patológicas mais incidentes nos viadutos.

2.1. Delimitação da região

Para escolha da região, foram observados aspectos relevantes como a densidade demográfica, quantidade e fluxo de usuários, e utilização intensa dos viadutos. Também deve-se ressaltar que, a região representa a área com maior renda per capita da capital do Amazonas, concentrando diversos empreendimentos como a Arena da Amazônia, Hospital 28 de Agosto (segundo maior hospital do estado), shopping centers, instituições de ensino, dentre outros (IBGE, 2020).

Inicialmente, ocorreu uma análise por meio de imagens de satélite, via *Google Maps* e do *software Google Earth*, verificando-se os pontos limites da região centro-sul de Manaus, assim como a identificação dos bairros, logradouro e pontos de referência, como mostra a Figura 1.

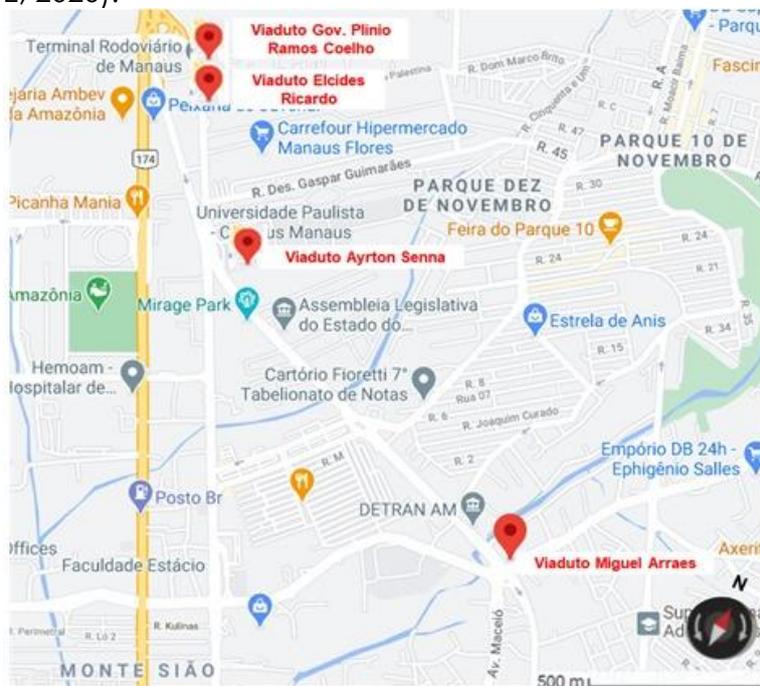


Figura 1 - Localização dos viadutos da região centro-sul de Manaus – AM. Fonte: Google Maps (2021).

2.2 Identificação e Caracterização dos Viadutos

Com base nas informações coletadas *in loco* e nos órgãos competentes, elaborou-se o quadro 1, onde consta de maneira sintetizada algumas informações de cada viaduto, como o período de construção, data de inauguração, entre outros aspectos.

2.2.1. Viaduto Miguel Arraes

O Viaduto Miguel Arraes foi construído há cerca de 13 anos e desempenha a

função de conectar três importantes avenidas da cidade de Manaus. O início do fluxo se dá pela Avenida Mário Ypiranga, onde, por meio das mensurações realizadas na avaliação dos autores no local, verificou-se que o trecho da superestrutura possui cerca de 6,5 metros de largura. O tráfego de veículos se divide em 3 caminhos distintos: Efigênio Salles, Darcy Vargas e Maceió, por isso há um estreitamento das vias, e conseqüentemente a diminuição da

largura da superestrutura, como pode ser visto na figura presente no quadro 1.

De acordo com os dados obtidos em campo, o Viaduto Miguel Arraes apresenta 21 pilares circulares, distribuídos de maneira transversal nas 3 saídas

existentes, sendo sua construção realizada em concreto pré-moldado nos trechos que contemplam as saídas para as Avenidas Efigênio Salles e Mário Ypiranga.

Viadutos	Registro fotográfico	Logradouro	Bairro	Sistema estrutural	Período de construção	Data da abertura
Miguel Arraes		Av. Mário Ypiranga com a Av. Efigênio Salles	Adrianópolis	Concreto pré-moldado	2005/2006	16/02/2008
Viaduto Ayrton Senna		Av. Mário Ypiranga com a Av. Djalma Batista	Flores	Misto: Concreto e aço	1995/1996	10/02/1995
Governador Plínio Ramos Coelho		Av. Torquato Tapajós, com Av. Mario Ypiranga	Flores	Misto: Concreto e aço	— - —	1994
Elcides Ricardo		Av. Torquato Tapajós, com Av. Constantino Nery	Flores	Misto: Concreto e aço	1995/1996	— - —

Quadro 1 - Viadutos Analisados.

2.2.2. Viaduto Ayrton Senna

Com base nos dados obtidos através do levantamento realizado em campo, tem-se que o Viaduto Ayrton Senna é uma estrutura mista em aço-concreto, onde estão dispostas três faixas de tráfego em

sentido único. A sua mesoestrutura é composta por 18 pilares de seção retangular e dimensões variáveis, posicionados longitudinalmente entre dez vãos.



2.2.3. Viaduto Governador Plínio Ramos Coelho

Este viaduto tem aproximadamente 325 m de comprimento e 10 m de largura, com três faixas de tráfego delimitadas pelas avenidas Mário Ypiranga, Desembargador João Machado, Constantino Nery e Djalma Batista. Possui 5 vãos com um total de 32 vigas metálicas em perfil W e 8 pilares.

2.2.4. Viaduto Elcides Ricardo

Dentre as obras de arte analisadas neste trabalho, o viaduto Elcides Ricardo Oliveira, corresponde em termos estruturais, a menor construção. Apresenta uma estrutura em aço-concreto, visualmente disposta em um único vão com pré-lajes e laje duplamente armada, e uma camada de rolamento em CBUQ. Ao contrário dos demais viaduto elencados, seu tabuleiro não está amparado por vigas e pilares, mas somente por vigas metálicas que se apoiam sobre uma estrutura de muro de arrimo.

2.3. Vistoria in Loco

A vistoria em campo foi realizada no dia 08 do mês de fevereiro de 2020, para tal, foram utilizados aparelhos celulares equipados de câmera, trena eletrônica com alcance de 70 metros, trena manual de 50 metros, prancheta, papel e caneta. Durante o exame visual foram analisadas e registradas por meio de fotos, características atinentes aos viadutos como seu sistema estrutural e suas principais manifestações patológicas.

2.4. Análise e tratamento dos dados

De posse das informações e dados de cada viaduto analisado, realizou-se o diagnóstico dessas obras, e foram indicadas por meio de gráficos e tabelas, as principais manifestações patológicas encontradas, assim como as suas possíveis incidências. Ainda nesta etapa,

realizou-se uma comparação das anomalias observadas entre os viadutos.

3. Resultados e Discussão

A seguir, são abordadas as manifestações patológicas, observadas durante o procedimento de vistoria em campo realizado nos viadutos da região Centro-Sul de Manaus. Também serão apresentados os respectivos diagnósticos, bem como, as possíveis terapias para correção das anomalias identificadas.

3.1. Diagnóstico dos Viadutos da Zona Centro-Sul de Manaus

O diagnóstico é o entendimento dos fenômenos e de suas relações, a partir de dados conhecidos, com as causas e efeitos em problemas de cunho patológico. Assim, um diagnóstico não é tão somente importante para identificar e caracterizar os danos que acometem as estruturas, mas necessário para proceder com intervenções e correções dos problemas (LICHTENSTEIN, 1986).

De acordo com Helene (1992), para que um diagnóstico seja considerado adequado e completo deve elucidar todos os aspectos inerentes aos problemas de deterioração das estruturas, e para isso compreende a identificação, mecanismos de ação, causas e origens das manifestações patológicas. Souza e Ripper (1998) elencam ainda que devem ser observados a importância das estruturas em termos de resistência, durabilidade e "muito particularmente" em relação à agressividade ambiental.

Nesse sentido procedeu-se com a realização de vistorias nos viadutos, onde foram observados a existência de sintomas específicos em alguns pontos, e também aqueles cuja ocorrência foi constatada em todas as estruturas, dentre esses: corrosão das armaduras, crescimento de vegetação, falta de manutenção nas tubulações de drenagem, eflorações, sulcos,

rachaduras e problemas nas juntas de movimentação, deslocamento do concreto, entre outros. Na figura 2 são

apresentados alguns dos defeitos comuns, dentre as estruturas examinadas.



Figura 2 - a) presença de vegetação e raízes na estrutura do Viaduto Miguel Arraes; b) ponto de eflorescência no Viaduto Plínio Ramos Coelho; c) Pilar com armadura exposta no Viaduto Ayrton Senna; d) presença de sulcos na estrutura do Viaduto Elcides Ricardo. Fonte: Autores (2020).

Assim, nos tópicos abaixo serão descritas as principais manifestações patológicas e suas possíveis causas encontradas nos viadutos.

3.1.1. Corrosão das armaduras

Uma das principais manifestações patológicas encontradas dentre os viadutos foi a corrosão da armadura na base dos pilares. A incidência do processo corrosivo das armaduras nos pilares pode ser observada na Figura 3



Figura 3 - a) processo corrosivo acentuado em pilar do Viaduto Plínio Ramos Coelho. b) corrosão em armadura de pilares no Viaduto Ayrton Senna. Fonte: Autores (2020).

A exposição da armadura, evidencia que o elemento estrutural tem sinais de oxidação, sendo visível também a acentuada deterioração do concreto. Nota-se ainda o desprendimento de agregados. Com isso, uma das prováveis causas são a falta de manutenção, a execução inadequada do cobrimento

mínimo para a proteção da armadura e o mau adensamento do concreto.

Isso pode ser justificado pela falta de manutenção estrutural, que tem se mostrado uma constante nas obras públicas, além de uma possível falha na fase de execução e qualidade de materiais adotados, uma vez que tal

formação corrosiva se dá de forma lenta à temperatura ambiente (HELENE, 1986).

3.1.2. Presença de umidade e vegetação

A presença de agentes biológicos apresentou-se mais acentuada nas paredes de concreto armado dos viadutos, tendo como possíveis causas a umidade elevada, possivelmente pela falta de drenagem, onde a água acaba incidindo sobre os elementos estruturais

configurando uma camada na superfície do concreto com coloração esverdeada. Ressalta-se, que a umidade também pode ter ocorrido em virtude da impermeabilização ineficiente, resultando em um ambiente úmido e propício para o aparecimento de vegetação, que crescem através de pequenas fissuras e juntas de dilatação (Figura 4).



Figura 4 - a) umidade e presença de vegetação na contenção/encontros do viaduto. b) presença de vegetação em viga.

3.1.3. Falta de manutenção na tubulação de drenagem

As manchas e problemas de umidade que se manifestam em obras de arte especial, como os viadutos, surgem principalmente devido aos problemas relacionados ao sistema de drenagem. Nesse sentido, para os viadutos observados, foi

identificado na maioria das vezes, drenos entupidos e buzinetes quebrados (Figura 5). Além disso, também se nota visualmente que as abraçadeiras nos pilares onde deveria constar as tubulações, foram deformadas pela retirada indevida dessas tubulações de drenagem.



Figura 5 - a) problema em tubulação de drenagem do Viaduto Ayrton Senna. b) problemas em tubulações de drenagem no Viaduto Plínio Ramos Coelho.

3.1.4. Eflorescências

Tratam-se de depósitos salinos encontrados nas estruturas de concreto. Estes se formam pela retirada de soluções aquosas salinizadas que evaporam resultando em manchas esbranquiçadas no concreto, sendo estas formadas geralmente por materiais pulverulentos cristalinos dissolvidos pelo meio aquoso. Nesse processo destaca-se a lixiviação do hidróxido de cálcio, que diminui a

resistência e a impermeabilidade do concreto deixando-o mais suscetível a deterioração (MENEZES, et al, 2006; SILVEIRA; VEIGA; BRITO, 2008; MELO; SANTOS; SILVA, 2009).

Na Figura 6, mostra-se um dos trechos em que a superfície do concreto apresenta notável processo de eflorescência. Uma das possíveis causas é o excesso de umidade com pouca radiação solar, juntamente com infiltrações do pavimento.



Figura 6 - Eflorescência no Viaduto Plínio Ramos Coelho. Fonte: Autores (2020).

As consequências dessa manifestação variam desde alterações estéticas com o aparecimento de estalactites, até o comprometimento de elementos estruturais, como, por exemplo, favorecimento de deslocamento do concreto e da corrosão da armadura. Trata-se de um problema que a médio e longo prazo pode trazer danos prejudiciais às estruturas de concreto armado (SENA et al, 2020).

3.1.5. Juntas de dilatação

As juntas de dilatação possuem grande importância no sistema estrutural de uma obra de arte por diminuir os efeitos da temperatura e da retração,

permitindo a divisão do tabuleiro em seções isostáticas (DNIT, 2004). Estas juntas possuem vida útil reduzida, sendo relevante a realização de manutenções constantes.

Na Figura 7, é possível verificar que as juntas dos viadutos se encontram desgastadas, com existência de vazios e acúmulos de detritos, devido a possíveis falhas de execução e falta de reparos na manutenção. Além disso, notou-se a formação de vegetação em juntas de dilatação, como pode ser visto no item b) (Figura 7), problema este que pode ter sido causado pela impermeabilização ineficiente, ocorrência de pequenas fissuras próximas das juntas e presença de organismos vivos.



Figura 7 - a) excesso de junta de dilatação no Viaduto Plínio Ramos Coelho. b) presença de vegetação em juntas de dilatação do Viaduto Miguel Arraes.

3.1.6. Presença de Sulcos

Outra manifestação patológica também observada foi a presença de pequenos sulcos em alguns pilares (Figura 8), que podem ter surgido no início da obra pela desagregação do material. Tal

fato pode ser oriundo da etapa anterior ao acabamento, resultante da própria desforma do concreto, assim como o desgaste do material ao decorrer do tempo, otimizado pela falta de manutenção.

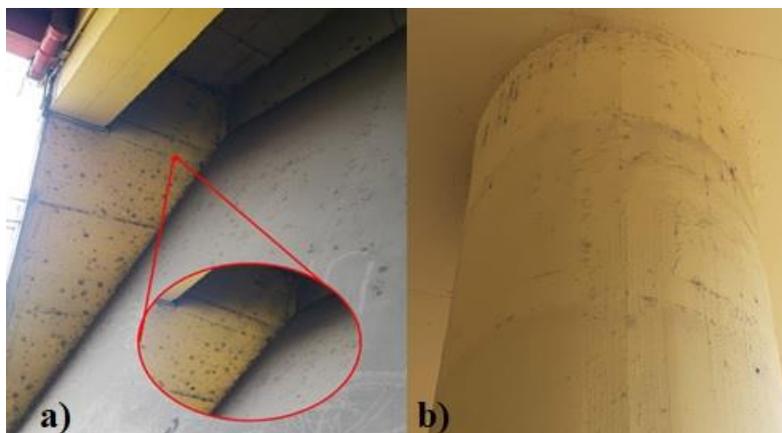


Figura 8 - a) presença de sulcos na estrutura de concreto do Viaduto Elcides Ricardo. b) sulcos nos pilares do Viaduto Miguel Arraes.

3.1.7. Descolamento do concreto

Foi evidenciado também o descolamento do concreto pela fragmentação do mesmo (Figura 9), com

perda de monolitismo, o que, na maioria das vezes, também pode causar a perda da capacidade de ligação entre os agregados e da função ligante do cimento, envolvendo o cobrimento.



Figura 9 - a) descolamento na estrutura de concreto do Viaduto Elcides Ricardo. b) sinais de descolamento em pilares de concreto do Viaduto Ayrton Senna.

Como consequência, tem-se uma peça com seções de concreto desagregado, que perderá, localizada ou globalmente, a capacidade de resistir aos esforços que a solicitam. Além disso, em casos de corrosão das armaduras, onde o concreto se desintegra, quando há o aumento de volume das barras de aço, ou ainda quando acontecem as reações expansivas, isso acaba resultando em um processo de desagregação bastante acelerado (SOUZA; RIPPER, 1998).

3.2. Sugestões de Terapia das Manifestações Patológicas mais incidentes nos Viadutos

Com base no diagnóstico das manifestações patológicas mais incidentes dentre os viadutos analisados, buscou-se possíveis sugestões a serem adotadas no processo de reparo, reforço e recuperação, aliado a literatura.

3.2.1. Corrosão das armaduras

O processo de reparo das armaduras com corrosão apresenta-se como um procedimento com custo operacional elevado, pois é necessária uma intervenção mais específica nas áreas afetadas do elemento estrutural.

Esse procedimento consiste para pontes e viadutos, na delimitação da região comprometida pela corrosão da armadura, removendo o concreto deteriorado por meio da escarificação mecânica com apicoamento, limpeza do concreto remanescente e armaduras na região do reparo, com utilização de equipamento de jato de areia seco ou úmido (HELENE, 1992). Após esses procedimentos iniciais, verifica-se a seção da armadura em comparação com a de projeto estrutural, onde aplica-se o inibidor de corrosão e o primer em zinco sobre as armaduras. Logo após, deve-se aplicar a ponte de aderência no concreto, para efetuar barreira epóxi entre o concreto contaminado e a argamassa de reparo, seguida da argamassa polimérica à base de cimento. Por fim, faz-se o acabamento do reparo executado com desempenadeira de aço, e acondiciona-se a superfície com revestimento de proteção para recomposição da peça.

3.2.2. Presença de umidade e vegetação

É necessário verificar a origem dos pontos de umidade, procurando estabelecer assim um plano de manutenção periódica. Com isso, recomenda-se a retirada da vegetação por meio manual e, até mesmo



mecânico, dependendo da avaliação da equipe técnica. Em suma, é importante destacar que deverá ser um trabalho bem planejado e cuidadoso para que não haja qualquer tipo de ocorrência de degradação em trechos da estrutura, buscando desta maneira a impossibilidade do surgimento de novas vegetações (DNIT, 2016; PINHEIRO, et al, 2018).

3.2.3. Falta de manutenção na tubulação de drenagem

Manaus possui um índice pluviométrico anual de cerca de 2307,4 mm, evidenciando o clima úmido na cidade, vale ressaltar que o local de estudo se encontra próximo do Igarapé do Mindu o que favorece a elevada umidade (SANTOS, 2016). Com isso, pode-se afirmar que existe a necessidade de melhorias quanto à drenagem e a impermeabilização local, problemas estes que podem ser solucionados com manutenções periódicas.

3.2.4. Eflorescência

Se tratando da eflorescência, basicamente é necessário empregar um processo de limpeza das áreas afetadas. Utiliza-se escova e água, caso não seja suficiente pode-se adotar uma lavagem com escova e ácido clorídrico (DNIT, 2016). Todas as recomendações devem ser empregadas de maneira cuidadosa e bem planejada, observando a proporção, localização e a influência da terapia ao redor da área proveniente da manifestação patológica. Seguir os procedimentos de terapia adotando especificações técnicas de órgão públicos competentes como o DNIT (2016) e estudos já consagrados, como em CÁNOVAS (1988), HELENE (1992), RIPPER, SOUZA (1998), LANER (2001), HELENE (2003) e BOLINA, TUTIKIAN, HELENE (2019).

3.2.5. Juntas de dilatação

Recomenda-se a manutenção periódica, observando na junta a

elasticidade, presença de material não compressível, e surgimento de fissuras em elementos estruturais adjacentes (LIMA, et al 2019). Sugere-se ainda que qualquer intervenção relacionada as juntas de dilatação devem ser avaliadas por engenheiro especializado em estruturas. Se a junta apresentar qualquer tipo de perda em sua funcionalidade deverá ser avaliada, podendo ser simplesmente limpa, reparada e até mesmo substituída. Deve-se buscar sempre a devida estanqueidade, mantendo a integridade da movimentação de expansão e contração, para conservar as juntas de dilatação nas condições de projeto (DNIT, 2016).

3.2.6. Sulcos

Pode-se fazer uma limpeza e preencher os sulcos com argamassa apropriada, buscando um material compatível que crie ponte de aderência entre a nova argamassa e a antiga. Recomenda-se emprega-la não só objetivando o preenchimento, mas também para proteção superficial e impermeabilização, atentando-se ainda a devida resistência a agressividade ambiental. Além disso, sugere-se empregar uma repintura mitigando a ação das intempéries. Com isso, pode-se otimizar a durabilidade das estruturas gerando uma proteção superficial. Atentar ainda a quantidade de demãos, tipos de tintas e compatibilização entre a argamassa e o concreto dos viadutos (NADALINE; BISPO, 2017).

3.2.7. Descolamento do concreto

Sugere-se que seja planejada manutenções periódicas, implantando uma metodologia de avaliação quanto a degradação do concreto, gerando assim um cronograma para vistorias (DNIT, 2004; FONSECA, 2007; VERLY, 2015; LIMA, et al



2019). Proceder corrigindo a incidência de possíveis infiltrações, processos corrosivos e deficiência na aderência do material. Observar local de incidência, concepção estrutural, condições climáticas, resistência característica do concreto, característica do revestimento, dentre outros fatores relevantes para análise (PEREIRA, 2007; CARASEK; CASCUDO, 2007). Recompôr o trecho da camada de concreto com a devida compatibilização ao meio que será exposto. Buscar desta maneira uma impermeabilização adequada e proteção para armadura, atentando-se a espessura do cobrimento (SEGAT, 2004).

3.3. Análise Visual

Uma das constatações obtidas pela análise visual foi o alto grau de manifestações patológicas decorrentes da corrosão de armadura, acompanhadas por outros processos de deterioração como, o deslocamento do concreto nos pilares e a presença de umidade e vegetação nos elementos estruturais, como as vigas (quadro 2). Além disso, o processo de oxidação nas armaduras dos pilares foi visualizado em 3 (três) dentre os 4 (quatro) viadutos que foram objetos de estudo.

Quadro 2 – Incidência das manifestações patológicas nos viadutos. Fonte: Autores (2020).

Anomalias / Falhas	Miguel Arraes	Ayrton Senna	Governador Plínio Ramos Coelho	Elcídes Ricardo
Fissuras nos elementos estruturais	Sim	Sim	Sim	Não
Corrosão das armaduras	Não	Sim	Sim	Sim
Presença de Umidade e Vegetação	Sim	Sim	Sim	Sim
Falta de manutenção na tubulação de drenagem	Não	Sim	Sim	Sim
Eflorescência	Sim	Não	Sim	Não
Obstruções nas juntas de dilatação	Sim	Não	Sim	Não
Sulcos	Sim	Sim	Não	Sim
Descolamentos do concreto	Não	Sim	Sim	Sim

Percebe-se que não houve tanta divergência em termos de ocorrência de defeitos dentre as obras de arte estudadas, porém, o viaduto que teve maior destaque foi o Governador Plínio Ramos Coelho seguido do Ayrton Senna, sendo que os dois foram inaugurados no período entre 1994-1996.

Na obra de arte mais recente intitulada Miguel Arraes inaugurada em 2008, foi observado manifestações patológicas semelhantes aos viadutos

mais antigos. Nota-se assim, uma ausência das manutenções periódicas.

Observa-se nas obras que é frequente a presença de manifestações patológicas decorrentes da exposição da superfície do concreto à umidade, temperatura e vegetação. Essas patologias surgiram, provavelmente, devido à falta de impermeabilização adequada da superfície do concreto, bem como, a falta de drenagem apropriada.



Vale ressaltar ainda que a ocorrência de fissuras foi possivelmente devido a contração do concreto, com à exposição das estruturas às temperaturas diárias (relativas ao clima da cidade de Manaus), e também pelo aparecimento junto a corrosão das armaduras.

Conclusões

No levantamento realizado, se destacou como manifestações predominantes a ocorrência de corrosão das armaduras nos pilares, assim como, fissuras em vigas e pilares. Todavia, apesar de existir grande incidência do sintoma de fissuração, a corrosão de armaduras se apresentou mais crítica pela análise visual, possivelmente associada a um ou mais eventos, tais como: cobertura deficiente, fissuras, presença contínua de umidade e falta ou deficiência de manutenção.

Apesar de não haver discrepância entre os resultados da análise visual, dentre os viadutos com maior incidência de manifestações patológicas, destacou-se o viaduto Governador Plínio Ramos. Contudo, ao comparar os objetos de estudo desse trabalho, é possível observar um padrão de processos patológicos oriundos da falta de inspeção e conservação estrutural adequada, principalmente da não execução dos procedimentos de manutenção preventiva.

A inspeção de obras de arte é de grande importância para maximizar e garantir a vida útil da estrutura. As anomalias encontradas podem ter diversas origens, iniciando desde a etapa da concepção do projeto, aos erros de execução (onde os funcionários da obra acabam não respeitando o que é especificado no projeto, não cumprindo técnicas construtivas ou até mesmo o uso de materiais inadequados para o local). Grande parte das anomalias são resultado da ausência ou da ineficiência de manutenções na obra, e há também

as que são oriundas de interferências externas. Se tais anomalias forem tratadas da devida maneira, atentando para as normativas específicas de reparo e manutenção, será possível manter a segurança dos usuários, condições de serviço e durabilidade da obra.

O diagnóstico decorrente da inspeção resulta em uma maior economia, já que os problemas podem ser solucionados com antecedência sem que evoluam para reparos maiores, otimizando recursos e mantendo ou melhorando as condições de uso do local de maneira a propiciar uma maior segurança e conforto para os motoristas e pedestres.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.
- BERTOLINI, Lucas. **Materiais de Construção: patologia, reabilitação e prevenção**. Oficina de Textos, 2010.
- BOLINA, Fabricio Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca; HELENE, Paulo. **Patologia de estruturas**. Oficina de Textos, 2019.
- CÁNOVAS, Manuel Fernández. **Patologia e terapia do concreto armado**. Pini, 1988.
- CARASEK, Helena; CASCUDO, Oswaldo. Descolamento de Revestimentos de Argamassa Aplicados sobre Estruturas de Concreto—Estudos de casos brasileiros. In: **Lisboa: 2º Congresso Nacional de Argamassa de Construção**. 2007.



Engenharia

CAVALCANTE, Daiana Góes et al. Levantamento visual das patologias na cidade de Manaus-Am - Visual Survey of pathologies in city of Manaus-Am. **Teoria e Prática na Engenharia Civil**, n. 19, p. 77-87, 2012.

COELHO, C. B.; BELLUCIO, E. K. INSPEÇÃO E AVALIAÇÃO DE SEIS VIADUTOS DA CIDADE DE MANAUS-AM. In: **6ª Conferência sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios**, 2018, rio de janeiro. livro de resumos, 2018. p. 45-45.

DETRAN-AM, Departamento Estadual de Trânsito – Seccção Amazonas. Gerência de Engenharia e Estatística. Relatório Anual, 2018.

DIÓGENES, A. G.; BRANDÃO, F. S.; SANTOS, M. W. L. C.; BRAGA, W. A. **Manifestações Patológicas em Pontes da Cidade de Sobral - CE**. In: Anais ... X Congresso Internacional sobre Patologia y Recuperación de Estructuras. Santiago, 2014.

DNIT, **NORMA DNIT 010/20016 -PRO. Manual de Manutenção de Obras de Arte Especiais**. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério dos Transportes. 1. Ed. Brasília D.F, 2016.

DNIT. **NORMA DNIT 010/2004 – PRO Inspeções em pontes e viadutos de concreto armado e protendido – Procedimento**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Ministério dos Transportes. 2ª Edição, Rio de Janeiro – RJ, 2004.

FONSECA, R. P. **A estrutura do Instituto Central de Ciências: Aspectos históricos, científicos e tecnológicos de projeto, execução, intervenções e propostas de manutenção**. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2007. 213 p.

HELENE, P. R. L. Corrosão das Armaduras para Concreto Armado. São Paulo, IPT, PINI, 1986.

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto**. 2 ed. São Paulo: Pini, 1992.

HELENE, Paulo. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo, 2003.

IBGE, CENSO,2010. Disponível em:< <http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em, 05 de fev. 2020.

LANER, F.J. **Manifestações patológicas nos viadutos, pontes e passarelas do município de porto alegre**. Tese de mestrado. Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001.

LICHTENSTEIN, Norberto B. Patologia das construções. **Boletim técnico**, v. 6, p. 86, 1986.

LIMA, Henrique Jorge Nery et al. Manifestações patológicas em viadutos de concreto estrutural: estudo de caso em Brasília/DF. **Revista InterScientia**, v. 7, n. 1, p. 2-26, 2019.

MELO, V. S. SANTOS, H. A. SILVA, A. P. Patologias em Estruturas Hidráulicas de Macrodrenagem Revestidas em Concreto. **Construindo**, v. 1, n. 01, 2009.

MENEZES, R. R. et al. Sais solúveis e eflorescência em blocos cerâmicos e outros materiais de construção-revisão. **Cerâmica**, v. 52, n. 321, p. 37-49, 2006.

NADALINI, A.C.V.; BISPO, A. O. Patologia em Estruturas de Concreto Armado em Ambiente Marítimo. In: **XIX COBREAP – Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias**, 2017, Foz do Iguaçu. Anais do XIX COBREAP, 2017.

PACHECO, J.; CARVALHO, M; HELENE, P. **Recommendations concerning the inspection and maintenance of bridges and viaducts**. Maintenance, Monitoring, Safety, Risk and Resilience of Bridges and Bridge Networks. Londres: Balkema, 2016.

PEREIRA, C. H. A. F. **Contribuição ao Estudo da Fissuração, da Retração e do Mecanismo de Descolamento do Revestimento à Base de Argamassa**. Tese de Doutorado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2007.

PINHEIRO, C. N. P.; BARBOSA, A. R.; REIS, V. D.; OLIVEIRA, F. R. Análise de Manifestações Patológicas em um Viaduto Localizado no Centro da Cidade de Belém-PA. In: **Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas**, 2018, Rio de Janeiro. Anais do Congresso Brasileiro de Pontes e Estruturas, 2018.;

POSSANI, Edna; DEMOLINER, Carlos Alberto. **Desempenho, Durabilidade e vida útil das eidificações: abordagem geral**. Revista Técnico-Científica do CREA-PR. Paraná, 2020.



Engenharia

SANTOS, Lucimar Silva dos. **Clima urbano e dengue (2000-2012) na cidade de Manaus-AM**. 181 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2016.

SEGAT, G. T. **Manifestações patológicas observadas em revestimentos de argamassa: estudo de caso em conjunto habitacional popular na cidade de Caxias do Sul**. Dissertação (Mestrado) Curso de Mestrado Profissionalizante da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

SENA, Gildeon Oliveira *et al.* **Patologia das Construções**. Salvador: 2B, 2020.

SILVEIRA, Paulo Malta da; VEIGA, Rosário; BRITO, Jorge de. **Eflorescências em estuques antigos**. Lisboa: ISEL, 2008.

SOUZA, V. C. M; RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1998.

VERLY, R. C. (2015), **Avaliação de metodologias de inspeção como instrumento de priorização de intervenções em obras de arte especiais**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília.