

ANÁLISE DOS RISCOS E SEUS FATORES COMO PATOLOGIAS CONSIDERANDO A SEGURANÇA DE TRABALHO EM OBRAS DE ARTES ESPECIAIS

Kelly de Melo Remann¹; Marco Aurélio Gomes de Mello²;

¹Aluna de Pós Graduação em Segurança de Trabalho da Universidade Iguaçu -

²Professor no curso de Engenharia Civil na Universidade Iguaçu - UNIG
Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Iguaçu – UNIG, Av. Abílio Augusto Távora, 2134
– Jardim Nova Era, 26275-580, Nova Iguaçu – RJ

kellyremann@gmail.com¹, magomesdemello@gmail.com²

Resumo - *Atualmente em decorrência de diversos fatores, o estudo de problemas patológicos na construção civil vem aumentando consideravelmente. Isto se deve ao fato de que até algum tempo atrás, pensava-se que as estruturas de concreto armado durariam de maneira indefinida. No entanto a falta de manutenção em pontes e viadutos, que são obras-de-arte especiais (OAE's), estão sujeitas a diferentes patologias da construção ocasionando grande risco à população. Para que a estrutura alcance sua vida útil para qual foi executada, há necessidades indispensáveis que excedem os conceitos projeto, execução do projeto e utilização, alcançando a implantação de fiscalizações e manutenções. Dessa forma a pesquisa realizada através de um estudo de caso sobre o tópico, junto com profissionais qualificados da área, enfatiza uma rica revisão bibliográfica e com análise de riscos a que está exposto o trabalhador em várias etapas do processo nas distintas frentes de trabalho em questão.*

(Palavras-chaves: Riscos, patologias, concreto armado)

Abstract - *Due to several factors, the study of pathological problems in civil construction has been increasing considerably. This is due to the fact that until some time ago, it was thought that the structures of reinforced concrete would last indefinitely. However, the lack of maintenance in bridges and viaducts, which are special works of art (OAE's), are subject to different pathologies of construction causing great risk to the population. In order for the structure to reach its useful life to which it was executed, there are indispensable needs that exceed the concepts of design, execution of the project and use, reaching the implementation of inspections and maintenance. Thus, the research carried out through a case study on the topic, together with qualified professionals in the field, emphasizes a rich bibliographical review and with risk analysis to which the worker is exposed in several stages of the process in the different work fronts in question.*

(Key-words: Risks, pathologies, reinforced concrete.)

1 Introdução

Desde os primórdios das civilizações o homem tem a prática da construção civil, gerando desenvolvimento e crescimento de sua geração. Com o passar dos anos, houve aperfeiçoamento em várias práticas, conquistando novos conhecimentos na área da construção. Um grande salto ocorreu na área da construção civil, uma aceleração crescente nas obras para atender as solicitações que cada vez o mundo moderno precisa.

Mesmo com este grande salto, algumas construções apresentam problemas causados por falhas espontâneas, erros de projetos, uso indevido de materiais e outras razões que contribuem na separação ou divisão de uma estrutura. Mesmo sendo um dos materiais mais sólidos e utilizados na indústria da construção civil, o concreto tem suas falhas, existem vários fatores que pode interferir em sua qualidade, que são chamadas de “patologias do concreto”.

Patologias são deformações ou “doenças” em uma estrutura de concreto, que ocorrem por várias causas como: má conservação da estrutura falta de manutenção, instalação realizada indevidamente, erros de projetos. Ao realizar técnicas de manutenções corretamente estudadas e aprovadas nas estruturas de concreto, permite a estabilidade de satisfatórios desempenhos funcional, estrutural, melhor e maior prazo de vida útil por meio de vistorias no tempo adequado indicando e demonstrando as ações de recuperação.

Na Construção Civil, riscos apresentam-se de variadas formas e intensidades. A análise de riscos preconiza que riscos podem ser caracterizados por ser parcialmente conhecidos.

Risco é a medida das incertezas sobre as premissas adotadas para um projeto de engenharia nas diferentes disciplinas que o compõem e a influência destas incertezas nas metas de um projeto: prazo, orçamento e níveis de segurança operacional, ambiental e qualidade.

Os riscos e as patologias que serão citadas e analisadas neste trabalho foram encontrados em um viaduto inaugurado em 1968, onde nunca houve nenhum tipo de manutenção, dando procedência a problemas patológicos e estruturais, este viaduto foi interditado para sua restauração, está previsto um reforço nos muros de contenção, reforçando os dentes de Gerber e instalação de borrachas que se desgastaram dos apoios com o passar dos anos.

2 Metodologia

O presente trabalho utilizará na revisão de literatura por meio de livros, artigos científicos e estudos já realizados. E analisará um estudo de caso sob a ótica da segurança do trabalho no trabalho de campo para analisar os riscos e as patologias ocorridos no mencionado viaduto.

2.1 conceitos básicos do concreto armado

O material construtivo mais utilizado no mundo é o concreto armado. Ele se destaca por ter um ótimo desempenho e pela facilidade na sua execução e economia.

Segundo Cánovas (1988), entende-se que concreto armado consiste numa mistura íntima de cimento, agregados, água, eventualmente aditivos e o aço que vai constituir a fibra ou nervo de que o concreto necessita para ser um material estrutural completo. Entretanto, alguns erros de elaboração do material, ocasionam o surgimento das patologias que levam a estrutura à degradação que, muitas vezes, comprometem a estabilidade da obra, principalmente sua durabilidade.

O concreto armado demanda alguns cuidados na sua preparação, que visa garantir sua durabilidade e funcionamento. A execução e uso de maneira apropriada, englobam um estudo do traço, dosagem, manuseio e cura adequados e a manutenção periódica e a prevenção contra agentes agressivos.

Por um longo tempo o concreto foi avaliado como um material surpreendentemente durável, devido ao fato de se encontrarem muitas construções antigas, ainda em bom estado. No tempo antigo, a pedra natural era muito utilizada na construção de fortificações, edificações e também para vencer vãos sobre depressões ou rios. As estruturas feitas com esse material mostrou-se um ótimo elemento resistente à compressão. Contudo quando tracionada, se mostrou ineficiente ao se romper em casos de vãos maiores.

Por ação deste problema os romanos começaram a construir vãos em formato de arco para evitar rupturas. Os romanos foram peritos na construção de pontes em forma de arco. Já que o uso de vigas para vencer vãos maiores não era uma possibilidade, eles utilizaram a estratégia de construir arcos onde cada pedra era estudada para que resistissem à compressão.

2.2 Conceito de patologia e suas origens

Com o rápido crescimento da construção civil, iniciou-se a necessidade de inovar em métodos que cada vez mais atendessem essa demanda. Com isso, trouxe também a aceitação de certos riscos, que requerem um conhecimento mais amplo sobre materiais e estruturas. Esta aquisição decorre das análises dos erros sucedidos, que levam a deterioração precoce ou acidentes. A despeito disto tudo, tem-se observado que algumas estruturas acabam por ter desempenho insatisfatório, confrontando-as com os objetivos as quais se propunham.

O termo “patologia” significa estudo da doença. A palavra Patologia é de origem grega (páthos, doença, e lógos, estudo), e é amplamente utilizada nas diversas áreas da ciência, com denominações do objeto de estudo que variam de acordo com o ramo de atividade. Na construção civil pode-se se dizer que patologia é o estudo dos danos ocorridos na edificação. Silva ainda diz que, a patologia é uma ciência formada por um conjunto de teorias que serve para explicar o mecanismo e a causa da ocorrência de determinada manifestação patológica, e esta última é a expressão resultante de um mecanismo de degradação. A maioria dos autores adotam como “sinônimos” os dois termos.

Patologias podem se apresentar de diversas formas, como fissuras, trincas, infiltrações e danos causados por umidade excessiva da estrutura. Em relação ao diagnóstico das patologias do concreto armado, Lapa (2008) define que o concreto armado sem um material não inerte, está sujeito a alterações ao longo tempo. Devido as interações dos seus elementos construtivos, muitas vezes acarretam anomalias que podem comprometer o desenvolvimento da estrutura, como aspectos estéticos indesejáveis ou também um desconforto psicológico nos usuários.

As patologias também podem ser provenientes de deficiências dos próprios materiais componentes, que podem ser minimizadas ou até mesmo erradicadas, através de um controle tecnológico na fase de fabricação. É imprescindível conhecer bem os materiais para que se obtenha uma correta utilização. Associado a bons materiais é necessário ter primazia na execução, assim como curas bem realizadas, dosagens de acordo com estudos realizados em laboratório, posicionamento correto de armaduras, vibração adequada para evitar as chamadas “brocas” e consequentemente a exposição de armaduras, facilitando o indesejado processo prematuro de corrosão do aço.

Além disso, todo tipo de estrutura exige manutenções periódicas para que se conserve de maneira apropriada, aumentando assim a sua vida útil. Com relação à manutenção, define como sendo a combinação de todas as ações de caráter técnico e/ou administrativo que tenham por fim garantir ou reestabelecer, para uma determinada estrutura, as condições necessárias para que esta desempenhe, capazmente, as funções para as quais foi concebida.

2.2.1 Patologias decorrentes a erros de projetos

Na construção civil, o projeto consiste em relatar previamente como serão as dimensões da obra. Dimensionar os elementos estruturais de acordo com seus carregamentos.

O projeto baseia-se em desenvolver, dimensionar, organizar e transmitir as características físicas e tecnológicas especificadas para uma determinada obra, para serem consideradas na fase de execução. Os principais erros cometidos nesta etapa são: falta de detalhamento; erros no dimensionamento; incompatibilidade entre os projetos, previsões equivocadas dos carregamentos e também excesso de informação.

2.2.2 Patologias decorrentes a erros na fase de execução

Um erro muito comum cometido nessa fase da construção, é o uso incoerente dos materiais construtivos. O uso inapropriado dos materiais podem gerar falhas na estrutura, comprometendo seu desempenho futuro. Outro fator importante é a falta de mão de obra qualificada ou condições de trabalho inadequadas.

Métodos construtivos executados de forma errada acarretam uma série de patologias e até mesmo levar a estrutura ao colapso. Esses erros podem ser evitados com fiscalização, controle na elaboração do traço do concreto, posicionamento correto das armaduras, uso dos materiais dentro das suas especificações, como também um controle tecnológico (Lima 1990).

Pode ser citado como exemplo, a construção de uma alvenaria, que segundo Brandão (2007), o maior índice de manifestações patológicas em alvenarias foi verificado na etapa executiva da parede.

A maior parte das patologias encontradas nas edificações são consequências de uma série de falhas no processo executivo, como também pela falta de controle de qualidade, afetando a segurança e a durabilidade do empreendimento.

Os problemas patológicos surgem devido a essas falhas, as quais ocorrem durante uma ou mais etapas das atividades inerentes à construção civil: concepção/projeto, execução e utilização.

Para a etapa de concepção, exige-se a garantia de plena satisfação do cliente, de facilidade de execução e de possibilidade de adequada manutenção; já a etapa de execução, deverá garantir o fiel atendimento ao projeto, e para a etapa de utilização, é necessário garantir a satisfação do utilizador e a possibilidade de extensão da vida útil da obra, assegurando segurança e qualidade à construção.

No caso das estruturas, vários problemas patológicos podem surgir em virtude do que já foi comentado. Uma fiscalização deficiente relacionada a uma baixa capacitação dos profissionais envolvidos pode levar a graves erros em determinadas atividades, como a implantação da obra, escoramento, formas, posicionamento, qualidade das armaduras e concretagem, desde a sua fabricação até a cura, (BOTELHO, 1996).

As Manifestações patológicas apresentam-se em edificações com manifestações variáveis, com menor ou maior intensidade. É importante a detecção precoce, o quanto antes, porque, tende a minimizar o custo do tratamento e o comprometimento da estrutura.

2.2.3 Sintomas de patologias nas estruturas

Um engenheiro também precisa estar atento às principais ocorrências que comprometem as suas edificações, assim como um médico deve analisar os sintomas, para identificar a doença as consequências e o tratamento das principais doenças que acometem seus pacientes,

A maioria das patologias que podem afetar uma edificação na fase pós-ocupacional apresentam sintomas visíveis e pelas suas características permitem que possa ser determinado o agente causador. Os principais sintomas causados por problemas patológicos são:

- Infiltração e demais danos causados por umidade; infiltração é o processo em que a água atravessa a superfície do solo;
- Fissuras e trincas; são pequenas aberturas ocasionadas por conta das tensões ocorridas na estrutura de concreto;
- Carbonatação; aço do concreto armado exposto, devido ao desgaste da armadura ocasionado pela infiltração;
- Intemperismo do concreto; quando o concreto sofre desgaste devido aos ataques químicos e físicos das condições climáticas.

O estudo das patologias estruturais engloba a análise detalhada do problema descrevendo as causas, as formas de manifestação, os mecanismos de ocorrência, a profilaxia e a manutenção estrutural. Cada problema patológico retrata manifestações características, que quando investigadas, pode-se avaliar a sua natureza, como foi originada e os mecanismos dos fenômenos envolvidos, com a finalidade de conhecer suas prováveis consequências. Pode-se denominar os sintomas também como lesões, danos, defeitos ou manifestações patológicas. A partir do primeiro diagnóstico, pode-se ser verificados e classificados, baseando-se em observações visuais minuciosas.

As evidências mais comuns de avarias em estruturas de concreto armado são as fissuras ou trincas, flechas excessivas, manchas, corrosão das armaduras e segregação dos materiais que compõem o concreto.

2.2.4 Mecanismo

Existem alguns fatores que contribuem para a aceleração dos problemas patológicos, dentre elas, podem-se citar a presença de agentes agressivos externos e internos como: (radiação solar, térmica ou nuclear, contribuintes normais do ar como CO₂ e oxigênio, temperaturas como elevação, diminuição e ciclos), assim como os incorporados ao concreto.

Segundo Helene (2003), deve ser levado em consideração o meio no qual a estrutura está instalada, pois se espera que em locais com atmosfera seca e “pura” não seja tão agressiva como em locais com atmosferas úmidas e fortemente contaminadas. O meio com oxigênio, pode ocorrer dentre outras a corrosões.

2.2.5 Inspeção e diagnóstico

Para um diagnóstico preciso, é necessário que as definições sejam claras e objetivas quanto ao tipo de intervenção mais adequado e primordial para a erradicação das causas que originam os danos da obra. É de extrema importância que a inspeção seja feita por um profissional qualificado, através de testes simples que obtém um número relevante de informações.

Nas fases de inspeção e diagnóstico, deve ser feito uma análise rigorosa do estado de conservação da obra inicialmente para desarmonizar os danos ou erros cometidos na execução da obra, recorrendo a visitas minuciosas ao local, assim como, conhecer a origem e os processos construtivos iniciais ou quaisquer registros da mesma. Logo após, deve-se diagnosticar os lugares que necessitam de reparos, verificar a gravidade visando à segurança dos usuários, quais as melhores medidas a serem tomados, definir a extensão do quadro patológico e a sequência da vistoria por meio dos sentidos humanos, testes e instrumentos simples (Tavares *et al.* 2011).

A categoria da construção, usada para identificar quais os aspectos originais da obra, determina uma série de patologias distintas para cada tipo de edifício, facilitando a identificação de causas que podem ser comum a uma mesma patologia. Quanto mais antiga a obra, mais difícil à existência, dificultando a conclusão da análise. Além disso, as construtivas e os materiais usados podem não ser os mesmo usados no período da recuperação.

Nesses casos de construções históricas, o levantamento da história evolutiva do problema, englobando desde a construção, a utilização e a manutenção da edificação, é utilizado quando os dados obtidos na vistoria local não são suficientes para diagnosticar a patologia. Esse levantamento é feito através de informações orais recolhidas com usuários, projetistas, construtores, operários, fiscalização e vizinhos; esta prática necessita de técnica, pois cada pessoa tem um interesse em relação à obra.

Será citado no presente trabalho, as principais patologias ocorridas no concreto armado de um viaduto sem quaisquer manutenção: umidade, fissuras e carbonatação.

2.3 Umidade

A palavra Umidade, segundo o dicionário Michaelis é a “qualidade do que é ou está úmido”, quantidade de líquido no organismo.

A umidade nas construções representa um dos problemas mais difíceis de serem corrigidos dentro da construção civil. Essa dificuldade está relacionada à complexidade dos fenômenos envolvidos e à falta de estudos e pesquisas. Essa carência ainda é percebida hoje, mais de 20 anos após elaboração do trabalho do autor citado.

Problemas de umidade ocasionam um grande desconforto e também degradam a construção muito rapidamente. A solução para este tipo de problema normalmente são um tanto onerosas.

A umidade não é apenas uma causa de patologias, ela age também como um meio necessário para que grande parte das patologias em construções ocorra. Ela é fator essencial para o aparecimento de eflorescências, ferrugens, mofo, bolores, perda de pinturas, de rebocos e até a causa de acidentes estruturais.

2.4 Fissuras

É comum serem encontradas fissuras em estruturas de concreto. Elas são resultantes da fragilidade do concreto. Este material não atende as reações de tração, assim colapsa repentina e explosivamente. Contudo, Cánovas (1988), diz que seu número, localização e abertura são fatores decisivos para degradação das estruturas.

A seguir será exemplificado a diferença entre fissura e trinca, que são aberturas ocasionadas pela fragilidade do concreto muito parecidas, sendo diferenciadas pelo tamanho de suas aberturas. Por definição, segundo a norma DNIT 083 (2006), a trinca é uma fratura linear no concreto. Elas podem se desenvolver parcial ou completamente ao longo de um elemento estrutural, não havendo uma separação nítida e indiscutível entre trincas e fissuras, tendo essas últimas aberturas menores. A norma da ABNT NBR 9575 (2010) define que as microfissuras têm abertura inferior a 0,05 mm, as fissuras têm aberturas de até 0,5 mm e, por fim, as trincas têm aberturas maiores de 0,5 mm e menores de 1,0 mm.

2.5 Carbonatação

O composto químico que desencadeia o fenômeno da carbonatação do concreto é bem conhecido, facilmente encontrado nos centros urbanos. Um bom exemplo são os túneis e viadutos. Nestes ambientes, o concreto está exposto à alta concentração de gás carbônico (CO₂). Esse dióxido de carbono penetra nos poros do concreto, dilui-se na umidade presente na estrutura e forma o composto chamado ácido carbônico (H₂CO₃).

No concreto existe o pH que é sua proteção, uma vez estando abaixo do seu valor normal, ocorre a corrosão da armadura.

Processo anódico (mecanismo de proteção anticorrosiva).

Processo catódico (método de controle da corrosão na armadura).

A carbonatação é um fenômeno físico-químico oriundo das reações de gases ácidos do ambiente com os produtos alcalinos do concreto. A alcalinidade do concreto é conferida principalmente pela presença do hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂), de sódio (NaOH) e de potássio (KOH), dissolvidos ou precipitados no concreto endurecido. Essa alcalinidade pode ser reduzida ao longo do tempo pela penetração de CO₂ no interior do concreto.

Segundo Helene (1993), a penetração do gás carbônico no concreto dá-se preponderantemente por um mecanismo de difusão. Portanto, na maioria dos casos trata-se de gradientes de concentração de CO₂. Influirá a concentração de CO₂ no ambiente externo, junto à estrutura, comparativamente à concentração de CO₂ nos poros capilares do concreto de cobrimento das armaduras.

No concreto em bom estado a corrosão ocorre de forma muito lenta.

2.6 Manutenção e inspeção de viadutos

Devido à minimização de prejuízos obtidos com a inspeção e manutenção das pontes, os órgãos públicos e privados têm dado certa atenção para esta área. Segundo o Manual de Inspeção de pontes Rodoviária – DNIT (2004) são apresentadas cinco tipos de inspeções executadas nas pontes:

. Inspeção cadastral: realizada logo após a construção da ponte, devem-se levantar os dados de projeto e execução com fotos e identificação. Denomina-se também de cadastral a inspeção efetuada quando se executa alguma alteração na obra como um alargamento, reforço, acréscimo de comprimento e mudança no sistema estrutural.

. Inspeção rotineira: realizada no intervalo de um a dois anos, essa inspeção é destinada a observar qualquer anomalia no comportamento estrutural ou alterações a inspeção cadastral ou a rotineira anterior. São basicamente visuais e não necessitam de equipamento muito complexo.

. Inspeção intermediária: é uma inspeção realizada para verificar algum efeito do qual se tenha suspeita, como um recalque de fundação, uma erosão incipiente, um encontro parcialmente descalçado ou o estado de um determinado elemento estrutural.

. Inspeção especial: deve ser realizada em intervalos máximos de cinco anos, em pontes de grande porte e nas de comportamento problemático. Pode ser solicitada por uma inspeção rotineira. Nesta inspeção, o inspetor deve ser altamente minucioso e adquirir um amplo acervo fotográfico.

2.6.1 Programas de Manutenções

Em análises obtidas por estas inspeções podem ser estabelecidos programas de manutenção estrutural. O trabalho de conservação das pontes envolve tarefas como: correção de pequenas falhas, limpeza e drenagem de pista, juntas, apoios, correções nos aparelhos de apoio, reparos em guarda-corpos e reparos na pista de rolamento sem acréscimo de espessura. Para a correção de reparo e reforço estrutural será necessária a elaboração de projetos.

A manutenção estrutural e a prevenção de patologias estão intimamente relacionadas. O desgaste de uma estrutura é contínuo por estar sujeita a agentes degradantes e desgastes naturais da sua própria utilização. Com base neste ponto, podem-se adotar dois procedimentos para manutenção da estrutura.

2.6.2 Avaliação do risco de ruptura devido à presença de patologias

Em cada tipo de estrutura, existem diversos riscos de ruptura das estruturas em função do grau de patologia que elas se encontram. Segue abaixo algumas ocorrências graves em estruturas de concreto armado ou protendido que podem resultar em colapso.

. Corrosão avançada das armaduras; deterioração do concreto armado causado por gases nocivos (CO₂), e pela umidade.

. Fissuras de cisalhamento nas proximidades dos apoios; insuficiência da armadura transversal, sobrecargas acima do cálculo estrutural permitido.

. Fissuras em pilares; abertura nos pilares, ocorrem devido a fragilidade da estrutura.

. Vigas Gerber fissuradas e esmagadas nos dentes; vigas com estabilidades próprias, com fragilidade e esmagamento em suas rótulas (dentes), causando o comprometimento da estrutura.

2.6.3 Vigas

Viga é um componente estrutural sujeito a cargas transversais. A viga é normalmente usada no sistema laje-viga-pilar para transportar os esforços verticais recebidos da laje para o pilar ou para transmitir uma carga concentrada, caso sirva de apoio a um pilar.

Alguns tipos de viga

Viga universal – viga com uma seção transversal tipo de viga bastante usado em elementos pré-moldados;

Viga em balanço – viga de edificação somente com um apoio (engaste);

Viga biapoiada– pode-se dizer que são vigas com dois apoios, que podem ser simples e/ou engastados;

Viga gerber– a viga Gerber consiste na associação de vigas com estabilidade própria, (em alemão Gerberträger ou Gelenkträger) é denominado em estática das construções uma viga sobre vários suportes, composta com rótulas de forma tal que seus trechos são firmemente determinados, pontes Gerber pertencem à classe de pontes em balanço.

2.7 Análise de risco e risco mecânico

Segundo Pietro (2019), análise de risco, tanto de máquinas, quanto de equipamentos, é fundamentada no estudo realizado durante as fases de concepção e de desenvolvimento de um projeto. A sua finalidade é em determinar os prováveis riscos que poderão existir na operação do maquinário, e assim, após serem identificadas as causas e efeitos dos mesmos, permitir que a apreciação de risco apresente quais são as medidas de segurança necessárias para a minimização ou remoção do risco.

Esta análise de risco é realizada com o objetivo de atender às exigências da “NR-12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos”.

Os riscos mecânicos são aqueles que podem comprometer a segurança dos trabalhadores no seu ambiente de trabalho. Má arrumação das máquinas, equipamentos e ferramentas mal preservadas e sem manutenção, instalações elétricas em mau estado, condições psicológicas dos trabalhadores, falta de informação e

treinamento, dentre outros fatores que, de modo imperceptível aos olhos do trabalhador, podem gerar sérios acidentes.

2.7.1 Riscos ocupacionais no trabalho

A existência de probabilidade de um trabalhador sofrer algum dano, decorrente de suas atividades profissionais, é denominada de risco ocupacional, ou seja, são acidentes ou doenças possíveis a que estão expostos os trabalhadores no exercício do seu trabalho ou por motivo da ocupação que exercem.

Geralmente, os riscos ocupacionais estão relacionados ao ambiente em que o trabalhador fica sujeito a ruídos, vibrações, gases, vapores, iluminação inadequada, entre outras inúmeras situações que podem gerar danos à saúde ou à integridade física do profissional.

Em cada tipo de empresa e ocupação a característica do risco é diferente, porque a exposição do profissional ao risco depende do processo produtivo.

2.7.2 Análise Preliminar de Riscos – APR

A APR consiste em avaliar todas as etapas do trabalho a fim de detectar os possíveis problemas que poderão ocorrer durante a execução da obra. Para os problemas detectados devem ser adotadas medidas de controle e neutralização, que deverão envolver toda equipe, criando um clima de trabalho seguro em conjunto, podendo ser elaborado por profissional ou por equipe multidisciplinar, desde que aprovada por Engenheiro de Segurança do Trabalho, com emissão de ART específica.

Estas informações poderão ser usadas pela Comissão Interna de Prevenção a Acidentes – CIPA, e com base nesses dados é possível modificar as condições de trabalho oferecendo mais EPI's, alterando a disposição de máquinas, layout de setores/ áreas de trabalho, priorizando a integridade física e mental do trabalhador.

2.8 Acidente de trabalho, seus impactos e a segurança do trabalhador

Atualmente, a razão de proteção e saúde do trabalhador já faz parte da filosofia da grande maioria das empresas no Brasil, mas os índices de acidentes ainda são altos (Nascimento *et al.* 2009). O autor detalha ainda estudos que mostram que os acidentes de trabalho têm forte impacto nos gastos da previdência brasileira. Nos primeiros 15 dias após o trabalhador sofrer um acidente de trabalho os custos são pagos pela empresa onde ele trabalha. A partir desse período, ele passa a receber um benefício da Previdência Social que condiz à cerca de 70% do salário do trabalhador.

3 Resultados

Para exemplificar os princípios e conceitos apresentados nesta pesquisa, foi realizado um estudo de caso no Viaduto Padre João Musch inaugurado no ano de 1968. Os fatos foram observados e analisados, com a função de tentar desvendar o motivo de suas causas. Bem como, a partir das visitas e vistorias realizadas no local, puderam-se ver de perto os principais danos ocorridos no concreto armado da construção e seus possíveis riscos mecânico e ocupacionais do trabalho.

3.1 História do Viaduto Padre João Musch

Inaugurado no ano de 1968, o Viaduto Padre João Musch Figura 1 foi construído há aproximadamente 50 anos pelo governador nomeado do Estado do Rio, Geremias Fontes, estando o projeto original no Departamento Estadual de Estradas e Rodagem (DER). Recebeu este nome em memória de um sacerdote que dedicou trinta anos de sua vida à Baixada Fluminense, seu comprimento é de 360 metros quadrados. De acordo com a Secretaria Municipal de Transportes, a quantidade de veículos nas estradas na época em que foi dimensionado, era bem inferior a quantidade dos dias atuais e o peso de cada veículo também era pouco variável. Ao longo do tempo, a quantidade de veículos foi aumentando chegando a trafegar cerca de 40.000 veículos diariamente, e sua capacidade de carga continuou a mesma. Com a evolução dos tempos, foram sendo construídos diversas residências, shoppings, empresas e comércio nas redondezas, e o viaduto Padre João Musch tornou-se o principal ponto que ligava os dois lados da cidade de Nova Iguaçu. Com isso, houve um crescimento populacional ao redor do viaduto, o que levou ao aumento de todos os tipos de automóveis que, aparentemente, não era utilizado com tanta frequência na época de sua criação.

Dentre esses automóveis, os de grande porte, tais como ônibus, caminhões e carretas foram os que causaram um maior impacto na resistência da estrutura da construção, fazendo com que por diversas vezes, o viaduto ultrapassasse sua capacidade de projeto, utilizando o seu pior caso de resistência, como por exemplo, em um dia de engarrafamento em que há dezenas de veículos com grande carga parado sobre ele.



Figura 1: Imagem Histórica Viaduto João Musch1968 Fonte: IBGE (2019).

3.2 Localização e descrição do Viaduto Padre João Musch

Localizado na baixada Fluminense do Estado do Rio de Janeiro no Município de Nova Iguaçu-RJ, um importante ponto de acesso do município. Segundo informações Em toda sua vida útil, o viaduto nunca havia obtido quaisquer tipos manutenção estrutural, a ausência de manutenção preventiva acarretou em patologias como grande desgaste do concreto, umidade, corrosão das armaduras, fissuras expostas, comprometendo a vida útil do Viaduto, colocando o viaduto em risco eminente de ruptura. Devido a sua má conservação, o viaduto foi interditado em 9 de fevereiro de 2018 para avaliação e posteriormente a realização de obra de restauração, segundo a Prefeitura de Nova Iguaçu, a empresa responsável pela restauração do viaduto é a PROCEC (projetos e construções em engenharia civil), especialista em construções pesadas. A empresa apresentou um cronograma de atividades a serem desenvolvida, o trânsito teve que sofrer alterações pois foi necessário a interdição da via para avaliação e posteriormente a realização dos reparos. Tendo gerando um transtorno por alguns meses, devido ao grande fluxo de veículos que teve que ser remanejado.

3.3 Manifestações patologias encontradas

Foram encontradas e posteriormente tratadas as seguintes manifestações patológicas: umidade, fissuras, carbonatação, entre outras.

3.4.2 Umidade

Na parte inferior do viaduto, foram encontradas diversas manchas de umidade Figura 2, formadas devido ao acúmulo de água da chuva retido no interior da estrutura. Manchas de cores escuras e claras surgiram em toda região afetada.

Causas da umidade: o motivo provável do aparecimento de umidade na estrutura do Viaduto deu-se pelo acúmulo de água da chuva que ficou armazenada no interior da estrutura penetrando através de fissuras, formando poças de água, ocasionando umidade. Esse excesso de água que ficou acumulado nos caixões (aduelas) também teve bastante colaboração no excesso da carga total.

O excesso de água acumulada acarretou no surgimento de umidade, devido ao fato da estrutura onde a água ficou armazenada, não ter sido projetada para isso. Logo, a estrutura não tinha recebido a impermeabilização devida.



Figura 2: Identificação de Umidade no vão central do Viaduto.

3.4.3 Fissuras

Foram encontradas fissuras no vão central do viaduto, na parte superior, localizada no tabuleiro (passagem dos veículos). Essas prováveis fissuras foram encontradas na parte de concreto armado do viaduto, embaixo da camada asfáltica. Segundo responsável pela obra, Engenheiro Jorge Godoy, *"a camada asfáltica estava acima do limite permitido pela norma, em alguns trechos chegou-se a 25 cm de altura, sendo que a norma preconiza 5 à 10cm gerando um sobrepeso em toda extensão do viaduto, pois acumulou uma sobrecarga de 576 kg/m², o que aumentou sua carga em 600 vezes mais"*.

Causas da fissura: num todo, o sobrepeso, a falta de manutenção e o acúmulo de água da chuva, foram as maiores causas do aparecimento de fissuras no viaduto, a fissura surge como forma de aliviar essas tensões.



Figura 3: Fissura na parte superior do vão central do Viaduto.

3.4.4 Carbonatação

A armadura está exposta Figura 4, devido à perda de cobrimento, o viaduto foi construído todo em concreto armado, possui nove pilares, uma estrutura Hiperestática (indeterminada), muito comum na época de sua construção. Causas da carbonatação: a oxidação que ocorre quando o material fica exposto ao contato com gases nocivos ou com a umidade, pôde-se observar a corrosão avançada da peça estrutural, com as ferragens à mostra em várias localidades, é um fenômeno físico-químico oriundo das reações de gases ácidos do ambiente com os produtos alcalinos do concreto.



Figura 4: Carbonatação nos pilares do viaduto.

3.4.5 Restauração da viga Gerber

Segundo o responsável da obra, o engenheiro Jorge Godoy, "foi necessário realizar o içamento das vigas gerber Figura 5 danificadas através de macacos hidráulicos (Figura 6) para restauração de inúmeras fissuras e trincas encontradas nos apoios dos dentes, com a reparação dos dentes, com colocação de produto para alcalinização (hidratação) do concreto antigo, pois o ph do concreto (proteção) diminuiu no decorrer dos anos, foi aplicado um inibidor de corrosão nas armaduras para fazer uma limpeza, em outras partes foi retirado o concreto antigo e restaurada com argamassa polimérica (impermeabilizante) para a recomposição do concreto retirado. Após a retirada da forma foi realizado a finalização da impermeabilização com argamassa cristalizadora, afim de inibir qualquer cristalização, foi feito a colocação de apoios do tipo Neoprene Fretado com uma espessura de 5,2 cm, (um tipo de borracha especial que possui várias chapas em seu meio), tem a função de fazer o alongamento incertamente do viaduto ocasionando sua frenagem e aceleração, devido ao tráfego sob o viaduto, essa borracha fica localizada entre o apoio e o vão que foi içado, o serviço foi finalizado recolocando o vão em seu devido lugar, foram restauradas as juntas de dilatação com epóxi (um tipo de cola muito resistente) na estrutura das lajes, fazendo o fechamento entre o vão içado e o fixo na parte superior do viaduto".



Figura 5: Içamento do vão para reparo do dente gerber



Figura 6: Macacos Hidráulicos Para Procedimento de içamento

3.4.6 Segurança do trabalhador e riscos mecânicos

Durante o processo de levantamento da obra, há de se redobrar os procedimentos a fim de evitar os acidentes, muitos podem ocorrer no transporte inadequado dos materiais; Além disso, podem ocorrer ao utilizar escadas, andaimes e elevadores para erguer as estruturas. Os trabalhadores precisam utilizar os Equipamentos de Proteção Individual(EPI) e EPCs adequados e realizar as devidas proteções individuais para trabalhar em clima exposto e realizar treinamentos adequados.

4 conclusões

Este estudo teve a importância de enfatizar como é primordial a realização de pesquisas que procurem avaliar, identificar e detectar a ocorrência de patologias em edificações, elaboração projetos de excelente qualidade, a importância da restauração e o alerta do perigo e gravidade de problemas patológicos nas obras de arte especiais que não obtêm a manutenção adequada. A manutenção preventiva deve ser primordialmente o foco nas obras de construção civil e pode se observar que o Investimento na prevenção é a melhor atitude para evitar patologias, acidentes de trabalho e acidente. Uma das maiores causas desses acontecimentos nas obras, observou-se a falta de políticas institucionais de vistoria regulares preventivas, a falta de capacitação dos

profissionais, os colaboradores quanto as normas e procedimentos de manuseio correto das ferramentas e implantarem e seguirem as normas de segurança ,aplicando métodos eficazes na gestão

Observou-se que na realização da obra do viaduto João Musch, apesar da complexidade da obra, ao longo da gestão da obra foi realizado todos os procedimentos de segurança nos trabalhos técnicos especializado previstos. A Prefeitura tomou as medidas necessárias de interdição da via e de redirecionamento do trânsito, para controle de acesso e manutenção em um canteiro de obra tanto para os trabalhadores da obra como para os cidadãos Cabe ressaltar que apesar de não estar no cronograma da obra foi implantado pela prefeitura uma escada de acesso para compensar a interdição da via para o cidadão que necessitava acessar o viaduto para acesso a rodoviária facilitando o ir e vir do cidadão. A recuperação do viaduto foi realizado com sucesso sem intercorrência religando uma importante via para acesso.

6 Referências

ABNT (2010) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9575: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro

ABNT (2014) Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto - Procedimentos. Rio de Janeiro

Botelho MHC, Marchetti O (1996) Concreto armado, eu te amo. São Paulo: Edgar Blucher

Brandão RML (2007) Levantamento das manifestações patológicas nas edificações, com até cinco anos de idade, executadas no Estado de Goiás. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás, Goiânia

Cánovas MF (1988) Patologia e terapia do concreto armado. Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. 1 ed. São Paulo: Pini

DNIT (2006) Tratamentos de trincas e fissuras-Especificação de Serviço. Espírito Santo

Helene PRL (1993) Contribuição ao estudo da corrosão em armaduras de concreto armado. Tese de Doutorado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Helene PRL (2003) Manual de reabilitação de Estruturas de Concreto – Reparo, Reforço e Proteção. São Paulo: RedRehabilitar, editores

IBGE (2019) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Imagem Viaduto João Much. <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=443603&view=detalhes> Acessado em 15 de maio de 2019.

Lapa JS (2008) Patologia, recuperação e reparo das estruturas de concreto. Monografia, Universidade Federal de Minas Gerais

Lima H (1990) A geometria do reboco. Revista Construção. São Paulo

Nascimento AMA, Rocha CG, Silva ME, Silva R, Carabete RW (2009) A Importância do Uso de Equipamentos de Proteção na Construção Civil. São Paulo, 2009

Piotro LM (2019) Análise de risco. Artigo Científico Campos Gerais – PR

Tavares A, Costa A, Varum H (2011) Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios - Guia de intervenção