



Levantamento visual de manifestações patológicas em passarelas na região centro-sul de Manaus

Samuel Antão Ferreira do Nascimento^{1*}, Fernando de Farias Fernandes¹

Resumo

A pesquisa teve o objetivo de levantar as principais manifestações patológicas em nove passarelas na região Centro-Sul da cidade de Manaus. Foram averiguadas estas manifestações através de inspeção visual com registro fotográfico constatando ações externas funcionais e ambientais, aspectos da manutenção e as origens dos problemas patológicos. Para cada estudo de caso, ocorreu a identificação quanto a análise da manifestação patológica e a influência da ação humana e do meio ambiente. Foram verificadas visualmente as possíveis causas das anomalias com suas respectivas origens e a etapa de solução, indicando possíveis resoluções para os problemas encontrados. As causas seguiram classificação específica sendo denominadas de congênitas, adquiridas, construtivas ou acidentais. Foram gerados gráficos dos principais problemas encontrados e de quantitativos de causas. A causa adquirida se mostrou a mais alarmante devido a intensidade climática juntamente com a falta de manutenção. Já dentre os problemas patológicos os que se apresentaram em maior proporção foram as fissuras. Foi verificado assim as principais manifestações patológicas com suas possíveis causas e elucidações.

Palavras-Chave: patologia, construção civil, diagnostico.

Visual inspection of pathological manifestations on footbridges in the south-central region of Manaus. The research had the objective of raising the main pathological manifestations in nine footbridges in the Center-South region of the city of Manaus. These manifestations were investigated through visual inspection with photographic records, observing functional and environmental external actions, aspects of maintenance and the origins of pathological problems. For each case study, the identification of the analysis of the pathological manifestation and the influence of human action and the environment occurred. The possible causes of the anomalies with their respective origins and the solution step were visualized, indicating possible resolutions for the problems encountered. The causes followed specific classification being denominated of congenital, acquired, constructive or accidental. Graphs of the main problems encountered and quantitative causes were generated. The acquired cause was shown to be the most alarming due to the climatic intensity together with the lack of maintenance. Thus, the main pathological problems and their possible causes and elucidations were checked.

Key-words: pathology, civil construction, diagnosis.

¹ Universidade do Estado do Amazonas, Escola superior de tecnologia, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Avaliações e Perícias, Av. Darcy Vargas, 1200, 69050-020, Parque Dez de Novembro, Manaus, AM, Brasil.
*antaoleumas@gmail.com

Engenharias

1. Introdução

Toda ação sobre qualquer estrutura provoca esforços e até mesmo deformações permanentes podendo levar diversas consequências nocivas na durabilidade, utilização e resistência da mesma. Deste modo, primeiramente, no estudo de patologia, ou seja, na análise das doenças apresentadas nas estruturas é necessário encontrar as causas das respectivas manifestações patológicas ligando com a origem das mesmas. (HUSNI et al, 2005)

Dentro desse contexto existe as manifestações patológicas externas que se dividem em ainda em externas funcionais, que estão associadas ao uso e externas ambientais quando ligadas a influência do meio ambiente, como variação de temperatura, umidade etc. Já os sintomas patológicos ocasionados por ações internas podem ser divididos primeiramente em intrínsecas, que são influenciadas pela composição do concreto e pela ação interna induzida, que é dita como uma deformação imposta, por exemplo no concreto protendido (HUSNI et al, 2005)

Nas estruturas da pesquisa foram observadas as ações externas, não adentrando em ações internas, visto que, foi realizada somente uma análise visual.

1.1 Ações externas funcionais

As ações externas funcionais nas passarelas se apresentam através da utilização dos seus usuários, portanto, são cargas dinâmicas onde estas podem ocasionar vibrações levando ao processo de fadiga ou até mesmo fenômenos como a ressonância. Juntamente com isso há o efeito estático, que compreende as cargas permanentes que geram também diversas formas de tensões e deformações, com o efeito da tração, compressão, flexão e torção, dependendo do caso.

1.2 Ações externas ambientais

A delimitação da pesquisa se encontra na região amazônica trazendo um agravante sobre a questão da interferência do meio ambiente nas passarelas. Já que a precipitação; formada pelo vapor do oceano e a evapotranspiração da própria região existe com índices avantajado, visto que, o local de estudo encontra-se dentro da maior floresta tropical úmida do mundo (CORREIA et al, 2007). As características peculiares do meio verificados ao decorrer de mais de 25 anos de monitoramento pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018) mostrou o excesso de chuvas comparado com as demais regiões, conforme Figura 1, elevada

umidade disposto na Figura 2 juntamente com temperaturas altas mostradas na Figura 3, porém com taxa de insolação relativamente menor que grande parte do país conforme Figura 4.

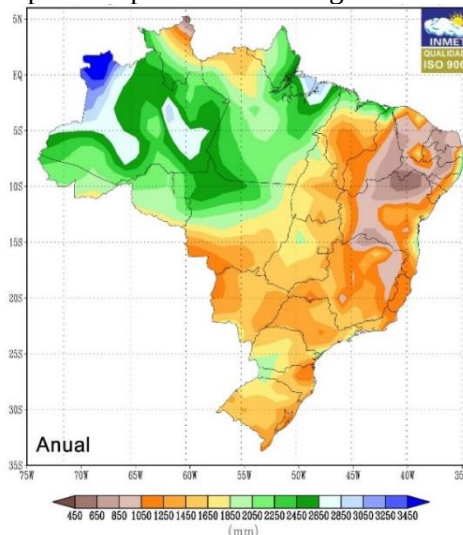


Figura 1. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Precipitação Acumulada Anual (mm). Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

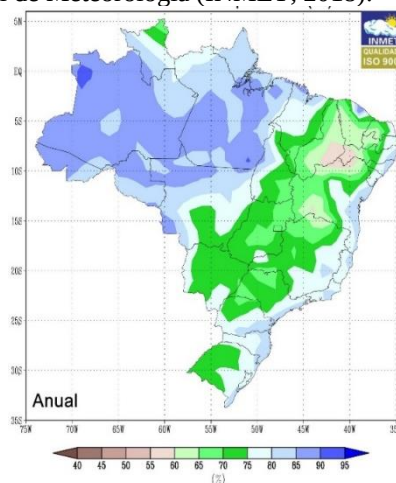


Figura 2. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Umidade relativa do ar compensada. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

Estes fatores naturais influenciam na vida útil dos materiais constituintes das edificações como por exemplo nas cerâmicas. A atuação dessas intempéries são um aspecto decisivo na durabilidade dos materiais na construção civil. Estas variações atmosféricas englobam, radiação solar, temperatura do ar, umidade do ar, precipitação e vento (SOUZA et al, 2017)

No caso da radiação solar, é possível notar visualmente que nas passarelas este fator se mostra como um agente patológico, seja como influenciador na mudança de temperatura quando observamos como possível causador na

Engenharias

deterioração das juntas de dilatação ou degradação da pintura. Sendo assim, os materiais empregados, irão sofrer contração e dilatação em virtude das variações de temperatura, podendo apresentar manifestações patológicas como as fissuras. Geralmente os materiais mais degradados na construção civil sobre esse aspecto de raios ultravioleta são os polímeros sintéticos e as madeiras (SOUZA et al, 2017). Estes raios da insolação modificam as propriedades mecânicas degradando a vida útil dos materiais (ANDRADY, 2003)

Além disso, pelo fato da região Amazônica ser bastante úmida as obras envolvidas no estudo sofrem a otimização do processo de corrosão levando a deterioração dos elementos metálicos. É preocupante, pois, no Brasil em estudo envolvendo todas as regiões do país estimou-se prejuízos superiores a 30 bilhões de dólares anuais devido a corrosão (RIEDER et al, 2009). Sendo a umidade não somente uma causa de patológica, mas também a principal agente agravadora das patologias em construções (VERÇOZA, 1991, apud RAMALHO et al, 2014). Já a chuva atua juntamente com a umidade do ar, no processo de corrosão além disso serve de transporte para agentes de degradação por meio da lixiviação de materiais com sua infiltração nas estruturas de concreto.

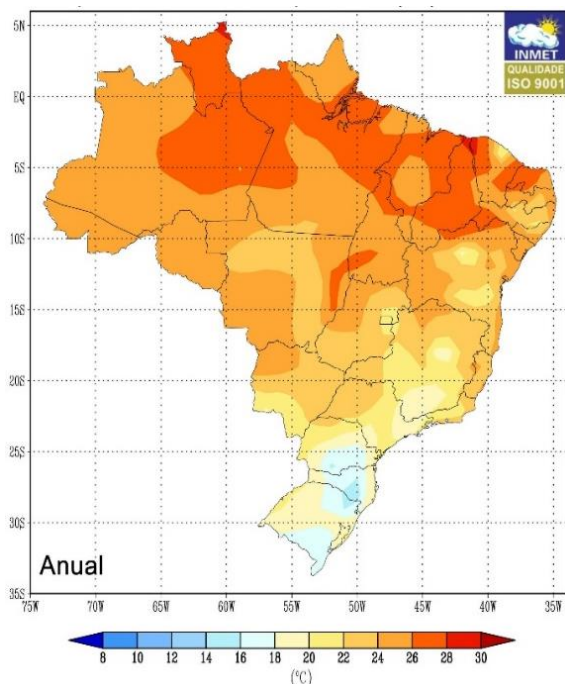


Figura 3. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Temperatura média compensada (°C) Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

1.3. Manutenção de edificações

Paralelamente a análise das ações externas deve ser apurada também o aspecto da manutenção nas edificações, já que a falta desta atividade de maneira ostensiva origina diversas manifestações patológicas, levando a danos significativos, como incêndios, vazamentos, desabamentos, etc. (IBAPE, 2013). A manutenção pode ser classificada como preventiva que é realizada periodicamente diminuindo assim a incidência de outro tipo de manutenção que é a corretiva cuja a anomalia já está ocorrendo e se faz a correção. A ausência ou adiamento desse procedimento pode levar a um aumento significativo de custos diretos em progressão geométrica de razão de 5 entre as manutenções preventivas e corretivas. (SITTER, 1983, apud HELENE, 1992).

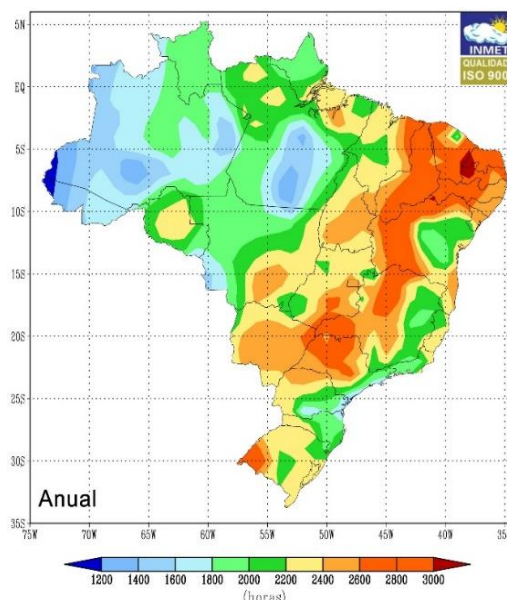


Figura 4. Normais Climatológicas do Brasil 1961-1990. Insolação total (horas) Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

A importância da manutenção se faz presente na economicidade, apresentando grande relevância e significativos gastos desse serviço em diversos países como Japão, Alemanha, Itália, dentre outros (UEDA; TAKEWAKA, 2007)

Portanto, através desta análise dos tipos de ações e manutenções que iniciamos o estudo das origens patológicas.

1.4 Origens patológicas

Em estudos da década 80 até início da década de 90 pesquisadores ponderavam sobre os problemas patológicos nas etapas de processos construção, mostrando que a fase de projeto era

Engenharias

uma das etapas que continha mais falhas com 40% dos casos, seguida da etapa de execução com 28%, (HELENE, 1992) conforme Figura 5.

Comparando com uma pesquisa em uma grande construtora do município do Rio de Janeiro em 2013 que se baseia também nas etapas de processo de construção e suas anomalias, nota-se que há uma diferença nessas parcelas; temos que a fase de execução passou a ser a etapa que gera mais patologias com 52% seguida da etapa de projeto com 18% (OLIVEIRA, 2013). Abaixo na Figura 6 denota acerca dessas porcentagens e etapas ligadas a manifestações patológicas.

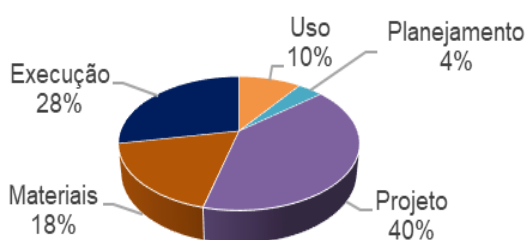


Figura 5. Origem dos problemas patológicos com relação às etapas de produção e uso das obras civis (Adaptado de GRUNAU (1981) apud HELENE (1992). Fonte: [11]

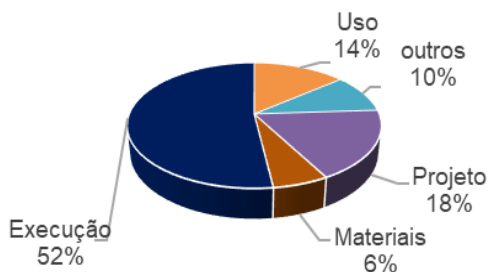


Figura 6. Origem das patologias levantadas em obras de construtora do Rio de Janeiro. (Adaptado de OLIVEIRA, 2013) Fonte: (OLIVEIRA, 2013).

Em ambos os casos as fases que apresentaram maior quantidade de anormalidades foram as advindas das etapas de projeto e execução. As manifestações patológicas alusivas ao planejamento dentre outras etapas podem aparecer bem no início antes mesmo de completar dois anos de uso, entretanto, não há uma regra quanto a isso pois os problemas podem se manifestar depois de muito tempo, devido a utilização do imóvel. (MACHADO, 2002, apud LOTTERMANN, 2013). Vale ressaltar ainda que os erros de projeto e planejamento se mostram ainda mais alarmantes e de difícil solução que a deficiência dos materiais ou da própria má execução (LOTTERMANN, 2013).

Nas anomalias dos materiais destaca-se principalmente o concreto por ser largamente o mais utilizado na construção de estruturas. Sua composição tendo cimento, agregado graúdo, miúdo e água, promovem um grau elevado de complexidade quanto a qualidade e juntamente com o aço, resultando no concreto armado, leva o projeto e a execução a essa mesma delimitação de exigência por estarem estritamente ligados (LOTTERMANN, 2013). Existe também a interação dos materiais com o meio ambiente, visto que, ao passar do tempo a vida útil da edificação se modifica com esta influência mutua. Porém, a escolha dos materiais com ação do meio ambiente sobre este não é o maior dos problemas já que as principais origens das manifestações patológicas em obras-de-arte na construção civil denotam consequências da falta de manutenção, juntamente com erros de projeto e execução, englobando construções como, passarelas, pontes e viadutos, em sua maioria de caráter público (SANTOS, 2008). Estas anomalias nas obras públicas se mostram ainda mais evidentes, pois, estas já possuem baixa qualidade diante da sociedade, não sendo avaliada a qualidade estabelecida pelas normas vigentes de desempenho das edificações (HIRT 2014). Em pesquisa envolvendo escolas públicas em 2014 mostra que 86% das construções estudadas possuíam manifestações patológicas (HIRT, 2014). Nesse contexto a pesquisa buscou nas obras públicas identificar as suas manifestações patológicas encontrando ainda, soluções, visto o grau de importância destas, pois, é com as obras públicas que observamos literalmente a ação do estado (BONATTO, 2012 apud HIRT, 2014).

1.5 Causas congênicas, construtivas, adquiridas e acidentais

As causas das manifestações patológicas foram adotadas seguindo quatro classificações. Sendo a primeira as congênicas que são aquelas ligadas estritamente a erros na fase de projeto envolvendo ausência de planejamento devido à falta de embasamento técnico científico por parte dos autores, resultando em falhas no detalhamento e concepção dos projetos complementares e arquitetônicos (PEDRO et al, 2002). Em seguida as construtivas, que se baseiam na etapa de construção, onde ocorrem os erros de execução da obra normalmente relacionados a e baixa capacitação profissional e até mesmo sabotagem (PEDRO et al, 2002; OLIVEIRA, 2013). Já a terceira são as adquiridas, que ocorrem ao decorrer

Engenharias

do tempo, sendo resultado da exposição durante a vida útil da edificação, decorrente da agressividade do meio ou da própria ação humana, geralmente, acontecem pela falta de manutenção (PEDRO et al, 2002). E por fim a quarta são as acidentais, caracterizadas por ocorrerem através de fenômenos atípicos como a ação da natureza com situações de intensidade acima do normal como chuvas, recalques dentre outras situações (PEDRO et al, 2002).

2 Materiais e métodos

A pesquisa aconteceu nas datas 16 e 17 de julho de 2017. As obras foram localizadas por meio do software Google Earth verificando os pontos limites dos respectivos bairros baseando-se nas informações cedidas pela própria prefeitura. Posteriormente, ocorreu as visitas em campo buscando mapear as obras através de fotos enumerando-as e identificando as mesmas. Foi utilizado máquina fotográfica compacta para mapear as manifestações patológicas.

2.1 Identificação e delimitação

A delimitação da área de trabalho logo ocorreu verificando os bairros constituintes da região do centro-sul de Manaus. Esta zona de Manaus foi escolhida por ser uma região com bastante fluxo de pessoas englobando tanto um perfil comercial quanto residencial possuindo shoppings, universidades, escolas, dentre outros pontos que levam a significativa densidade demográfica. A região é demarcada a seguir conforme Figura 7.

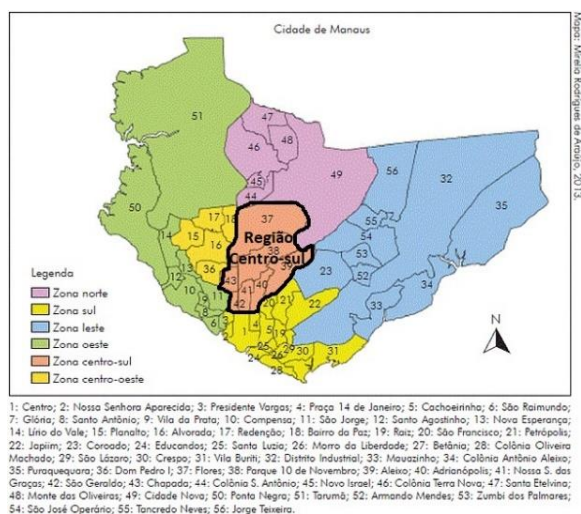


Figura 7. Regiões e bairros do município de Manaus.
Fonte: (ARAUJO; DESMOULIÈRE; LEVINO, 2014).

Pode-se notar em campo, que dos bairros 7 bairros da região centro-sul, 2 destes o Aleixo e São Geraldo, não continham passarelas, já nos bairros Adrianópolis e Chapada há passarelas que são público-privadas, pertencendo a alguns shoppings a construção e manutenção, devido a medidas compensatórias com o poder público, sendo assim estas foram excluídas. Logo, foi trabalhado apenas 4 bairros da região encontrando 9 passarelas na região centro-sul da cidade de Manaus, englobando, Chapada, Flores, Nossa Senhora das Graças e Parque 10 de Novembro. Foi feita uma identificação das passarelas sendo enumeradas pela ordem de visita juntamente com os registros fotográficos já a localização foi obtida pelo programa Google Earth. Além disso, de forma a tecer maiores esclarecimentos buscou-se através da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Manaus (SEMINF) informações a respeito da idade das passarelas, possíveis reformas e características das mesmas obtendo algumas informações relevantes. Dentre estas pode-se notar que comprovadamente as passarelas mais recentes tem idade mínima de 14 anos, enquanto outras mais antigas tiveram data de restauração por volta de 25 anos atrás, levando ao indicio que estas já ultrapassam um quarto de século de idade. Já o aspecto construtivo foi notado semelhança entre os modelos, sendo algumas obras um misto de estrutura metálica e concreto com peças de concreto armado pré-moldado. No quadro abaixo mostra detalhes sobre as passarelas.

2.2 Procedimento para análise

Foi utilizada a estrutura genérica de Lichtenstein, (1986) quanto a análise de manifestações patológicas juntamente com o estudo de causas de Pedro et al (2002). Logo a estrutura de metodologia foi adaptada, sendo dividida em 4 etapas. A primeira foi denominada em identificação que foi a etapa de levantamento de dados com acumulação e organização de informações de cada passarela, foi destacado assim as principais manifestações patológicas encontradas nas obras. Em seguida a etapa das possíveis causas que trata do diagnóstico de cada situação patológica. Já a terceira etapa foi especificação da etapa anterior abordando as causas dos sintomas patológicos, com a classificação da pesquisa de Pedro et al. (2002). A quarta etapa foi denominada as possíveis soluções que é a terapia das manifestações patológicas das passarelas, na qual levou a definição de conduta prescrevendo o trabalho a ser executado.

Engenharias

Na Figura 8 mostra a metodologia adotada, onde em vermelho tem-se a procedimento para nomear as causas das manifestações patológicas e em azul uma abordagem baseada e adaptada da estrutura genérica metodológica.

Quadro 1. Passarelas da pesquisa

Identificação	Registro fotográfico	Localização
Passarela 1		Latitude 3° 3'20.38"S Longitude 60° 1'30.92"O
Passarela 2		Latitude 3° 3'39.60"S Longitude 60° 1'30.49"O
Passarela 3		Latitude 3° 4'5.25"S Longitude 60° 1'30.23"O
Passarela 4		Latitude 3° 5'40.31"S Longitude 60° 1'26.67"O
Passarela 5		Latitude 3° 5'27.63"S Longitude 60° 1'5.39"O
Passarela 6		Latitude 3° 5'59.05"S Longitude 60° 1'26.86"O
Passarela 7		Latitude 3° 6'54.61"S Longitude 60° 1'24.92"O
Passarela 8		Latitude 3° 4'41.69"S Longitude 60° 1'29.72"O
Passarela 9		Latitude 3° 4'30.46"S Longitude 60° 1'34.13"O

Fonte: Primeiro autor (Fotos), Google Earth (localização).

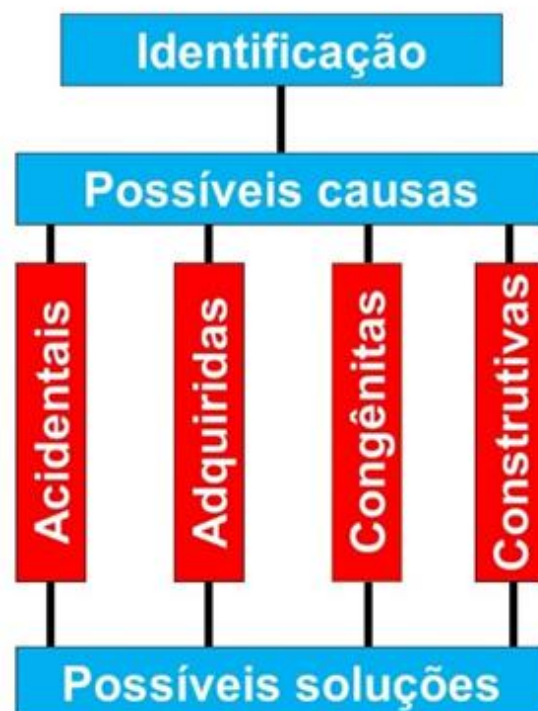


Figura 8. Diagrama com a junção da estrutura genérica e adaptada de Lichtenstein (1986) e de causas de Pedro et al (2002).

3. Resultados e Discussão

A seguir, serão exibidas nos resultados a identificação dos principais problemas relacionados as manifestações patológicas juntamente com prováveis causas e possíveis soluções. Na sequência terá um gráfico norteando as principais causas encontradas nas 9 passarelas e em seguida um outro gráfico mostrando os principais problemas.

3.1. Corrosão

A corrosão ocorre através de uma influência mútua entre o meio ambiente no qual o elemento está inserido e o material constituinte o que interage surgindo reações deletérias eletroquímica ou química tendo influência ou não de ações físicas e mecânicas (HELENE, 1993). Este problema patológico foi visualmente notado nas passarelas pelas manchas superficiais e estas se manifestaram em várias das obras, seja nas armaduras do concreto armado ora nas mais diversas peças metálicas como mostrado na Figura 9.

Engenharias



Figura 9. Processo de corrosão em componente metálico da passarela 6.

Uma das características da origem dessa manifestação patológica é a ação do meio onde as passarelas estão inseridas. Visualmente a corrosão vem advinda da umidade e chuva que na região se demonstram de maneira significativa (INMET, 2018).

Esses agentes patológicos trabalham como eletrólito que em contato com as partes metálicas das passarelas leva a um processo espontâneo de corrosão eletroquímica que é a principal geradora de degradação das armaduras no concreto armado comprovado em literatura já consagrada (CÁNOVAS, 1988; MANIER, LETTA, 2001). As corrosões se mostraram todas localizadas que demonstram destruição parcial e pontual. Esse efeito é primordialmente causado pelo meio ambiente ao decorrer do tempo, caracterizando uma causa adquirida. Além disso, pode-se afirmar também em alguns casos que englobam as causas construtivas, visto que, alguns materiais envolvidos podem ser de baixa qualidade levando a degradação do concreto que faz parte da camada protetora da armadura como também a insuficiência de impermeabilização, cobrimento deficitário, escassez de tintas protetoras, execução errônea dentre outros fatores (HELENE, 1992). A solução para essa manifestação patológica vem após a análise dos componentes constituintes da estrutura; norteando o diagnóstico e implicações que vem desde a remoção do concreto degradado fazendo uma abertura para recuperação da armadura, podendo assim fazer a reconstituição do componente estrutural, reforço ou não de elementos estruturais, além da aplicação de camada protetora de revestimento e no último caso, demolição com reconstrução (HELENE, 1992). Nas passarelas visualmente as corrosões não denotaram tanta gravidade, em sua maioria este

problema patológico apareceu em peças metálicas de caráter não estrutural como corrimãos podendo se fazer na maioria dos casos o lixamento manual das peças afetadas, pintura anticorrosiva, aplicação de uma argamassa impermeabilizante em armaduras no concreto armado e recuperação de aberturas corroídas fechando posteriormente com procedimento de soldagem após tratamento.

3.2 Fissuração

Fissuração é o processo de ruptura do concreto levando a abertura no mesmo sendo uma das manifestações patológicas mais comuns encontradas nas estruturas das passarelas. Esta manifestação pode ser classificada quanto à forma podendo ser geométrica que é isolada ou mapeada que é generalizada, distribuída. Ainda há a classificação quanto atividade como fissuras passivas ou mortas que não aumentam suas dimensões ao decorrer do tempo e fissuras ativas ainda chamadas de fissuras vivas que ficam em plena ampliação da espessura (SAHADE, 2005). Foi encontrado tanto fissuras mapeadas quanto geométricas. A Figura 10 demonstra exemplo dessa manifestação patológica.

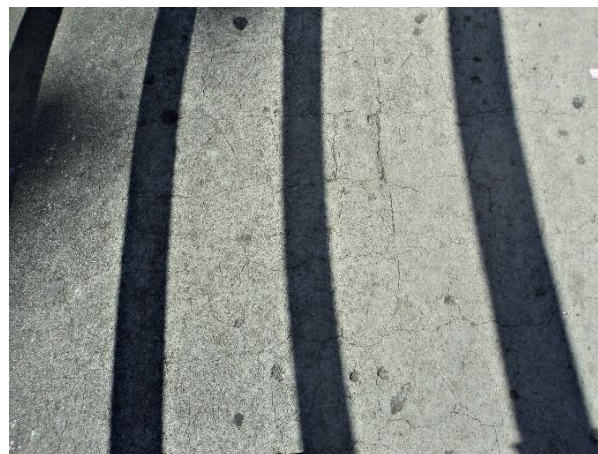


Figura 10. Fissuras mapeadas na passarela 4.

Quanto a atividade não foi possível abordar devido a brevidade da coleta de dados fotográficos.

Além disso, foi notado em algumas passarelas a deterioração das juntas de dilatação que foram cedendo espaço para acumulação de água e perdendo função, formando cavidades vazias, dando origem a fissuras de grande espessura, podendo ser denominadas de rachaduras ou até mesmo fendas (IBAPE, 2013). Isso se explica porque as rachaduras são as primeiras aberturas para percepção visual clara tendo entre 1 mm até 1,5 mm e as ditas fendas são aberturas

Engenharias

ainda mais expressivas com espessura superior a 1,5 mm (IBAPE, 2013). Para se ter uma noção de proporcionalidade a espessura de uma unha é na ordem de 0,5 mm. A Figura 11 mostra o tamanho da abertura com uma moeda para dar ideia de proporção.



Figura 11. Ausência de parte da junta de dilatação na passarela 5.

Há casos ainda que foi construído a junta de dilatação não ao meio do tabuleiro da passarela, mas em local descentralizado provocando fissuração longitudinal no meio da passarela conforme Figura 12.



Figura 12. Junta de dilatação fora do eixo na passarela 2

Em geral a causa dessa patologia tem duas vertentes uma ligada a própria produção de concreto como causa construtiva e a outra inerente a equívocos no projeto, causa congênita, estabelecendo má abordagem do projetista quanto as solicitações da estrutura (SAHADE, 2005).

As soluções sempre passarão primeiramente pela investigação da causa podendo utilizar como uma possível solução a injeção que passa pela indagação quanto ao módulo de Young do material a ser injetado. Se a fissura é de natureza

estável poderá ser utilizado um material de alto módulo de elasticidade de característica rígida, ou se no caso for uma fissura viva será indicado um material de preenchimento de baixo módulo de elasticidade, sendo flexível (ANDRADE, 2016). Outro ponto é a viscosidade do material onde deve ser observado a espessura da fissura para assim escolher o material adequado; se for fissuras de dimensões muito pequenas pode adotar um produto de injeção com menor viscosidade visando um comportamento de uma água para assim preencher os vazios. Por outro lado, se for fissuras com espessuras avantajadas pode-se adotar injeção com produtos de maior viscosidade. Deve-se verificar também se a fissura sofre com ação da água e umidade dentro da mesma como um vazamento, para assim adotar o material cabível. Por fim, seguindo esse procedimento poderá se adotar, o tipo de injeção a ser trabalhado de maneira sensata e com maior segurança. (ANDRADE, 2016).

3.3 Deterioração da estrutura por choque mecânico.

O efeito do choque mecânico de veículos nos pilares e nas longarinas das passarelas foi notado. Observou-se deformações em vigas metálicas norteando a indagação quanto ao segurança do tabuleiro. Muitas das vezes os veículos com altura elevada causam impacto no vão da estrutura conforme Figura 13. Por outro lado, há também a ação de veículos que se chocam nos pilares levando a deterioração das peças estruturais conforme Figura 14. As possíveis causas se encaixam na abrangência das acidentais por ser uma patologia que surge através de um evento esporádico sem previsão ao certo. As possíveis soluções seria a implementação de peças pré-moldadas de concreto para proteção dos pilares e Intensificação de fiscalização quanto a veículos de altura elevada.

3.4 Desgaste do concreto

Visualmente ao decorrer do tempo pela rotina da ação do ir e vim de pedestres, ocorre um processo de desgaste denominado, abrasão, originário sobretudo pelo efeito do atrito seco com alto valor de ciclos repetidos de fricção (GARCIA, 1999). Além disso, outros agentes como chuvas e ventos degradam a superfície do concreto otimizando o processo abrasivo levando a erosão (SOUZA; RIPPER, 1998). As causas desses desgastes, são adquiridas, advindas da utilização e fenômenos da natureza. Podendo ser causa

Engenharias

construtiva por possível erro no traço da argamassa de revestimento do piso e também pode ser uma causa congênita por erro na especificação de material. A figura 15 mostra uma exemplificação do desgaste do piso de uma das passarelas.



Figura 13. Passarela 1 com viga do tabuleiro deformada pela ação de veículos altos.



Figura 14. Pilar central da passarela 2 com desgaste devido a impactos.



Figura 15. Desgaste do concreto no piso da passarela 4.

Uma das possíveis soluções é retirar os trechos da camada “doente” do piso e refaze-lo por completo com um novo concreto composto da

adição de sílica ativa. Este é um material que quando usado promove um melhoramento da resistência a abrasão e erosão no concreto, porém, recomenda-se juntamente com este utilizar aditivos plastificantes ou fluidificantes para melhor desempenho (SOUZA; RIPPER, 1998).

3.5 Eflorescência

A eflorescência é uma patologia que surge do efeito lixiviação que é a movimentação interna de sólidos ou sais através da água, estes são levados, ocorrendo assim, uma dissolução líquida que pode ser tanto da chuva quanto da própria umidade do ambiente. Estes sais são levados para parte exterior da estrutura onde se acumulam enquanto água evapora formando assim o uma camada esbranquiçada. Para que ocorra esse problema patológico é necessário ficar atento para três fatores que são a umidade com origem de infiltração; a presença de sais solúveis na composição do elemento estrutural e a dissolução desses sais com transporte até a parte exterior (GARCIA, 1999)

Na Figura 16 mostra esse problema patológico especificadamente na passarela 7 onde a eflorescência se apresenta entre o tabuleiro e a viga conforme local circulado.



Figura 16. Efeito da eflorescência na passarela 7.

A possível solução seria limpeza e aplicação de produto comercial específico para o caso.

3.6 Quantitativo de causas

Na figura abaixo mostra o quantitativo que foi elaborado por análise visual, verificando as possíveis causas do surgimento e do agravamento das manifestações patológicas

Engenharias

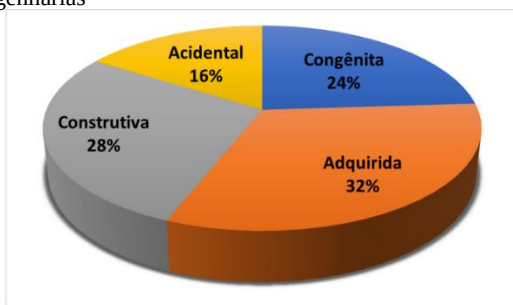


Figura 17 – Causas das patologias na região centro-sul de Manaus.

3.7 Principais problemas

Os problemas apresentados abaixo na Figura 18 envolvem as parcelas que deflagraram o estado das passarelas, seja pelas manifestações patológicas observadas ora pela ausência de conservação.

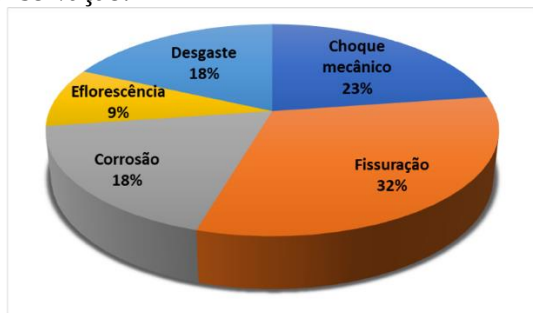


Fig.18 – Principais problemas encontrados nas passarelas da região centro-sul de Manaus.

Conclusão

As principais causas de manifestações patológicas visualmente foram as ditas adquiridas que englobaram a falta de manutenção levando ao questionamento quanto a ausência de um plano de manutenção nas obras. Visto que, a escassez desse procedimento de conservação das obras públicas se mostrou constante, denotando que várias patologias poderiam estar em condições mais amenas ou até mesmo nem existir. Somando-se ainda as causas adquiridas tem-se a ação de agentes externos como chuva e umidade excessiva, característica da região, logo em seguida vem os erros construtivos seguido dos defeitos de projetos, e os menos significativos os acidentais.

A intensidade climática com estiagem, altas temperaturas e acentuadas chuvas, aparentemente influenciaram na culminação das anomalias adquiridas ao decorrer do tempo. As ditas construtivas ligadas a execução se destacaram nas manifestações das obras de arte com a suspeita de vários erros; grande parte destes ocasionados pelos revestimentos com ausência aparentemente de aditivos impermeabilizantes nas argamassas e

baixa resistência, em seguida as congênicas que se mostraram devido aos erros visualmente nas inclinações dos pisos e possível falta de detalhamento de impermeabilização nos materiais.

Os problemas que tiveram maior proporção foram as fissuras juntamente com os choques mecânicos que indica a natural ação do tempo com constância de ciclos de utilização e fatores externos de impacto. Logo em seguida vem os demais, corrosão, desgaste e eflorescência que são problemas rotineiros em edificações e que podem ser evitados em grande parte com manutenções preventivas.

Sugere-se então para trabalhos futuros um melhor detalhamento das manifestações patológicas com equipamentos para detecção e melhor avaliação. Além disso, um estudo para estimar quanto aos períodos de manutenção em passarelas.

Divulgação

Esta nota é inédita. Os autores 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, desta nota, por meio eletrônico.

Referências

- ANDRADE, S. **Como tratar as fissuras no Concreto**. Youtube, 23 jun. 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VwAe-rE6D8I>>. Acesso em 27 dez. 2017
- ANDRADY, Anthony L.; HAMID, Halim S.; TORIKAI, Ayako. Effects of climate change and UV-B on materials. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 2, n. 1, p. 68-72, 2003.
- ARAUJO, M. R.; DESMOULIÈRE, S. J. M; LEVINO, A. Padrão espacial da distribuição da incidência de dengue e sua relação com a variável renda na Cidade de Manaus, Estado do Amazonas, Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 5, n. 2, p. 11-20, 2014.
- BONATTO, H. **Licitações e Contratos de Obras e Serviços De Engenharia**–2ª Edição. Belo Horizonte: Fórum, 2012. Apud HIRT, B. F. **Manifestações patológicas em obras de**



Engenharias

escolas públicas estaduais do Paraná. 2014. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

CÁNOVAS M. F. **Patologia e terapia do concreto armado.** Tradução de Maria Celeste Marcondes, Carlos W. F. dos Santos, Beatriz Cannabrava. São Paulo: Pini, 1988.

CORREIA, F. W. S. et al. Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 59, n. 3, p. 39-43, set. 2007

GARCIA, C. C. **Incidências patológicas no subsistema estrutura de edifícios habitacionais na região de São Carlos/SP.** Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 1999.

HELENE, P. **Contribuição ao Estudo da Corrosão em Armaduras de Concreto Armado.** Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, fev. 1993. 231p. (Tese de Livre-Docência)

HELENE, P. R. L. **Manual para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto.** 2 ed. São Paulo: Ed. Pini, 1992. apud DE SITTER, W.R. **Costs for Service Life Optimization. The "Law of Fives".** In: CEB-RILEM Durability of Concrete Structures. Proceedings of the International Workshop held in Copenhagen, 18-20 May 1983. Copenhagen, CEB, 1984. (Workshop Report by Steen Rostam).

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

HIRT, B. F. **Manifestações patológicas em obras de escolas públicas estaduais do Paraná.** 2014. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

HUSNI et al. Ações sobre as Estruturas de Concreto In: Red REHABILITAR. **Manual de reparo, proteção e reforço de estruturas de**

concreto., Degussa, São Paulo, 2005. Cap. 1, p. 37-104.

IBAPE-SP-INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Inspeção predial: check-up predial: guia da boa manutenção.** 3. ed. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2013. p.20.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.** Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=cli/ma/normaisClimatologicas>>. Acesso em: 14 jan. 2018.

LICHTENSTEIN, N. B. **Patologia das construções: procedimento para diagnóstico e recuperação.** Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, Brasil, 1986.

LOTTERMANN, André Fonseca. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** 2013. Monografia, Departamento de ciências e engenharias. Universidade Estadual do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

MACHADO, Ari de Paula. **Reforço de estruturas de concreto armado com fibras de carbono.** São Paulo: Pini, 2002. 271p. Apud LOTTERMANN, André Fonseca. **Patologias em estruturas de concreto: estudo de caso.** 2013.

MAINIER, F. B.; LETA, F. R. O ensino de corrosão e de técnicas anticorrosivas compatíveis com o meio ambiente. In: **Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia.** 2001.

OLIVEIRA, D. F. **Levantamento de causas de patologias na construção civil.** 2013. Monografia, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

PEDRO et al. **Patologia em Revestimento cerâmico de Fachada.** Trabalho de conclusão de curso (Especialização), Faculdade de Engenharia e Arquitetura -FEA, Belo Horizonte, 2002.

RIEDER, E. S. et al. Investigação dos principais processos de corrosão em estações de energia



Engenharias

elétrica do Estado do RS. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 1000–1014, 2009.

SAHADE, R. F. **Avaliação de Sistemas de Recuperação de Fissuras em Alvenaria de Vedação**. 2005. 188f. 2005. Dissertação de Mestrado, Departamento de Habitação, IPT, São Paulo.

SANTOS, João António dos. **Patologias em obras-de-arte**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, Aveiro, 2008.

SOUZA, R. B. DE et al. Influência das Variáveis Atmosféricas na Degradação dos materiais da Construção Civil. **Revista Eletrônica de Engenharia Eivil RECC**, v. 13, n.1 p. 1-19, 2017. doi.org/10.5216/reec.v13i1.41448

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

UEDA, Tamon; TAKEWAKA, Koji. Performance-based standard specifications for maintenance and repair of concrete structures in Japan. **Structural Engineering International**, v. 17, n. 4, p. 359-366, 2007.

VERÇOZA, E. J. **Patologia das Edificações**. Porto Alegre, Editora Sagra 1991.172p. apud RAMALHO, M. B. et al. Avaliação das manifestações Patológicas da Umidade de Edificações em Cidades do Vale do Jequitinhonha e Mucuri – MG. In: **COBENGE 2014**, 2014, Juiz de Fora, 2014