

## **INVESTIGAÇÃO PATOLÓGICA EM TERMINAL DE INTEGRAÇÃO COM ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO – ESTUDO DE CASO.**

Iris Sterfanie Santos (Engenheira Civil) E-mail: irissterfanie@yahoo.com.br

Lana Laís P. da Cruz (Engenheira Civil) E-mail: lanalaispcruz@gmail.com

Leonardo Medina Rosário (Engenheiro Civil) E-mail: leonardo.medina@gerenciall.com.br

**Resumo:** É de fundamental importância vislumbrar como os materiais e o sistema estrutural se comportam ao longo do tempo mediante interferência de processos naturais e antrópico, sobretudo no que tange a execução dos processos construtivos, manutenção e longevidade dos sistemas e seu desempenho. Dada sua importância, investigações sobre as manifestações patológicas e seus conceitos primários em estrutura de concreto armado se fazem necessário, sobretudo quando se trata de patrimônio público, de uso comum, como por exemplo, os terminais de integração. Os terminais de integração são construções importantes, pois além de proporcionar a mobilidade urbana é abrigo temporário de inúmeros usuários do transporte coletivo. Assim, a partir da análise patológica de um terminal de integração localizado no município de Aracaju-SE, foi possível catalogar as manifestações patológicas, inferir origem e causa e então propor medidas terapêuticas de acordo com o grau de necessidade da anomalia ou falha, diagnóstico tal estabelecido através de ensaios de inspeção visual e ensaio de carbonatação com aspersão de nitrato de prata. Dos resultados obtidos pode-se constatar que as manifestações são, em sua maioria, de origem exógena, apresentando na estrutura de concreto armado grau de urgência regular, cuja causa está atrelada, em grande parte, a problemas de infiltração e umidade. Desse modo, demanda-se uma atenção tanto por parte do poder público quanto por parte dos usuários do transporte coletivo, além disso, faz-se crucial a periodicidade das manutenções garantida pelas empresas que administram os terminais para manutenção do desempenho e não comprometimento do funcionamento de todo sistema construtivo.

**Palavras-chave:** Patologia das construções, Estrutura de concreto armado, Sistema GUT.

## **PATHOLOGICAL INVESTIGATION IN INTEGRATED PUBLIC TRANSPORT STATIONS WITH ARMED CONCRETE STRUCTURE - CASE STUDY.**

**Abstract:** The fundamental database is the database and the structural principles that comprise the long and inter-disciplinary of natural and anthropic processes, especially in the execution of constructive processes, maintenance and longevity of the systems and their performance. Given its importance, investigations on pathological manifestations and their primary concepts in reinforced concrete structure are necessary, especially when it comes to public heritage, common use, such as integration terminals. The integration terminals are important constructions, since besides providing the urban mobility is temporary shelter of numerous users of the collective transport. Thus, from the pathological analysis of an integration terminal located in the city of Aracaju-SE, it was possible to catalog the pathological manifestations, infer origin and cause and then propose therapeutic measures according to the degree of need of the anomaly or failure, such diagnosis established by visual inspection tests and silver nitrate spray carbonation test. From the obtained results it can be seen that the manifestations are mostly of exogenous origin, presenting in the structure of reinforced concrete a degree of regular urgency, the cause of which is largely related to problems of infiltration and humidity. In this way, attention is demanded both by the public authorities and by the users of public transport, in addition, it becomes crucial the periodicity of the maintenances guaranteed by the companies that administer the terminals to maintain the performance and not compromise of the operation of any constructive system.

**Keywords:** Building pathology, Reinforced concrete structure, GUT System.

## **1. INTRODUÇÃO**

Os últimos estudos desenvolvidos referentes ao tema patologia das construções têm, em sua maioria, como tema abordado o concreto armado (principal modelo estrutural adotado para construção no Brasil). Há, também, diversos estudos em livros e artigos científicos dispostos em plataformas de busca acadêmica como o Google Acadêmico, Scielo, Poli-UFRJ entre outras a respeito de manifestações patológicas em edificações uni familiar, edifícios, pontes e outras construções. Entretanto, o número de estudos não se equipara à investigação de manifestações patológicas em terminais de transporte coletivo.

Os terminais de integração são construções importantes, pois além de proporcionar a mobilidade urbana é abrigo temporário de vários usuários do transporte coletivo. Os terminais são obras de responsabilidade do poder público, o qual deve fiscalizar sua construção e zelar por sua manutenção, devendo apresentar-se em condições favoráveis ao uso, buscando, tanto pelo poder público ou pelos usuários, a conservação do patrimônio, evitando danos e garantindo a segurança e estabilidade, sobretudo do sistema estrutural.

Entretanto, não é incomum vislumbrar manifestações patológicas em tais ambientes. Fissuras, trincas, eflorescências, destacamento de revestimento e infiltrações são sintomas observados pelos usuários que ali transitam, os quais se destacam aos olhos dos leigos e dos especialistas, comprometendo não apenas a estética do ambiente – o que causa desconforto visual e insegurança, como também a segurança da estrutura.

Desse modo, o estudo em questão se propôs a analisar as manifestações patológicas presentes em um terminal de integração de Aracaju através da catalogação, inferência das causas e origem e indicação de medidas profiláticas de acordo com o grau de necessidade anomalia ou falha.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Trazendo das ciências da saúde, a engenharia civil apropriou-se do termo patologia e o instituiu como uma ciência encarregada de estudar as manifestações que ocorrem ao longo do tempo e acabam por interferir no seu desempenho. Apesar de haver relatos na literatura sobre ‘patologia das construções’ desde a década de 70, estudos na área ainda são relativamente recentes, pois antigamente os mesmos estavam mais atrelados aos problemas do que as causas dos danos (NASCIMENTO, 2014).

Entretanto, vislumbrar apenas o problema não exime sua existência, devendo um diagnóstico efetivo ser estabelecido e então, esclarecer todos os aspectos do problema. O primeiro passo parte da identificação das manifestações patológicas ou sintomas, muitas vezes visíveis aos olhos. As manifestações são inúmeras, entre as mais recorrentes estão: fissuras, trincas, infiltração, corrosão, desprendimento de revestimento, entre outras (HELENE, 1992; COSTA, 2012). Uma vez constatadas as manifestações, o próximo passo é a identificação da origem e causas. Gomide, Neto e Gullo (2015) pontuam que determinar a origem é importante na composição do diagnóstico, sobretudo ao que tange a apuração de responsabilidades.

Helene (1992) aponta que um alto percentual de manifestações patológicas tem origem nas fases de projeto e execução, além disso, nessas fases as falhas costumam ser mais graves, pois elas estão atreladas a escolha da qualidade do material ou a uma má execução, contudo os danos podem também ter origem na fase de planejamento ou mesmo está relacionado a seu uso. Sendo assim, determinando a origem, é possível identificar o responsável pelos acontecidos e então, se necessário, penalizá-lo.

Dos dados estatísticos, Saldaña e Rojas (2009) aponta que 75% das falhas são decorrentes de má execução do projeto ou déficit da qualidade da mão de obra, todas falhas humanas,

podendo ser revertidas com capacitação profissional, controle de qualidade e estudo de desenhos adequados para cada projeto, isto é, melhor detalhamento de projetos. Ainda segundo os autores (2009), desse percentual, 50% estão relacionadas à umidade, reforçando a importância de uma correta impermeabilização.

As causas desses danos podem ser as mais variadas possíveis e vão desde o envelhecimento natural da estrutura até acidentes, como também irresponsabilidades construtivas, como má execução que foge dos padrões de qualidade ou utilização de materiais inadequados, em sua maioria visando economia (RIPPER e SOUZA, 1998). É importante pontuar que em um processo de reparação deve-se focar na causa e não apenas nos sintomas, muitas delas são aparentes e em alguns casos responsáveis por gerar outras lesões, sendo assim é de suma importância manter-se atento as causas e não confundi-las com sintomas, pois caso contrário, as manifestações tendem a reaparecer (SCHINCA, 2010).

Problemas patológicos são evolutivos e seu custo de reparação segue na mesma proporção. As medidas preventivas, isto é, aquelas tomadas com antecedência durante o período de uso e manutenção da estrutura, tem custo bem inferior contrapondo as medidas corretivas, pois nessa fase o trabalho do profissional é bem mais elaborado; correspondem aos trabalhos de diagnóstico, prognóstico, reparo e proteção das estruturas e na fase corretiva já apresentam manifestações patológicas evidentes, necessitando assim de correções, muitas vezes imediatas (HELENE, 1992).

As medidas terapêuticas de correção das manifestações patológicas podem incluir pequenos reparos localizados como também uma recuperação generalizada da estrutura ou reforços do sistema estrutural. Em qualquer dessas situações é recomendado à implementação de um programa de manutenção periódica, o que “deve levar em conta a importância da obra, a vida útil prevista, a agressividade das condições ambientes de exposição e a natureza dos materiais e medidas protetoras adotadas” (HELENE, 1992, p. 26).

## **2.1 Análise patológica em estrutura de concreto armado**

Segundo Helene (1992), os sintomas mais comuns em estruturas de concreto são as fissuras, eflorescências, manchas, corrosão de armaduras e ninhos de concretagem, sendo as fissuras oriundas dos esforços de flexão e corrosão de armaduras mais graves e significativas do ponto de vista do comprometimento estrutural. A NBR 6118:2014, por sua vez, aponta como mecanismos hegemônicos de deterioração do concreto a lixiviação por ação de águas puras, carbônicas agressivas, ácidas ou outras, a expansão por sulfato e a reação álcali-agregado; quanto aos mecanismos relativos à armadura são apontados a despassivação por carbonatação ou por ação de elevado nível de cloretos.

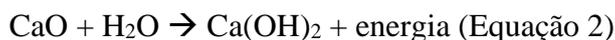
Como umas das formas de combate ao comprometimento estrutural, a NBR 6118:2014 em suas Tabelas 6.1, 7.1 e 7.2 destaca que as peças estruturais devem apresentar um revestimento mínimo de acordo com o grau de agressividade do meio, mas, além disso, a relação água/cimento e resistência do concreto também tem sua parcela de importância. De acordo com Helene (1986) o revestimento do concreto tem como finalidade proteção física e química da armadura, protegendo a mesma contra a ação de agentes atmosféricos presentes também em águas residuais, águas do mar, águas industriais, dejetos orgânicos, entre outros, propiciando um meio alcalino elevado, formando uma capa (proteção física) ou película (proteção química) protetora de caráter passivo.

Coutinho (1973 apud FIGUEIREDO e MEIRA, 2013) afirma que a proteção do aço pode ser garantida ainda elevando seu potencial de corrosão no meio com  $\text{pH} > 2$  (inibidores anódicos), reduzindo o potencial de corrosão onde a imunidade do material é assegurada (proteção

catódica) ou mantendo o pH entre 10,5 e 13, o qual é o meio natural proporcionado pelo concreto desde que homogêneo e bem compactado.

Quando a barra de aço é comprometida, inicia-se o processo de corrosão, que segundo Helene (1986) acarreta na diminuição da área de armadura e, sendo um processo predominantemente eletroquímico, podem ocorrer trechos onde a corrosão tenha sido mais intensa, reduzido o diâmetro inicial da barra. Nas áreas em que o concreto não é devidamente adensado ou não envolve por completo a armadura (ou recobre de forma não uniforme) a corrosão torna-se progressiva com a conseqüente formação óxi-hidróxido de ferro, essa reação passa a ocupar volumes de 3 a 10 vezes superior ao volume original do aço da armadura, causando pressões de expansão superior a 15 MPa (FERNANDEZ CANOVAS, 1977 apud FIGUEIREDO e MEIRA, 2013).

Essas tensões acarretam, inicialmente, a fissuração do concreto na direção paralela a armadura corroída, o que favorece a carbonatação e penetração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e outros agentes agressivos, podendo causar rachaduras ou destacamento do concreto (HELENE, 1986). A carbonatação ocorre quando o pH se reduz a valores inferiores a 9 e a película passivadora é comprometida, ou seja, na transição do metal da zona de passivação para a zona de corrosão (FIGUEIREDO e MEIRA, 2013). As equações químicas a seguir ilustram o processo de carbonatação, desde o concreto no estado endurecido (1), passado pela ação da umidade constante (2), até a ação de agentes agressivos que reagem com o hidróxido de cálcio gerando a carbonatação (3) (FUSCO, 2008).



A dissolução do hidróxido de cálcio sob a ação de água não é o problema de fato, pelo contrário gera um meio altamente alcalino, fecha os poros e aumenta a resistência superficial do concreto, entretanto a partir do momento que o CO<sub>2</sub> penetra nos poros que contém o hidróxido dissolvido, a reação de carbonatação passa a ocorrer, o pH começa a diminuir e quando atingido valores inferiores a 9 a película passivadora de óxido de ferro que reveste as barras de aço dentro do concreto começa a ser afetada, ocorrendo então a solubilização do ferro devido a reação anódica (RIPPER e SOUZA, 1998; FUSCO, 2008).

A fim de se medir a espessura carbonatada e estando o problema atrelado a queda do pH, é possível utilizar-se de indicadores de fenolftaleína ou similares, o que indicará a mudança de pH entre 8 e 11. Em geral, aplica-se uma solução de 1g de fenolftaleína dissolvida em 50g de álcool e 50g de água e para realização do ensaio é indicado quebrar uma porção in loco do concreto e aplicar imediatamente o indicador, se as regiões forem alcalinas a cor da fenolftaleína se mostrará violeta, ao passo que o pH vai diminuindo e as regiões vão se mostrando menos alcalinas a cor violeta vai clareando até mostrar-se incolor, nesse ponto o processo de carbonatação é percebido (HELENE, 1986).

Outra forma de ataque às armaduras é a ação de íons cloretos, os mesmos podem entrar por difusão em poros saturados ou parcialmente saturados, provocando, assim como a carbonatação, a dissolução da película protetora de óxido de ferro que reveste as armaduras de aço dentro do concreto (FUSCO, 2008). Essa entrada pode ser dada através da adição involuntária de aceleradores de pega e endurecimento na massa de concreto, agregados e água contaminados, ação da maresia ou contato direto com a água do mar ou limpeza com produtos a base de ácido muriático (RIPPER e SOUZA, 1998).

De acordo com Fusco (2008) a corrosão se dá mediante a baixa alcalinidade do meio e formação de zonas anódicas e catódicas, contudo, tratando de cloretos ou outros agentes ambientais (enxofre), essa se dá de forma mais agressiva, destruindo por completo a película passivadora e conseqüente a armadura, essa agressividade se dá devido à ação catalizadora que os íons cloreto exercem sobre a reação de solubilização do ferro.

Uma forma de aferição da incidência de íons cloreto no concreto é o ensaio com nitrato de prata. Os métodos para identificar e quantificar os cloretos livres e totais pode ser gravimétrico, titulometria, potenciometria direta e o método colorimétrico, os para os três primeiros é necessária perfuração, moagem e análise química de amostras de concreto, enquanto o colorimétrico é investigado a partir da aspersão do nitrato de prata em partes fraturadas do concreto (REAL et al, 2015). Ainda segundo os autores (2015), o procedimento forma duas regiões, uma esbranquiçada com precipitação do AgCl, o qual indica a presença de íons cloreto e outra marrom, a qual corresponde regiões livres da presença de cloreto.

### **3. METODOLOGIA**

O SIM – Sistema Integrado Metropolitano integra todos os conjuntos habitacionais ou bairros dos municípios da Barra dos Coqueiros, São Cristóvão e Nossa Senhora do Socorro, intitulados “Grande Aracaju”. Para atender a demanda o SIT (Sistema Integrado de Transporte) e o SIM (Sistema Integrado Metropolitano) juntos, contam com 06 terminais de integração em Aracaju e 03 na Região da Grande Aracaju, realizando 130.551,5 viagens e transportando 6,8 milhões de passageiros em 2015 (PDMU, 2015).

A primeira condição para determinação da escolha do Terminal de Integração foi o tipo de estrutura – essa precisaria ser por completa em concreto armado, o outro critério seletivo estava relacionado à relevância do terminal, com fluxo de passageiros de regular a alto e ligações com terminais do SIM. Desse modo foi escolhido o Terminal Jornalista Fernando Sávio, conhecido popularmente como Terminal do Centro, localizado próximo ao Rio Sergipe.

Antes de adentrar aos espaços selecionados foi encaminhado a SMTT um Ofício formalizado a entrada e solicitando a autorização para realização da pesquisa. Com a aprovação do documento, o passo seguinte foi realizar em 14 de abril de 2017 uma vistoria inicial para reconhecimento do ambiente, manifestações patológicas presentes e realização de documentação fotográfica. No dia 05 de Setembro de 2017, com o projeto das plataformas, foi possível realizar a Inspeção Visual. Para complementar o diagnóstico, foram realizados dois ensaios semidestrutivos, o ensaio de carbonatação com fenolfitaleína em dois pilares de concreto armado em 25 de maio de 2017 e no dia 05 de setembro de 2017 o ensaio com nitrato de prata, também em um dos pilares do terminal selecionado.

Para a realização do ensaio uma pequena parte de cada pilar foi escarificada com dimensões aproximadas de 2,00 X 2,00 cm e 2,00 cm de profundidade com talhadeira e marreta de 1Kg, logo após o espaço foi limpo com pincel e então borrifado a solução de fenolfitaleína fornecida pelo laboratório da Faculdade Pio Décimo. Para o Pilar 02 o procedimento se deu do mesmo modo, como já apresentara parte do concreto degradado, procurou-se escarificar um local menos afetado. Assim como o ensaio de carbonatação, o ensaio com o nitrato de prata também foi desenvolvido em uma peça estrutural escolhida de forma visual de modo também que não interferisse no fluxo de transeuntes e teve como objetivo verificar a presença de cloreto na estrutura.

### **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A origem das manifestações patológicas encontradas foi inferida com base nos dados obtidos das inspeções realizadas. Falhas de origem exógena somam 54,17% e anomalias de origem

endógena 20,83%, não foi possível vislumbrar manifestações oriundas de causas natural ou funcional e 25% podem ser de origem tanto endógena como exógena, não havendo indícios para afirmativas entre as opções. Falhas de origem endógena estão atreladas à ineficácia de projeto, erros ou vícios construtivos ou escolha dos materiais, selantes e impermeabilizantes especificados inadequadamente (Gomide, Neto e Gullo, 2009).

Quanto às anomalias de origem exógena, estas podem estar atreladas a ação de terceiros ou ineficácia ou ausência de manutenção. Tomando os dados do terminal e sabendo que o mesmo foi construído a mais de 30 anos, há maior probabilidade das manifestações estarem atreladas a origem exógenas, oriundas de manutenções que fogem aos prazos e procedimentos mínimos estabelecidos para cada sistema construtivo.

As manifestações patológicas encontradas estão listadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Identificação das manifestações patológicas no Terminal do Centro.

Nº	Manifestações Patológicas
01	Deterioração da pintura
02	Armadura exposta
03	Infiltração/ umidade
04	Fissura/ Trinca/ Rachadura
05	Deterioração/desagregação do concreto
06	Piso cedido
07	Sujidade/ mofo/ algas
08	Manchas umidade/infiltração

O Terminal do Centro apresentou baixa variabilidade de manifestações patológicas, onde dentre as causas mais recorrentes e significativas estava à ausência ou ineficiência da impermeabilização, que propicia a presença da umidade ou infiltração. A degradação/desagregação do concreto, por sua vez, foi a falha mais recorrentes e também de fácil visualização durante as inspeções como ilustra a Figura 01, somando 23 pontos entre pilares e laje de cobertura. Dentro desse número absoluto encontra-se a exposição de armadura, assim, dos 23 pontos do concreto degradado/desagregado, em 19 pontos eram possíveis visualizar a armadura já com sua superfície corroída ou com perda de seção.

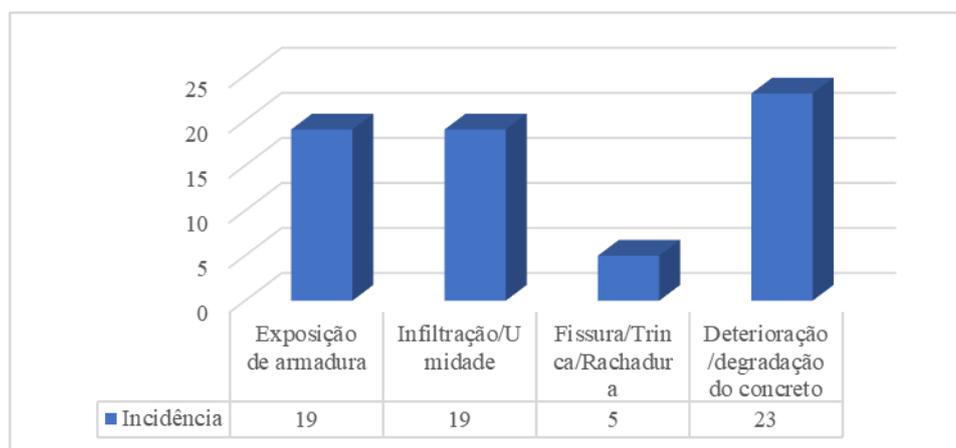


Figura 1 - Incidência de manifestações patológicas.

A desagregação/deterioração do concreto e exposição da armadura são espécies de manifestações patológicas correlatas, ou seja, a existência da primeira promove a existência da outra. Assim, ao desagregar ou ser deteriorado o concreto, o cobrimento é perdido e a armadura é exposta às intempéries que conseqüentemente promove corrosão da mesma. Essa

deterioração do concreto estava presente tanto na cobertura quanto nos pilares. Na cobertura localizava-se próximo a cabeceira dos pilares e com relação aos pilares, encontrava-se na parte inferior.

Com relação à deterioração do concreto presente nas bases dos pilares, ela pode ter sido causada pela ação de agentes provenientes de urina, pois não se observou focos de umidade ou infiltração próximos. A urina, segundo Cunha et al (2013), é composta por água, em maior percentual, e ureia, com pH levante ácido a básico. O cloreto de amônio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) presente na urina reage com o hidróxido de cálcio  $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$  o qual é consumido, diminuído o pH e propiciando a corrosão da armadura e conseqüente desagregação do concreto, sabendo que, quando menor for o pH mais intensa será a corrosão da armadura.

Exemplo de comprometimento de estruturas em detrimento a urina foi relatado em sites como o G1 pelo jornalista Glauco Araújo (2009), onde a urina comprometeu os pilares do viaduto e de passarelas em Salvador e a reparação do dano circundou 500mil reais, gasto exacerbado que poderia ser evitado com a compreensão e conscientização da população.

Outra manifestação patológica recorrente e notória foi a umidade e infiltração, visto que na época da inspeção houveram precipitações que acentuaram a presença das falhas/anomalias. Era possível verificar que o escoamento de água pluvial era dado através da parte superior de alguns pilares, mas principalmente através de um tubo localizado nas caixas dos pontos de iluminação, como ilustra a Figura 2.



Figura 2 - Infiltração através de ponto de iluminação na cobertura.

Apesar da umidade e/ou infiltração se enquadrar como uma manifestação patológica, ambas são cruciais para a existência de outras manifestações. O ambiente úmido propicia o manchamento, presença de fungos ou limo e a degradação da pintura. A Figura 3 apresenta um fluxograma que aponta a umidade ou infiltração como manifestação, pois está visível aos olhos, porém pode ser também considerada uma causa, já que proporciona a existência de outras manifestações patológicas.

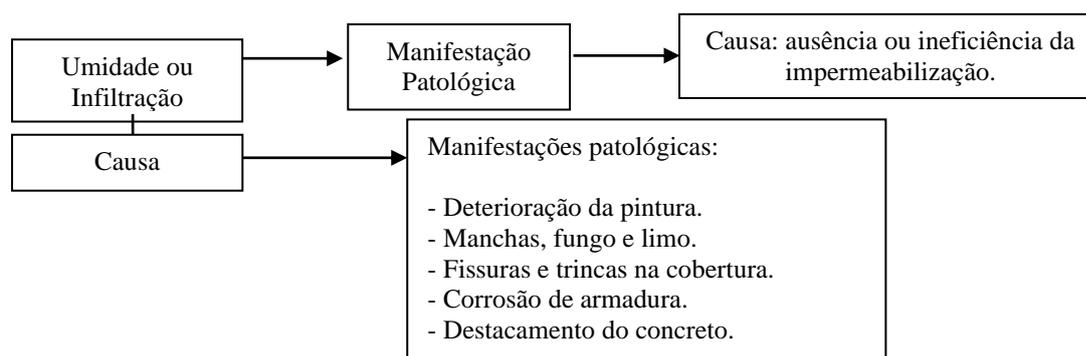


Figura 3 – Resultado da umidade como Causa X Manifestação Patológica

Sendo assim, a umidade é forte contribuinte para o aparecimento de inúmeras manifestações, inclusive no processo de corrosão das armaduras e na lixiviação, ambos também responsáveis pela presença de fissuras e destacamento do concreto. A presença de fissuras na cobertura ou mesmo outros vazios, favorecem o escoamento da água, carrega elementos do concreto o que provoca mais lacunas, até atingir a armadura. Após atingir a armadura a água reage com outros agentes atmosféricos, como óxidos de carbono (CO e CO<sub>2</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e óxidos de sulfúrico (SO<sub>x</sub>) presentes no lançamento da fumaça dos carros e ônibus movidos a gasolina e diesel (BRAUN, APPEL e SCHMAL, 2004).

Os resultados do ensaio com aspersão da fenolfitaleína apontam que no primeiro ponto escariado (1) não apresentou grau de carbonatação, como ilustra a Figura 4.

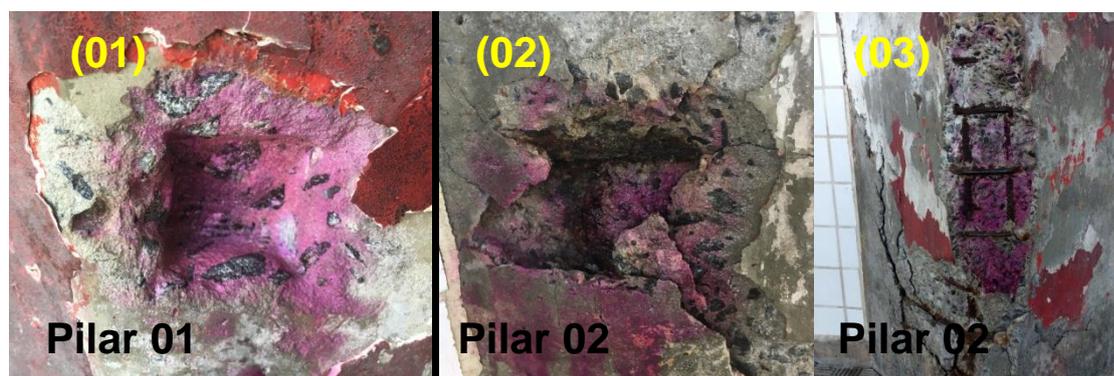


Figura 4 - Resultado do ensaio de carbonatação.

O segundo ponto (02), o qual foi escariado, mas o concreto já estava com certo grau de deterioração, apresentou alguns trechos carbonatados, com oxidação da armadura. Por fim, o último ponto (3), o mesmo não foi escariado, o concreto já estava deteriorado e a armadura exposta, tinha sua parte superior carbonatada e a parte inferior não apresentava grau de carbonatação.

Com relação ao ensaio com o nitrato de prata, realizado em outro pilar da mesma plataforma, encontrou a presença de cloretos livres, já que após ser aspergida a solução com nitrato de prata, houve a formação de um precipitado branco.

A ação da umidade e gases atmosféricos, assim como presença de pontos carbonatados e presença de cloretos livres, comprometem a armadura, oxidando-a, acarretando no aumento do volume e tensões internas, aparecimento de fissuras, aumento dessas com o tempo, levando ao destacamento do concreto, devido ao processo denominado lixiviação.

Em suma, além de promover a lixiviação, a qual contribui para a deterioração e destacamento do concreto, a umidade e os agentes atmosféricos contribuem para a deterioração da armadura, havendo despassivação por carbonatação, como afirmada nos ensaios, havendo pontos onde o concreto apresentou grau de carbonatação, assim como a ação de íons cloreto, conforme NBR 6118:2003, item 6.3.3. Assim, trata-se então de um efeito em cadeia, onde a despassivação da armadura pela ação da carbonatação e íons cloreto, junto à umidade continuada e os agentes deletérios do meio deterioram o concreto e destaca o cobrimento da laje de cobertura e pilares.

Ainda com relação a infiltração, observou-se a percolação da água pelas luminárias, o que não compromete apenas a estrutura, como também o sistema elétrico, sendo possível vislumbrar ausência de luminárias, bem como o não acendimento de luminárias sugerindo um possível curto circuito devido a presença de umidade. A estanqueidade do sistema elétrico de acordo com a NBR 5410/2004 é clara, sendo imprescindível todo o sistema elétrico estar livre da presença de água e umidade, onde seu descumprimento pode acarretar em curto-circuito ou até comprometimento da integridade física do indivíduo, nesse caso do usuário do transporte coletivo.

Tomando a gravidade das manifestações, a Figura 5 apresenta como está distribuído o grau de urgência e de risco das manifestações catalogadas.

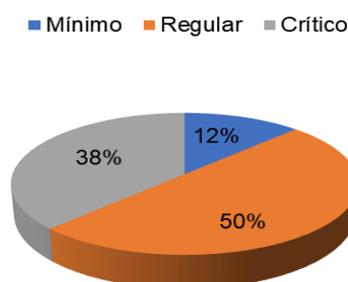


Figura 5 - Grau de urgência das manifestações patológicas.

De acordo com Gomide, Neto e Gullo (2009), o grau “crítico” corresponde a um impacto irrecuperável o qual acarreta em dano a vida, segurança e ao meio, bem como a perda do desempenho do sistema construtivo. O grau “regular” ele é parcialmente recuperável, existe uma nítida perda da funcionalidade e desempenho, porém a intervenção não precisa ser imediata, mas deve ser feita a curto prazo. Por fim, o grau “mínimo” diz respeito a impactos recuperáveis, causadores de prejuízos pequenos, onde não há probabilidade de risco iminente, podendo a intervenção ser a médio ou longo prazo.

Desse modo, verifica-se a partir da Figura 5 que o Terminal possui um número de manifestações patológicas de grau de urgência regular (50%), não necessitando de interferência imediata. A partir do grau de risco e tomando a avaliação do Sistema “GUT”, é possível elencar a prioridade de intervenção das manifestações observadas, assim como ilustra a Tabela 1. Vale ressaltar que a metodologia para classificar a prioridades das irregularidades que Gomide, Neto e Gullo (2009) adaptaram do Sistema “GUT” que numera de acordo com a avaliação da gravidade e tendência da manifestação patológica e urgência da mesma associada à ocorrência da consequência, os quais são atribuídos pesos (1, 3, 6, 8 e 10) que refletem desde “nenhuma” até uma “total” gravidade/urgência/tendência.

Tabela 1 - Ordem de prioridades das intervenções.

Ordem	Manifestação Patológica	GUT
1º	Desagregação do concreto.	800
2º	Umidade.	640
3º	Perda total de seção da armadura positiva da laje.	640
4º	Armadura exposta: cobertura.	480
5º	Fissura.	360
6º	Armadura exposta: pilar.	360
7º	Fungos e algas.	180
8º	Deterioração da pintura.	90

Como pode ser observada através da Tabela 1, a armadura exposta inicialmente pode ser considerado um problema que demanda atenção, visto que a mesma está perdendo seção devido à ação dos agentes químicos externos e comprometendo a eficiência do sistema estrutural, contudo, como foi mencionado outrora a umidade e a infiltração são pontos que demandam um atenção maior, pois o mesmo contribui para existência de outras manifestações, assim necessita de intervenção imediata.

Granato (2002) complementa a afirmativa informando que a presença da umidade é o principal fator de vários tipos de danos, como corrosão de armaduras, eflorescência, degradação do concreto, onde se deve atentar sempre a probabilidade do transporte de água no concreto através seus poros ou fissuras e então controlar essa penetração ou evitá-las na fase de construção.

Contudo, a degradação do concreto na cobertura foi um ponto considerado crítico, devendo ser o primeiro a ser reparado, isso se deu, pois o destacamento na cobertura observado estava próximo a uma luminária com acabamento em vidro, onde após seu destacamento completo o acabamento da luminária pode se desprender junto ao cobrimento e ferir algum usuário.

Com relação às medidas de intervenção, das manifestações apresentadas, todas são passíveis de intervenção corretiva, já que necessita de um reparo, restauração ou substituição de algum material que venha garantir a restauração do sistema e desempenho originalmente concebido em projeto (CUNHA e CASTRO, 2016). Estabelecido às medidas de intervenção e a ordem de prioridade é possível traçar um plano de recuperação e propor técnicas para tal. Sabe-se que medidas corretivas nem sempre apresentam viabilidade econômica, devendo, em algumas situações, abdicar da manutenção corretiva e adotar a recuperação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dados obtidos através das vistorias, pode-se perceber que o Terminal do Centro da cidade de Aracaju, com mais de 30 anos de construção, apresentou manifestações patológicas pontuais, onde a causa de maior atenção é a ausência/ineficiência de impermeabilização. O sistema construtivo e estrutural que o Terminal do Centro possui, encontra-se degradado em grande parte devido à falta de estanqueidade das áreas, ausente a isso, a estrutura não apresentaria os danos vislumbrados, como também o desconforto sentido pelo usuário do transporte coletivo seria drasticamente dirimido.

Sendo os terminais de integração um bem público, administrado por empresas privadas do transporte coletivo, mas com um órgão público regulamentador das práticas e fiscalizador das ações, é de suma importância cuidar de sua integridade física. As práticas de manutenção preventiva costumam ser negligenciadas em ambientes privados, não se mostrando diferente em ambiente público, fato são as manifestações apresentadas. De acordo com os dados obtidos e as informações oriundas da literatura, a manutenção é fator crucial e determinante para o manutenção das condições de uso do sistema construtivo.

Um sistema projetado e mantido de modo que sua durabilidade não seja consumida antes dos prazos previstos por norma ou não perca seu desempenho por não atender as exigências necessária, não traz onus, ao contrário, traz efetivas reduções com gastos providos até de uma nova construção em casos onde a recuperação já não apresentaria viabilidade ou quando a saúde da estrutura for totalmente consumida e a saúde do usuário comprometida.

Por fim, vale ressaltar que as manifestações ocorridas nos sistemas públicos, como os terminais de integração, são de responsabilidade conjunta, englobando ações desde a construção, passando pela entrega até a fase de uso, onde nesse último ponto, as medidas para dirimir os danos causados devem ser compartilhadas, cabendo responsabilidade dos fiscalizadores, administradores e usuários do transporte coletivo.

### **Referências**

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR NM 315: Ensaio não destrutivo – Ensaio visual – procedimentos. Rio de Janeiro, 2007.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 6118: Projeto de estruturas de concreto – Procedimento. Rio de Janeiro, 2004.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 12655: Concreto de cimento Portland – Preparo, controle e recebimento – Procedimento. Rio de Janeiro, 2015.

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

**ARAÚJO, Glauco.** *Xixi põe em risco estruturas de viaduto e 5 passarelas em Salvador.* G1 Globo, 2009. Disponível em <<http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,MUL1084815-5598,00-XIXI+POE+EM+RISCO+ESTRUTURAS+DE+VIADUTO+E+PASSARELAS+EM+SALVADOR.html>>. Acessado em 02 de julho de 2017.

**BRAUN, Silvana; APPEL, Lucia Gorenstin e SCHMAL, Martin.** *A poluição gerada por máquinas de combustão interna movidas à diesel - a questão dos particulados.* São Paulo: Quím. Nova, 2004.

**COSTA, Fabio Gomes da.** *Manutenção das estruturas metálicas com utilização dos ensaios não destrutivos.* Congresso Latinoamericano da Construção Metálica, 2012.

**CUNHA, Albino Joaquim Pimenta da, SOUZA, Vicente Custódio Moreira de e LIMA, Nelson Araújo.** *Acidentes estruturais na construção civil.* São Paulo: Pini, 1998, vol. 2. Capítulo 05 - Acidentes por Falta de Durabilidade e de Robustez com Abrigos de Argamassa Armada em Pontos de Ônibus.

**CUNHA e CASTRO, Tiago Felipe.** *Manutenção em estruturas de concreto armado baseado no conceito de manutenção centrada em confiabilidade.* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2016.

**FIGUEIREDO, Enio J. Pazini e MEIRA, Gibson Rocha.** *Corrosão das armaduras de concreto.* México: ALCONPAT Internacional, 2013.

**FUSCO, Péricles Brasiliense.** *Tecnologia do concreto estrutural: tópicos aplicados.* São Paulo: Editora Pini, 2008, p. 09-62.

**GOMIDE, Tito L. F.; NETO, Jerônimo C. P. F. e GULLO, Marco A..** *Engenharia Diagnóstica.* 2ª Ed. Rio de Janeiro: Pini, 2009.

**GRANATO, Jose Eduardo.** *Patologia das construções.* 2002.

**HELENE, Paulo.** *Corrosão em armadura para concreto armado.* São Paulo: Pini, 1986.

**HELENE, Paulo.** *Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.* São Paulo: Pini, 2ª edição, 1992.

**NASCIMENTO, Rogério Edison.** *Patologia das construções devido ao tempo de uso: ênfase em instalações.* Monografia apresentada para obtenção do título de Especialista em Patologia das Construções no Curso de Pós-Graduação em Patologia das Construções, Departamento de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.

**PDMU.** Plano de Diretor de Mobilidade Urbana. *Capítulo IX: Mobilidade Urbana.* Prefeitura Municipal de Aracaju, 2015, p. 1-64.

**REAL, L. V. et al.** *Método colorimétrico por aspensão de nitrato de prata para avaliação da penetração de cloretos em concreto: estado da arte.* Revista ALCONPAT, 2015. Disponível em <[www.revistas-conacyt.unam.mx/alconpat/index.php/RA/article/download/84/101](http://www.revistas-conacyt.unam.mx/alconpat/index.php/RA/article/download/84/101)>. Acessado em 02 de julho de 2017.

**RIPPER, Thomaz; SOUZA, Vicente Custódio Moreira de Souza.** *Patologia, recuperação e reforços de estruturas de concreto.* 1ª Edição, 3ª Triagem. São Paulo: Pini, 1998.

**SALDAÑA, María Mercedes Florentín e ROJAS, Rubén Darío Granada.** *Patologías constructivas em los edificios: prevenciones y soluciones.* Paraguay: Facultad de arquitectura, diseño y arte - Universidad Nacional de Asunción, 2009.

**SCHINCA, Jorge.** *Patología en elementos estructurales: Madera, hierro - acero y muro portante cerámico.* 2010. Disponível em <<https://www.colibri.udelar.edu.uy/bitstream/123456789/4352/5/JEL65.pdf>>. Acessado em 02 de julho de 2017.