

# AVALIAÇÃO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO

## EVALUATION OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN REINFORCED CONCRETE SYSTEMS OF RESIDENTIAL BUILDING

LOPES, Diego Meireles<sup>1</sup>  
DA NÓBREGA, Marcelo de J. Rodrigues<sup>2</sup>

**Resumo:** O presente artigo apresenta um estudo teórico-experimental de engenharia civil na área de avaliação das manifestações patológicas em estruturas de concreto armado diretamente expostas ao grau de agressividade do meio ambiente e as etapas da recuperação estrutural de pilares de concreto armado de uma edificação residencial localizada em região litorânea no município do Rio de Janeiro. O principal objetivo foi avaliar a manifestação patológica que ocorreu no pilar de canto afetado e apresentar as etapas de recuperação desse pilar que mais sofreu ao longo do tempo. A metodologia utilizada foi a realização de inspeção, diagnóstico e tratamento. O diagnóstico realizado apontou que as principais manifestações patológicas identificadas foram fissuras verticais, deslocamento do concreto e corrosão da armadura principal, possivelmente provenientes de falhas no processo construtivo e principalmente devido ao ataque de agentes externos, além disso, por falta da realização de manutenção preventiva. O resultado do trabalho foi o tratamento das armaduras corroídas e a recomposição dos pilares com graute e acabamento de argamassa estrutural, com base nas boas práticas de engenharia, em atendimento as normas técnicas pertinentes e legislação vigente.

**Palavra-chave:** Avaliações; Concreto; Estruturas; Manutenção Predial.

**Abstract:** This article presents the theoretical-experimental work of civil engineering in the area of evaluation of pathological manifestations in reinforced concrete structures directly exposed to the aggressiveness of the environment and the stages of structural recovery of reinforced concrete pillars of a multifamily residential building located in coastal region in the municipality of Rio de Janeiro. The main objective was to verify the pathological manifestation that occurred most frequently within the universe of each affected pillar and to present the recovery stages of the corner pillar that suffered the most over time. The method used to perform these was to perform inspection, assess pathologies and choose the best recovery technique. The results show that the pathological manifestations identified mainly in the corner pillar were vertical cracks, concrete cracking and reinforcement corrosion. The diagnosis pointed out that the anomalies are possibly due to flaws in the construction process and mainly to attacks by external agents, in addition, due to the lack of preventive maintenance. Finally, it is intended because of this work to evaluate the pathological manifestations and monitor the work of structural recovery of the columns, especially the corner pillar, which involved the treatment of corroded reinforcement and the restoration of the columns with grout and structural cement.

**Keywords:** Evaluation; Concrete; Structures; Building Maintenance.

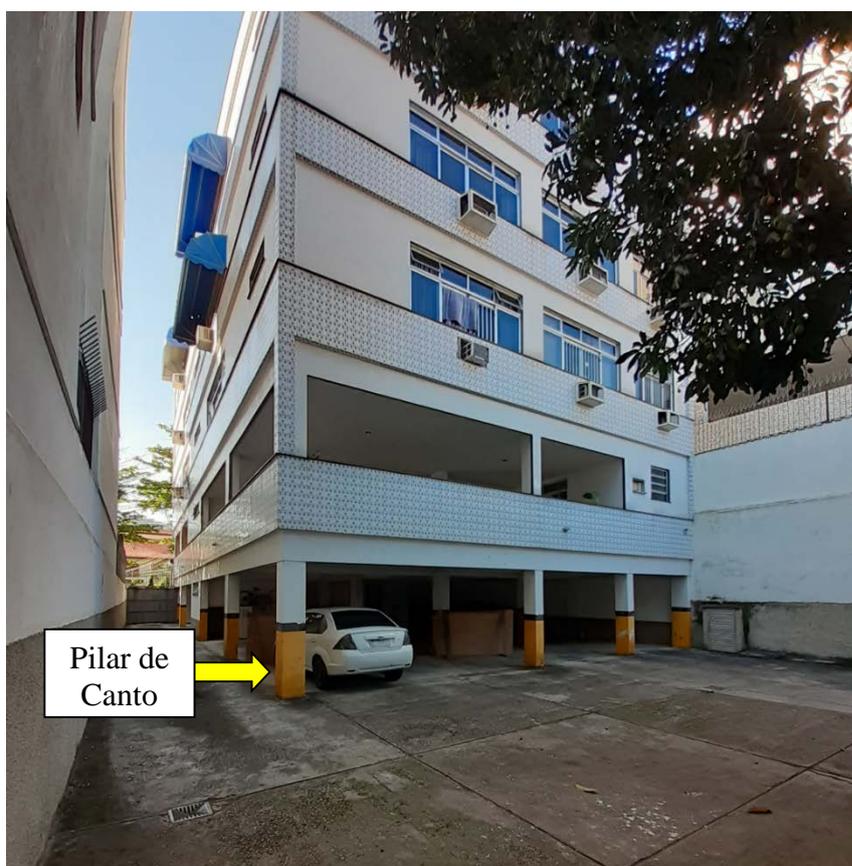
<sup>1</sup> Bacharelado em Engenharia Civil–Universidade Santa Úrsula–USU–diego.lobes@souusu.com.br

<sup>2</sup> Pós-Doutor em Engenharia–Universidade do Estado do Rio de Janeiro–UERJ–engmarcelocefet@terra.com.br

## 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo vem apresentar um trabalho teórico-experimental sobre avaliação das manifestações patológicas em estruturas e das etapas da recuperação estrutural dos pilares de concreto armado, com ênfase no pilar de canto, que estava apresentando maiores problemas, construído na parte posterior da edificação residencial do início da década de 1980 e localizada em uma região litorânea no município do Rio de Janeiro, conforme figura 1:

Figura 1 – Vista posterior do prédio residencial multifamiliar



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

O estudo de caso foi realizado em um prédio residencial de 05 pavimentos construídos, sendo 01 pavimento térreo com portaria, *playground*, área de serviço e casa do zelador, 03 pavimentos tipo com dois apartamentos de 140m<sup>2</sup> por andar e 01 pavimento com garagem.

Assim, este trabalho trata-se de um estudo de caso real realizado para tratamento das manifestações patológicas encontradas em pilares em concreto armado aparente, diretamente expostos às agressividades do meio ambiente dessa edificação, cujo diagnóstico foi realizado baseado na análise visual das manifestações patológicas existentes, com o intuito de qualificar os problemas encontrados no pilar de canto que foi o mais afetado e indicar a recuperação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Designa-se por patologia das edificações, o ramo da engenharia civil que trata do estudo das origens, causas, processo de ocorrência e manifestações patológicas das falhas e dos sistemas de degradação das edificações. (SOUZA & RIPPER, 1999).

O processo patológico numa edificação se dá quando parte de um edifício em algum momento de sua vida útil, deixa de apresentar desempenho previsto em projeto. (CAMPANTE & SABBATINI, 2001).

Devido à falta de manutenção predial, pequenas manifestações patológicas, que teriam baixo custo de recuperação, evoluem para situações de desempenho insatisfatório com ambientes insalubres, de péssimo estética, de possível insegurança estrutural e além do alto custo de recuperação. (GONÇALVES, 2015)

Segundo Fioriti et., al. (2017), ao realizar a avaliação de uma edificação é necessário considerá-la como um conjunto de elementos que apresentam condições mecânicas, físicas e químicas às quais a estrutura está submetida e que devido a isso podem sofrer alterações em suas características, assim, ocasionando no surgimento de manifestações patológicas.

De acordo com Tutikian & Pacheco (2013), deve-se conhecer os fatores que levaram ao surgimento das manifestações patológicas, para que o diagnóstico seja realizado de forma correta, assim, podendo intervir com a manutenção ou recuperação da estrutura.

Para Magalhães (2004), dentre as causas do aparecimento de fissuras, trincas e rachaduras pode-se citar: projetos mal elaborados; materiais de baixa qualidade ou aplicados de forma inadequada; ou até mesmo a falta de manutenção. Todos esses fatores citados causam um desordenamento estrutural, contribuindo para o surgimento de fissuração na estrutura.

Segundo Parisi Jonov et., al. (2013), as manifestações patológicas nas edificações ocorrem devido aos problemas frequentes de umidade, assim, representando um dos maiores problemas em uma edificação durante sua vida útil, à idade da construção, ao clima, aos materiais e técnicas construtivas aplicadas e ao nível de controle de qualidade realizado nas construções edilícias.

As manifestações patológicas decorrentes da umidade devido principalmente pela percolação de água pelo solo se apresentam em várias formas, tais como, surgimento de aberturas, fendas, fissuras e trincas em estruturas de concreto armado.

As tricas provocadas pela variação de umidade dos materiais de construção podem variar de tamanho e abertura em função da variação de temperatura, das propriedades físico-químicas e higrotérmicas. (PARISI JONOV, 2013).

A prevenção do problema da corrosão consiste em um revestimento adequado, evitando que agentes corrosivos penetrem nas armaduras e danifiquem a vida útil da estrutura de concreto armado (SOUZA & RIPPER, 1998).

De acordo com Tavares et., al. (2011), após o correto diagnóstico, o engenheiro deverá analisar a melhor solução para corrigir a patologia, impedir ou controlar sua evolução ou apenas estimar o tempo de vida útil da estrutura.

Para Gonçalves (2015), ao verificar-se que uma estrutura de concreto armado está "doente", ou seja, que apresenta manifestações patológicas torna-se imperioso realizar uma vistoria detalhada e devidamente planejada para que se determinem as condições da estrutura, visando avaliar corretamente as anomalias existentes, suas causas, providências a serem tomadas e a metodologia a ser adotada para a recuperação ou reforço estrutural.

Segundo Oliveira (2012), de acordo com o tamanho da abertura, pode-se classificar a manifestação em fissura, trinca, rachadura, brecha ou fenda, conforme a Tabela 01:

Tabela 1 – Tipo de manifestação patológica e a classificação de acordo com tamanho:

<b>Manifestação</b>	<b>Abertura (mm)</b>
Fissura	Até 0,5
Trinca	0,5 a 1,5
Rachadura	1,5 a 5,0
Fenda	5,0 a 10,0
Brecha	Acima de 10,0

Fonte: Adaptado de (OLIVEIRA, 2012).

Segundo Duarte (1998), as fissuras também podem ser classificadas segundo a sua atividade, em ativas e estabilizadas ou inativas. As fissuras classificadas em ativas apresentam variações de abertura ao longo do tempo.

Já as fissuras do tipo estabilizadas, também conhecida como fissuras passivas, não apresentam variações de abertura ao longo do tempo de vida útil da edificação.

Estas fissuras passivas são de fácil controle, em contrapartida as fissuras ativas são de difícil recuperação e necessitam de um maior controle.

Ainda, é importante investigar cuidadosamente a patologia e suas possíveis causas, pois, ao se falhar no seu diagnóstico, a correção não será eficiente. Uma patologia pode se apresentar como consequência de mais de uma deficiência. Assim, para que a medida corretiva seja eficiente devem-se sanar todas as suas causas (ANDRADE & SILVA, 2005).

### 3. METODOLOGIA

O desenvolvimento do trabalho foi dividido basicamente em três etapas: inspeção, diagnóstico e tratamento de recuperação dos pilares de concreto armado, em especial o pilar de canto da fachada posterior da edificação que foi o mais afetado ao longo do tempo.

#### 3.1. Inspeção

A finalidade da inspeção teve como propósito a realização da avaliação das manifestações patológicas presentes nos elementos estruturais de concreto armado afetados na edificação, em atenção aos pilares externos de concreto armado.

Os pilares externos de concreto armado localizados na fachada posterior, incluindo o pilar de canto, apresentam dimensões de 25 x 35 cm.

Sendo que o pilar de canto tem uma ombreira (boneca) de alvenaria para passagem de tubulação hidráulica, assim, totalizando a dimensão 35 x 35cm, conforme figura 2:

Figura 2 – Pilar de canto construído em concreto armado com manifestações patológicas:



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

O levantamento das manifestações patológicas constituiu-se de vistoria dos pilares de concreto armado com fissuras expostos ao elevado grau de agressividade do ambiente ao longo do tempo e de anotações destas em croquis para avaliação do estado de conservação.

Nesta etapa foram indicados quais são os pilares afetados por manifestações patológicas, conforme figura 3, para análise diagnóstica e indicação da melhor técnica de recuperação.

Figura 3 – Indicação da manifestação patológica na face externa do pilar de canto



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

As figuras 2 e 3 mostram que as manifestações patológicas detectadas nesse pilar de canto, bem como nos demais pilares externos da face posterior da edificação são, na sua maioria, causados diretamente pela elevada exposição ao grau de agressividade do meio ambiente onde encontram-se esses pilares de concreto armado em região litorânea no município do Rio de Janeiro e também pela falta de manutenção predial ao longo do tempo.

### 3.2. Diagnóstico

O diagnóstico realizado após a inspeção apontou que as principais manifestações patológicas identificadas foram trincas e fissuras verticais, deslocamento do concreto e corrosão da armadura principal, principalmente devido ao ataque de agentes externos e possivelmente provenientes de falhas no processo construtivo, além disso, implicitamente por falta da realização de manutenção preventiva na edificação.

Ainda na fase de diagnóstico foi solicitada a abertura do pilar, por processo de picotamento manual, para avaliação das condições da estrutura de concreto armado devido às manifestações patológicas encontradas nesse pilar de canto.

Assim, após a abertura do pilar, ficou caracterizado o processo de corrosão físico-química por carbonatação na parte inferior da barra de 12,5mm da armadura principal do pilar, de canto, conforme evidenciado na figura 4:

Figura 4 – Indicação de corrosão da armadura principal na parte inferior do pilar de canto



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

### 3.3. Recuperação

Os procedimentos de preparo inicial devem ser realizados adequadamente para não comprometer a recuperação das estruturas de concreto armado. Esses procedimentos de preparo são os conjuntos de ações efetuadas antes da limpeza da superfície e aplicação dos produtos de correção.

Assim, os principais procedimentos de preparo anteriores ao processo de recuperação são: Escarificação manual, escarificação mecânica, demolição, lixamento mecânico, lixamento manual, escovamento manual, escovamento mecânico (pistola de agulha).

No presente estudo de caso, os procedimentos de preparo inicial foram escarificação mecânica com martetele eletromecânico e escarificação manual com talhadeira para remoção do concreto deteriorado até atingir o concreto sã, conforme observado na figura 5, e após lixamento mecânico e escovamento mecânico com pistola eletromecânica para a retirada da camada superficial de corrosão nas barras da armadura principal dos pilares.

Figura 5 – Procedimento de escarificação manual com talhadeira no pilar n° 20



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Os principais procedimentos de limpeza são: Jato de água, lavagem com soluções ácidas, lavagem com soluções alcalinas, remoção de óleos e graxas, jato de ar comprimido e limpeza com solventes voláteis.

Os procedimentos de limpeza das superfícies realizados após a etapa inicial de preparo são entendidos como o conjunto de procedimentos efetuados antes da aplicação dos materiais de recuperação. Assim, o procedimento de limpeza das superfícies foi com jato de água fria para remoção das partículas e poeiras.

O produto aplicado para restaurar da camada de proteção das armaduras principais e estribos (armaduras secundárias) foi o primer anticorrosivo (Fig. 6) à base de zinco para proteção de materiais metálicos, elaborado à base de resina sintética com cromato de zinco para tratamento das armaduras através de um filme impermeável de grande aderência, em combate aos efeitos dos agentes químicos, por exemplo, gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) presente na atmosfera.

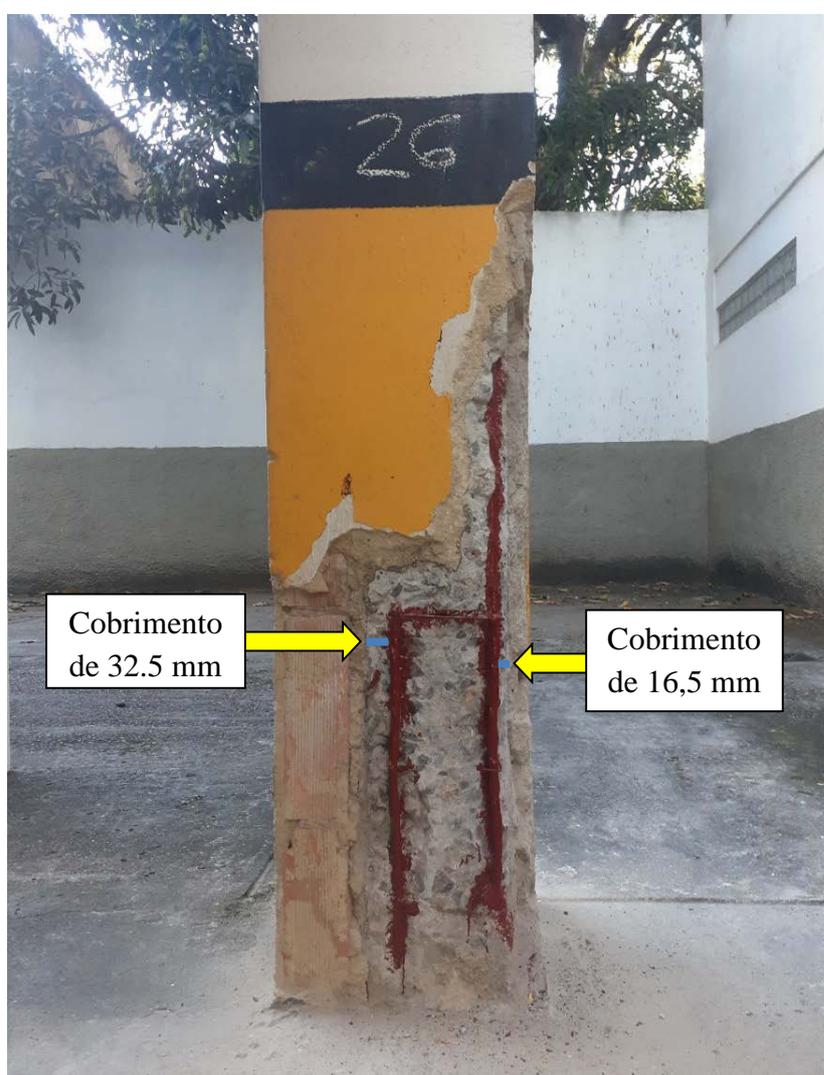
Figura 6 – Pintura das barras com primer anticorrosivo a base de zinco no transpasse.



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Em resumo, o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) que reage com o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) oriundo da hidratação do cimento resultando na formação de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), diminuindo a alcalinidade do concreto ao ponto das armaduras de aço se tornarem quimicamente ativas, de modo que o oxigênio presente nos vazios existentes no concreto devido as falhas de construção, provoquem a oxidação das armaduras, assim, gerando perda da resistência mecânica e aumento de volume em pontos da armadura resultando no surgimento de fissuras e consequentemente fratura do concreto. Esse processo corrosivo é também conhecido como fenômeno de “Carbonatação do Concreto” e foi observado nesse pilar afetado.

Figura 7 – Pilar após preparo, limpeza e aplicação da camada de proteção das armaduras.



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

De acordo com a norma ABNT NBR 6118:2014, a avaliação do risco em função das classes de agressividade, tem-se a seguinte avaliação no presente caso: Edificação com classe II, com agressividade moderada, tipo de ambiente urbano, risco de deterioração pequeno. Logo, o cobrimento da armadura dos pilares deve ter no mínimo 30mm, para atendimento a norma.

Para a avaliação da perda da área de seção circular das barras na armadura principal do pilar de canto foi utilizado um paquímetro digital da marca MITUTOYO para medição do diâmetro das barras no ponto de maior perda seção circular por corrosão, conforme evidenciado nas figuras 8 e 9.

Tabela 1 – Avaliação da perda de seção das barras da armadura principal:

<b>Avaliação da perda de seção das barras da armadura principal</b>		
<b>Diâmetro Vergalhão</b>	<b>Diâmetro Vergalhão externo</b>	<b>Diâmetro Vergalhão interno</b>
(½”) ou 12,5mm	11,83mm	12,45mm

Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

Figura 8 – Medição do diâmetro da barra externa no ponto de maior perda de seção:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Figura 9 – Medição do diâmetro da barra interna no ponto de maior perda de seção:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Em seguida, iniciou-se o processo de execução da montagem das fôrmas, em chapas de madeira do tipo compensado, sob medida para cada pilar a ser recuperado com emprego de graute de massa 2,2 kg/dm<sup>3</sup> e resistência à compressão de 50 MPa (28 dias), composto por cimento Portland, agregados minerais, aditivos especiais e fluidificantes, com e posterior argamassa estrutural, no caso em tela está evidenciado na figura 10.

Figura 10 – Montagem da fôrma para recebimento do graute no pilar central



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Após a montagem da forma do tipo “cachimbo” amarrada ao pilar de canto foi utilizado gesso para selamento de frestas nos cantos e na parte inferior da forma para evitar perda de graute, devido a sua elevada fluidez, durante o processo de lançamento.

A aplicação do graute ocorreu nas seguintes etapas: Preparação do graute, conforme especificado pelo fabricante e lançamento do graute pelo cachimbo até preenchimento completo da fôrma, de maneira contínua em um curto prazo de tempo não superior a 20 minutos entre o tempo de preparo até o lançamento para o reparo.

Ainda, não é necessário o emprego de vibrador, pois o graute tem a propriedade de ser auto adensável e autonivelante preenchendo os espaços vazios no concreto original.

Em continuidade, a forma permaneceu montada no pilar de canto grauteado, conforme evidenciado na figura 11 e foi retirada somente após 72h para iniciar o tempo de cura.

Figura 11 – Pilar de canto já grauteado esperando o tempo para retirada da fôrma:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Para a cura do concreto foi aguardado o prazo de 28 dias após a retira da fôrma e após foram reparadas pequenas falhas com a aplicação de argamassa estrutural (Fig. 12), do tipo tixotropica industrializada, monocomponente, composta por cimento Portland, fibras sintéticas, minerais, agregados e polímeros, com resistência à compressão de 40MPa.

Figura 12 – Procedimento de aplicação de argamassa estrutural no pilar de canto:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Assim, após a cura da argamassa estrutural iniciou-se a fase final de recuperação dada pelo acabamento do pilar de canto. Portanto, a primeiro passo foi o processo de lixamento, para diminuir a rugosidade proveniente da argamassa e após foi realizada a pintura do pilar com tinta acrílica na cor amarelo e a pintura da faixa de sinalização, conforme observado na figura 13:

Figura 13 – Início da pintura do pilar de canto para acabamento:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

Por fim, o pilar de canto encontra-se recuperado e com acabamento finalizado, conforme evidenciado na figura 14, assim, encerrando o trabalho de recuperação estrutural.

Figura 14 – Pilar de canto recuperado já com acabamento final:



Fonte: Elaborado pelo o Autor (2020).

#### 4. RESULTADOS

As origens das manifestações patológicas dos pilares externos, em especial no pilar de canto, são provenientes de falhas no processo construtivo e principalmente devido ao ataque de agentes externos, bem como, aliado a falta de um programa de manutenção predial.

No caso das falhas no processo construtivos pode-se citar que as armaduras de alguns pilares externos e do pilar de canto foram montadas à época nas proximidades de suas superfícies, claro que não atendendo especificações atuais da norma ABNT NBR 6118:2014, pois na época da construção tinha-se como base a norma ABNT NB-01/1978.

Segundo Amaral (2019), com relação a proteção das armaduras de aço, a norma ABNT NB-1:1978 descrevia que para pilares localizados no interior das edificações, cuja argamassa tem uma espessura mínima de 10 mm o cobrimento deveria ser de 1,5 cm.

Ainda, com base a norma ABNT NB-01/1978, para o caso dos pilares de concreto armado localizados ao ar livre, cuja argamassa tem uma espessura mínima de 10 mm, o cobrimento deveria ser de 2,0 cm. (AMARAL, 2019).

A norma ABNT NB-01/1978 indica que para o caso de concreto aparente, no interior dos edifícios, o cobrimento deveria ser de 20 mm e ao ar livre de 25 mm.

Já a norma ABNT NBR 6118:2014 indica o cobrimento mínimo indicado é de 30 mm para o presente caso em função do grau de agressividade do meio ambiente.

Ainda, a norma ABNT NB-01/1978 indicava que o cobrimento de armaduras era responsável por proteger as armaduras de aço dos pilares, vigas e lajes contra as intempéries do ambiente local, que essa camada de concreto deveria variar de acordo com o ambiente em que a obra era construída.

Com isso, tendo uma diferença significativa na espessura do cobrimento de concreto, assim, ficando sujeitas aos agentes ambientais, tais como, presença de água (umidade do solo) e de ar (brisa do mar) foi desencadeando o processo de corrosão de pontos da armadura próximas ao solo, assim, revelando-se a obrigatoriedade de uma intervenção rápida de recuperação para evitar sérios danos à estrutura da edificação.

Por fim, após o correto diagnóstico e tratamento das manifestações patológicas observadas, os pilares afetados foram devidamente recuperados, mantendo um cobrimento mínimo de 30mm, em atendimento norma ABNT NBR 6118:2014, devido ao grau de agressividade dos agentes externos do ambiente local, assim, visando a segurança da construção ao longo do tempo.

## 5. CONCLUSÃO

A principal intenção do presente trabalho teórico-experimental de engenharia civil na foi a realizar o procedimento de avaliação das manifestações patológicas que ocorreram nos pilares afetados, em especial o pilar de canto e a partir da aplicação de uma metodologia reconhecida que inclui as etapas de inspeção e diagnóstico e recuperação.

Além disso, este trabalho proporcionou um elevado ganho de aprendizado técnico durante o acompanhamento da obra de recuperação estrutural dos pilares, que envolveu a retirada do concreto afetado, o tratamento das armaduras corroídas e ao final a recomposição dos pilares com graute e aplicação de acabamento com argamassa estrutural, em atendimento às normas técnicas pertinentes e legislação vigente.

Por fim, o presente artigo constituiu em um grande esforço no sentido registrar todo o trabalho, com base nas boas práticas de engenharia, para propiciar uma contribuição científica de qualidade no estudo das manifestações patológicas, oriundas de vícios construtivos e ataque de agentes externos, em pilares de concreto de concreto armado nas edificações residenciais.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NB-01: 1978 - Projeto e execução de obras de concreto armado*. Rio de Janeiro 1978.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. *NBR 6181: 1978 - Projeto de estruturas de concreto — Procedimento*. Rio de Janeiro 1978.

AMARAL, M. de Lima. **Dimensões mínimas de pilares para edificações de pequeno porte**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental, 2019.

CAMPANTE, E. F; SABATINI, F.E; **Metodologia para Diagnóstico, Prevenção e Recuperação de Manifestações Patológicas em Revestimento Cerâmico de fachadas**. São Paulo, 2001. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - EPUSP, 2001. Disponível em: < <https://bdpi.usp.br/item/001252637> >. Acesso em: 10 outubro 2020.

FIORITI, C. Fabiano.; **O Caso das Manifestações Patológicas em Pilares de uma Edificação Pública** - Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada (2017) Vol.2 No.3 – São Paulo – SP.

GONÇALVES, Eduardo Albuquerque Buys.; **Estudo das patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações** – Rio de Janeiro: UFRJ/ ESCOLA POLITÉCNICA, 2015.

MAGALHÃES, E. F. **Fissuras em Alvenarias: Configurações Típicas e Levantamento de Incidência no Estado do Rio Grande do Sul - RS**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRS; Porto Alegre, 2004.

OLIVEIRA, A. M. de.; **Fissuras, Trincas e Rachaduras Causadas por Recalque Diferencial de Fundações**. 2012. Trabalho de final de curso de especialização (Monografia) - Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Minas Gerais, 2012. Disponível em: < [http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9A3GCW/monografia\\_esp\\_2012\\_1\\_th.pdf?sequence=1](http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/BUOS-9A3GCW/monografia_esp_2012_1_th.pdf?sequence=1)>; Acesso em: 15 de outubro de 2020.

PARISI JONOV, Cristiane Machado; NASCIMENTO, Nilo de Oliveira; PAULO E SILVA, Adriano de. **Avaliação de danos às edificações causados por inundações e obtenção dos custos de recuperação**. Ambiente construído, Porto Alegre, RS, BRASIL, v.13, n.1, p.75-94, janeiro a março de 2013.

SOUZA, V. C. M. de; RIPPER, T.; **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto**. São Paulo – SP : Editora Pini Ltda., 1998.

TAVARES A, A.; COSTA, A., VARUM, H. **Manual de Reabilitação e Manutenção de Edifícios – Guia de Intervenção**. Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro. Inovadomus. Junho, 2011

TUTIKIAN, B.; PACHECO, M. **Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil**. Alconpat Internacional. Boletim Técnico nº 01. Março de 2013. Unisinos, Brasil – BR; 2013.