MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NOS SISTEMAS ESTRUTURAIS EM CONCRETO ARMADO DE UMA EDIFICAÇÃO PÚBLICA – NÚCLEO MORUMBI DA UNESP

Martins, J. F. A.[1]; Fioriti, C. F.[2]

[1] Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Bolsista FAPESP de Iniciação Científica, e-mail: juarrobas@hotmail.com
[2] Universidade Estadual Paulista – FCT/UNESP, Professor Assistente Doutor, Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente, e-mail: fioriti@fct.unesp.br

RESUMO

Este trabalho trata-se de estudo de caso realizado no Núcleo Morumbi (antigo Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério – CEFAM) pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Presidente Prudente, onde através de inspeção visual foram identificadas as manifestações patológicas existentes nos sistemas estruturais em concreto armado da edificação. Para isso foi realizada a análise dos aspectos gerais das anomalias, com o objetivo de identificar o dano encontrado. As manifestações detectadas que ocorreram com maior incidência foram: corrosão de armaduras, fissuras, nichos, manchas, lixiviação e eflorescências. Diante do exposto, notou-se que os danos poderiam ter sido minimizados caso houvesse um efetivo controle da qualidade durante o processo construtivo das estruturas em concreto analisadas, aliado a um programa de manutenção preventiva. Por fim, espera-se que esse trabalho possa servir de alerta para projetistas, construtores e usuários, para que tenham cuidados com as especificações de procedimento de execução das estruturas, assim como sua utilização.

Palavras chave: Manifestações patológicas; estruturas em concreto; durabilidade; manutenção.

ABSTRACT

This work is in the case study carried out at the Núcleo Morumbi (formerly Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério – CEFAM) belonging to the Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente, where through visual inspection existing pathological manifestations were identified the structural systems of the building in reinforced concrete. For this analysis of the general aspects of anomalies, in order to identify the damage found was performed. The detected events that occurred with the highest incidence were: reinforcement corrosion, cracks, niches, stains, efflorescence and leaching. Given the above, it was noted that the damage could have been minimized if there were an effective quality control during the construction process of concrete structures analyzed, together with a preventive maintenance program. Finally, it is hoped that this work can serve as a warning to designers, builders and users, so be careful with the specifications for the application procedure of the structures, as well as their use.

Keywords: Pathologies manifestations; concrete structures; durability; maintenance.

1. INTRODUÇÃO

O homem vem desenvolvendo, desde os primórdios da civilização, as técnicas, os materiais e os métodos, consolidando assim cada vez mais a tecnologia da construção. Inovações e rapidez de execução acarretaram na necessidade de se desenvolver o conhecimento relacionado às estruturas e aos materiais, a fim de proporcionar o avanço das construções. Porém, ainda que o investimento em tecnologias relacionadas a essas construções cresceu e evoluiu notoriamente desde o início das civilizações até os dias atuais, ainda assim, existem sérias limitações e inevitáveis falhas que acabam por prejudicar o desempenho de algumas estruturas.

Esses fatores conduzem ao surgimento de manifestações patológicas, que podem ser entendidas como a deterioração dos materiais que compõe o sistema estrutural, onde cada material reage de forma particular aos agentes externos e internos, sendo a velocidade de deterioração diferente um do outro (SOUZA & RIPPER, 1998).

Como as manifestações patológicas podem ser influenciadas pelo comportamento da estrutura em uso, pelo tempo e pelas condições de exposição, percebe-se, portanto, que há uma forte relação com o desempenho, vida a útil e a durabilidade da edificação (ANDRADE & SILVA, 2005 apud SANTOS, 2012).

Os problemas de deterioração da estrutura e de seus materiais componentes decorrem, em grande parte, de projeto e execução inadequados, deficiências que ainda se constata serem comuns, provocando a ocorrência de falhas que, fatalmente, resultam na necessidade de recuperação ou de reforço da estrutura ou até mesmo, em casos extremos, de demolição (SOUZA & RIPPER, 1998).

Sendo o concreto armado um material não inerte, ele se sujeita a alterações ao longo do tempo, devido a interações entre seus elementos constitutivos (cimento, areia, brita, água e aço), interações entre esses e agentes externos (ácidos, bases, sais, gases e outros) e com materiais que lhe são adicionados (aditivos e adições minerais) (PIANCASTELLI, 1997 apud VITÓRIO, 2003).

Os problemas patológicos nas estruturas em concreto geralmente se manifestam de forma bem característica, permitindo assim que um profissional experiente possa deduzir qual a natureza, a origem e os mecanismos envolvidos, bem como as prováveis consequências (VITÓRIO, 2003).

Desta maneira, a maioria das manifestações patológicas poderia ser evitada se houvesse um melhor detalhamento de projeto, escolha apropriada dos materiais e correta execução da construção, assim como uma maior preocupação com a realização das intervenções de

manutenção nos elementos que compõem as edificações (COSTA JUNIOR, 2001 apud KLIMPEL & SANTOS, 2010).

Portanto, este trabalho trata-se de um estudo de caso realizado no Núcleo Morumbi (antigo Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério – CEFAM) pertencente à Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Presidente Prudente, onde através de inspeção visual foram identificadas as manifestações patológicas existentes nos sistemas estruturais em concreto armado da edificação. Salienta-se, contudo, que não fez parte do objetivo entrar no mérito da qualificação e da atuação dos profissionais, assim como das empresas que participaram dos projetos e execução desta obra, sendo o único foco a identificação das manifestações patológicas vistas sob a ótica da sintomatologia.

2. METODOLOGIA

O método escolhido para a formulação do trabalho foi o de estudo de caso, visto que este método é considerado altamente rico sob o ponto de vista didático. Dessa forma, o estudo de caso foi a alternativa expositiva escolhida para apresentar o equacionamento das soluções dos conflitos que o envolvem.

Foram necessárias três etapas para a realização do trabalho, as quais são apresentadas de forma esquemática na Figura1.

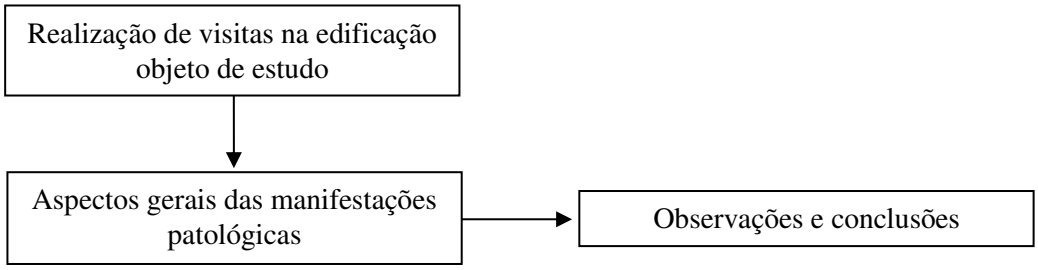


Figura 1: Esquema das etapas executadas no desenvolvimento do trabalho.

Conforme as etapas utilizadas no desenvolvimento deste trabalho, foi possível percorrer um caminho curto e simplificado, visto que não foram utilizadas etapas de exames adicionais e de execução das terapias, mesmo porque não é objetivo deste trabalho realizar exames laboratoriais sobre as propriedades físicas e químicas dos materiais constituintes do estudo de caso.

Assim:

I) Etapa: Essa trajetória foi iniciada com a vistoria do local e o levantamento do histórico do edifício. A vistoria consistiu na verificação dos efeitos das manifestações patológicas existentes utilizando os sentidos da visão, do olfato, da audição e do tato. Realização de

visitas in loco no edifício, com o objetivo de identificar e fotografar as anomalias existentes nos sistemas estruturais em concreto;

II) Etapa: Descrição dos aspectos gerais das manifestações patológicas encontradas nos sistemas estruturais em concreto armado da edificação. As formulações das hipóteses de origens das manifestações foram baseadas na semelhança dos casos encontrados com aqueles citados pelos autores referenciados neste trabalho;

III) Etapa: Realização da análise e conclusões do trabalho.

Vale mencionar algumas limitações encontradas no desenvolvimento do trabalho, merecendo destaque as informações incompletas referentes as etapas de execução da construção, a impossibilidade de obtenção de amostras através de processo destrutivo e a inexistência de projetos complementares.

3. RESULTADOS

3.1 Escolha do edifício

O critério de escolha do edifício objeto de estudo partiu do quesito estrutural, ou seja, a definição do concreto armado como material constituinte do sistema estrutural e ter suas estruturas aparentes. Pois nestas condições seria possível identificar e analisar, a partir das visitas a campo e fotografias digitais, as eventuais manifestações patológicas.

Localizado na Rua Cyro Bueno, 55, no bairro Morumbi, o denominado Núcleo Morumbi (Figura 2) se refere a uma doação feita pelo Centro Específico de Formação e Aperfeiçoamento do Magistério – CEFAM, em 5 de outubro de 2005, para compor o conjunto de edifícios da Universidade Estadual Paulista – UNESP, campus de Presidente Prudente.



Figura 2: Delimitação da área do Núcleo Morumbi, UNESP (Google Maps, 2014 – editado).

O Núcleo Morumbi possui um terreno com área de 8.175 m², e área construída de 4.146 m². Foi inaugurado em 14 de janeiro de 1978, possuindo 36 anos de idade. A edificação em questão é constituída de dois pavimentos, a qual que possui estrutura em concreto armado (pilares, vigas, lajes maciças e escadas), sendo as paredes de vedação constituídas de blocos de concreto sem revestimento na parte externa e em alguns pontos com aplicação de revestimento na área interna. O piso da edificação é de concreto desempenado tanto na área externa quanto na área interna, possuindo revestimento de placas cerâmicas somente em banheiros e áreas molhadas. A estrutura da cobertura é de madeira com telhas de fibrocimento.

Contudo, a predisposição da estrutura, ou de uma de suas partes, para apresentar manifestações patológicas pode ser originada durante a fase de projeto, de construção ou ser adquirida na fase de uso.

3.2 Manifestações patológicas identificadas

Com base nos dados de campo, as manifestações patológicas mais evidentes foram provenientes de fissuras, nichos, irregularidades geométricas, manchas, eflorescências, lixiviação, corrosão da armadura e exposição da armadura. A seguir serão apresentadas algumas das anomalias observadas, separando-as em cada elemento que constitui o sistema estrutural da edificação (pilares, vigas e lajes):

- Pilares (Figuras 3, 4, 5 e 6; Quadros 1, 2, 3 e 4)

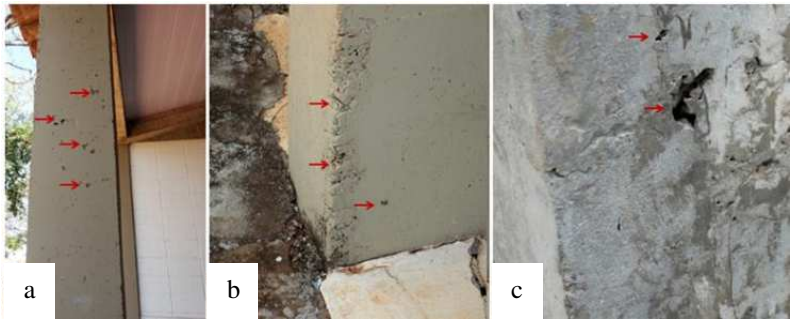


Figura 3: Nichos no concreto em pilares distintos.

Quadro 1: Aspectos gerais dos nichos em pilares distintos.

- Vazios aparentes tanto em quinas como nas faces laterais;
- Alguns pontos dos vazios contribuem no acúmulo de resíduos e água;
- Percepção dos agregados graúdos sem envolvimento da argamassa;
- Concreto sem homogeneidade.

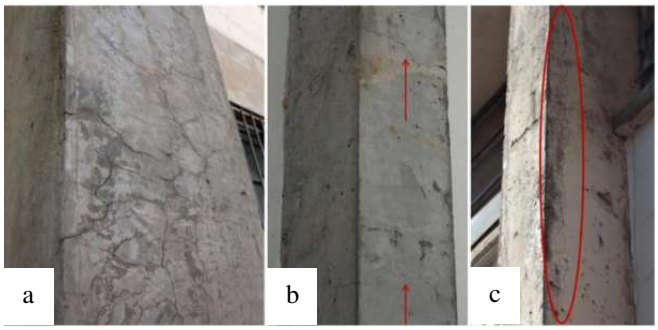


Figura 4: Fissuras em pilares distintos.

Quadro 2: Aspectos gerais da fissuração do concreto em pilares distintos.

- Fissuras verticais, horizontais e diagonais;
- Fissuração em grande parte da face do pilar, possivelmente na camada de recobrimento (Figura 4a);
- Fissuras horizontais paralelas aos estribos (Figura 4b);
- Fissura vertical paralela às armaduras longitudinais (Figura 4c);
- Causa desconforto aos usuários.

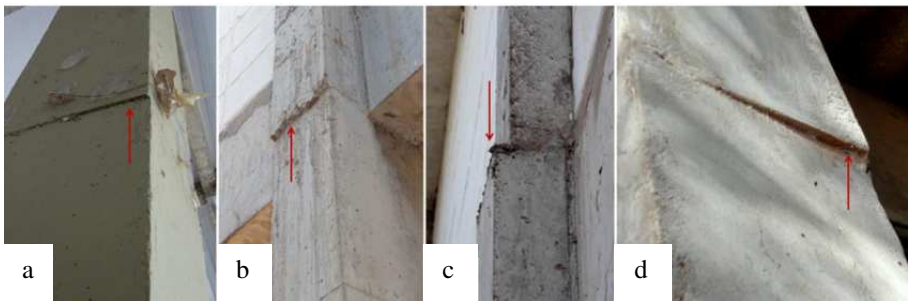


Figura 5: Irregularidades geométricas: “dentes” existentes nas ligações em pilares distintos.

Quadro 3: Aspectos gerais das irregularidades geométricas em pilares distintos.

- Formação de “dentes” no prolongamento dos pilares;
- Falta de continuidade do elemento;
- Prejudica a estética da edificação.



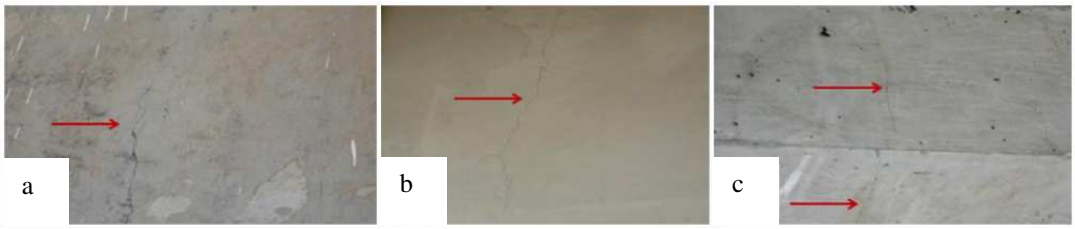
a

Figura 6: Exposição da armadura e corrosão da armadura em pilar.

Quadro 4: Aspectos gerais do pilar que apresenta exposição da armadura e corrosão da armadura.

- Fissuração excessiva da camada de recobrimento nas faces dos pilares;
- Pontos com exposição da armadura;
- Processo de corrosão da armadura exposta;
- Perda de seção transversal das armaduras;
- Descolamento de partes do concreto;
- Partes do concreto fissuradas na iminência do descolamento.

- Vigas (Figuras 7, 8, 9 e 10; Quadros 5, 6, 7 e 8)



a b c

Figura 7: Fissuras detectadas em vigas distintas.

Quadro 5: Aspectos gerais das fissuras em vigas distintas.

- Fissuras verticais ao longo das vigas;
- Fissura horizontal (Figura 7c);
- Causa desconforto aos usuários.

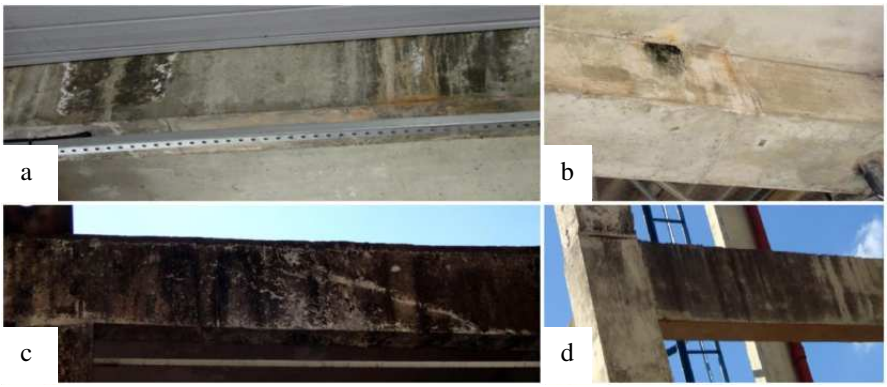


Figura 8: Manchas escuras detectadas em vigas distintas.

Quadro 6: Aspectos gerais das manchas escuras em vigas distintas.

- Manchas de tonalidade escura;
- Manchas esverdeadas;
- Surgimento de bolor;
- Proliferação de microrganismos;
- Prejudica a estética da edificação.

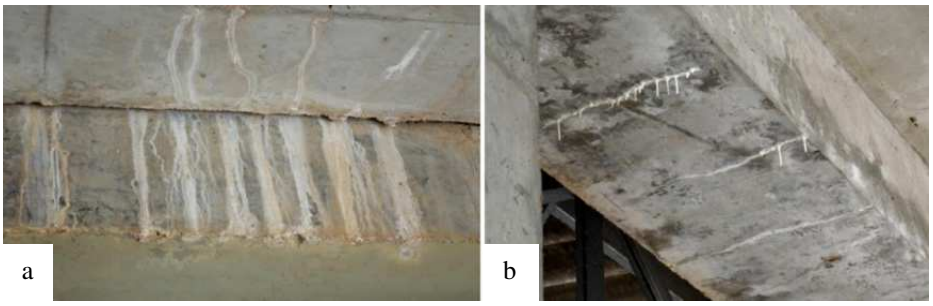


Figura 9: a) Eflorescência em viga; b) Processo de lixiviação em viga.

Quadro 7: Aspectos gerais das vigas distintas detectadas com eflorescência e lixiviação.

- Manchas brancas ao longo da viga;
- Formação de estalactites brancas (fig. 9b);
- Alteração da textura do concreto (fig. 9b).



Figura 10: Exposição e consequente corrosão das armaduras que constituem vigas distintas.

Quadro 8: Aspectos gerais das vigas distintas que apresentam exposição e consequente corrosão das armaduras.

- Fácil percepção da localização das armaduras longitudinais e dos estribos (Figura 10a, Figura 10c);
- Coloração marrom-avermelhada, devido à corrosão;
- Exposição da armadura em alguns pontos;
- Fissuras e descolamento de algumas partes do concreto (Figura 10b);
- Perda de seção transversal das armaduras.

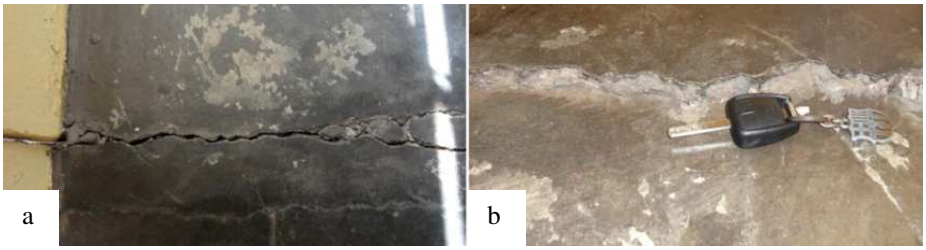
- Lajes (Figuras 11 e 12; Quadros 9 e10)



Figura 11: Manchas escuras e bolores em lajes distintas.

Quadro 9: Aspectos gerais das lajes distintas que apresentam manchas escuras e bolores.

- Manchas de tonalidade escura;
- Manchas esverdeadas;
- Presença de umidade;
- Surgimento de bolor;
- Proliferação de microrganismos;
- Surgimento de fissuras (Figura 11b);
- Descascamento da pintura (Figura 11b, Figura 11c).



a b

Figura 12: Surgimento de rachadura em laje.

Quadro 10: Aspectos gerais da rachadura em laje.

- Abertura de ± 1cm entre as partes que formam esse elemento, possibilitando interferências indesejáveis;
- Diferença entre os níveis das partes de ± 1,2cm;
- Desfragmentação do concreto nos pontos da rachadura;
- Prejudica a estética da edificação;
- Causa desconforto aos usuários.

4. ANÁLISE

Por meio das inspeções realizadas no Núcleo Morumbi foi possível observar que as manifestações patológicas são diversas, e partem de fatores variados. Primeiramente, vale atentar ao fato de que parte dos elementos dos sistemas estruturais estudados (neste caso: pilares e vigas) estão expostos às intempéries, e com isso, a deterioração dos materiais que compõem o sistema estrutural reagem com os agentes externos e acarretam, muitas vezes, anomalias. Portanto, é concebível considerar que estes fatores relacionados a um mau planejamento e/ou execução, acabam por acarretar as principais manifestações patológicas apresentadas no item 3.

Dentre as manifestações patológicas levantadas, os nichos de concretagem e segregações no concreto dos pilares estão particularmente ligados à execução e supervisão inadequada da concretagem das peças, e apresentam como causas prováveis: a baixa trabalhabilidade do concreto, insuficiência no transporte, no lançamento e no adensamento do concreto, além de alta densidade de armaduras.

No levantamento realizado, foram detectados problemas com fissuras existentes nos três elementos analisados (pilares, vigas e lajes), e são pertinentes por ser uma das anomalias que mais chama a atenção dos leigos, proprietários e usuários, para o fato de que algo de anormal está a acontecer. De acordo com Souza & Ripper (1998), a caracterização da fissuração como deficiência estrutural dependerá sempre da origem, intensidade e magnitude do quadro de fissuração existente, posto que o concreto, por ser material com baixa resistência à tração,

fissurará por natureza, sempre que as tensões trativas, que podem ser instaladas pelos mais diversos motivos, superarem a sua resistência última à tração.

As irregularidades geométricas também foram identificadas na estrutura analisada, principalmente na formação de "dentes" no prolongamento de vários pilares da edificação. Essa irregularidade pode ser relacionada à falha de execução.

Outra anomalia percebida foi a desagregação do concreto tanto nos pilares quanto nas vigas, e este fato se refere, provavelmente, à ocorrência do processo de corrosão das armaduras.

Manchas escuras foram percebidas nos três elementos analisados (pilares, vigas e lajes), e podem ser causadas pelos seguintes fatores: deficiência dos dispositivos de drenagem, levando a ocorrência de infiltração e umidade, estimulando para que microrganismos se proliferem nos mesmos, implicando no surgimento de bolor, sendo agravado principalmente pela falta de manutenção nas estruturas.

As manchas brancas na superfície do concreto das vigas e a formação de estalactites são definidas como eflorescências e lixiviação, respectivamente; e essas alteram a uniformidade de coloração do concreto e sua textura, causando prejuízos estéticos, podendo ocasionar posteriormente na instalação de manifestações patológicas mais sérias. As principais causas que provocaram as eflorescências no concreto são devido à migração e posterior evaporação de soluções aquosas salinizadas. Os depósitos acontecem quando os sais solúveis nos componentes da edificação são transportados pela água utilizada na construção, na limpeza ou vinda de infiltrações. Esses sais em contato com o ar se solidificam, causando depósitos, e então, originam as manchas esbranquiçadas (VITÓRIO, 2003; SILVA, 2011). O processo de lixiviação ocorre na presença de água quando o concreto for mal adensado, e/ou estiver, por algum motivo, fissurado ou apresentar juntas mal executadas, permitindo a penetração da água.

A manifestação patológica que mais se destacou, tanto pela quantidade quanto pela intensidade, foi à exposição e consequente corrosão de armaduras nos pilares e vigas. Têm-se como prováveis causas: recobrimento deficiente, fissuras, infiltrações, presença continua de umidade, falta de homogeneidade do concreto, perda de nata de cimento pela junta das fôrmas, alta permeabilidade do concreto, insuficiência de argamassa para o envolvimento total dos agregados, e falta ou deficiência de manutenção.

Cabe ressaltar que o fenômeno da corrosão de armaduras é mais frequente do que qualquer outro fenômeno de degradação das estruturas de concreto armado, comprometendo-as tanto do ponto de vista estético, quanto do ponto de vista de segurança e sendo sempre dispendioso o seu reparo ou recuperação (SALIBA JUNIOR, 2008).

Em menor ocorrência estão às manifestações patológicas detectadas nas lajes, sendo as rachaduras que ocorreram no ponto de junção entre duas lajes, que apresentam grandes

aberturas que possibilitam até mesmo a visualização do pavimento inferior, causando desconforto aos usuários, além de indicar problemas relacionados às fundações, dilatação do concreto ou ainda falhas de projeto. E por fim as manchas nas lajes, que ocorreram principalmente pela presença de umidade e formação de bolores no revestimento inferior do concreto das lajes, alterando a sua textura e uniformidade de coloração causando principalmente prejuízos estéticos.

5. CONCLUSÃO

As análises e resultados obtidos foram decorrentes do trabalho de campo realizado em toda a edificação, examinando os elementos estruturais localizados tanto nas áreas externas quanto nas áreas internas.

Dos resultados apresentados, é possível perceber que a manifestação patológica mais ocorrente, detectada tanto nos pilares quanto nas vigas são as fissuras. Essas possuem consequências graves quando relacionadas à durabilidade das estruturas de concreto armado, pois são facilitadores de entrada de água e agentes agressivos para o interior da massa, e com isso, acarretam em manifestações patológicas mais sérias.

As manchas também foram detectadas nos pilares, vigas e lajes. É importante ressaltar que, mesmo não apresentando grandes riscos estruturais, podem acarretar no desenvolvimento de problemas patológicos mais sérios, ou intensificar aqueles já existentes.

A corrosão de armaduras foi à anomalia em pilares e vigas que mais chamou a atenção, principalmente pela quantidade de elementos com esse tipo de manifestação patológica, além do avançado estado de corrosão em alguns pontos destas peças afetadas.

Em menor proporção observou-se os nichos, as desagregações do concreto e as irregularidades geométricas dos elementos estruturais, mas ainda assim, trata-se de manifestações patológicas que precisam da mesma forma como as abordadas anteriormente, de cuidados e recuperação para não se agravarem com o passar do tempo.

Através deste estudo e das análises realizadas, é possível afirmar que muitas das manifestações patológicas detectadas poderiam ter sido minimizadas, e até mesmo evitadas no Núcleo Morumbi, caso houvesse maior controle das etapas do processo construtivo, e que ao serem associadas a uma efetiva manutenção das estruturas de concreto armado, poderiam proporcionar maior qualidade e vida útil aos elementos estruturais.

A partir do levantamento de campo foi possível observar que o Núcleo Morumbi apresenta pontos críticos de ações patológicas em algumas partes da estrutura, o que não compromete por enquanto a estrutura do edifício. Porém, caso não sejam tomadas algumas medidas preventivas de imediato, em um futuro não distante o edifício necessitará passar por reforço e/ou reparo de seus elementos estruturais.

Desta forma, anseia-se que esse trabalho possa expor a projetistas, construtores e usuários, os problemas patológicos que podem ocorrer em estruturas de concreto armado quando estas não recebem os cuidados e procedimentos necessários para seu funcionamento ideal, e com isso, proporcionar maior atenção e consciência por parte desses, a fim de que se atentem cada vez mais para as precauções e especificações de procedimentos a serem tomadas para a construção, como também para a utilização de uma estrutura.

6. AGRADECIMENTO

A FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio financeiro e pela concessão da bolsa de iniciação científica.

7. REFERÊNCIAS

KLIMPEL, E. do C., SANTOS, P. R. da C. **Levantamento das manifestações patológicas presentes em unidades do conjunto habitacional Moradias Monteiro Lobato**. Monografia (Pós Graduação em Patologia das Obras Civis): Instituto IDD. Curitiba, 2010.

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

SANTOS, M. R. G. dos. **Deterioração das estruturas de concreto armado – Estudo de caso**. Monografia (Pós-graduação em Construção Civil): Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2012.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Apostila (Curso de Perícias Judiciais e Patologias das Estruturas): Instituto Pernambucano de Avaliação e Perícias de Engenharia. Recife, 2003.

SILVA, L. K. da. **Levantamento de manifestações patológicas em estruturas de concreto armado no estado do Ceará**. Monografia (Graduação em Engenharia Civil): Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, 2011.

SALIBA JUNIOR, C. C. **Técnicas de recuperação de estruturas de concreto armado sob efeito da corrosão das armaduras**. Contribuição Técnica da Disciplina Reologia e Tecnologia do Concreto. Pós-graduação em Engenharia de Materiais e Construção – DEMC, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Belo Horizonte, 2008.