

## ANÁLISE DE MANIFESTAÇÃO PATOLÓGICA PREDIAL E APRESENTAÇÃO DE SOLUÇÃO TÉCNICA

Silva, Dyorgge Alves (1); Coelho, Nailde de Amorim(2); Lima, Antonio Wagner (3)

(1) Professor Mestre, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR

(2) Professora Mestre, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF

(3) Mestre, Gerente de Gestão JSBI Incorporação

Campus Universitário Darcy Ribeiro, SG 12 - PECC, Brasília – CEP 70910

### Resumo

As manifestações patológicas são fenômenos indesejados, mas não difíceis de encontrar nas construções, sejam elas novas ou não. O surgimento de defeitos em obras da construção civil pode ser ocasionado pela má concepção, pela falta de projetos ou pela não integração entre eles, pelas falhas construtivas, pela falta de manutenção do usuário ou mesmo pelo mau uso do imóvel. Os riscos apresentados aos usuários variam de acordo com a gravidade do problema, podem ser de grau mínimo, moderado ou crítico, representando, assim, a urgência de solução. As detecções da causa das anomalias não são fáceis de ser identificadas, por isso, precisa haver uma vistoria do local, analisar o histórico da edificação, assim como o seu histórico de cargas. No caso de comprometimento da estrutura, a situação é ainda mais delicada, visto que pode colocar em risco a vida de pessoas. Em alguns casos, é possível encontrar mais de um meio de ataque à construção, pode haver falta de cobertura associado à infiltração, entre outros, o que agrava ainda mais o problema. Diante disso, esse trabalho apresenta uma vistoria realizada a uma edificação, a qual apresenta vários tipos de defeitos associados, de forma que a estrutura da laje se encontrava comprometida. Vários estudos e dimensionamentos foram feitos até chegar-se uma solução de forma a não interferir nas estruturas da vizinhança, já que se tratava de um apartamento. A avaliação, estudo e solução são apresentados neste trabalho com o intuito de mostrar a importância da manutenção e da realização de intervenções por profissionais qualificados da área.

*Palavra-Chave: Manifestação patológica, recuperação, edificação.*

### Abstract

The pathologies are unwanted phenomena, but not hard to find in buildings, whether new or not. The appearance of defects in the construction works can be caused by poor design or lack of integration projects or by not including, the constructive failures, and lack of maintenance by the user or even the misuse of the property. The risks presented to users vary according to the severity of the problem may be minimal, moderate or critical level, thus representing the urgency of solution. The detection of the cause of the anomalies are not easy to identify, so there must be an inspection of the site, analyze the history of the building, as well as its load history. In case of damages to the structure, the situation is even more delicate as it can endanger the lives of people. In some cases, it is possible to find more than a means of attack on the building, there may be lack of coverings associated to infiltration, among others, which further aggravates the problem. Therefore, this paper presents a survey of a building, which has various types of defects associated, so that the structure of the slab was found compromised. Several studies and sizing were made to reach a solution so as not to interfere with the structures in the neighborhood, since it was an apartment. The evaluation study and solution are presented in this paper in order to show the importance of maintaining and carrying out interventions by skilled professionals.

*Keywords: Pathological manifestation, recovery, building.*

## 1 Introdução

Este trabalho caracteriza-se pela inspeção de uma unidade residencial predial, como um “Check-up”, tendo como escopo uma inspeção sobre um apartamento, identificando as anomalias construtivas e falhas de manutenção – com a análise qualitativa do risco oferecido aos usuários e ao patrimônio – que interferem e prejudicam a saúde e habitabilidade, segurança, frente ao desempenho dos sistemas construtivos e elementos vistoriados da edificação, especialmente a estrutura. Neste contexto, tendo como objetivo minimizar os possíveis riscos identificados na vistoria técnica, indicar as análises complementares para prescrever maneiras de preservar a integridade da edificação construída sob técnicas e normas adequadas, com consequente revalorização do patrimônio, de extrema necessidade para os proprietários.

### 1.1 Problema Analisado

#### 1.1.1 Histórico e descrição

A edificação foi construída na década de 90. É um prédio constituído de seis pavimentos, no nível térreo e subsolo encontram-se as áreas comerciais e nos pavimentos superiores as unidades residenciais, os quais possuem acesso por escada, a sua fachada pode ser vista na Fig.1(a).

O apartamento vistoriado possui uma área construída de aproximadamente de 33,60 m<sup>2</sup> de piso, Fig. 1(b), apresentando as seguintes características construtivas: estrutura de concreto armado, elevações em alvenaria de tijolos cerâmicos rebocados, laje de piso e de cobertura em concreto armado, esquadrias metálicas e de madeira, pavimentação em piso cerâmico, e instalações residenciais próprias para a finalidade e tipo da edificação.



Figura 1 - Vista frontal da edificação e planta baixa com o lay-out do local vistoriado.

Na época de sua construção, a edificação foi erguida com a mão de obra local, com acompanhamento de profissionais técnicos qualificados, e permanecendo sua finalidade de acordo com a concepcional original. Não foram verificados registros de intervenções anteriores.

## 2 Manifestação de dano

Após a aplicação de um questionário ao usuário, foram indicados os problemas existentes na unidade. Em seguida, detectaram-se as manifestações patológicas mais evidenciadas, entre as quais se destacaram:

- infiltrações de água;
- corrosão de armaduras;

As manifestações patológicas foram classificadas de acordo com a gravidade presente na estrutura vistoriada, separando por elemento estrutural, localização e micro-clima (condições de umidade, presença de agentes agressivos, etc.). Onde foram levantadas as possíveis causas das manifestações patológicas encontradas;

### 2.2 Amostragem para inspeção detalhada

Para inspeção mais detalhada, foram definidas áreas específicas com os seguintes pontos indicados no croqui abaixo e detalhado nas Fig. 2 e 3:

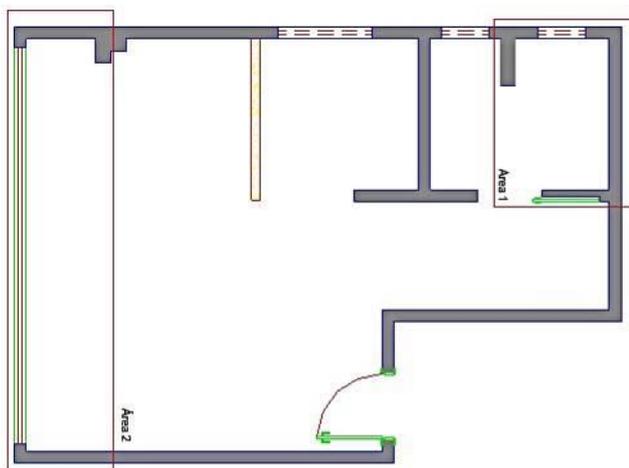


Figura 2 - Elemento Estrutural e detalhe do local da inspeção na laje do Pavimento Superior.

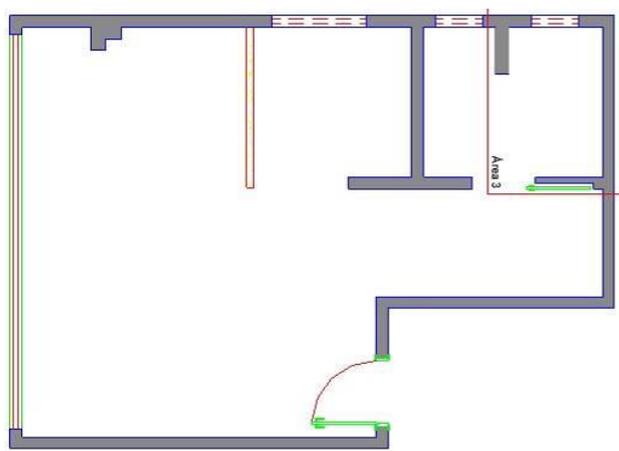


Figura 3 - Elemento Estrutural e detalhe do local da inspeção detalhada na laje de piso do apartamento.

#### 2.1.1 Descrições das patologias identificadas na área 1 no imóvel



Figura 4 - Detalhe das manifestações patológicas encontrada na Área 1

Nas manifestações patológicas identificadas na área 1, as barras de aço encontram-se desprotegidas no concreto. A deterioração mostrada na Fig. 4 é caracterizada pela oxidação da armadura, ou seja, isso configura um ambiente agressivo, gerando corrosão, por destruição da camada de óxido protetora da barras, indicando neste caso um

mecanismo de corrosão generalizada. Esta é dada em função da redução do PH do concreto pela ação dissolvente dos gases contidos no vapor d'água na atmosfera do ambiente (banheiro). Segundo Souza & Rpipper (1998), a simples presença de água no ar, não causa corrosão; ar puro, saturado e com vapor de água determina apenas uma corrosão muito leve em materiais ferrosos.

Um dos fatores importantes na corrosão do aço é o transporte da umidade através dos poros e fissuras do concreto proveniente do contato direto do concreto com água devido o não isolamento, a falta de um elemento adequado para impermeabilização da laje de concreto da área 1, mostrada na Fig. 4. Essa situação permite a passagem de água pelos vazios do concreto, o que ocasiona o a corrosão das armaduras e gera uma célula eletroquímica pela presença de eletrólito (água) no concreto armado, como mostra a Fig. 5, tornando-se mais um agravante na durabilidade da estrutura, que já encontra-se bastante reduzida devido a infiltração prolongada de umidade ocorrendo. No caso analisado, há perda de grande parte da seção transversal original da barra de aço (<<15%) necessitando fortemente de complementação para que as condições de segurança e desempenho sejam restabelecidas.

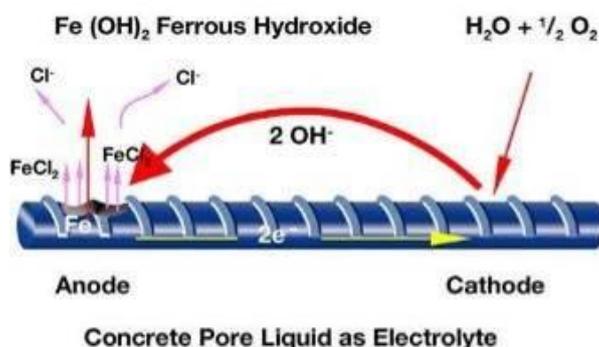


Figura 5 - Célula de corrosão eletroquímica em concreto armado (Catálogos SIKA, 2006)

### Recuperação

A solução para o problema apresentado será fazer um reforço das armaduras existentes que perderam seção através da implementação de novas barras de aço que correspondam a área da seção perdida, situação típica representada na Fig. 6.

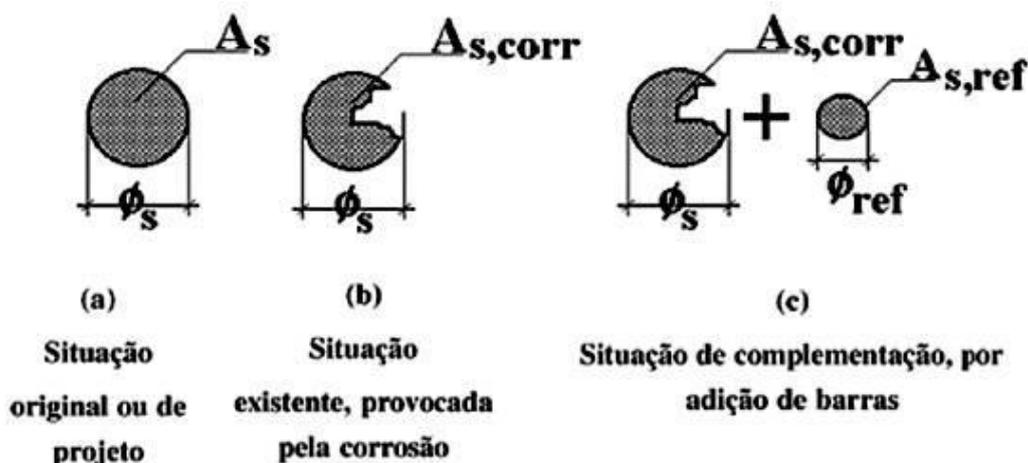


Figura 6 – Reposição da seção original de aço por adição de novas barras  
(Fonte: Souza, V. & Ripper, T. 1998)

Neste caso, a seção transversal da armadura existente será totalmente desprezada, admitindo-se perda integral das barras, como pode ser visto na Fig. 4 (d) e (e). Sabendo-se, principalmente, que a solução não permite grandes alterações na geometria das peças e que havia o impedimento de acesso aos pavimentos superiores, a opção mais eficiente e de rápida execução adotada, é a recuperação por colagem e chumbamento de perfis metálicos, com ajuda de resinas, como pode ser visto na Fig. 7.



Figura 7 - Reforço com perfis metálicos com colagem e com chumbamento.  
(Fonte: Souza, V. & Ripper, T. 1998).

O projeto de recuperação da laje da área 1 levará em conta a concepção original da estrutura, para área de aço e espaçamento indicado no projeto de armadura fornecido. As verificações dos esforços são realizadas para determinar o perfil de aço a ser adotado de acordo as premissas da NBR 8800:2008. As dimensões do perfil metálico a ser adotado é definida em função dos furos realizados para sua fixação e a quantidade necessária de chumbadores para transferência dos esforços solicitantes de projeto para a chapa metálica, considerando a contribuição da aderência propiciada pela resina epoxídica, formando um sistema chumbador-chapa-cola-concreto.

Para o dimensionamento da recuperação, as premissas adotadas foram as mesmas utilizadas para o dimensionamento à flexão no Estádio II: As fissuras no concreto encontram-se abaixo da linha neutra; após a deformação as seções mantêm-se planas; considera-se que os materiais se comportam como elásticos; esforços de utilização na

peça estrutural estará atuante; não há escorregamento da chapa; a espessura da chapa é desprezível; os conectores estão em função da resistência do concreto.

Nas Fig. 8 e 9, são apresentados os detalhes do reforço da laje de concreto armado com recurso da utilização de chapas, cola e conectores metálicos. Um tratamento prévio nas armaduras remanescentes foram realizados para minimizar surgimento de novos pontos de corrosão nos trechos não afetados e no reforço realizado.

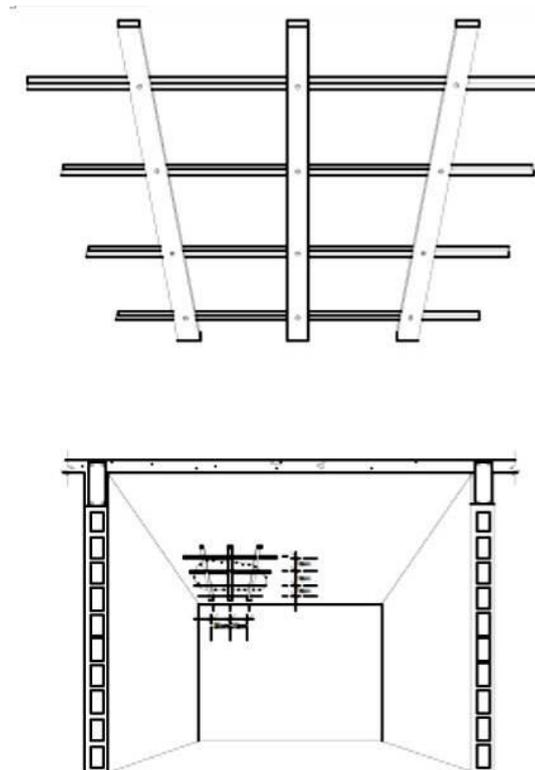


Figura 8 - Detalhe de fixação dos perfis metálicos na laje.



Figura 9 - Execução da recuperação da armadura da laje superior.

## 2.1.2 Descrições das manifestações patológicas identificadas na área 2 do imóvel

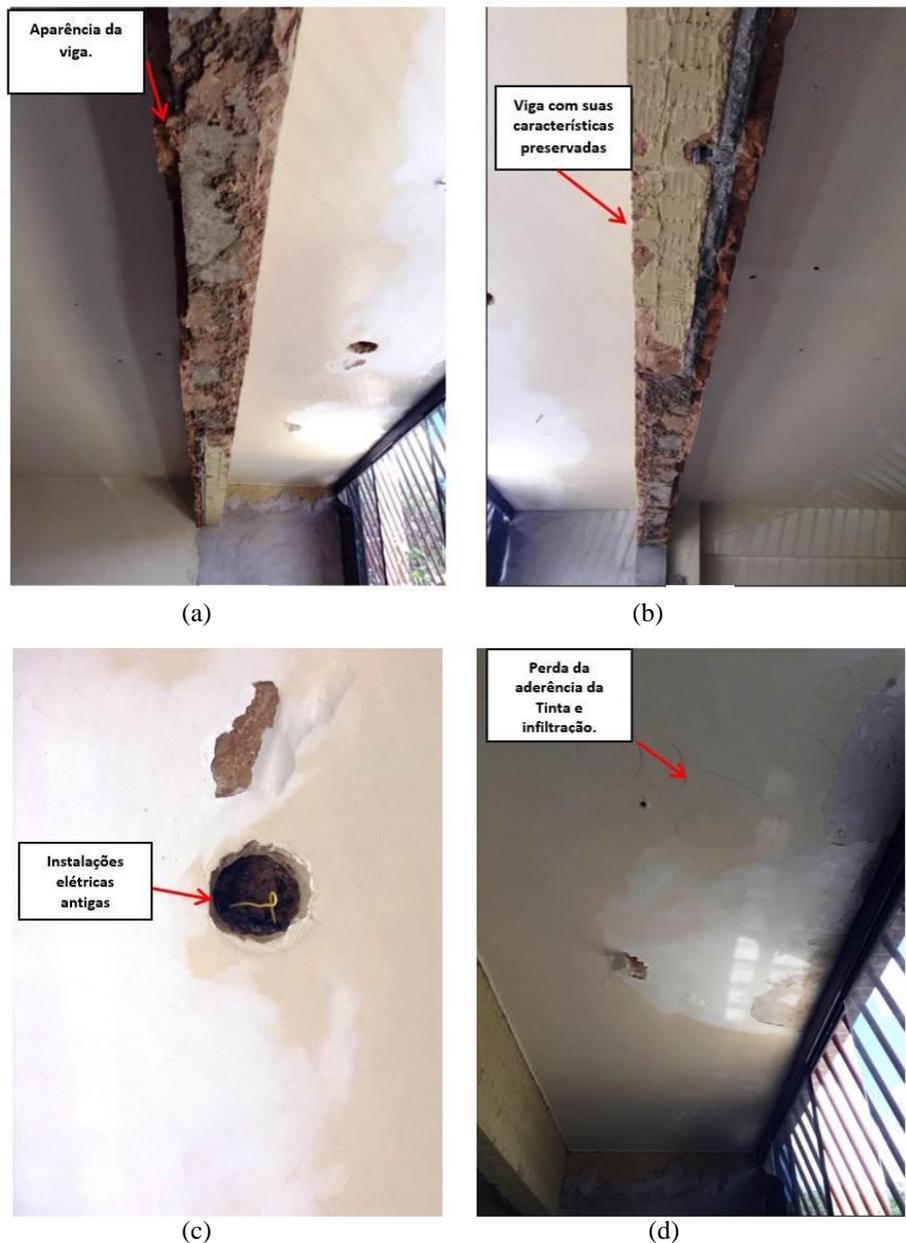


Figura 10 - Detalhe das manifestações patológicas encontrada na Área 2.

De acordo com as características arquitetônicas do edifício, a área 2 é um ambiente exposto as intempéries, como pode ser visto na Fig. 3. A umidade do pavimento superior

apresenta no fundo de sua laje efeitos de bolhas, manchas e eflorescências na pintura com leve desagregação do revestimento (reboco de teto), como pode ser visto nas Fig. 10 (c) e (d). Esta umidade descendente da laje de piso do pavimento superior pode corroer a armadura da laje e vir a comprometer a estrutura, que neste trecho encontra-se em balanço e, portanto, é um ponto que merece real atenção.

Como a vistoria não foi possível pela parte superior da laje, uma inspeção detalha é recomendada. Deverá ser realizada análise nas armaduras negativas da laje em balanço na área 2 pela face superior por um profissional qualificado, para atestar a integridade das armaduras, analisar o sistema de drenagem, para posteriormente fazer a recuperação das armaduras, se for o caso. Deve-se também realizar a impermeabilização da área, observando os caimentos mínimos de 2% para drenagem das águas superficiais e os seus respectivos detalhes de projeto demonstrados no sistema adotado para impermeabilização da área.

### 2.1.3 Descrições das manifestações patológicas identificadas na área 3 no imóvel



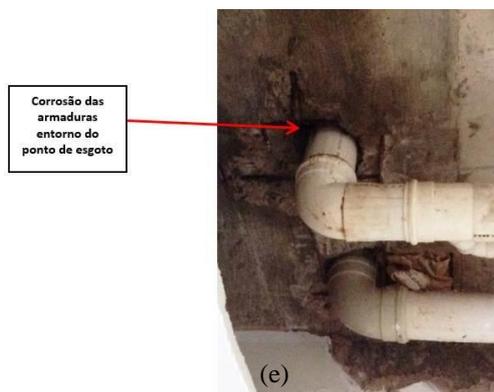


Figura 11 - Detalhe das manifestações patológicas encontrada na Área 3

Na área 3 é observado início de corrosão por expansão das armaduras, proveniente da impermeabilização deficiente do piso do banheiro, Fig. 11(b). Esta corrosão consiste na dissolução e arraste do hidróxido de cálcio existente na laje de concreto endurecido, Fig. 11(c), devido ao ataque das águas dos efluentes do banheiro, sendo também responsáveis pela corrosão sempre que circularem e renovarem-se, diminuído o PH.

É possível observar com mais detalhes pontos de corrosão mais acentuados nas proximidades dos pontos de captação dos efluentes do local, detalhado na Fig. 11(d) agravada pelo pequeno cobrimento das armaduras, comum para época do projeto ou não visto na etapa de execução da estrutura.

Para área 3, uma verificação da capacidade de carga da laje é necessária para atender o projeto de reforma, onde é previsto colocar na área de banho uma banheira, para tanto, a observação da questão de segurança estrutural é realizada de acordo como os cálculos específicos realizados de forma analítica e numerica.

De forma geral, as principais características do elemento estrutural analisado, como as tensões admissíveis do concreto ( $F_{ck}$ ), do aço ( $A_s$ ), altura útil ( $d$ ), espaçamento entre as barras existentes ( $S$ ), módulo de elasticidade do aço ( $E_s$ ), altura da linha neutra ( $x$ ), momento característico na direção  $x$  e  $y$  ( $M_k$ ), carga resistente ( $P_{res}$ ) e solicitada ( $P_{soli}$ ), são descritas na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1 – Características geométricas, propriedades dos materiais e esforços solicitantes obtidos.

$F_{ck}$	$d$	$S$	$A_s$	$E_s$	$x$	$M_{ky}$	$M_{kx}$	$P_{res}$	$P_{soli}$
(MPa)	(cm)	(cm)	(cm <sup>2</sup> )	(Mpa)	(cm)	(kN.m)	(kN.m)	(kN/m <sup>2</sup> )	(kN/m <sup>2</sup> )
20	10	10	3,12	210000	2,19	3,63	7,56	9,84	9,81

Verificação numérica através de análise com elementos finitos.

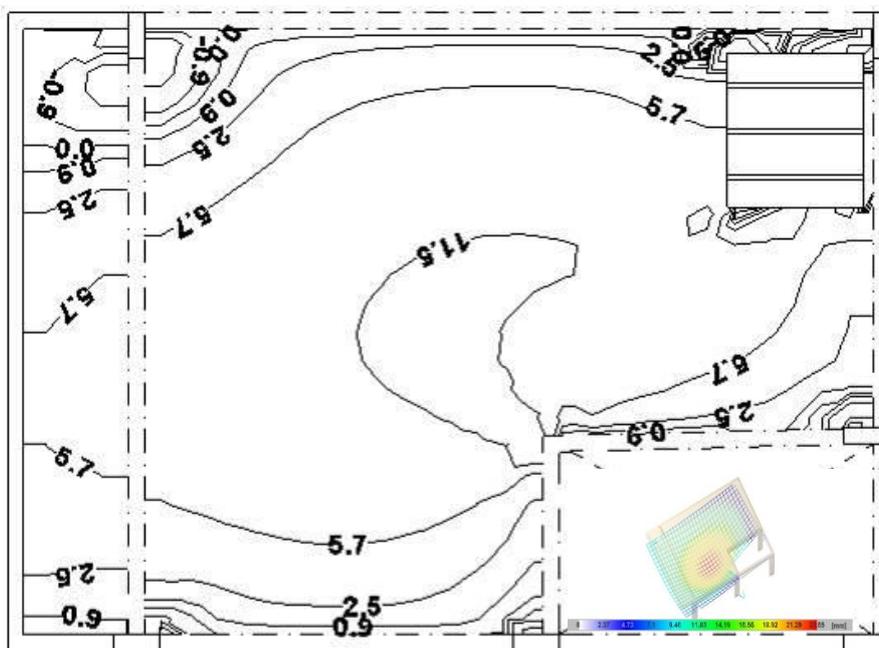


Figura 12 - Esforços devido os momentos fletores de projeto na direção X.

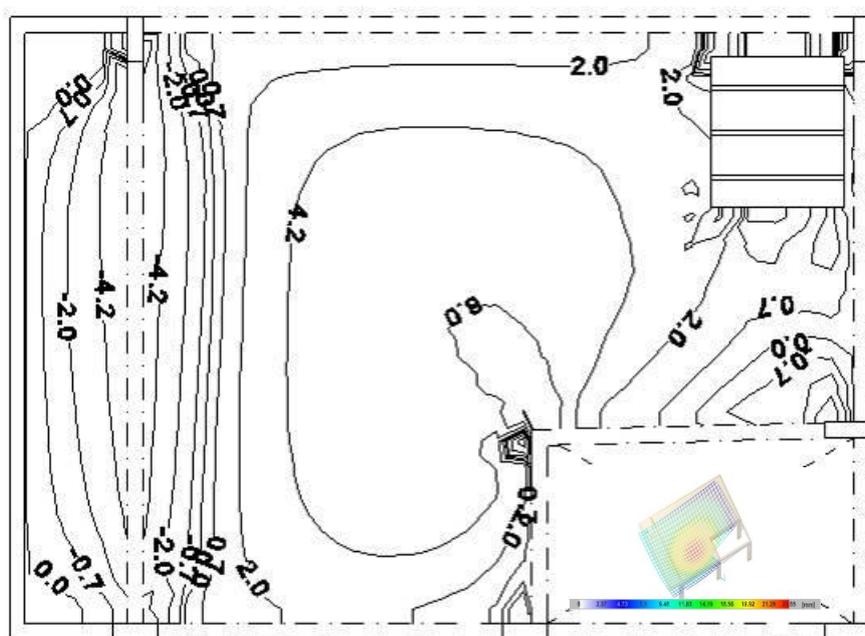


Figura 13 - Esforços devido os momentos fletores de projeto na direção y.

De acordo com os cálculos realizados, não há necessidade de reforço estrutural, sendo necessária somente a recuperação estrutural, admitindo-se a seção transversal existente da armadura, sem que isto implique, diretamente, haver necessidade de

complementação, sendo possível, devido a corrosão não ter se aproximado do limite estabelecido de 15% e a flexibilidade relativa ao coeficiente de segura global que irá obter após a recuperação.

O processo de recuperação se dará através de reparos localizados e rasos, com espessuras de 5 a 25 mm, conforme procedimento informados na Fig. 14.

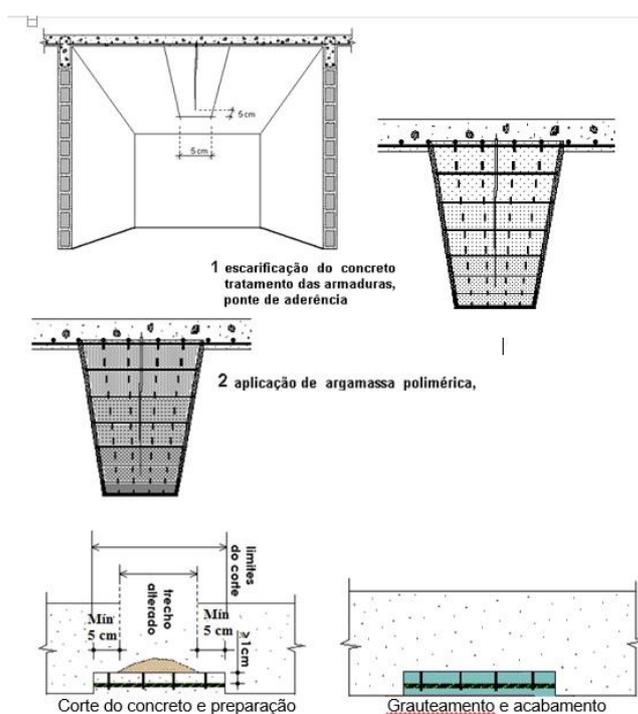


Figura 14 - Procedimento executivos de recuperação das armaduras da laje.

### 3 Considerações finais

Mediante estudos técnicos, baseados nas fundamentações descritas anteriormente, vistoria, análise dos autos, moradores, foi possível estabelecer conclusões relativas aos problemas e questionamentos apresentados em relação às causas das manifestações patológicas observadas no imóvel, bem como a segurança do imóvel à data da vistoria.

Das manifestações patológicas observadas nas vistorias e demais documentações apresentadas, as trincas e fissuras localizadas pelo imóvel, já classificadas anteriormente, tem indubioso nexos de causalidade gerados na etapa de utilização da estrutura (manutenção) e de falhas durante, execução e causas naturais.

Considerando a estabilização das trincas no imóvel objeto desta lide, a conclusão da situação encontrada na vistoria, nos projetos originais e noutros laudos apresentados pelo proprietário do apartamento, pode-se afirmar que o imóvel encontra-se estável sob o ponto de vista das ocorrências listadas nesta lide, devendo, porém ser providenciada as respectivas recomendações indicadas neste laudo com forte atenção a área 1.



## 4 Referências

ABNT NBR 6120 **ações em estruturas;**

ABNT NBR 6118/2003, **Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos ;**  
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6118:** Projeto e execução de obras de concreto armado. Rio de Janeiro: 2014.

ABNT NBR 8800/2008 **Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios;**

ABNT NBR 5674/1999, **Manutenção de edificações – Procedimentos ;**

ABNT NBR 14037/1998, **Manual de operações, uso e manutenção das edificações;**

ABNT NBR 13752/1996, **Perícias de engenharia na construção civil;**

ABNT NBR 12655/1996, **Concreto - Preparo, controle e recebimento;**

ABNT NBR 14931/2003, **Execução de estruturas de concreto – Procedimento;**

ADEMI-PE /2004, **Manual de uso, manutenção e inspeção das edificações**

ADEMI NEWS /2004. **Manutenção e inspeção: responsabilidade de todos, ANO 5, NO.51,DEZ.**

BAPE-SP, **Norma de Inspeção predial do IBAPE-SP, 2004.**

COMITÉ EURO-INTERNATIONAL DU BÉTON. **CEB-FIP Model Code 1990.** London, Thomas Telford, 1993.

IBRACON/ABECE/IBAPE-SP /2005. **Manifesto Público, Segurança das obras civis**

HELENE, PAULO & PEREIRA, FERNANDA. **Manual de Rehabilitación de Estructuras de Hormigón. Reparación, Refuerzo y Protección.** SÃO PAULO, 2003. V. 1. 750 P. ISBN: 8590370712

THOMAZ, E.; **Trincas em Edifícios, PÁG. 97.** SÃO PAULO, 1949

SOUZA, V. C & RIPPER, T. **Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto – SÃO PAULO : PINI, 1998**

PFEIL, W.,PFEIL, M. **Estruturas de aço: dimensionamento prático – 8ª ED. – RIO DE JANEIRO: LTC, 2009**