Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

ESTUDO DE CASO DE UMA ESTRUTURA DE CONCRETO ARMADO POR MEIO DA APLICAÇÃO DO MAPA DE DANOS

I. BONATTO
Graduanda de Engenheira Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
isabellabbonatto@gmail.com

N. C. G. ZEM
Graduanda de Engenharia Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
dinne.zem@gmail.com

A. P. B. CAPRARO
Engenheira Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
anapcapraro@gmail.com

G. C. RÉUS
Engenharia Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
gio_reus@yahoo.com.br

M. H. F. MEDEIROS
Professor Doutor do Departamento de Construção Civil
Universidade Federal do Paraná
Paraná; Brasil
medeiros.ufpr@gmail.com

RESUMO

O mapa de danos é um instrumento gráfico-fotográfico amplamente empregado na área de restauro. Essa ferramenta consiste em um levantamento detalhado das manifestações patológicas presentes em uma estrutura e sua representação por meio de simbologias em plantas e elevações. Neste trabalho, foi realizado um estudo de caso, contemplando o mapa de danos e a análise de projeto de uma edificação pública no Campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A obra foi paralisada na fase estrutural há 6 anos, possibilitando o surgimento de mecanismos de deterioração, intensificados por erros construtivos e inconformidades de projeto. A elaboração do mapa foi concebida a partir de inspeções visuais da edificação em questão. Os registros das degradações foram feitos por meio de fichas de identificação de danos – FIDs, para cada elemento estrutural vistoriado. Posteriormente, os dados coletados foram transformados em representações esquemáticas inseridas na planta superior da edificação. O objetivo dos registros é gerar um mapa bastante visual e de fácil identificação das manifestações patológicas, relacionando os agentes e as causas principais. Com esse trabalho, foi possível analisar as áreas mais precárias da edificação e, a partir disso, estudar suas causas e soluções, visando auxiliar o órgão responsável na continuidade da obra.
Palavras-chave: Mapa de danos, manifestações patológicas, inspeção, concreto armado.

ABSTRACT

'Damage map' is a graphic - photographic tool widely used in restoration of historic buildings. This tool consists in a detailed mapping of the existing pathological manifestations in a structure and it's presented through symbols in floor plans and elevations. In this work, a case study on a public building in Polytechnic Campus of Federal University of Paraná (UFPR) was conducted using damage mapping and analyzing it's design. The construction was halted in its structural phase 6 years ago. An exposed structure gave place to deterioration, intensified by construction errors and bad design. The Damage Map was conducted through visual inspections and the data gathered through FID's (Damage Identification Records) for every structural element checked. The collected data was represented as schematic representation in the structure's upper floor plan. The aim is to visually represent and identify the location and characteristic the pathological manifestations in the structure, relating those to its agents and causes. With this work, we were able to analyze the most damaged areas of the structure, diagnose the problems, its causes and solutions. With this information, the authorities responsible for continuing the project have a broader perspective on how to approach this task in the most efficient manner.
Keywords: Damage map, pathological manifestations, inspection.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

1. INTRODUÇÃO

A patologia na engenharia civil tem como principal objetivo identificar e analisar quedas de desempenho dos elementos da construção [1].

Como material mais empregado na construção civil, o concreto armado é extremamente complexo em sua microestrutura e interação com seus componentes [2]. Má qualidade ou emprego incorreto dos materiais, exposição a ambientes agressivos, condições climáticas adversas, são alguns dos fatores favoráveis ao surgimento de manifestações patológicas no material, como fissurações, manchamentos e desplacamentos, resultando em perda das propriedades de resistência do concreto e comprometendo sua durabilidade.

Para facilitar o estudo de recuperação de estruturas foram criadas metodologias para a identificação e localização de mecanismos deterioradores em edificações, como o mapa de danos, aplicado neste trabalho. O mapa de danos é um documento que sintetiza o resultado das investigações sobre as alterações estruturais e funcionais nos materiais, nas técnicas, nos sistemas e nos componentes construtivos [3].

Ainda é recomendado que o levantamento das informações para a elaboração do mapa de danos se dê em três etapas: vistoria no local, no qual devem ser registrados a existência, gravidade e alcance dos danos, levantamento de dados históricos sobre a edificação e sobre os problemas surgidos e ensaios e estudos laboratoriais para complementação do estudo [3].

O objeto em foco deste estudo é uma estrutura de concreto armado com três pavimentos que teve sua construção paralisada há seis anos na fase de execução da estrutura. O projeto da edificação previa blocos didáticos com salas de aulas e laboratórios para o curso de Educação Física da Universidade Federal do Paraná.
O trabalho foi realizado a partir de inspeções visuais, registradas em fichas de identificação de danos (FIDs), planilhas eletrônicas e plantas da edificação. Ao final do estudo, foi elaborado um mapa de danos com representações gráficas na planta superior da edificação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ERROS EXECUTIVOS

Os erros construtivos são provenientes da etapa executiva da obra, que muitas vezes não recebe a fiscalização e o controle adequado pelo(s) engenheiro(s) responsável(s). A falta de mão de obra qualificada na indústria da construção civil é um grande agravante desta questão, uma vez que a falta de capacitação profissional traz como consequência erros de prumo, esquadro e de alinhamento dos elementos estruturais, entre outros. Outro complicador é a ausência de fiscalização dos serviços realizados, que permite a falta de controle do traço do concreto e do travamento adequado das fôrmas e erros na colocação da armadura e de outros elementos estruturais. Juntamente com isso, a falta de controle de qualidade dos materiais utilizados, incluindo a não fiscalização do recebimento e a falta de especificações no projeto novamente favorecem a execução dos erros executivos em obras de construção civil [4].

2.2 ERROS DE PROJETO

O bom gerenciamento de um projeto é uma peça fundamental na execução de um empreendimento. É difícil identificar quais os principais pontos causadores de manifestações patológicas em uma construção, visto que podem ser de origem executiva, de projeto ou ocasionadas pelo envelhecimento natural da estrutura [5]. No entanto, sabe-se que a falta de atenção na elaboração de um projeto gera problemas patológicos graves na estrutura, tornando a construção mais cara, visto a necessidade de reparos posteriores. Erros desse porte podem gerar problemas como falta de compatibilização entre a estrutura e a arquitetura, especificação inadequada dos materiais ideais àquele empreendimento, falta ou erro de detalhamento e de padronização das nomenclaturas e convenções, erros de dimensionamento e divergência entre projetos.

2.3. MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

As manifestações patológicas são ocorrências em estruturas de concreto ou outros tipos de estruturas, provenientes do envelhecimento natural da estrutura, acidentes, irresponsabilidade técnica, erros de execução da estrutura, erro de projeto, falta de avaliação dos riscos, entre outros [6] . Essas manifestações tendem a gerar problemas que afetam a

durabilidade das estruturas de concreto. A soma de tantos fatores negativos incidindo sobre a execução de uma estrutura, gerou a necessidade da criação de um novo campo da engenharia civil designado Patologia das estruturas. Essa área de estudos é definida como o estudo das origens, formas de manifestação, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas e dos sistemas de degradação das estruturas [7]. Desta forma, esse campo visa o reconhecimento das anomalias, mas também no que se refere à concepção do projeto e da execução das estruturas.

No estudo em questão, foram identificadas manifestações patológicas tais como eflorescências, fissuras, manchamento por corrosão e presença de matéria orgânica nos elementos estruturais.

A eflorescência é uma manifestação patológica que ocorre quando uma estrutura de concreto armado fica exposta ao ambiente sem proteção e, desta forma, ocorre a entrada de água no interior da estrutura. Assim, atuando como agente mobilizador de sais, a água dissolve a cal livre na matriz cimentícia e a transporta para a superfície. Neste local, a água evapora e o sal é precipitado, possibilitando o surgimento de pó ou manchas de sais. Esse processo acarreta a diminuição da alcalinidade do concreto [8].

As fissuras podem ocorrer a partir de falhas na concretagem e de sobrecarga nas [9]. A abertura no concreto deixa-o mais suscetível a penetração de dióxido de carbono e de cloretos, tornando-o vulnerável a ataques de cloretos e ao aumento da frente de carbonatação no concreto, criando um ambiente propício para a corrosão.

Difusão de cloretos, ataques por sulfato, reação álcali-agregado e carbonatação são algumas das principais causas de corrosão de armadura, uma vez que criam condições favoráveis a quebra da película de passivação. O processo corrosivo pode ser intensificado pelo acesso de oxigênio e umidade no concreto armado e pode acarretar em perda da seção da armadura e desplacamento da camada de cobrimento do concreto, podendo assim leva-la ao colapso [10].

3. OBJETIVO

O trabalho visa elaborar um mapa de danos e juntamente, realizar uma análise de projeto de uma edificação do Campus Centro Politécnico da Universidade Federal do Paraná (UFPR), de forma a gerar representações gráfico-fotográficas dos danos presentes na estrutura de concreto armado. A presente pesquisa busca auxiliar o órgão responsável pela edificação no que diz respeito a continuidade da construção.

4. METODOLOGIA

O trabalho foi dividido em quatro etapas, sendo elas: inspeção visual, tabulação de dados, elaboração do mapa de danos e análise de projeto.

4. 1. PROCEDIMENTO EMPREGADO NA FASE DE INSPEÇÃO VISUAL

Na fase de inspeção visual foram analisadas manifestações patológicas e erros construtivos de todos os elementos estruturais da obra (pilares, vigas, laje da cobertura e laje do piso) para os três pavimentos da edificação, conforme número descrito em projeto. O registro das inspeções se deu em Fichas de Identificação de Danos (FIDs), que identificavam o responsável pela coleta de informações, a data da vistoria, o número da ficha, o elemento estrutural vistoriado e a caracterização do dano observado.

As FIDs de manifestações patológicas contemplavam fissura, eflorescência, armadura exposta, matéria orgânica, acúmulos de água e manchamentos, como mostra a Figura 69. Através das FIDs de erros construtivos, por sua vez, foram identificados desencontros pilar-viga, armadura exposta, pequena camada de cobrimento, reparo, presença de pregos, ninhos de concretagem, presença de madeira nos elementos estruturais, junta de dilatação inadequada, seção irregular das peças e desconformidade de forma.

Ficha de Identificação de Danos (FID) – Manifestações Patológicas

Data da vistoria:	Número da ficha:
Responsável pela coleta de informações:	
Identificação do elemento construtivo (nome e numeração segundo projeto):	
Caracterização do dano e localização: _____	
☐ Fissura: _____ ☐ Eflorescência: _____ ☐ Corrosão (armadura exposta): _____ ☐ Manchas de corrosão: _____ ☐ Matéria orgânica; _____ ☐ Acúmulo de água na laje: _____ ☐ Acúmulo de água no pé do pilar: _____ ☐ Manchamento por infiltração: _____ ☐ Manchamento por gotejamento: _____	
Observações: _____	

Figura 69: Ficha de Identificação de Danos de manifestações patológicas

Para padronizar a representação dos elementos construtivos, foi estabelecida uma nomenclatura a ser usada nas FIDs.

Tabela 1 - Nomenclatura utilizada nas Fichas de Identificação de Danos (FIDs)

Nomenclatura	Elemento estrutural
LC	Laje da cobertura
VC	Viga da cobertura
P2	Pilar do 2º pavimento
VP2	Vigas do 2º pavimento
P1	Pilar do 1º pavimento
LP1	Laje do 1º pavimento
VP1	Viga do 1º pavimento
PT	Pilar do térreo

Após o preenchimento das Fichas de Identificação de Danos para todos os elementos da edificação, os dados foram transferidos para planilhas eletrônicas, a fim de facilitar na elaboração do mapa de danos.

4.2. PROCEDIMENTO EMPREGADO NA FASE DE ELABORAÇÃO DO MAPA DE DANOS

Para a elaboração do mapa de danos, foram implementados símbolos representativos de forma circular com cores e siglas (Figura 70) que, inseridos na planta, geram um mapa visual e completo dos danos da edificação.

Tabela 2 - Simbologia utilizada na elaboração do Mapa de Danos

Erros Construtivos			Manifestações Patológicas		
Cor	**Sigla**	**Significado**	**Cor**	**Sigla**	**Significado**
Roxo	R	Reparo	Verde	MC	Mancha de corrosão
Amarelo	AE	Armadura Exposta	Rosa	F	Fissura
Verde-escuro	SI	Seção Irregular	Verde-musgo	AP	Água no Pilar
Rosa	S	Segregação	Azul	AL	Água na Laje
Cinza	M	Madeira	Verde-piscina	MO	Matéria Orgânica
Lilás	P	Prego	Rosa escuro	E	Eflorescência
Verde-claro	JI	Junta Inadequada	Laranja	MG	Mancha de Gotejamento
Vermelho	PV	Desencontro viga-pilar	Verde-claro	MI	Mancha de Infiltração
Laranja	PP	Desencontro pilar-pilar	Marrom	C	Corrosão
Rosa escuro	DF	Desalinhamento de forma			
Verde	A	Abaulamento			
Preto	PC	Pequena camada de cobrimento			

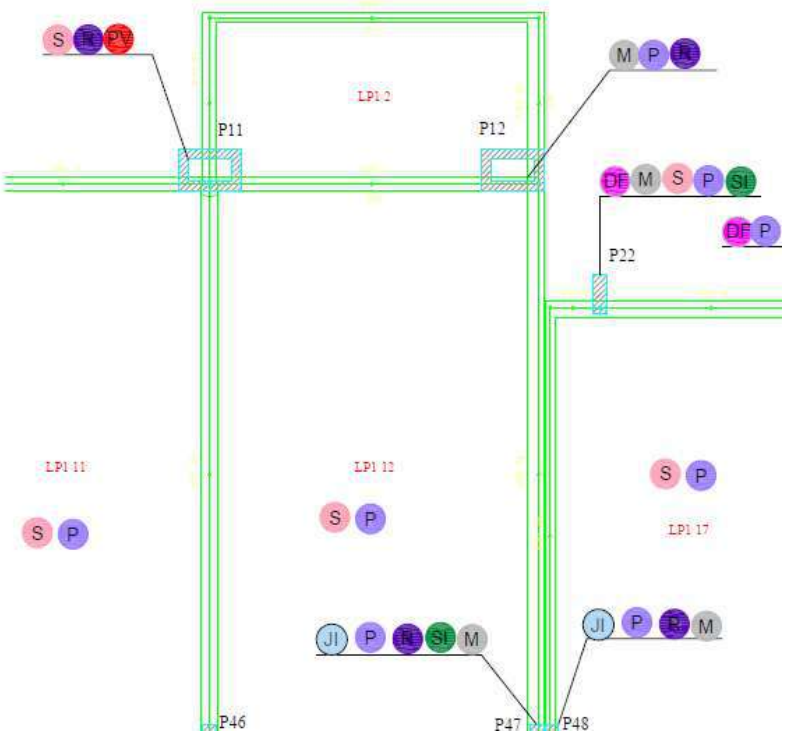

Figura 70: Recorte do mapa de danos do 1º pavimento, vista superior

O mapa de danos foi dividido em partes, visando facilitar o entendimento e a leitura dos dados. Para cada pavimento, foram elaborados dois mapas de manifestações patológicas: um deles abordava a vista superior (laje superior e vigas) e outro, a vista inferior (lajes inferiores e pilares). O mesmo foi feito para o mapa de erros construtivos. Dessa forma, o mapa do segundo pavimento é dividido em vista superior (Laje da cobertura e vigas da cobertura) e vista inferior (Lajes do 2º pavimento e pilares).

4.3. PROCEDIMENTO EMPREGADO NA FASE DE ANÁLISE DE PROJETO

Foi realizada uma análise de projeto da edificação, através de estudos dos elementos construtivos que constam nos projetos estruturais da edificação e, posteriormente, com visitas em campo, foi verificada a presença desses elementos na obra.

5. RESULTADOS

5.1 Análise dos defeitos construtivos

A análise dos defeitos construtivos foi realizada por meio de análise visual de todos os elementos. A Tabela 43, a Tabela 43 e a Tabela 44 resumem os principais erros construtivos encontrados no térreo, 1º pavimento e 2º pavimento, respectivamente.

Tabela 42 – Resumo dos principais defeitos construtivos encontrados no térreo

Erro construtivo	Pilares	Vigas	Laje superior	Total
Abaulamento	0	0	1	1
Desalinhamento do Pilar/Viga	2	7	0	9
Desencontro do pilar/viga	1	1	0	2
Armadura Exposta	2	14	1	17
Presença de madeira	70	43	45	158
Pilar-viga desencontrados	9	10	0	19
Ninhos de Concretagem	72	37	18	127
Pequena camada de cobrimento	0	7	6	13
Presença de pregos/arame	13	34	38	85
Reparos	96	30	0	126
Junta Inadequada	7	1	0	8
Seção Irregular	0	6	1	7
Desalinhamento de forma	0	0	8	8
Laje Viga Desencontrado	0	0	0	0
Desarranjo de forma	9	6	13	28
Total	281	196	131	608

O elemento que mais apresentou erros construtivos no térreo foram os pilares, totalizando 218 erros, sendo que 84% deles correspondem aos reparos realizados durante o período de construção da estrutura, provavelmente motivado por falhas de adensamento do concreto.

Tabela 43 – Resumo dos principais defeitos construtivos encontrados no 1º pavimento

Erro construtivo	Pilares	Vigas	Laje superior	Laje inferior	Total
Abaulamento	0	1	11	0	12
Desalinhamento do Pilar/Viga	63	19	0	0	82
Desencontro do pilar/viga	2	0	0	0	2
Armadura Exposta	3	11	0	10	24
Presença de madeira	41	30	47	4	122
Pilar-viga desencontrados	4	12	0	0	16
Ninhos de Concretagem	51	40	4	58	153
Pequena camada de cobrimento	2	6	9	10	27
Presença de pregos/arame	35	30	44	44	153
Reparos	83	18	0	0	101
Junta Inadequada	15	4	0	0	19
Seção Irregular	72	25	0	0	97
Desalinhamento de forma	0	0	29	0	29
Laje Viga Desencontrado	0	0	0	0	0
Desarranjo de forma	0	0	0	0	0
Total	371	196	144	126	837

Assim como no pavimento térreo, o elemento que apresentou mais defeitos construtivos foram os pilares, sendo que os reparos durante a construção foram os erros mais comuns, totalizando 75% dos erros encontrados.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Tabela 44 – Resumo dos principais defeitos construtivos encontrados no 2º pavimento

Erro construtivo	Pilares	Vigas	Laje inferior	Total
Abaulamento	0	2	0	2
Desalinhamento do Pilar/Viga	0	0	0	0
Desencontro do pilar/viga	13	0	0	13
Armadura Exposta	1	5	2	8
Presença de madeira	21	16	1	38
Pilar-viga desencontrados	0	1	0	1
Ninhos de Concretagem	41	16	59	116
Pequena camada de cobrimento	4	9	0	13
Presença de pregos/arame	15	15	4	34
Reparos	68	10	0	78
Junta Inadequada	9	0	0	9
Seção Irregular	28	5	0	33
Desalinhamento de forma	0	0	0	0
Laje Viga Desencontrado	0	3	0	3
Desarranjo de forma	0	3	0	3
Total	200	85	66	351

No 2º pavimento os reparos representaram 62% dos erros encontrados. Além destes erros construtivos, foram comumente encontrados ninhos de concretagem e madeira proveniente das formas ainda aderidas a superfície do concreto.

5.2 Análise das manifestações patológicas

Bem como a análise dos defeitos construtivos, a análise das manifestações patológicas foi feita por meio de inspeção visual e resultou em uma tabela resumo de todas as manifestações patológicas encontradas (Tabela 45, Tabela 46 e Tabela 47). A Figura 71 apresenta o mapa de danos das manifestações patológicas encontradas no 2º pavimento.

Tabela 45 – Resumo das principais manifestações patológicas encontradas no térreo

Manifestação patológica	Pilares	Vigas	Laje superior	Total
Corrosão	0	0	0	0
Manchamento de corrosão	59	36	35	130
Manchamento de Infiltração	17	26	54	97
Manchamento de gotejamento	30	10	0	40
Eflorescência	0	13	50	63
Água no pilar	40	0	0	40
Água Laje	0	0	0	0
Matéria orgânica	54	31	27	112
Carbonatação	0	0	0	0
Fissuras	2	16	10	28
Total	202	132	176	510

Tabela 46 – Resumo das principais manifestações patológicas encontradas no 1º pavimento

Manifestação patológica	Pilares	Vigas	Laje superior	Laje inferior	Total
Corrosão	8	34	44	1	87
Manchamento de corrosão	57	39	29	41	166
Manchamento de Infiltração	9	18	0	6	33
Manchamento de gotejamento	20	10	0	4	34
Eflorescência	0	1	5	0	6
Água no pilar	14	0	0	0	14
Água Laje	0	0	0	41	41
Matéria orgânica	70	22	8	53	153
Carbonatação	0	0	0	0	0
Fissuras	21	23	11	1	56
Total	199	147	97	147	590

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

Tabela 47 – Resumo das principais manifestações patológicas encontradas no 2º pavimento

Manifestação patológica	Pilares	Vigas	Laje superior	Laje inferior	Total
Corrosão	0	0	0	0	0
Manchamento de corrosão	24	13	36	15	88
Manchamento de Infiltração	12	11	41	0	64
Manchamento de gotejamento	31	0	2	1	34
Eflorescência	0	6	32	1	39
Água no pilar	10	0	0	0	10
Água Laje	0	0	0	40	40
Matéria orgânica	58	12	35	44	149
Carbonatação	10	0	0	0	10
Fissuras	17	17	16	1	51
TOTAL	162	59	162	102	485

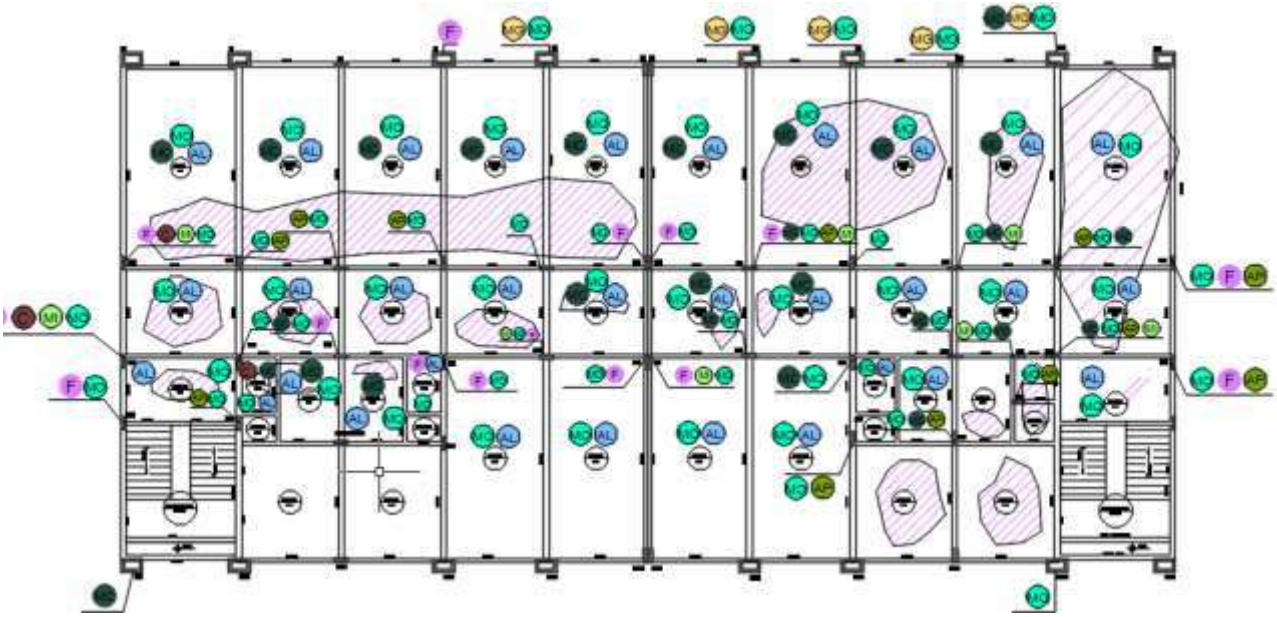

Figura 71 – Mapa de danos da região central do 2º pavimento

É possível observar que a manifestação patológica mais recorrente é o manchamento por corrosão e a presença de matéria orgânica (Figura 72). O manchamento por corrosão foi observado 384 vezes e a presença de matéria orgânica, 414 vezes.



Figura 72: Presença de matéria orgânica em viga do 2º pavimento

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

5.3 Análise de projetos

Foi realizada análise visual comparativa entre o projeto e a estrutura construída, a fim de verificar possíveis desacordos entre projeto e execução. As incompatibilidades foram encontradas nos pilares P111 e P113, bem como em vigas dos patamares de duas escadas da edificação.

- Pilar P111:

A incompatibilidade do pilar P111 se encontra no projeto de formas e no detalhamento dos pilares. No primeiro, não há indicação do nível onde o pilar morre, enquanto no segundo, é especificado que ele apresenta apenas 115 cm de altura. Contudo, o que se verifica em obra é que o pilar morre diretamente na laje do 1º pavimento, sem a presença de vigas ou capitéis, como pode ser observado na Figura 73. Foi possível verificar também a presença de armaduras na laje do 1º pavimento, na posição exata do P111 (Figura 74), o que indica que foram deixadas esperas para a continuação do pilar.



Figura 73: Pilar P111



Figura 74: Armadura do Pilar P111 na laje do 1º pavimento

É importante ressaltar que, pela análise do projeto, não há especificação exata de onde o pilar P111 deveria morrer. Fato que gera dúvida em como este pilar deveria ser executado.

- Pilar P113:

No pilar P113, a desconformidade também se apresenta no projeto de formas e no detalhamento dos pilares. Enquanto no projeto de formas o pilar P113 morre na laje de piso do 1º pavimento, no detalhamento dos pilares, o elemento estrutural morre na laje do pavimento térreo, com altura total de apenas 115 cm. Assim, o projeto gera dúvidas em relação ao comprimento total deste elemento. Este pilar foi executado até a laje de piso do 1º pavimento (Figura 73), mesmo sem o detalhamento das armaduras entre o térreo e o primeiro pavimento.

- Vigas dos patamares das escadas:

As vigas laterais de apoio dos patamares das escadas foram representadas por linhas descontínuas. Em função disto, estes elementos aparentam terminar junto ao patamar, ou seja, em balanço (
Figura 75). Entretanto, no detalhamento das vigas, o comprimento especificado é de 668,05 cm, o que indica que as vigas deveriam ser apoiadas em pilares (Figura 76).

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



Figura 75: Formas da escada

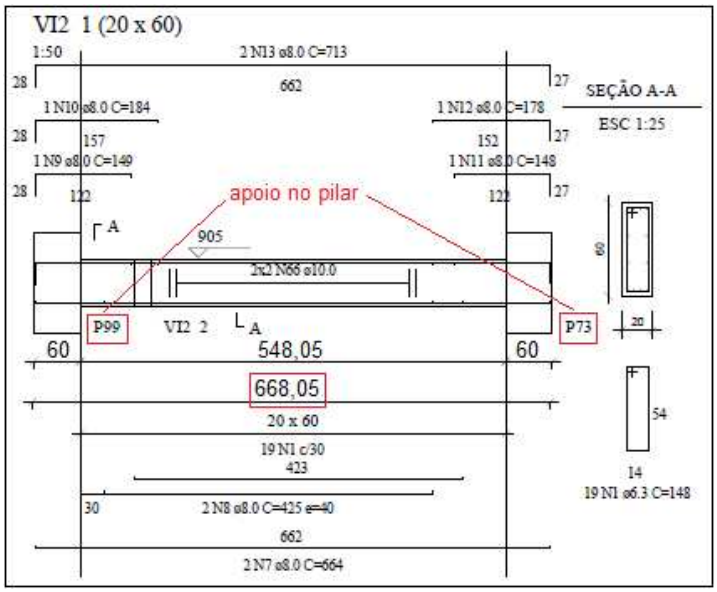

Figura 76: Detalhamento da viga VI2 1

Apesar do detalhamento das vigas, estes elementos estão executados em balanço, apoiando-se apenas em um dos pilares, como é possível observar na Figura 77.



Figura 77**:** Vigas da escada executadas em balanço

As desconformidades relatadas foram verificadas nas vigas de 4 patamares de escadas da edificação. Nas escadas 1 e 2, ambas do pavimento térreo ao 1º pavimento e do 1º pavimento ao 2º pavimento.

Foi encontrado também uma divergência na locação da obra, que foi executada rotacionada 180º em relação ao indicado em projeto.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

6. CONCLUSÕES

Por meio da elaboração do mapa de danos e avaliação das desconformidades de projeto, foi possível concluir que:

- Os defeitos construtivos mais recorrentes na estrutura foram a presença de reparos, madeira aderida a superfície do concreto e ninhos de concretagem. Essas falhas foram generalizadas na estrutura, com ênfase na região dos pilares;
- As manifestações patológicas mais presentes na estrutura foram manchas de corrosão e presença de matéria orgânica;
- Como a estrutura foi paralisada após a construção da estrutura, a cobertura prevista não foi executada, deixando assim a estrutura exposta às intempéries. Fica evidente que as manifestações mais recorrentes são consequência da penetração de água na estrutura. Há o levantamento de vários pontos com manchas de infiltração, acúmulo de água nas lajes e gotejamento, fatos que evidenciam essa teoria;
- É importante ressaltar que os pontos de infiltração e acúmulo de água podem variar de acordo com a situação em que a inspeção da estrutura foi realizada, no caso de chuva intensa, por exemplo. Portanto é possível que haja ainda mais infiltração na estrutura do que o observado no momento da inspeção;
- As desconformidades observadas demonstram falha de comunicação entre projeto e execução da obra, pois alguns elementos tinham o projeto incompleto ou de difícil compreensão, porém foram executados, sem que houvesse uma correção no projeto.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e Ministério da Educação pelas bolsas concedidas no Programa de Educação Tutorial (PET) e no Mestrado. Além disso, agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento dos equipamentos que deram suporte aos trabalhos de campo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LICHTENSTEIN, N. B. Patologia das Construções. Boletim Técnico 06/86 – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

[2] METHA, P. K., MONTEIRO, P. J. M. Concreto – Microestrutura, Propriedades e Materiais. Ed. PINI. São Paulo, 2008.

[3] TINOCO, E. L. Mapa de Danos – Recomendações Básicas. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais. São Paulo, 2009.

[4] BARRIQUELO, A. R.; MORI, L. M.; RODRIGUES, F. P. M. Análise de manifestações patológicas nas estruturas de habitações de interesse social. SIMPGEU. Maringá, 2012.

[5] CARVALHO, E. L. Patologia das edificações em concreto originadas na fase do uso. PMKB, 2015.

[6] FRANÇA, A. A.; MARCONDES, C. G. N.; ROCHA, F. C.; MEDEIROS; M. H. F.; HELENE, P. Patologia das construções: uma especialidade na engenharia civil. Téchne – Edição 174, 2011.

[7] SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. Patologia, recuperação e reforço de estruturas de concreto. PINI, 1998.

[8] STORTE, M. Manifestações patológicas na impermeabilização de estruturas de concreto em saneamento. Fórum da construção – IBDA. 2012.

[9] OLIVARI, G. Patologia em edificações. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Anhembi Morumbi. São Paulo, 2003.

[10] PEREIRA, J. M. S.; SILVA, L. N.; OLIVEIRA, M. G.; FERREIRA, R. S.; AMARAL, S. W. M. Corrosão em armaduras para concreto armado. Patologia das Edificações, 2014.