Anais do Congresso Brasileiro de Patologia das Construções
CBPAT2016

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM UM PRÉDIO PÚBLICO: UM ESTUDO DE CASO

R. L. MORAES
Graduando FEC/ITEC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
rlmoraes02@hotmail.com

M.J.M PEREIRA FILHO
Mestrando PPGEC/ITEC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
manoelmangabeira@hotmail.com

F. S. QUARESMA
Graduando FEC/ITEC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
quaresma.felipe@gmail.com

A.F. LIMA NETO
Prof. Dr. FEC/CAMTUC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
aaraon@ufpa.br

D. F. A. SANTOS
Mestrando PPGEC/ITEC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
douglas_augustoo@hotmail.com

M. P. FERREIRA
Prof. Dr. FEC/ITEC/UFPA
UFPA
Pará, Brasil
mpina@ufpa.br

RESUMO

No setor da construção civil existe muitos relatos de manifestações patológicas nas edificações. Estas podem ocorrer de diversas formas tais como trincas, fissuras e infiltrações. É fundamental ter conhecimento das causas dos problemas e buscar alternativas para sana-los, pois estes, dependendo da gravidade e do tipo, podem comprometer uma determinada construção. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo de caso referente a um prédio público, relativamente novo, localizado na cidade de Belém/Pa, composto por 1 pavimento térreo, 2 níveis elevados, e 1 nível de cobertura. A estrutura é em concreto armado. As vedações foram executadas com tijolos cerâmicos e com divisórias do tipo drywall. As lajes são pré-moldadas unidirecionais e a cobertura é composta por telhas de aço galvanizado apoiadas sobre perfis metálicos que distribuem a carga na laje e nas vigas de cobertura. Com o tempo, muitos elementos estruturais e não estruturais passaram a apresentar um alto grau de fissuração e início do processo de corrosão. Como forma de analisa-los, foi feita uma inspeção detalhada do edifício, com a realização de um mapeamento minucioso de danos que ele apresentava. Técnicas como escaneamento de armadura, esclerometria e, foram utilizadas com intuito de obter a resistência do concreto, checar se as armaduras foram executadas conforme projeto, e com o uso de ultrassom e fissurômetro, avaliar a abertura e profundidade de fissuras. Ao fim de todas as análises levantou-se as possíveis causas dos problemas e chegou-se à conclusão de que a edificação estava bastante comprometida, apresentando problemas graves, que poderiam comprometer a integridade da edificação.

Palavras-chave: Manifestações patológicas, estudo de caso, prédio público, verificação estrutural.

ABSTRACT

In the civil construction sector there is numerous cases of patologies in buildings. Those problems can occur in several ways like cracks, fissures and leaks. It is fundamental have knowledge of the causes of those patologies e search for alternatives to solve it, even because the whole building can be compromized if the problem is severe. In this context, this paper presents a case study referent to a public building, relatively new, located in Belem/Pa, divided in 1 ground paviment, 2 elevated levels and 1 buiding cover. The whole structure is in reinforced concrete. The seals were made with ceramic bricks and with drywall partitions types. The precast slabs are unidirectional and the cover is composed of galvanized steel tiles supported on metal profiles that distribute the load of the slab and the roof trusses. Over time, many structural and non-structural elements have come to exhibit a high degree of cracking and the beginning of the etching process. In order to analyze them, a detailed inspection of the building was made with conducting a thorough mapping of injuries he had. Techniques such as armor scans, sclerometry and were used in order to obtain the strength of concrete, check if the armor were executed according to the project, and with the use of ultrasound and fissurômetro, evaluate the openness and depth of cracks. After all analyzes rose the possible causes of the problems and came to the

conclusion that the building was quite compromised, with serious problems that could compromise the integrity of the building.

Keywords: Pathologies, case study, public building, structural verification.

1. INTRODUÇÃO

Na engenharia civil, o processo de realização de uma edificação compreende três fases distintas: projeto, execução e utilização. O projeto é nessa etapa que são estabelecidos todos os subsídios necessários para o desenvolvimento do empreendimento. A execução de uma obra é resultado de um conjunto de operações como: planejamento, gerenciamento, organização do canteiro-de-obras, condições de higiene e segurança no trabalho, correta operacionalização dos processos administrativos em seu interior, controle de recebimento e armazenamento de materiais e equipamentos e da qualidade na execução de cada serviço específico do processo de produção. A utilização vai estar relacionada com a finalidade que a edificação foi projetada [1].

No caso de uma baixa qualidade ou ocorrência de falhas em uma ou mais fases de realização de uma edificação provoca defeitos que podem comprometer a segurança e a durabilidade do empreendimento. Nesse caso, a Patologia das Construções é a ciência que estuda todo e qualquer fenômeno que afeta o desempenho do edifício, seja ele físico, econômico ou estético. Essa perda de desempenho pode ocorrer, entre outras razões, devido a projetos mal detalhados, falta de critérios durante a execução de serviços, baixa qualidade e emprego inadequado dos materiais aplicados, manutenção inadequada do edifício [2].

Com base nisso, este trabalho apresenta um estudo de caso realizado em um prédio público da cidade de Belém/PA, o qual apresentava um histórico de diversas manifestações patológicas relacionadas com a fissuração de elementos estruturais (lajes, vigas e pilares) e também de elementos não estruturais, como as paredes de vedação. Além do mais, passou por uma grande reforma, mas várias das ocorrências existentes anteriormente voltaram a se manifestar, indicando que estavam ativas e que suas origens não foram sanadas. Desta forma, objetiva-se apresentar as intervenções realizadas para analisar a situação em que o prédio se encontrava, fazer um levantamento dos problemas encontradas e determinar suas possíveis causas e por fim sugerir medidas para contribuir na sua solução.

1.1. Principais Manifestações Patológicas

Quando uma edificação apresenta algum problema em sua integridade, podem surgir sinais externos, sintomas, indicando que algo não está correto. Algumas vezes esses sinais externos demoram a aparecer e outras podem ser imperceptíveis à maioria dos leigos [3].

Na Tabela 1 é apresentado o levantamento das principais incidências de ocorrências patológicas nas construção. Nela é possível ver que a grande maioria das incidências estão relacionadas com manchas de umidade e bolor em paredes e infiltração. Entretanto se as trincas e fissuras decorrentes de movimentação estrutural e as decorrentes de recalques da fundação, fossem consideradas em apenas uma classificação “TRINCAS E FISSURAS”, estás superariam em 3% o tipo mais incidente.

Tabela 17 – Manifestações patológicas na construção [4]

Tipo de ocorrência	Incidência (%)	Principais causas
Manchas de umidade e bolor em paredes, infiltração	70	Ipermeabilização, revestimento, instalação e qualidade de esquadrias
Trincas e fissuras decorrentes de movimentação estrutural	47	Estrutura inadequada, alvenaria convencional sem vigas e pilares
Trincas e fissuras decorrentes de recalque de fundações	26	Falta de fundação ou inadequada para o solo
Afundamentos pisos (pisos ocos)	9	Má compactação do aterro
Flexão de estrutura do telhado	7	Uso de madeira de baixa qualidade, dimensionamento inadequado da estrutura do telhado
Fixação deficiente das telhas	7	Muitas vezes associado ao problema anterior, instalação de telhas de fibrocimento sem seguir normas do fabricantes
Cupim em madeiras	2	Uso de madeiras de baixa qualidade ou com tratamento inadequado

1.2. Origem das Manifestações Patolôgicas

As manifestações patolôgicas em edificações podem ter origens diferenciadas. De modo geral, os fatores podem ser: endógenos (causas com origem em fatores inerentes à própria edificação), exógenos (causas com origem fora da obra e provocadas por fatores produzidos por terceiros, ou pela natureza) e naturais (causas que podem ser falhas previsíveis ou imprevisíveis, evitáveis ou invitáveis, conforme o caso)" [5].

Na Tabela 2 está sendo mostrada a classificação e uma lista de fatores levando em consideração a origem dos problemas:

Tabela 18 - Lista de patologiias e classificação quanto a origem [6]

Origem Exógena	a) vibrações provocadas por estaqueamento, percussão de máquinas industriais, ou tráfego externo; b) escavações de vizinhos; c) rebaixamento de lençol freático; d) influência do bulbo de pressão de fundações diretas de obra de grande porte em construção ao lado; e) trombadas de veículos em alta velocidade com a edificação; f) explosões, incêndios, acidentes de origem externa
Origem Endógena	a) falhas de projeto; b) falhas de gerenciamento e execução (desobediências às normas técnicas, utilização de materiais de baixa qualidade, ausência ou precariedade de controle tecnológico, utilização de mão de obra não qualificada); c) falhas de utilização (sobrecargas não previstas no projeto, mudança de uso); d) deterioração natural de partes da edificação pelo esgotamento da sua vida útil.
Origem na natureza	a) movimentos oscilatórios causados por movimentos sísmicos; b) ação de ventos e chuvas anormais; c) inundações provocadas por chuvas anormais; d) acomodações das camadas adjacentes do solo; e) alteração do nível do lençol freático por estiagem prolongada ou pela progressiva impermeabilização das áreas adjacentes; f) variações da temperatura ambiente (calor, variações bruscas) g) ventos muito fortes, acima dos previstos em norma técnica.

A maior parte das manifestações patológicas estão relacionadas à falhas de projeto, seguido, de forma decrescente, por falhas na execução, qualidade de materiais, uso inadequado e planejamento deficiente, como pode ser visto na Figura 1, a qual mostra a porcentagem da distribuição das falhas de acordo com sua origem [7].



Figura 26: Distribuição das falhas de projeto [7]

1.3. Abordagem de um problema patológico

Em caso de ocorrência de uma manifestação patolôgica é importante investiga-la cuidadosamente para que suas possíveis causas sejam determinadas e uma medida eficiente para sana-lo seja tomada [8].

Os fenômenos patológicos, de modo geral, habitualmente apresentam manifestação externa característica, a partir da qual se pode deduzir a natureza, a origem e os mecanismos dos fenômenos envolvidos [9].

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

A estrutura para analisar e solucionar problemas patológicos dividida em três partes divide: Levantamento de subsídios, Diagnóstico e Definição da conduta. O levantamento de subsídios consiste em acumular e organizar dados necessários para o entendimento dos fenômenos presentes nos problemas patológicos, por meio de vistorial do local, o estudo da anamnese (histórico do problema) e a realização de exames complementares realizados quando a observação visual não é suficiente. O diagnóstico está relacionado com o entendimento dos fenômenos, buscando identificar as ligações de causas e efeitos que caracterizam uma manifestação patolôgica e assim determinar a sua possível origem. Por fim, a definição da conduta envolve as alternativas de intervenção e tratamento que devem ser tomados com o objetivo de resolver o problema [10].

2. CARACTERÍSTICAS DA EDIFICAÇÃO

Trata-se de uma edificação contrustuida no ano de 2010, com estrutura em concreto armado composta por 1 (um) pavimento térreo, 2 (dois) níveis elevados, e 1 (um) nível de cobertura. As vedações foram executadas com tijolos cerâmicos e com divisórias do tipo drywall. As lajes são pré-moldadas unidirecionais e a cobertura é composta por telhas de aço galvanizado apoiadas sobre perfis metálicos que distribuem a carga na laje e nas vigas de cobertura.

Com o intuito de preservar a identidade da instituição em que o prédio se encontra, não será citado nome e nem sua localização. Vamos considerar como sendo um prédio público da cidade de Belém/PA.

3. METODOLOGIA EMPREGADA

Para uma melhor análise das manifestações patológicas foram repassados os projetos Arquitetônico e Estrutural da edificação em questão. Com estes documentos em mãos, seguiu-se a seguinte metodologia para tratar as manifestações patológicas existentes na edificação:

a) Análise preliminar dos projetos estrutural e de fundações e dos laudos de sondagem a fim de identificar as zonas de interesse para a investigação;

b) Entre 26 e 27 de fevereiro de 2015 foi realizada uma inspeção visual preliminar, a fim de identificar de uma maneira global os problemas existentes, auxiliando no planejamento da inspeção detalhada da edificação;

c) Entre os dias 9 a 28 de março de 2015 foi realizada uma inspeção detalhada do edifício, com a realização de um mapeamento minucioso das ocorrências e danos e com a realização de ensaios não-destrutivos, feitos com o objetivo de analisar o tamanho de fissuras, determinar a resistência e a qualidade do concreto, e confirmar se as armaduras existentes nos elementos estruturais são compatíveis com as especificadas em projeto estrutural.

d) Diagnóstico dos problemas encontrados

e) Sugestão de intervenções para sanar as manifestações patológicas encontradas

4. INSPEÇÃO PRELIMINAR

4.1. Manifestações Patológicas nas Lajes

As lajes de todos os pavimentos são do tipo pré-moldada unidirecional. No caso das lajes de cobertura, foi possível observar fissuras na direção das vigas que servem de suporte. Após a investigação realizada no local, concluiu-se que estas fissuras foram causadas pela falta de armadura negativa na ligação entre os panos de laje. Mesmo que as lajes sejam admitidas em projeto como simplesmente apoiadas, é necessário que sejam utilizadas armaduras para o controle destas fissuras.

Também foram observados que em muitas das vigotas pré-moldadas, na região de contato com as vigas do pavimento apresentava corrosão das armaduras o que provoca o desplacamento do concreto de cobrimento. As Figuras 2.a e 2.b ilustram de maneira geral os danos observados nas lajes da edificação.

Abril de 2016
ISSN 2448-1459



a) Fissura na região da armadura negativa entre laje e viga da cobertura.



b) Armaduras da vigota exposta sofrendo corrosão.

Figura 2: Manifestações patológicas na laje

4.2. Manifestações Patológicas nas Vigas

De uma forma geral, as vigas dos pavimentos elevados apresentam alto grau de fissuração. Foram observadas fissuras de flexão (Figura 3.a), de retração (Figura 3.b), de cisalhamento (Figura 4.a), além de nichos de concretagem (Figura 4.b). No caso da retração, o principal mecanismo de formação é a perda excessiva de água no estado ainda fresco do concreto, podendo ter sido evitada com a cura adequada, principalmente após as primeiras horas de concretagem. Elas diferenciam-se das fissuras de flexão, fundamentalmente devido a sua regularidade de espaçamento e abertura, cortando toda a seção transversal do elemento. Já os nichos de concretagem são provocados por falhas construtivas no processo de adensamento do concreto.



a) Fissuras de Flexão



b) Fissuras de Retração

Figura 3: Fissuras de flexão e retração nas vigas

Abril de 2016
ISSN 2448-1459




a) Fissuras de Cisalhamento b) Nicho de Concretagem

Figura 4- Fissuras de cisalhamento e nicho de concretagem nas vigas

4.3. Manifestações Patológicas nos Pilares

Em alguns pilares foram observadas fissuras horizontais por sobrecarga as quais podem ser ocasionada por uma flexão excessiva das vigas ou devido o fato do concreto apresentar baixa resistência no momento em que a estrutura foi colocada em carga (Figura 5.a). Porém, na grande maioria dos pilares, as fissuras observadas parecem ter origem na retração do concreto (Figura 5.b) devido à deficiência no processo de cura. Foram observados ainda problemas de destacamento do concreto de cobrimento (Figura 5.c) provocados por falhas de concretagem ou por corrosão das armaduras.






a) Fissuras de Flexão b) Fissuras de Retração c) Desplacamento do Concreto

Figura 5: Manifestações patológicas nos pilares

Abril de 2016
ISSN 2448-1459

4.4. Manifestações Patológicas nas Alvenaria

Foram observadas fissuras inclinadas em diversos panos de alvenaria. Estas fissuras localizam-se usualmente próximas aos vãos de portas e janelas, mas também foram observadas em panos de parede sem qualquer abertura. As Figuras 6.a e 6.b ilustram algumas das situações observadas. Após a análise estrutural do edifício, que indicou um baixo nível de rigidez das vigas, conclui-se que estas fissuras estão fundamentalmente relacionadas com o deslocamento excessivo das vigas de suporte do pavimento.



a) Fissuras em pano de alvenaria sem qualquer tipo de fissura



b) Fissuras no vão de janela

Figura 6: Manifestações patológicas nas alvenarias

4.5. Abertura das Fissuras

No mês de março foi feita uma medição inicial da abertura das fissuras nas vigas e pilares. Nos meses de abril e maio foram feitas mais duas medições para o acompanhamento da evolução destas fissuras. As medições foram feitas com o uso de um fissurômetro (Figura 7), que mede a abertura em milímetros das fissuras com precisão de 0,1 mm.



Figura 7: Acompanhamento de fissuras com fissurômetro

De uma forma geral, as fissuras nas vigas apresentam abertura superior a 0,3 mm, limite recomendado por [11]. O acompanhamento da evolução das fissuras mostrou que várias das fissuras em vigas apresentaram redução na abertura,

indicando que em vários elementos estas fissuras estão ativas e requerem a intervenção, a fim de reestabelecer um nível de comportamento adequado em serviço, além de evitar o comprometimento da vida útil da estrutura.

5. INSPEÇÃO DETALHADA

Nas Figuras 8, 9 e 10 apresenta-se plantas dos pavimentos superiores nas quais são indicados os pontos selecionados para a realização dos ensaios nas lajes, vigas e pilares, representados pela letras “TR”, “V” e “P”, respectivamente.

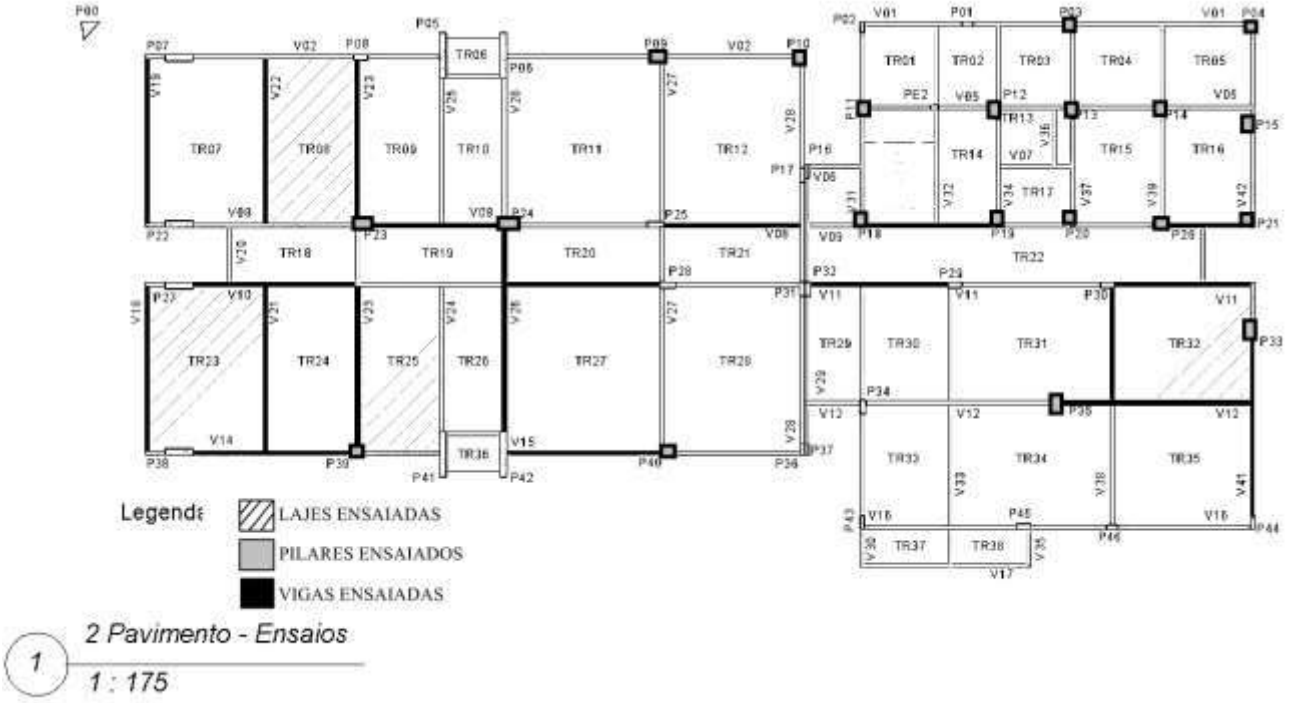

Figura 8: Elementos selecionados para os ensaios no 1º pavimento

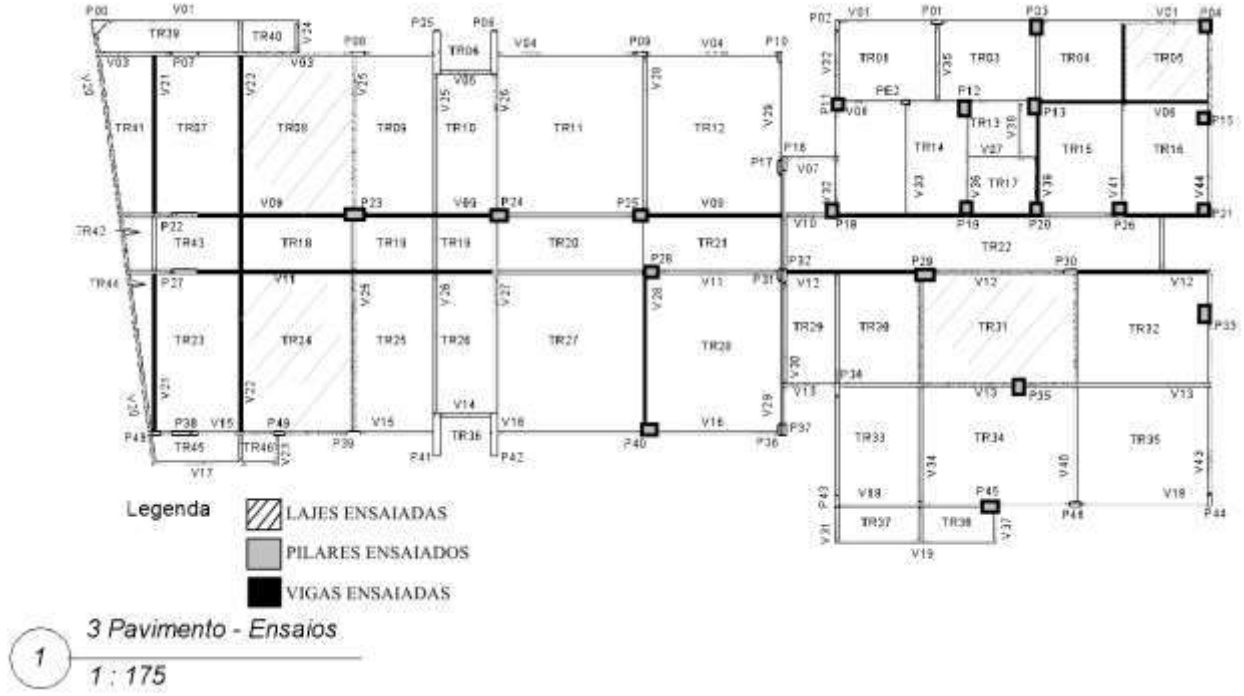

Figura 9: Elementos selecionados para os ensaios no 2º pavimento

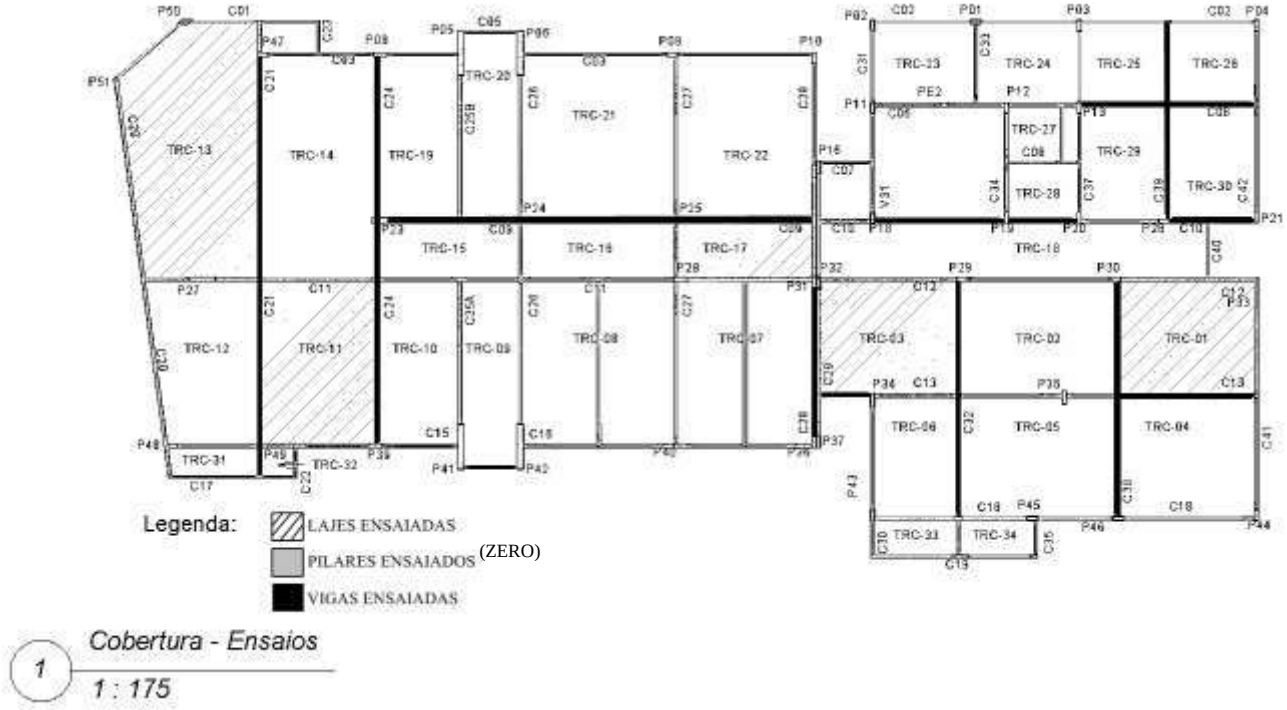

Figura 10: Elementos selecionados para os ensaios na cobertura

5.1. Escaneamento das Armaduras

Um escâner para concreto, mostrado na Figura 11, foi utilizado com o objetivo de auxiliar na determinação da quantidade, posicionamento e diâmetro das armaduras existentes dentro dos elementos de concreto inspecionados. Os resultados obtidos foram utilizados para avaliar se a execução da estrutura seguiu as orientações apresentadas no projeto estrutural. Estes ensaios serviram ainda de suporte para a realização dos ensaios de esclerometria e ultrassom, uma vez que as barras de aço influenciam tanto na dureza superficial como na velocidade da propagação de ondas do concreto.



Figura 11: Ensaio de escaneamento das armaduras

5.2. Ensaios de Esclerometria

Os ensaios de esclerometria foram realizados de acordo com as prescrições da [12], utilizando um esclerômetro de reflexão. Este ensaio serve para estimar a resistência à compressão, através da dureza superficial do concreto. Para isso foi retirada a argamassa de revestimento dos pilares a fim de executar os ensaios na superfície do concreto.

Em cada ponto foram aplicados 12 (doze) golpes, sendo, após isso, determinado o valor médio e o valor característico da resistência do concreto no ponto analisado. Para a execução dos ensaios nas vigas e nas lajes, foi necessário retirar parcialmente o forro. No caso específico das lajes, foi necessário ainda retirar o material de preenchimento na parte inferior (poliestireno), a fim de permitir a aplicação dos golpes na superfície inferior da capa de concreto. A Figura 12 mostra os ensaios de esclerometria realizados.



Figura 12: Realização dos ensaios de esclerometria

5.3. Ultrassom

Foram realizados ensaios com ultrassom nos elementos de concreto, conforme indicado na Figuras 13. Estes ensaios seguiram as recomendações da [13], e foram realizados com o intuito de determinar a profundidade de algumas fissuras nas vigas e nos pilares, observadas durante a inspeção visual.



Figura 13: Ensaios de ultrassom para a determinação da profundidade das fissuras

6. RESULTADOS DOS ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

Os ensaios de escaneamento das armaduras, que foram realizados em todos os elementos onde foram feitos testes de esclerometria e ultrassom, indicaram que de uma forma geral, as armaduras existentes são compatíveis com as armaduras especificadas no projeto estrutural.
Na Tabela 3 são apresentados os resultados dos ensaios de esclerometria. Para determinar a resistência característica (fck) do concreto foi utilizado o procedimento especificado na [14], utilizando-se os valores experimentais apresentados

no Anexo C. Para as lajes, a resistência característica à compressão estimada do concreto foi determinada usando a Equação 1, a qual é recomendada no caso em que o número de ensaios é entre 6 e 20. No caso dos pilares e das vigas, a resistência característica à compressão estimada do concreto foi calculada usando-se a Equação 2, válida para amostras com mais de 20 ensaios.

$$f \quad f_{ck,est} - 2.\left(\frac{f_1 + f_2 + \cdots + f_{m-1}}{m-1}\right)^{\frac{1}{2}}\Big) \tag{1}$$

Onde:
m é a metade do número de n exemplares. Se n for ímpar e f1<f2<...<fm<fn, despreza-se o mais alto valor de n.

$$f_{ck,est} = f_{cm} - 1{,}65.S_n \tag{2}$$

Onde:
fcm é a resistência à compressão média do concreto na idade do ensaio
Sn.é o desvio padrão dos resultados.

Tabela 19 - Resultados dos ensaios de esclerometria

Elemento	Pavimento	Nº de ensaios	f_{cm} (MPa)	$f_{ck,est}$ (MPa)
Pilares	1º	20	20,8	17,0
	2º	20	22,1	17,5
Vigas	1º	20	18,3	16,4
	2º	20	17,9	13,8
	Cobertura	20	16,8	12,3
Lajes	1º	4	21,3	15,8
	2º	4	27,7	24,8
	Cobertura	5	28,0	25,4

De um modo geral, observou-se que a resistência à compressão do concreto da edificação é inferior ao valor mínimo recomendado pela [11], versão vigente no período da concepção da estrutura, que estabelece um valor mínimo de 25 MPa de acordo com a classe de agressividade II, na qual a edificação se encontra. Admite-se que o concreto pode apresentar ganhos de resistência de 20% a 30% até o primeiro ano de sua execução. Se isso for levado em consideração, é possível concluir que, no momento da desforma, o concreto dos pilares e das vigas apresentava baixa resistência, o que pode explicar o elevado grau de fissuração dos elementos estruturais observado durante a inspeção.

De modo qualitativo, buscou-se medir a profundidade de algumas fissuras, a fim de avaliar as condições de integridade da estrutura, conforme apresentados na Tabela 4. De acordo com os resultados, observou-se que alguns elementos apresentaram alta profundidade de fissuração em relação à espessura da peça. Deve-se destacar o caso do pilar P26, cuja fissura atravessa 2/3 da seção transversal, podendo ser capaz de comprometer a capacidade resistente deste elemento.

Tabela 20 - Resultados do ensaio de ultrassom

Pavimento	Elemento	Pf* (cm)	Pe** (cm)
1º Andar	P13	5,0	20,0
	P15	4,0	15,0
	P26	10,0	15,0
	P33	11,0	20,0
	VC10	14,5	15,0

* Profundidade de fissura
** Profundidade do elemento analisado

7. CONCLUSÕES

Diante de todo o exposto, observou-se em toda a edificação a presença de manifestações patológicas importantes, principalmente fissuras, que propagam-se por pilares, vigas e lajes e apresentam causas diversas, tais como: retração, flexão, cisalhamento, expansão da armadura devido corrosão, entre outros. Muitas das fissuras identificadas podem ter sido geradas pela baixa qualidade do concreto empregado na construção da edificação. No entanto, o monitoramento

indica que muitas delas são ativas, tendo ainda profundidade expressiva, fruto de falhas no dimensionamento das lajes e das vigas principalmente. Recomenda-se que estas fissuras sejam tratadas a fim de evitar danos futuros, como a corrosão das armaduras, que a médio prazo pode comprometer a vida útil do edifício.

No caso dos danos em elementos não-estruturais como as alvenarias, muito provável que sejam originados por deslocamentos excessivos das lajes e vigas. Logo, é fundamental reforçar o edifício a fim de enrijecer o conjunto de vigas e lajes, garantindo assim um desempenho adequado da estrutura quando em serviço.

Assim o edifício, da forma em que se encontrava, não apresentava condições de segurança para uso. Logo, deveria passar por intervenção tanto para garantir comportamento satisfatório em serviço quanto para assegurar um fator de segurança adequado que evite o colapso prédio.

8. REFERÊNCIAS

[1] Olivari, G.. "Patologia em Edificações". Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo: Monografia, 2003, 95p.

[2] Rodrigues, A. C.. "Levantamento Das Principais Manifestações Patológicas Em Edificações Residenciais De Uma Construtora De Porto Alegre". Porto Alegre, julho, 2013, 102p

[3] Tutikian, B.; Pacheco, M.. "Inspeção, Diagnóstico e Prognóstico na Construção Civil". *Boletin Técnico* Alcopat – Brasil, 2013, 17p.

[4] Klein, D. L.; Campagnolo, J. L.; Filho, L. C. P. S.. *Curso de patologias das construções*. Porto Alegre, 1999.

[5] Deutsch, S. F.. *Perícias de engenharia : a apuração dos fatos* . São Paulo, 2011, 222p.

[6] Grandiski, P.. "Problemas Construtivos". *Apostilas*, 2011, 59p.

[7] Verçoza, E. J. "Patologias das edificações". Porto Alegre: Sagra, 1991, 9p.

[8] Andrade, T.; Silva, A.J.C. "Patologia das Estruturas". In: ISAIA, Geraldo Cechella. (Ed) Concreto: In.: Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. Editor: Geraldo Cechella Isaia. São Paulo: IBRACON, 2005, V.1, Cap. 32, 674p.

[9] Helene, P. "Manutenção para Reparo, Reforço e Proteção de Estruturas de Concreto". *Pini*, 2ªed. São Paulo, 1992, 215p.

[10] Carmo, P. O. "Patologia das Construções". Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002, 15p.

[11] ABNT NBR 6118. "Projeto de estruturas de concreto – Procedimentos". 2007, 231p.

[12] ABNT NBR 7584. "Concreto endurecido – Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão – Método de ensaio". 2012, 10p.

[13] ABNT NBR 8802. "Concreto endurecido – determinação da velocidade de propagação de onda ultra-sônica – Método de ensaio". 1994, 8p.

[14] ABNT NBR 12655. "Concreto – Preparo, controle e recebimento". 2015, 22p.