

Avaliação do desempenho em serviço e vida útil de uma edificação residencial multifamiliar situada na cidade de Garanhuns-PE

Evaluation of the performance in service and useful life of a multifamily residential building located in the city of Garanhuns-PE

Evaluación del desempeño en servicio y vida útil de un edificio residencial multifamiliar ubicado en la ciudad de Garanhuns-PE

Recebido: 25/06/2022 | Revisado: 03/07/2022 | Aceito: 07/07/2022 | Publicado: 16/07/2022

Renan Gustavo Pacheco Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-9663>

Universidade Federal de Pernambuco, Brazil

E-mail: renangpsoares@hotmail.com

Giullia Elen Aguiar da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8098-8180>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: giulliaaguiar16@outlook.com

Glória Emanuely de Oliveira Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6010-1071>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: emanuely.arq@gmail.com

Diego Nunes de Melo Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4130-7741>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: diegonmr@hotmail.com

José Valmir Barros de Melo Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8073-2372>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: barrosjunior1996@gmail.com

Maryanne de Oliveira Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3343-1435>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: maryanneosarq@gmail.com

Lígia Veiga Franco Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4150-7986>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: ligiaveigaarq@gmail.com

Monique Domingos de Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6132-5912>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: moniquecastro.arq@gmail.com

Juliana Melo Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9570-4921>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: julianalopes109576@gmail.com

Carla Renata Xavier Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0064-9339>

Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brazil

E-mail: carla_renatax@hotmail.com

Resumo

O desempenho funcional e a salubridade da edificação são elementos fundamentais na construção civil, garantindo a ausência de patologias que interfiram no seu desempenho. As edificações devem apresentar conforto e segurança para as pessoas que nela habitam. Este trabalho teve como objetivo verificar as conformidades técnicas, funcionais e de manutenção dos componentes construtivos de uma edificação multifamiliar, na cidade de Garanhuns, Pernambuco, Brasil. O foco foi definir um diagnóstico das manifestações patológicas e suas causas, de acordo com a norma de inspeção predial nacional, pelas recomendações OP-003-2015 e pelas NBR 13752 (ABNT, 1996); NBR 6118 (ABNT, 2014); NBR 15775 (ABNT, 2013); NBR 7200 (ABNT, 19980); NBR 13281 (ABNT, 2005) e NBR 7584 (ABNT, 2012). Na metodologia, foi usada a pesquisa bibliográfica, pesquisa exploratória e estudo de caso. Os dados obtidos foram submetidos a abrangência de investigação, credibilidade e ajustes de informações com base na qualidade

técnica das análises, a inspeção predial realizada foi de nível 1. O estudo foi elaborado com base no embasamento da análise de riscos associado ao uso e exposição ambiental. Os resultados encontrados permitiram a caracterização das conformidades técnicas e do desempenho em serviço do imóvel, destacando para problemas de ordem elétrica e estrutural como principais problemas a serem reparados.

Palavras-chave: Desempenho; Patologias; Conformidades; Diagnóstico.

Abstract

The functional performance and healthiness of the building are fundamental elements in civil construction, guaranteeing the absence of pathologies that interfere with its performance. Buildings must provide comfort and safety for the people who inhabit them. This study aimed to verify the technical, functional and maintenance compliances of the constructive components of a multifamily building, in the city of Garanhuns, Pernambuco, Brazil, seeking the diagnosis of pathological manifestations and their causes, according to the national building inspection standard. , by recommendations OP-003-2015 and by NBR 13752:92 (ABNT, 1996); NBR 6118 (ABNT, 2014); NBR 15775 (ABNT, 2013); NBR 7200 (ABNT, 19980); NBR 13281 (ABNT, 2005) and NBR 7584 (ABNT, 2012). In the methodology, bibliographic research, exploratory research and case study were used. The data obtained were subjected to investigation scope, credibility and information adjustments based on the technical quality of the analyses, the building inspection carried out was level 1. The study was prepared based on the basis of the analysis of risks associated with environmental use and exposure. The results found allowed the characterization of technical conformities and performance in service of the property, highlighting electrical and structural problems as the main problems to be repaired.

Keywords: Performance; Pathologies; Conformities; Diagnosis.

Resumen

El desempeño funcional y la salubridad del edificio son elementos fundamentales en la construcción civil, garantizando la ausencia de patologías que interfieran en su desempeño. Los edificios deben brindar comodidad y seguridad a las personas que los habitan. Este estudio tuvo como objetivo verificar las conformidades técnicas, funcionales y de mantenimiento de los componentes constructivos de un edificio multifamiliar, en la ciudad de Garanhuns, Pernambuco, Brasil, buscando el diagnóstico de manifestaciones patológicas y sus causas, de acuerdo con la norma nacional de inspección de edificios. , por las recomendaciones OP-003-2015 y por la NBR 13752:92 (ABNT, 1996); NBR 6118 (ABNT, 2014); NBR 15775 (ABNT, 2013); NBR 7200 (ABNT, 19980); NBR 13281 (ABNT, 2005) y NBR 7584 (ABNT, 2012). En la metodología se utilizó la investigación bibliográfica, la investigación exploratoria y el estudio de caso. Los datos obtenidos se sometieron a investigación de alcance, credibilidad y ajustes de información con base en la calidad técnica de los análisis, la inspección de obra realizada fue de nivel 1. El estudio se elaboró en base al análisis de riesgos asociados al uso y exposición ambiental. Los resultados encontrados permitieron caracterizar las conformidades técnicas y el desempeño en servicio del inmueble, destacando los problemas eléctricos y estructurales como los principales problemas a reparar.

Palabras clave: Desempeño; Patologías; Conformidades; Diagnóstico.

1. Introdução

O relatório técnico é uma avaliação obrigatória que deve ser realizada por arquitetos ou engenheiros para detectar problemas que possam comprometer a estrutura da construção (ARQFUKE, 2022).

O relatório técnico está em vigor desde 2014, ele exige que um levantamento seja realizado, como mencionado no primeiro parágrafo. Essa pesquisa também é obrigatória mesmo que você vá fazer apenas pequenas reformas.

Tendo como foco inspecionar a edificação multifamiliar no município de Garanhuns, Pernambuco, para fins de verificação conformidade técnica, funcional e de manutenção de componentes construtivos com vistas na descrição, no diagnóstico de manifestações patológicas (vícios construtivos) e a relação casual entre eles.

De acordo com Apolônio *et al* (2021) patologias devem ser sempre diagnosticadas e tratadas de forma correta. Não existe apenas um tipo de medicamento que trata todas as doenças, cada caso deve ser tratado de forma individual. Um diagnóstico realizado de forma incorreta, sem fundamentos teóricos ou competência técnica causa transtornos e agrava mais a situação. Então, especialistas com experiência em inspeção e diagnósticos estruturais devem ser valorizados.

Alguns proprietários afirmam que após pouco mais de cinco anos de comercialização em sua propriedade, o prédio teve um acidente como algumas rachaduras paredes e pisos de apartamentos, penetração da degradação do revestimento de

gesso, mofo/bolor; Sistemas elétricos problemáticos, incluindo incêndios em um determinado momento; Problemas estruturais de vigas e pilares subterrâneos.

De acordo com Helene (1992) toda atividade humana na qual a partir de certas matérias primas e através de certo processo se obtenham o produto final é suscetível de controle, desta forma cabe falar de um sistema de garantia da qualidade de todas as etapas da construção.

Em seus argumentos, alguns proprietários disseram que reiteraram o pedido verbal e reclamações ao construtor, mas nenhuma solução eficaz. Dano encontrado de natureza progressiva e contínua, exceto usando edifícios não padronizados. Este fato leva gradualmente a uma vida útil mais curta. Estes serão listados neste relatório de inspeção.

2. Revisão da Literatura

2.1 Anomalias e Falhas das Edificações

Anomalias construtivas e falhas são danos significativos tanto para o proprietário do edifício quanto para à sociedade. Devido a defeitos estruturais ou mesmo falhas de manutenção predial resultaram em mortes e perdas irracionais, especialmente à medida que nossos edifícios envelhecem e se depreciam. Descuidos e problemas com os edifícios como incêndios, desabamentos, queda de marquises, pode ser evitado com simples precauções de longo prazo.

As anomalias construtivas e as falhas de construção têm origem em fatores endógenos, exógenos, naturais e funcionais. Fatores endógenos ou internos são intrínsecos ao próprio sistema construtivo, podendo decorrer de erros de projeto, execução incorreta, uso de materiais não detalhado pelo projetista ou de má qualidade. Portanto, problemas óbvios ou ocultos, como vazamentos de água, rachaduras, portas e janelas empenadas, devem ser reparados inicialmente para evitar danos maiores.

De acordo com Souza e Ripper, (1998) os fatores naturais são decorrentes principalmente das condições climáticas, previsível ou não, alta temperatura e sol, frio excessivo, chuva forte, granizo, vento e outros comportamentos naturais imprevisíveis, como emissões excessivas tempo, inundações, terremotos, entre outros. Os mesmos podem comprometer o funcionamento ou alterar as condições de funcionamento dos sistemas projetados colocando assim o edifício em risco. Desgaste de revestimentos e fachadas, incrustações, corrosão de tubulações hidráulicas, corrosão e cupins também podem causar danos, desgaste ou degradação do material após uso repetido prolongado ao uso indevido e falta de manutenção.

2.2 A Importância da Inspeção Predial

Uma inspeção predial pode ser definida como uma avaliação isolada ou incorporada de um edifício a condição técnica, uso e manutenção do edifício. Um aspecto técnico importante em uma inspeção predial é a diferença entre os defeitos encontrados, que determina as diretrizes técnicas, dividido em plano de reparo e plano de manutenção.

De acordo com Delmar (2007) a apreciação de solidez não apresenta dificuldade para a observação das espécies, tratando-se de segurança não se pode entender que se reflita a ausência de possíveis danos provindos direto de desabamentos ou rompimentos.

As falhas são as não conformidades causadas por medidas de manutenção, portanto, originadas de atividades de manutenção, uso e operação inadequadas ou inexistentes. Então, em resumo, as anomalias e falhas podem ser classificadas de acordo com suas causas e fontes. Para deficiências, veja as Tabelas 1 e 2 abaixo.

Tabela 1 – Caracterização das anomalias em edificações.

ANOMALIAS	
Endógena	Originária da própria edificação (projeto, materiais e execução).
Exógena	Originária de fatores externos à edificação, provocados por terceiros.
Natural	Originária de fenômenos da natureza (previsíveis, imprevisíveis).
Funcional	Originária do uso e término de vida útil de elementos e sistemas.

Fonte: Verçosa (1991).

Tabela 2 – Caracterização das falhas em edificações.

FALHAS	
De Planejamento	Decorrentes de falhas de procedimento e especificações inadequadas do plano de manutenção, sem aderência a questões técnicas, de uso, de operação, de exposição ambiental e, principalmente, de confiabilidade e disponibilidade das instalações, consoante a estratégia de manutenção.
De Execução	Associada à manutenção proveniente de falhas causadas pela execução inadequada de procedimentos e atividades do plano de manutenção, incluindo o uso inadequado dos materiais.
Operacionais	Relativas aos procedimentos inadequados de registros, controles, rondas e demais atividades pertinentes.
Gerenciais	Decorrentes da falta de controle de qualidade dos serviços de manutenção e falta de acompanhamento de custos da mesma.

Fonte: Verçosa (1991).

Anomalias e falhas também devem ser classificadas de acordo com seu grau de risco. A análise de risco inclui a classificação de várias anomalias e falhas identificadas. Os componentes do edifício, em termos de urgência, estão relacionados com os seguintes fatores proteção, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, expectativa de vida e perda de desempenho. Na Tabela 3 abaixo, a definição do grau de risco pode ser estabelecida.

Tabela 3 – Classificação dos Graus de Risco.

ANOMALIAS	
Crítico	Impacto irrecuperável, relativo ao risco contra a saúde, segurança do usuário e do meio ambiente, bem como perda excessiva de desempenho, recomendando intervenção imediata.
Regular	Impacto parcialmente recuperável relativo ao risco quanto à perda parcial de funcionalidade e desempenho, recomendando programação e intervenção a curto prazo
Mínimo	Impacto recuperável relativo a pequenos prejuízos, sem incidência ou a probabilidade de ocorrência dos riscos acima expostos, recomendando programação e intervenção a médio prazo.

Fonte: IBAPE (2012).

3. Vistoria

O edifício em questão está situado em uma região urbana, onde a predominância são residências unifamiliares e multifamiliares, apresentando clima ameno e estando localizado em uma área de declive, seu padrão sócio econômico cultural é médio-alto, apresenta, ainda, uma topografia em desnível e o solo é constituído, em sua maior parte, por solo arenoso. Conta com uma boa infraestrutura na região, possuindo coleta de lixo, ruas asfaltadas, serviços como linhas de telefone, internet, energia elétrica e água potável.

Durante o período entre os dias 23 de dezembro de 2019 e 15 de fevereiro de 2020 foram realizadas vistorias aos imóveis do edifício. Contando com uma área de aproximadamente 1744,86m² de área total construída, o imóvel residencial multifamiliar, é formado por 5 pavimentos, sendo semienterrado, térreo, 1º, 2º e 3º pavimento. Possuindo aproximadamente 12 anos, o sistema construtivo usado em sua elaboração foi o concreto armado com alvenaria de blocos cerâmicos. O objeto

analisado possui 16 apartamentos, apresentando uma variação em suas áreas de acordo com a posição do apartamento, estes possuem uma sala de estar/jantar, dois ou três dormitórios, sendo um destes suíte, circulação, cozinha, banheiro social, área de serviço e no pavimento semienterrado, sua área foi reservada para vagas de garagem. Abaixo estão dados dos proprietários dos apartamentos e a descrição dos mesmos.

Quadro 1 – Características da edificação.

Tipologia	Residencial;
Piso	Revestimento cerâmico/porcelanato;
Paredes	Blocos cerâmicos, espessura média acabada com 15cm;
Revestimento interno	Revestido de emboço, reboco com argamassa e cerâmica em alguns ambientes;
Revestimento externo	Emboço, reboco e cerâmica tipo 10x10cm;
Pintura interna	Tipo PVA;
Forros	Gesso;
Telhado	Estrutura de sustentação de madeira e telhas de fibrocimento (apenas para os do último pavimento);
Esquadrias	Alumínio e janelas de vidro;
Instalação elétrica	Baixa tensão monofásica;
Instalação hidráulica	Tubulação de PVC específico para água fria;
Instalação sanitária	Tubulação de PVC específico para esgoto.

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Devido à falta de documentação, não foi possível identificar se o responsável técnico pelo projeto arquitetônico também foi o responsável técnico da execução da obra, uma vez que existem registros de legalização e carta de habite-se da Prefeitura de Garanhuns-PE.

Não foi apresentado, ainda, informações acerca dos projetos complementares, como projeto estrutural, elétrico, hidráulico, sanitário, pluvial, incêndio e da execução da obra, assim como não foi disponibilizado informações de memoriais de cálculo e maiores informações sobre o controle tecnológico dos materiais usados, como suas características estruturais, fiação, madeiramento, elementos de ligação, telha, complementos cerâmicos e outros.

4. Metodologia

A análise atendeu todos os requisitos necessários e exigidos pela norma de Inspeção Predial Nacional (IBAPE, 2012), pelas recomendações do OT-003:2015 do Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia (IBRAENG, 2015) e pela NBR 13752:92 (ABNT, 1996) com diretrizes básicas, conceitos, critérios e procedimentos relativos às perícias de engenharia na construção civil. A inspeção predial juntamente com os dados e análises foram embasados de acordo com as normas regulamentadoras: NBR 6118 (ABNT, 2014) que determina os critérios gerais que conduzem o projeto das estruturas de concreto; NBR 15775 (ABNT, 2013) relacionada os sistemas de segurança contra incêndio em túneis – ensaios, comissionamento e inspeções; NBR 7200 (ABNT, 1998) diz respeito à revisão dos itens referentes à execução do revestimento de paredes e tetos; NBR 13281 (ABNT, 2005) com as exigências específicas para argamassa utilizada em assentamento e revestimento de paredes e tetos; NBR 7584 (ABNT, 2012) estabelecendo avaliações da dureza superficial do concreto endurecido. A análise resulta na identificação das anomalias construtivas e falhas aparentes e deficiências na manutenção, sendo elaborado por profissional habilitado. Com objetivo de segurança e preservação da vida dos usuários.

Na ordem de prioridades e recomendações, se utiliza a metodologia das prioridades, ranqueando as falhas constatadas e as classificando pela ordem de reparos necessários e grau de risco.

5. Ensaios de Esclerometria

5.1 Controle Tecnológico do Concreto

Seu foco principal é avaliar as características do concreto. Evitando o risco de manifestações patológicas. O ensaio é realizado por meio de corpos de prova cilíndricos dos quais verificam a qualidade, resistência e característica do material que deverá ser usado na obra. Existem outros ensaios não destrutivos realizados por meio esclerômetro de reflexão, podendo haver necessidade de complementação através de ensaios in loco.

Neste caso, como não foram apresentados os resultados dos corpos de prova, ensaios esclerométricos foram realizados nos pilares do pavimento semienterrado.

5.2 Ensaios de esclerometria

Foram realizados 22 ensaios nos pavimentos semienterrados, estimando a resistência in loco no sistema estrutural. Se tem um ensaio onde em cada área obteve-se 16 impactos e 16 índices esclerométricos, os quais foram realizados a dureza superficial do concreto do sistema (Tabelas 4 a 11).

Tabela 4 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P1-P4.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)																	
Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)																	
Linha	P1				P2				P3				P4				
1	36	32	30	30	44	40	34	34	32	32	30	28	30	30	30	30	40
2	36	30	30	32	44	34	34	42	30	32	30	32	28	30	30	30	40
3	44	30	32	28	40	34	34	34	32	32	32	30	30	32	30	42	42
4	36	32	32	32	42	32	34	36	28	32	28	30	30	30	30	38	38
Média	32.62				36.37				30.75				32.5				
>10%	35.89				40.01				33.82				35.75				
<10%	29.36				32.73				27.67				29.25				
Média Real	31.09				35.27				30.93				30.18				
Média Adotada	31.0				35.3				30.9				30.2				
Fck Estimado	24 Mpa				31 Mpa				23Mpa				23Mpa				

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Tabela 5 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P5-P8.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)																	
Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)																	
Linha	P5				P6				P7				P8				
1	32	34	32	30	30	30	30	34	28	34	30	34	40	40	32	34	34
2	36	40	30	30	30	34	34	36	34	32	36	30	42	34	36	38	38
3	34	36	30	30	32	30	36	44	28	30	38	34	42	36	36	34	34
4	32	30	28	30	34	32	32	40	28	30	30	34	40	42	34	36	36
Média	32.13				34.25				32.63				37.25				
>10%	35.34				37.68				35.89				40.98				
<10%	28.91				30.83				29.36				33.53				
Média Real	31.17				33.78				31.83				36.50				
Média Adotada	31.20				33.80				31.80				36.50				
Fck Estimado	24 Mpa				29 Mpa				26Mpa				32Mpa				

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Tabela 6 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P9-P12.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)																
Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)																
Linha	P9				P10				P11				P12			
1	38	38	34	28	40	44	38	40	42	40	32	36	32	28	30	26
2	34	40	28	30	40	40	32	36	40	36	32	34	30	34	30	30
3	32	40	34	32	40	34	34	36	30	34	32	32	32	34	30	30
4	34	38	34	32	40	34	36	36	32	30	34	28	30	42	32	28
Média	34.13				37.50				34.00				31.13			
>10%	37.54				41.25				37.40				34.24			
<10%	30.71				33.75				30.60				28.01			
Média Real	32.89				37.07				32.91				30.77			
Média Adotada	32.90				37.00				32.90				30.80			
Fck Estimado	28 Mpa				34 Mpa				28 Mpa				24 Mpa			

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Tabela 7 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P13-P16.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)																
Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)																
Linha	P13				P14				P15				P16			
1	26	30	36	40	34	36	30	32	36	34	26	26	32	32	34	38
2	28	32	30	34	38	40	34	30	40	32	26	28	30	32	40	36
3	26	28	30	36	34	34	32	30	34	30	30	28	32	32	42	38
4	30	32	32	32	38	38	34	32	34	34	32	30	36	34	38	40
Média	31.38				34.13				32.63				35.38			
>10%	34.51				37.54				34.65				38.91			
<10%	28.24				30.71				28.35				31.84			
Média Real	31.33				33.56				32.67				34.50			
Média Adotada	31.30				33.55				32.66				34.50			
Fck Estimado	25 Mpa				28 Mpa				27Mpa				30Mpa			

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Tabela 8 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P17-P20.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)																
Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)																
Linha	P17				P18				P19				P20			
1	42	34	30	28	30	34	30	38	38	42	32	32	26	30	32	28
2	34	36	34	32	28	34	36	38	34	36	34	32	30	30	30	32
3	32	36	34	30	32	32	34	38	32	36	34	30	30	30	32	38
4	34	32	38	32	32	32	36	38	34	32	38	32	30	38	30	32
Média	33.63				33.88				34.25				31.13			
>10%	36.99				37.26				37.68				34.24			
<10%	30.26				30.49				30.83				28.01			
Média Real	33.64				33.56				33.30				30.31			
Média Adotada	33.60				33.60				33.30				30.30			
Fck Estimado	28 Mpa				28 Mpa				28Mpa				23Mpa			

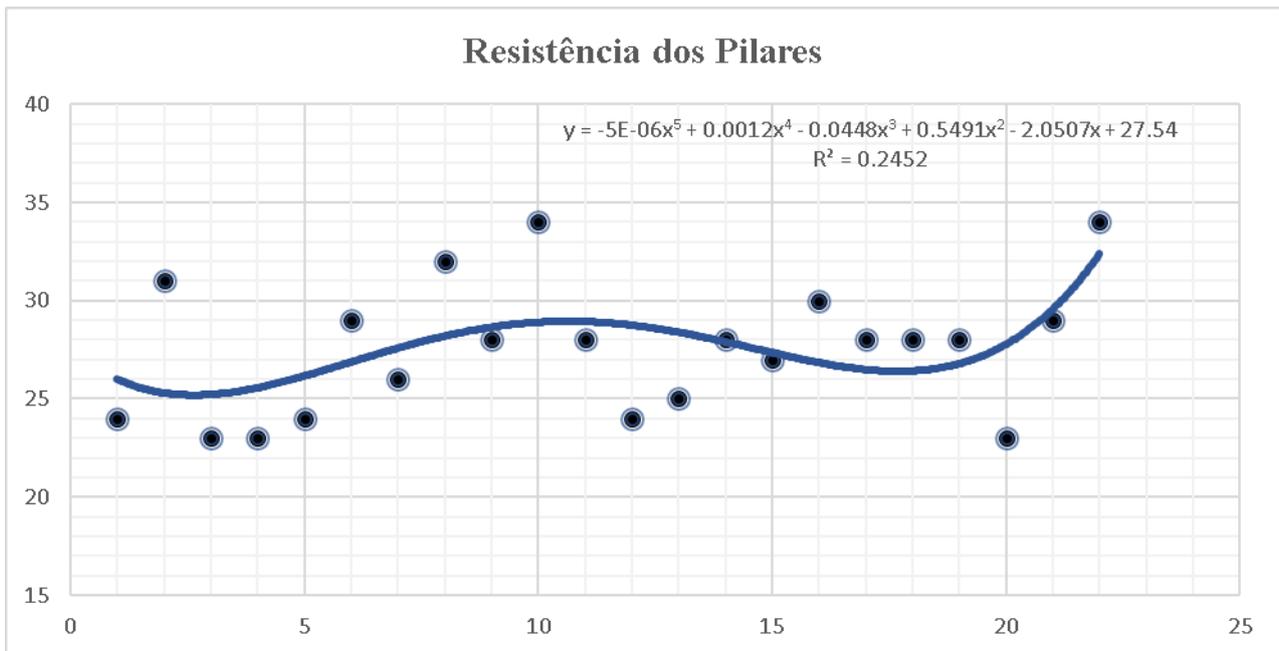
Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Tabela 9 - Determinação do Índice Esclerométrico e Resistência dos Pilares P21-P22.

Determinação do Valor do Índice Esclerométrico (IE)									
Linha	Pilares do Pavimento Semienterrado (Posição A do Esclerômetro)								
	P21					P22			
1	34	34	30	34	34	42	42	30	
2	36	34	32	36	34	36	34	40	
3	36	34	30	32	36	42	40	38	
4	34	34	32	32	32	40	38	36	
Média	33.38					37.13			
>10%	36.71					40.84			
<10%	30.04					33.41			
Média Real	33.86					36.91			
Média Adotada	33.85					36.90			
Fck Estimado	29 Mpa					34 Mpa			

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Gráfico 1 – Gráfico de Dispersão.

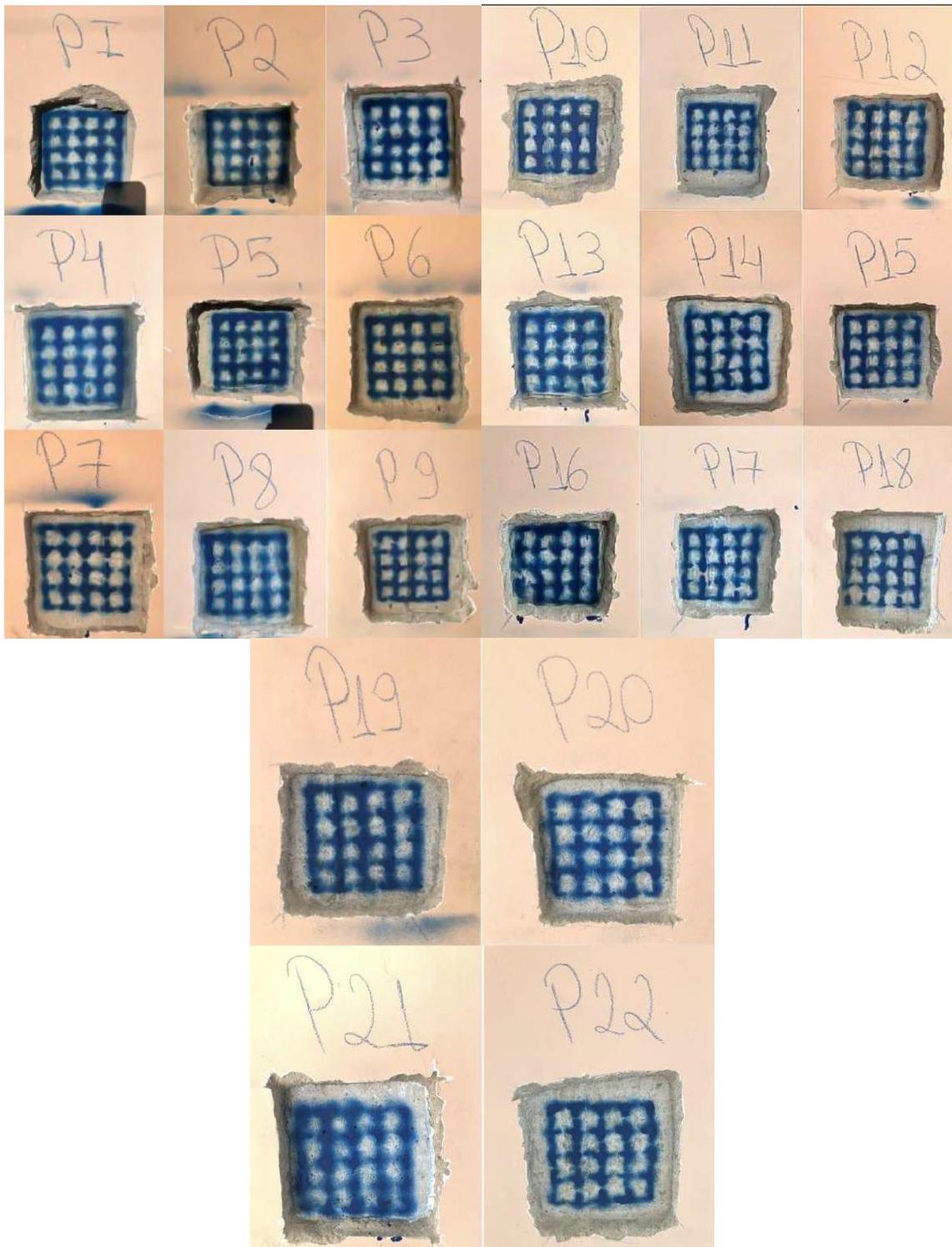


Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Observa-se que todos os pilares avaliados obtiveram a resistência mínima de projeto estabelecida na NBR 6118 (ABNT, 2014). Foram verificadas algumas variações que, conforme a linha de tendência estabelecida pela equação polinomial de grau cinco e o coeficiente de correlação apresentado, não houve boa correlação.

Na Figura 1 que segue, as amostras finais dos ensaios de esclerometria dos pilares analisados podem ser identificadas.

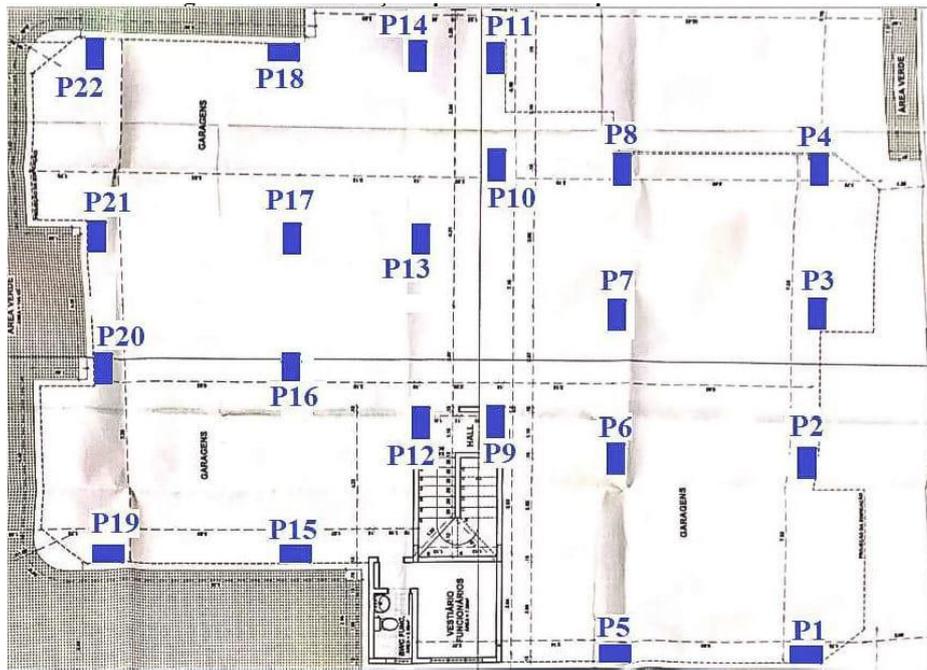
Figura 1 – Ensaio de esclerometria dos pilares avaliados.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

A nomenclatura adotada para numeração dos pilares foi aleatória, tomado como base a identificação de suas posições relativas na planta de arquitetura fornecida (Figura 2).

Figura 2 – Localização aproximada dos pilares avaliados.



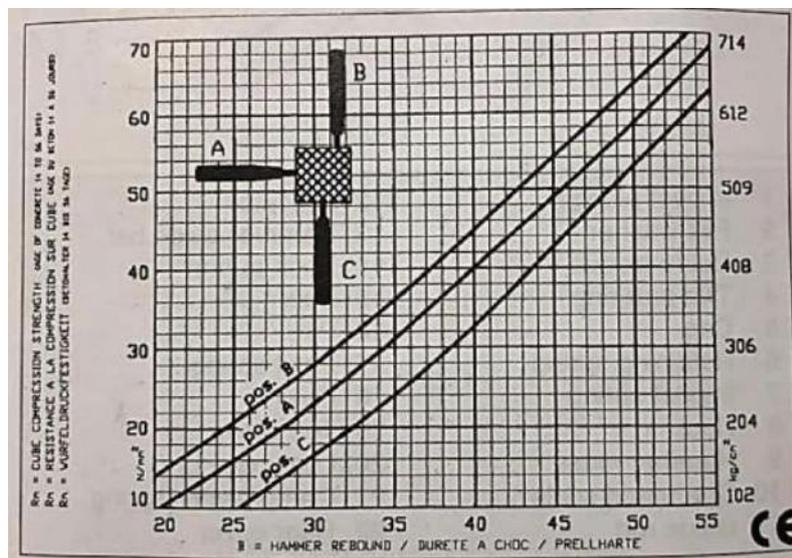
Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Nenhum problema foi identificado no ensaio de esclerometria, mesmo em alguns casos sendo identificadas condições de pouca satisfação para a superfície. É necessário o uso de uma escova de aço para a retirada dos resíduos.

Em cara área, foi obtida a média aritmética dos pontos, de 1 a 16. Em seguida, de acordo com a NBR 7584 (ABNT, 2012), foram descartados os índices esclerométricos dos pontos que tivessem valor superior ou inferior a 10% do valor da média aritmética. Com esses índices excluídos, recalcula-se uma nova média (média real) com os valores que permaneceram.

A média corresponde a dureza superficial do concreto, e não a resistência a compressão axial do mesmo. Para obter a resistência do concreto endurecido a partir da dureza superficial, se dá através das curvas de correlação entre as grandezas (Figura 3).

Figura 3 – Curvas de correlação entre a dureza superficial e a resistência à compressão.



Fonte: Schmidt (2019).

Na Figura 3, foi observado que as curvas de correlação entre a dureza superficial e a resistência do concreto. De forma específica para este estudo, como foi utilizado o esclerômetro horizontalmente, com a curva utilizada na posição A. Desse modo, considerando as médias dos índices esclerométricos adotados dos pilares avaliados, todos os valores correspondentes às resistências características do concreto foram determinados, variando-se de 23 a 34 Mpa de resistência característica.

6. Resultados e Discussão

O critério análise de risco estuda detecções, vulnerabilidades, impactos, ameaças, contingências e ações fundamentais para garantir condição de habitação. Realizado com a detecção dos pontos que possibilitam redução, transferência ou eliminação de riscos com ações e estratégias econômicas e viáveis.

Metodologia da Classificação: Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) demonstra a classificação da ordem de prioridades das falhas.

Tabela 10 – Classificação de Gravidade, Urgência e Tendência.

	GRAVIDADE	URGÊNCIA	TENDÊNCIA	PESO
TOTAL	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do edifício	Evento em ocorrência	Evolução imediata	10
ALTA	Ferimento em pessoas, danos ao meio ambiente ou edifício	Evento prestes a ocorrer	Evolução em curto prazo	8
MÉDIA	Desconforto, deterioração do meio ambiente ou do edifício	Evento prognosticado para breve	Evolução em médio prazo	6
BAIXA	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros	Evento prognosticado para adiante	Evolução em longo prazo	3
NENHUMA	-----	Evento imprevisto	Não vai evoluir	1

Fonte: Colenghi (2007).

Na ordem de prioridades e recomendações, se utiliza a metodologia das prioridades, ranqueando as falhas constatadas e as classificando pela ordem de reparos necessários e grau de risco.

Tabela 11 – Classificação pela ordem de prioridades, ordem de reparos e grau de risco.

MANIFESTAÇÃO	PRIORIDADE	G	U	T	TOTAL	GRAU DE RISCO
Viga do Semienterrado com Armadura aparente e Perda de seção transversal (VSEAP)	1ª	10	10	10	30	CRÍTICO
Problemas no sistema elétrico (PSISEL)	1ª	10	10	10	30	CRÍTICO
Pilar do Semienterrado Fissurado com Armadura Exposta (PSEFAE)	1ª	10	10	10	30	CRÍTICO
Viga do Semienterrado com Furo Inadequado (VSECIS)	2ª	10	10	8	28	REGULAR
Viga do Semienterrado com problema de Cisalhamento (VSECIS)	2ª	10	10	8	28	REGULAR
Fissuras em Elementos Estruturais e Não-estruturais nos aptos (FENEAP)	3ª	10	8	8	26	REGULAR
Problemas de Infiltração e hidrossanitário (PINFH)	4ª	8	8	8	24	REGULAR
Forro do Semienterrado Danificado (FSED)	4ª	6	10	8	24	MÍNIMO
Revestimento da Contenção Degradado por Umidade (RCDU)	5ª	3	10	3	16	MÍNIMO

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

6.1 Forro do Semienterrado Danificado (FSED)

Diagnosticado problema ocasionado pela deficiência do sistema sanitário, algumas conexões sem o encaixe correto acarretando a percolação dos resíduos advindos das tubulações, atingindo o forro de gesso chegando a perfurar o mesmo.

Figura 4 – Forro de gesso danificado no pavimento semienterrado.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Como verificado na Figura 4, o problema foi constatado em diversos pontos no pavimento semienterrado. Algumas tubulações sofreram aquecimento para aumento do seu diâmetro para colocação de conexões não compatíveis com as dimensões.

6.2 Viga com Armadura aparente e Perda de seção transversal (VSEAP)

Erro ocorrido na etapa construtiva. A ausência dos espaçadores no fundo da viga ocasionou essa deficiência, as armaduras encostaram no fundo da forma, tornando o cobrimento nominal insuficiente. Armaduras com perda de seção transversal devida carbonatação.

Figura 5 – Viga danificada no pavimento semienterrado.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Situação identificada recomenda a importância de garantir todos os requisitos normativos, de modo a prologar a vida útil da peça e do seu desempenho. De acordo com Saint Gobain (2014), a superfície do aço deve receber um tratamento abrasivo simples com o uso de escovas de cerdas metálicas ou lixas de gramatura média, procurando atingir padrão visual grau St3, segundo a norma SIS-05.5900. Deve-se remover também quaisquer impurezas que possam comprometer a aderência da pintura. Em situações de reparo estrutural, as armaduras corroídas devem ser expostas ao redor de toda a sua circunferência e limpas para a remoção total dos produtos da corrosão.

6.3 Viga do Semienterrado com problema de Cisalhamento (VSECIS)

Insuficiência de armadura transversal (estribos) são fatores que causam esse tipo de problema. Na Figura 6 é possível verificar o processo de fissuração decorrente desse problema.

Figura 6 – Viga com problema de cisalhamento.



Fonte: RG Engenharia Estrutural, 2020.

As características das fissuras caracterizam problema de cisalhamento. Direção das fissuras a 45° destacam que a peça está sendo submetida a um esforço mais elevado do que foi projetada a ser.

6.4 Viga do Semienterrado com Furo Inadequado (VSEFI)

Foram identificadas algumas vigas com furos em regiões próximas aos apoios. Furos não previstos em projeto, o mesmo é permitido e regulamentado pela NBR 6118 (ABNT, 2014). Entretanto, quando não prevê em projeto, a peça fica fragilizada.

Figura 7 – Viga com furo inadequado.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Posição dos furos na proximidade dos apoios. A execução desses furos sem as recomendações normativas pode prejudicar o desempenho da peça, podendo até levar ao colapso da mesma.

6.5 Revestimento da Contenção Degradado por Umidade (RCDU)

A falta do projeto e execução do sistema de impermeabilização, permite a penetração da água nas paredes. Problema identificado na parede de contenção localizada no semienterrado.

Figura 8 – Contenção com problema de degradação do revestimento por umidade.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Umidade ocorrendo devida a penetração da água através da contenção. Não foi identificado sistema de drenagem da contenção, sendo a umidade causada por ação da capilaridade, ações externas, chuvas e por uso inadequado de tinta para ambientes externos.

6.6 Pilar do Semienterrado Fissurando com Armadura Exposta (PSAFAE)

Foram identificadas diversas fissuras em um pilar, onde foi analisada a expansão da armadura que apresentava oxidação. Problema possivelmente causado por ação da carbonatação após penetração do CO_2 no concreto. Processo ocorreu pela perda da camada apassivadora que protege as armaduras.

Figura 9 – Pilar com armadura apresentado problema de corrosão.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

As setas indicadas na Figura 9 representam a camada de reboco (seta azul), a região de cobertura nominal do concreto (seta preta) e a armadura com perda de seção transversal (setas vermelhas).

6.7 Fissuras em Elementos Estruturais e Não-Estruturais nos Aptos (FENEAP)

Algumas fissuras foram identificadas nos apartamentos, em específico, nas lajes. Efeito da deformação excessiva do sistema causada por falha endógena. Não foram identificadas sobrecargas nas lajes dos pavimentos superiores aos apartamentos.

Figura 10 – Fissuras em lajes dos apartamentos.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

As fissuras identificadas nas lajes são de pouca incidência. Outras fissuras foram analisadas em painéis de vedação em alvenaria. Sendo elas causadas por ausência ou insuficiência de vergas e contravergas.

Figura 11 – Fissuras em painéis de alvenaria nos apartamentos.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Figura 12 – Fissuras em painéis de alvenaria nos apartamentos.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

É importante a cautela contra as tensões provocadas por aberturas de portas e janelas, de acordo com Thomaz (1989) sendo necessárias a colocação de vergas e contravergas em todas as aberturas. Fissuras causadas por ausência/deficiência de vergas e/ou contravergas não causam alertas estruturais, apenas incomodo visual.

6.8 Problemas de infiltração e Hidrossanitário (PINFH)

As falhas no processo de impermeabilização podem ser divididas em quatro itens de acordo com o estudo de Martins (2006): falhas no projeto, na execução, na utilização e nos materiais. Segundo Antonelli (2002), as principais causas de falhas de impermeabilização são: fissuras nos rodapés das paredes, infiltrações nas periferias de ralos e tubulações, fissuras nas estruturas, falta efetiva de impermeabilização, perfurações na impermeabilização e proteção mecânica da mesma.

Priorizar o projeto de impermeabilização e procedimentos executivos com foco na retenção da umidade evitará problemas futuros com infiltração. Como a cidade de Garanhuns-PE tem um alto índice pluviométrico, esse problema tende a ser mais recorrente. Outro fator que gera infiltrações, são as instalações hidros sanitárias mal executadas. Foram constatados esses dois erros na edificação.

Figura 13 – Problemas de infiltração.





Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Desgaste do rejunto do piso cerâmico e dos aparelhos sanitários (exemplo da figura acima – vaso sanitário), podem causar vazamentos nos pavimentos inferiores. Essa problemática foi identificada em alguns pavimentos. O problema com os deslocamentos de revestimentos são consequências de possíveis falhas de execução, utilização inadequada e/ou insuficiente e falta de impermeabilização.

6.9 Problemas no Sistema Elétrico (PSISEL)

Problema identificado em toda edificação (áreas internas e externas). Sendo necessária a intervenção emergencial, devido aos riscos de curto-circuito e incêndio. Foi constatado que as fiações estão em desacordo com o sistema de cores estabelecida nas normas, vários chuveiros conectados em um único circuito, fiação precária e mal dimensionada e segurança contra choque elétrico. São falhas projetuais e/ou execução.

Figura 14 – Problemas na instalação elétrica. Quadro de Medição Externo.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Figura 15 – Fiação com cores inadequadas.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Figura 16 – Disjuntores insuficientes para toda instalação.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2020).

Foi constatado que as fiações estão com cores inadequadas, vários equipamentos ligados em um único circuito (chuveiros, ar condicionado, tomadas), execuções feitas sem cálculos e/ou projeto elétrico. Ficando clara a ausência da execução do sistema elétrica predial com base em projeto, comprometendo assim a segurança dos habitantes da edificação.

6.10 Classificação do estado de manutenção

A classificação dos edifícios quanto ao seu estado de conservação deve sempre basear - se nos níveis de risco e gravidade das anomalias, bem como nos níveis de aprofundamento da inspeção efetuada (Tabela 12).

Tabela 12 – Classificação em relação ao estado de manutenção.

ESTADO DE CONSERVAÇÃO	
Crítico	Quando o empreendimento apresenta anomalias e/ou falhas com grau de risco crítico.
Regular	Quando o empreendimento apresenta anomalias e/ou falhas com grau de risco regular.
Satisfatório	Quando o empreendimento não contém anomalias e/ou falhas significativas.

Fonte: Colenghi (2007).

Assim, tendo em conta a classificação para o Grau de Risco, a classificação para a Ordem de Prioridades e o aprofundamento da averiguação, que se enquadra na categoria Nível 1, o imóvel é classificado como crítico para patologias VSEAP, PSEFAE e PSISEL e regular para VSEFI, VSECIS, FENEAP e PINFH.

Numa situação geral, tendo como guia os piores casos, o imóvel encontra - se em estado crítico em termos do seu estado atual de utilização, necessitando de intervenção imediata para solucionar as questões mais urgentes, com tratamento contínuo das anomalias e falhas identificadas na vistoria feita.

7. Conclusões

Após inspeção de todo o edifício, diversas anomalias endógenas que se relacionam com a falhas de projeto e execução. Após registro detalhado, as anomalias foram classificadas de acordo com cada ordem necessária para ranquear o estado e o grau de risco, onde as endógenas foram acompanhadas de recomendações técnicas para reparos. Os projetos executados não foram fornecidos pelo projetista, assim como registros de Anotação de Responsabilidade Técnica de projeto e execução da edificação.

Mesmo sem o projeto estrutural para maiores análises, ensaios esclerométricos mostraram resistências características dos padrões mínimos normativos. As fissuras surgem e se propagam pela deficiência de ordem construtiva, onde devido à falta de tratamento adequado, situações usuais como estado de carregamento, variação de temperatura, umidade e reduzem a vida útil da estrutura.

As patologias de ordem elétrica podem evoluir, gerar curto-circuito e incêndio, necessitando de medidas de reparo o quanto antes. As manifestações classificadas como risco crítico, caso não tratadas, podem interferir no desempenho, atingir os Estado Limite de Serviço (ELS), reduzindo a vida útil dos componentes e progredindo ao colapso.

De acordo com a legislação, não se pode realizar trabalhos de engenharia sem seus devidos projetos e registros de responsabilidade técnica. Estando de acordo com os parâmetros normativos atuantes.

Para que as patologias sejam diagnosticadas em seu início, faz-se necessário que as mesmas sejam conhecidas e que os profissionais saibam identifica-las de forma eficiente, para isto, vê-se a necessidade de mais artigos voltados para a identificação, caracterização e formas de trata estas patologias, visto que são recorrentes em diversos projetos.

Referências

- Antonelli, G. R., Carasek, H. & Cascudo O. (2002). Levantamento das manifestações patológicas de lajes impermeabilizadas em edifícios habitados de Goiânia-GO. IX Encontro Nacional do Ambiente Construído. Foz do Iguaçu. Autores, coloquem em itálico o nome do evento "IX Encontro Nacional do Ambiente Construído.
- ARQFUKE. (2022). O que é e qual a importância do laudo técnico? <https://www.arqfuke.com.br/qual-a-importancia-do-laudo-tecnico/>.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2005). NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014). NBR 6118: Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998). NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). NBR 15575: Norma de desempenho de edificações habitacionais. Brasil.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). NBR 5410:2004. Revisada 2008. Instalações Elétricas em Baixa Tensão.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). NBR 7584 - Concreto endurecido - Avaliação da dureza. Brasil.
- Borges, C., A., M. & Sabbatini, F., H (2008). O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil. Boletim Técnico da Escola Técnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.
- Colenghi, V., M (2007). O&M e Qualidade Total: uma integração perfeita. (3a ed.), VMC.
- Delmar, C., P (2007). Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil. Pini.
- Helene, P., & Terzian, P. R (1992). Manual de Dosagem e Controle do Concreto. Pini.
- Instituto Brasileiro de Auditoria de Engenharia (2015). OT-003/2015 (IBRAENG). Inspeção Predial e Auditoria Técnica Predial.
- Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícia de Engenharia (2012). (IBAPE). *Norma de Inspeção Predial Nacional*.
- Martins, J.G. (2006) Impermeabilizações: Condições técnicas de Execução. Universidade Fernando Pessoa, Porto.
- RG Engenharia Estrutural (2020). Acervo Técnico.
- Saint-Gobain do Brasil Produtos Industriais e para Construção LTDA (2014). *Boletim Técnico protetor de armadura Quartzolit*. Jandira.

Soares, R. G. P., Rodrigues, G. G. de O., Moraes, I. D. L. de, Pacheco, C. R. X., Moura, L. S. de, Nascimento, K. M. B., Apolônio, P. H., Carneiro, A. M. P. & Oliveira, R. A. (2021). Characterization of the useful life and structural performance of a reinforced concrete bridge in the City of Correntes-PE. *Research, Society and Development*. 10(5), e4810514579. DOI: 10.33448/rsd-v10i5.14579. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14579>.

Souza, V., C., M., & Ripper, T (1998). *Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto*. Pini.

Thomaz, E. (1989). *Trincas em Edifícios: causas, prevenção e recuperação*. Pini.

Verçoza, E., J (1991). *Patologia das edificações*. Editora Sagra.