

Avaliação do desempenho em edificação com sistema estrutural do tipo EPS, situado na cidade do Recife-PE

Performance evaluation in building with structural system of the EPS type, located in the city of Recife-PE

Evaluación de desempeño en edificio con sistema estructural del tipo EPS, ubicado en la ciudad de Recife-PE

Recebido: 25/05/2022 | Revisado: 12/06/2022 | Aceito: 12/06/2022 | Publicado: 22/06/2022

Renan Gustavo Pacheco Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6366-9663>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: renangpsoares@hotmail.com

Abraão dos Santos Mélo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3244-0273>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: almelo@outlook.com

Eolaine Caroline de Lima Sales

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8223-7866>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: eolainec@gmail.com

Dayanne Maria de Siqueira Alves Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9167-8041>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: almelo@outlook.com

Vitor Matheus Xavier Alves

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6690-1667>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: vitormatheusxavier@hotmail.com

João Victor Felix da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0652-3657>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: jvgt16@gmail.com

Marcos Vinícius Araújo Farias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2337-9186>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: marcos.vinicius.araujo2017@gmail.com

Arthur da Silva Quintino de Mélo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7998-2470>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: arthurquintino@live.com

Romilde Almeida de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6786-9080>
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil
E-mail: romildealmeida@gmail.com

Carla Renata Xavier Pacheco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0064-9339>
Autarquia do Ensino Superior de Garanhuns, Brasil
E-mail: carla_rentax@hotmail.com

Resumo

Para se ter o máximo de qualidade de vida e conforto, diversos fatores precisam ser atendidos. Um dos principais pontos a ser pensado é à moradia, ter uma edificação bem planejada evita problemas das mais diversas formas para o proprietário e maximiza o bem-estar urbano na região, com o objetivo de gerar uma maior qualidade de vida para os usuários do espaço. O presente artigo trata de um estudo de uma residência unifamiliar com dois pavimentos, erguido no sistema construtivo do tipo EPS, localizado na cidade de Recife-PE, com foco na avaliação de possíveis ocorrências de manifestações patológicas, bem como apresentar os resultados de todo o processo. Como metodologia foi utilizado um estudo de caso, baseado na norma de Inspeção Predial Nacional do IBAPE. O critério utilizado foi embasado na Análise do Risco associado ao uso e exposição ambiental. No decorrer do artigo foram expostos os problemas

identificados na edificação, no qual foram encontrados diversos problemas de fissuração, deformação de elementos de placa, problemas elétricos e de infiltração. Além disso destaca-se a ausência de projeto técnico, possíveis problemas de execução e a falta de um responsável especializado ao acompanhar a obra, para garantir uma maior segurança em todo o processo.

Palavras-chave: Qualidade de vida; Ocorrências; Anomalias; Edificação; Projeto.

Abstract

In order to have the maximum quality of life and comfort, several factors need to be met. One of the main points to consider is housing, having a well-planned building avoids problems in the most diverse ways for the owner and maximizes urban well-being in the region, with the objective of generating a better quality of life for the users of the space. The present article deals with a study of a single-family residence with two floors, built in the EPS type construction system, located in the city of Recife-PE, focusing on the evaluation of possible occurrences of pathological manifestations, as well as presenting the results of the entire project process. As a methodology, a case study was used, based on the IBAPE National Property Inspection standard. The criterion used was based on the Risk Analysis associated with environmental use and exposure. In the course of the article, the problems identified in the building were exposed, in which several problems of cracking, deformation of plate elements, electrical problems and infiltration were found. In addition, there is the absence of a technical project, possible execution problems and the lack of a specialized person in charge to accompany the work, to ensure greater safety throughout the process.

Keywords: Quality of life; Occurrences; Anomalies; Edification; Project.

Resumen

Para tener la máxima calidad de vida y comodidad, se deben cumplir varios factores. Uno de los principales puntos a considerar es la vivienda, contar con una edificación bien planificada evita problemas en las más diversas formas para el propietario y maximiza el bienestar urbano de la región, con el objetivo de generar una mejor calidad de vida para los usuarios de la misma espacio. El presente artículo trata de un estudio de una residencia unifamiliar de dos plantas, construida en el sistema constructivo tipo EPS, ubicada en la ciudad de Recife-PE, con foco en la evaluación de posibles ocurrencias de manifestaciones patológicas, además de presentar los resultados de todo el proceso del proyecto. Como metodología se utilizó un estudio de caso, basado en la norma de Inspección Nacional de Bienes IBAPE. El criterio utilizado se basó en el Análisis de Riesgo asociado al uso y exposición ambiental. En el transcurso del artículo se expusieron los problemas identificados en la edificación, en la que se encontraron varios problemas de agrietamiento, deformación de elementos de placa, problemas eléctricos e infiltraciones. Además, está la ausencia de un proyecto técnico, posibles problemas de ejecución y la falta de un encargado especializado que acompañe la obra, para garantizar una mayor seguridad en todo el proceso.

Palabras clave: Calidad de vida; Ocurrencias; Anomalías; Edificación; Proyecto.

1. Introdução

O planejamento prévio, junto de um método devem sempre preceder os processos construtivos. A construção deve seguir as recomendações previamente estipuladas no projeto, todas pautadas nas boas práticas da engenharia, de forma que sempre atenda às normas regulamentadoras. Porém, muitos proprietários e órgãos reguladores permanecem não contratando um profissional qualificado para realizar os projetos, e averiguar o processo de execução das obras. Circunstância que têm gerado situações de redução do desempenho das edificações (Soares et al., 2021).

Através da fiscalização dos órgãos reguladores, é possível garantir a ordem no que rege o planejamento urbano e desenvolvimento das cidades.

Convencionalmente, no Brasil, o sistema predominante na construção de edificações unifamiliares é o concreto armado, junto com o aço e a madeira. O que mais se observa nas construções é o sistema porticado em concreto armado, com painéis de alvenaria de vedação, que fazem o preenchimento dos espaços e delimitam os ambientes.

Em contraponto, para a evolução do processo tecnológico se faz necessário o uso de novas tecnologias. Em relação à engenharia, é fundamental que a segurança e o bom desempenho em serviço andem lado a lado, mesmo se tratando de otimizações dos métodos construtivos. Dessa forma, a competitividade do mercado atual acaba exigindo sistemas construtivos

baseados na ideia de modernização, empregando técnicas que encaixem nessa necessidade. O pleno equilíbrio entre os fundamentos, resulta em progresso de uma evolução social (Salomão, 2019).

Uma das alternativas tecnológicas para a edificações unifamiliares, é o sistema construtivo por painéis monolíticos de poliestireno expandido (EPS), comumente conhecido como isopor. Apesar de ainda não se ter uma norma técnica brasileira que regulamente o seu uso adequado, existe uma diretriz de Nº 11 do Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), vinculada ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), da Secretaria Nacional da Habitação, Ministério das Cidades.

Essa diretriz faz encaminhamentos à diversas Normas Brasileiras Regulamentadoras (NBR), editadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) para situações de projeto e execução. Estão listados diversos critérios de desempenho e requisitos, análises, métodos de avaliação e controle de qualidade. Estes critérios servem para que o projetista e construtor atenha-se obrigatoriamente para o planejamento e construção de uma edificação que faça uso desse método construtivo. Mesmo sem uma NBR própria para o uso do EPS, ainda que de forma aproximada a outros materiais e sistemas construtivos, essas recomendações são válidas e devem ser seguidas.

Desse modo o objetivo desse trabalho foi realizar inspeção em uma edificação residencial unifamiliar, situada na cidade do Recife-PE. Em busca de identificar as intercorrências relativas às manifestações patológicas, e vícios construtivos atrelados em uma residência unifamiliar. E também apontar as consequências da má utilização e execução do sistema construtivo do tipo EPS.

2. Preliminares

Os proprietários do imóvel declararam que em sua edificação recém-construída, foram observados sinistros na edificação, como fissuras em diversas paredes e no teto, bem como elementos estruturais com acentuado grau de deformação.

Os proprietários expuseram que promoveram diversas solicitações de reparo dos problemas junto à construtora responsável pela obra, porém, não teve uma solução efetiva. Ainda afirma que não foi orientada quanto ao processo natural da construção (estudo preliminar, elaboração de projetos, licenças, dentre outros), nem recebeu as documentações básicas obrigatórias, referente aos projetos e anotações de responsabilidade técnica referente a alguns projetos e a execução.

3. Anomalias e Falhas das Edificações e a Importância da Inspeção Predial

Se tornou comum, ser observado em noticiários e veículos de comunicação, acidentes envolvendo falhas e falta de planejamento em obras relacionadas a construção civil. Estes acidentes ocorrem por vícios construtivos e/ou falhas de manutenção predial. Além de causarem danos significativos para os proprietários, podem ceifar vidas, trazer deterioração urbana, agravar a criminalidade, dificultar o turismo na região e reduzir a qualidade de vida da população que vive na localidade (Peinado, 2019).

Um dos fatores mais comuns que podem causar essas anomalias construtivas são os fatores endógenos, originárias de falhas e erros construtivos, sejam projetuais ou no canteiro de obras, por isso, a importância de um profissional tecnicamente capacitado para gerenciar todo o processo (SAAD, 2017).

De acordo com a Norma de Inspeção Predial (IBAPE 2012), outros fatores comuns que causam anomalias construtivas são os fatores exógenos, advindos de terceiros, de uma ação externa. O fator natural, proveniente dos condicionantes climáticos, pode alterar as condições de funcionamento dos sistemas projetados, e causar riscos a edificação.

A inspeção predial pode ser definida como a avaliação isolada ou embutida das condições técnicas, de uso e de manutenção de uma edificação. Um aspecto técnico importante nas inspeções prediais é a diferença entre as deficiências

constatadas, que devem ser classificadas em Anomalias ou Falhas, determinando as orientações técnicas que são divididas em Plano de Reparo e Plano de Manutenção.

As anomalias construtivas são aquelas que prejudicam o desempenho e a vida útil prevista e estão relacionadas às problemáticas de ordem construtiva ou funcional. As falhas são as não conformidades decorrentes de ações de manutenção e, portanto, possuem origem em atividades de manutenção, uso e operação inadequada ou inexistente. Em resumo pode-se classificar as anomalias e falhas em função das causas e origens das deficiências, conforme as Tabelas 1 e 2 que seguem.

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: Verçoza (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: Verçoza (1991) e Souza e Ripper (1998).

As anomalias e falhas devem também ser classificadas quanto ao seu Grau de Risco. A análise do risco consiste na classificação das anomalias e falhas identificadas nos diversos componentes de uma edificação, quanto ao seu grau de urgência, relacionado com fatores de conservação, depreciação, saúde, segurança, funcionalidade, comprometimento de vida útil e perda de desempenho. Na Tabela 3 que segue, as definições dos graus de risco podem ser constatadas.

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).

Os parâmetros supracitados irão servir de norteador para os critérios adotados ao longo da pesquisa e auxiliará a definir qual a classificação de grau de risco a edificação se encontra no presente momento.

4. Caracterização da Região

Imóvel situado na região metropolitana do Recife. A região possui influência direta nas características do imóvel, conseqüentemente, influencia no projeto, nesse caso, a região em questão, é uma região urbana predominantemente residencial unifamiliar e multifamiliar, possui um clima úmido, sua superfície com declividade com variações planas, sua topografia com desnível. O perfil socioeconômico da população da região caracteriza-se como médio e alto, seu solo com propriedades arenosas e argilo-arenoso. De modo geral, a infraestrutura da região atende os serviços de coleta de lixo, energia elétrica, água potável e entre outros.

Realizado no dia 26 de outubro de 2021, o imóvel possui uma tipologia residencial unifamiliar, a edificação conta com 2 pavimentos, um térreo e um pavimento superior, seu pavimento térreo conta com um programa de necessidades composto por um terraço, cozinha, sala de jantar e de estar, área de serviço, circulação, escada de acesso ao primeiro andar, um quarto com sacada, lavabo e banheiro social. O pavimento superior possui escritório, uma varanda descoberta, circulação e uma suíte, possui uma área total construída de aproximadamente 112,89 m². No Quadro 1 que segue, os dados e descrição da edificação podem ser analisados.

Quadro 1 – Dados e descrição da edificação.

Tipologia: Residencial; Endereço do imóvel avaliado: Recife-PE; Piso: piso queimado e revestimento cerâmico em alguns ambientes; Paredes: painel monolítico de EPS; Revestimento Interno: revestidas de emboço, reboco com argamassa e cerâmica em alguns ambientes; Revestimento Externo: emboço e reboco; Pintura Interna: Tipo PVA; Pintura Externa: Tipo Acrílica; Forro: Gesso; Telhado: Estrutura de sustentação com o próprio painel de EPS e telhas cerâmicas; Estruturas: 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 (2021).

O quadro acima deixa claro todas as informações obtidas através da análise do imóvel, na vistoria foram obtidas informações como: localização do imóvel, tipologias construtivas, instalações e materiais utilizados.

Na Figura 1, que segue, a fachada da edificação inspecionada pode ser observada.

Figura 1 - Fachada do imóvel inspecionado.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Na Figura 1, as fachadas apresentam patologias, que sem dúvida, após uma análise mais detalhada deverá expor todos os problemas do imóvel. Sobre a documentação necessária, apenas o projeto arquitetônico possui um responsável. Outras disciplinas como projeto estrutural, projeto elétrico, projeto sanitário, projeto hidráulico e laudo de sondagem estão registrados como “não fornecidos”. O registro de responsabilidade técnica foi entregue referente apenas ao projeto de arquitetura.

Os proprietários solicitaram esses documentos, mas não houve retorno até o fechamento da análise. Não foram obtidas maiores informações sobre controle tecnológico dos materiais utilizados na sua execução, como características dos elementos estruturais, painéis, materiais de enchimento, fiação, madeiramento, elementos de ligação (parafusos, pregos e chapas), telhas, complementos cerâmicos, entre outros.

4. Resultados

A ciência da patologia das construções pode ser entendida como o ramo da engenharia que estuda os sintomas, causas e origens dos vícios construtivos que ocorrem na construção de edificações. A partir do estudo das fontes dos vícios, é possível de se evitar que a ocorrência de problemas patológicos se torne algo comum nas edificações modernas (Do Carmo, 2003).

As anomalias construtivas foram delimitadas e orientadas a partir de uma sequência lógica de vistoria, exames, análises e interpretações. A inspeção do imóvel e levantamento preliminar foram feitas para a apuração completa das anomalias existentes (construtivas e funcionais). Verificação das condições naturais e meio ambiente local, para a apuração dos eventos que pudessem ter ocasionado anomalias de origem natural (por ação da natureza) nos imóveis da região. Verificação das atividades de conservação e manutenção, e também a análise da documentação técnica correspondente, para a identificação das anomalias funcionais. E por fim, a interpretação de todos os dados técnicos apurados, para então se expender a conclusão indicativa das origens das anomalias em geral.

Desse modo, o resultado das inspeções procedidas nos componentes construtivos, por meio da verificação das desconformidades técnicas, segue devidamente relacionado e anotado com suas respectivas siglas no *Check-List* discriminado na Tabela 4.

Tabela 4 – *Check-List* das ocorrências identificadas.

SIGLA	SITUAÇÃO	OCORRÊNCIA
FEST	Fissuras em Elementos Estruturais	SIM
PRFUN	Problema Relacionado às Fundações	SIM
PELE	Problema Elétrico	SIM
PINF	Problemas de Infiltração	SIM
PPOR	Problema de Porosidade	SIM
PESC	Problema na Esclerometria	SIM
PCAR	Problema de Carbonatação	NÃO

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Foram identificadas manifestações patológicas no imóvel conforme o período de avaliação. Contudo, isso não isenta a possibilidade de surgimento ou propagação destes e/ou outros problemas após avaliação. O registro, descrição, diagnóstico e sugestão para tratamento dos problemas identificados estão definidos nos itens que seguem. No Anexo A, a planta baixa do imóvel está descrita.

Registrou-se diversas situações com incidência de Fissuras em Elementos Estruturais (FEST), tanto na parte interna, quanto na parte externa da residência. Na parte externa do imóvel foram identificadas fissuras nas paredes e na laje do terraço. Nos ambientes internos, há algumas fissuras próximo a portas e janelas, bem como no piso. Na Figura 2 que segue, exemplos dos problemas identificados podem ser observados.

Figura 2 – Problemas de fissuração encontrados na área externa da residência.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Figura 3 – Problemas de fissuração encontrados na área externa da residência.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Como se pode observar nas paredes externas da casa foram verificadas inúmeras fissuras. Houve uma intervenção por parte da empresa executora, que podem ser notadas nas Figuras 2 e 3, alguns exemplos de fissuras e sua intervenção puderam ser observados.

Algumas das fissuras apresentadas são caracterizadas por flexão excessiva, a exemplo do painel de laje do terraço. Nessa região também se observa fissuras por possível puncionamento. Na situação do terraço e da área externa não foi apresentado nenhum projeto de reforço, nem responsabilidade técnica de execução do serviço até o momento do fechamento desta inspeção. Desse modo, não se garante a segurança do que foi realizado. Os problemas de fissuração na parte interna estão apresentados na Figura 4.

Figura 4 – Problemas de fissuração encontrados na área interna da residência.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Na parte interna foram verificados diversos problemas de fissuração, conforme mostra a figura acima. Também houveram algumas tentativas de reparos, que foram executados pela construtora, segundo informações do proprietário. Contudo, não se exclui a possibilidade de surgimento de problemas de fissuração futuros.

Sobrecargas não previstas, materiais inadequados e flexibilidade do sistema pode promover redistribuição de tensões nos painéis, que pode provocar fissuração. Por isso a necessidade de se ter uma análise estrutural do sistema, como recomenda a NBR 6118 (ABNT, 2014), destacada como prática recomendada na própria diretriz N° 11 da SINAT. Conhecer a capacidade estrutural de um painel monolítico não garante conhecimento de um sistema estrutural composto por vários desses painéis.

Deve-se proceder o escoramento da área do terraço em sua totalidade. Realizar um projeto de reforço estrutural para a edificação. Considerar a necessidade de cessar o processo de fissuração da laje do terraço por flexão/punção, também das paredes e dar nova capacidade resistente à mesma e garantir seu desempenho em serviço. Também se faz necessário estabelecer um cronograma de vistoria periódica no imóvel, levando em conta que há uma deficiência no processo construtivo. Recomenda-se inspeção predial a cada 1 (um) ano. Com base na PRFUNT (Problema Relacionado às Fundações e Terraço) foram encontrados registros da época de construção, que foram fornecidos pelo proprietário, Figuras: 5, 6 e 7.

Figura 5 – Vigamento baldrame sem armaduras.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Figura 6 – A-Painel sendo usado como contenção.



Figura 6 – B-Painel sendo usado como contenção.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Figura 7 – Laje treliçada apoiada em painel EPS.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

A partir da análise das imagens é possível verificar que há um sistema de vigamento baldrame, sem armaduras. Tendo em vista a preservação dos requisitos de durabilidade e desempenho dispostos nas NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 6118 (ABNT, 2014), o cobrimento das armaduras deve ser garantido, ainda que as armaduras sejam galvanizadas. Para elementos em contato com o solo, a espessura mínima do cobrimento nominal deve ser de pelo menos 45mm.

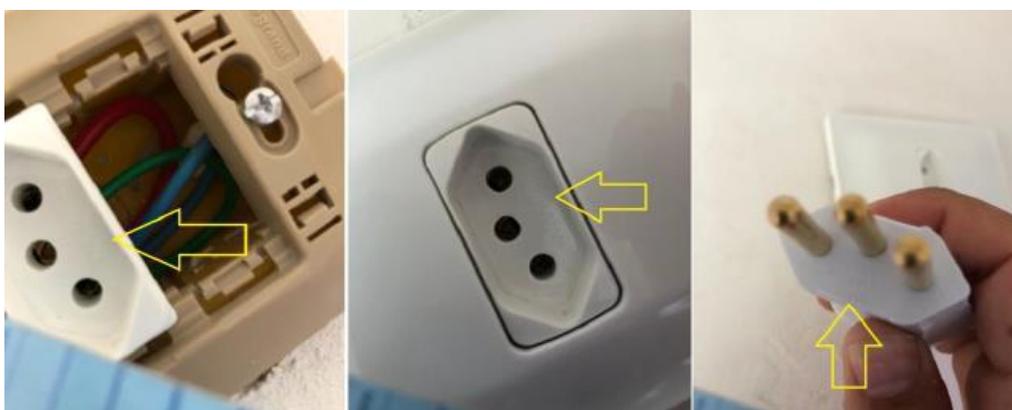
Na Figura 6, identificou-se que houve um aterro, um possível sistema de contenção. Essa carga de empuxo advinda do aterro nos painéis precisa ser considerada, pelo qual se faz necessária a apresentação do projeto estrutural com seu memorial de cálculo para análise dos aspectos de tombamento, deslizamento, estabilidade global, bem como a capacidade resistente do solo.

Foi identificado que o pilar que suporta a laje do terraço está em contato direto com o painel de EPS, no qual não foram identificadas armaduras de punção, o que sugere relação direta de problema de punção com as fissuras identificadas na vistoria. Também não se observa armaduras de flexão ao longo do vão até os apoios.

E por último, verifica-se o uso de laje treliçada com vigotas nervuradas apoiadas nos painéis. Nesse aspecto mais uma vez destaca-se a necessidade de verificação do memorial de cálculo do projeto, com vistas a avaliar as deformações e ancoragem das peças junto aos painéis.

Em relação ao Problema Elétrico (PELE), a coloração da fiação avaliada atende os parâmetros da NBR 5410 (ABNT, 2008). Contudo, as bitolas dos condutores, quadro de distribuição, sistema de aterramento, quadro de entrada e seus respectivos disjuntores não se tem como constatar sua segurança, tendo em vista que não foi fornecido o projeto elétrico com seus memoriais de cálculo. Assim, não se teve como avaliar as cargas, nem garantir a segurança do sistema. Em adição, foi identificado que os chuveiros possuíam tomada elétrica de 20A e 250V. A situação pode ser identificada na Figura 8.

Figura 8 – Tomada de chuveiro elétrico.

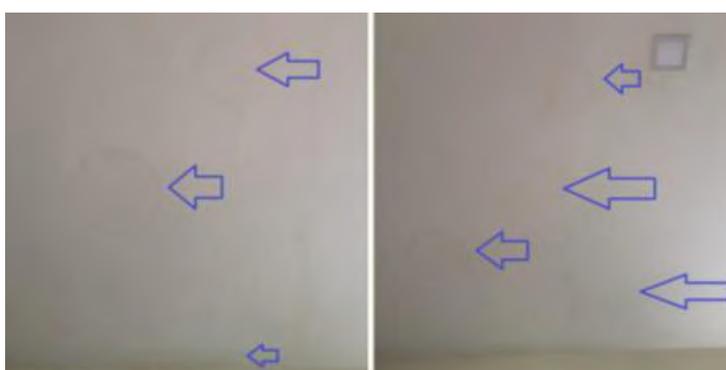


Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Importante destacar que a execução do sistema elétrico não foi realizada pela empresa contratada pela execução inicial da obra. Porém, é necessária a apresentação do projeto elétrico para avaliação dos circuitos e dispositivos de proteção e a retirada das tomadas de corrente nos chuveiros de modo a atender a NBR 5410 (ABNT, 2008).

Foi identificado o Problema de Infiltração (PINF) no forro de gesso no 1º andar da residência, especificamente na região do escritório (Figura 9), por ocasião de infiltração na laje superior da cobertura. Esse tipo de situação traz um desconforto visual e de utilização aos usuários. Situação essa que deve ser evitada conforme previsto na NBR 15575 (ABNT, 2013).

Figura 9 – Infiltração no teto do escritório.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Essa infiltração também pode reduzir o desempenho e vida útil do sistema, por acelerar o processo corrosivo das armaduras. Deverão ser retiradas as placas de gesso e ser feito ajustes na cobertura com revisão das telhas e conexões entre elas, de modo a cessar os vazamentos; grautear as fissuras por onde houve a percolação da água; aplicação de novas placas de gesso, com novo sistema de pintura com tinta de qualidade tipo PVA (apenas ambientes internos) ou acrílica (sujeita a umidade).

Foram encontradas diversas situações com altas incidências de Problema de Porosidade (PPOR). Para se obter uma boa compacidade é necessário que concretos e argamassas estruturais possuam baixo teor de ar incorporado e é influenciada pela relação água/cimento, qualidade dos agregados, teor de ar incorporado, adições, aditivos, granulometria, transporte, lançamento, adensamento, cura, dentre outros. Isso garante o bom desempenho em serviço e durabilidade do sistema. Caso contrário, erros de dosagem resultarão em misturas de baixa densidade onde altos níveis de ar tornam o sistema poroso e permitem a entrada de substâncias prejudiciais, como dióxido de carbono, sulfatos e íons cloreto. Essas substâncias carbonatam o concreto e despassivam as armaduras, e se inicia os processos de corrosão e encurtar a vida útil do sistema. No caso em discussão, foram constatadas situações de alta porosidade (Figura 10), o que tornou impossível o ensaio de esclerometria.

Figura 10 – Porosidade e irregularidade das superfícies.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Como se observa na figura acima, alguns pontos com vazios ficam como porta de entrada para agentes degradantes. Isso reduz a vida útil do sistema.

O ensaio de esclerometria (PESC), segundo Soeiro et al. (2018), é uma técnica de extração de testemunhos que consiste em retirar partes da edificação para análise laboratorial e tem o foco em mensurar a homogeneidade do concreto, por meio da dureza superficial, a resistência característica dos elementos. Superfícies inadequadas comprometem e podem inviabilizar a qualidade do ensaio. No imóvel avaliado, houveram tentativas de realizar o ensaio esclerométrico, porém sem sucesso (Figura 11), os resultados encontrados não representaram o mínimo aceitável para caracterização da resistência das peças, como também não foram fornecidos os dados do controle tecnológico dos materiais utilizados.

Figura 11 – Tentativa de ensaio de esclerometria.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Foi realizada tentativa de ensaio, conforme figura, porém os resultados encontrados não representaram o mínimo aceitável para caracterização da resistência das peças.

Os ensaios de carbonatação que foram realizados com vistas na caracterização das frentes de carbonatação, fazendo-se o uso da fenolftaleína e o nitrato de prata, como mostra a Figura 12.

Figura 12 – Ensaio de carbonatação.



Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Carbonatação é o nome que se dá as reações químicas entre os componentes do cimento e o CO₂, pois reduzem o pH dos poros e ao atingir a armadura se inicia o processo corrosivo (CARMONA, 2005). Não foram identificados problemas de avanço de frente de carbonatação na data em que o ensaio foi realizado, o que é previsível visto que se trata de uma edificação que acabara de ser construída.

5. Análise dos Resultados

Para a análise de anomalias e falhas encontradas em vistorias prediais, são utilizados padrões de análise de risco, que visam estudar detecções, vulnerabilidades, impactos, ameaças, contingências e ações essenciais para garantir a condição básica

da habitação. Com isso, a administração dos riscos é realizada com a detecção dos pontos que possibilitam a redução, transferência ou eliminação dos riscos, por meio de ações e estratégias econômicas e viáveis.

Por meio da Metodologia da Classificação: Gravidade, Urgência e Tendência (GUT), foram encontrados os seguintes resultados. A classificação da ordem de prioridades das falhas segue conforme Tabelas 5, 6 e 7.

Tabela 5 – Classificação de Gravidade.

GRAU	GRAVIDADE	PESO
TOTAL	Perda de vidas humanas, do meio ambiente ou do edifício.	10
ALTA	Ferimentos em pessoas, danos ao meio ambiente ou edifício.	8
MÉDIA	Desconforto, deterioração do meio ambiente ou do edifício.	6
BAIXA	Pequenos incômodos ou pequenos prejuízos financeiros.	3
NENHUMA	-----	1

Fonte: Colenghi (2007).

Segundo Napoleão (2019) gravidade representa a força do problema para os envolvidos, no caso desse estudo as pessoas que habitam a residência, caso o problema esteja acontecendo ou venha acontecer. É o momento de analisar o quão grave é o problema para o cenário em questão.

Tabela 6 – Classificação de Urgência.

GRAU	URGÊNCIA	PESO
TOTAL	Evento em ocorrência.	10
ALTA	Evento prestes a ocorrer.	8
MÉDIA	Evento prognosticado para breve.	6
BAIXA	Evento prognosticado para adiante.	3
NENHUMA	Evento imprevisto.	1

Fonte: Colenghi (2007).

De acordo com Sotille (2014) urgência configura como o tempo para a manifestação dos danos ou resultados indesejáveis se não operar sobre o problema.

Tabela 7 – Classificação de Tendência.

GRAU	TENDÊNCIA	PESO
TOTAL	Evolução imediata.	10
ALTA	Evolução em curto prazo.	8
MÉDIA	Evolução em médio prazo.	6
BAIXA	Evolução em longo prazo.	3
NENHUMA	Não vai evoluir.	1

Fonte: Colenghi (2007).

Segundo Napoleão (2019) Tendência significa o potencial de crescimento do problema, analisando a probabilidade de se agravar com o passar do tempo (caso nada seja feito). Além do crescimento, a tendência de redução ou desaparecimento do problema também podem ser consideradas na análise da tendência.

Ao analisar os três critérios expostos nas Tabelas 5, 6 e 7, pode-se obter os seguintes resultados.

Tabela 8 – Classificação das anomalias e falhas pelo sistema GUT.

AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS E FALHAS				
MANIFESTAÇÃO	G	U	T	GUT (Total)
FEST	10	10	10	30
PRFUNT	10	10	8	28
PELE	10	10	6	26
PINF	6	8	8	24
PPOR	6	8	3	17

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

As anomalias e falhas constatadas na inspeção predial segue conforme a metodologia de prioridades (Tabela 8). Segundo Justo (2019) a matriz GUT é uma ferramenta de priorização baseada em três critérios: gravidade, urgência e tendência. A cada um desses critérios é atribuída uma pontuação geralmente de 1 a 5 e ao final esses valores são multiplicados. Resultando em uma pontuação GUT.

Tabela 9 – Classificação pela ordem de prioridades.

ORDEM DE PRIORIDADES			
Prioridades	Patologia	Manifestação Patológica	GUT
1^a	FEST	Fissuras em Elementos Estruturais	30
1^a	PRFUNT	Problema Relacionado às Fundações e Terraço	28
2^a	PELE	Problema Elétrico	26
3^a	PINF	Problemas de Infiltração	24
4^a	PPOR	Problema de Porosidade	17

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

Assim, verifica-se que a prioridade primária são os reparos nos problemas de fissuração e os relacionados às lajes do terraço com avaliação periódica da estabilidade da fundação. Esses devem ser realizados em conjunto, pela necessidade imediata de reparos. Como segunda prioridade, mas não menos importante, intervenção no sistema elétrico. A terceira prioridade fica com os ajustes referentes a infiltração. A quarta prioridade fica com a situação de porosidade.

Ficaram de fora as ocorrências de esclerometria e carbonatação, visto que não foi possível realizar o ensaio, bem como não foram identificados problemas de carbonatação na data da vistoria. Com base na análise apresentada posteriormente (Tabela 10), pode-se classificar o grau de risco de cada patologia apontada.

Tabela 10 – Classificação em relação ao Grau de Risco.

CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO GRAU DE RISCO			
PATOLOGIA	CRÍTICO	REGULAR	MÍNIMO
FEST	X		
PRFUNT	X		
PELE	X		
PINF		X	
PPOR		X	

Fonte: RG Engenharia Estrutural (2021).

De acordo com a Tabela 3, as anomalias e falhas existentes na edificação possuem classificação de risco conforme a Tabela 10 apresentada.

6. Classificação do Estado de Manutenção

A classificação das edificações, quanto ao de estado de manutenção, deve ser sempre fundamentada ao analisar os graus de risco e as intensidades das anomalias, bem como os níveis de aprofundamento da inspeção predial alcançada (Tabela 11);

Tabela 11 – Classificação em relação ao estado de manutenção.

ESTADOS 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: RG Engenharia Estrutural (2021).

Assim, considera-se a classificação quanto ao Grau de Risco (Tabela 10), a classificação pela Ordem de Prioridades (Tabela 9) e o aprofundamento da inspeção, o imóvel se caracteriza CRÍTICO, para: FEST, PRFUNT, e PELE; e REGULAR para PINF e PPOR.

7. Conclusões

É de fundamental importância que qualquer edificação durante sua vida útil garanta um nível de desempenho mínimo em seus requisitos gerais NBR 15575 (ABNT, 2013), ou seja, essa qualidade mínima exigida deve garantir o conforto do usuário e um tempo tardio para manutenções. Pois, na maioria dos casos, as edificações apresentam sintomas patológicos antes do prazo especificado na norma, muitos fatores podem ajudar para as ocorrências desses problemas. (Cordeiro et al., 2021).

Essa norma ainda traz como requisitos o conforto visual e antropodinâmico. Em diversas situações constatadas na edificação, pontos em desconformidade com a referida norma foram identificados, a exemplo dos diversos itens elencados nesta inspeção.

A finalidade do presente estudo foi conhecer as intercorrências relativas a manifestações patológicas e os vícios construtivos atrelados em uma edificação residencial unifamiliar. O imóvel avaliado trata-se de uma construção nova, com o sistema construtivo do tipo painel monolítico de poliestireno expandido (EPS), onde foram identificados diversos problemas de fissuração e deformação de elementos de placa. Também foram identificados problemas elétricos e de infiltração.

Todas as dependências do imóvel passaram por devida inspeção, onde foi possível constatar diversas anomalias endógenas, relacionadas a deficiências de ordem construtiva e vícios construtivos, falhas de projeto e execução. Essas anomalias e falhas foram registradas, agrupadas e classificadas por Grau de Risco sendo as endógenas acompanhadas de breve descrição e recomendação técnica para ações de reparos e adequações.

Quaisquer das situações usuais onde o objeto de estudo esteve exposto, desde o estado de carregamento até ações naturais como variação de temperatura, ação do vento, chuva, dentre outras, foram causas do surgimento e propagação do processo de fissuração. Desse modo, através do processo construtivo, houveram situações que agravaram a redução da vida útil de alguns de seus elementos estruturais.

Os problemas elétricos identificados estão cabíveis de evolução. Assim, devem ser tomadas as medidas de reparo o quanto antes. De mesmo modo os problemas de infiltração.

Observa-se que as manifestações patológicas identificadas e classificadas como grau de risco crítico (se não forem tratadas) podem interferir no desempenho, atingir os Estados Limite de Serviço (ELS), reduzir a vida útil dos componentes construtivos e progredir ao colapso, respectivamente. Portanto, para que isso seja evitado, é trivial a implementação das medidas corretivas e reparos que constam nas recomendações técnicas, tornando-se essas orientações adequadas para cada evento identificado.

As manifestações patológicas de graus de risco regular também devem ser tratadas, mesmo que não apresentem riscos neste momento, para que elas não venham a evoluir. Não foram fornecidos ao proprietário o laudo de sondagem, projeto estrutural, elétrico, hidráulico, sanitário e pluvial da edificação, com seus respectivos memoriais de cálculo, dificultando a análise aprofundada das patologias. Também não foram fornecidos os registros de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) de projeto e execução da edificação, o que contradiz o artigo nº 1 da lei federal nº 6496 de 7 de dezembro de 1977 que afirma que todo contrato, seja ele escrito ou verbal, para a execução de obras ou prestação de quaisquer serviços profissionais referentes à Engenharia, fica sujeito à "Anotação de Responsabilidade Técnica" (ART) (Brasil, 1977). Apenas possui o RRT referente ao projeto de arquitetura. Até o momento da conclusão da presente inspeção, não foram fornecidos os projetos e ARTs.

Conforme legislação federal, é sabido que não se pode executar um serviço de engenharia sem projetos e seus registros de responsabilidade técnica. Tudo deve estar em concordância com todos os parâmetros normativos vigentes.

A proprietária foi pouco assistida em relação a informações básicas quanto ao processo de construção de seu imóvel. É de crucial importância que todo profissional de engenharia forneça as informações relativas ao correto processo de construção. Estudos preliminares, elaboração de todos os projetos e sua posterior execução, tudo com seus registros nos órgãos competentes. O que se oponha a isso, não se tem prática da engenharia. É autoconstrução.

Em resumo, considerar as análises in loco, coligada a ausência de informação no que se refere ao que foi proposto e executado, não há como garantir os requisitos mínimos de segurança e estabilidade da edificação.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (1996). NBR 13752. Perícias de engenharia na construção civil.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004). NBR 5410. Revisada 2008. Instalações Elétricas em Baixa Tensão.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2012). NBR 7584. Avaliação da dureza superficial pelo esclerômetro de reflexão - Método de ensaio - Procedimento. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2013). NBR 15575. Norma de desempenho de edificações habitacionais.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2014). NBR 6118. Projeto de Estruturas de Concreto – Procedimento.
- Brasil. Lei Federal nº 6496, de 7 de dezembro de 1977. Institui a "anotação de responsabilidade técnica" na prestação de serviços de engenharia, de arquitetura e agronomia, autoriza a criação, pelo conselho federal de engenharia, arquitetura e agronomia - confea, de uma mutua de assistência profissional, e dá outras providências. Brasil.
- Carmona, T. G. (2005). Modelos de previsão da despassivação das armaduras em estruturas de concreto sujeitas à carbonatação. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Colenghi, V., M (2007). *O&M e Qualidade Total: uma integração perfeita*. (3a ed.), VMC, Uberaba.
- Cordeiro, J. T. L., Barbosa, V. M., & Boas, D. C. V (2021). Levantamento das manifestações patológicas da construção civil: um estudo em residência domiciliar na Cidade de São Luís, Maranhão. *Research, Society and Development*, 10(12), e184101220487. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20487>
- Do Carmo, O. O. (2003). Patologia das construções. Programa de atualização profissional – CREA – RS, Santa Maria.
- Instituto Brasileiro De Auditoria De Engenharia (2015). OT-003/2015- Inspeção Predial e Auditoria Técnica Predial.
- Instituto Brasileiro De Avaliações E Perícia De Engenharia (2012). (IBAPE) Norma de Inspeção Predial Nacional.
- Justo, A. S. (2019). *Matriz GUT: guia completo e como aplicar na prática*. EUAX. encurtador.com.br/ryMNV
- Napoleão, B. M. (2019). *Matriz GUT (Matriz de Priorização)*. Ferramentas da Qualidade. <https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-gut-matriz-de-priorizacao/>

Peinado, H. S. et al (2019). *Segurança e Saúde do Trabalho na Indústria da Construção Civil*. Editora Scienza.

RG Engenharia Estrutural (2021). Acervo Técnico.

Saad, J. L. (2017). A importância da inspeção predial a fim de detectar falhas e anomalias em edificações de múltiplos pavimentos estudo de caso: residencial bloco 'A' SQN 311 – Brasília DF. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília.

Salomão, P. E. A., Santos, A. A. D., & Oliveira, A. N. S. (2019). Aspectos gerais do concreto armado e os procedimentos técnicos para sua utilização. *Research, Society and Development*, 8(6), e2861020, 10.33448/rsd-v8i6.1020. <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1020>.

Soares, R. G. P. et al (2021). Análise numérica via elementos finitos em vigas de concreto armado quando submetidas a descontinuidades não previstas na etapa de projeto. *Brazilian Journal of Development*, 7(2), 20445-20461

Soeiro, Joaquim Martins et al (2018). Avaliação de Estrutura em concreto armado por meio de ensaio de esclerometria e extração de testemunhos. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018 21 a 24 de agosto de 2018. Maceió.

Sotille, Mauro (2014). A ferramenta gut - gravidade, urgência e tendência. Pmtech capacitação em projetos. <https://www.pmtech.com.br/PMP/Dicas%20PMP%20-%20Matriz%20GUT.pdf>

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

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