CAPÍTULO 82 · Parte V · Diagnóstico
DOI do capítulo: https://doi.org/10.67775/yse9f790
Trabalho apresentado no CBPAT 2026 e publicado nos anais do evento: https://doi.org/10.67775/qwdajv12

ANÁLISE DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS ASSOCIADAS A UMIDADE EM RESIDÊNCIAS DE LIGHT STEEL FRAME – LSF.

Mathias Herzer[1], Gustavo Alexandre Ferraz de Carvalho e Souza*[2]; Eduardo Polesello[3]
*Autor de contato: gustavodecarvalhoesouza@gmail.com (marcado com um asterisco entre os autores)

[1] Curso de Engenharia Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil
[2] Curso de Engenharia Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil
[3] Curso de Engenharia Civil, Universidade Feevale, Novo Hamburgo, RS, Brasil

RESUMO

O conhecimento do método construtivo *Light Steel Frame* (LSF) é necessário para que o projeto seja desenvolvido de forma apropriada, as técnicas construtivas sejam aplicadas corretamente e, assim, sejam evitadas ou minimizadas as incidências de manifestações patológicas pela presença de umidade indesejada. Neste sentido, este estudo investiga causas de manifestações patológicas oriundas da presença da umidade em residências com sistema construtivo em *Light Steel Frame*, avaliando a qualidade do processo executivo realizado. Para tal, realizou-se a inspeção de edificações executadas, registrando as manifestações patológicas identificadas. Os resultados demonstram que as manifestações patológicas identificadas associadas a presença da umidade, são, primordialmente, por falha na execução da edificação, seguidos da qualidade dos materiais utilizados.
Palavras-chave: Light Steel Frame; Manifestações Patológicas; Umidade.

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS ASSOCIATED WITH HUMIDITY IN LIGHT STEEL FRAME RESIDENCES – LSF.

ABSTRACT

Knowledge of the *Light Steel Frame* (LSF) construction method is necessary so that the project can be developed appropriately, construction techniques can be applied correctly and, thus, the incidence of pathological manifestations due to the presence of unwanted humidity can be avoided or minimized. In this sense, this study investigates causes of pathological manifestations arising from the presence of humidity in homes with a *Light Steel Frame* construction system, evaluating the quality of the executive process carried out. To this end, an inspection of constructed buildings was carried out, recording the pathological manifestations identified. The results demonstrate that the pathological manifestations identified associated with the presence of humidity are, primarily, due to failure in the execution of the building, followed by the quality of the materials used.
Keywords: Light Steel Frame; Pathology; Moisture.

1. INTRODUÇÃO

O sistema construtivo em *Light Steel Frame* (LSF) no Brasil, segue as prescrições da NBR 16790 (ABNT, 2022), que se destina ao uso em edificações residenciais (unifamiliares ou multifamiliares) e não residenciais de até dois pavimentos. Segundo Campos (2020), pelo *Light Steel Frame* ser um sistema industrializado, possibilita uma construção a seco com grande rapidez de execução, que, devido a essas características, também é conhecido por Sistema Autoportante de Construção a Seco, sendo composto por vários subsistemas, como fundações, isolamento, fechamento interno e externo, além das instalações elétricas e hidráulicas.

Conforme Marinho e Mesquita (2022), as estruturas de forma geral, seja metálica ou outros materiais, possuem em comum o fato de resistirem aos esforços mecânicos. Contudo, é necessário conhecimento e correta adequação no desenvolvimento de projetos, em destaque ao uso dos perfis metálicos como caracteriza-se o sistema LSF, demandando que, ainda, seja melhor difundido no segmento técnico para evitar ou minimizar a incidência de manifestações patológicas nas edificações, em particular, pela presença de umidade associada ou alguma deficiência do sistema de impermeabilização. Elevados gradientes de temperatura, muitas vezes no mesmo dia, grandes volumes de chuvas e poluições contribuem para o surgimento de manifestações patológicas, associadas a uma ou mais formas de deterioração (Sacchi e Souza, 2017).

A ciência da patologia das construções pode ser conceituada como parte da engenharia que estuda os sintomas, causas e origens dos vícios construtivos que ocorrem na construção de edificações. É importante destacar que a presença de manifestações patológicas está cada vez mais precocemente identificada nas edificações, reduzindo a necessidade de estudos sobre a gestão dos processos construtivos e das falhas cometidas em suas etapas (Marinho e Mesquita, 2022) e (Sena, Nascimento e Neto, 2020). A presença de umidade, para Rodriguez e Ribas (2023), pode ser responsável pela maioria das manifestações patológicas em edificações, originada, muitas vezes, pelas falhas construtivas das edificações, caracterizando-se como o agente mais recorrente.

Segundo Lira e Lordsleem (2019), a presença de umidade está atrelada ao surgimento de diferentes manifestações patológicas nas edificações, manifestada como o aparecimento de manchas de umidade, mofo e bolor, além de propiciar as condições para deterioração da edificação. Para identificar a causa das manifestações devido a umidade, é necessário entender o comportamento do fluxo, ou seja, o caminho que a água (umidade) está percorrendo, que, nos estudos de Ferreira e Rodrigues (2019), mostram como incidências mais recorrentes a umidade por capilaridade ou percolação. Outros aspectos associados às anomalias em *Light Steel Frame* podem estar relacionados com falhas de projetos, existência de fissuras nas juntas de dilatação que une os painéis de vedação, erros na fabricação e montagem das estruturas causados por negligência ou inexistência de controle de qualidade ou, então, falta de manutenção (Farias e Marinho, 2019).

A melhoria desses processos envolve, além da quantificação, o conhecimento das causas e origens das manifestações patológicas, seus custos e suas tendências em novos empreendimentos. Para isso, a NBR 16747 (ABNT, 2020) traz a atividade de inspeção sendo constituída por uma sequência de procedimentos técnicos, e tem como uma das ferramentas principais a vistoria in loco, considerando como base a observação visual e constatação técnica, seguido de levantamento e análise de documentação, para identificação das características construtivas, classificação das irregularidades constatadas, recomendações de ações necessárias para restaurar ou preservar o

desempenho dos sistemas, organização das prioridades em patamares de urgência, avaliação da manutenção e avaliação do uso.

Contudo, o LSF por ser um método construtivo relativamente novo e por, ainda, estar se disseminando na indústria da construção civil brasileira, apesar de já estar consolidado em muitos outros países, demanda maior atenção ao domínio das técnicas do sistema, justificando pesquisas sobre o tema.

Neste contexto, este estudo objetiva avaliar as principais causas das manifestações patológicas, oriundas pela presença de umidade indesejada, em edificações executadas com sistema LSF, analisando os materiais presentes na estrutura, diagnosticando as causas e sugerindo formas de reparo para conservação e minimização no surgimento de novas manifestações patológicas, visando o aumento de vida útil da edificação. O levantamento das manifestações patológicas foi realizado em edificações de residências unifamiliares através da aplicação de inspeção predial, seguindo o que preconiza a NBR 16747 (ABNT,2020).

2. METODOLOGIA

A pesquisa desenvolvida trata-se de estudo de caso, pois buscou analisar as manifestações patológicas que ocorrem em residências já executadas com o sistema *Light Steel Frame* – LSF. As etapas do método em que esse estudo foi dividido estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 – Etapas detalhadas para a metodologia proposta



Fonte: Elaborada pelos autores.

2.1 Objeto de Estudo

O objeto de estudo é caracterizado por quatro edificações unifamiliares executadas no sistema *Light Steel Frame* – LSF e localizadas na região dos Vales do Sinos, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, construídas entre 2019 e 2022, estando todas, atualmente, em ocupação. As informações de cada objeto de estudo seguem detalhadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Informações dos objetos de estudo analisados

Objeto de Estudo	Edificação 01	Edificação 02	Edificação 03	Edificação 04
Área (m²)	147,0	300,0	103,0	147,0
Detalhamento dos cômodos	3 Dormitórios 3 Banheiros 1 Cozinha 1 Sala de Estar 1 Área Serviço 1 Circulação 1 Escrtiorio	3 Dormitórios 2 Banheiros 1 Cozinha 1 Sala de Estar 1 Área Serviço 1 Circulação 1 Garagem	2 Dormitórios 1 Banheiros 1 Cozinha 1 Sala de Estar 1 Área Serviço 1 Circulação 1 Mezanino	3 Dormitórios 3 Banheiros 1 Cozinha 1 Sala de Estar 1 Área Serviço 2 Circulação 1 Escrtiorio

Ano de Finalização da Edificação	2022	2021	2020	2019

Fonte: Elaborada pelos autores.

2.2 Inspeção do local

A inspeção local serviu para agrupar informações dos projetos realizados para as residências, buscando o levantamento de dados para os corretos diagnósticos das manifestações patológicas e informações sobre os ambientes inspecionados, através da captação de imagens, conforme sugere a NBR 13752 (ABNT, 1996), para gerar o maior número de dados relevantes para as corretas inspeções das residências, de forma a atender a NBR 16747 (ABNT, 2020).

Esta etapa contempla como ações distintas, o registro fotográfico, a localização da manifestação patológica identificada, além da identificação da origem e do grau risco para a edificação.

2.2.1 Registro Fotográfico

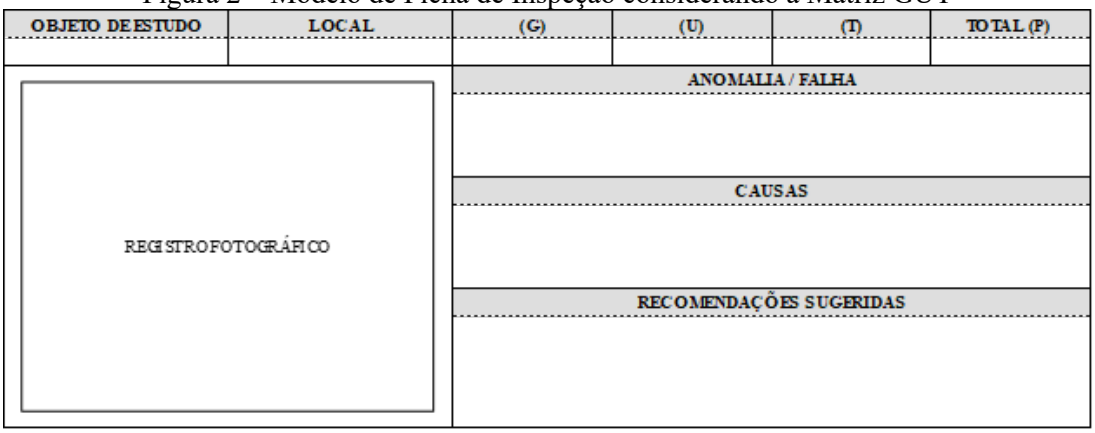
Para a realização da inspeção predial requerida pela NBR 16747 (ABNT, 2020), foi necessário equipamentos auxiliares de pouca complexidade, a exemplo de câmera fotográfica com boa resolução das imagens, mas que auxiliam na constatação e o registro das manifestações patológicas.

Em todas as edificações visitadas, o registro fotográfico das manifestações patológicas foi realizado com o auxílio de smartfone modelo iPhone 13 da marca Apple, que apresenta câmera com resolução de 12 Mega pixels.

2.2.2 Localização da Manifestação Patológica

Segundo a NBR 13752 (ABNT, 1996), que estabelece critérios para perícias de engenharia na construção civil, a qualidade do trabalho deve estar assegurada pela execução de um croqui de situação. Para isto, considerando o projeto arquitetônico de cada edificação, fornecido para consulta pelo proprietário, foi localizado o ambiente indicando o elemento analisado e o posicionamento do ponto em que a manifestação patológica foi identificada. Como registro documental, foi incluída essa informação na Ficha de Inspeção detalhada na sequência (Figura 2) desta metodologia.

Figura 2 – Modelo de Ficha de Inspeção considerando a Matriz GUT



Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2.3 Identificação e risco da manifestação patológica associada por umidade

Como ferramenta para auxiliar nesta identificação das manifestações, considerou-se as definições da Matriz GUT – (Gravidade, Urgência e Tendência). A matriz GUT foi criada por Charles H. Kepner e Benjamin B. Tregoe, na década de 80 do século XX, e tinha como propósito ajudar na resolução de problemas complexos das indústrias. A matriz é montada considerando três etapas, detalhadas na sequência.

Como primeira etapa, é necessário listar todos os problemas relativos ao que será realizado no seu ambiente de pesquisa, avaliando-os seguindo os três aspectos principais que definem a Matriz GUT, conforme está detalhado no Quadro 2.

Quadro 2 – Definições da Matriz GUT

Aspectos	Definição
Gravidade	Representa o impacto do problema avaliado caso o mesmo venha a acontecer. Considera alguns aspectos, como: tarefas, pessoas, resultados, processos, organizações etc, analisa-se sempre seus efeitos a médio e longo prazo, caso o problema em questão não seja resolvido.
Urgência	Representa o prazo, o tempo disponível ou necessário para resolver um determinado problema analisado. Quanto maior a urgência, menor será o tempo disponível para solucionar esse problema. É recomendado que seja feita a seguinte pergunta: “A resolução deste problema pode esperar ou deve ser realizada imediatamente?”.
Tendência	Representa o potencial de crescimento do problema, a probabilidade do problema se tornar maior com o passar do tempo. É a avaliação da tendência de crescimento, redução ou desaparecimento do problema. Recomenda-se fazer a seguinte pergunta: “Se eu não resolver esse problema agora, o mesmo vai piorar pouco a pouco ou vai piorar bruscamente?”.

Fonte: Adaptado de Periard (2011)

A próxima etapa caracteriza-se pela atribuição de uma pontuação estabelecida seguindo escala em ordem crescente de 1 a 5, para cada problema registrado. A atribuição da nota, a fim de diminuir a subjetividade no momento desta definição, deve considerar os critérios detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 - Critérios relevantes para atribuir a pontuação

Grau de Prioridade	Gravidade	Urgência	Tendência (“se nada for feito...”)
1°	extremamente grave	precisa de ação imediata	irá piorar rapidamente
2°	muito grave	é urgente	irá piorar em pouco tempo
3°	grave	o mais rápido possível	irá piorar
4°	pouco grave	pouco urgente	irá piorar a longo prazo
5°	Sem gravidade	Pode esperar	não irá mudar

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, após concluída a listagem e definição dos problemas e atribuída a pontuação, a terceira etapa caracteriza-se por estabelecer a pontuação final para problema, obtida pela multiplicação das pontuações atribuídas para cada aspecto: Gravidade, Urgência e Tendência. Com base nos resultados obtidos é norteada a ordem de prioridade das ações a serem tomadas, uma vez que, os mais graves, urgentes e com maior tendência de agravamento, terão prioridade. Um exemplo de construção e uso da Matriz GUT é demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Exemplificação do uso da Matriz GUT

Problema	Gravidade	Urgência	Tendência	Total (GUT)	Grau de Prioridade

Condição A	5	3	1	15	3°
Condição B	5	5	2	50	1°
Condição C	4	3	2	24	2°

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após atribuição da nota o estado de prioridade do problema analisado será determinado. O produto dessa multiplicação pode resultar em pontuação máxima de 125 pontos, ou seja, o agente de prioridade deste problema.

Essa ferramenta não se limita a nenhum tipo de processo, podendo ser aplicada para diferentes finalidades áreas, com vantagens de ser de fácil utilização e manuseio (Periard, 2011). Neste sentido a Figura 2 apresenta a Ficha de Inspeção utilizada nesta pesquisa, considerando, a possiblidade de utilização dessa metodologia da Matriz GUT.

A ficha de inspeção, (Figura 2), registra a anomalia, descrição, diagnósticos, prognósticos e terapias, assim como as pontuações da matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) com o resultado de sua multiplicação (Total) e classificação quanto ao risco, considerando as informações da Tabela 1.

2.3 Classificação das Irregularidades

Utilizando as informações das etapas anteriores, será possível classificar as irregularidades listadas através da NBR 16747 (ABNT,2020), em anomalias (problemas de projeto, execução ou externos) e falhas (decorrentes de uso, operação ou manutenção). Adotando o método GUT, que estabelecerá recomendações de reparo quanto a gravidade, urgência e tendência, considerando, para tal, a organização das prioridades.

2.4 Recomendações Sugeridas

Após todos os procedimentos de análise documental, anamnese da edificação, realização da inspeção in loco e constatação das anomalias e falhas, segundo a NBR 16747 (ABNT, 2020), as irregularidades encontradas devem ser examinadas quanto a criticidade, através da análise do grau de risco, a fim de estabelecer prioridades quanto à terapia.

Com a compilação dos dados levantados, foram definidas as ações corretivas e preventivas. Para tal, com base no diagnóstico das manifestações patológicas, classificações quanto ao grau de risco e considerações da literatura técnica já publicada, foi estabelecida a ordem de prioridade para as intervenções corretivas, conforme sugere a NBR 16747 (ABNT, 2020).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

De forma a atender os objetivos deste estudo, conforme metodologia apresentada, foi realizada uma análise geral do objeto de estudo, as residências unifamiliares em LSF, identificando as manifestações patológicas, especificamente devido a presença de umidade, sendo, assim como afirma Rodriguez e Ribas (2023), o agente mais recorrente e podendo ser responsável pela maioria das manifestações patológicas encontradas em edificações, como bolhas, manchas, eflorescência, mofos ou bolores, corrosão de armaduras, pinturas danificadas, entre outros.

Os dados da vistoria e a análise realizada, neste estudo, forneceram informações fundamentais para a aplicação do método GUT, atribuindo para cada manifestação patológica identificada uma pontuação que considerou a gravidade do problema, sua urgência e sua tendência.

3.1 Resultados das inspeções em cada objeto de estudo

O resultado das inspeções, realizadas nas edificações contempladas pelo estudo, está registrado nas figuras apresentadas na sequência. A exemplo da Figura 3 que detalha sobre a Edificação 1.

Figura 3 – Resultado da inspeção realizada na Edificação 1

OBJETO DE ESTUDO	LOCAL	(G)	(U)	(T)	TOTAL (P)
Edificação 1	Banheiro	3	3	4	36



ANOMALIA / FALHA

Apresenta aspecto de molhado, macha escura na placa de revestimento, localizada na parede do banheiro da edificação 1.

CAUSAS

Manisfestação patológica associada a umidade por infiltração devido a ação de escoamento da água da chuva vindo do rufo no telhado, caracterizando a má execução após análise do projeto.

RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS

Conforme NBR 5674 (ABNT, 2012), recomenda-se verificar sua integridade e reconstruir os rejuntamentos internos e externos dos pisos e parede. Sugere-se: 1) remover cuidadosamente o revestimento e a placa afetada; 2) fazer limpeza da região afetada; 3) aplicar aditivo de proteção; 4) aplicar a argamassa e nova placa de revestimento; 5) aplicar a massa de acabamento de proteção.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observa-se, pela Figura 3, que a manifestação patológica foi localizada no porcelanato utilizado como revestimento da alvenaria interna do banheiro da edificação, em decorrência da presença da umidade nas placas de vedação que são o substrato para aplicação deste revestimento, sendo possível visualizar manchas escuras e aspecto de molhado.

A origem da manifestação está associada a uma infiltração da água decorrente da chuva no telhado, em função de falha no rufo de proteção, evidenciando a necessidade de ações corretivas para melhor vedação e acabamento. Segundo Santiago; Freitas; Crasto (2012), após os fechamentos dos painéis, quaisquer tipos de revestimento podem ser utilizados, no entanto, devem ser tomados alguns cuidados com o propósito de garantir a qualidade e durabilidade do revestimento aplicado. A Figura 4, detalha a inspeção realizada na Edificação 2.

Figura 4 – Resultado da inspeção realizada na Edificação 2

OBJETO DE ESTUDO	LOCAL	(G)	(U)	(T)	TOTAL (P)
Edificação 2	Parede Externa	2	3	3	18



ANOMALIA / FALHA

Apresenta desplascamento do revestimento, manifestação localizada na parede externa da edificação 2.

CAUSAS

Manifestação patológica associada a umidade por interperes, devido ação do clima, pela incidência de vento e chuva, frente ao materiais aplicados, gerando o desplacamento do revestimento externo.

RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS

Conforme NBR 5674 (ABNT, 2012), recomenda-se verificar sua integridade e refazer o revestimento. Sugere-se: 1) remover cuidadosamente o revestimento afetado; 2) reconstituir a base afetada; 3) aplicar aditivo de proteção; 4) aplicar a argamassa de revestimento; 5) aplicar aditivo de acabamento.

Fonte: Elaborado pelos autores.

O desplacamento do revestimento externo, da argamassa cimentícia colante polimérica na placa cimentícia com EIFS (*Exterior Insullation and Finish System*), possibilita a presença de umidade por percolação de água e penetração de sais solúveis, devido às condições do ambiente, o que danifica a edificação. Outro aspecto a ser observado é que a incidência de chuva dirigida também afeta o desempenho higrotérmico de fachadas. Importante fonte de umidade, com efeito nas superfícies que estão na direção do vento (Paixão e Amario, 2022). Na inspeção da Edificação 3, detectou-se mais de uma manifestação patológica em decorrência da umidade, conforme detalham as Figuras 5 e 6.

Figura 5 – Resultado da inspeção realizada na Edificação 3 parte externa

OBJETO DE ESTUDO	LOCAL	(G)	(U)	(T)	TOTAL (P)
Edificação 3	Parede Superior	4	5	5	100



ANOMALIA / FALHA

Apresenta manchas de mofos ou bolores, aspecto de molhado, localizada na parte superior (teto) na edificação 3.

CAUSAS

Manifestação patológica associada a umidade por infiltração, identificado pela má execução da cobertura.

RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS

Conforme NBR 5674 (ABNT, 2012), recomenda-se verificar sua integridade e refazer a região afetada. Sugere-se: 1) verificar cuidadosamente a estrutura do revestimento afetado, 2) reconstituir a região da placa afetada 3) aplicar no material com aditivo de proteção, 4) aplicar revestimento de proteção .

Fonte: Elaborado pelos autores.

Observando a Figura 5, são perceptíveis manchas de mofos ou bolores com aspecto de molhado na parte superior do forro externo na entrada da residência, em função de má instalação da membrana impermeável. É possível ainda que ocorra a condensação do sistema, devido a infiltração de água e ou ar nos espaços entre as placas de vedação (Nascimento, 2020), dependendo do nível de estanqueidade da execução. Para Rodrigues e Caldas (2016), as coberturas no sistema LSF não se diferenciam muito do sistema convencional, seguem o mesmo princípio dos telhados de madeiras, executados com perfis de aço galvanizado criando treliças ou tesouras, podendo ser inclinadas ou planas, exigindo os mesmos cuidados de execução de coberturas do sistema convencional. Ainda,

em inspeção a essa mesma edificação, pela Figura 6 é possível verificar outro local inspecionado da Edificação 3.

Figura 6 – Resultado da Inspeção realizada na Edificação 3 parte interna

OBJETO DE ESTUDO	LOCAL	(G)	(U)	(T)	TOTAL (P)
Edificação 3	Banheiro	5	5	5	125



ANOMALIA / FALHA

Mostra-se degradação do revestimento, manchas de mofos, bolores e aspecto de molhado, localizada entre o piso e parede do banheiro da edificação 3.

CAUSAS

Manifestação patológica associada a umidade por infiltração, devido a má execução na rede hidraulica, somado a materiais de baixa resistência de proteção.

RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS

Conforme NBR 5674 (ABNT, 2012), recomenda-se verificar sua integridade e reconstruir. Sugere-se: 1) remover cuidadosamente o revestimento e a placa cimenticia afetada; 2) realizar a manutenção do sistema hidraúlico apresentado no local; 3) reconstituir a placa cimenticia na região afetada; 4) aplicar aditivo de proteção; 5) aplicar a argamassa e nova placa de revestimento; 6) aplicar a massa de acabamento de proteção.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nesse ambiente (Figura 6), é importante destacar a degradação nos materiais como o gesso e madeira, podem apresentar crescimento de fungos e mofo, quando identificada a presença de teor de água entre camadas assim produzidas (Campos, 2020), evidenciando o cuidado e atenção durante a execução do sistema. O ponto de maior atenção é a manutenção pontual do sistema hidráulico que apresenta problemas e após as reparações de acabamento. Seguido as inspeções nas residências analisadas, registrou-se a presença de umidade, manchas escuras e aspecto de molhado na Edificação 4, conforme registro da Figura 7.

Figura 7 – Resultado da inspeção realizada na Edificação 4

OBJETO DE ESTUDO	LOCAL	(G)	(U)	(T)	TOTAL (P)
Edificação 4	Corredor	4	4	5	80



ANOMALIA / FALHA

Apresenta manchas escuras, bolor e com aspecto de molhado, localizada na parede do corredor da edificação 4.

CAUSAS

Manifestação patológica associada a umidade por infiltração, devido a ação efetiva de escoamento da água entre parte da estrutura exposta e unida a outra parede.

RECOMENDAÇÕES SUGERIDAS

Conforme NBR 5674 (ABNT, 2012), recomenda-se verificar sua integridade e realizar a manutenção necessária. Sugere-se: 1) remover cuidadosamente o revestimento e a placa fibra de cimento afetada; 2) reconstituir a placa cimentícia na região afetada; 3) aplicar aditivo de proteção; 4) aplicar a massa de acabamento de proteção.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dessa forma geral, Marinho e Mesquita (2022) comentam que as estruturas dos perfis utilizados no sistema LSF, ou outros materiais, possuem em comum o fato de resistirem a esforços mecânicos. Contudo, além de resistir a essas solicitações, sofrem também a influência de intemperismo, variações térmicas e higroscópicas, dentre outras, que ao longo do tempo, gera um determinado grau de deterioração, pelo tempo de vida útil do material, ou precocemente devido a fatores patológicos.

Também o sistema pode afetar as condições ambientais e a qualidade do ar interno dos ambientes, levando ao crescimento de micro-organismos (fungos e mofos) prejudiciais à saúde do usuário, bem como afetar a durabilidade e manutenção dos materiais que compõem a envoltória da edificação (Nascimento, 2020). Considerando esses aspectos se faz necessário identificar e categorizar o grau de deterioração das manifestações patológicas.

3.2 Identificação e grau de priorização

Segundo Napoleão (2019), a matriz GUT, neste estudo considerada na ficha de inspeção, é uma a ferramenta que obtém resultados que são listados de itens a priorizar, possibilitando enxergar o que deve ser realizado primeiro, informação que, muitas vezes, é fundamental para a eficiência na resolução de um problema. Esse aspecto contribui para identificar o melhor destino aos recursos disponíveis, evitando maiores danos, além de permitir a análise do grau de risco de cada manifestação patológica, auxiliando no melhor entendimento da ficha de inspeção, de forma a atender a NBR 13752 (ABNT, 1996).

A matriz GUT foi realizada com base nos dados coletados através da inspeção visual, tornando possível uma análise mais assertiva, considerando os critérios já apresentados na Tabela 1. O resultado desta análise está apresentado na Tabela 5, que fornece as informações quanto a maior assertividade na manutenção das manifestações patológicas registradas.

Tabela 5 –Matriz de aplicação método GUT

Objeto de Estudo	Gravidade	Urgência	Tendência	Total (GxUxT)	Grau de Prioridade
Edificação 01	3	3	4	36	4°
Edificação 02	2	3	3	18	5°
Edificação 03/1	4	5	5	100	2°
Edificação 03/2	5	5	5	125	1°

Edificação 04	4	4	5	80	3°

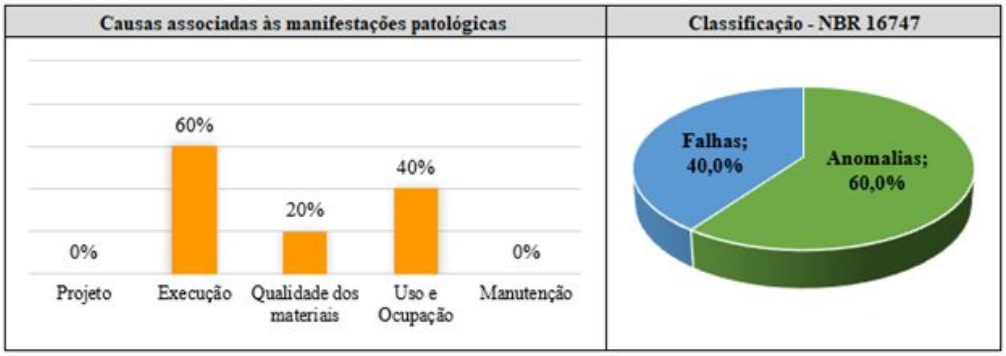
Fonte: Elaborado pelos autores.

Com acesso aos dados da Tabela 5, é possível notar o grau de prioridade quanto a gravidade das manifestações patológicas detectadas nas edificações. Logo, de acordo com o estudo realizado, as manifestações patológicas que merecem maior atenção foram as relacionadas, principalmente às Edificações 3 e 4, que tiveram ordem de prioridade de grau maior. Essas manifestações podem trazer riscos graves a curto prazo, e deste modo devem ser sanadas o mais rápido possível conforme as recomendações sugeridas pela NBR 5674 (ABNT,2012). Quanto as Edificações 1 e 2 por classificarem-se como grau menor, é possível o atendimento em médio prazo verificando sua integridade e reconstrução, para eliminar os pontos de manifestações patológicas.

3.2 Diagnóstico das manifestações identificadas

Avaliou-se como possíveis causas, para as manifestações patológicas identificadas, a inconsistências quanto a execução da edificação em desacordo com o projeto, aplicação dos materiais em relação ao uso da edificação, e qualidade dos materiais empregados na edificação, buscando uma classificação dessas irregularidades conforme prescreve a NBR 16747 (ABNT,2020), em anomalias e falhas. A Figura 8 detalha essa análise.

Figura 8 –Distribuição das irregularidades associadas às manifestações patológicas identificadas



Fonte: Elaborado pelos autores.

A umidade causa manifestações patológicas que acarretam danos tanto estéticos como estruturais, gerando insegurança e desconforto aos usuários da edificação. O levantamento dos problemas apresentados por cada edificação registra manifestações patológicas associadas a umidade classificadas pelas anomalias e falhas.

A Figura 8 detalha a proporção de incidência de cada problema mais recorrente analisado, não sendo identificada nenhuma causa associada ao projeto das edificações incoerências na execução do processo construtivo, por falha no serviço aplicado conforme orientação de projeto, apresentou-se uma incidência de 60% havendo relação a possíveis problemas na aplicação dos materiais corretamente solicitado pelo fabricante.

Já a relação da qualidade dos materiais manifestou-se em 20 % dos casos, relativo à Edificação 2, apresentando problemas com a qualidade do material aplicado, já que em curto período ocorreu o desplacamento do revestimento externo.

Problemas quanto ao Uso e Ocupação após entrega das edificações aos seus proprietários, apresentou 40% das irregularidades detectadas como falhas ocorridas, principalmente pela sinalização de infiltração, concluindo que esse tipo de manifestação patológica pode ocasionar sérios estragos estruturais.

De acordo com as bibliografias estudadas, entende-se que essas manifestações patológicas associadas a umidade se mostram como manifestações graves, já que colocam em risco quem utiliza a edificação, evidenciando a necessidade de manutenção para que possa prolongar sua vida útil, evitando, na falta deste tratamento e recuperação uma progressão rápida e ininterrupta do problema. O projeto, suas características, o método executivo e acabamento, a matéria prima utilizada, enfim, tudo deve passar por um controle de qualidade para garantir eficiência e eficácia do sistema (Ribeiro e Carvalho, 2018).

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho propôs a realização de estudo de caso que envolveu a análise de manifestações patológicas associadas a umidade em edificações unifamiliares em *Light Steel Frame*, e para auxiliar na tomada de decisões, o Método da matriz GUT foi empregado como uma ferramenta estratégica de inspeção.

O principal objetivo consistiu em diagnosticar essas manifestações patológicas associadas a umidade das residências em questão, utilizando para análise o registro fotográfico e descrição da causa, considerando a origem e o grau de risco / prioridade dos problemas identificados, destacando entre as mais visíveis, as manchas escuras, mofo e bolor.

Ao analisar os resultados, verificou-se que a maioria das anomalias são classificadas como umidade por infiltração, indicando que mais da metade dos problemas documentados decorrem de falhas construtivas. Os resultados obtidos evidenciam que as manifestações patológicas identificadas não decorrem de fatores isolados, mas da interação entre falhas executivas, inadequações na aplicação dos materiais e ausência de controle rigoroso durante as etapas construtivas. Tal constatação reforça que, em sistemas industrializados como o *Light Steel Frame*, a eficiência do desempenho da edificação está diretamente condicionada à precisão executiva, à compatibilização entre os subsistemas construtivos e ao atendimento rigoroso às especificações técnicas previstas em projeto.

A metodologia aplicada no desenvolvimento deste estudo mostrou-se eficaz, ao fornecer um resultado que estabeleceu a sequência de intervenções para reparo das manifestações patológicas, considerando a sua gravidade, urgência e tendência. Evidencia-se, então, a facilidade e a simplicidade de uso da ferramenta.

Diante do exposto, conclui-se a importância de estudos que abordem a investigação de manifestações patológicas em edificações, particularmente para o sistema LSF. Evidencia-se a necessidade da manutenção preventiva e da inspeção periódica nas edificações, como práticas que possibilitam identificar e priorizar as intervenções necessárias, garantindo a vida útil das estruturas e evitando o desperdício de recursos e materiais, o que, consequentemente, impulsiona a economia e a qualidade desejadas.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13752: *Perícias de engenharia na construção civil*. Rio de Janeiro: 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16970-1:2022: Light Steel Framing — sistemas construtivos estruturados em perfis leves de aço formados a frio, com fechamento em chapas delgadas — Parte 1: desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

_____. ABNT NBR 16747. *Inspeção predial - Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento*. Rio de Janeiro: 2020.

_____. ABNT NBR 5674: *Manutenção de edificações*. Rio de Janeiro: 2012.

CAMPOS, A. de. S. *Light Steel Framing traz novas possibilidades para a arquitetura*. Fórum da construção – instituto brasileiro de desenvolvimento da arquitetura, 2020. Disponível em: http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=29&Cod=84 . Acesso em: 18/09/2023.

LIRA, V.; LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. *Manifestações patológicas em inovações tecnológicas das vedações verticais de edificações habitacionais*. In: XV CONGRESO LATINOAMERICANO DE PATOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓNCONFERÊNCIA SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS. 6, 2019, Rio de Janeiro. Disponível em: https://www.nppg.org.br/patorreb/files/artigos/80666.pdf Acesso em:13/10/2023.

MARINHO, J. L. A; MESQUITA, E. F. T. *Patologia das edificações: Manifestações nas edificações e no patrimônio histórico.* 2ª ed. Editora Leud, São Paulo, 2022. Disponível em: https://leudeditora.com.br/wp-ontent/uploads/2020/10/PatologiasEdificacoes_2ed2022_degustacao-1.pdf Acesso em: 11/09/2023.

NAPOLEÃO, Bianca M. *Matriz GUT (Matriz de Priorização*). Ferramentas da qualidade. Disponível em: https://ferramentasdaqualidade.org/matriz-gut-matriz-de-priorizacao/ Acesso: 20/01/2024.

PERIARD, Gustavo. *Matriz GUT: Guia Com*pleto, 2011. Disponível em: https://pt.scribd.com/document/414388476/Matriz-GUT-Guia-Completo . Acesso em: 20/01/2024.

RIBEIRO, V. M., CARVALHO, L. C. *Vantagens em adotar o light steel frame: Comparativo entre o método construtivo Light Steel Frame e o método convencional de alvenaria*. Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, 2018. Disponível em: http://repositorio.unis.edu.br/bitstream/prefix/644/1/Vitor.pdf Acesso em: 18/09/2023.

RODRIGUES, Francisco C.; CALDAS, Rodrigo B. *Steel Framing: Engenharia, Steel Framing: Engenharia. Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço*, Rio Janeiro, 2°ed, 2016. Disponível em: http://www.skylightestruturas.com.br/downloads/101497_manual_lsf_engenharia_2016.pdf Acesso em:18/09/2023.

RODRIGUEZ, Fabrício A.; RIBAS, Luciane F. *Saberes da Engenharia, Uma contribuição para a sociedade.* Editora Poisson, Belo Horizonte, 1°ed, 2023. Disponível em:

https://pesquisa.fametro.edu.br/wp-content/uploads/2023/05/Saberes_Engenharia_Vol3.pdf#page=35 Acesso em:14/10/2023.

SACCHI, C.; SOUZA, A. S. C. *Manifestações patológicas e controle de qualidade na montagem e fabricação de estruturas metálicas.* REEC - Revista Eletrônica de Engenharia Civil, Goiânia, 2016. Disponível em: https://revistas.ufg.br/reec/article/view/41214/pdf Acesso em:14/09/2023.

SANTIAGO, Alexandre Koke; FREITAS, Arlene M. Sarmanho; CRASTO, Renata C. M. *Manual de Construção em Aço, Steel Framing: Arquitetura. Instituto Aço Brasil / Centro Brasileiro da Construção em Aço*, Rio Janeiro, 2°ed, 2012. Disponível em: https://engprime.com.br/wp-content/uploads/2020/07/Manual_SF_Arquitetura_web.pdf Acesso em:18/09/2023.

SENA, G. O.; NASCIMENTO, M. L. M.; NETO, A. C. N.. *Patologia das Construções*. 2B Educação, Salvador – BA, 2020. Disponível em: https://www.ekoaeducacao.com.br/trechos/patologia-das-construcoes Acesso em:19/10/2023.