

ESTUDO DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS RECORRENTES EM ALVENARIA ESTRUTURAL – ANÁLISE DE UMA CONSTRUÇÃO HABITACIONAL COM MAIS DE 10 PAVIMENTOS

Lima, M. A. A.¹, Ferraz, T. P.²

¹Escola Politécnica

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-GOÍÁS-Brasil

²Escola Politécnica

Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia-GOÍÁS-Brasil

RESUMO: Em função da crescente utilização da alvenaria estrutural em empreendimentos de médio e alto padrão, a demanda por um estudo atualizado sobre as principais manifestações patológicas que ocorrem nos edifícios mais altos se tornou pertinente, visto que os trabalhos disponíveis para referencial teórico de manifestações patológicas apresentam como base edificações de até 10 pavimentos. Assim tem-se uma necessidade clara de analisar as edificações atuais, que já apresentam mais de 20 pavimentos, e com métodos construtivos ainda mais detalhados, tornando-se cada vez mais relevante a necessidade de garantir o conforto, a acessibilidade, a vida útil da construção, a segurança estrutural, entre outros itens que compõem uma construção. Todos esses fatores estão englobados na norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais, que dita os métodos corretos para que se assegure uma edificação de boa qualidade e com funcionalidade garantida. O trabalho apresenta um estudo de caso em uma construção vertical de um residencial multifamiliar constituído de 3 torres com 13 pavimentos, construído em alvenaria estrutural, com uso de blocos de concreto, localizado em Goiânia – Goiás. A análise consistiu em identificar as manifestações patológicas mais recorrentes, suas principais causas e origens, como por exemplo a falha de execução de projeto em campo.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, Patologia, Fissuras.

ABSTRACT: Due to the growing utilization of structural masonry in medium and high-end developments, there is a demand for an updated study on the primary pathological manifestations that occur in taller buildings. This need arises from the fact that the available literature on pathological manifestations primarily focuses on buildings with up to 10 storeys. Thus, there is a clear necessity to analyze contemporary buildings, which already exceed 20 storeys, employing more detailed construction methods. Consequently, ensuring comfort, accessibility, the service life of the construction, structural integrity, and other factors that constitute a high-quality building becomes increasingly pertinent. All these considerations are encompassed within the Brazilian standard for the performance of residential buildings, which prescribes the appropriate methods to ensure a structurally sound and functionally reliable construction. This study presents a case

analysis of a vertically constructed residential multifamily complex, comprising three towers with 13 storeys each. The construction adopts structural masonry techniques utilizing concrete blocks. The project is situated in Goiânia, Goiás. The analysis focuses on identifying the most prevalent pathological manifestations, their root causes, and origins, such as deficiencies in on-site project execution.

Keywords: Structural masonry, Pathology, Cracks.

1. INTRODUÇÃO

A Construção Civil é uma das principais esferas industriais do país. Sua principal função é contribuir para o desenvolvimento do bem-estar da população, preservando o meio ambiente e garantindo a qualidade de vida a todos. As ferramentas utilizadas por esse setor são as obras de engenharia civil, que necessitam de um estudo constante, para que sempre acompanhem a evolução das tecnologias e concilie com as demandas da população.

Em meio a esse cenário das obras de engenharia civil, destaca-se o método construtivo com uso de alvenaria estrutural, crescente nos últimos 15 anos no país, e que proporciona economia de prazo e custo.

Entretanto, um fator que se mostra preocupante é a incessante recorrência de manifestações patológicas nas edificações atuais. Considerando que os métodos construtivos no nosso país andam lado a lado com a inovação, buscando sempre aplicar melhorias, indaga-se o porquê de ainda haver tantas manifestações patológicas nas construções da atualidade.

Este trabalho apresenta um estudo sobre manifestações patológicas presentes em uma construção com mais de 10 pavimentos, com o intuito de encontrar suas prováveis causas e origens, apontando melhorias nos processos construtivos, e gerando diretrizes que garantam a eficiência construtiva.

A análise por meio do estudo de caso mostrou-se ser o método mais adequado para este trabalho, por possibilitar comprovações de uma ocorrência atual no seu real contexto, e pelo fato de que através dele conseguiremos identificar as variáveis exatas que contribuem para o surgimento de manifestações patológicas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico do uso da alvenaria estrutural em Goiás

O início da aplicação da alvenaria estrutural no Brasil ocorreu por volta de 1850, ainda no período colonial, quando tijolos de barro cozido eram utilizados não só como vedação, mas também como parte da estrutura com o objetivo de auxiliar na resistência das cargas. Nessa mesma época, o uso do concreto armado ganha grandes proporções, principalmente na Europa. Com esse fator, somado com a grande facilidade de sua exportação e aquisição, o concreto armado passa a ser a maior escolha nas construções nacionais, deixando de lado o avanço da alvenaria estrutural no país. Tudo se solidifica após a Primeira Guerra Mundial, e a consecutiva instalação da primeira indústria de Cimento Portland em território brasileiro. Essa etapa possibilitou o surgimento de edifícios atingindo até 30 andares, como o caso do Edifício Martinelli, em São Paulo

(Figura 1), consolidando o concreto armado como método majoritário, e reduzindo a alvenaria apenas para o emprego de vedação.



Figura 1 – Edifício Martineli, em São Paulo/SP, José Cordeiro (2022) [15].

Somente nos anos 60, o uso da alvenaria estrutural volta a ser utilizado no país, mas agora com o uso de blocos de concreto vazados, e com a construção de edifícios que se limitam a até 4 pavimentos. De acordo com Momesso (2010 apud MICLOS, 2019) [22], toda a tecnologia e todas as diretrizes desse método de execução eram baseados nas normas americanas, não tendo referenciais nacionais para orientar a construção.

O desenvolvimento dessa aplicação se deu de forma lenta e com pouco investimento, devido ao preconceito com o método até então novo e bastante inovador, devido ao maior domínio no uso de estruturas de concreto armado pelos profissionais da época, e devido à escassa divulgação das informações em universidades e locais de formação de profissionais da área.

De acordo com Santos (2001) [26], no Brasil, em meados dos anos 90, a empresa goiana Construtora Encol S.A. alavancou o desenvolvimento da alvenaria estrutural por meio do projeto Girassol, que consistiu na construção de conjuntos habitacionais com até 4 pavimentos, padronizados pela tipologia arquitetônica no tipo I ou H. Tal projeto era destinado a população de média à baixa renda. A construtora também desenvolveu uma pesquisa por meio do processo construtivo denominado Poli-Encol, que tinha como objetivo obter experiências que permitiriam a construção de edifícios em alvenaria estrutural mais altos que os até então construídos. O novo sistema construtivo, que incluía a utilização de juntas verticais secas, foi incorporado na construção de conjuntos residenciais de até 8 pavimentos, nas cidades de Goiânia - GO e São José dos Campos – SP.

Como foi exposto por Santos (2001) [26], o desenvolvimento da utilização da alvenaria estrutural na década de 90, veio com a criação do processo construtivo Poli-Encol que disseminou a utilização de juntas verticais sem o preenchimento de argamassa. Era sabido que o método poderia provocar uma redução na resistência ao cisalhamento, o que não foi considerado um problema visto que as cargas laterais para edifícios, do ponto de vista estrutural, não são significativas.

Porém, durante e após a construção dos edifícios, foram identificadas manifestações patológicas na forma de trincas com inclinação a 45° na forma de degraus e nas juntas dos blocos, além de trincas nas paredes menores onde se localizam aberturas de vãos de portas e dentre outros, sendo que mesmo com diversos estudos não foi possível identificar com exatidão a causa do problema ou mesmo uma possível relação com o não

preenchimento das juntas verticais. A própria Construtora Encol S.A. passou a empregar medidas práticas para reduzir as manifestações patológicas.

A partir dos anos 2000, a alvenaria estrutural passa a ter regulamentação pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), com construções atingindo até 10 pavimentos. Em Goiás, a alvenaria estrutural ganha destaque principalmente por volta de 2010 com foco na construção de edificações habitacionais de interesse social, uma vez que se provou ser um método construtivo econômico, de curto prazo, capaz de garantir características de desempenho similares aos da alvenaria convencional, mas apresentando benefícios como a construção em grande escala e a racionalização dos processos.

2.2 Alvenaria estrutural

No sistema construtivo de alvenaria estrutural, as paredes (Figura 2) são construídas com o intuito de exercerem a função de elemento estrutural, portanto, são elas que resistirão às solicitações verticais e horizontais. As aplicações verticais são oriundas do próprio peso da edificação em si, e as aplicações horizontais originam-se da ação externa do vento e de possíveis desaprumos.



Figura 2 – Paredes de alvenaria estrutural na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

Segundo Ramalho (2003) [25], a construção feita em alvenaria estrutural proporciona a racionalização do consumo de materiais, além de outras vantagens em relação aos sistemas convencionais, como a redução do uso de revestimentos argamassados, diminuição de desperdícios, mão-de-obra e conseqüentemente economia com gastos na obra.

Como as paredes exercem a função que outrora foi designada aos pilares e vigas, estes passam a ser desnecessários, e sua exclusão proporcionam à obra uma melhor organização do canteiro.

Garcia, Santos, Rodrigues e Queija (2019) [19], explicam que nas construções em alvenaria estrutural os materiais se resumem basicamente a blocos de concreto ou cerâmicos unidos por argamassa, é empregado também o graute (Figura 3) e no caso das alvenarias estruturais armadas utiliza-se barras de aço (Figura 4), sendo que para cada projeto é especificado o tamanho, a resistência, o tipo de bloco, e o emprego ou não de barras de aço.



Figura 3 – Graute aplicado nas canaletas e furos da alvenaria na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

O grauteamento especificado em projeto usualmente é executado tanto na quinta quanto na décima terceira fiada, garantindo uma maior resistência e proporcionando vínculo entre as armações aplicadas e o bloco. A má execução desta etapa compromete diretamente a funcionalidade e as propriedades da estrutura.



Figura 4 – Posicionamento e amarração da armadura da alvenaria na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

A armadura é outro fator de extrema importância. Sua garantia é aumentar a capacidade portante da alvenaria estrutural.

São assentados abaixo dos vãos elementos pré-moldados e armados, com função estrutural de contra verga (Figura 5). São essenciais para a retenção do peso próprio da alvenaria e sustentação dos esforços que a estrutura recebe.



Figura 5 – Aplicação de contra verga na parede de alvenaria na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

Acima das aberturas, a última fiada de blocos recebe o grauteamento com material de resistência determinada em projeto, e essa estrutura concretada exerce a função de verga (Figura 6) na alvenaria.



Figura 6 – Execução da última fiada como verga para vãos na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

O controle dos blocos estruturais no canteiro de obra durante o processo de elevação das paredes é crucial e indispensável. Por regulamentação interna da construtora, devem ser separados por cores, marcando cada lote com a sua respectiva cor, estipulada na norma e que variam de acordo com a resistência do bloco (Figura 7).

Esse controle segue as diretrizes estipuladas na ABNT (16868-2:2020) [11], que especifica no item 6.2.2 a indicação das resistências dos materiais in loco, assim como o registro dos lotes dos materiais aplicados. O principal intuito dessa prática é evitar que em pavimentos onde se exige uma maior resistência, sejam aplicados blocos com resistência inferior.



Figura 7 – Blocos estruturais de 20 MPa na obra Wish Aeroporto em Goiânia/GO, Dos autores (2022).

2.3 Definição de manifestações patológicas na construção civil

De acordo com a ABNT (15575-1:2021) [8], manifestação patológica é a presença de qualquer irregularidade no objeto, fruto do erro de projeto, da má execução, do mau

uso e da falta ou ineficiência da manutenção, ou seja, é o resultado de ações podendo ou estarem relacionadas ao desgaste natural.

Helene (1992) [20], explica que vários problemas patológicos têm sua origem na qualidade inadequada dos materiais e componentes.

Para Antunes (2010) [3], as manifestações patológicas nunca são consequências de uma única causa, na maioria dos casos estão relacionadas a mais de um fator, podendo ser formada sob vários efeitos acumulados até uma manifestação grave. Dentre as principais manifestações encontram-se o descolamento e deslocamento de revestimentos (Figura 8), fissuras e trincas, falhas nas juntas de assentamento ou movimentação e manchamento.



Figura 8 – Deslocamento localizado do emboço (Laboratório de Ensaio de Materiais – UnB), Antunes, (2010) [4].

O manchamento das edificações pode se manifestar na forma de bolor (Figura 9). De acordo com Testoni (2021) [27], o mofo ou bolor é composto por microorganismos que se estabelecem em locais com pouca luminosidade e alta umidade, e se apresenta numa coloração escura e com odor característico devido a presença de fungos.

Ainda segundo Antunes (2010) [3], para se prevenir o bolor em edificações é de extrema importância que durante a execução da obra seja adicionado aditivos fungicidas nos materiais que serão usados, ou ainda atuar no combate dos fatores do problema, caso já esteja instaurado na edificação.



Figura 9 – Bolor sobre a fachada de um edifício, Antunes (2010) [2].

Existe também o manchamento devido a eflorescência que segundo Uemoto (1988 apud ANTUNES, 2010) [3], é uma manifestação de coloração esbranquiçada (Figura 10), causada por três fatores presentes de forma igualitária nos materiais ou componentes, sendo eles, o teor de sais solúveis, a presença de água, e a diferença de pressão que irá causar a transferência da solução para a superfície.

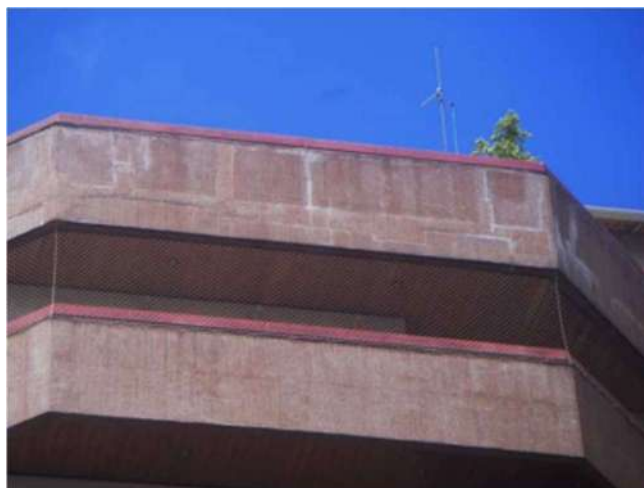


Figura 10 – Detalhes de eflorescência (Laboratório de Ensaio de Materiais – UnB), Antunes (2010) [5].

Garcia, Santos, Rodrigues e Queija (2019) [19], objetivamente definem a patologia das construções como o estudo das doenças das edificações com a finalidade de corrigir tais problemas de forma correta.

Garcez e Meneghetti (2015) [18], dividem o estudo e diagnóstico de uma construção com sintomas de degradação em três etapas, as duas etapas iniciais são chamadas de sintomatologia que se subdividem, primeiramente numa análise superficial e visual das avarias na estrutura e posteriormente num estudo aprofundado da sintomatologia por meio de exames. Na etapa final, chamada de anamnese, é realizado um completo estudo da história da edificação e se necessário são feitos novos exames e ensaios complementares para chegar a um diagnóstico da estrutura. As autoras complementam que é por meio dessas etapas de estudo que se torna possível o tratamento da estrutura, chamado de terapêutica.

2.4 Manifestações patológicas na alvenaria estrutural

Para Bolina, Tutikian e Helene (2019) [13] patologia das construções é entendida como a ciência que estuda, no intuito de entender e diagnosticar, as deformidades que surgem nas edificações e seus elementos constituintes.

Apesar do avanço dos processos construtivos empregados na alvenaria estrutural, as manifestações patológicas persistem em aparecer. Corsini (2010) [17], explica que as fissuras (Figura 11) são manifestações patológicas comuns nas edificações podendo interferir no aspecto visual da edificação e nas características estruturais, e se manifestam em função da atuação de tensões nos materiais. Essas fissuras podem originar do recalque nas fundações, sobrecargas, variações de temperatura e umidade, ou mesmo do envelhecimento natural dos materiais e da estrutura.



Figura 11 – Fissuras por movimentação térmica, Corsini (2010)[16].

Grimm (1988 apud ALEXANDRE, 2008) [1], destaca que o processo de fissuração é provavelmente a forma de manifestação patológica que mais surge nas construções de alvenaria. Suas aparições preocupam os usuários, afetam a confiabilidade da empresa construtora e muitas vezes denunciam falhas na execução da edificação. Dessa forma, se faz necessário a persistência em estudos que evidenciem as causas principais dessa manifestação e que indiquem pontos de melhoria.

A ABNT (9575:2010) [7], define fissura como uma abertura fruto de deformações ou deslocamentos do substrato, e é classificada em estática ou dinâmica, podendo ser ainda cíclica, finita ou infinita, com amplitude variável.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização da edificação escolhida para estudo de caso

A edificação escolhida para análise foi um residencial com 13 pavimentos, construído e estruturado a partir da alvenaria estrutural, com uso de blocos de concreto, localizado em Goiânia, Goiás, entregue em maio de 2015. Trata-se de um empreendimento habitacional com 3 torres (Figura 12), contando com vários ambientes: children care, piscina adulto e infantil, salão de festas, churrasqueira, playground, jardim, quadra poliesportiva, sala de ginástica e possui apartamentos de 53 a 64 m², com modelos que variam de 2 a 3 quartos.



Figura 12 – Entrada do Residencial em Goiânia/GO, Mendes (2022) [14].

3.2 Método de avaliação

A avaliação foi estruturada com base nas diretrizes da norma ABNT (16747:2020) [9], orientadas com o intuito de padronizar as diversas formas de vistoria em edifícios prediais, como é o caso do edifício em estudo.

As inspeções prediais possuem extrema importância no cenário de métodos para prevenção de incidência de manifestações patológicas, ao mesmo tempo que contribui para assegurar o exercício da manutenção, preservando a saúde útil da construção e reduzindo assim a perda de desempenho que acontece no decorrer do tempo.

A inspeção predial baseia-se na avaliação das condições técnicas, de uso, operação, manutenção e funcionalidade da edificação e de seus sistemas e subsistemas construtivos, de forma sistêmica e predominantemente sensorial (na data da vistoria), considerando os requisitos dos usuários. (ABNT NBR 16747:2020) [9].

Em sumo, o produto da avaliação orientada pela norma é a obtenção de uma análise detalhada das condições da edificação em todos os aspectos necessários para garantir o atendimento básico à funcionalidade, usado imediatamente para reger as ações de intervenção e correção.

De acordo com o item 5.2 da referida norma brasileira, as etapas da metodologia a seguir em uma inspeção predial são: levantamento dos dados e da documentação pertinente para análise; análise dos dados obtidos, bem como da documentação técnica e administrativa apresentada; anamnese como forma de caracterização da estrutura, buscando cercar todas as alterações já feitas na edificação; vistoria da edificação; classificação das irregularidades encontradas; sugestões de intervenções e melhorias para restauração ou preservação, elencadas em níveis de urgência de correção; avaliação criteriosa das manutenções feitas e a fazer, de acordo com a norma de manutenção de edificações ABNT (5674:2012) [6]; avaliação do uso e por último a elaboração do relatório ou laudo técnico da inspeção realizada.

Considerando o passo a passo da inspeção pré-definido e orientado na norma brasileira, ressalta-se que a determinação das etapas da vistoria varia de acordo com as características da edificação, em concordância com a pretensão e a dimensão do trabalho.

A primeira etapa iniciou-se com a vistoria propriamente dita, realizada no dia 23 de novembro de 2022, de forma presencial no residencial, em acordo direto com o síndico do empreendimento. O profissional se mostrou um grande diferencial no processo da análise, por se tratar de alguém que acompanha há um bom tempo o edifício, que trata diretamente com o recebimento das ocorrências destas manifestações patológicas e que pôde apresentar relatos visuais e comprovados dos problemas com maior incidência. Obteve-se acesso às (03) três torres do residencial, e por meio de análise visual, foi possível identificar as prováveis manifestações patológicas presentes na estrutura. Nesse momento foi levantado com o síndico a possibilidade do acesso ao acervo técnico da construção.

Tendo como segunda etapa a classificação das irregularidades encontradas, faz-se necessários os projetos utilizados na construção das edificações, os memoriais, documentos de controle dos materiais aplicados, entre outros, para que os parâmetros possam ser analisados, comparados com as irregularidades encontradas e assim chegar em uma síntese dos possíveis causadores.

A terceira e última etapa consistirá nos apontamentos das manifestações patológicas identificadas, suas possíveis causas e ao final a designação das melhorias necessárias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Manifestações patológicas identificadas

Segundo Oliveira (2012) [23], fissuras, trincas e rachaduras são manifestações patológicas causadas geralmente por tensões de tração em materiais frágeis como o concreto e materiais cerâmicos. Ocorrem quando os materiais são solicitados por um esforço maior que a sua resistência característica, provocando falha e ocasionando uma abertura.

Essa manifestação patológica é a principal causa da diminuição da resistência e do desempenho da construção, pois seus materiais constituintes possuem pouca capacidade de resistência ao esforço de tração, conforme explica Holanda Jr. (2008) [21].

Na vistoria técnica realizada no local objeto de estudo, as fissuras nas alvenarias foram as principais manifestações patológicas encontradas. A sua incidência é abrangente, recorrente e apresenta um tipo de padrão. As ocorrências foram detectadas nas portas de entrada dos apartamentos modelo 1 e 4 de todas as três torres. Nota-se um padrão no comprimento, na abertura e no sentido em que a fissura se manifestou.

Na primeira torre inspecionada, identificamos essa manifestação patológica já no último pavimento (13° andar), e logo em seguida no 12°, 11° e 10°, sendo a mais crítica no apartamento 1304A (Figura 13). Na segunda e terceira torre, o surgimento dessa patologia se deu entre o 13° e 11° pavimento, sendo as mais críticas nos apartamentos 1204D (Figura 14) e 1204F (Figura 15), respectivas à segunda e terceira torre. Em todas as torres, notou-se que as fissuras cessavam sua aparição a partir do 9° pavimento.



Figura 13 – Manifestação de fissura/trinca na Torre 1, no Apartamento 1304, Dos autores (2022).

Nota-se a incidência de uma trinca na direção vertical vinculada ao vão da porta, tendo como provável causa má execução da verga ou até mesmo a inexistência dela.



Figura 24 – Manifestação de fissura/trinca na Torre 2, no Apartamento 1204D, Dos autores (2022).

Observa-se as mesmas características em todos os casos registrados, com mesma direção e mesma espessura, reafirmando como possível causa erro na execução da obra utilizando argamassa de assentamento e/ou blocos estruturais com resistências insuficientes para as vergas estruturais.

Uma vez que não foi possível acessar os documentos e projetos do Edifício Alegria para se analisar as inconformidades entre o projetado e o executado, podemos apenas sugerir com provável causa e não afirmar.

Outro fator importante que se faz necessário é verificar o histórico das manutenções periódicas definidas no manual de usuário e se essas foram feitas de forma correta, assim como hoje se estabelece na recente norma ABNT (17170:2022) [12].



Figura 35 – Manifestação de fissura/trinca na Torre 3, Apartamento 1204F, Dos autores (2022).

Os padrões identificados nas manifestações patológicas são fatores cruciais para a obtenção de um diagnóstico, pois indicam um limite de espaço e uma similaridade entre as áreas com trincas/fissuras, mostrando que a provável causa dessa manifestação patológica pode ter sido um erro de execução ou uso de algum material inadequado nos mesmos pavimentos. Outra provável causa é o esforço imposto nessas regiões, atrelado à falta de resistência necessária.

Foram identificadas trincas também na fachada frontal da Torre 1 próximo a lateral do vão da esquadria nos últimos pavimentos da edificação (Figura 16)



Figura 46 – Trincas calafetadas na Torre 1, Dos autores (2022).

Na fachada posterior da Torre 2 (Figura 17), foi identificado outras trincas de forma menos recorrente e já com um serviço de correção executado (calafetação).



Figura 57 – Identificação de trincas na Torre 2, Dos autores (2022).

Durante a inspeção visual, foram identificadas outras irregularidades nas estruturas da edificação, como manchas, trincas no revestimento cerâmico, furos nas paredes de alvenaria para passagem de tubulações e até mesmo o deterioramento de partes da estrutura.

Foi possível identificar falhas como falta de concretagem/grauteamento nas últimas fiadas de alvenaria, além da execução de furos nessas mesmas fiadas para passagem de tubulações de gás nos halls dos apartamentos. Essas modificações deixaram evidente o vazio adentro dos blocos, onde, de acordo com a ABNT (16868-2:2020) [11], em cada pavimento a fiada de respaldo deve ser executada com uma cinta continua com blocos especiais devendo se assegurar o completo preenchimento com graute.

Falhas como essas podem ter acarretado mudanças de comportamento da estrutura, gerando sobrecarga em outros elementos estruturais, aumento de carga nas lajes, e consequentemente o surgimento de manifestações patológicas em pontos vulneráveis.

Por mais que estejam relacionadas ao tema, o levantamento dessas irregularidades não foi considerado na estrutura bibliográfica por não terem correlação direta com o método construtivo da alvenaria estrutural, mas sim com o sistema de manutenção da estrutura. Todas as anomalias encontradas podem ser visualizadas no Relatório Fotográfico presente no APÊNDICE A, para fins de conhecimento.

O gráfico 1 mostra que a principal origem das manifestações patológicas na construção de um edifício é na fase de projeto da edificação.

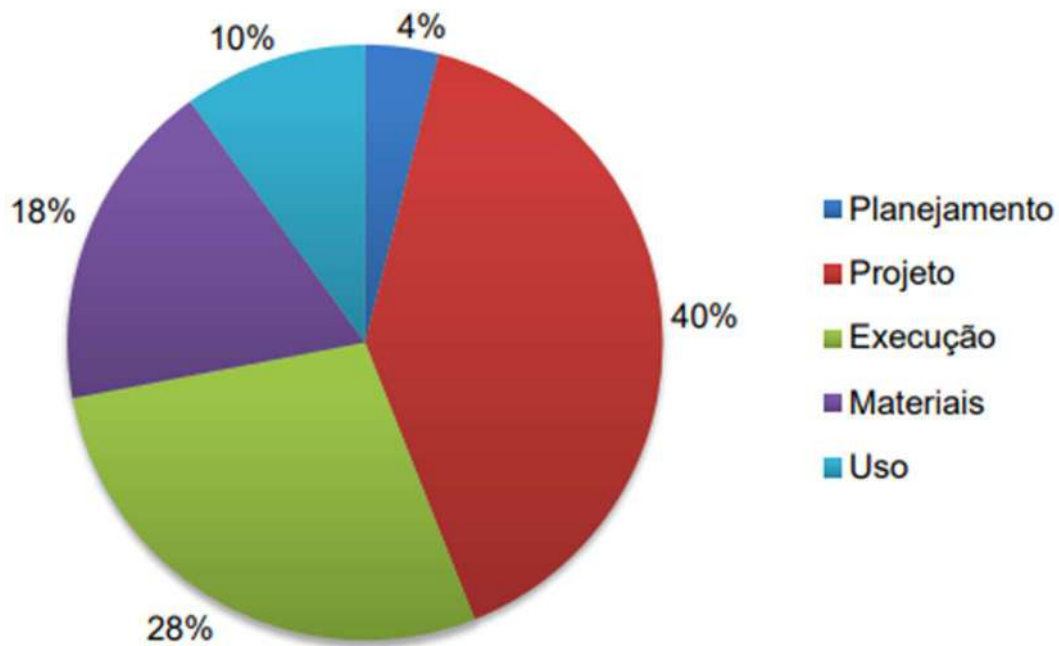


Gráfico 1 – Origem das patologias relacionadas às etapas de concepção do edifício, Zuchetti (2015) [28].

O gráfico 2 expõe que a principal origem das manifestações patológicas se deve aos erros durante o processo de execução dos edifícios.

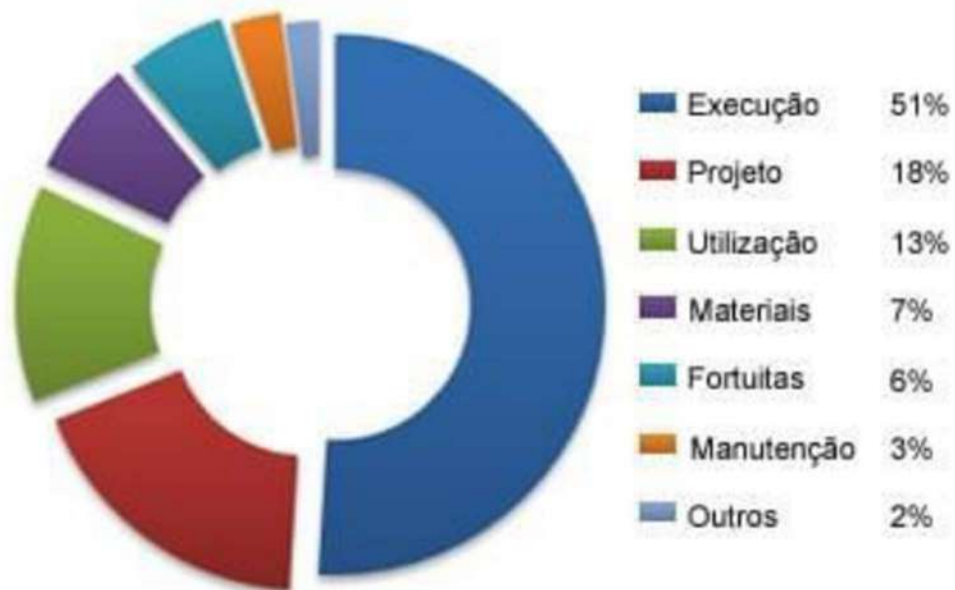


Gráfico 2 – Origem das patologias relacionadas às etapas de concepção do edifício, Pontes Jr. e Barbosa (2019) [24].

Mesmo com o passar dos anos e com a modernização dos processos, os principais motivadores de recorrência das manifestações patológicas na construção civil e na alvenaria estrutural são os erros de execução, as falhas em projetos e o uso de materiais inadequados durante as etapas de execução.

5. CONCLUSÃO

Ainda hoje as construtoras de edifícios que utilizam o método construtivo de alvenaria estrutural empregam o sistema de não preenchimento das juntas verticais, desenvolvido pela não mais ativa Construtora Encol S.A., há 30 anos atrás.

Visto que o sistema de execução com juntas verticais sem preenchimento de argamassa pode estar relacionado com o aparecimento das manifestações patológicas na forma de trincas, identificadas durante o presente estudo de caso, não é possível afirmar com exatidão a relação entre os dois fatos. Portanto, é indicado que as construtoras se disponibilizem para que estudantes e pesquisadores da área desenvolvam pesquisas com ensaios laboratoriais sobre o sistema construtivo e sua relação com as manifestações patológicas, e assim encontrem formas comprovadas para corrigir o problema.

A falta de aplicação do concreto ou graute identificadas nas últimas fiadas das alvenarias reduzem drasticamente a resistência projetada para a alvenaria, prejudicando sua principal característica autoportante. Dessa forma fica clara a importância do controle e acompanhamento de qualidade da execução nas obras, se atentando às especificidades desse método construtivo.

De acordo com o que estabelece a ABNT (17170 :2022) [12], é fundamental que a edificação após sua conclusão e entrega passe por processos periódicos de manutenção, conforme o que é definido pelo manual de uso, operação e manutenção do edifício. Dentre esses processos de preservação, se faz necessário o atendimento ao manual e a conscientização dos moradores sobre os cuidados com a estrutura.

As fissuras identificadas nas laterais dos vãos das portas estão diretamente relacionadas à falha de execução de vergas, à possível utilização de materiais não adequados e ao não atendimento aos requisitos que obrigatoriamente, por norma, devem constar nos projetos executivos.

Conforme as referências apresentadas fica claro que as principais causas das manifestações patológicas na construção civil são erros durante a etapa de construção, como a execução fora das diretrizes estabelecidas para a garantia da qualidade e integridade final do produto por meio da ABNT (16868-2:2020) [11], além de erros de projeto, como um dimensionamento inadequado não estruturado com base nos normativos pertinentes ao método construtivo da alvenaria estrutural, ABNT (16868-1:2020) [10], e o uso de materiais inadequados para a construção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDRE, Ilídio Francisco. **Manifestações patológicas em empreendimentos habitacionais de baixa renda executados em alvenaria estrutural: uma análise da relação de causa e efeito**. Dissertação (Mestrado em engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/38679968.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.
2. ANTUNES, Giselle Reis. **Bolor sobre a fachada de um edifício**. 2010. 1 fotografia. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8932>. Acesso em: 04 abr. 2023.
3. ANTUNES, Giselle Reis. **Estudo de manifestações patológicas em revestimento de fachada em Brasília - sistematização da incidência de casos**. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8932>. Acesso em: 04 abr. 2023.
4. ANTUNES, Giselle Reis. **Deslocamento localizado do emboço**. 2010. 1 fotografia. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8932>. Acesso em: 04 abr. 2023.
5. ANTUNES, Giselle Reis. **Detalhes de eflorescência**. 2010. 1 fotografia. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/8932>. Acesso em: 04 abr. 2023.

6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9575**: Impermeabilização – Seleção e projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.
8. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.
9. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16747**: Inspeção predial — Diretrizes, conceitos, terminologia e procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
10. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868-1**: Alvenaria Estrutural Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16868-2**: Alvenaria Estrutural Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.
12. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 17170**: Edificações — Garantias — prazos recomendados e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
13. BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.
14. **Condomínio residencial alegria. 123i**. 1 fotografia. Disponível em: <https://www.123i.com.br/condominio-0b6213f06.html>. Acesso em: 02 nov. 2022.
15. CORDEIRO, José. Edifício Martinelli. 2022. 1 fotografia. Disponível em: <https://cidadedesapaulo.com/atrativos/edificio-martinelli/#>. Acesso em: 02 nov. 2022.
16. CORSINI, Rodnei, **Destacamento de argamassa de revestimento por movimentação térmica**. 2010. 1 fotografia. Disponível em: <http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.
17. CORSINI, Rodnei, Trinca ou fissura. **Téchne**, São Paulo, n. 160, p. 56-60, jul. 2010. Disponível em: <http://mr2estruturas.hospedagemdesites.ws/wp-content/uploads/2016/08/Trinca-ou-fissura.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2023.
18. GARCEZ, M.R.; MENEGHETHI, L.C. **Patologia, recuperação e reforço em alvenaria estrutural**. São Paulo: Blucher, 2015.
19. GARCIA, B.R.G.; RODRIGUES, E.A.; SANTOS, J.M.A.; QUEIJA, R.C. Alvenaria estrutural, sistemas construtivos e suas diferenças para a alvenaria convencional. **Revista Engenharia em Ação UniToledo**, Araçatuba, v.04, n.01, p.32-46, 2019. Disponível em: <http://www.ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/3231/543>. Acesso em: 25 set. 2022.
20. HELENE, Paulo R. L. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto**. São Paulo: Pini, 1992.
21. HOLANDA Jr., Osvaldo Gomes de. **Influência de recalques em edifícios de alvenaria estrutural**. Tese (Doutorado em engenharia) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-12032003-154139/publico/Osvaldo.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2023.
22. MICLOS, Eder. **Custo benefício da alvenaria estrutural em relação a parede de concreto em habitação de interesse social em Goiás**. Trabalho final de curso de bacharel em Engenharia Civil – Centro Universitário de Goiás, Uni Anhanguera, Goiânia, 2019. Disponível em: <http://repositorio.anhanguera.edu.br:8080/bitstream/123456789/200/1/TFC%20II%20-%20Eder%20Neves%20Miclos.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.
23. OLIVEIRA, Alexandre Magno. **Fissuras, trincas e rachaduras causadas por recalque diferencial de fundações**. Monografia (Especialização em gestão em avaliações e perícias) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A3GCW/1/monografia_esp_2012_1_th.pdf. Acesso em: 18 jun. 2023.
24. PONTES JUNIOR, A. A. S.; BARBOSA, C.F.M.N. **Principais origens de patologias no Brasil**. 2019. 1 gráfico. Disponível em: <https://www2.unifap.br/engcivil/files/2020/01/TCC-FINALIZADO.pdf>. Acesso em: 25 mai. 2023.
25. RAMALHO, M.A.; CORREA, M.R.S. **Projeto de edifícios de alvenaria estrutural**. São Paulo: PINI, 2003.
26. SANTOS, Flávio. **Efeito do não-preenchimento de juntas verticais no desempenho de edifícios em alvenaria estrutural**. 2001. Tese (Doutorado em engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/80152/178285.pdf?sequence=1>. Acesso em: 04 abr. 2023.
27. TESTONI, Gabriel. Mofo: como tratar essa patologia. **EPEC Engenharia Civil**, Florianópolis, ago. 2021. Disponível em: <https://epec-ufsc.com.br/condominios/mofo-como-tratar-essa-patologia/>.

Acesso em: 04 abr. 2023.

28. ZUCHETTI, Pedro Augusto Bastiani. **Origem das patologias relacionadas às etapas de concepção do edifício.** 2015. 1 gráfico. Disponível em: <https://www.univates.br/bduserver/api/core/bitstreams/bd3c4e33-a76e-4514-a396-86b0cebeb9e9/content>. Acesso em: 25 mai. 2023.

APÊNDICE A – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

	<p>Ruptura e furo do bloco estrutural para passagem de tubulações de gás.</p>
	<p>Falta de manutenção na textura da parede, com surgimento de manchas.</p>
	<p>Mal uso do empreendimento, com deterioração do revestimento e da estrutura da alvenaria.</p>



Trincas no revestimento cerâmico por falta de manutenção e troca.



Ruptura e furo do bloco estrutural para passagem de tubulações de gás. Identificada ausência de grauteamento na última fiada de blocos.



Má execução da reparação do revestimento da parede.