MANUTENÇÃO X MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL

ANA FLÁVIA. CRUZ
Engenharia Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
ana.cruz@engenharia.ufjf.br

CLARISSA. SOUZA
Engenheira Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
clarissajf@yahoo.com.br

BELAYNE.MARCHI
Engenheira Civil, mestranda PROAC
Universidade Federal de Juiz de Fora
Juiz de Fora/ MG; Brasil
belaynez@hotmail.com

MARIA TERESA. BARBOSA
Professora, D.Sc.
UFJF/ Construção Civil
Juiz de Fora/ MG; Brasil
teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br

RESUMO

A busca crescente pelo desenvolvimento de tecnologias e culturas construtivas para a construção de habitação social, com otimização da produção e consequente redução de custo, motivou a realização deste trabalho. O estudo propõe apresentar os sistemas construtivos empregados na construção civil no Brasil e identificar os fatores passíveis de manutenção corretiva, em cada sistema construtivo avaliado, com enfoque nas manifestações patológicas por eles apresentadas. Para seu desenvolvimento, a pesquisa conta com uma revisão bibliográfica acerca de três sistemas construtivos utilizados no país: convencional (composto por estrutura de concreto armado e alvenaria de vedação), *light steel frame* e alvenaria estrutural. Para cada sistema construtivo, será abordada a técnica utilizada para sua execução e as vantagens e desvantagens de cada um deles, em relação a aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Por fim, por meio de pesquisa bibliográfica, busca-se relatar quais as manifestações patológicas mais recorrentes nesses sistemas, ocasionadas por erros de projeto e/ou execução, são passíveis de manutenção corretiva durante a vida útil da edificação e elaborar um comparativo entre manifestações patológicas incidentes em cada um desses sistemas. Espera-se apresentar parâmetros que auxiliem na escolha do sistema construtivo a ser utilizado em novas construções e facilitar a elaboração de um programa de manutenção para novos empreendimentos, evitando, assim, custos elevados na fase de uso e operação e o aparecimento de patologias, que são, eventualmente, ônus transferidos ao usuário final.
Palavras-Chave: Habitação social; Sistemas Construtivos; Manutenção.

ABSTRACT

The increasing search for the development of technologies and constructive cultures for the construction of social housing, with optimization of production and consequent reduction of cost, motivated the accomplishment of this work. The study proposes to present the constructive systems used in civil construction in Brazil and identify the factors that can be correctively maintained in each constructive system evaluated, focusing on the pathological manifestations presented by them. For its development, the research relies on a bibliographical review about three construction systems used in the country: conventional (composed of reinforced concrete structure and masonry of fence), light steel frame and structural masonry. For each construction system, it will be approached the technique used for its execution and the advantages and disadvantages of each of them, in relation to technical, economic, social and environmental aspects. Finally, through a bibliographical research, it is sought to report which pathological manifestations most recurrent in these systems, caused by errors of design and / or execution, are subject to corrective maintenance during the useful life of the building and to compile a comparison between pathological manifestations incidents in each of these systems. It is hoped to present parameters that help in the choice of the construction system to be used in new constructions and to facilitate the elaboration of a maintenance program for new enterprises, avoiding, therefore, high costs in the phase of use and operation and the appearance of pathologies, that are, eventually, charges transferred to the end user.
Keywords: Social housing; Constructive Systems; Maintenance.

1. INTRODUÇÃO

A habitação social, de acordo com Abiko (1995), tem a principal função de abrigo, com o objetivo de proteger o ser humano das intempéries. Desse modo, a habitação é vista como um ativo valioso para a sociedade. Promover os serviços de manutenção preventiva nas edificações a fim de prolongar sua vida útil a um custo acessível se torna tarefa imprescindível para manter o valor e a qualidade dos empreendimentos. (GOMIDE, 2011).

Atualmente, é crescente a preocupação com a conservação dos edifícios, que exerce importante papel no ciclo de vida do empreendimento. Pesquisas têm sido realizadas com enfoque no desempenho, que é um elemento central da gestão de manutenção, segundo Zhu *et al.* (2002). O conceito de desempenho muito se relaciona como a forma com que a edificação se comporta em uso mediante a algumas condições, sendo assim, a NBR 15.575 (ABNT, 2013) objetiva assegurar o atendimento das expectativas dos usuários das edificações durante uma vida útil, bem como o cumprimento de funções técnicas e socioeconômicas do empreendimento; ressaltando a importância de atividades de manutenção de edifício.

Cumpre esclarecer que a norma de desempenho fortalece o fato de que “é necessário a realização integral das ações de manutenção pelo usuário”, destacando que se este não realizar a manutenção indicada corre-se o risco de a vida útil de projeto não ser atingida (POSSAN E DEMOLINER, 2017). No Brasil, a manutenção é, na maioria das vezes, feita de forma corretiva, retificando defeitos e manifestações patológicas encontradas nas edificações, enquanto deveria ser elaborado um programa de manutenção para os empreendimentos, de modo que sejam feitas manutenções periódicas nas diferentes partes das edificações.

Como mencionado anteriormente, o desenvolvimento de novas técnicas e culturas construtivas tem impulsionado o setor da construção civil, de modo que novos sistemas construtivos têm sido explorados, objetivando atingir o caráter sustentável de novas construções, tanto em aspectos ambientais, sociais e econômicos. Portanto, conforme mencionado por Silva (2002), numa avaliação de sistemas construtivos, não se deve analisar apenas os custos envolvidos no processo, como também outros fatores que tendem a potencializa-lo, incluindo os custos de manutenção.

Sendo assim, a escolha do melhor sistema construtivo para a materialização de cada empreendimento depende de inúmeros fatores. Mateus (2004) aponta os principais fatores a serem considerados na escolha do sistema construtivo empregado e destaca que a durabilidade dessas soluções é um fator que influencia fortemente nessa escolha, além da análise de custos globais, ou seja, custo inicial, de operação, de manutenção, de demolição, considerando toda a vida útil do empreendimento.

Esse trabalho busca apresentar alguns sistemas construtivos aplicados na construção civil no Brasil, com enfoque nos sistemas construtivos mais empregados em edificações habitacionais de interesse social. A partir daí, busca-se identificar os fatores passíveis de manutenção corretiva em cada sistema construtivo avaliado, com destaque para as diferentes manifestações patológicas em cada um deles. Por fim, é apresentado um comparativo entre manifestações patológicas desenvolvidas em cada um desses sistemas.

Neste contexto esse trabalho se divide em três partes: primeiramente, foi efetuada uma revisão bibliográfica buscando-se uma recapitulação dos conceitos fundamentais que asseguram a durabilidade das edificações; a seguir, apresentou-se os sistemas construtivos avaliados (convencional, o *light steel frame* e alvenaria estrutural) quanto à técnica empregada, suas vantagens e desvantagens. E posteriormenete foi realizada uma análise comparativa entre os sistemas estudados e as manifestações patológicas mais recorrentes em cada um deles, originadas por erros de projeto e/ou execução. Espera-se, por meio desta pesquisa, obter parâmetros que auxiliem na escolha do sistema construtivo a ser utilizado em novas construções e facilitar a elaboração de um programa de manutenção para novos empreendimentos, bem como promover um direcionamento para pesquisas futuras.

2. MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

A manutenção de edificações é um tema cuja importância vem superando, gradualmente, a cultura de entendimento do processo construtivo limitado até o momento em que a edificação é entregue ao usuário e inicia-se seu uso. A NBR 5674 (ABNT, 2012) estabelece requisitos para a gestão do sistema de

manutenção de uma edificação, que deve incluir meios para preservar suas características originais e prevenir a perda de desempenho gerada pela degradação de seus sistemas e componentes.

A manutenção de empreendimentos deve ter suas rotinas consideradas desde a fase de concepção dos empreendimentos. De acordo com Junior (2015), devem ser considerados o *projeto **para** manutenção* (que se desenvolve na fase de projeto, desde sua concepção, desenvolvimento e detalhamento, considerando o conjunto de posturas a serem tomadas que contribuam para o aumento do grau de manutenibilidade) e o *projeto **da** manutenção* (que, contempla a fase de construção e de operação e uso, prevendo definições de programas, procedimentos e periodicidade de serviços de manutenção, vistorias, reparos e substituições).

Segundo Pinto e Nascif (2012), a manutenção pode ser classificada como (vide figura 1):

i) Manutenção **preventiva** que obedece a um plano de manutenção, com intervalos bem definidos, reduzindo ou evitando falhas e quedas de desempenho;

ii) Manutenção **preditiva** está baseada no estado do sistema construtivo e é a atuação realizada com base em uma modificação de parâmetro de condição ou desempenho, com acompanhamento permanente dos sistemas. Ela permite uma análise mais confiável das instalações em funcionamento. Seu objetivo é de prevenir falhas no sistema, por meio de acompanhamento permanente e rotineiro de diversos parâmetros. Nesse tipo de manutenção, procura-se não fazer intervenções, somente quando necessário;

iii) Manutenção **detectiva**, que é a atividade ligada à capacidade de detectar e pode ser considerada como a atuação em sistemas construtivos com o objetivo de identificar falhas ocultas ou não perceptíveis à operação ou à equipe de manutenção;

iv) Manutenção **corretiva**, por sua vez, foco desta pesquisa, é aquela responsável pela correção de alguma falha ou redução de performance esperada para um sistema. Ela atua em um sistema construtivo com defeito ou desempenho diferente do esperado. Portanto, para que exista a manutenção corretiva, é necessária a ocorrência de uma das seguintes condições: a ocorrência de falha de um sistema construtivo ou deficiência de desempenho de um sistema construtivo, em que não haja colapso de seu funcionamento, apenas redução de eficiência.

Figura 1 – Tipos de manutenção



Fonte: Pinto e Nascif, 2012.

A manutenção corretiva, como visto na figura 1, pode, ainda, entre planejada e não planejada, ou seja, quando a correção de falhas do sistema construtivo é feita de modo aleatório com características de atuação de manutenção em fatos conhecidos e esperados, porém, sem haver tempo para preparação do serviço, logo resulta em custos maiores ou quando a atividade de correção de desempenho de um sistema construtivo por decisão do próprio usuário, por acompanhamento preditivo ou por operação antes que o sistema construtivo sofra colapso.

3 SISTEMAS CONSTRUTIVOS MAIS EMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

3.2.1 Sistema construtivo convencional

Como visto em Pizzo e Vasques (2017), o sistema convencional, de concreto armado, é formado por vigas, pilares, lajes de concreto, com vãos preenchidos por alvenaria cerâmica de vedação. Nesses sistemas, as paredes são conhecidas como não portantes, uma vez que o peso da estrutura se distribui entre pilares, vigas, lajes e se transmite às fundações. Para a construção de vigas, pilares e lajes, são utilizadas formas de madeiras e aço estrutural. Nas paredes de blocos cerâmicos são embutidas as instalações hidráulicas e elétricas. A seguir, efetua-se a etapa de revestimento, com aplicação de chapisco, massa grossa (emboço) e massa fina (reboco). A partir daí, é feita a pintura das vedações verticais. A tabela 1, apresenta um levantamento das principais vantagens e desvantagens desse sistema construtivo, segundo Alves (2015) e Gomes e Lacerda (2014).

Tabela 1 – Vantagens e desvantagens do sistema convencional.

Principais vantagens	Principais desvantagens
Boa estanqueidade à água;	Sistema artesanal;
Boa resistência ao fogo;	Ineficácia produtiva, por atividades que não agregam valor;
Durabilidade;	Produção lenta;
Facilidade de produção (no próprio canteiro de obras);	Baixo nível de industrialização;
Custo reduzido;	Elevado índice de perdas;
Boa inércia térmica;	Sistema “pesado”;
Método tradicional;	Geração de despedícios e RCD;
Boa aceitação pelos usuários.	Incidência de manifestações patológicas.

Fonte: O autor, 2017.

3.2.2 *Light Steel Frame*

Os sistemas construtivos leves chamados *Light Steel Frame* são, segundo Meirelles et al. (2012), uma adaptação dos sistemas em madeira *wood frame* para o aço. A estrutura do *steel frame* é composta por paredes portantes, uma plataforma de piso, travamentos e contraventamentos e da estrutura de telhado. O sistema é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando a funcionar como um conjunto (entre eles: fundação, isolamento termo-acústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas) resistindo às cargas solicitadas na edificação que dão forma final à edificação, não apresentando restrições arquitetônicas (GOMES E LACERDA, 2014).

No sistema *steel frame*, a estrutura de aço, junto às placas, sejam de OSB, placas cimentícias ou placas de gesso, utilizadas para fechamento, constituem os painéis que podem ser estruturais ou não estruturais. Esse sistema aplica técnicas dos sistemas industrializados. A estrutura se remete ao sistema plataforma e é realizada com perfis formados a frio ou dobrados a frio, produzidos a partir de chapas finas. O perfil pode ser cortado ou furado, sem perder sua proteção contra a corrosão, por serem perfis galvanizados. Em geral os montantes são perfis em U enrijecido e as guias de base, superior e travamento em U com alturas mais usuais de 90; 140; 200; 250; 300 mm e largura 40 mm; 38 mm (MEIRELLES et al. 2012). Alves (2015), Mateus (2004), Gomes e Lacerda (2014) e Silva et al. (2014) definem as principais vantagens e desvantagens do sistema *light steel frame*, como mostrado na tabela 2.

Tabela 2 – Vantagens e desvantagens do *light steel frame*

Principais vantagens	Principais desvantagens
Menor peso de construção/ volume construído;	Fraca inércia térmica (em climas com grandes amplitudes térmicas);
Sistema industrializado minimizando resíduos em obra;	Custo mais elevado;
Maior controle das etapas do processo construtivo;	Não existem dados quanto a seu comportamento a longo prazo;
Emprego mão de obra qualificada;	Capacidade estrutural de até 05 pavimentos;
Rapidez de execução.	Incidência de manifestações patológicas.

Fonte: O autor, 2017.

3.2.3 Alvenaria Estrutural

As alvenarias estruturais são, também, denominadas portantes ou autoportantes. Elas funcionam como elemento estrutural, transmitindo as cargas da edificação para as fundações. A normalização brasileira (NBR 10837:1989) estabelece que as paredes com função estrutural deverão ser executadas com blocos vazados de concreto com furos na vertical, espessura mínima de 14 cm e esbeltez máxima igual a 20. (NBR-10837. Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto). Figueiró (2009) aponta as principais vantagens e desvantagens desse sistema construtivo, conforme ilustrado na tabela 3.

Tabela 3 – Vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural

Principais vantagens	Principais desvantagens
Economia de fôrmas, que passam a ser utilizadas apenas nas lajes;	Limitação na adaptação da arquitetura após a construção;
Redução de desperdícios de materiais e mão de obra;	Interferência entre projetos de arquitetura, estrutural e de instalações, de modo que eles devem ser realizados de forma simultânea e integrada;
Redução mão de obra (carpinteiros, etc...);	Utilização de mão de obra qualificada;
Flexibilidade na execução da obra.	Incidência de manifestações patológicas.

Fonte: O autor, 2017.

Tauil e Nese (2010) estabelecem que as alvenarias podem ser não armadas (são constituídas pela união de blocos e argamassa, sem aplicação de graute), parcialmente armadas (são constituídas pela união de blocos e argamassa, sendo utilizada armadura para absorver os esforços em algumas partes das paredes, sendo as outras partes calculadas como alvenaria não armada) ou armadas (compostas pela união de blocos, argamassa, graute e armadura).

4. PRINCIPAIS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM CADA SISTEMA CONSTRUTIVO

São inúmeros os fatores que interferem na escolha do melhor sistema construtivo a ser utilizado em cada edificação, como durabilidade, custos envolvidos e manutenção esperada. Entretanto, independente da escolha do sistema construtivo a ser empregado, todos eles estão passíveis a erros e falhas de projeto e execução. É fundamental a busca por equipes de projeto mais integradas, a fim de evitar possíveis falhas futuras nas construções. Apesar disso, sabe-se que essas ocorrências são frequentes na construção civil, resultando em manifestações patológicas que geram intervenções e manutenção corretiva, como forma de tratamento.

Pretende-se, destacar, para cada sistema construtivo estudado, as manifestações patológicas mais recorrentes e suas causas, com foco nos erros de projeto e/ou execução que possam originar essas ocorrências. É importante conhecermos, também, as ações corretivas indicadas para tratamento de cada tipo de manifestação patológica.

4.1 Sistema construtivo convencional

No sistema construtivo convencional, é comum o aparecimento de manifestações patológicas, com destaque para aquelas relacionadas à presença de umidade. Castro e Martins (2014) caracterizam as origens da umidade presente nas edificações: trazidas durante a construção, por capilaridade, por chuva, trazida por vazamentos e por condensação. Segundo eles, as principais manifestações patológicas associadas à presença de umidade são a eflorescência, bolor e descolamento de revestimento com empolamento.

O desenvolvimento de trincas e fissuras, também, muito comum nesse tipo de sistema construtivo, possui diferentes causas possíveis, como movimentação térmica, sobrecarga, retração, alterações químicas de materiais, além da ausência de elementos construtivos, como vergas, contravergas, cobrimento deficiente de concreto e movimentações higroscópicas. Gonçalves (2015) aponta que a posição das fissuras nos elementos estruturais, sua abertura, trajetória e espaçamento podem indicar suas possíveis causas.

Um levantamento das principais manifestações patológicas nas estruturas de concreto armado e no sistema construtivo, de modo geral, foi feito na tabela 4, a partir de Castro e Martins (2014), Gonçalves (2015) e Queiroz et al. (2017).

Tabela 4 – Manifestações patológicas, causas e tratamento no sistema convencional

Manifestação patológica	Causas comuns	Tratamento
Eflorescência	Teor de sais junto a umidade durante reações pode depositar- se na superfície	Limpeza da superfície com solução diluída de ácido muriático
Bolor	Provocação de manchas devido a presença de umidade em regiões de baixa insolação	Eliminação da infiltração da umidade, remoção da superfície com alteração e reparo do revestimento
Descolamento com empolamento	Infiltração; hidratação retardada do óxido de magnésio da cal	Retirada de todo reboco desprendido; execução de novo reboco
Fissuras por retração hidráulica	Cura malfeita do concreto	Uso de selante
Fissuras por variação de temperatura	Desconsideração do efeito na fase de projeto	Uso de selante
Fissuras por flexão	Subdimensionamento da estrutura; deficiência de materiais empregados; alteração de uso	Uso de selante
Fissuras por cisalhamento	Armadura insuficiente	Uso de selante
Fissuras por torção	Desconsideração do efeito da torção em projeto	Uso de selante
Corrosão de armaduras	Má execução das peças estruturais, concreto com resistência inadequada, ambiente agressivo, proteção insuficiente, manutenção inadequada ou inexistente e presença de cloretos	Limpeza rigorosa, de preferência com jato e apicotamento de todo o concreto solto e fissurado; análise criteriosa da possível redução de seção transversal das armaduras atacadas; reconstrução do cobrimento das armaduras
Desagregação do concreto	Ataque químico expansivo de produtos inerentes ao concreto; baixa resistência do concreto	Recomposição com argamassa; graute ou concreto ou cimento

Fonte: O autor, 2017.

4.2 *Light Steel Frame*

As manifestações patológicas mais recorrentes nesse sistema construtivo envolvem o processo de corrosão, fissuração e surgimento de trincas. De acordo com Silva (2012), a corrosão é um fenômeno natural observado em todos os elementos metálicos de uma edificação como caixilhos, armaduras, estruturas e ferragens em geral. Para minimizar seus efeitos, é importante adotar mecanismos de proteção.

Em relação ao processo de fissuração, Campos (2010) aponta que pequenas dilatações e movimentações térmicas da estrutura são comuns no sistema *Light Steel Frame* e podem ser minimizadas por meio de um projeto de contraventamento adequado. Podem ser utilizados, por exemplo, contraventamento em X ou com uso de treliças na junção dos paineis metálicos. Um sistema de contraventamento adequado pode minimizar a propagação de trincas nas edificações.
A tabela 5 indica as ocorrências de manifestações patológicas nesse sistema construtivo, baseado em Castro (1999) e Campos (2010).

Tabela 5 – Manifestações patológicas, causas e tratamento no *Light Steel Frame*

Manifestação patológica	Causas comuns	Tratamento
Corrosão uniforme	Exposição direta do aço carbono a um ambiente agressivo, agravada por erros de projeto, como: ausência de furos de drenagem para passagem de água e ocorrência de cavidades e frestas	Limpeza superficial com jateamento e pintura. Em caso de maior comprometimento, deve ser feito também reforço ou substituição de elementos danificados
Corrosão em frestas localizadas	Exposição contínua a um eletrólito, nas regiões de ligações, de contato com não-metais e de depósito de sujeira ou produtos de corrosão	Limpeza superficial, com eliminação de umidade no interior da fresta, aplicação de selante e revestimento protetor. Pode haver reforço e/ou substituição do elemento
Descascamentos de pintura em banheiros	Falta de especificação de revestimentos cerâmicos ou impermeáveis em áreas molhadas	Colocação de revestimento cerâmico
Trincas em paredes e tetos nas emendas de placas	Falta de tratamento de juntas	Tratamento de juntas com selante, fita telada e massa cimentícia
Trincas próximas ao teto	Dilatação e movimentação natural	Uso de juntas de dilatação nas quinas entre teto e parede
Trincas no meio de paredes	Erro de instalação de placas. Instalação de placas deve ser desencontrada, desalinhando-se as juntas e evitando a propagação de trincas	Uso de placas desencontradas ou tratamento específico para cada caso
Trincas no meio dos tetos	Forro submetido a sobrecarga não prevista	Reforço da região
Danificação dos rodapés das paredes	Falta de detalhamento e especificação de revestimentos, associada à presença de umidade	Utilização de rodapés de maior altura e impermeáveis
Trincas e infiltrações na interface das esquadrias	Falta de detalhamento e de prescrição de cantoneiras metálicas nas quinas	Instalação de cantoneiras metálicas
Marca da estrutura nas paredes	Condensação de água na superfície da estrutura, devido à grande amplitude térmica, sendo absorvida pela placa de gesso	Prescrição de fita neopreme e/ou barreira de vapor

Fonte: O autor, 2017.

4.3 Alvenaria Estrutural

De acordo com Queiroz et al. (2017), as principais manifestações patológicas que ocorrem em alvenaria estrutural estão vinculadas ao processo de fissuração, eflorescência e infiltração. A formação de fissuras pode, também nesse sistema, ter origem em falhas de projeto e execução de obras. Sua formação interfere na estética, durabilidade e até mesmo nas características estruturais da construção. Elas podem ter diferentes configurações, sendo verticais, horizontais e inclinadas. Essa configuração varia com a causa da ocorrência, sendo fundamental, portanto, seu correto diagnóstico para realização de intervenção adequada em cada caso.

Queiroz et al. (2017) faz uma abordagem das principais ocorrências de manifestações patológicas em alvenaria estrutural, com destaque para as três ocorrências citadas acima, como pode ser visto na tabela 6.

Tabela 6 – Manifestações patológicas, causas e tratamento em Alvenaria Estrutural

Manifestação patológica	Causas comuns	Tratamento
Fissuração por retração de argamassa de revestimento	Problemas nos materiais, assentamento inadequado ou resistência da argamassa	Preenchimento das fissuras e aplicação de argamassa armada
Fissuração por retração da parede	Restrições de movimentação, com aparecimento de tensões e fissuras	Utilização de telas metálicas e jateamento de argamassa resistente
Fissuração por sobrecarga	Falta de elementos capazes de distribuir a concentração de tensão no entorno nas aberturas de esquadrias	Reforço da região com grauteamento
Fissuração por problemas de resistência à tração	Sobrecarga de compressão em alvenarias com boa aderência entre bloco e argamassa gera rompimento dos elementos por tração	Preenchimento das fissuras e aplicação de argamassa armada
Fissuração por expansão da argamassa de assentamento	Reações químicas entre componentes da argamassa ou entre argamassa e substrato provocam a expansão da argamassa o impedida de movimentar-se gera as fissuras	Remoção da região degradada e aplicação de resina expansiva
Eflorescência	Teor de sais junto a umidade durante reações pode depositar- se na superfície	Limpeza da superfície com solução diluída de ácido muriático, enxaguando logo após
Bolor	Provocação de manchas devido a presença de umidade em regiões de baixa insolação	Eliminação da infiltração da umidade, remoção da superfície com alteração e reparo do revestimento

Fonte: Queiroz et al., 2017 (adaptado pelo autor).

4.4 Análise comparativa entre os sistemas construtivos e as manifestações patológicas

Busca-se, nessa fase, realizar um comparativo entre as principais manifestações patológicas incidentes em cada sistema construtivo, como forma de mapear sua ocorrência, conforme tabela 7.

Tabela 7 – Incidência de manifestações patológicas por sistema construtivo

Manifestação patológica/ sistema construtivo	Convencional	Light Steel Frame	Alvenaria Estrutural*
Fissuras e trincas			
Corrosão			
Desagregação do concreto			
Eflorescência			
Bolor			
Descolamento de revestimento			

Legenda	
	Incidência significativa
	Incidência pouco significativa

5. CONCLUSÕES

Com base nos dados apresentados, de acordo com os autores referenciados, há um indício de maior incidência de manifestações patológicas no sistema construtivo convencional, seguido dos demais (light steel frame e alvenaria estrutural). Observa-se, desse modo, que, independentemente do sistema construtivo escolhido para determinada construção, cada um deles apresenta vantagens e desvantagens em relação à ocorrência de manifestações patológicas nas edificações.

Dentre as manifestações patológicas desenvolvidas em cada sistema construtivo estudado pelos autores referenciados, o processo de formação de fissuras e trincas é comum em todos eles, com causas variadas, de acordo com a técnica construtiva desenvolvida. Algumas manifestações patológicas são muito particulares de um sistema construtivo específico, como a ocorrência das marcas dos perfis metálicos do *light steel frame* nas paredes.

Observa-se, no método tradicional, um elevado ínidce de manifestações patológicas, onde constata-se que, apesar de todo o empenho na melhoria da qualificação da indústria da construção civil, há muito por se fazer.

Logo, essa pesquisa oferece um parâmetro para escolha de um sistema construtivo a ser empregado em novas construções, com base na incidência de manifestações patológicas. Apesar disso, a escolha do melhor sistema construtivo a ser empregado depende de uma série de fatores e deve ser feita analisando-se cada empreendimento. Espera-se que, por meio desses resultados, seja possível a obtenção de parâmetros para a elaboração de um programa de manutenção para novos empreendimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPEMIG pelo apoio financeiro que possibilitou a participação no evento.

6. REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K. **Introdução a Gestão Habitacional**. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 1995.

ALVES, L. P. **Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame**. Revista Especialize. Uberlândia, 2015.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 15575:2013 – **Edificações habitacionais: desempenho.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10837:1989 – **Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto.**

Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 5674:2012 – **Manutenção de edifícios – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.**

CAMPOS, H. C. **Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema light steel framing.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

CASTRO, E. M. C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.

CASTRO, M. D. E MARTINS, R. M. **Análise e sugestões terapêuticas das manifestações patológicas de infiltração de um edifício com mais de 20 anos – estudo de caso.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

FIGUEIRÓ, W. O. **Racionalização do processo construtivo de edifícios em alvenaria estrutural.** Monografia de especialização em construção civil. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

FORMOSO, C. T. et al. **Análise de manifestações patológicas de alvenaria estrutural em empreendimentos habitacionais de baixa renda**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Florianópolis, 2006.

GOMES, J. O. E LACERDA, J. F. S. B. **Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte**. Tecnologias para Competitividade Industrial, Florianópolis, 2014.

GOMIDE, T. L. F. **Inspeção Predial Total**, São Paulo, Pini, 2011.

GONÇALVES, E. A. B**. Estudo de patologias e suas causas nas estruturas de concreto armado de obras de edificações.** Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

JUNIOR, V. H. C. M. **Manutenção e desempenho em habitações de interesse social**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2015.

MATEUS, R. F. M. **Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção**. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Moinho, 2004.

MEIRELLES C. R. M. et al. **O potencial sustentável dos sistemas leves na produção da habitação social**. Revista de arquitetura da IMED, São Paulo, 2012.

PINTO; NASCIF, A.K. e Júlio. **Manutenção: Função Estratégica.** 4ª Edição. Rio de Janeiro. Qualitymark. 2012

PIZZO, L. M. B. F. E VASQUES, C. C. P. C. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Centro universitário de Lins, Lins, 2017.

POSSAN, E. E DEMOLINER, C. A. **Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral**. Universidade Federal da Integração Latino Americana, 2017.

QUEIROZ, P. C. O. et al. **Constribuição às técnicas de reabilitação aplicadas em alvenaria estrutural.** 59º Congresso Brasileiro do Concreto. Bento Gonçalves, 2017.

SILVA, A. H. **Comparação de custos entre os processos construtivos em concreto armado e em alvenaria estrutural em blocos cerâmico e de concreto**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.

SILVA, C. F. B. et al. **Custo-benefício do sistema construtivo Steel Framing**. Encontro de Tecnologia da UNIUBE. Uberaba, 2014.

SILVA, R. **Manifestações Patológicas em Sistemas Construtivos de Aço – Algumas Medidas Preventivas.** Congresso Latinoamericano da Construção Metálica. 2012.

TAUIL, C. A.; NESE, F. J. M. **Alvenaria Estrutural**. São Paulo: Editora Pini, 2010. 183 p.

VITÓRIO, A. **Fundamentos da patologia das estruturas nas perícias de engenharia**. Recife. Instituto Pernambucano de Avaliação e Perícias de Engenharia. 2003.

ZHU, G., Gelders, L. and Pintelon, L. "**Object/objective-oriented maintenance managemen**t", Journal of Quality in Maintenance Engineering, Vol. 8 No. 4, pp. 306-18. 2002.