

ANÁLISE DO PROCESSO DE MANUTENÇÃO EM DIFERENTES SISTEMAS CONSTRUTIVOS NO BRASIL

Ana Flávia R. Cruz, Maria Teresa G. Barbosa* e José A. B. Castanõn

Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído, Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 36036-330, MG, Brasil

Palavras-chave: Habitação social, Sistemas Construtivos, Manutenção.

Resumo. A busca crescente pelo desenvolvimento de tecnologias e culturas construtivas para a construção de habitação social, com otimização da produção e conseqüente 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. Para seu desenvolvimento, a pesquisa conta com uma revisão bibliográfica acerca de dois sistemas construtivos utilizados no país: convencional e *light steel frame*. 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 entre as desvantagens apresentadas de cada sistema construtivo são passíveis de manutenção corretiva durante a vida útil da edificação e elaborar uma análise de custo-benefício de cada um desses sistemas. E, finalmente, apresenta-se parâmetros que auxiliam a escolha do sistema construtivo a ser utilizado em novas construções e facilitam 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.

Endereços de e-mail: ana.cruz@engenharia.ufjf.br, teresa.barbosa@engenharia.ufjf.br*,
jose.alberto@ufjf.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A habitação social tem a principal função de abrigo, com o objetivo de proteger o ser humano das intempéries. Com o desenvolvimento de habilidades e inovações tecnológicas, novos materiais passaram a ser aplicados a esse meio, a fim de tornar esse ambiente ainda mais elaborado [1].

Desse modo, a habitação é vista como um ativo valioso para a sociedade. Promover a manutenção de edifícios se torna tarefa imprescindível para manter o valor e a qualidade dos empreendimentos. A manutenção em edificações sugere a necessidade de implementar atividades e recursos que possam assegurar o melhor desempenho da edificação em sua vida útil, com o objetivo de atender aos anseios de usuários com confiabilidade e disponibilidade e o menor custo possível [7].

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 [15]. O conceito de desempenho muito se relaciona como a forma com que a edificação se comporta em uso mediante a algumas condições. Em vigor desde 2013, a norma ABNT NBR 15.575:2013 [3] tem como enfoque o atendimento às expectativas dos usuários das edificações durante uma vida útil determinada e o cumprimento de funções técnicas e socioeconômicas do empreendimento. A norma ressalta a importância de atividades de manutenção de edifício. Pode-se verificar, na referida norma, a influência das ações de manutenção em uma edificação, que são necessárias para garantir ou até mesmo prolongar a vida útil de projeto (VUP). A Norma de desempenho chama atenção para o fato de que “é necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário”, destacando que se este não realizar a manutenção indicada corre-se o risco de a VUP não ser atingida [12].

A manutenção predial, assim, tem o intuito de substituir ou mesmo restaurar partes da edificação, deixando-a em condições de manter o desempenho satisfatório e de cumprir suas funções iniciais. No Brasil, a manutenção é, na maioria das vezes, feita de forma corretiva, retificando defeitos e patologias 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. A “norma de desempenho”, como é conhecida a NBR 15.575, permite e estimula o desenvolvimento de novos sistemas, uma vez que estipula níveis de desempenho a serem atingidos por todas as partes das edificações, sem restringir uma técnica construtiva a ser utilizada.

Esse trabalho busca apresentar alguns sistemas construtivos aplicados na construção civil no Brasil e identificar os fatores passíveis de manutenção corretiva em cada sistema construtivo avaliado, além de uma análise de custo-benefício de cada um desses sistemas.

2 SISTEMAS CONSTRUTIVOS EMPREGADOS NO BRASIL

Cumprido esclarecer que a combinação de materiais empregados na construção e materialização de um edifício é denominada solução construtiva. Já a combinação de diversas soluções construtivas utilizada em elementos de construção, como pavimentos, paredes, pisos, é chamada de sistema construtivo [9].

No Brasil, tradicionalmente, o sistema construtivo mais empregado é o sistema construtivo convencional, ou seja, concreto armado com alvenaria de vedação. Porém, em função das demandas por redução de custo de construção, agilidade de execução e demandas por construções que gerem menos resíduos e utilizem menos recursos, novos sistemas construtivos tem surgido, propondo novas soluções técnicas. Além do desenvolvimento de novos sistemas construtivos, existe, atualmente, o ressurgimento de algumas soluções correntes no passado, como o adobe e a taipa.

Deve-se considerar a necessidade de buscar sistemas construtivos que levem em consideração os três aspectos do desenvolvimento sustentável de forma equilibrada – aspecto econômico, social e ambiental. São inúmeros os sistemas construtivos desenvolvidos, como o convencional, alvenaria estrutural, além de sistemas construtivos mais sustentáveis. Os sistemas construtivos em terra (taipa, adobe, BTC), em estruturas metálicas leves, como o *light steel frame*, em madeira, como o *wood frame*, em concreto celular autoclavado, entre outros [6, 9].

Aliados à aplicação de modernas tecnologias, os novos sistemas construtivos seguem o conceito de baixo custo e impacto ambiental nas diversas fases do ciclo de vida da construção, tendendo à redução do tempo e otimizando o uso das matérias-primas [9].

Os sistemas construtivos mais sustentáveis atendem tanto edifícios residenciais, como prediais, e priorizam técnicas que garantem a racionalização e obras mais limpas, tanto em aspectos operacionais, quanto pelos materiais empregados. São, ainda, capazes de viabilizar construções com produtividade elevada, custos reduzidos e alta qualidade. Construções industrializadas, que tenham a característica de modulação e uso de peças pré-fabricadas se encaixam na proposta dos sistemas construtivos sustentáveis. A racionalização da produção é obtida por meio do uso de componentes pré-fabricados em um sistema construtivo, integrando as etapas de projeto, fabricação, montagem no canteiro de obras e responsabilidade técnica do fabricante. Nesse tipo de construção, procura-se obter o máximo de aproveitamento dos materiais, eliminando desperdício e perdas de recursos e obtendo maior agilidade de execução [6].

Cada uma dessas soluções empregadas, desde as mais tradicionais até as mais sustentáveis, pode ser dividida em dois grupos, de acordo com seu conteúdo em massa, a saber: *as soluções construtivas pesadas* são compostas por materiais e produtos de elevado peso, como tijolos, betão, blocos de betão, revestimentos cerâmicos, pedra, terra. Já as soluções construtivas leves, utilizam, usualmente, a madeira ou os perfis metálicos como solução estrutural. Nos acabamentos e demais elementos são utilizados, por exemplo, painéis de gesso cartonado, painéis de fibrocimento, painéis de aglomerado de madeira e cimento, painéis OSB, entre outros; e *os sistemas construtivos leves*, como o *wood frame* e o *steel frame*, especialmente os industrializados, são considerados por muitos pesquisadores como sistemas construtivos sustentáveis, por produzirem poucos resíduos de construção [6, 9].

A escolha do melhor sistema construtivo para a materialização de cada empreendimento depende de inúmeros fatores. Cada um deles possui vantagens e desvantagens a serem avaliadas antes da escolha da melhor técnica empregada. Dentre os principais fatores a serem considerados na escolha do sistema construtivo empregado, 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. Assim, percebe-se que durabilidade e custo são de extrema relevância. Além desses fatores, pode-se citar o comportamento térmico do edifício, face à solução adotada, o impacto ambiental de todos os materiais utilizados na solução escolhida, a

disponibilidade mão-de-obra, de técnicos e empresas de construção especializadas na execução da solução escolhida, a disponibilidade de materiais no mercado fornecedor, a flexibilidade da solução quanto à reciclagem e reutilização, a distância de transporte de materiais e a manutenção esperada.

Nessa pesquisa, o enfoque será dado à manutenção esperada para cada sistema construtivo, frente às vantagens e desvantagens de cada um deles. Serão abordados, nessa análise, dois dos sistemas construtivos apresentados: convencional e *light steel frame*.

3 METODOLOGIA

Esse trabalho se divide em três partes. Primeiramente, é feita uma apresentação dos temas estudados. Busca-se, inicialmente, elucidar um conceito geral de manutenção de edifícios, com definição dos tipos de manutenção a que um edifício está sujeito, indicação dos elementos de um edifício que são fonte de manutenção e uma visão geral sobre a manutenção corretiva, alvo da pesquisa. A seguir, é feita uma apresentação dos sistemas construtivos avaliados quanto à técnica empregada: sistema construtivo convencional e *light steel frame*. Em seguida, é feita uma apresentação das vantagens e desvantagens de cada um desses sistemas. Na etapa de discussões de resultados, é feita uma síntese desses dados, buscando correlacioná-los ao custo-benefício desses sistemas. São levados em consideração, nessa análise, aspectos econômicos, sociais e ambientais. São avaliados, também, os fatores passíveis de manutenção corretiva em cada um dos dois sistemas construtivos, frente às desvantagens apresentadas, a fim de que sejam obtidos 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. Por fim, é feita uma conclusão da pesquisa, com direcionamento para pesquisas futuras.

4 MANUTENÇÃO DE EDIFÍCIOS

4.1 Considerações Iniciais

A manutenção de empreendimentos deve ter suas rotinas consideradas desde a fase de concepção dos empreendimentos. Deve-se considerar o projeto para manutenção e o projeto da manutenção. O projeto para manutenção 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. O projeto da manutenção, por sua vez, 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 [10].

A manutenção pode ser classificada como manutenção corretiva, manutenção preventiva, manutenção preditiva e manutenção detectiva, vide Figura 1.

A manutenção preventiva é aquela que obedece a um plano de manutenção, com intervalos bem definidos, reduzindo ou evitando falhas e quedas de desempenho. Evita a ocorrência de falhas, por isso atua como prevenção. Alguns fatores são importantes para a avaliação e utilização da manutenção preventiva, como quando se pode ou não fazer a manutenção de caráter preditivo, quando está ligada a aspectos de segurança da equipe de manutenção e riscos ambientais.

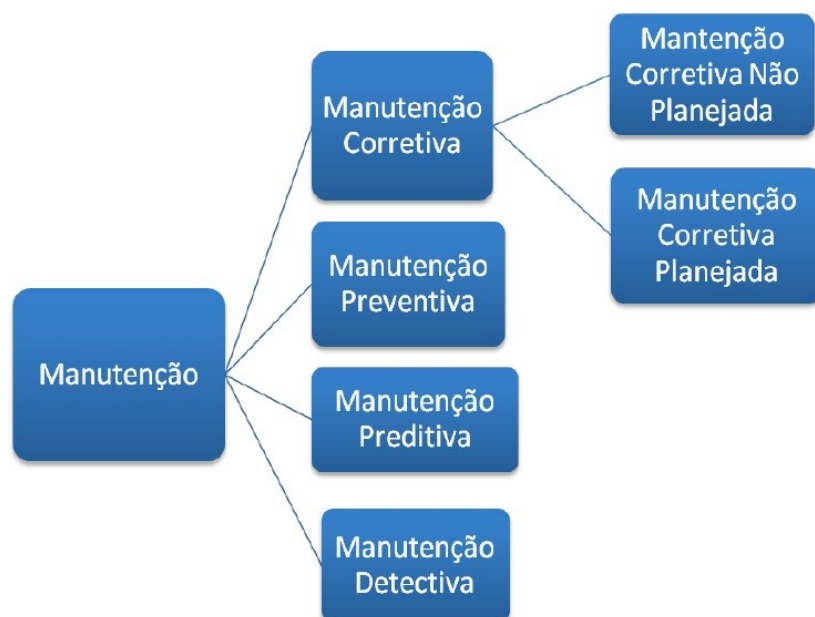


Figura 1: Tipos de manutenção [PINTO E NASCIF (2012) apud [10]]

Já a manutenção preditiva é a manutenção com base 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. Para isso, o sistema é monitorado por meio de medições e verificações diversas, até atingir o grau de degradação projetado. Somente nessa fase procura-se fazer algum tipo de intervenção. Para que esse tipo de manutenção seja implantado, é necessário que os sistemas permitam alguma forma de monitoração, as intervenções devem considerar análises de custos, redução de custos diretos de manutenção, por meio da verificação constante do funcionamento dos sistemas. Como desvantagem, esse tipo de manutenção exige um acompanhamento constante, com equipe específica, seguindo um programa de manutenção.

Por manutenção detectiva, entende-se como 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.

A 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.

A manutenção corretiva, como visto na Figura 1, pode ainda, ser dividida entre planejada e não planejada, a saber:

- manutenção corretiva não planejada: 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. Esse tipo de manutenção normalmente tem custos maiores, pois o tipo de falha ao qual se direciona pode levar à

interrupção de atividades do sistema construtivo, podendo gerar danos de maior extensão e maior comprometimento do sistema;

- manutenção corretiva planejada: é 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. Esse tipo de manutenção tem custos inferiores, é mais rápida e mais segura, por se tratar de um trabalho planejado. Sua principal característica é a função da qualidade da informação fornecida pelo acompanhamento do funcionamento do sistema.

4.2 Elementos fonte de manutenção

A manutenção de um sistema construtivo, como apresentada, deve ser aplicada em elementos fonte de manutenção (EFM). Estes elementos resultam da divisão do empreendimento em diferentes parcelas (vide Tabela 1). É necessário que exista uma divisão desses elementos no âmbito da manutenção, pois são elementos com características diferentes, vida útil diferente e com tratamentos de manutenção distintos [8].

Tabela 1: Elementos fonte de manutenção. Adaptado de [8]

Classe 1	Classe 2	Classe 3
Elementos Edificados	Estrutura	Fundações
		Elementos Verticais
		Elementos Horizontais
	Panos de parede	Exterior
		Interior
	Cobertura	Acessível
		Não acessível
	Revestimentos Horizontais	Tetos
		Pavimentos
	Revestimentos Verticais	Exteriores
		Interiores
	Vãos Exteriores	Internos
		Externos
	Vãos Interiores	Externos
Internos		
Instalações	Abastecimento de água	Rede
		Louças e aparelhos
	Esgoto	Rede
	Eletricidade	Rede
Aparelhos		
Outros	Outros	Ventilação
		Equipamentos
		Juntas
		Outros

4.3 Sistemas construtivos estudados

Dois sistemas construtivos serão comparados, nessa pesquisa, em relação à técnica empregada em cada um deles. O primeiro é o sistema construtivo convencional, de concreto armado, que é mais tradicional na construção civil brasileira. O segundo sistema construtivo apresentado é o *Light Steel Frame*, que tem ganhado mais espaço e competitividade no país e

mais se relaciona à proposta de implantação de sistemas construtivos mais sustentáveis.

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 [14].

Os sistemas construtivos leves chamados *Light Steel Frame* são 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 [11].

O sistema é composto por diversos elementos individuais ligados entre si, passando a funcionar como um conjunto (entre eles: fundação, isolamento termoacústico, fechamento interno e externo, instalações elétricas e hidráulicas) resistindo às cargas solicitadas na edificação e que dão forma final à edificação, não apresentando restrições arquitetônicas [6].

O *steel frame* 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.

A Tabela 2 apresenta algumas das vantagens e desvantagens dos sistemas estudados.

4.4 Discussão

Dentre as desvantagens apresentadas de cada um dos sistemas construtivos (vide Tabela 2), observa-se que alguns fatores são passíveis de manutenção corretiva ao longo de toda a vida útil da edificação. Como visto, a manutenção corretiva é aquela que se aplica quando existe falha ou deficiência de desempenho de um sistema construtivo, com redução de eficiência. As desvantagens apresentadas que mais se relacionam à necessidade de manutenção corretiva são aquelas que representam alguma manifestação patológica no empreendimento, própria do sistema construtivo. Vale observar que essas manifestações patológicas têm origens distintas e, antes de promover ações de manutenção corretiva, é necessário um correto diagnóstico dessas manifestações, para que seja aplicado um tratamento adequado.

A origem das manifestações patológicas se encontra na fase de projeto, execução, uso e manutenção, e também no uso de materiais inadequados ou de qualidade inferior ao esperado. Entre essas origens, 50 % se dá na fase de projeto e 35 % na fase de execução do empreendimento [5].

A implantação de programas de manutenção corretiva só deve ser desenvolvida a partir de uma inspeção preliminar, na qual podem ser estabelecidos critérios para classificação das manifestações patológicas de um empreendimento. Em seguida, deve ser feita uma inspeção detalhada e diagnóstico, para posterior elaboração de um programa de manutenção [4].

No sistema construtivo tradicional, é comum o desenvolvimento de projetos de diferentes especialidades, sem uma devida integração entre intervenientes e com falta de um projeto para produção, possibilitando a ocorrência de manifestações patológicas. Nesse sistema construtivo, as manifestações patológicas mais comuns e passíveis de manutenção corretiva são fissuras e trincas, corrosão de armaduras, calcinação do concreto, umidade, infiltração,

desprendimento de revestimentos e deterioração de materiais cerâmicos.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens dos sistemas construtivos. Adaptado de [2, 6, 9]

	Sistema Convencional (concreto armado)	Light Steel Frame
Vantagem	Boa estanqueidade de água; Boa resistência ao fogo; Grande durabilidade, comparada a outros materiais; Facilidade de produção, realizada in loco, no próprio canteiro de obras; Baixo custo de componentes; Boa inércia térmica; Boa aceitação pelos usuários.	Sistemas industrializado; Emprego de materiais leves; recicláveis e reaproveitáveis; Flexibilidade de projeto; Obra enxuta; Redução de perdas; Menor rotatividade de mão de obra; Treinamento de mão de obra; Boa estanqueidade.
Desvantagem	Sistema tradicional (artesanal); Baixa produtividade; Maior quantidade mão de obra; Baixo nível de industrialização; Elevado tempo de construção; Elevada incidência de perdas; Sistema construtivo “pesado”; Elevado índice de desperdício; Elevada incidência de manifestações patológicas.	O emprego de mão de obra para serviços de acabamentos, revestimentos, instalações elétricas e hidráulicas, pintura, colocação de esquadrias, entre outros, não se distingue do sistema convencional; Fraca inércia térmica (em climas com grandes amplitudes térmicas); Custo elevado; Capacidade estrutural de até 05 pavimentos; Exigência de mão de obra especializada; Manifestações patológicas proveniente da água da chuva.

No sistema *light steel frame*, as patologias mais recorrentes são referentes ao processo de fissuração. Essa manifestação pode estar associada a diversos fatores, como a fraca inércia térmica do sistema, com ocorrência de dilatação e fissuração. Além disso, Cuidados especiais devem ser tomados na fixação das placas e no tratamento de juntas dos materiais das placas internas e externas, a fim de evitar o surgimento de fissuras e trincas, que podem comprometer a estética e o desempenho em relação à umidade proveniente da chuva. Fissuras também podem surgir pela movimentação de placas, sendo necessário um sistema de contraventamentos [2].

Todas essas manifestações citadas, sendo as mais recorrentes em cada um desses sistemas, merecem especial atenção, especialmente no caso de manutenções corretivas.

De acordo com os dados apresentadas de cada um dos sistemas construtivos, uma análise comparativa de custo-benefício entre eles pode ser realizada, com base em pesquisa bibliográfica, considerando alguns fatores como produção e produtividade, emprego de mão de obra, racionalização e velocidade construtiva, desperdício, desempenho térmico e acústico e patologias construtivas, flexibilidade de reformas e ampliações e durabilidade, conforme Tabela 3.

Tabela 3: Análise comparativa entre os sistemas estudados.

Comparativo	Convencional	LSF
Produção e produtividade		
Emprego de mão de obra		
Racionalização e velocidade construtiva		
Redução de desperdício		
Desempenho termoacústico		
Inércia térmica		
Segurança ao fogo		
Custo de construção		
Manifestações patológicas		
Flexibilidade de reformas e ampliações		
Durabilidade		
Legenda		
Comportamento mais favorável		
Comportamento menos favorável		
Comportamento semelhante		

Com base na Tabela 3, percebe-se que nos quesitos produção e produtividade, racionalização e velocidade construtiva, redução de desperdício e flexibilidade de reformas e ampliações, o *light steel frame* teve comportamento mais favorável de acordo com a pesquisa realizada, por se tratar de um sistema construtivo industrializado, mais leve e baseado na modulação. Em relação ao custo de construção e durabilidade, o sistema construtivo convencional apresentou melhor comportamento, embora o *light steel frame* atenda, também, a requisitos de durabilidade a longo prazo. É possível destacar que o *Light Steel Frame* apresenta baixa inércia térmica, de modo que o sistema convencional se sobressaia nesse fator. Apesar disso, o *light steel frame* desenvolveu novas técnicas e conceitos inovadores de desempenho termoacústico. Desse modo, pode-se considerar os dois sistemas com comportamento semelhante nesse critério. Em relação ao emprego de mão de obra, observa-se que os dois sistemas podem, também, ser considerados com comportamento semelhante. Isso ocorre porque o sistema convencional emprega grande número de mão de obra no próprio canteiro, apesar de, em muitos casos, se tratarem de trabalhos informais e de baixa qualificação. De fato, a construção civil é tradicionalmente conhecida como uma das indústrias que mais gera mão de obra no país. Por outro lado, o *light steel frame*, apesar de oferecer reduzido campo de trabalho no canteiro de obras, emprega muitos funcionários na fase de confecção e montagem das peças, além de serem trabalhos mais formais, com formação de profissionais mais polivalentes. Em relação às manifestações patológicas, nota-se que os dois sistemas construtivos oferecem perdas de desempenho em função da possibilidade dessas ocorrências. Tiveram, assim, comportamento semelhante.

Portanto, visando a questão da sustentabilidade na construção em seus três principais aspectos – social, econômico e ambiental – observa-se que no aspecto social, ambos os sistemas atuam de maneira semelhante, no emprego de mão de obra e benefícios sociais. O *light steel frame* se apresenta, ainda, como uma boa alternativa para construção de habitações sociais, como mencionado, atendendo, portanto, a um importante papel social. No aspecto ambiental, o *light steel frame* é mais vantajoso que o sistema construtivo convencional, por se tratar de um sistema industrializado, com redução de desperdícios e racionalização da construção. Já a construção convencional causa grande impacto ambiental para a produção de

matérias-primas e na geração de resíduos, pouco reaproveitáveis ou recicláveis [13]. Em relação ao fator econômico, o sistema construtivo convencional apresenta melhor custo, se comparado ao *light steel frame*.

5 CONCLUSÃO

Por meio desse estudo, foi possível avaliar a importância dos sistemas construtivos mais empregados no Brasil, desde os mais tradicionais aos mais sustentáveis, enfatizando a crescente busca por maior produtividade, racionalização da construção, com menor custo e menores índices de falhas, desperdícios e retrabalhos. Através do estudo, foi possível conhecer a eficiência de cada uma das técnicas apresentadas, do sistema convencional e dos sistemas leves, como o *light steel frame*, além de obter parâmetros que permitissem uma análise do custo-benefício desses sistemas e necessidade de manutenção corretiva em cada um deles. Esses parâmetros são capazes de desenvolver uma visão geral entre os dois sistemas, de modo que auxilie na escolha do sistema construtivo a ser empregado em edificações e empreendimentos futuros. Espera-se que, que este trabalho, impulse e facilite a elaboração de programas de manutenção de empreendimentos, evitando, assim, custos elevados na fase de uso e operação e o aparecimento de patologias, que são, eventualmente, ônus transferidos ao usuário final.

REFERÊNCIAS

- [1] A. K. Abiko. *Introdução a Gestão Habitacional*. Texto técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, SP, Brasil, 1995.
- [2] L. P. Alves. Comparativo do custo benefício entre o sistema construtivo em alvenaria e os sistemas steel frame e wood frame. *Revista Especialize*, 10(1):1–23, 2015.
- [3] ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. Coletânea de normas NBR 15.575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, 2013.
- [4] M. I. F. Correa. *Implantação de programas de manutenção preventiva e corretiva em estruturas de concreto armado*. Anais do IX Congresso Internacional sobre Patologia e Recuperação de Estruturas – CINPAR 2013, João Pessoa, PB, Brasil, 2013.
- [5] J. R. F. Fiess, L. A. Oliveira, A. C. Bianchi e E. Thomaz. *Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais no estado de São Paulo*. Anais da I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, SP, Brasil, 2004.
- [6] J. O. Gomes e J. F. S. B. Lacerda. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. *Tecnologias para Competitividade Industrial*, 7(2):167–186, 2014.
- [7] T. L. F. Gomide, J. C. P. Fagundes Neto e M. A. Gullo. *Inspeção Predial Total*. São Paulo: Pini, 2011.
- [8] B. M. R. Leitão. *Manutenção de edifícios. Automatização do acesso à informação construtiva – estudo de caso*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2012.
- [9] R. F. M. Mateus. *Novas tecnologias construtivas com vista à sustentabilidade da construção*. Dissertação de mestrado. Escola de Engenharia, Universidade do Moinho, Portugal, 2004.

- [10] V. H. C. Mattos Jr. *Manutenção e desempenho em habitações de interesse social*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Brasil, 2015.
- [11] C. R. Meirelles. O potencial sustentável dos sistemas leves na produção da habitação social. *Revista de Arquitetura da IMED*, 1(2):164–173, 2012.
- [12] E. Possan e C. A. Demoliner. Desempenho, durabilidade e vida útil das edificações: abordagem geral. *Revista CREA-PR*, 1:1–14, 2013.
- [13] C. F. Silva, D. T. Soares, E. L. Simoni, G. E. Lima, J. C. Barboza, J. P. Manita, T. M. Ferreira, C. O. Pinto. *Custo-benefício do sistema construtivo Steel Framing*. Anais do 8º EnTec – Encontro de Tecnologia da UNIUBE. Uberaba, MG, Brasil, 2014.
- [14] C. C. P. C. F. Vasques e L. M. B. F. Pizzo. Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares. *Cognitio*, 1: 2014.
- [15] G. Zhu, L. Gelders e L. Pintelon. Object/objective-oriented maintenance management, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 8(4), 306–318, 2002.