

Monografia

"A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA, COM ENFOQUE NO SISTEMA *STEEL FRAMING*"

Autor: Lorena Saile de Moraes

Orientador: Prof. Paulo Roberto Pereira Andery

Julho/2014

LORENA SAILE DE MORAES

**"A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO
INDUSTRIALIZADA, COM ENFOQUE NO SISTEMA *STEEL FRAMING*"**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil
da Escola de Engenharia UFMG

Ênfase: Gestão de Projetos

Orientador: Prof. Paulo Roberto Pereira Andery

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2014

SUMÁRIO

RESUMO	6
ABSTRACT	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA.....	11
2.1. Conceito.....	11
2.2. Construção Artesanal e Construção Industrializada	13
2.3. Vantagens e desvantagens da construção industrializada	17
2.4. Dificuldades para implantação	19
2.5. Diretrizes para uma boa industrialização	22
3. <i>STEEL FRAMING</i>	27
3.1. Definição.....	27
3.2. Vantagens e desvantagens para aplicação do <i>steel framing</i>	30
3.3. A importância de uma boa gestão na utilização do <i>steel framing</i>	34
3.3.1. Projeto arquitetônico.....	39
4. ANÁLISE CRÍTICA.....	43
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Baixo nível organizacional na construção artesanal.	13
Figura 2: Metodologia do faz e quebra.....	14
Figura 3: Patologias nas construções.	14
Figura 4: Estrutura essencialmente humana na construção artesanal.....	15
Figura 5: Utilização de máquinas no auxílio da construção civil.	15
Figura 6: Paredes pré-fabricadas.....	16
Figura 7: Casa construída no sistema de <i>wood framing</i>	28
Figura 8: Casa construída no sistema de <i>steel framing</i>	29
Figura 9: Perfis estruturais de madeira e aço galvanizado.	29
Figura 10: Utilização do <i>steel framing</i> em escolas de Belo Horizonte/MG.....	31
Figura 11: Projeto da Casa Natura, em São Paulo.	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela comparativa - Construção artesanal e industrializada.	17
---	----

RESUMO

A construção civil brasileira apresenta, atualmente, um grande crescimento e está em evolução. Tornou-se, dessa forma, necessário o aprimoramento das metodologias e tecnologias implementadas na construção e, principalmente, da mão-de-obra empregada. O presente trabalho apresenta um estudo sobre a construção industrializada, destacando os seus principais pontos, vantagens, desvantagens, dificuldades para implantação e suas diretrizes. Apresenta, ainda, um enfoque no sistema do *steel framing*, definindo-o, exibindo suas vantagens e desvantagens e demonstrando a importância na realização de uma boa gestão de projetos. Restará demonstrado, assim, que em comparação a construção artesanal, a gestão de projetos atinge um novo patamar de importância dentro da construção industrializada.

Palavras-chaves: construção artesanal; construção industrializada; *steel framing*; gestão de projetos.

ABSTRACT

The Brazilian construction industry currently presents a major growth and is evolving. It became, therefore, necessary to improve the methodologies and technologies implemented in the construction and especially the labor employed. This paper presents a study of industrialized construction, highlighting the main features, advantages, disadvantages, difficulties in deployment and its guidelines. It also presents a focus on the steel framing system, defining it, showing its advantages and disadvantages and demonstrates the importance in achieving a good project management. It will remain demonstrated, therefore, that in comparison to handcrafted construction, project management reaches a new level of importance within the industrialized construction.

Keywords: handcrafted construction; industrialized construction; steel framing; project management.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil, apesar de ainda estar atrás de muitos países, está vivenciando um grande crescimento na construção industrializada, encarando, conseqüentemente, uma melhoria na qualidade e agilidade se comparado ao processo artesanal primitivo.

Segundo a Associação Brasileira da Construção Industrializada de Concreto (ABCIC), a construção civil industrializada de concreto cresceu na média de 15% nos últimos três anos. De acordo com Íria Doniak, presidente-executiva da ABCIC, “tal evolução decorre da necessidade, cada vez mais presente, de se construir com qualidade e, simultaneamente, atender a cronogramas cada vez mais ousados” (NAKAMURA, 2013).

Contudo, a evolução da construção civil industrializada deve estar intimamente ligada à evolução da gestão de projetos, para que todo o sistema não seja prejudicado, junto com outros fatores:

“A falta de padronização dos projetos, a burocracia na liberação de financiamentos e a falta de maturidade própria de um mercado em evolução são citadas por especialistas como os principais entraves para a expansão do segmento” (CICHINELLI, 2014).

Conforme ensina NAKAMURA, o êxito de empreendimentos com “sistemas construtivos com elementos pré-fabricados, depende de haver planejamento e desenvolvimento de projetos minuciosos” (NAKAMURA, 2013). Mas no Brasil, ainda prevalece a cultura de pouco detalhamento dos projetos, o que prejudica as construções, conforme avalia Paulo Eduardo Fonseca de Campos, professor-doutor da FAU/USP e presidente do Comitê Brasileiro de Construção Civil - COBRACON (NAKAMURA, 2013).

Ainda há no país uma escassez de mão-de-obra qualificada para o gerenciamento de projetos e falta de interesse em investimento pela indústria neste setor, não obstante a utilização de sistema construtivo industrializado apresentar vantagens, além de criar grandes facilidades ao responsável pelo projeto. Sobre o sistema construtivo baseado na construção industrializada, temos que:

“Ele facilita o gerenciamento, revela ganhos e garante o controle da obra nas diversas etapas do empreendimento. Em vez da intensiva fiscalização, o gestor passa a traçar metas e acompanhar resultados. O tempo que seria necessário para executar uma tarefa muito importante (estrutura), porém de valor relativamente menor em uma construção (15% a 20%), passa a ser utilizado na viabilização do negócio, na comercialização, no marketing, nas instalações e no acabamento” (AGUIAR; BERLEZE; MACEDO; KATALOSKI; OLIVEIRA; PARIZE, 2004).

Para melhorar internamente a construção industrializada e para se expor frente ao mercado externo como competidor em igualdade de condições, o Brasil deve mudar sua cultura acerca da utilização de projetos de gestão, bem detalhados, a partir do início das obras. Inúmeras são as vantagens que se pode obter com projetos de gestão bem planejados e executados com competência, especial e principalmente, vantagens quanto ao custo benefício das obras.

No presente trabalho, todos os pontos aqui delimitados serão aprofundados, como forma de demonstrar a importância da existência de alinhamento entre a construção industrializada e a gestão de projetos bem executada, sendo apresentado maior foco na gestão de projetos de construção em *steel framing*.

O objetivo geral deste trabalho monográfico, baseado em revisão da literatura, é desenvolver um estudo da evolução da tecnologia, com enfoque no *steel framing*, aplicada à construção industrializada e a necessidade de realização de uma

gestão de projeto, como modo de obter a maior eficácia de custos e qualidade do projeto final.

Será desenvolvido um estudo sobre a industrialização da construção civil, seguida de um estudo sobre a aplicação da tecnologia do *steel framing* na construção industrializada brasileira.

O presente trabalho prestará, ainda, a analisar a importância da sintonia dos novos métodos de gestão de projetos com as novas tecnologias na construção industrializada, identificando as carências existentes no mercado brasileiro para melhor comunicação entre a evolução da gestão de projetos e a evolução da construção civil.

2. CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA

A construção industrializada é uma realidade cada vez mais presente na construção civil moderna. Diversas características a compõem, sendo possível verificar a existência de vantagens e desvantagens em sua aplicação, assim como certa dificuldade para sua implementação, especialmente em um país mergulhado na cultura da construção artesanal. Referidos pontos específicos da construção industrializada devem ser estudados, ainda que de forma sintetizada, para que seja possível entender o contexto da importância de uma gestão qualificada na aplicação de métodos como o *steel framing*. Dessa forma, passamos ao estudo de pontos específicos da construção industrializada.

2.1. Conceito

A construção civil, assim como esperado em todas as atividades realizadas pelo homem, está em constante evolução. Em um passado não muito distante, as grandes construções no Brasil estavam restritas à utilização de métodos rústicos e artesanais. Tais métodos eram responsáveis pelo aumento no custo final da construção, além de serem responsáveis pela demora em sua finalização.

Apesar de a construção civil no Brasil ainda estar atrás de muitos países e ser, até hoje, predominantemente artesanal e caracterizada pela baixa produtividade e principalmente pelo grande desperdício, está vivenciando um momento de oportunidades de desenvolvimento gerencial e tecnológico.

Hoje é possível verificar a introdução de novas tecnologias ao mercado, resultantes da evolução da construção civil, encarando, conseqüentemente, uma redução do custo e agilidade se comparado ao processo artesanal primitivo.

Essa evolução se concretiza, em parte, pela introdução ao mercado da construção industrializada. A industrialização, segundo Teodoro Rosso, “é a

utilização de tecnologias que substituem a habilidade do artesanato pelo uso da máquina” (ROSSO, 1990). Por sua vez, Steffen Huth ensina

“A produção em série é uma condição necessária para o emprego de uma tecnologia industrializada e determinante de um processo industrial. Só existe industrialização se há uma tecnologia mecanizada envolvida no processo.” (HUTH, 1976).

Dessa forma, a construção industrializada consiste na substituição da mão-de-obra e técnicas artesanais por máquinas e novas técnicas aliadas às máquinas, sendo mantida a mão-de-obra apenas para operá-las. Referida substituição visa a otimização da construção, com redução de seus custos, aumento no emprego de máquinas (menos propensas a erros) e diminuição da utilização de mão-de-obra humana (mais propensa a erros), além do aumento da qualidade do produto final.

Porém, para que seja possível alcançar tais objetivos, a utilização de máquinas em substituição da mão-de-obra (a industrialização) deve ocorrer alinhada à racionalização do processo, com o escopo de extrair o seu maior aproveitamento. Nesse sentido, SALES comenta:

“Percebe-se, hoje, a necessidade de mudança da sistemática e da mentalidade da construção civil. Uma grande variedade de materiais, equipamentos e práticas tecnológicas inovadoras tem sido importada para o mercado da construção. Entretanto, para se alcançar uma real inovação tecnológica, não basta introduzir componentes isolados em uma obra, ou importar sistemas funcionais não adaptados à realidade em questão. Deve-se ter uma visão sistêmica do processo, ou seja, a construção deve ser encarada como um conjunto de sistemas a serem montados e compatibilizados. Nessa visão, que busca a racionalização

do processo, se encaixam as construções ditas industrializadas” (SALES, 2001).

Portanto, a construção industrializada é a realidade da construção civil moderna, caracterizada pela busca constante pela melhor qualidade com o menor custo e tempo.

2.2. Construção Artesanal e Construção Industrializada

A construção artesanal é a realizada com a utilização de recursos essencialmente humanos (em sua maioria, sem qualificação), sem o emprego de máquinas ou técnicas construtivas avançadas. Na construção artesanal há uma exagerada divisão de tarefas, por vezes não existem projetos de produção e, quando existentes, há uma carência de coordenação entre o projeto e sua execução, sem mencionar a grande instabilidade econômica do setor da construção (VENTURA, 2000).

Diversas características compõem uma construção artesanal. Dentre elas, destacamos algumas: as construções artesanais são caracterizadas pelo baixo nível organizacional – conforme ilustrado com a Figura 1 abaixo –, com a ausência de utilização de projetos de produção ou sua utilização de forma ineficaz, sem a devida coordenação junto à área de execução.



Figura 1: Baixo nível organizacional na construção artesanal.
(Fonte: disponível em: goo.gl/GC6Ojd)

Ela ainda é caracterizada pelo grande desperdício nas obras, pela falta de integração entre seus sistemas de produção (etapas de produção), pela utilização de produção artesanal e utilizando-se de mão-de-obra humana desqualificada, que constitui o maior gasto da construção (RICHARD, 2005). Tais fatores adicionados ao pouco ou inexistente estudo sobre os melhores materiais e técnicas a serem aplicados naquela construção específica, têm como consequência a construção de um edifício com possíveis problemas futuros em suas estruturas (patologia nas construções).

As figuras abaixo representam uma das metodologias ainda aplicada na construção civil brasileira, consistente na metodologia do faz e quebra (Figura 2), tendo como uma possível (e provável) consequência futura o surgimento de patologias (Figura 3).



Figura 2: Metodologia do faz e quebra.
(Fonte: disponível em: goo.gl/OgZ1x4)



Figura 3: Patologias nas construções.
(Fonte: disponível em: goo.gl/WBTkt5)

No Brasil ainda é predominante a existência da construção artesanal, caracterizada pela estrutura essencialmente humana, conforme ilustrada pela Figura 4, sendo está aplicada em obras de pequeno à grande porte. Entretanto, já existem alguns sinais de crescimento da construção industrializada no mercado brasileiro.



Figura 4: Estrutura essencialmente humana na construção artesanal.
(Fonte: disponível em: http://www.lealmoreira.com.br/banco_galeria/ago2013_obras_floratta_83516264232/DSC_0061_reboco_13o.jpg)

A industrialização da construção consiste na eliminação do caráter artesanal da construção, com a substituição da mão-de-obra necessária, que passará a ser qualificada (BLACHÈRE, 1970), assim como na redução da dependência dessa mão-de-obra, com a maior utilização de máquinas (vide exemplo da Figura 5) e novas estratégias (GIRMSCHEID, 2005).



Figura 5: Utilização de máquinas no auxílio da construção civil.
(Fonte: disponível em: <http://www.solostocks.com.br/img/maquina-de-rebocar-paredes-automatica-1054047z1.jpg>)

A utilização de produtos pré-fabricados, tais como as paredes pré-fabricadas abaixo representadas (Figura 6), que são criados fora do canteiro de obras e lá

chegam prontos para serem montados, também compõem a construção industrializada (GIRMSCHEID, 2005).



Figura 6: Paredes pré-fabricadas.

(Fonte: disponível em: http://www.canaris-com.com.br/wp-content/uploads/2012/09/DSC0009_copia1.jpg)

Contudo, a industrialização da construção envolve outros aspectos que devem ser adotados, tão importantes quanto à inclusão da mão-de-obra qualificada e utilização de máquinas e técnicas avançadas. Trata-se da utilização de conceitos de organização e racionalização que fundam a produção industrial (SABBATINI, 1989).

A gestão em uma construção industrializada deve ser realizada com o planejamento de todas as etapas do processo de produção para a obtenção da melhor eficiência e qualidade da construção, tornando-a competitiva (NIEBEL; DRAPER; WYSK, 1989).

Diante de todo o acima exposto e para melhor contextualização das principais características de cada método de construção, vejamos a tabela a seguir:

Tabela 1: Tabela comparativa - Construção artesanal e industrializada.
(Fonte: elaborada pela autora)

Construção Artesanal	Construção Industrializada
<ul style="list-style-type: none">• Baixo nível organizacional• Desperdício em obra• Falta de integração entre os sistemas• Produção artesanal• Patologia nas construções	<ul style="list-style-type: none">• Pré-fabricação• Materiais inovadores• Inovação tecnológica• Padronização dos métodos construtivos• Aumento na produção• Racionalização da produção

Em essência, o que se pretende assentar, na presente tabela, é a existência de diversas vantagens do processo de construção industrializada em comparação à construção artesanal, sendo aquela uma consequência do processo evolutivo desta.

2.3. Vantagens e desvantagens da construção industrializada

A construção industrializada é a realidade da construção civil moderna e apresenta vantagens frente à construção artesanal. Porém, algumas desvantagens também são enfrentadas por esse processo de construção, conforme sinteticamente abordadas abaixo.

Analisando a construção industrializada como um todo, temos que ela apresenta diversas vantagens, pois, além de prover a utilização de novas técnicas, bem como de novos e diferentes materiais, fatores que ampliam o leque de possibilidades da construção civil (construção de edificações maiores e com menor custo; construções de edificações mais resistentes e com maior durabilidade; etc.), representa também um aumento na qualidade de todo o processo, especialmente do resultado final, com redução do custo da edificação e de seu tempo de execução e um aumento na segurança do canteiro de obras (MARTINEZ; JARDON; NAVARRO; GONZALEZ, 2008).

Ainda no que tange as vantagens que podem ser verificadas no sistema construtivo baseado na construção industrializada, deve ser apontado que:

“Ele facilita o gerenciamento, revela ganhos e garante o controle da obra nas diversas etapas do empreendimento. Em vez da intensiva fiscalização, o gestor passa a traçar metas e acompanhar resultados. O tempo que seria necessário para executar uma tarefa muito importante (estrutura), porém de valor relativamente menor em uma construção (15% a 20%), passa a ser utilizado na viabilização do negócio, na comercialização, no marketing, nas instalações e no acabamento” (AGUIAR; BERLEZE; MACEDO; KATALOSKI; OLIVEIRA; PARIZE, 2004).

Acrescente-se ainda que a construção industrializada, realizada de forma padronizada, tem por consequência a redução dos custos e a otimização e redução do tempo. Há ainda a redução do desperdício de materiais, bem como do espaço utilizado, uma vez que não há necessidade de realizar grandes estoques de materiais nas construções, que passam a ser disponibilizados de acordo com a necessidade e o andamento da obra.

Contudo, urge destacar que a construção industrializada também possui algumas desvantagens face à construção artesanal, conforme abaixo apontadas as principais em síntese.

Uma das consequências da introdução das máquinas na sistemática da construção é a necessidade de requalificação da mão-de-obra que será utilizada, que deixa de ser a principal engrenagem para a construção. Apesar de a requalificação da mão-de-obra ser uma boa consequência, pois está criando melhores profissionais, ela significa, também, a necessidade de dispêndio maior de valores para que seja possível obter referida requalificação. Por sua vez, em razão da baixa ou inexistente mão-de-obra qualificada no mercado, os gastos para a mencionada requalificação podem ser suportados pelo construtor/investidor.

Ainda no campo das desvantagens, temos que, embora a construção industrializada tenha como um de seus objetivos o aumento da qualidade de sua produção, a adoção, por parte de seus idealizadores, da política de utilização do menor tempo possível para atingir a criação de maior quantidade, pode ter como consequência, caso não seja realizada dentro dos corretos parâmetros da construção, na redução da qualidade do produto, o que causa problemas de durabilidade e patologias nas edificações. Ou seja, a possibilidade gerada pela construção industrializada de se construir em menor período de tempo, somente será um vantagem se forem respeitadas as características de cada parte do sistema da construção, como, por exemplo, o prazo de maturação dos materiais, sob pena de a construção em menor período de tempo se tornar uma verdadeira desvantagem.

Dessa forma, incumbe ao bom gestor o dever de afastar as desvantagens da construção industrializada. É primordial a utilização de mão-de-obra qualificada, assim como prover a qualificação de sua equipe, sempre que necessário. Por sua vez, o fator tempo deve ser respeitado, não podendo ser assumido um prazo menor do que aquele realmente necessário para a construção, para que não haja detrimento da qualidade da edificação. O bom gestor possui a obrigação de conhecer todos os materiais envolvidos em sua obra e deve respeitar o tempo de maturação de cada um deles, sob pena de assumir o risco de criar uma edificação com patologias e de futuro incerto.

2.4. Dificuldades para implantação

Diversos fatores podem dificultar a implantação da construção industrializada.

Não obstante a utilização de sistema construtivo industrializado apresentar vantagens, há no mercado brasileiro resistência para a realização de investimento contínuo neste setor. Nesse sentido, note-se que, apesar de já ser possível observar a entrada de máquinas nos canteiros de obras (e.g. guas), a sua

execução ainda permanece predominantemente artesanal no Brasil (RIBEIRO; MICHALKA JR., 2003).

Entretanto, o alto investimento inicial existente para a obtenção dos equipamentos e instalações que serão utilizados na construção (RICHARD, 2005), ainda é um entrave à mudança da cultura dos investidores e construtores. Isso porque, para que se possa garantir que os investimentos iniciais realizados serão, de fato, vantajosos, os equipamentos adquiridos devem ser úteis não apenas para uma construção.

Pode ser elencado, ainda, como um dos principais fatores de dificuldade de implantação da construção industrializada no Brasil, a escassez de mão-de-obra especializada no mercado. A mão-de-obra necessária para o desenvolvimento e execução de todo o sistema se demonstra como igualmente deficitária, tornando-se um ponto de entrave para a construção industrializada:

“Para a execução dos sistemas industrializados nos canteiros, é necessário que se tenha mão-de-obra especializada e qualificada, o que ainda representa uma dificuldade para os empreendedores, já que as técnicas e os materiais em questão são relativamente novos no mercado nacional e as empresas que oferecem mão-de-obra nem sempre têm qualificação adequada.

(...)

Outro ponto crítico observado foi a falta de conhecimento e de domínio técnico acerca das potencialidades, limitações e condições de interação dos vários sistemas entre si e isoladamente. O mercado da construção civil ainda está carente de profissionais preparados para lidar, de forma sistemática e consciente, com as novas tecnologias introduzidas no mercado e principalmente, com a filosofia sistêmica da construção. Tanto no processo de projeto, como no processo executivo, há a necessidade de se

criarem e se implantarem metodologias de trabalho que facilitem a utilização dos novos sistemas, além de otimizar o seu uso no processo construtivo” (SALES, 2001).

Por oportuno, cumpre destacar que na construção industrializada o gestor do projeto se enquadra com fundamental importância. A evolução da construção civil industrializada deve estar intimamente ligada à evolução do profissional da gestão de projetos, para que todo o sistema não seja prejudicado. Afinal, sem um gestor capacitado a construção poderá ter um projeto deficiente e/ou planejamento de produção ineficaz, podendo estes fatores se tornarem a causa de problemas executivos e de patologias construtivas (SALES, 2001).

Conforme ensina NAKAMURA, o êxito de empreendimentos com “sistemas construtivos com elementos pré-fabricados” – e aqui tomamos a liberdade de estender ao demais elementos existentes em uma construção industrializada, não restringindo apenas aos elementos pré-fabricados – “depende de haver planejamento e desenvolvimento de projetos minuciosos” (NAKAMURA, 2013).

Outro ponto que deve ser observado é a dificuldade de os fornecedores se adaptarem e aceitarem o sistema padronizado (módulos). Para o funcionamento de uma metodologia de coordenação modular – relevante para a implantação da construção industrializada – é preciso que todos os materiais que serão utilizados em uma edificação sejam compatíveis, ou seja, estejam utilizando o mesmo padrão estabelecido como parâmetro.

Portanto, para a implantação da construção industrializada, se faz necessária a modificação da cultura existente, com a adoção das formas industrializadas de construção, assim como a qualificação da mão-de-obra existente e investimento em novas tecnologias e equipamentos.

2.5. Diretrizes para uma boa industrialização

Conforme já mencionado, a construção industrializada busca, essencialmente, o aumento da produção e da qualidade com a redução de custos e do tempo. Esses pontos, de aplicação prática quase que opostas, devem ser muito bem trabalhados para que se localize um denominador comum capaz de atingir os objetivos com sucesso.

Para tanto, o primeiro passo que deve ser adotado em busca do sucesso em uma construção industrializada, é a compreensão de seu funcionamento e de seu conceito. A construção industrializada consiste na adoção de diversos procedimentos em conjunto, caracterizados por uma sucessão de etapas que demandam, cada uma, de técnicas, equipamentos e materiais específicos para sua conclusão. Dessa forma a construção industrializada deve ser analisada como um complexo e não mais como uma unidade de produção em que é possível verificar, nitidamente, a transformação da matéria prima em produto (FIGUEIREDO, 2002).

A visão de um complexo ganha maior importância ao se verificar que a construção industrializada faz uso de materiais distintos, sendo assim, necessária a existência de interação entre os materiais para que estes possam coexistir em uma mesma edificação. Conforme cita SALES, “a visão sistêmica da construção exige uma abordagem multidisciplinar e integrada de todos os projetos e etapas constituintes” (SALES, 2001).

Assim, a existência de qualidade na concepção e soluções projetuais, fundados em uma gestão qualificada, se tornam diretrizes essenciais a uma boa industrialização.

Ato seguinte necessário ao bom andamento da construção industrializado é a existência de total sinergia entre todas as partes e setores envolvidos no projeto, desde o projetista, até o seu executor final.

“Assim sendo, deve-se considerar que a correta transmissão de informações, desde a concepção até a utilização do método deve ser uma preocupação constante. Isto é uma característica essencial da industrialização. A construção industrializada é um campo de atividade em que é estritamente necessária uma estreita colaboração entre quem projeta e quem vai produzir, desde as primeiras fases do projeto. A intenção é a de criar formas harmonizáveis com a engenharia, pensando no caráter arquitetônico das formas que produz” (RIBEIRO; MICHALKA JR., 2003).

Dessa forma, é importante que na construção industrializada exista sintonia entre todas as partes envolvidas, do projeto à execução, para evitar o desperdício de esforços, sendo essencial uma comunicação eficaz e a troca de informações e opiniões entre todos:

“Todas as etapas do ciclo produtivo, desde a normalização, a certificação e projeto dos componentes, passando pela matéria-prima utilizada para sua fabricação, pelos projetos arquitetônico, estrutural e complementares, até a montagem e manutenção das edificações, ficam envolvidas. Dessa forma, todos os intervenientes da cadeia produtiva são corresponsáveis pela busca do sucesso.

Em função desse envolvimento conjunto, podem ser formulados diversos objetivos específicos, que se relacionam mutuamente, ocorrendo de forma simultânea e interligada, e são indissociáveis.” (GREVEN; BALDAUF, 2007).

E para que seja possível conseguir a sinergia aqui apontada, é essencial a mudança da cultura organizacional e a realização de treinamento e qualificação da mão-de-obra, para que as partes envolvidas tenham real noção de sua importância naquele sistema.

Por outro lado, para o melhor aproveitamento dos benefícios de uma construção industrializada, esta deve ser realizada acompanhada de processos de racionalização. A racionalização é “a aplicação mais eficiente de recursos para a obtenção de um produto dotado da maior efetividade possível” (ROSSO, 1990).

Portanto, a construção industrializada deve implantar procedimentos que visem a padronização de materiais e processos, para que seja obtida a unificação da produção, permitindo agilidade em sua realização e redução de seus custos, seja para aquisição de materiais, seja na mão-de-obra e utilização de equipamentos, que serão necessários por menor período de tempo.

A padronização dos produtos está ligada a adoção de uma medida de referência, normalmente denominada de módulo (Coordenação Modular), comum à todas edificações daquela série de produção (KAPHAN; INOUE, 2002).

A Coordenação Modular é “um mecanismo de simplificação e inter-relação de grandezas e de objetos diferentes de procedência distinta, que devem ser unidos entre si na etapa de construção (ou montagem), com mínimas modificações ou ajustes” (MASCARÓ, 1976). Também é conceituada como “o sistema dimensional de referência que, a partir de medidas com base em um módulo predeterminado (10 cm), compatibiliza e organiza tanto a aplicação racional de técnicas construtivas como o uso de componentes em projeto e obra, sem sofrer modificações” (LUCINI, 2001). Ou simplesmente por “ordenação dos espaços na construção civil” (GREVEN, 2000).

A Coordenação Modular possui como objetivo a racionalização da construção (GREVEN; BALDAUF, 2007).

Dessa forma, no cenário atual da construção industrializada a aplicação da Coordenação Modular possui grande importância e "passou a ser a base universal para os projetos de edifícios com sistema de construção industrializado" (ROSA, 2006).

Contudo, cumpre ao profissional responsável ter a habilidade de buscar uma certa flexibilização dentro desse sistema padronizado. Para tanto, ao ser adotada a Coordenação Modular, deve-se fazer de modo a não engessar a liberdade para a inclusão de novas formas e características particulares a determinada(s) edificação(ões) (RIBEIRO; MICHALKA JR., 2003).

Apesar de o mercado consumidor da construção civil exigir a criação de uma edificação singular, única, para atender aos seus desejos, ainda assim é possível aplicar a padronização e a construção em série. Conforme ensina ROSSO, os produtos de um processo de edificação devem ser fracionados em partes ou componentes intermediários, e esses sim, serão produzidos em série:

“Quando o produto é único e é realizado num processo *sui generis*, não repetitivo (*one-off*), não temos condições de aplicar séries de produção, mas a mecanização e outros instrumentos de industrialização são, todavia, válidos. Entretanto quase todos os produtos de processos *one-off* podem ser fracionados em partes ou componentes intermediários a serem fabricados por indústrias subsidiárias, facultando em geral para essas subsidiárias a produção de séries e formação de estoques. O processo final resulta, assim, apenas em operações de montagem, ajustagem e acabamento” (ROSSO, 1990).

A industrialização das construções, segundo GANN, pode ser dividida em duas fases: a primeira fase consiste na sistematização, racionalização e standardização da construção; já na segunda fase ocorre a flexibilização da construção. Justamente na segunda fase que se enquadra o interesse na realização de modificações no processo de produção, com o intuito de criar, ainda dentro de uma produção em série adotando a Coordenação Modular, edificações diferenciadas (GANN, 2000).

Por fim, destaca-se a necessidade de serem cumpridas as exigências de desempenho que devem ser previamente estipuladas por um bom gestor.

Temos, assim, que a o alcance a uma boa industrialização não é tarefa fácil de ser obtida, sendo necessária a realização de um bom planejamento e boa formação de equipe, sem deixar de mencionar a utilização dos melhores materiais e técnicas disponíveis.

3. STEEL FRAMING

Conforme exposto no presente trabalho, em uma construção industrializada é importante a coexistência de boas técnicas e materiais diversos, de forma a obter o melhor produto final com redução dos custos e do tempo. Um bom planejamento e o conhecimento de todas as etapas do processo são igualmente essenciais.

O sistema construtivo *steel framing* é um excelente parâmetro para demonstrar a evolução da construção civil moderna, com a utilização de conceitos industrializados, interação de materiais e novas técnicas, acompanhados de metodologias de gestão modernas que englobam, conhecem e controlam todas as etapas do processo produtivo, desde a criação à sua execução.

Nesse sentido, passamos a discorrer de maneira mais detalhada sobre o sistema construtivo *steel framing*.

3.1. Definição

O *steel framing* é um sistema construtivo que utiliza uma estrutura de perfis de aço galvanizado, também chamada de esqueleto estrutural em aço. Conforme ensina SANTIAGO, FREITAS e CASTRO o *steel framing* é o “processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural em aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma” (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

O conceito do *steel framing* começou a ser desenvolvido ainda no Século XIX por meio de outro sistema, o *wood framing*. Assim como no *steel framing*, o *wood framing* possui como base a utilização de um esqueleto estrutural, nesse caso, com perfis de madeira. Essa técnica foi desenvolvida como forma de atender as

novas perspectivas do mercado da construção nos Estados Unidos da América (EUA) no Século XIX, que tinham como demanda a rápida construção das novas habitações, consequências do crescimento demográfico daquele país.

O *steel framing* é, dessa forma, uma forma evolutiva do *wood framing*, consistindo, sob uma perspectiva macro, na substituição dos perfis de madeira por perfis de aço. Essa evolução ocorreu em meados do Século XX em razão do crescimento da indústria de aço e da economia norte-americana.

Nas figuras abaixo é possível contrastar visualmente os dois modelos de construção (*wood framing* e *steel framing*), sendo factíveis as semelhanças estruturais existentes entre eles, apesar de utilizarem materiais diferentes.

- Modelo de construção em *wood framing*:



Figura 7: Casa construída no sistema de *wood framing*.

(Fonte: disponível em: http://images.dexknows.com/cms/Wood_Framing_Techniques_4421180_460.jpg)

- Modelo de construção em *steel framing*:



Figura 8: Casa construída no sistema de *steel framing*.

(Fonte: disponível em: <http://www.scottsdalesteelframes.com/images/uploads/incek12.jpg>)

Os perfis de aço frente aos perfis de madeira se mostram como mais resistentes e leves, além de serem menos propensos às reações naturais como a alteração de tamanho ou formato da madeira, demonstrando, dessa forma, possuir maior eficiência estrutural. Na figura abaixo, os perfis estruturais de madeira e aço galvanizado foram dispostos, paralelamente, sendo possível confrontá-los.

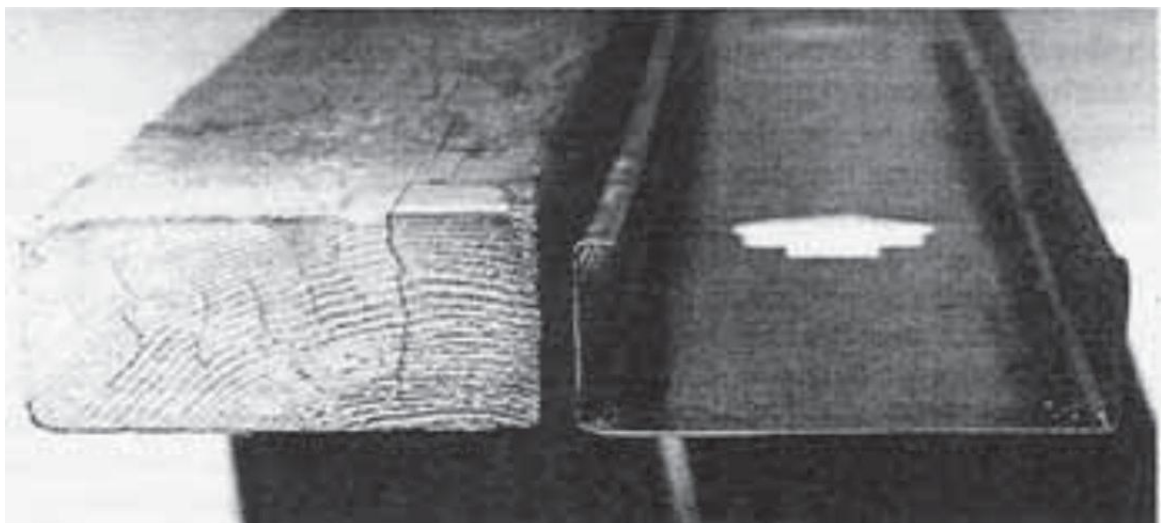


Figura 9: Perfis estruturais de madeira e aço galvanizado.

(Fonte: Robert Scharff, Residential steel framing handbook. New York: McGraw Hill, 1996)

Deve-se destacar que o sistema do *steel framing* não consiste apenas na junção de perfis de aço de modo a montar uma estrutura, apesar de os perfis de aço galvanizado comporem a parte principal do sistema. Como mencionado, trata-se de um sistema, e sistema, pela concepção de sua palavra, é um “conjunto ou combinação de coisas ou partes de modo a formarem um todo complexo ou unitário” (MICHAELIS, 2014). Portanto, o sistema do *steel framing* envolve a existência de variados componentes e subsistemas, sendo esses consistentes em subsistemas estrutural, de fundação, de isolamento termo acústico, de fechamento interno e externo, e de instalações elétricas e hidráulicas (CONSUL STEEL, 2002), com o intuito de formarem um complexo estrutural ou edificação unitária.

3.2. Vantagens e desvantagens para aplicação do *steel framing*

Em razão das vantagens de sua utilização, há um considerável na opção do sistema *steel framing* nas construções realizadas no Brasil. Existe um aumento no número de profissionais habilitados, assim como de fornecedores nacionais para os materiais.

Seu emprego é melhor recomendado para edificações de pequeno ou médio porte, sendo muito importante o respectivo estudo prévio de viabilidade para a edificação que se pretende realizar.

Diversas são as vantagens na utilização do sistema do *steel framing*. Destaca-se a facilidade de sua aplicação em locais remotos e de difícil acesso, uma vez que os materiais que são utilizados são mais leves e, por consequência, mais fáceis de serem transportados. Soma-se, ainda, o fato da redução de mão-de-obra necessária, fator essencial para as regiões de difícil acesso (ROSSO, 2013).

Outras vantagens existentes consistem em sua versatilidade, na desnecessidade de criação de grandes estoques de materiais no canteiro de obras, o que viabiliza na sua melhor organização e redução de desperdícios (e, logicamente, aumento

de sua característica de obra sustentável). O steel framing é, também, um sistema cujo tempo de conclusão é significativamente mais rápido que nas construções tradicionais. A possibilidade de redução do tempo de construção foi experimentada na prática pela Prefeitura de Belo Horizonte que, ao adotar o sistema do *steel framing* na construção de escolas municipais (Figura 10), obteve uma redução de até 16 (dezesseis) meses no término da obra.



Figura 10: Utilização do *steel framing* em escolas de Belo Horizonte/MG
Redução de até 16 meses no prazo de construção original das construções com a substituição da alvenaria convencional pelo steel framing.
(Fonte: Revista Infraestrutura Urbana. Edição 36 - Março/2014)

Os estudiosos SANTIAGO, FREITAS e CASTRO, apresentam 13 vantagens para a utilização do sistema do steel framing, conforme tópicos abaixo (SANTIAGO, FREITAS e CASTRO, 2013):

- Os produtos que constituem o sistema são padronizados de tecnologia avançada, em que os elementos construtivos são produzidos industrialmente, onde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento passam por rigorosos controles de qualidade;
- O aço é um material de comprovada resistência e o alto controle de qualidade tanto na produção da matéria-prima quanto de seus produtos, permite maior precisão dimensional e melhor desempenho da estrutura;

- Facilidade de obtenção dos perfis formados a frio já que são largamente utilizados pela indústria;
- Durabilidade e longevidade da estrutura, proporcionada pelo processo de galvanização das chapas de fabricação dos perfis;
- Facilidade de montagem, manuseio e transporte devido a leveza dos elementos;
- Construção a seco, o que minora o uso de recursos naturais e o desperdício;
- Os perfis perfurados previamente e a utilização dos painéis de gesso acartonado facilitam as instalações elétricas e hidráulicas;
- Melhores níveis de desempenho termo-acústico, que podem ser alcançados através da combinação de materiais de fechamento e isolamento;
- Facilidade na execução das ligações;
- Rapidez de construção, uma vez que o canteiro se transforma em local de montagem;
- O aço é um material incombustível;
- O aço é reciclável, podendo ser reciclado diversas vezes sem perder suas propriedades;
- Grande flexibilidade no projeto arquitetônico, não limitando a criatividade do arquiteto.

Frise-se, mais uma vez, que para que as vantagens acima se concretizarem como sendo, de fato, vantagens, é necessário verificar, previamente, se o *steel framing* é o sistema mais indicado para aquele tipo de edificação, de acordo com suas características.

Isso se faz necessário, pois o *steel framing* também pode se mostrar como um sistema desvantajoso. O arquiteto Alexandre Mariutti afirma que "o sistema se torna mais caro quando o vão a ser coberto for maior do que 18 m. Outro item que encarece é a altura da edificação. Há competitividade para prédios de até três andares; a partir daí, a estrutura precisa de reforços que encarecem sua utilização" (MARIUTTI, 2013).

Em razão de sua forma estrutural, o *steel framing* possui como desvantagem, ainda, a impossibilidade de alteração de seu projeto por meio de improvisos durante a construção. Assim, não há como alterar os locais de paredes, portas e janelas. Todos os detalhes do projeto devem estar perfeitamente detalhados. Em busca de uma maior flexibilização, é comum a utilização do sistema do *steel framing* em conjunto com outros sistemas (ROSSO, 2013), conforme demonstrado na figura abaixo que representa uma construção que utilizou um sistema híbrido com estrutura metálica no primeiro pavimento, e o *light steel framing* no pavimento superior.



Figura 11: Projeto da Casa Natura, em São Paulo.
Utilização de sistema híbrido com estrutura metálica no primeiro pavimento, e o *light steel framing* no pavimento superior.
(Fonte: Revista Arquitetura e Urbanismo. Edição 229. Abril, 2013)

3.3. A importância do gerenciamento do projeto na execução de obras em *steel framing*

O processo para a utilização do *steel framing* se inicia com o correto desenvolvimento do projeto. Para o alcance de seu melhor aproveitamento devem ser conhecidos todos os materiais e componentes que serão utilizados, garantindo a correta interação entre eles, bem como o conhecimento de todas as etapas que serão percorridas. Nesse sentido, ensinam OLIVEIRA; WAELKENS; MITIDIARI FILHO:

“O desenvolvimento de projetos com a tecnologia tipo *light steel framing* necessita de cuidados especiais, em razão da diversidade de materiais e componentes empregados, e das diversas interfaces entre componentes e elementos construtivos. A ausência de detalhes construtivos e especificações técnicas detalhadas e adequadas, bem como a falta de orientação na execução, podem influenciar de forma negativa a qualidade das obras e a durabilidade dos edifícios” (OLIVEIRA; WAELKENS; MITIDIARI FILHO).

Um projeto arquitetônico bem elaborado, realizado por profissional que domina a técnica a ser utilizada, sendo essa corretamente escolhida de acordo com o caso concreto, significa maior chance de êxito na redução dos custos da edificação:

“É fundamental estabelecer as premissas tecnológicas antes do ato de projetar, junto com o programa, com os conceitos do projeto. (...) Não custa lembrar que a fase do projeto representa apenas de 5% a 6% do custo da obra, mas as decisões tomadas nessa fase representam mais de 70% de suas despesas, por isso ela é fundamental para o controle e domínio dos custos da construção. Em outras palavras, um baixo investimento tem alta influência nos custos. Uma vez concluído um projeto, a fase de execução da obra

proporciona agir somente sobre os 30% dos custos restantes, isto é, só é possível atuar sobre alternativas de especificações e não mais sobre a base, que é a concepção da obra/projeto” (CAMBIAGHI, 1997).

Além da redução dos custos, um projeto bem elaborado também é responsável pela redução da probabilidade de existência de patologias na edificação, uma vez que estas têm sua causa, entre 40% e 45% das vezes, no projeto (MESEGUER, 1991).

Por tal motivo,

“é fundamental que o projeto seja pensado em conformidade com todos os seus condicionantes, pois sistemas industrializados são incompatíveis com improvisações no canteiro de obras, e a reparação dos erros pode acarretar em prejuízos tanto financeiros como de qualidade do produto final” (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Frise-se, novamente, que o domínio da técnica que será utilizada é basilar para o sucesso da edificação. A utilização do *steel framing* não significa apenas a substituição de um material por outro, conforme ensina COELHO:

“Utilizar o aço como elemento de construção transcende a simples substituição de um material por outro. Dentre outros aspectos, é necessário:

- a) Repensar os parâmetros tradicionais de projeto, item em que são exemplos o módulo básico vinculado à produção industrial da estrutura e os vãos compatíveis com as deformações admissíveis dos demais materiais;
- b) Estudar e compreender as propriedades e características do aço e dos materiais complementares;

- c) Definir antecipadamente os subsistemas que, junto com a estrutura, permitirão manter o grau de industrialização da construção;
- d) Incorporar à arquitetura detalhes construtivos eficientes para as interfaces entre a estrutura e as vedações. Entre outros” (COELHO, 2004).

Ultrapassado esse ponto, vejamos alguns aspectos práticos para a montagem do *steel framing* em uma obra, dentro de toda a concepção apresentada da construção industrializada (utilização de máquinas, matérias e técnicas modernas aliados à racionalização e estrutura organizacional do processo).

Em um bom projeto, a existência de estoque na obra é significativamente reduzido ou até mesmo eliminado. Isso se deve à adoção e aplicação de conceitos como o *Just in Time* nas construções, o que vale dizer, os materiais são entregues conforme a demanda e no momento necessário para sua montagem (GROOVER, 2007).

O sistema do *steel framing* aceita duas formas de produção em uma obra (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012). A primeira forma existente consiste na montagem de todo o sistema no próprio canteiro de obras. Ou seja, por esta metodologia, primeiramente é montada a estrutura da edificação (obviamente que após a realização dos primeiros procedimentos, como a fundação) e posteriormente são realizadas as montagens dos demais subsistemas, como o fechamento, isolamento, revestimento, hidráulica, elétrica, entre outros.

Esta forma, que concentra várias etapas no canteiro de obras, certamente será mais morosa.

Por sua vez, a segunda forma possível, consiste na utilização de componentes pré-fabricados. Assim, as unidades que irão compor a edificação são produzidas fora do canteiro de obra e lá serão entregues para que sejam montadas juntamente com as demais unidades. Por esta forma, todos os subsistemas que

compõe o sistema do *steel framing* já são instalados na unidade pré-fabricada antes de sua chegada ao canteiro de obras.

Certamente que esta forma apresenta significativa redução do trabalho no canteiro de obras e, conseqüentemente, a redução do tempo necessário para a realização da edificação.

A utilização das peças deve ser realizada de forma a economizar, ao máximo, os esforços depreendidos, empregando, sempre que possível e necessário, o auxílio de máquinas e equipamentos (e.g. braços mecânicos), observando e evitando a aplicação de força nos locais mais propensos ao empeno, preservando, dessa forma, a integridade dos materiais utilizados.

A exata observação do projeto existente é de alta seriedade, devendo ser respeitadas e conferidas as medidas impostas, bem como as tolerâncias máximas de alinhamento e prumo, sob pena de serem comprometidos o tempo de execução da obra, a qualidade ou até mesmo a capacidade estrutural da edificação (TÉCHNE, 2012). O correto manuseio dos componentes metálicos e sua montagem são pontos vitais para a durabilidade e desempenho da edificação.

Lembramos da importância da racionalização dos processos na construção industrializada. A racionalização deve estar presente em todas as fases da produção, iniciando-se na elaboração do projeto, com a verificação dos componentes que serão utilizados, na análise e constatação de existência de compatibilidade entre os subsistemas que serão utilizados, seguindo posteriormente para o processo de construção/execução. Vale dizer, a racionalização é fundamental em todos os momentos da edificação.

Conforme ensinam SANTIAGO, FREITAS e CASTRO, existem recursos e ações que, uma vez aplicadas, “promovem a racionalização no processo do projeto”. São eles:

- “• Construtibilidade, como um critério que deve incluir a facilidade de construção e execução das atividades no canteiro, bem como a fabricação e transporte dos componentes;
- Planejamento de todas as etapas do processo, desde a definição do produto, projetos, suprimentos, execução, até a entrega da obra;
- Uso da coordenação modular e dimensional;
- Associação da estrutura de aço a sistemas complementares compatíveis;
- Formação de equipes multidisciplinares, incluindo a participação de agentes da produção (construtoras ou montadoras), para o desenvolvimento simultâneo dos projetos;
- Coordenação e compatibilização de projetos antes da execução;
- Detalhamento técnico;
- Antecipar as decisões;
- Elaboração de projeto para produção, definindo os detalhes da execução e a sucessão da forma de trabalho;
- Existência de uma visão sistêmica comum a todos os participantes do processo” (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Em um processo industrializado de construção, a gestão de um projeto toma uma dimensão muito maior e mais complexa do que a existente em uma construção artesanal.

“No processo construtivo tradicional, os projetos executivos que chegam ao canteiro, geralmente informam apenas as especificações do produto e o dimensionamento necessário indicando as formas finais do edifício no caso do projeto arquitetônico, ou as características técnicas dos

subsistemas, sem contribuir para o modo como as operações devam se suceder. A falta de compatibilização entre subsistemas é comum, resultando em problemas que, na maioria das vezes, são resolvidos pelo próprio pessoal de obra. Assim, frequentemente, as decisões de como construir são tomadas no próprio canteiro.

(...)

O papel essencial do projeto para a produção é o de encontrar soluções construtivas para determinado projeto, concebido para uma certa tecnologia, inserindo as condicionantes de racionalização e construtibilidade, a fim de dar suporte a atividade de execução, através de um processo de produção seriado e definido, permitindo o seu controle, garantindo a qualidade desejada para o produto e redução dos custos e desperdícios.” (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Portanto, conforme amplamente demonstrado nesse trabalho, em uma construção industrializada é essencial a existência de uma boa gestão de projeto para a obtenção dos melhores resultados almejados, e esta deve ser executada por meio de uma coordenação que pode ser desenvolvida por um profissional ou por uma equipe de profissionais. Para que a coordenação seja bem desenvolvida e que o edifício possua qualidade, deve ser reafirmada a necessidade da sinergia de integração entre todas as áreas envolvidas. Novamente, a responsabilidade de conseguir a integração entre todas as áreas cabe à coordenação de projetos.

3.3.1. Projeto arquitetônico

Um projeto arquitetônico bem estruturado, juntamente com um processo racionalizado, é um grande passo para se conseguir uma edificação mais eficiente. Destacamos três etapas do projeto arquitetônico que devem ser

observadas pelo profissional no momento: (1) o estudo preliminar; (2) o anteprojeto; e (3) o projeto executivo e detalhamento.

A realização do estudo preliminar possui como escopo verificar a viabilidade do sistema adotado para a construção que será realizada. Diversos fatores devem ser considerados nesse momento. Dentre eles, destaca-se o objetivo da edificação e o seu porte. Conforme visto anteriormente, o sistema do steel framing não é indicado para construções acima de 3 (três) pavimentos, assim como para cobertura de vão com mais de 18 (dezoito) metros, pois a sua utilização nessas hipóteses podem ser financeiramente inviáveis. Também devem ser considerados os conceitos e as condicionantes estruturais, devendo ser adotado a coordenação modular adequada para o sistema do steel framing que, no caso, é o módulo básico de 10 (dez) centímetros.

As condicionantes da construtora que executará a obra também devem ser consideradas. Será ineficaz a estipulação de um projeto que demande de tecnologias incompatíveis com aquelas que a construtora possui capacidade ou mesmo conhecimento técnico (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012). Reafirma-se que em uma construção industrializada, tal como aquela que usa o sistema do steel framing, é necessário possuir maquinário e mão-de-obra qualificados.

O conhecimento e domínio do uso dos materiais e seus componentes apontam maior vitalidade na etapa da realização do anteprojeto. Isso porque é necessário estabelecer suas especificações e determinar a forma de interação com os demais materiais que irão compor o sistema. Para atingir o melhor desempenho da edificação, o projeto deve observar todo o meio ambiente em que ela será inserida, para verificar quais serão os melhores materiais de acordo com o clima, a acústica, a posição do imóvel, o público consumidor, dentre outras circunstâncias que não podem ser desconsideradas (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

Todas as especificações e detalhes necessários – tipo de acabamento, materiais termo acústicos, materiais de fechamento, instalações, etc. – deverão compor o projeto e devem ser levantadas durante o anteprojeto.

Já a etapa do projeto executivo e detalhamento é a fase

“caracterizada pelo processo de compatibilização entre subsistemas e elaboração dos projetos executivos e de detalhamento considerando as peculiaridades do sistema construtivo, e o nível de racionalização do processo. Portanto, os projetos executivos de arquitetura diferem dos projetos para construções convencionais que abordam e fornecem informações de forma genérica. Quanto mais preciso e detalhado o projeto, maior o desempenho e qualidade na montagem da edificação” (SANTIAGO; FREITAS; CASTRO, 2012).

A estrutura de aço possui a peculiaridade de ser um sistema preciso, razão pela qual o projeto deve estar milimetricamente calculado e detalhado, especialmente nas interfaces de interação dos materiais. Assim, torna-se essencial a utilização de uma equipe, além de qualificada, completa.

“É necessário sempre um engenheiro responsável pelo cálculo estrutural, da mesma maneira que com qualquer estrutura de outro material. E seguir a boa prática do detalhamento do projeto - quanto mais detalhes especificados, mais fácil será a execução da obra” (ROSSO, 2013).

Portanto, diante das etapas necessárias, é possível constatar que em um sistema de *steel framing* (assim como em outros sistemas da construção industrializada) o projeto arquitetônico apresenta-se com maior importância que na construção

convencional (artesanal), tornando-se uma importante ferramenta para o sucesso do gestor do projeto.

4. ANÁLISE CRÍTICA

O que se pretende mostrar com o quadro delineado no presente trabalho é que a construção industrializada já é uma realidade no mercado brasileiro, cabendo às construtoras e aos investidores a obrigação de se capacitarem para se manterem competitivas. Urge verificar, ainda, que a inserção dessas novas tecnologias deve ser realizada em conjunto pelas partes que envolvem todo o processo, o que vale dizer, devem ser realizadas pelos arquitetos, projetistas, engenheiros, construtores, fornecedores e executores.

A industrialização da construção será inócua se for implementada sem considerar todos os seus aspectos específicos e sem a adequada utilização dos equipamentos previamente definidos, metodologias, tecnologias e das pessoas envolvidas.

Considerando toda a literatura acima apresentada, temos que o *steel framing* consiste em um sistema construtivo industrializado, resultado da evolução da construção civil. É um excelente sistema para ser adotado para construtoras cujo mercado se concentra nas edificações de até 3 (três) pavimentos, devido às vantagens que podem ser obtidas, seja de custo, seja de redução de desperdícios e tempo de obra.

Contudo, para que o sistema seja realmente viável, devem ser realizados todos os estudos prévios para a construção. Isso porque a viabilidade da utilização desse sistema ultrapassa os limites verificados em uma construção convencional. A utilização do *steel framing* demandará a necessidade de realizar um maior detalhamento do projeto, assim como a utilização de um profissional extremamente habilitado para realizar a sua coordenação. A boa gestão de projeto é vital para o sucesso de uma edificação realizada por meio de uma construção industrializada, em especial aquela realizada com *steel framing*.

Podem ser apontadas algumas contribuições decorrentes da realização desse trabalho, em especial sobre os pontos que devem ser observados na gestão de um projeto dentro da construção pelo sistema do *steel framing*, dentre os quais destacamos que o gestor deve:

- (i) ser um profissional com conhecimento sobre os materiais e componentes que serão utilizados na obra, de forma a garantir a correta integração entre eles;
- (ii) ter domínio da técnica que será utilizada;
- (iii) realizar o estudo prévio para verificar a viabilidade do *steel framing* na edificação a ser realizada;
- (iv) garantir que o projeto seja criado por profissional igualmente qualificado;
- (v) providenciar que o projeto seja realizado com extremo detalhamento, evitando ter que refazer o trabalho durante as obras (lembrando que no *steel framing* não há espaço para improvisações nas obras);
- (vi) conhecer todas as metodologias para a aplicação do *steel framing* nas obras;
- (vii) planejar todas as etapas do processo;
- (viii) promover a racionalização no processo do projeto; e
- (ix) garantir a sinergia entre todas as partes envolvidas no projeto.

Dessa forma, o gestor será capaz de garantir a eficácia da construção da edificação, com redução dos custos, desperdícios e do tempo demandado, garantindo, ainda, a qualidade, durabilidade e segurança do empreendimento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda há muito que se evoluir na construção civil brasileira. Aos poucos a construção está alcançando patamares mais altos e começa a dar sinais de abandono da construção artesanal para a adoção da construção industrializada. Sendo a construção industrializada, assim, uma realidade, cumpre às construtoras buscarem sua modernização para manter a competitividade no mercado.

A industrialização da construção vai muito além da substituição dos maquinários e tecnologias utilizadas. Esses são pontos importantes, mas não únicos. A industrialização da construção consiste na utilização de tecnologias novas aliadas a racionalização de todo o processo, de forma a extrair, dessa forma, os melhores índices de eficácia da construção.

Entre os pontos para a industrialização da construção, destaca-se a vitalidade da qualificação da mão-de-obra empregada, uma vez que o ser humano deixa de ser um mero executor da obra, passando a ser um verdadeiro condutor da construção. Novas tecnologias e metodologias de trabalho exigem pessoas capazes de conduzi-las e aproveitá-las ao máximo para que sejam, de fato, vantajosas.

Os processos de construção se tornaram interligados e dependentes. Assim, a obra toda deve andar sempre na mesma direção e em conjunto. É justamente esse cenário que tornou o gestor do projeto em uma engrenagem de fundamental importância para o correto funcionamento de todo processo.

O gestor do projeto é o condutor do bom andamento do empreendimento, possuindo a responsabilidade de garantir que todas etapas, sejam anteriores e durante a execução da obra, estejam em perfeita sintonia e sem qualquer divergência. Uma construção industrializada, como uma construção industrializada que utiliza do *steel framing*, somente será eficaz e terá atingido

todos os seus objetivos se for realizada em estrita obediência ao projeto realizada que, por sua vez, deve ser perfeita e detalhadamente planejado, para que não ocorram patologias em sua execução.

Portanto, a construção industrializada é, em última análise, ainda dependente do fator humano. Contudo, diferentemente da construção artesanal, na construção industrializada a presença do homem é mais refinada, não se tratando de um mero cumpridor de tarefas. O homem, devidamente qualificado, possui a responsabilidade de ser o guia do bom andamento da obra.

O conceito de construção industrializada vai além da utilização de máquinas. A construção industrializada sem um bom gestor será apenas uma construção mecanizada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

_____.MICHAELIS. Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/>

AGUIAR, Luciana Slomp; BERLEZE, Célia Regina; MACEDO, Vanessa; KATALOSKI, Sthefany Jackeline; OLIVEIRA, Felipe Aguera de; PARIZE, Gisabele. Sistema convencional versus pré-fabricado: os ganhos qualitativos e quantitativos na gestão de um projeto pelo sistema construtivo pré-fabricado em concreto. Revista Fae Business. Curitiba, n. 10, novembro, 2004.

AMARAL, Wolney Henriques do. Indústria da construção revê seus conceitos para sair da era artesanal. Revista Construção Mercado. São Paulo: Editora Pini, e. 10, dezembro, 2010.

BLACHÈRE, G. A construção de habitações econômicas - porque e como industrializar. In: BRUNA, Paulo Júlio Valentino. Industrialização da construção: série de textos para leitura dos alunos em seminários da disciplina "Industrialização da Construção". v. 1. São Paulo: Departamento de Publicações FAUUSP, 1970.

BRUNA, Paulo Júlio Valentino. Arquitetura Industrialização e Desenvolvimento. São Paulo: Perspectiva, 1976.

CAMBIAGHI, Henrique. Projeto frente às novas tecnologias. 1997. Disponível em: <http://piniweb.pini.com.br/construcao/noticias/o-projeto-frente-as-novas-tecnologias-86527-1.aspx>

CICHINELLI, Gisele C. Utilização bem sucedida de paredes de concreto depende do sistema de fôrma, da qualidade do concreto, de projeto adequado e de uma execução sincronizada com outros sistemas construtivos. Revista Construção Mercado. São Paulo: Editora Pini, e. 152, março, 2014.

COELHO, Roberto de Araujo. Interpretando a psicologia e a personalidade de cada material. Revista Mais Arquitetura. São Paulo, nº 58, abril, 2004.

CONSUL STEEL. Construcción con acero liviano - Manual de Procedimiento. Buenos Aires: Consul Steel, 2002.

FIGUEIREDO, Geórgia Novis de. Industrialização e o espaço habitacional da arquitetura moderna em São Paulo (1930-1964). In: GITAHY, Maria Lucia Caira; PEREIRA, Paulo Cesar Xavier (Org.). O complexo industrial da construção e a habitação econômica moderna, 1930-1964. São Carlos: RiMa, 2002.

GANN, David M. Building Innovation: complex constructs in a changing world. 1 ed. London, Thomas Telford, 2000..

GIRMSCHEID, Gerhard. Industrialization in Building Construction - Production Technology or Management Concept? In: KAEHKOENEN, K.; SEXTON, M. Understanding the construction business and companies in the new millennium. Helsinki: VTT/RIL, 2005.

GIRMSCHEID, Gerhard. Potentials of computer aided construction. In: GIRMSCHEID, Gerhard; SCHEUBLIN, Frits (org). New perspective in industrialization in construction. A state-of-the-art-report. Zurich: IBB, 2010.

GREVEN, Hélio Adão. Coordenação Modular. Técnicas não convencionais em edificação I. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

GREVEN, Hélio Adão; BALDAUF, Alexandra Staudt Follmann. Introdução à coordenação modular da construção no Brasil: uma abordagem atualizada. Porto Alegre: ANTAC, 2007.

GROOVER, Mikell. Fundamentals of modern manufacturing: material, processes and systems. Hoboken: John Wiley and Sons, 2007.

HUTH, Steffen. Construir con Células Tridimensionales . Barcelona: Gustavo Gilli, 1976.

KAPHAN, Ana Carolina Sawaya; INOUE, Luciana Massami. Indústria do cimento, normalização técnica e os impasses da moderna construção habitacional em São Paulo (1930-1964). In: GITAHY, Maria Lucia Caira; PEREIRA, Paulo Cesar Xavier (Org.). O complexo industrial da construção e habitação econômica moderna, 1930-1964. São Carlos: RiMa, 2002.

LUCINI, Hugo Camilo. Manual técnico de modulação de vãos de esquadrias. São Paulo: Pini, 2001.

MARIUTTI, Alexandre. In: ROSSO, Silvana Maria. *Light steel framing*. A tecnologia encontra especificação em projetos de variadas tipologias, não mais se restringindo à habitação padronizada. Revista Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Editora Pini, e. 229, abril, 2013.

MARTINEZ, Santiago; JARDON, Alberto; NAVARRO, Jose Maria; GONZALEZ, Patricia. Building industrialization: robotized assembly of modular products. In: Assembly Automation, v. 28, n. 2, 2008.

MASCARÓ, L. E. R. de. Coordinación modular? Qué es? Summa, Buenos Aires, n. 103, agosto, 1976.

MESEGUER, Alvaro Garcia. Controle e garantia da qualidade na construção. Trad. Roberto Falcão Bauer, Antonio Carmona Filho, Paul Roberto do Lago Helene, São Paulo, Sinduscon - SP/ Projeto/PW, 1991.

NAKAMURA, Juliana. Pré-fabricados de concreto já são largamente empregados em projetos com alto grau de repetição e amplos vãos livres. Mas uso em

edifícios altos, especialmente residenciais, ainda é restrito. Revista Construção Mercado. São Paulo: Editora Pini, e. 149, dezembro, 2013.

NIEBEL, Benjamin W.; DRAPER, Alan B.; WYSK, Richard A. Modern manufacturing process engineering. New York: McGraw Hill, 1989.

OLIVEIRA, Luciana Alves de. WAELKENS, Anne Catherine. MITIDIÉRI FILHO, Claudio Vicente. Sistemas construtivos tipo light steel frame para unidades habitacionais - aspectos relativos à durabilidade. Disponível em: <http://www.cbca-acobrasil.org.br/site/biblioteca-detalhes.php?cod=101073>

RIBEIRO, Marcellus Serejo. MICHALKA JR., Camilo. A contribuição dos processos industriais de construção para adoção de novas tecnologias na construção civil no Brasil. CEFET. Campos dos Goytacazes. RJ - Vértices. Ano 5. nº 3, Set/dez. 2003

RICHARD, Roger-Bruno. *Industrialised building systems: reproduction before automation and robotics*. In: Automation in Construction. V. 14, publicação 4, Agosto, 2005.

ROSA, Wilhelm. Arquitetura industrializada: a evolução de um sonho à modularidade. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

ROSSO, Silvana Maria. *Light steel framing*. A tecnologia encontra especificação em projetos de variadas tipologias, não mais se restringindo à habitação padronizada. Revista Arquitetura e Urbanismo. São Paulo: Editora Pini, e. 229, abril, 2013.

ROSSO, T.. Racionalização Construtiva. Universidade de São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Primeira Edição 1980. Reimpressão 1990. São Paulo, 1990.

SABBATINI, Fernando Henrique. Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos: formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

SALES, Urânia Costa. Mapeamento dos problemas gerados na associação entre sistemas de vedação e estrutura metálica e caracterização acústica e vibratória de painéis de vedação. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2001.

SANTIAGO, Alexandre Kokke. FREITAS, Arlene Maria Sarmanho. CRASTO, Renata Cristina Moraes de. Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura.: 2. ed. 1.v. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2012.

SCHARFF, Robert. Residential steel framing handbook. New York: McGraw Hill, 1996.

TÉCHNE. Quando construir em aço? Revista Técnica. São Paulo: Editora Pini, e. 134, março, 2008.

TÉCHNE. Melhores práticas: Cobertura de Light Steel Framing. Revista Técnica. São Paulo: Editora Pini, e. 186, junho, 2012.

VENTURA, Alessandro. Produção Seriada e Projeto Arquitetônico. O exemplo de uma escola secundária. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2000.