

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS EM CONTRUÇÕES METÁLICAS: CONTRATAÇÃO E DEFINIÇÕES

TEIXEIRA, Renata Bacelar

Arquiteta, Mestre em Engenharia de Estruturas –
renatabacelar@task.com.br

STARLING, Cícero D. M.

Engenheiro, Professor do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais – cicerostarling@ufmg.br

ANDERY, Paulo R. P.

Engenheiro, Professor do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil da Universidade Federal de Minas Gerais - paulo@demc.ufmg.br

RESUMO

O presente trabalho aborda aspectos gerenciais relativos ao processo de projeto de construções metálicas de edifícios (em especial, do processo de projeto estrutural), concentrando sua atenção nas fases iniciais do processo. Para conduzir a análise, foram desenvolvidas entrevistas em escritórios de projeto (estrutural e arquitetônico) especializados em construções metálicas, localizados na região metropolitana de Belo Horizonte-MG. Outros agentes envolvidos (empresas de coordenação de projetos, construtoras e fabricantes da estrutura) também foram entrevistados, uma vez que influenciam no processo de projeto desse tipo de estrutura. O trabalho revelou alguns problemas e dificuldades relativas ao processo de projeto, com ênfase na escolha tardia do sistema estrutural metálico, ausência de informações no *briefing* do projeto e um fluxo deficiente de informações entre projetistas e contratantes. A partir dessa análise, são apresentadas algumas diretrizes para a melhoria da qualidade do processo de projeto de construções metálicas e, em especial, do processo de projeto estrutural.

Palavras-chave: construção metálica; processo de projeto; contratação de projetos; definições preliminares

CONTRIBUTION TO THE DESIGN PROCESS OF METALLIC STRUCTURES BUILDINGS: PROCUREMENT AND PRELIMINARLY DEFINITIONS

ABSTRACT

The present work aims at discussing some managerial problems regarding to design process of metallic structures in building construction, focusing the initial phases of design development. As a tool of process analysis, interviews were conducted with design offices which are specialized in metallic structures, in the Belo Horizonte area. Other agents dealing with buildings that use metallic structures (design coordinators and contractors) were also interviewed, since they also influence the process of metallic structures in building construction. The work points out some problems and drawbacks related to the design process: later choice of metallic structure systems, later contracting of designers, lack of briefing information for design development and deficient information flow between designers and general contractors. Based on this analysis, some guidelines are outlined in order to improve the design process quality.

Key-words: metallic construction; design process; design procurement; preliminarily definitions

1 INTRODUÇÃO

É sabido que desde a década de 80, o mercado da construção civil vem sofrendo mudanças que obrigaram as empresas envolvidas com a construção de edifícios a buscarem alternativas para aumentar a produtividade e a qualidade do ambiente construído (FABRÍCIO, 2002). Para tal, estas empresas estão se engajando em programas de gestão e garantia da qualidade, incluindo, em um segundo momento, uma maior preocupação com a gestão do processo de projeto, acreditando que, dessa forma, contribuirão para a qualidade do produto final, a edificação.

Para se atingir os atuais níveis de exigência do mercado quanto à qualidade e produtividade, a utilização da construção metálica em aço também se apresenta como uma alternativa particularmente interessante, devido à possibilidade de industrialização da estrutura deste tipo de construção.

Porém, como qualquer outro sistema construtivo, o mesmo também pode apresentar deficiências no processo de projeto e, conseqüentemente, no processo de produção. Estas devem ser diagnosticadas e corrigidas. Uma construção que possui elementos industrializados, como a metálica, necessita ainda mais de qualidade no processo projetual para o pleno aproveitamento de suas potencialidades.

O presente trabalho pretende contribuir com a discussão a respeito do projeto de construções metálicas de edifícios, concentrando sua atenção no aspecto gerencial do processo de projeto e, em especial, do projeto estrutural metálico. O trabalho sintetiza parte dos resultados obtidos na dissertação de Teixeira (2007), que discutiu o processo de projeto de construções metálicas em todas as suas etapas. Nesse caso em particular, são destacados resultados relativos à contratação dos projetos, escolha do sistema estrutural e definição dos requisitos de entrada para desenvolvimento dos projetos. Outros aspectos relativos ao desenvolvimento dos projetos, elaboração de projetos para a produção e montagem da estrutura e sua implementação nos canteiros de obras são discutidos na dissertação referida acima, bem como em outros trabalhos (TEIXEIRA et al. 2007a e TEIXEIRA et al. 2007b).

As considerações apresentadas na seqüência são o resultados da análise de entrevistas realizadas em 25 empresas envolvidas com o desenvolvimento dos projetos (estrutural e arquitetônico), com a coordenação de projetos, construtoras e fabricantes e montadores da estrutura metálica.

Inicialmente, são apresentadas algumas considerações específicas sobre o processo de projeto de construções metálicas, dando por conhecidos os conceitos relativos à aplicação da Engenharia Simultânea (FABRÍCIO, 2002; HUOVILA et al., 1994) no processo de projeto. Os conceitos apresentados foram extraídos da dissertação de Teixeira (2007). A partir das entrevistas, caracteriza-se a contratação e planejamento dos projetos de construções metálicas, em especial do projeto estrutural. O artigo é finalizado com o esboço de algumas diretrizes para melhoria do processo de projeto de construções metálicas, à luz do referencial teórico e das observações realizadas nas empresas.

A idéia que se sobressai é a de que, contrariamente ao que se poderia supor, pelo fato de que as construções metálicas em geral requerem um maior grau de detalhamento, os problemas relativos à escolha do sistema estrutural e contratação dos projetos são basicamente os mesmos reportados na literatura recente (veja-se, por exemplo, BALLARD e KOSKELA, 1998; TILLEY, 2005 e FABRÍCIO e MELHADO, 2001) com relação aos projetos arquitetônicos e complementares para construções convencionais.

2 ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO PROCESSO DE PROJETO DE CONSTRUÇÕES METÁLICAS

A necessidade competitiva do mercado tem favorecido a utilização crescente de construções industrializadas, devido à maior possibilidade de otimização de custos (mediante contenção do desperdício de materiais), padronização, produção seriada e racionalização do consumo de energia. No Brasil, embora a construção metálica seja tradicionalmente menos utilizada na construção civil, havendo uma maior experiência com o emprego de sistemas construtivos em concreto armado, a sua utilização tem crescido rapidamente nos últimos anos. No entanto, são ainda relativamente escassos os trabalhos da literatura recente que analisam o processo

de projeto (em especial do projeto estrutural) de construções metálicas desde um ponto de vista da gestão do processo.

De acordo com Baião (1998), Castro (1999), Moraes (2000), Bauermann (2002) e Tunouti (2004), algumas vantagens inerentes à construção metálica em relação aos sistemas construtivos em concreto armado são:

- Velocidade de execução da estrutura, o que torna a obra mais competitiva;
- Possibilidade de projetar grandes vãos;
- Possibilidade de utilização de peças mais esbeltas;
- Estrutura mais leve, favorecendo transporte e montagem;
- Redução do número de pilares necessários;
- Maior área líquida para a comercialização (vantagem mercadológica);
- As vigas em estrutura metálica podem possuir metade da altura das vigas de concreto armado o que é uma vantagem quando se trabalha com projetos com limitações de altura ou quando se deseja uma opção para diminuição da altura final da edificação;
- Flexibilidade de utilização dos espaços construídos;
- Possibilidade de montagem e desmontagem da edificação em outro local, permitindo o aproveitamento da estrutura em outra obra;
- Ampliação e reforma da edificação, com o mínimo de interferência e transtornos para o usuário;
- Alívio nas fundações devido a um menor peso e volume da estrutura;
- Redução da área do canteiro de obras e do espaço para estocagem;
- Diminuição do desperdício;
- Redução do nível de ruídos durante a execução e
- Diminuição no cronograma e a conseqüente redução de custos diretos e indiretos. De forma isolada, a estrutura metálica é mais cara do que a de concreto.

Por outro lado, segundo os mesmos autores, a construção metálica apresenta limitações que podem gerar atrasos na disseminação deste sistema construtivo no Brasil:

- Desembolso financeiro imediato e único para aquisição da estrutura;
- Insuficiência de materiais complementares industrializados (vedações, por exemplo) ou fornecedores nacionais;
- Exigência de cuidados inerentes às movimentações diferentes dos componentes estruturais e vedação para que não gerem patologias;
- Necessidade de maior qualificação das pessoas que trabalham com esta tecnologia;
- Conforto termo-acústico é prejudicado devido à retirada de massa, recomendando alternativas para tratamento;
- Necessidade de medidas adicionais de proteção para aumentar o tempo de resistência da estrutura metálica à temperaturas elevadas (durante incêndios);
- Preço elevado da estrutura, quando analisada de forma isolada;
- Cultura brasileira ainda extremamente voltada para o concreto armado o que gera resistência para novas tecnologias;
- Necessidade de criação de uma filosofia de construção industrializada;
- Ensino ainda pouco aprofundado e específico sobre sistemas construtivos metálicos nas escolas de formação de arquitetos, engenheiros e projetistas, fazendo com que haja uma carência de profissionais especializados no mercado.

Acredita-se que a etapa de projetos deve ser ainda mais valorizada em empreendimentos que utilizem sistemas construtivos metálicos. Por conceber a idéia de industrialização da construção, este sistema construtivo é menos sujeito a improvisações de obra devido à, por exemplo, deficiências nos projetos. Problemas de projeto interferem na agilidade do processo construtivo e na qualidade do produto, o que a reduz a competitividade da construção metálica. Desta forma, as

etapas de dimensionamento e detalhamento do processo de projeto devem assegurar as vantagens da construção metálica.

Segundo Castro (1999), dentre as diversas formas de patologias construtivas, as chamadas atávicas são aquelas resultantes de má concepção de projeto, erro de cálculo, escolha de perfis ou chapas de espessura inadequada ou aços com resistência mecânica inferior à considerada no projeto estrutural. São perigosas, pois comprometem a segurança e funcionalidade da estrutura e são difíceis de serem reparadas. Quando ocorrem, exigem recuperação de alto custo.

Moraes (2000) afirma que a falta de compatibilização de projetos também é um problema na construção metálica, como ocorre na construção civil em geral. Os profissionais de uma determinada especialidade não participam dos demais projetos e não conhecem as possíveis interferências entre as especialidades. A visão de cliente do processo de projeto resume-se ao contratante ou ao empreendedor. As necessidades dos clientes internos do processo de projeto não são explicitadas, não sendo consideradas no desenvolvimento dos projetos. Não se consegue uma definição completa dos desejos e necessidades de todos os clientes do processo de projeto, contribuindo para a diminuição do valor final do produto.

Projetar uma estrutura metálica requer um conhecimento aprofundado das características dos componentes e materiais envolvidos (principalmente o aço) e das suas propriedades. Caso não haja tal conhecimento, pode-se adotar uma solução incompatível com o sistema estrutural, acarretando problemas de várias naturezas. A inexperience dos projetistas em sistemas construtivos metálicos contribui para que, em muitos casos, os edifícios sejam concebidos segundo os conceitos e soluções adotadas em sistemas construtivos em concreto armado e, posteriormente, sofram adaptações para a utilização do aço como elemento estrutural. Sendo assim, falhas podem ser geradas ainda durante a concepção do edifício (CASTRO, op.cit.).

Com base em Castro (1999), podem-se fazer alguns destaques aos empreendimentos que envolvem a construção metálica:

- **Concepção:** o projeto em aço requer compatibilização e planejamento, pois as peças são produzidas fora do canteiro de obras, ou seja, na fábrica, e somente montadas em campo;
- **Projeto estrutural:** a padronização (elementos estruturais, sistemas construtivos, sistemas de vedação e conexões) é um aspecto relevante na estrutura metálica, pois a maior produtividade, tanto na fabricação, quanto na montagem, estão intimamente ligadas à ela. O custo de uma estrutura não depende apenas do peso de aço. É influenciado também pela padronização das peças. A padronização mais bem elaborada é uma das principais tendências da construção metálica.
- **Industrialização:** permite racionalizar o processo de produção e aceitar outros componentes pré-fabricados. Aumenta a precisão da obra, mas exige mão-de-obra qualificada.

Segundo Calmon e Moraes (2000), a construção metálica permite que os projetos e detalhes construtivos utilizem o milímetro como escala de medida. Desta forma, tem-se uma precisão maior que os demais sistemas construtivos. Entretanto, esta característica não é aplicada em muitos casos em função dos seguintes fatores (MORAES, 2000):

- Necessidade de colocar o produto no mercado, elaborando-se, muitas vezes, apenas os projetos que dão a configuração básica da edificação (arquitetura, estruturas e instalações);
- Contratação de projetistas em etapas posteriores à definição do produto, não podendo contribuir com soluções otimizadas no processo de projeto o que leva a um planejamento do processo de projeto ineficiente e até mesmo inexistente;
- Planejamento do processo de projeto ineficiente (ou inexistente);
- Prática de se manter algumas especificações indefinidas no decorrer do processo de projeto;

- Falta de visão sistêmica do cliente do sistema construtivo metálico, solicitando modificações demasiadas quando o empreendimento está em fase de construção e
- Falta de visão sistêmica dos principais envolvidos no processo de projeto, os quais apresentam abordagem restrita à sua área de atuação.

Desta forma, no processo de projeto de empreendimentos que envolvem construção metálica, percebem-se deficiências semelhantes aos empreendimentos em concreto armado. Isto mostra a necessidade de investimentos em gestão de projetos assim como ocorre com o desenvolvimento da tecnologia.

Nesse sentido, um dos avanços recentes em nível nacional está na publicação do Manual de Escopo de Serviços de Projeto de Estruturas da ABECE – Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural (ABECE, 2007), que define as fases necessárias para desenvolvimento do projeto estrutural, suas respectivas entradas e saídas. Este manual trata de todos os tipos de sistemas estruturais, dentre eles os sistemas estruturais de construções metálicas. Para caracterizar as fases de projeto, trabalha com conceitos de: (a) serviços essenciais, onde se incluem as fases do projeto estrutural usualmente contratados, sem exigências específicas; (b) serviços específicos, que constituem serviços não usuais que podem ser desenvolvidos mediante solicitação do contratante e (c) serviços opcionais, que normalmente podem ser realizados por outros profissionais. As fases do projeto estrutural sugerida pela ABECE (op. cit) descritas a seguir, levam em consideração principalmente os serviços essenciais.

Neste manual, o projeto estrutural é compreendido das seguintes fases: (a) apoio à concepção do produto; (b) apoio à definição do produto; (c) identificação e solução de interfaces; (d) projeto de detalhamento das especialidades; (e) pós-entrega do projeto e (e) pós-entrega da obra.

Na fase de Apoio à Concepção do Produto (ACP), as empresas de projeto estrutural geram relatórios qualitativos a partir de análises de dados básicos fornecidos pela arquitetura, por exemplo: croquis do terreno, planta do pavimento tipo e características do empreendimento quanto ao número de pavimentos e

subsolos. Esta fase serve para assessorar conceitualmente arquitetos e empreendedores.

Na fase de Apoio à Definição do Produto (ADP), os profissionais de engenharia estrutural desenvolvem uma concepção básica do sistema estrutural da edificação a ser projetada e buscam analisar comparativamente as alternativas estruturais para que seja definido o sistema estrutural a ser adotado. Esta fase tem como objetivo fornecer elementos para verificar a viabilidade do empreendimento e suprir informações necessárias para a elaboração de um orçamento prévio.

Na fase destinada à Identificação e Solução das Interfaces (ISI), o profissional de engenharia estrutural gera os desenhos de estruturas com todas as indicações para intercâmbio entre os projetistas envolvidos.

Na fase de Detalhamento das Especialidades (DET), o profissional de projeto estrutural desenvolve o projeto de obra (Projeto Estrutural Unifilar Básico), com detalhes de apoios e interfaces com as demais especialidades. O projeto de Fabricação e Montagem da estrutura é realizado nesta fase. Para a ABECE (2007) estes projetos normalmente são desenvolvidos pela empresa fabricante de estruturas.

A Pós-entrega do Projeto busca garantir a plena compreensão e utilização das informações do projeto estrutural e a aplicação correta deste nos trabalhos de campo.

Na Pós-entrega da Obra, é desenvolvida uma análise da estrutura em serviço ou adaptações a novas condições de serviço.

A nomenclatura adotada nestes manuais para as fases de desenvolvimento dos projetos das diversas especialidades se diferencia da norma NBR 13.531. Estes manuais consideram a norma obsoleta e procuram não distribuir os projetos em etapas, mas sim em fases.

Raad (1999) em seu estudo sobre diretrizes para fabricação e montagem das estruturas metálicas, quando aborda o projeto estrutural, afirma que é necessário, primeiramente, determinar o objetivo do projeto. Este deve estar definido no projeto arquitetônico ou no projeto básico. Segundo o autor, é orientando-se pelo projeto arquitetônico que se determina o esquema estático da estrutura e são

indicadas as dimensões, cargas atuantes e demais dados necessários para o cálculo e dimensionamento da estrutura.

O cálculo e dimensionamento da estrutura são realizados com base em normas (NBR 8800/86, por exemplo) e auxiliados por programas de computador. É através destes cálculos que são determinados os esforços solicitantes, as reações de apoio para cálculo das fundações e o dimensionamento otimizado para os perfis de vigas e pilares. Todo o cálculo e dimensionamento ficam registrados na memória de cálculo.

Os desenhos de projeto são baseados na memória de cálculo e no esquema estático da estrutura previamente realizados. Neles são definidas as dimensões principais da estrutura, os tipos de perfis e ligações e as normas que foram utilizadas. Nesta etapa, também é realizada uma lista preliminar do material a ser utilizado na fabricação da estrutura. Os desenhos de projeto servem para a elaboração dos desenhos de fabricação e montagem, além de auxiliarem nos demais projetos de engenharia.

Os desenhos de fabricação podem ser feitos por quem executou os desenhos de projeto ou pelo fabricante da estrutura metálica. Nesta etapa, definem-se as peças que compõem a estrutura e todos os detalhes de encaixe e ligação. A partir dos desenhos de fabricação define-se o projeto de montagem. No projeto de montagem, toda peça detalhada recebe uma denominação que ficará marcada na mesma durante a fabricação e servirá para identificação durante a montagem da estrutura.

Segundo Moraes (2000), Meseguer (1991) descreve que o processo de produção de edifícios pode ser caracterizado por cinco etapas: (a) planejamento; (b) projeto; (c) materiais; (d) construção e (e) manutenção. Os conceitos são esquematicamente apresentados na Figura 1 .

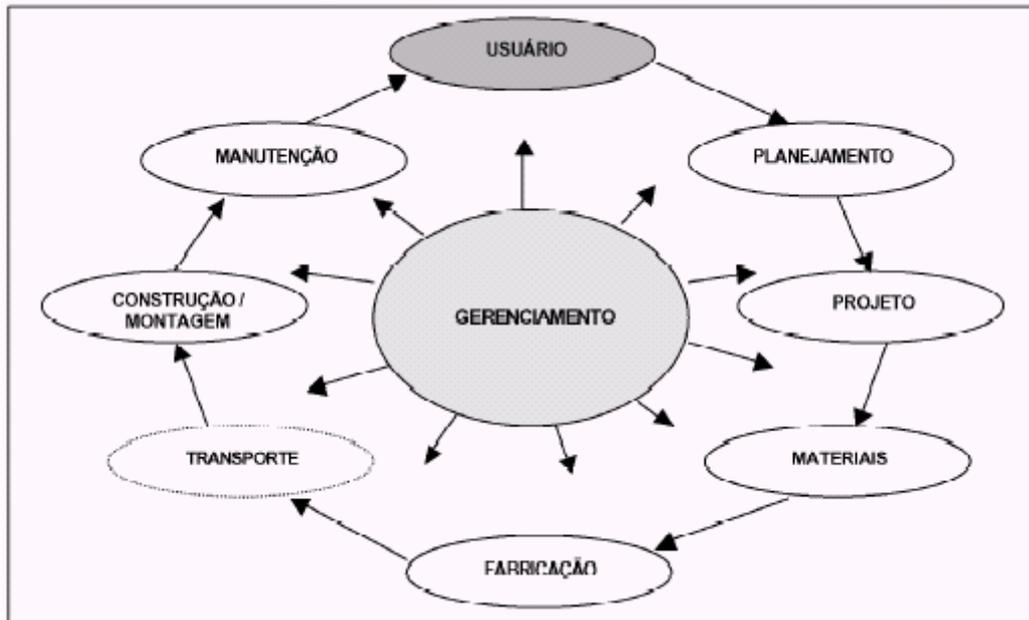


Figura 1 - Representação do processo de produção de edifícios metálicos (MESEGUER, 1991).

A etapa de planejamento inclui o planejamento da implantação, a pesquisa de mercado, a compra do terreno, o programa do produto, o controle dos documentos de lançamento e a retroalimentação a partir dos clientes. O projeto, sendo tratado como processo estratégico, visa atender às necessidades do cliente (empreendedor) e é voltado à definição de características do produto final. Também pode ser tratado como processo operacional, quando visa a eficiência e a confiabilidade dos processos que geram o produto. A etapa de materiais corresponde a fabricação de materiais e componentes e o recebimento desses produtos em obra. Esta etapa pode afetar a qualidade do produto final, o prazo e a produtividade da obra. A etapa de construção é muito influenciada pelo planejamento, o qual estabelece a seqüência das atividades, considerando aspectos técnicos e operacionais e a coordenação das equipes. A manutenção é a etapa pós-construção, onde os problemas que surgem devem ser diagnosticados e realimentar o processo construtivo.

Segundo Moraes (2000), a produção de edifícios metálicos e mistos ainda pode apresentar etapas adicionais, diferenciando-se do processo tradicional de construção de edifícios. São elas: (f) fabricação da estrutura metálica; (g) transporte e (h) montagem da estrutura.

A fabricação antecede a construção do edifício. Nesta etapa, as chapas de aço e/ou perfis são confeccionados ou adquiridos de acordo com as exigências do projeto estrutural. Parte de um detalhamento que define todas as peças que compõem a estrutura, inclusive detalhes de encaixe e ligação. Fazem parte desta etapa: a traçagem, o corte, o acabamento e pré-deformação, a soldagem, o desempenho a quente, a dobra, a furação, o ponteamto e todos os processos auxiliares (usinagem, desempenos, esmerilhamento, calandragem), preparação da superfície e pintura. No transporte, as peças da estrutura devem ser embarcadas de acordo com o planejamento de montagem, para que não ocorra falta de espaço para estocagem na obra ou paralisações por falta de peças. A fase de montagem (dentro da etapa de construção) destaca-se por ser diferente do processo tradicional. Compreende da união das peças fabricadas, através de parafusos ou soldas, executado por mão-de-obra especializada, com auxílio de equipamentos e ferramentas apropriados. Também está incluído nesta etapa o processo de aplicação da proteção passiva contra incêndio e pintura anti-corrosiva..

Pode-se, ainda, perceber na Figura 1 que todas as etapas do processo de produção de edifícios que utilizam estrutura metálica estão coordenadas por um gerenciamento. Moraes (2000) não aborda este gerenciamento, mas a gestão de projetos indica que o mesmo é importante e pode facilitar a compatibilização dos projetos. A função de gerenciamento do processo de projeto pode ser exercida por diferentes agentes que participam do processo produtivo (construtores, arquitetos ou engenheiros), sendo mais comumente exercida pelo arquiteto. Bauermann (2002) afirma que o gerenciamento é uma atividade de suporte a todas as etapas do processo de produção e não apenas uma etapa a mais. De acordo com o autor, a atividade de gerenciamento dos projetos deve se estender ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Na mesma direção do modelo de Raad (1999), Bauermann (2002) apresenta uma seqüência de etapas envolvidas no processo de projeto de construções metálicas (Figura 2) que se assemelha bastante com o sistema tradicional em concreto armado. Assim, percebe-se que o processo de projeto de construções metálicas também tem as características de um processo seqüencial de projeto, o qual se

inicia, na grande maioria das vezes, durante a fase de desenvolvimento do anteprojeto de arquitetura, tendo como base o estudo preliminar de arquitetura.

Além dos aspectos específicos citados relativos ao fluxo de desenvolvimento do projeto estrutural, são relativamente poucos os trabalhos da literatura que enfocam o projeto estrutural à luz dos aspectos gerenciais envolvidos.

Moraes (2000) procura propor ações e diretrizes para a melhoria do processo de projeto em construções metálicas à luz dos princípios da Nova Filosofia de Produção. Acredita que a melhoria da qualidade do projeto é fundamental para o aumento da eficiência da etapa de produção. Observou, através de estudos de caso, a condução do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica e encontrou deficiências neste processo, as quais ocasionam muitas atividades que não agregam valor ao produto final.

Segundo o autor, um dos problemas principais decorrentes do processo de projeto, analisando pelo conceito de conversão, está na carência de identificação das reais necessidades dos clientes (requisitos de entrada). Estes requisitos na maioria das vezes não são definidos no início do processo. Também há falta de informações, além de perdas decorrentes de mudanças nestes requisitos durante o desenvolvimento do processo de projeto e erros de projetos em fases avançadas gerando retrabalho. O autor também destaca vários problemas relacionados ao conceito de fluxo. Dentre estes problemas, pode-se citar o tempo gasto para a transferência de informações, o tempo de espera para execução de etapas subseqüentes dentro do processo de projeto (devido ao desenvolvimento seqüencial do processo), perda de tempo devido à esperas para aprovações e perda de tempo devido à inspeções nos projetos que ocorrem de forma aleatória. Segundo o autor, estas e outras atividades que não agregam valor ao produto final devem ser eliminadas sempre que possível. Moraes (2000) ainda identificou outros problemas. Para a maioria dos intervenientes, apenas o contratante era definido como cliente. Cabia ao gerente de projetos e produção transmitir suas necessidades a todos os envolvidos. É deficiente a interação entre os projetistas. Além disto, não foram utilizadas com freqüência as ferramentas de correio eletrônico e internet, dificultando a comunicação freqüente entre os agentes. Não são utilizadas ferramentas para controle do processo e nem busca pela melhoria contínua deste.

Há grande variabilidade do processo devido ao fato dos projetos se desenvolverem baseados na experiência dos envolvidos, falta de uma visão sistêmica do processo por parte dos intervenientes e a falta de padrão para o desenvolvimento das atividades.

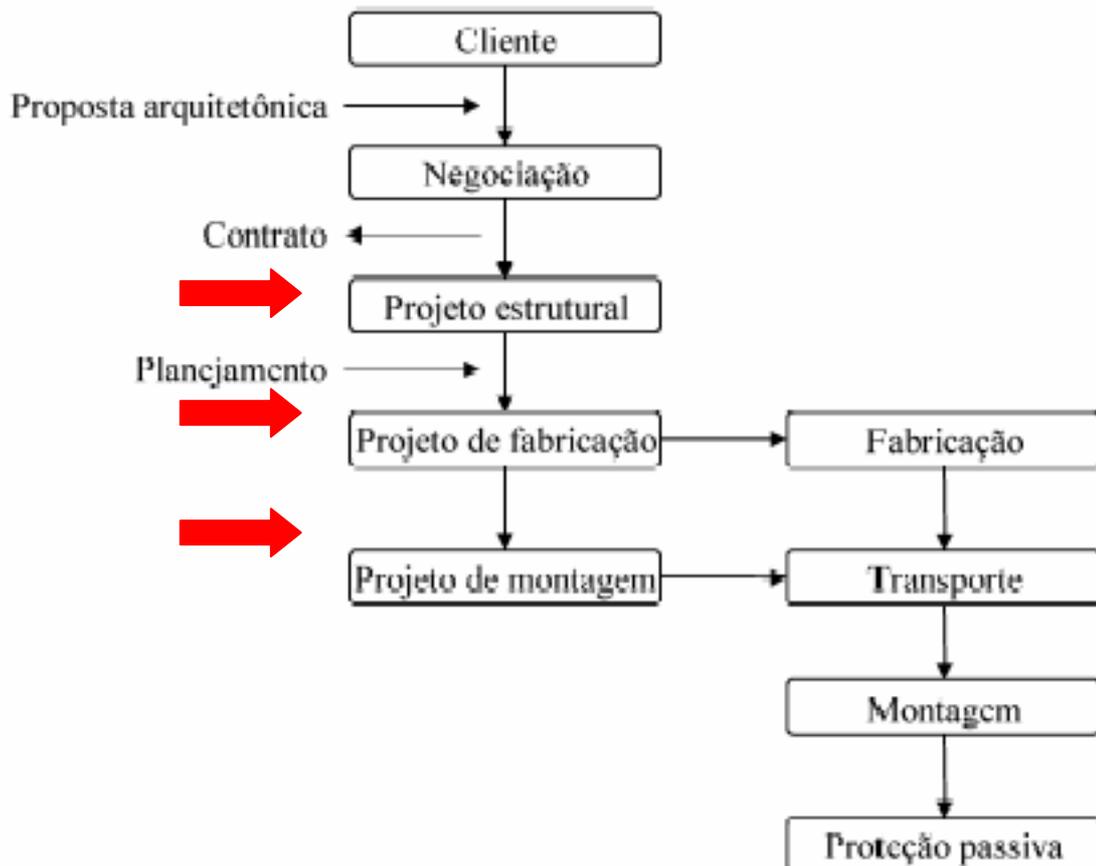


Figura 2 - Diagrama das fases do processo de projeto de construções metálicas (BAUERMANN, 2002).

As diretrizes para a melhoria do processo de projeto, propostas por Moraes (2000), estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Diretrizes para melhoria do processo de projeto segundo Moraes (2000).

PRINCÍPIO	SUGESTÕES PARA MELHORIA
Redução das atividades que não agregam valor ao produto.	Maior atenção aos aspectos de fluxo e valor aos de conversão.
Aumento do valor do produto através da consideração sistemática dos requisitos do cliente.	Elaboração de planejamento eficiente para o processo de projeto e desenvolvimento de um maior número de projetos para a produção.
Redução de variabilidade do processo.	Desenvolvimento de um modelo para o processo de projeto, incorporando planejamento de modificações.
Foco no controle do processo como um todo.	Desenvolvimento de um modelo para o processo de projeto, que incorpore ferramentas e sistemas de indicadores no processo.
Melhoria contínua.	Desenvolvimento de um modelo para o processo de projeto e de um banco de dados para retroalimentação do processo Utilização de ferramentas e sistemas de indicadores no processo.

Fonte: Adaptado de Moraes (2000).

Bauermann (2002) analisa as rotinas de projeto de edifícios de andares múltiplos estruturados em aço. O autor identifica algumas causas dos principais problemas e dificuldades enfrentadas durante o processo de construção dos empreendimentos estruturados em aço. Dentre elas: (a) dificuldade na formação de equipes multidisciplinares; (b) carência de supervisão do processo de projeto pela construtora; (c) carência de compatibilização das soluções de projeto; (d) carência de elaboração de projetos para a produção; (e) falta de padronização dos procedimentos; (f) inexistência de retroalimentação e (g) subutilização de ferramentas computacionais.

Como alternativas para melhorar o processo de projeto, diminuir as causas das patologias e aumentar a qualidade das edificações estruturadas em aço, Bauermann (2002) dentre outras medidas, propõe que:

- (a) Os sistemas construtivos industrializados sejam definidos anteriormente ao início do desenvolvimento dos projetos para a execução;

- (b) O planejamento do processo de execução seja iniciado tão logo sejam definidos os sistemas construtivos e as tecnologias e
- (c) A compatibilização das soluções comece ainda no planejamento do processo de projeto.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A identificação dos problemas relativos à contratação e planejamento do processo de projeto, em especial do processo de projeto estrutural, incluindo a identificação dos requisitos de projeto, foi feita com base em entrevistas realizadas junto a um expressivo grupo de empresas envolvidas com empreendimentos que utilizam estruturas metálicas.

Para esta análise, foram identificadas as práticas de contratação e desenvolvimento dos projetos das edificações, com ênfase no desenvolvimento do projeto estrutural. Ainda que o presente trabalho concentre a atenção nas etapas preliminares de projeto, os questionários semi-estruturados aplicados às empresas investigaram todo o ciclo de vida dos empreendimentos.

Para o desenvolvimento das entrevistas, buscou-se uma amostra de empresas que têm alguma experiência com o sistema construtivo metálico em aço e que são importantes e consolidadas na região de Belo Horizonte, MG, totalizando 25 empresas. As empresas foram distribuídas, de uma forma macro, entre empresas que desenvolvem projetos estruturais de construção metálica (11 empresas), empresas que desenvolvem projeto arquitetônico para edificações metálicas (07 empresas), empresas construtoras que foram responsáveis por construções que utilizaram o sistema estrutural metálico (02 empresas), empresas que desenvolvem o papel da coordenação de projetos e que já coordenaram projetos que utilizaram estrutura metálica (02 empresas) e empresas responsáveis pela fabricação, montagem da estrutura e que também podem eventualmente desenvolver o projeto estrutural metálico (03 empresas). Procurou-se com esta distribuição abranger os principais agentes envolvidos com o processo de projeto de um empreendimento que utiliza o sistema construtivo metálico e, desta forma, tentar confrontar as visões e opiniões destes diferentes agentes.

Devido à ênfase do presente trabalho no projeto estrutural, procurou-se entrevistar um número maior de empresas responsáveis pelo projeto estrutural. Devido à garantia firmada junto às empresas do total sigilo das identidades das mesmas, adotou-se um código para cada empresa, constituído por letras maiúsculas e números seqüenciais. Desta forma, empresas de projeto estrutural receberam a letra E (E-1 à E-11), empresas de projeto arquitetônico a letra A (A-1 à A-7), empresas construtoras a letra C (C-1 e C-2), empresas de coordenação de projetos as letras CO (CO-1 e CO-2) e as empresas fabricantes e montadoras de estruturas a letra F (F-1 à F-3).

A grande maioria das empresas entrevistadas possui mais de 15 anos de atuação no mercado. Desta forma, as informações fornecidas pelos entrevistados já foram experimentadas e confirmadas ao longo dos anos de atuação. Além disto, 80% das empresas entrevistadas podem ser consideradas como micro e pequena empresa. Assim, pode-se entender que grande parte dos projetos na construção metálica está concentrada em empresas pequenas.

Para a realização das entrevistas foi desenvolvido um roteiro básico através de questionários semi-estruturados. Estes se diferenciaram em alguns aspectos de acordo com a atuação dentro do processo de projeto de cada agente a ser entrevistado. Além disto, procurou-se utilizar perguntas que não sugerissem ou orientassem as respostas e que não provocassem respostas defensivas ou resistências por parte dos entrevistados.

Para que fossem abordadas as diversas etapas da atividade projetual, o questionário se subdividiu nos seguintes tópicos:

- (a) Caracterização da empresa e existência de sistemas de gestão do processo de projeto;
- (b) Formas de contratação das empresas e sua influência no desenvolvimento da atividade projetual;
- (c) Diretrizes utilizadas na definição do sistema estrutural, ou seja, a definição de como e porque foi selecionado o sistema estrutural em aço;
- (d) Definição dos Requisitos dos projetos, verificando a existência ou não de um Programa ou *Briefing* para desenvolvimento do projeto estrutural;

- (e) Análise das entradas de projeto;
- (f) Desenvolvimento da atividade projetual, onde buscou-se investigar como os projetos são desenvolvidos e qual a interferência das demais especialidades técnicas no desenvolvimento destes;
- (g) Análise das saídas do projeto, onde se avaliou se os dados de saída do projeto atendem aos requisitos de entrada e como estes estão sendo recebidos e utilizados pelos clientes;
- (h) Realização de análises críticas de projeto, onde se pretendeu verificar se as empresas as realizam em estágios apropriados e planejados, que podem ou não corresponder às etapas do processo de projeto;
- (i) Relação entre projetistas - onde se procurou identificar como acontece a comunicação entre os projetistas e qual a influência e participação de cada um deles na concepção e desenvolvimento das outras especialidades técnicas e
- (j) Gestão da documentação.

Para o desenvolvimento das entrevistas procurou-se estar no local de trabalho dos entrevistados de forma a também poder avaliar presencialmente a rotina diária e como as empresas se organizam. Devido ao tipo de questões das entrevistas, foi necessário que o desenvolvimento destas acontecesse com pessoas responsáveis pelas áreas técnicas e administrativas. Essas entrevistas foram gravadas com a autorização dos entrevistados.

Para o desenvolvimento da análise e interpretação dos dados, foi feita a transcrição interpretativa das idéias obtidas. Os dados foram agrupados em tabelas possibilitando o desenvolvimento de correlações e análises qualitativas sobre os aspectos abordados. No caso particular desse trabalho, são apresentadas as análises relativas à contratação e definição dos requisitos de projeto.

Uma caracterização sucinta das empresas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização das empresas estudadas.

CÓD.	TEMPO DE MERCADO (ANOS)	PORTE		ESPECIALIDADE			
		NºFUNC.	CLAS. SEBRAE	DESCRIÇÃO (PROJETO, DETALHAMENTO, ETC)	ED. ANDARES MÚLTIPLOS	ED. IND.	
E S T R U T U R A S	E-1	15	3	micro	Cálculo e projeto estrutural de estrutura metálica	X	X
	E-2	29	4	micro	Projeto estrutural de construções metálicas	-	X
	E-3	20	40	pequena	Projetos de engenharia civil (várias especialidades) de obras industriais, públicas de grande porte e edificações comerciais com caráter especial (shopping, por exemplo).	X	X
	E-4	16	25	pequena	Cálculo, projeto estrutural e detalhamento de estruturas metálicas	X	X
	E-5	15	12	pequena	Cálculo e projeto estrutural de estruturas metálicas para edificações industriais. Inclusive ampliação e modificação de estruturas existentes.	-	X
	E-6	30	1	micro	Preparo para o cálculo estrutural de construções metálicas. Engenharia de conceito.	-	X
	E-7	16	800	grande	Elaboração de projetos de engenharia civil (várias especialidades), principalmente na área de mineração.	-	X
	E-8	17	3	micro	Projeto estrutural de construções metálicas	X	X
	E-9	15	2	micro	Cálculo e projeto estrutural de estrutura metálica	X	X
	E-10	27	22	pequena	Engenharia de conceito. Projeto de engenharia civil (várias especialidades), principalmente para a área industrial	X	X
	E-11	15	70 (sendo 5 sócios)	média	Projeto de engenharia civil (várias especialidades)	-	X
A R Q U I T E T U R A	A-1	10	14 (4 arq + 10 est)	pequena	residências, concursos públicos	X	-
	A-2	5	2 arq.	micro	residências, reformas e edifícios industriais	X	X
	A-3	23	3 arq.	micro	habitação e edificações institucionais	X	-
	A-4	6	3 (1 arq + 1 eng+ 1 est)	micro	prédios multifamiliares	X	-
	A-5	33	15	pequena	todas as especialidades	X	-
	A-6	21	2 (1arq + 1 est)	micro	principalmente edificações comerciais (lojas e concessionária), mas faz todas as especialidades	X	-
	A-7	17	3	micro	edificações residenciais, comerciais e industriais; desenho urbano; arquitetura de interiores e design de imobiliário.	X	X
C O N S	C-1	21	30	pequena	edificações comerciais, industriais e residenciais	X	X
	C-2	20	500	grande	residencial	X	-
C O O R D	CO-1	6	3 (1 arq + 1 eng+ 1 est.)	micro	consultoria de gestão de empreendimentos (compatibilização de projetos, custo, qualidade)	X	-
	CO-2	12	22	pequena	gerenciamento de projetos na construção civil (porte corporativo) e projeto de arquitetura	X	X
F A B	F-1	10	70	pequena	estrutura metálica (projeto estrutural, fabricação e montagem)	X	X
	F-2	15	60	pequena	estrutura metálica (projeto estrutural, fabricação e montagem)	X	X
	F-3	36	3000	grande	estrutura metálica (projeto estrutural, fabricação e montagem)	X	X

OBS: Legenda: CÓD. - Código atribuído às empresas entrevistadas; No. FUNC. - Número de funcionários das empresas entrevistadas; CLAS. - Classificação; ED. - Edificações; IND. - Industriais; CONS - Construtores; COORD - Coordenação; FAB - Fabricantes; arq - arquitetos; eng - engenheiros; est - estagiários.

4 CONSIDERAÇÕES SOBRE AS ETAPAS INICIAIS DE DESENVOLVIMENTO DOS PROJETOS

A partir das entrevistas realizadas, foi possível tabular os dados relativos às práticas mais comuns de contratação dos projetos e determinação dos requisitos de entrada dos mesmos.

4.1 Contratação dos Projetos

Com relação às formas de contratação dos projetos, uma síntese dos dados obtidos é apresentada na Tabela 3 abaixo. Por questões de brevidade, somente são apresentados os dados relativos à contratação das empresas de projeto estrutural.

5 A análise dos dados da tabela indica certa variedade de circunstâncias de contratação do projeto estrutural, em função das peculiaridades dos empreendimentos e dos agentes responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos. De uma maneira geral, não se pode verificar um “padrão” com relação aos agentes contratantes: variam desde o cliente final até outras empresas de projeto ou gerenciamento, que subcontratam a execução dos projetos e as atividades de fabricação e montagem. Essa variedade de formas de contratação dificulta, por parte dos agentes de desenvolvimento dos projetos, a consolidação de procedimentos ou rotinas para elaboração de propostas técnicas e/ou comerciais, dada a variedade de circunstâncias.

No caso particular dos projetistas de estruturas, de maneira geral observa-se a subcontratação de parte das atividades de projeto. Em expressivo número de empresas a subcontratação não se refere apenas a atividades menos essenciais (como a elaboração de desenhos ou o detalhamento de elementos estruturais), mas também ao próprio núcleo de concepção da estrutura. Isso ocorre, com alguma frequência, pelo fato de que algumas empresas, especializadas no projeto estrutural, não contam em seu corpo técnico com profissionais capacitados para atividades específicas, como é o caso do detalhamento das interfaces entre a estrutura e projetos complementares. Ocorre ainda o fato de que, em função de alguns projetos serem de maior porte, a empresa não conta com um número suficiente de profissionais para a execução das atividades projetuais nos prazos definidos nos contratos, recorrendo a outros profissionais.

De maneira geral, observa-se que a contratação do projeto estrutural é tardia, se considerarmos as práticas mais recomendadas de projeto, utilizando os princípios do projeto simultâneo. Apenas duas das empresas de projeto estrutural entrevistadas são contratadas no início do empreendimento. As demais são contratadas após o término do anteprojeto de arquitetura, antes do projeto legal ou mesmo com o projeto arquitetônico finalizado e aprovado nos órgãos competentes.

Em projetos destinados a edificações industriais, onde projetos arquitetônicos não são desenvolvidos, 5 das 11 empresas de projeto estrutural entrevistadas são contratadas com base em diretrizes de projeto definidas pelo cliente ou mesmo com o Projeto Básico de Estruturas (PBE) finalizado.

Diferentemente de arquitetos e construtores, as empresas de projeto de estruturas metálicas entrevistadas não costumam trabalhar diretamente com o cliente final. É comum que sejam subcontratadas por grandes empresas de projeto de engenharia ou empresas especialistas em projeto de estruturas de concreto. Quando a contratação ocorre desta forma, é muito rara a comunicação direta com o cliente final da edificação. Todas as informações necessárias ao desenvolvimento dos projetos são apresentadas através da empresa contratante.

Não existe nenhuma relação de periodicidade de contratação entre as empresas contratantes e contratadas. Não há uma sistematização para a escolha dos profissionais que desenvolverão o projeto estrutural de um empreendimento que utiliza estrutura metálica. Não foram observadas parcerias entre as empresas. O que foi possível perceber é que apesar de alguns clientes contratarem mais vezes a mesma empresa, as contratações dependem da demanda do mercado e acontecem de forma atípica na grande maioria dos casos entrevistados.

Em alguns casos as empresas contratantes, normalmente as siderúrgicas e mineradoras, costumam manter contratos tipo “guarda-chuvas” com algumas empresas de projeto. Estes buscam facilitar o processo de contratação, pois apresentam uma negociação prévia de valores e de condições gerais dos serviços a serem prestados durante a vigência do contrato. São contratos de longo prazo, normalmente anuais. Porém a contratação é realizada por empreendimento e não existe um padrão definido. A empresa contratada não tem a garantia prévia do desenvolvimento de nenhum empreendimento e nem que haverá algum faturamento durante a vigência do contrato “guarda-chuva”.

Apesar de ser bastante significativo o número de empresas de projeto de estruturas que não tem nenhum procedimento formal com relação à elaboração das propostas técnicas e comerciais (cerca de 3 empresas), a grande maioria das empresas entrevistadas segue algum tipo de padrão. Algumas seguem apenas o padrão

exigido pelas empresas contratantes na elaboração do contrato “guarda-chuva”, não utilizando nenhum outro padrão para os contratos com os outros clientes. O que foi possível perceber é que, em grande parte dos casos, as propostas seguem uma estrutura padrão que varia de acordo com o tipo de serviço a ser executado e com o tipo de empreendimento a ser desenvolvido. Podem incluir: escopo e fora de escopo, premissas, especificações de normas, especificações de cálculo, documentos preliminares, custo, quantitativo de desenhos e de peso da estrutura, forma de pagamento, prazo, validade da proposta e condições gerais. É comum que as empresas contratantes também exijam alguns anexos às propostas. Algumas poucas empresas relataram que costumam desenvolver duas propostas: uma técnica e outra comercial. Afirmaram que é necessário, uma vez que as decisões técnicas e comerciais são tratadas por pessoas diferentes dentro da empresa contratante e é comum que as propostas comerciais necessitem de um certo sigilo, pois costumam não ser de conhecimento de todas as pessoas, principalmente da área técnica.

O custo do projeto especificado nas propostas comerciais das empresas entrevistadas é definido de várias formas. No caso de empresas de projeto estrutural podem ser estimados pelo valor de hora gasta no desenvolvimento dos projetos, mas o mais comum é estimar um valor a ser remunerado por formato de desenho entregue a empresa contratante. Pode-se perceber uma tendência à definição do custo pelos próprios profissionais contratantes, pois 7 empresas das 11 empresas de projeto estrutural entrevistadas são contratados desta forma. Porém, mesmo quando o valor não é imposto pelo contratante, 60% das empresas relataram que há uma negociação com este antes da assinatura do contrato.

No caso de empresas fabricantes de estruturas que também desenvolvem o projeto estrutural, o custo do projeto está diluído dentro de uma planilha de orçamentos que também engloba o custo da fabricação e montagem da estrutura. Não orçam o valor do projeto separado, pois afirmam que vendem o serviço completo desde o projeto da estrutura até a montagem final no canteiro, não vendendo separadamente o desenvolvimento do projeto estrutural. Caso o projeto estrutural já chegue pronto à fábrica, o valor destinado ao desenvolvimento deste, normalmente 3%, é retirado da planilha.

Segundo os entrevistados, uma das maiores causas de problemas no processo de projeto se relaciona principalmente a dois fatores: valores e prazos de desenvolvimento dos projetos. Estes, quando insuficientes, afetam desde a etapa de planejamento até as fases de elaboração e análises críticas. Notou-se nas entrevistas que na construção civil há uma grande influência do mercado na definição dos custos e prazos dos projetos.

Segundo as empresas entrevistadas, um dos fatores que pode ter agravado a deterioração dos valores dos projetos é a escassez de empreendimentos que utilizam a estrutura metálica na construção civil. Isso, aliado a grande quantidade de profissionais que antigamente estavam se formando, fez com que existissem mais profissionais de projeto estrutural metálico do que oferta de trabalho, deteriorando o valor do projeto.

A escassez de empreendimentos de andares múltiplos em aço na construção civil e a má remuneração dos trabalhos acarretaram uma diminuição da oferta de profissionais especializados em construções metálicas na construção civil. Estes acabaram migrando para projetos estruturais de outros sistemas construtivos. Aliado a isto, a grande oferta de projetos industriais fez com que os profissionais que elaboram projetos estruturais em aço existentes se especializassem neste setor.

Por outro lado, algumas das empresas entrevistadas consideraram que no mercado há certa carência de profissionais capacitados a projetarem estruturas metálicas. Em particular, há carência de profissionais que desenvolvam um “conceito” ou programa preliminar do projeto, bem como aqueles que têm conhecimentos técnicos para elaborarem o detalhamento dos sistemas de montagem e definirem a interface entre as estruturas metálicas e os sistemas de vedação e revestimento.

Sendo assim, os projetos existentes ficam a cargo de poucos profissionais especialistas no desenvolvimento de projetos estruturais metálicos. Isto, juntamente com prazos restritos para o desenvolvimento dos projetos e a falta de equipes de projetos internas às empresas contratadas, acabam sobrecarregando as empresas de projeto estrutural metálico. Dentre estes fatores que impedem que as empresas de projeto mantenham profissionais internos estão: contratação esporádica das empresas de projeto; falta de vínculo entre empresas contratantes e empresas de

projeto estrutural; alto custo para que as empresas de projeto mantenham equipes internas de projeto e baixos valores dos projetos. Para que estas consigam atender aos contratantes acabam realizando subcontratações de outros profissionais de projeto. A Figura 3 esquematiza uma seqüência de fatores que podem favorecer a diminuição da qualidade do processo de projeto estrutural.

Tabela 3 – Contratação das empresas de projeto estrutural.

COD	CONTRATAÇÃO							
	QUEM CONTRATA	SUB-CONTRATA	RELAÇÃO	QUANDO	PROPOSTA COMERCIAL	CUSTO	PRAZO	
ESTRUTURAS	E-1	Construtor, fabricantes, arquiteto, órgãos públicos; empreendedores	NÃO. Apenas detalhamento em empresas menores.	sem padrão definido	APA pronto (antes da aprovação), às vezes auxilia no projeto arquitetônico.	De acordo com o serviço/ cliente. Escopo (consultoria cálculo e projeto), prazo e preço.	o próprio profissional define	Contratante
	E-2	grandes empresas de projeto.	SIM. Projetistas	sem padrão definido. Depende da demanda de mercado.	projeto conceitual da indústria (arquitetônico). Tem desenhos e especificações.	Proposta técnica e comercial (pessoas diferentes). Tem um padrão: objeto, descrição do fornecimento, quantitativo da estrutura de aço, prazo, especificações de cálculo.	o próprio profissional propõe e há uma negociação do cliente.	Contratante
	E-3	Grandes siderúrgicas ou construtoras.	SIM. Detalhamento, arquitetura, instalação elétrica e hidráulica.	sem padrão definido. Depende da demanda de projeto. Mas também trabalha com contrato guarda-chuva.	Existe um arranjo, layout básico ou arquitetura básica. Às vezes fazem a arquitetura após definição das necessidades dos clientes ou equipamentos.	Tem um padrão, mas algumas empresas grandes exigem determinados anexos à estes contratos. Tem escopo, fora de escopo, documentos de referência que foram utilizados para fazer a proposta, prazos, quantitativo estimado de desenhos e horas, formas de pagamento e garantias.	o próprio profissional propõe e há uma negociação do cliente.	Contratante
	E-4	Fabricante de estrutura metálica, empresas de consultoria, siderúrgicas e mineradoras, empresas multidisciplinares de engenharia (parte de aço)	-	sem padrão definido. Depende da demanda de projeto. Mas também trabalha com contrato guarda-chuva.	CA e projeto pronto: desenvolvem DTE. Ou a partir de dados básicos estruturais fazem CA, PBE e DTE.	Tem um padrão. Inclui escopo, quantidade de desenhos de projeto, custo, prazo e condições gerais.	o próprio profissional propõe e há uma negociação do cliente.	se adequa ao prazo do empreendimento após negociação com contratante.
	E-5	mineradoras através de concorrências	NÃO	contrato guarda-chuva.	PBE (linhas gerais de dimensões do edifício, com lançamento da estrutura). Não existe projeto de arquitetura (muito raro).	Tem um padrão. Inclui escopo, custo, prazo.	Em parte definido nas licitações. Demais: valor por hora definido pelo projetista e negociado pelo contratante.	Contratante
	E-6	Empresas siderúrgicas, firmas que trabalham com concreto e subcontratam a parte de aço.	1 calculista e 2 cadistas	sem padrão definido. Depende da demanda de projeto.	Projeto industrial normalmente não tem projeto de arquitetura. Quando tem arquitetura, é após a finalização dela, antes das disciplinas de concreto.	Sem padrão.	o profissional define em função do volume do trabalho a ser feito.	quantidade de trabalho do escritório. Negocia com os clientes sem ficar sujeito aos prazos impostos.
	E-7	mineradoras	SIM. Pequenas empresas de projeto.	contrato guarda-chuva.	início do empreendimento	Contrato guarda-chuva feito pelas empresas contratantes. Engloba todas as disciplinas de projeto	Definido pela empresa contratante.	Contratante. São curtos.
	E-8	Subcontratados de grandes empresas de projeto e engenharia. Outros clientes particulares.	SIM. Contrata projetistas autônomos. É caro manter uma equipe interna de projetos.	sem padrão definido. Depende da demanda de projeto. Contrato por obra.	Projeto industrial normalmente não tem projeto de arquitetura. Às vezes com o PBE. Clientes particulares, após projeto de arquitetura.	Sem padrão.	Após análise do PBE, definem custo a partir do n° de desenhos. Tem um custo por formato entregue.	Contratante. São curtos.
	E-9	Subcontratados de grandes empresas de projeto e engenharia. Fabricantes de estrutura. Siderúrgica e mineradoras.	Subcontrata a parte de desenho.	sem padrão definido. Depende da demanda de projetos, mas alguns clientes sempre voltam.	Às vezes no início da concorrência. Projeto industrial normalmente não tem projeto de arquitetura. A partir de premissas básicas do PBE.	Tem um padrão. Inclui escopo, premissas, especificações de normas, documentos preliminares, custo, forma de pagamento, prazo, validade da proposta.	o profissional define mas negocia com o cliente. Não se sujeita ao leilão de preço.	Contratante. São curtos.
	E-10	Grandes empresas de projeto de engenharia e empreiteiras. Clientes particulares.	Não	sem padrão definido. Depende da demanda de projeto. Contrato por obra.	Faz o projeto de arquitetura. Chega à empresa um layout conceitual de como vai ser o empreendimento.	Não tem um padrão, mas costuma ter definido escopo e fora do escopo, prazo, e custo.	Define, mas existe um padrão do mercado.	Contratante. São curtos.
	E-11	Siderúrgicas e Mineradoras	SIM. Não tem como manter grandes equipes de projeto. É muito caro e os projetos são sazonais para manter ter um "almoxarifado de pessoas".	Os mesmos clientes quase sempre com contrato de longo prazo (guarda-chuva). Contrato anual.	A partir da detecção por parte dos clientes da necessidade do projeto.	Contrato guarda-chuva feito pela empresa contratante.	Contrato guarda-chuva remunera por formato entregue ou por hora gasta, definido pelo contratante. Valores baseados no mercado e calibrados entre contratante e contratado durante a negociação do contrato.	Contratante

OBS: Legenda: APA – Anteprojeto de Arquitetura; PEA – Projeto Executivo de Arquitetura; PL – Projeto Legal; PBE – Projeto Básico de Estruturas.

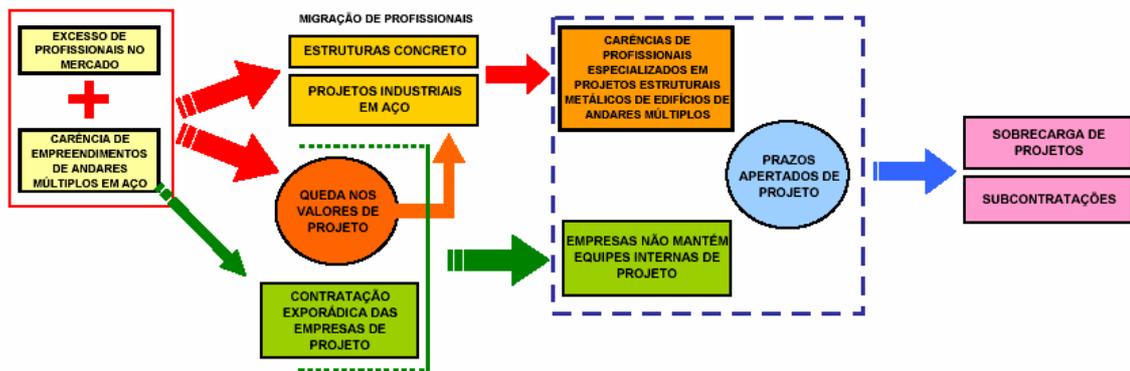


Figura 3 – Representação esquemática de fatores que interferem na qualidade dos projetos estruturais.

As subcontratações propiciam com que o projeto estrutural acabe sendo desenvolvido por vários agentes. Esta fragmentação do processo produtivo facilita o desconhecimento por parte do profissional subcontratado do conjunto do projeto estrutural e sua relação com as demais especialidades técnicas de projeto. Aliado a estes fatores, a falta de uma relação de parceria e a contratação esporádica das empresas, faz com que as empresas subcontratadas não estejam ligadas à cultura da empresa contratante, acarretando em pouco comprometimento com o resultado final do empreendimento. Desta forma, as responsabilidades e interesses das empresas subcontratadas se reduzem ao desenvolvimento dos projetos a que foram contratados, o que pode favorecer a diminuição da qualidade do processo de projeto.

Por outro lado, outro aspecto comentado pelos projetistas de estruturas é o fato de que, com frequência, os profissionais das empresas contratantes do projeto não tem conhecimento técnico para definir os requisitos do projeto ou condições de avaliar o custo dos projetos, tendendo a uma subvalorização dos valores de remuneração.

A falta de capacidade de algumas empresas contratantes em contratar projetos de engenharia relatada pelas empresas entrevistadas, também pode influenciar no tempo destinado aos projetos. Como os responsáveis pela contratação das empresas de projeto às vezes pertencem a áreas administrativas das empresas e não conhecem ou são pouco informados sobre a área técnica, não conseguem visualizar qual é o tempo necessário para o desenvolvimento dos projetos que estão contratando. Além disto, a necessidade de colocar as edificações a serem projetadas

em operação o mais rapidamente possível, faz com que muitas vezes a etapa de projetos seja desenvolvida paralelamente à construção. Não há tempo hábil para finalizar o projeto ou definir os equipamentos que serão utilizados. Não há verificação dos projetos. Desta forma, ocorrem perdas de peças que já estão sendo fabricadas ou são necessários reforços em estruturas já montadas.

4.2 Seleção do Sistema Estrutural

A Tabela 4 resume as principais observações feitas nas entrevistas quanto a forma de definição do sistema estrutural dos empreendimentos. Por razões de brevidade, só estão sendo consideradas as informações fornecidas pelos projetistas estruturais.

Para que o sistema estrutural metálico atinja seu potencial de racionalização da construção minimizando custos, torna-se necessário que o conceito do projeto e algumas definições projetuais sejam realizadas na etapa preliminar do processo de projeto, nos estudos preliminares para os anteprojetos. Assim poderão ser considerados aspectos como modularização, possibilidade de padronização de elementos estruturais e definição de parâmetros que melhorem as condições de fabricação e montagem (construtibilidade).

Segundo a ABECE (2007), durante as fases de apoio à concepção e definição do empreendimento, as empresas de projeto estrutural deveriam desenvolver análises comparativas das alternativas estruturais para que seja definido o sistema estrutural a ser adotado. Desta forma, os profissionais de projeto podem conceber o produto de acordo com os requisitos específicos da estrutura metálica e então, todas as potencialidades deste sistema construtivo podem ser abordadas corretamente, sem que haja desperdícios, retrabalho e improvisações na obra.

A análise das informações fornecidas pelas empresas aponta para o fato de que a participação “antecipada” dos projetistas de estruturas metálicas na concepção do empreendimento e seleção do sistema estrutural ocorre regularmente no caso de obras industriais, sobretudo para os setores de mineração e metalurgia.

Nos empreendimentos de edifícios múltiplos a prática mais comum é a contratação tardia do projeto de estruturas metálicas, muitas vezes quando o projeto arquitetônico já foi aprovado. Em não poucos casos, a concepção original do empreendimento aponta para uma estrutura convencional em concreto armado, e a

opção pela estrutura metálica, ocorrendo tardiamente, restringe o potencial de racionalização desse tipo de estrutura. Na grande maioria dos casos, os projetistas, fabricantes e/ou montadores das estruturas não são consultados sobre a escolha do sistema estrutural.

O motivo pelo qual acontece a escolha pela utilização da estrutura metálica pode ser bastante variado. Porém, grande parte das empresas entrevistadas afirmou que em muitos casos a utilização deste sistema estrutural está implícita no tipo de uso do empreendimento. Algumas necessidades específicas de projeto também podem determinar a utilização da estrutura metálica, como principalmente: necessidade de grandes vãos e velocidade construtiva.

Tabela 4 - Escolha do Sistema Estrutural Metálico.

CÓD.	ESCOLHA SISTEMA ESTRUTURAL						SIST. INDUST.	
	QUANDO DEFINE	PORQUE	QUEM DEFINE	PARTICIPA NA ESCOLHA	INFLUÊNCIA NO PROJETO / PARTICIPAÇÃO	S / N	QUAL	
	ESTRUTURAS	E-1	no início do empreendimento	está implícito no tipo de uso do empreendimento	A empresa que contrata define.	NÃO	não respondeu	SIM
E-2		já está definido quando o projeto chega para ele	está implícito no tipo de uso do empreendimento	Arquiteto e equipe de projetos provêm informações, mas quem define é o patrocinador do empreendimento	NÃO	Precisão de milímetro. Necessita de "boas técnicas de engenharia": fazer detalhe adequado que seja fácil de fabricar e que tenha o melhor comportamento estrutural possível.	-	-
E-3		no início do empreendimento	está implícito no tipo de uso do empreendimento	Arquiteto e equipe de projetos provêm informações, mas quem define é o patrocinador do empreendimento	meio a meio	opina sobre o que é mais indicado para cada tipo de construção e ajuda na definição da modulação.	SIM	painel de vedação, lajes steel deck, pré-moldados de concreto.
E-4		no início do empreendimento	está implícito no tipo de uso do empreendimento.	Arquiteto e equipe de projetos provêm informações, mas quem define é o patrocinador do empreendimento principalmente baseado no custo.	às vezes	tem que nascer metálico. Arquitetos são grandes direcionadores do aço. Já chega definido aos profissionais, mas quando o cálculo não está pronto eles influenciam.	NÃO	-
E-5			já está definido quando o projeto chega para ele		NÃO	-	NÃO	-
E-6			já está definido quando o projeto chega para ele		NÃO	Projeta o conceito da estrutura. Detalhe de como vai ser feito.	NÃO	-
E-7		Durante o estudo de viabilidade	O tipo de projeto pede, mas o que define é custo e prazo.	O cliente pede para estudar opções e define.	SIM	pensar em todos os detalhes no início do projeto.	SIM	pré-moldados de concreto.
E-8			já está definido quando o projeto chega para ele		NÃO	pensar em todos os detalhes no início do projeto.	SIM	lajes steel deck
E-9		já está definido quando o projeto chega para ele	Prazo e tipo de construção. Edificações industriais: culturalmente metálica. Preço não influencia	já está definido quando chega para ele	NÃO	tem que nascer metálico. Pensar em todos os detalhes no início do projeto.	NÃO	-
E-10		Durante o estudo de viabilidade do empreendimento.	prazo e características da construção. Porém o preço é decisivo na escolha (pode inviabilizar).	Arquiteto e equipe de projetos provêm informações, mas quem define é o patrocinador do empreendimento principalmente baseado no custo.	SIM. Faz estudos para identificar custos e benefícios.	cuidados arquitetônicos ao fazer um prédio de andares múltiplos em aço (comercial e residencial): encontro alvenaria e estrutura devido ao comportamento deferente dos materiais.	NÃO pouco	painel de vedação
E-11		no início do empreendimento	está implícito no tipo de uso do empreendimento	Arquiteto e equipe de projetos provêm informações, mas quem define é o patrocinador do empreendimento	SIM	tem que nascer metálico	NÃO	-

Um dos problemas citados pelas empresas entrevistadas que prejudicam na escolha por este sistema construtivo é a falta de sistemas construtivos complementares e industrializados que sejam compatíveis com a estrutura metálica, principalmente acabamentos e vedação. Segundo as empresas entrevistadas, a utilização destes ainda é pouco difundida e há pouca opção no mercado. Para estes, não existem informações suficientes sobre elementos industrializados de construção para subsidiar os projetos. Na grande maioria dos casos, apenas o sistema de lajes pré-fabricadas em concreto ou a laje steel deck são citados como sistemas industrializados utilizados juntamente à estrutura metálica. O que acontece com frequência é que, apesar de ser utilizado um sistema estrutural industrializado como a estrutura metálica, as demais etapas da construção acontecem utilizando sistemas convencionais não industrializados de construção. O sistema de vedação em alvenaria é um exemplo da não industrialização da construção. Este é largamente utilizado com a estrutura metálica e devido à forma manufatureira de execução desta, principalmente devido à falta de projetos para a produção, apresenta problemas de interfaces com a estrutura metálica e acaba atrasando o desenvolvimento da construção.

4.3 Especificação dos Requisitos de Projeto

Uma síntese das principais informações relativas a definição dos requisitos de projeto é mostrada na Tabela 5.

Segundo Melhado e Cambiaghi (2006) as empresas de projeto, para desenvolverem projetos de qualidade, devem identificar corretamente as necessidades, restrições e expectativas dos clientes para o desenvolvimento, análise crítica, verificação, validação e avaliação dos resultados dos projetos. Estas necessidades, expectativas e restrições são denominadas aqui como requisitos para o projeto. Estes podem ser declarados pelo contratante e incluir requisitos de entrega e pós-entrega do projeto, ou estar implícitos, não sendo declarados pelo contratante e serem requisitos de normas técnicas, regulamentos, legislações ou serem requisitos advindos de práticas consolidadas.

As 11 empresas de projeto estrutural, quando questionadas sobre quais são os requisitos necessários para o desenvolvimento dos seus projetos, afirmaram que

são: necessidades dos clientes (4 empresas); normas nacionais e internacionais (3 empresas); projeto de arquitetura (4 empresas) e especificações técnicas de equipamentos e carregamentos (6 empresas). Esses requisitos podem chegar já desenvolvidos à empresa de projeto estrutural ou mesmo estarem definidos pelo projeto de arquitetura ou pela engenharia básica, nos caso dos empreendimentos de obras industriais. É rara a realização de reuniões destes profissionais com os clientes para esclarecimento ou elaboração do programa de necessidades, e apenas três empresas indicaram fazê-lo.

Tabela 5 - Requisitos para o desenvolvimento dos projetos.

CÓD	REQUISITOS PARA PROJETO						
	QUAIS SÃO	COMO SÃO DEFINIDOS	PROGRAMA FORMAL			SOFREM ALTERAÇÕES	
			EXISTE (S/N)	PARTICIPA DO DESENVOLVIMENTO	CLIENTE VALIDA (S/N)		
ESTRUTURAS	E-1	arquitetura, normas brasileira e internacionais	projeto arquitetônico e engenharia básica	SIM	Cliente e profissionais	SIM	SIM
	E-2	normas, especificações técnicas e arquitetura.	projeto arquitetônico e engenharia básica	SIM	NÃO	NÃO	SIM. Mudança de equipamentos.
	E-3	normas, especificações técnicas e arquitetura.	projeto arquitetônico e engenharia básica. Cliente informa normas específicas.	SIM	SIM, junto com o arquiteto e o cliente	SIM	SIM. O que geram revisões e incompatibilizações. Prazo não muda.
	E-4	necessidades dos clientes.	arquitetura define	SIM	NÃO	SIM	SIM
	E-5	carregamentos, equipamentos	Já chegam prontos à empresa.	SIM	NÃO	SIM por reuniões.	SIM
	E-6	necessidades dos clientes.	Conversa com o cliente, vai ao local da obra fazer levantamentos, pesquisa documentos.	NÃO	NÃO	NÃO	SIM
	E-7	necessidades dos clientes.	Reuniões com os clientes.	SIM	SIM, junto com o cliente	SIM	SIM
	E-8	Projeto de arquitetura e caderno anexo com especificações.	recebe pronto	SIM	NÃO	SIM	NÃO
	E-9	necessidades dos clientes.	São mal definidos pelos contratantes	NÃO	NÃO	NÃO	SIM. Mudança de equipamentos.
	E-10	Equipamentos delimitam o caminho.	chega um layout.	NÃO	NÃO	NÃO	-
	E-11	finalidade da estrutura, quais equipamentos serão abrigados e requisitos destes equipamentos (carga, peso, impacto).	reuniões de esclarecimento, através de experiências de projetos anteriores. Faz um <i>check list</i> de alguns pontos e discutem com o cliente para tentar abranger tudo.	NÃO. Falou que é consolidado no anteprojeto	Usuários da edificação e profissionais.	NÃO	SIM
ARQUITETURA	A-1	necessidades dos clientes.	reuniões com os clientes.	SIM. Proposta comercial com pré-dimensionamento dos ambientes	SIM. Feito junto com o cliente.	SIM. Assinando a proposta.	-
	A-2	necessidades dos clientes, legislação específica da empresa contratante e do município	reuniões com os clientes e cooperativa.	SIM	SIM	SIM	NÃO
	A-3	necessidades dos clientes, aspectos legais.	reuniões com os clientes	SIM	Em parte. Recebe pronto algumas vezes, mas destrincha através de reunião	SIM. Assinando a proposta.	NÃO
	A-4	necessidades dos clientes (mercado), custo final da edificação, estrutura aparente.	Cliente, mercado e padrão Caixa Econômica Federal.	NÃO	faz internamente.	NÃO	-
	A-5	necessidades dos clientes	Tudo é discutido. Tudo se define a partir de reuniões.	SIM	SIM	SIM	-
	A-6	necessidades dos clientes	Em reuniões. Tem que "fazer uma leitura dos clientes"	NÃO	NÃO	NÃO	-
	A-7	necessidades dos clientes	Às vezes o programa já chega pronto e tem que ser ajustado através de reuniões.	SIM (ata de reunião)	SIM, em parte. Nas reuniões iniciais.	NÃO	SIM, após AP
COORDENAÇÃO COM O CLIENTE	C-1	Exigências legais, necessidades dos clientes.	reuniões com os clientes	NÃO	NÃO	NÃO	Pode sofrer. Os projetos são refeitos.
	C-2	Necessidade de mercado (demanda).	Identificado pelo setor de vendas. Definido pela construtora.	NÃO	NÃO	NÃO	-
	CO-1	Necessidade de mercado.	pesquisa de mercado, estudo de viabilidade e legislação.	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
CO-2	Programa do empreendimento	reuniões técnicas com a equipe do cliente, usuário da edificação e o cliente final.	SIM	SIM	SIM. Etapa remunerada.	SIM. O cliente muda o que ele quer. Podem surgir mudanças importantes que podem comprometer o desempenho da edificação.	
FABRICANTES	F-1	Finalidade do projeto. Necessidade dos vãos. Projeto arquitetônico. Normas.	Chega já definido, mas faz reuniões para clarear idéias.	SIM. Atas de reunião	SIM	SIM	SIM
	F-2	Respeitar a arquitetura, normas técnicas e cargas dependendo do uso.	O arquitetônico define (90%) as dúvidas são retiradas e informações são completadas (principalmente de cargas) em reuniões.	SIM	SIM	SIM. Procedimento de segurança / garantia.	SIM
	F-3	Especificações exclusivas dos clientes, as normas a serem adotadas (legislação internacional específica)	Vêm no projeto arquitetônico ou já vêm padronizados (cliente internacional ou edital de licitação) ou é definido por reuniões.	SIM	SIM	SIM	SIM, devido à alterações das necessidades do cliente

Como já afirmado anteriormente, para algumas empresas os requisitos de projetos são mal definidos pelas empresas contratantes, particularmente para o caso da estrutura metálica. Esta falha no processo de projeto pode ocorrer devido a vários motivos. Para as empresas entrevistadas, as empresas contratantes têm pouco conhecimento do que necessitam, não sendo capazes de contratar corretamente os serviços de engenharia. Não conhecem o sistema construtivo metálico. Também não valorizam a etapa de projetos, não a encarando como estratégica para o desenvolvimento de um empreendimento com qualidade. Sendo assim, não contratam todos os profissionais de projeto na etapa de planejamento da construção.

Desta forma, em projetos de andares múltiplos, como também indicado anteriormente, apenas os arquitetos são contratados no início do empreendimento e participam do desenvolvimento do programa de necessidades. Os profissionais de projeto estrutural são contratados somente após o desenvolvimento de algumas etapas do projeto arquitetônico. E, às vezes, são subcontratados de grandes empresas de projeto, não conseguindo um contato direto com o cliente, não possuindo uma visão de todo o conjunto do empreendimento. Sendo assim, acabam sendo obrigados a resolver durante o projeto questões mal esclarecidas nos programas de necessidades, devido ao fato dos requisitos de projeto não serem especificados corretamente.

Para Melhado e Cambiaghi (2006), os requisitos de projeto devem ser formalizados e registrados em um programa de necessidades ou briefing. Este documento deve englobar todos os parâmetros e exigências a serem abordados pelo empreendimento a ser projetado. Deve ser validado pelo contratante e continuamente atualizado. Caso o contratante apresente um programa de necessidades previamente elaborado, cabe à empresa de projeto contratada analisá-lo e verificar sua completude. O programa de necessidades deve ser desenvolvido com critério a partir de uma especificação completa de todos os requisitos de projeto. Quanto mais completo estiver, menor a chance de haver alterações no programa de necessidades devido a mudanças nos requisitos de projeto. Devem ser desenvolvidos e validados pelos contratantes antes do início do desenvolvimento

dos projetos para garantir que desde a concepção, os projetos serão de qualidade, pois estarão atendendo as necessidades e expectativas dos clientes.

Das 25 empresas entrevistadas, 16 empresas responderam que desenvolvem seus projetos a partir de algum documento formal que aborda as necessidades dos projetos. Porém com o desenvolvimento das entrevistas, ficou claro que quando existe um programa de necessidades formal do empreendimento, este é focado no desenvolvimento do projeto de arquitetura e não engloba aspectos relativos aos requisitos necessários aos demais projetos (estrutural metálico e das demais disciplinas técnicas). Pode-se perceber também que as empresas de arquitetura não mencionam como requisitos para o desenvolvimento dos seus projetos as informações sobre a estrutura metálica. Desta forma, estas informações não fazem parte do programa de necessidades do empreendimento (quando este existe). Assim, as potencialidades da estrutura metálica não são consideradas na concepção do projeto arquitetônico.

Pode-se perceber que grande parte das empresas de projeto estrutural considera como programa de necessidades formal do empreendimento o projeto de arquitetura. Considerando que o projeto de arquitetura, por mais completo que esteja, pode não englobar ou explicitar todas as necessidades dos clientes para o desenvolvimento do projeto estrutural, para a análise das respostas das entrevistas estes não serão considerados como programa de necessidades. Sendo assim, apenas 4 empresas que desenvolvem o projeto estrutural seguem um programa de necessidades formal do empreendimento. Algumas empresas consideram como programa de necessidades formal as atas das reuniões com os clientes. Algumas poucas empresas desenvolvem reuniões com os clientes para destrinchar ou esclarecer dúvidas sobre o programa de necessidades. Raramente as empresas de projeto estrutural participam do desenvolvimento do programa de necessidades (4 empresas entrevistadas). Quem realmente o elabora acaba sendo a empresa de arquitetura.

Com relação à validação do programa de necessidades, 14 das 16 empresas que utilizam um programa formal, chegam a realizar uma validação deste com o cliente. Esta validação ocorre através de atas de reunião ou assinando a proposta comercial, quando o programa formal está discriminado nesta.

As alterações nos requisitos de projeto, caso aconteçam após o início do desenvolvimento dos projetos, podem implicar em grande retrabalho. Por isso, devem ser ponderadas para que apenas as alterações extremamente necessárias sejam adotadas. Segundo Melhado e Cambiaghi (2006), caso haja alterações nestes requisitos, a documentação correspondente deve ser complementada e os profissionais envolvidos devem ser informados, o que raramente acontece no caso das empresas estudadas.

Com relação aos projetos desenvolvidos pelas empresas entrevistadas, 20 das 25 empresas entrevistadas responderam que há alterações nos requisitos dos projetos. Essas alterações ocorrem principalmente devido a mudanças nos parâmetros arquitetônicos dos empreendimentos e em função de alterações nas especificações dos equipamentos a serem utilizados, impactando no dimensionamento dos espaços e das cargas de trabalho. Também é relativamente comum a ocorrência de modificações em função de terem sido assumidos anteriormente parâmetros projetuais pouco precisos ou não definidos pelo contratante e assumidos pelas empresas de projeto.

Segundo as empresas entrevistadas, quando acontecem alterações nos requisitos dos projetos, o prazo para entrega raramente é modificado. Desta forma, podem favorecer o surgimento de interferências e incompatibilidades entre disciplinas de projeto, pois nem todos os profissionais são avisados a tempo ou conseguem se adequar aos novos requisitos antes do início da construção. De acordo com as empresas de coordenação de projeto entrevistadas, em não poucos casos o cliente modifica o que ele quer à medida que o projeto evolui.

4.4 Considerações Resultantes da Análise das Entrevistas

Uma hipótese freqüentemente assumida na seleção pela construção metálica é o seu potencial de racionalização da construção, particularmente pelo fato de que se utilizam elementos estruturais pré-fabricados e a montagem pode ser facilitada a partir do momento em que são considerados requisitos básicos de construtibilidade.

Ainda que em projetos de empreendimentos industriais de maior parte (como é o caso dos chamados “projetos de capital” nos setores de mineração e metalurgia) o

custo dos empreendimentos implique em um maior detalhamento dos sistemas construtivos, e sejam mais freqüentemente asseguradas as condições de racionalização e construtibilidade, a situação não é a mesma no caso de edifícios.

Com efeito, ao contrário do que se poderia esperar (haja vista o fato de que as estruturas metálicas exigiriam maior cuidado no detalhamento dos requisitos de projeto e na definição de parâmetros projetuais) na prática são observadas as mesmas deficiências no processo de projeto reportadas pela literatura recente (veja-se, por exemplo, BALLARD e KOSKELA, 1998; TILLEY, 2005 e FABRÍCIO e MELHADO, 2001). Os projetos são contratados tardiamente, há deficiências no fluxo de informações, ausência de especificações e determinação dos requisitos de entrada de projeto, ocorrem “pressões” para minimização dos custos e prazos de execução, com impacto negativo na qualidade dos projetos, e há poucos profissionais especializados no detalhamento desse tipo de sistema construtivo.

Dessa forma, foi constatado que critérios de excelência para a condução do processo de projeto, em especial a utilização de conceitos de projeto simultâneo, raramente são empregados, e os empreendimentos com estruturas metálicas na prática não se distinguem dos que utilizam estruturas convencionais.

Os protocolos ou escopos de projeto, recentemente desenvolvidos para as empresas de projeto estrutural (ABECE, 2007), já citados, raramente são utilizados. A título de esclarecimento, a Figura 4 estabelece uma comparação entre as práticas comumente observadas no mercado e as preconizadas pelos Manuais de Escopo. Nota-se que as práticas usuais de projeto não costumam contemplar a participação das empresas nas etapas preliminares do processo, reduzindo o potencial de racionalização e construtibilidade das edificações.

4.5 Algumas Diretrizes para Elaboração de Projetos de Construções Metálicas

Conforme já mencionado, são raras as ocasiões em que as empresas responsáveis pela execução dos projetos de estruturas metálicas são contratadas para dar subsídios à concepção dos empreendimentos, quando seria maximizado o potencial de racionalização desse tipo de estrutura. A título de resumo, algumas constatações, referentes a forma de contratação dos projetos, ainda que não possam ser generalizadas para outros mercados distintos do estudado, permitem

identificar ações a serem implementadas para a melhoria do processo de projeto. Algumas delas são destacadas na seqüência.

[I] Prazos insuficientes para a execução dos projetos. Este aspecto gera: (a) sobrecarga nos escritórios de projeto e conseqüentemente subcontratações e maior fragmentação do processo produtivo; (b) ausência de verificação dos projetos propiciando que projetos com falhas sejam liberados à execução na obra e (c) adoção da primeira solução apresentada para os projetos, impedindo o desenvolvimento de outras alternativas.

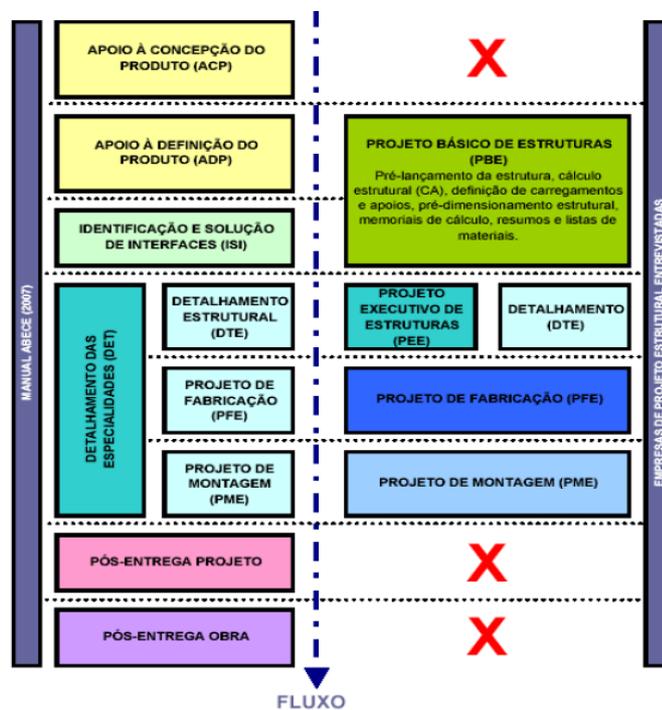


Figura 4 - Comparativo da seqüência de projeto estrutural proposta pelo manual da ABECE (2007) e a praticada nas empresas de projeto estrutural entrevistadas.

[II] Baixo valor de remuneração dos projetos. Impede que as empresas de projeto mantenham equipes internas de profissionais, gerando sobrecarga dos profissionais existentes, necessidade de subcontratações e fragmentação do processo produtivo. Conseqüentemente, implica no não comprometimento dos profissionais de projeto com a qualidade final do empreendimento.

[III] Contratação tardia dos profissionais de projeto estrutural. Implica na: (a) escolha tardia do sistema estrutural metálico; (b) exclusão dos requisitos de projeto estrutural na elaboração do programa de necessidades do empreendimento e (c)

ausência do profissional de projeto estrutural na escolha do sistema estrutural e nas etapas de concepção do empreendimento.

[IV] Escolha tardia do sistema estrutural metálico. Impede que a edificação seja pensada em estrutura metálica desde o começo do empreendimento. Desta forma, não é possível conceber o empreendimento utilizando todas as potencialidades inerentes ao sistema construtivo metálico.

[V] Falhas na definição dos requisitos de projeto. Aqui se incluem: (a) mudança de requisitos de projeto com a obra em andamento; (b) especificações tardias de equipamentos e (c) não utilização de informações sobre as necessidades de outros projetos de engenharia. Podem gerar incompatibilidades entre as diversas disciplinas de projeto, retrabalho e improvisações na obra. Sendo assim, profissionais têm que resolver questões mal esclarecidas em projeto, compatibilizar tardiamente os projetos ou realizar improvisações de obra. Possibilidade de: (a) perda de elementos estruturais já fabricados; (b) inviabilização da utilização dos equipamentos previstos, necessitando mudanças na estrutura ou no equipamento (às vezes já adquirido); (c) colocação de reforços estruturais; (d) não atendimento às expectativas do cliente e (e) diminuição da qualidade da edificação.

[VI] Carência de profissionais especializados em projetos estruturais de construções metálicas de edifícios de andares múltiplos. Desta forma, profissionais de projeto especializados em concreto armado, com pouco conhecimento sobre a estrutura metálica, ou mesmo especialistas em projetos estruturais metálicos de empreendimentos industriais, desenvolvem projetos para edifícios de andares múltiplos, adotando conceitos projetuais inapropriados, superdimensionando a estrutura. Além disto, juntamente com o pouco tempo destinado ao desenvolvimento dos projetos, acabam ocasionando redução na qualidade das soluções projetuais e da representação gráfica dos desenhos.

Vale ressaltar que esses aspectos limitam-se a considerações a respeito das formas de contratação dos projetos. Aspectos relativos ao seu desenvolvimento serão objeto de outro trabalho.

A partir dessas constatações, algumas diretrizes podem ser delineadas, especificamente para a forma de contratação dos projetos, somando-se as

recomendações reportadas pela literatura recente: a necessidade de ações estruturantes, por parte dos organismos que reúnem os agentes de projeto, no sentido de promover uma valorização da atividade projetual, a disseminação dos escopos de projeto e protocolos de desenvolvimento dos mesmos, a definição do papel dos coordenadores de projeto, a contratação antecipada dos projetos estruturais e complementares, entre outras.

Nesse contexto, entre as principais diretrizes, destacam-se:

I - Escolha de profissionais especializados em estruturas metálicas

Na etapa de contratação, para a escolha dos profissionais que desenvolverão os projetos do empreendimento que utiliza estrutura metálica deve-se, primeiramente, observar qual a característica do empreendimento. Caso o projeto de estruturas metálicas seja desenvolvido por um profissional menos familiarizado com este sistema estrutural, poderia ser oportuno sugerir a contratação de um consultor especializado.

Também é importante distinguir entre profissionais de projeto estrutural metálico voltados a edificações de andares múltiplos e os voltados a projetos industriais, uma vez que o desenvolvimento desses projetos apresenta características distintas. Apesar de todos os profissionais de projeto estrutural metálico serem capazes de desenvolver qualquer projeto, pode haver melhor aproveitamento da estrutura caso haja uma distinção da especialidade dos profissionais. Os profissionais de projetos voltados a empreendimentos que utilizam estrutura metálica devem possuir experiência em construções metálicas, pois a solução para os problemas encontrados só é possível a partir do conhecimento destes problemas e de suas implicações no desenvolvimento e no custo da obra.

II - Desenvolvimento do projeto estrutural pelo fabricante da estrutura metálica

Preferencialmente, sempre que possível, o projeto de estrutura metálica deve ser desenvolvido pelo fabricante da estrutura, pois este conhece mais do processo produtivo industrial, o que possibilita a escolha de soluções mais adequadas ao processo produtivo da fábrica, havendo o conseqüente barateamento da estrutura. Quando a empresa fabricante da estrutura metálica não for a responsável pelo desenvolvimento do projeto estrutural metálico, o projetista estrutural deve

procurar sempre consultar a fábrica e estar inteirado com o procedimento de fabricação da estrutura. Desta forma, será evitado que a solução projetual encareça a estrutura devido ao processo de fabricação da mesma não ser adequado à rotina da fábrica. Todos os profissionais envolvidos com o projeto devem estar orientados à produção da edificação que utiliza estrutura metálica. Devem visualizar a execução do projeto no canteiro de obra, procurando antever na etapa de projetos, possíveis dificuldades ou incompatibilidades.

III - Formação de profissionais especializados em estrutura metálica

Faz-se necessário um intensivo papel das instituições na formação destes profissionais. Empresas produtoras de aço também podem incentivar a formação de profissionais especializados em estrutura metálica. Além disto, podem subsidiar o desenvolvimento de novos empreendimentos metálicos, financiando a construção e barateando o custo do aço. Sendo assim, as condições para a construção com estrutura metálica estarão facilitadas, possibilitando o desenvolvimento de mais empreendimentos e conseqüentemente a formação de mais profissionais especializados em construções metálicas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Durante o desenvolvimento dos trabalhos, foi possível perceber que o processo de projeto e, em especial, o processo de projeto estrutural de construções metálicas é ineficiente em vários aspectos ao longo de suas etapas. Grande parte dos problemas tem causas gerenciais e culturais. Devem-se, em parte, ao histórico do desenvolvimento dos empreendimentos da construção civil. Também são provenientes da não-valorização dos projetos. Desta forma, as empresas de projeto acabam tendo de aceitar às condições de prazo e preço impostas pelos contratantes, pois acreditam que apenas desta forma estarão incluídas no mercado.

Porém, o caminho para a mudança da postura do mercado frente à valorização do processo de projeto também depende das próprias empresas de projeto. Uma mudança gerencial interna, a implantação de novas metodologias de desenvolvimento dos projetos voltados à qualidade das soluções projetuais, o estabelecimento de parcerias entre projetistas, a inclusão de uma visão voltada à produção, dentre outros mecanismos, possibilitam que os projetos sejam

desenvolvidos mais racionalmente, gerando grandes melhorias na qualidade dos empreendimentos. Além disto, pode possibilitar o aumento da produtividade na construção civil e a diminuição do tempo de desenvolvimento dos projetos, principalmente devido à redução do retrabalho.

O estabelecimento do desenvolvimento simultâneo dos projetos, desde o início do desenvolvimento dos empreendimentos, pode ser um caminho viável ao aumento da interatividade entre as empresas de projeto e a produção.

Para que seja possível do potencial de racionalização das estruturas metálicas, algumas questões foram evidenciadas durante o desenvolvimento deste estudo, implicando na adoção de ações corretivas a fatores gerenciais do processo de projeto. Deve-se priorizar a constante interação entre a equipe de projetos, utilizando sempre que possível o desenvolvimento simultâneo dos projetos. Além disto, dentre outros fatores, também se torna imprescindível: (a) a contratação precoce dos projetistas; (b) a seleção da estrutura metálica ainda nas etapas iniciais do empreendimento; (c) a definição correta e completa dos requisitos de projeto; (d) a inclusão dos requisitos do projeto estrutural no programa de necessidades global do empreendimento, além das questões associadas às outras etapas do processo projetual, que serão objeto de outros trabalhos.

Ainda para uma maior utilização deste sistema construtivo se faz necessário maiores investimentos na formação de profissionais especializados e no desenvolvimento de materiais de acabamento e sistemas construtivos industrializados complementares à construção metálica.

Através destas atitudes pode-se possibilitar uma maior valorização dos projetos, um aumento significativo da qualidade das edificações que utilizam estrutura metálica e, no futuro, alavancar o crescimento da utilização da construção metálica na construção civil nacional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL (ABECE). **Manual de escopo de projetos e serviços de estrutura**. São Paulo, 2007. Disponível em: <www.manuaisdeescopo.com.br>. Acesso em: 22/01/2007.

BAIÃO, O. T. **A importância dos projetos na viabilidade de estruturas metálicas**. In: I SEMINÁRIO INTERNACIONAL "O USO DE ESTRUTURAS

- METÁLICAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL". Anais... [CD-ROM]. Belo Horizonte: Sociedade Mineira de Engenheiros/ AMICEM, 1998.
- BALLARD, G., KOSKELA, L. **On the Agenda of Design Management Research**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, IGLC 8. Proceedings... São Paulo, Sp: International Group for Lean Construction, 1998, 10 p.
- BAUERMANN, M. **Investigação sobre o processo de projeto em edifícios de andares múltiplos de aço**. 2002. 269 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002
- CALMON, J. L., MORAES, F. R. de. **Diagnóstico da construção metálica de edifícios**. Análise preliminar à luz dos princípios da Lean Construction. In: ENTAC, 8. Anais... Salvador: ANTAC, 2000a v.1 p. 453-460.
- CASTRO, E.M.C. **Patologia dos edifícios em estrutura metálica**. 1999. 202 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 350 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- FABRÍCIO, M. M., MELHADO, S. B. **Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios**. In: WORKSHOP NACIONAL: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, 2001, São Carlos. Anais... São Carlos: EESC/USP, 2001. Disponível em: <<http://www.http://www.eesc.sc.usp.br/sap/workshop>>. Acesso em 14/10/2005.
- HUOUVILA, P., KOSKELA, L., LAUTANALA, P. **Fast or Concurrent: the Art of Getting Construction Improved**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, IGLC 4. Proceedings... Santiago, Chile. International Group for Lean Construction, 1994, 12 p.
- MELHADO, S.B., CAMBIAGHI, H. **Programa setorial da qualidade e referencial normativo para qualificação de empresas de projeto**. 2006. PCC, Universidade de São Paulo, São Paulo. 38p.
- MORAES, F. R. de. **Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica – uma visão segundo a nova filosofia de produção**. 2000. 244 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2000.
- RAAD Jr, A.A. **Diretrizes para fabricação e montagem das estruturas metálicas**. 1999. 218 p. Dissertação (Mestrado em Construção Metálica) - Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 1999.
- TEIXEIRA, R. B. **Análise da Gestão do Processo de Projeto Estrutural de Construções Metálicas**. 2007. 248 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Estruturas). Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.
- TEIXEIRA, R.B, STARLING, C.M.D, ANDERY, P.R. **Análise do Processo de Projeto de um Empreendimento em Estrutura Metálica de Aço**. In: VII WORSKHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Anais... Curitiba, PR: UFPR, 2007a. 6 p.
- TEIXEIRA, R. B, STARLING, C.M.D, ANDERY, P.R. **Contribuição à Análise do Processo de Estruturas Metálicas em Edifícios**. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO - SIBRAGEC. Anais... Campinas, SP: UNICAMP, 2007b. 10 p.

TILLEY, P. Lean Design Management. **A new Paradigm for Managing the Design and Documentation Process to Improve Quality ?** In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON LEAN CONSTRUCTION, IGLC 13. Proceedings... Sidney, Australia. International Group for Lean Construction, 2005, 12 p.

TUNOUTI, F., NOVAES, C. C. **Aplicabilidade dos instrumentos de garantia da qualidade do projeto nas edificações com sistema estrutural em aço.** In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 4. Anais... Belo Horizonte. 2004. p 1-6.