

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA – CTG

PHILLIPE CAETANO GOMES DA SILVA

ESTUDO DE CASO:
AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO PARA AS
ETAPAS DO PROJETO DE COBERTURAS EM AÇO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado ao Dep. de Engenharia Civil do
Centro de Tecnologia e Geociência – UFPE
para obtenção do título de Graduado em
Engenharia.

RECIFE – PE

2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA – CTG

PHILLIPE CAETANO GOMES DA SILVA

ESTUDO DE CASO:
AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO PARA AS
ETAPAS DO PROJETO DE COBERTURAS EM AÇO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado à Dep. de Engenharia Civil do
Centro de Tecnologia e Geociência – UFPE
para obtenção do título de Graduado em
Engenharia.

Área de concentração:
Projetos e estruturas metálicas.

Orientador:
Prof. João Joaquim Guimarães Recena

RECIFE – PE

2010

Catálogo na fonte
Bibliotecária Joselly de Barros Gonçalves, CRB4-1748

S586a Silva, Phillipe Caetano Gomes da.
Avaliação da importância do projeto básico para as etapas do
projeto de coberturas em aço / Phillipe Caetano Gomes da Silva. –
Recife: O autor, 2010.
45 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: João Joaquim Recena
TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco, CTG.
Engenharia Civil, 2010
Inclui bibliografia

1. Engenharia civil. 2. Estruturas metálicas. 3. Aço – Estruturas. I.
Recena, João Joaquim. (Orientador). II. Título.

624 CDD (22.ed.)

UFPE (BC2010-188)

FOLHA DE APROVAÇÃO

PHILLIPE CAETANO GOMES DA SILVA

ESTUDO DE CASO:

**AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO PARA AS
ETAPAS DO PROJETO DE COBERTURAS EM AÇO**

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado à Dep. de Engenharia Civil do
Centro de Tecnologia e Geociência – UFPE
para obtenção do título de Graduado em
Engenharia.

Aprovado em: 27 de dezembro de 2010.

Banca examinadora:

Prof. João Joaquim Guimarães Recena

Instituição: UFPE Assinatura:

Prof. Ézio da Rocha Araújo

Instituição: UFPE Assinatura:

Eng. José Camillo Barbosa da Cunha

Instituição: UFPE Assinatura:

Dedico este trabalho a Deus por conduzir
minha vida e a família pelo exemplo de
amor, força e união.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. João Joaquim Recena, por inúmeras razões. Além de ter, me orientado durante o processo deste trabalho, por ser um exemplo de profissional atuante no mercado de engenharia civil e um verdadeiro professor em todos os significados da palavra.

Aos Professores do Dep. de Engenharia Civil do Centro Tecnológico e Geociência da UFPE, pelas orientações, os ensinamentos sobre engenharia civil e o mercado de trabalho e a verdadeira postura que engenheiro deve ter diante dos desafios do nosso tempo.

Aos amigos de universidade, pelas horas de convivência e estudos, troca de idéias e experiências.

À família, pelo incentivo e por sempre ter acreditado no meu potencial.

À Mayara dos Santos, pelos anos de companheirismo, dedicação e verdadeiro amor; pois nos momentos em que mais precisava de força e carinho ela sempre estava presente.

RESUMO

Com o desenvolvimento da metalurgia e da tecnologia nas construções civis, as estruturas metálicas adquiriram formas funcionais, modernas e arrojadas, com excelentes resultados econômicos, o que permite um grande campo de aplicações e pesquisas. Porém, o uso das estruturas metálicas ainda é pouco empregado, principalmente no âmbito nacional, fato evidenciado, por exemplo, pela concepção da maioria dos projetos que originalmente é concebido para outro tipo de construção. Sendo assim, o presente estudo é de fundamental importância uma vez que contribui para o desenvolvimento do tema no meio acadêmico, onde existe uma carência de trabalhos que abordem o assunto e justificando se pela contribuição ao mercado de construção civil por divulgar a construção em aço, abordando seus principais aspectos, vantagens e processos, incentivando o seu emprego. Objetivo do trabalho é avaliar a importância do projeto básico em construções de coberturas metálicas de edifícios industriais e identificar e analisar suas relações com as etapas do comercial, projeto executivo e montagem do empreendimento. Para o desenvolvimento deste trabalho será utilizado a metodologia de pesquisa qualitativa, uma vez que este tipo de pesquisa tem como objetivo compreender, explorar e especificar um fenômeno que pressupõe a influência das crenças, percepções, sentimentos e valores nos dados coletados. A pesquisa qualitativa permite que vários caminhos sejam traçados e que diversos procedimentos metodológicos sejam empregados. Neste trabalho será utilizado o método do estudo de caso realizado em uma Empresa que atua principalmente na construção de cobertura em aço. O presente estudo alcançou o seu objetivo almejado, uma vez que através da análise dos procedimentos e relações entre o setor comercial e setor de engenharia da Empresa foi possível identificar a importância do projeto básico para o empreendimento e as principais relações com as etapas do empreendimento.

palavras-chave: Aço, projeto, montagem.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVO	14
1.2	METODOLOGIA	14
1.3	ESTRUTURA DO TCC	14
2	COBERTURAS METÁLICAS	16
2.1	O AÇO	16
2.1.1	<i>Propriedades</i>	16
2.2	PRINCIPAIS TIPOS DE AÇO	17
2.3	PRODUTOS DE AÇO PARA USO ESTRUTURAL	18
2.4	EDIFÍCIOS INDUSTRIAIS EM AÇO	20
2.4.1	<i>Classificação dos galpões</i>	20
2.4.2	<i>Elementos de um galpão</i>	21
3	PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO	22
3.1	PROJETO BÁSICO	23
3.1.1	<i>Orçamento</i>	24
3.1.2	<i>Desenho de aprovação</i>	26
3.2	PROJETO EXECUTIVO	26
3.2.1	<i>Cálculo estrutural</i>	26
3.2.2	<i>Desenho de projeto</i>	27
3.2.3	<i>Desenho de fabricação</i>	27

3.2.4	<i>Desenho de montagem</i>	27
4	MONTAGEM DE GALPÕES	29
4.1	PRÉ MONTAGEM	29
4.2	EQUIPE DE MONTAGEM	29
4.3	EQUIPAMENTOS	30
4.3.1	<i>Equipamentos de içamento vertical</i>	31
4.3.2	<i>Equipamentos de transporte horizontal</i>	32
4.3.3	<i>Equipamentos auxiliares</i>	32
4.3.4	<i>Ferramentas</i>	33
4.4	ESTABILIDADE LATERAL	33
5	IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO	36
5.1	ESTUDO DE CASO	36
5.2	PROJETO BÁSICO	36
5.3	ORÇAMENTO DE MONTAGEM	40
5.4	RELAÇÕES DO PROJETO BÁSICO	41
5.4.1	<i>Relações com comercial</i>	42
5.4.2	<i>Relações com projeto executivo</i>	42
5.4.3	<i>Relações com a montagem</i>	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
	REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS	45

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1-1: Edifício Garagem América. Fonte: DIAS (1999).	12
Figura 1-2: Edifício Avenida Central. Fonte: DIAS (1999).	12
Figura 2-1: Perspectiva de um galpão industrial com indicação dos principais elementos. Fonte: BELLEI (2004).	21
Figura 4-1: Detalhes de um guindaste hidráulico. FONTE: BELLEI (2008)	31
Figura 4-2: Sequência de montagem de um galpão industrial. Fonte: PINHO (2005)	34
Figura 5-1: Etapas de projeto em construções metálicas.	36
Figura 7: Ciclo entre as etapas do comercial e do projeto básico da Empresa.	37

LISTAS DE TABELAS

TABELA 2-1: PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS AÇOS ESTRUTURAIS PADRÃO ABNT. FONTE: PFEIL (2009).	18
TABELA 2-2: CLASSIFICAÇÃO EM KG/M ² . FONTE BELLEI (2004).	21
TABELA 5-1: PROCEDIMENTOS DA ETAPA DO PROJETO BÁSICO, MEDIANTE AS SOLICITAÇÕES PROVENIENTES DE LICITAÇÕES PÚBLICAS.	38
TABELA 5-2: PROCEDIMENTOS DA ETAPA DO PROJETO BÁSICO, MEDIANTE AS SOLICITAÇÕES PROVENIENTES DE OBRAS PRIVADAS.	38

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, um marco inicial da atividade metalúrgica no país, foi a instituição da Comissão Executiva do Plano Siderúrgico Nacional em 1940, e em seguida, a construção da Usina Presidente Vargas da Companhia Siderúrgica Nacional – CSN, que entrou em operação em 1946 com a finalidade de produzir chapas, trilhos e perfis na bitolas americanas.

Para consolidar o mercado, entraram em operações na década de 60 as usinas da Usiminas e Cosipa, para a produção de chapas e na década de 70 a Açominas para produção de perfis laminados de abas paralelas (BELLEI, 2008). A partir daí, o parque industrial se expandiu e dispõe de varias usinas, que juntas produzem, atualmente, cerca de 33 milhões de toneladas de aço bruto e possuem capacidade instalada de 42,1 milhões de toneladas por ano (IABr, 2010).

Com o objetivo de consumir a produção e incentivar o uso do aço nas construções brasileiras, a CSN criou em 1953, a Fábrica de Estruturas Metálicas – FEM, que iniciou a formação de mão-de-obra especializada, bem como o ciclo completo dos projetos em estruturas metálicas, criando uma tecnologia brasileira e se tornando uma verdadeira escola (BELLEI, 2008).

DIAS (1999), mostra em seu trabalho uma seleção de edificações em estruturas metálicas, apresentando os aspectos mais relevantes da arquitetura e da estrutura, acompanhados por uma vasta ilustração, necessária ao entendimento de cada obra. Alguns exemplos históricos estão apresentados a baixo:

1. Edifício Garagem América: garagem coletiva construída em São Paulo em 1957, sendo a primeira garagem de grandes proporções do estado e o primeiro edifício de múltiplos andares fabricado pela FEM (Figura 1-1);
2. Edifício Avenida Central: uma construção de 1961, localizada no Rio de Janeiro – RJ, fabricado e montado pela FEM, com trinta e seis pavimentos, 112 m de altura e 5.620,0 toneladas de aço ASTM A-7 (Figura 1-2);
3. Edifício Escritório Central da CSN: Construído em Volta Redonda – RJ em 1966, foi projetado, fabricado e montado pela FEM e trata-se do primeiro edifício a utilizar perfis de chapa de aço soldado.



Figura -1: Edifício Garagem América.
Fonte: DIAS (1999).



Figura -2: Edifício Avenida Central.
DIAS (1999).

Fonte:

Segundo BELLEI (2004), as principais vantagens das estruturas de aço na construção civil são as seguintes:

1. Alta resistência do material nos diversos estado de tensão (tração, compressão, flexão e etc.), o que permite aos elementos estruturais suportarem grandes esforços apesar das dimensões relativamente pequenas;
2. Apesar de sua grande densidade (7.850 kg/m^3), as estruturas metálicas são mais leves do que, por exemplo, os elementos constituídos em concreto armado, ocasionando assim, fundações menos onerosas;
3. As propriedades dos materiais oferecem grande margem de segurança, em vista do seu processo de fabricação que proporciona material único e homogêneo, com limites de escoamento, ruptura e módulo de elasticidade bem definidos;
4. As dimensões dos elementos estruturais oferecem grande margem de segurança, pois por terem sido fabricados em oficinas, são seriados e sua montagem é mecanizada, permitindo prazos mais curtos de execução de obras;

5. Os elementos em aço podem ser desmontados e substituídos com facilidade, o que permite reforçar ou substituir facilmente diversos elementos da estrutura;
6. Possibilidade de reaproveitamento de material que não seja mais necessário à construção.

Com o desenvolvimento da metalurgia e da tecnologia nas construções civis, as estruturas metálicas adquiriram formas funcionais, modernas e arrojadas, com excelentes resultados econômicos, o que permite um grande campo de aplicações e pesquisas. Porém, o emprego das estruturas metálicas ainda é pouco usual, principalmente no âmbito nacional, fato evidenciado, por exemplo, pela concepção da maioria dos projetos que originalmente é concebido para outro tipo de construção.

Apesar das barreiras, as estruturas metálicas vem ampliando o seu espaço nas construções civis, industriais e obras de artes, como no caso de galpões industriais por se tratar de uma construção rápida, limpa e de excelente relação de custo-benefício, em comparação à construção de concreto.

Na construção de galpões industriais com estruturas metálicas é importante observar que a obra é o resultado de um sistema industrializado e integrado, que se inicia no projeto básico, continua com o projeto executivo, fabricação, limpeza e pintura, seguindo de transporte e montagem da estrutura. Ou seja, para se obter um resultado satisfatório do empreendimento é indispensável uma eficiente gestão de projetos.

Sendo por tanto, de fundamental importância para empresas de coberturas metálicas de modo em geral que o projeto básico seja de acordo com a realidade da obra e o mais detalhado possível. Ou seja, os profissionais envolvidos no processo devem compreender todas as etapas do projeto, as vantagens da construção em aço e o seu potencial e os principais aspectos da montagem para realizar um bom projeto básico e evitar problemas nas etapas seguintes.

Sendo assim, o presente estudo é de fundamental importância uma vez que contribui para o desenvolvimento do tema no meio acadêmico, onde existe uma carência de trabalhos que abordem o assunto e justificando se pela contribuição ao mercado de construção civil por divulgar a construção em aço, abordando seus principais aspectos, vantagens e processos; e incentivando o seu emprego.

1.1 Objetivo

Avaliar a importância do projeto básico em construções de coberturas metálicas de edifícios industriais, analisando os principais processos desta etapa e as suas relações com o comercial, projeto executivo e montagem do empreendimento.

1.2 Metodologia

Para o desenvolvimento deste trabalho será utilizado a metodologia de pesquisa qualitativa, uma vez que este tipo de pesquisa tem como objetivo compreender, explorar e especificar um fenômeno que pressupõe a influência das crenças, percepções, sentimentos e valores nos dados coletados.

A pesquisa qualitativa permite que vários caminhos sejam traçados e que diversos procedimentos metodológicos sejam empregados. Neste trabalho será utilizado o método do estudo de caso, este realizado em uma Empresa que atua principalmente na construção de cobertura em aço.

Um estudo de caso é um estudo minucioso sobre um indivíduo, um fato ou instituição e tem por objetivo identificar as variáveis interferentes e relacionadas ao fato. Sendo indicado nas situações onde se faz uma pesquisa com a finalidade de realizar uma indagação em profundidade para se examinar o ciclo de vida ou algum aspecto particular.

1.3 Estrutura do TCC

O presente trabalho foi elaborado conforme as orientações do Manual de Diretrizes para Apresentação de Dissertações e Teses da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, de forma a possibilitar o desenvolvimento lógico de seu conteúdo e a apresentação dos resultados da pesquisa realizada, conforme se segue:

- ✓ Capítulo 1 – capítulo de introdução ao trabalho, onde se apresentam o cenário onde foi realizada a pesquisa e a justificativa para sua realização, seu objetivo e a metodologia utilizada;
- ✓ Capítulo 2 – neste capítulo é feita a revisão teórica em relação ao aço e suas propriedades, o seu emprego em edificações industriais, considerando sua finalidade, os tipos e classificação dos galpões e os seus principais elementos;
- ✓ Capítulo 3 – este capítulo apresenta uma revisão teórica das etapas de um projeto de estrutura metálica, tais como definição de projeto, projeto básico e seus elementos, projeto executivo e seus itens;
- ✓ Capítulo 4 – neste capítulo é feita uma revisão teórica da execução de um galpão industrial em aço, tais como definição de montagem, planejamento, pré-montagem, equipe de montagem, principais equipamentos e ferramentas e as etapas de montagem. Esse item se justifica pela importância que tem para realização de um bom projeto básico;
- ✓ Capítulo 5 – apresentação do estudo de caso realizado e os resultados obtidos.

O trabalho termina com o capítulo de considerações finais, onde são ressaltados os principais resultados da pesquisa, terminando com a demonstração do alcance dos objetivos almejados pelo presente trabalho.

2 COBERTURAS METÁLICAS

Para o desenvolvimento do projeto básico é importante que os profissionais envolvidos tenham conhecimento técnico das propriedades do aço, as vantagens dos sistemas construtivos em aço, os principais elementos disponíveis no mercado, etc. Sendo assim, o presente trabalho apresenta uma revisão dos principais elementos para entendimento da importância do projeto básico.

2.1 O aço

O aço é uma liga metálica de ferro-carbono, em que o teor de carbono, elemento responsável por aumentar a resistência do aço e em contra partida o torna frágil, varia desde 0,008% até 2,11 % (¹CHIAVERINI, 1996 *apud* PFEIL, 2009).

Sendo que em função da presença de elementos de liga na composição química, os aços são classificados em aços-carbonos com teores normais de carbono e aços-liga, que são aços-carbonos apresentando altos teores de elementos residuais ou acrescidos de elementos de liga (PFEIL, 2009).

Para os aços empregados em estruturas são requeridas propriedades de boa ductilidade, homogeneidade, soldabilidade e elevada relação entre tensão resistente e escoamento. Outra propriedade importante é a resistência a corrosão, sendo alcançada com pequenas adições de cobre. Em relação às propriedade de resistência, alguns aços estruturais possuem elevadas resistências, obtidas por processo de conformação ou tratamentos térmicos (PFEIL, 2009).

2.1.1 Propriedades

Segundo a NBR 8800:2008, para efeitos de cálculos devem ser adotados como constantes físicas para os aços estruturais os itens descritos abaixo:

Módulo de elasticidade, $E = E_a = 200\,000\text{ MPa}$;

¹ CHIAVERINI, V. Aço e ferros fundidos. 7ª ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais, 1996.

Coeficiente de Poisson, $\nu_a = 0,3$;

Módulo de elasticidade transversal, $G = 77\,000\text{ MPa}$;

Coeficiente de dilatação térmica, $\beta_a = 1,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$;

Massa específica, $\rho_n = 7\,850\text{ kg/m}^3$.

As propriedades do aço descritas abaixo estão de acordo com trabalho de PFEIL (2009):

Ductilidade: capacidade do material se deformar sob a ação de cargas. Os aços dúcteis sujeitos a tensões locais elevadas podem sofrer deformações plásticas capazes de distribuir as tensões;

Fragilidade: é o oposto de ductilidade. Os aços podem se tornarem frágeis em certas condições, tais como baixa temperatura ambiente e efeitos térmicos locais;

Resiliência: é a capacidade de absorver energia mecânica em regime plástico.

Denomina-se módulo de resiliência a quantidade de energia elástica que pode ser absorvida por unidade de volume de metal tracionado;

Tenacidade: é a energia total, elástica e plástica, que o material pode absorver;

Dureza: é a resistência ao risco ou abrasão. As relações físicas entre a dureza e a resistência foram estabelecidas de modo que o ensaio de dureza é o meio expedito de verificar a resistência do aço;

Efeito temperatura: em condições de temperatura superiores a $100\text{ }^\circ\text{C}$ existe uma tendência de eliminar o limite de escoamento bem definido;

Fadiga: quando as peças em aço trabalham sob efeitos de esforços repetidos em grande número, pode haver ruptura em tensões inferiores as obtidas em ensaios estáticos, sendo este efeito denominado de fadiga;

Corrosão: é o processo de reação do aço com alguns elementos presentes no ambiente em que se encontram exposto. A corrosão promove a perda de seção das peças de aço, podendo se constituir em principal causa do colapso.

2.2 Principais tipos de aço

Os aços utilizados em estruturas são classificados de acordo com a composição química em aços-carbono e aços de baixa liga, sendo que os dois tipos podem receber tratamentos térmicos para melhorar suas propriedades mecânicas.

Os principais tipos de aço, utilizados em estruturas no Brasil, estão de acordo com os padrões da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e da ASTM (American Society for Testing and Materials). A Tabela 2-1 apresenta os aços estruturais padrão ABNT:

Tabela coberturas metálicas-1: Propriedades mecânicas dos aços estruturais padrão ABNT. Fonte: PFEIL (2009).

Descrição	Classe/grau	f_y (MPa)	f_u (MPa)
1 - Aços para perfis laminados para uso estrutural NBR 7007	MR250	250	400-560
	AR350	350	450
	AR415	415	520
	AR350-COR	350	485
2 - Chapas grossas de aço-carbono para uso estrutural NBR 6648	CG-26	255	410
	CG-28	275	440
3 - Chapas finas de aço-carbono para uso estrutural (a frio/a quente) NBR 6649/ NBR 6650	CF-26	260/260	400/410
	CF-28	280/280	440/440
	CF-30	-/300	-/490
4 - Chapas grossas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica NBR 5000	G-30	300	415
	G-35	345	450
	G-42	415	520
	G-45	450	550
5 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica NBR 5004	F-32/Q-32	310	410
	F-35/Q-35	340	450
	Q-40	380	480
	Q-45	450	550
6 - Chapas grossas de aço de baixa liga, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais NBR 5008	CGR 400	250	380
	CGR 500 e CGR 500A	370	490
7 - Chapas finas de aço de baixa liga e alta resistência mecânica, resistentes à corrosão atmosférica, para usos estruturais (a frio/a quente) NBR 5920/ NBR 5921	CFR 400	-/250	-/380
	CFR 500	310/370	450/490
8 - Perfil tubular de aço-carbono, formado a frio, com e sem costura, de seção circular, quadrada ou retangular, para usos estruturais NBR 8261	B - seção circular	290	400
	B - seção retangular	317	400
	C - seção circular	317	427
	C - seção retangular	345	427

2.3 Produtos de aço para uso estrutural

Segundo BELLEI (2004), os principais materiais utilizados como elementos ou componentes estruturais são:

Chapas finas a frio: São produtos com espessura-padrão de 0,3 mm a 2,65 mm fornecidas nas larguras-padrão de 1,00 m e 1,50 m e nos comprimentos-padrão de 2,0 m e 3,0 m, e também sob formas de bobinas;

Chapas finas a quente: Espessuras-padrão de 1,2 mm a 5,0 mm fornecidas nas larguras-padrão de 1,00 m e 1,10 m, 1,20 m, 1,50 m e 1,80 m e nos comprimentos-padrão de 2,00 m, 3,00 m e 6,00 m e em bobinas;

Chapas zincadas: Produtos com espessura-padrão de 0,25 mm a 1,95 mm, fornecidos nas larguras-padrão de 1,00 m e nos comprimentos-padrão de 2,00 m e 3,00 m, e também em bobinas;

Chapas grossas: Espessuras-padrão de 6,3 mm a 102 mm, fornecidas em diversas larguras-padrão de 1,00 m a 3,80 m e nos comprimentos-padrão de 6,0 m e 12,00 m;

Perfis laminados estruturais: Os perfis laminados a quente, mais comuns para uso estrutural, encontrados no mercado, são os tipos de perfis de aba paralela “H” e “I”, perfis “U” e cantoneiras;

Tubos estruturais: encontrados com e sem costura, com grande variabilidade de espessuras, com fornecimento em comprimento-padrão de 6,0 m. Emprega-se em elementos estruturais, principalmente na formação de treliças especiais;

Barras redondas: com amplo número de bitolas comerciais e em sua maioria fornecidas em barra de 12,00 m. Usadas na confecção de chumbadores, parafusos e tirantes;

Barras chatas: são encontrados nas dimensões 38x4,8 mm a 304,8x50,8 mm e são utilizadas em geral, principalmente em guarda corpo;

Barras quadradas: são encontradas nas dimensões básicas de 50,8 mm a 152 mm e são utilizadas principalmente para trilhos de ponte rolante;

Perfis soldados: com grande variabilidade de espessura e dimensões, por serem composto a partir de três chapas. A NBR 5884:04 padronizou a série CS para colunas soldadas, a série VS para vigas soldadas e CVS para vigas e colunas. Com estes produtos, o calculista passa até opções variadas e com grande liberdade;

Perfis de chapa dobrada: Estes produtos, conformados a frio, estão sendo aplicados de forma crescente na execução de estruturas leves e para terças e vigas de tapamento das estruturas.

2.4 Edifícios industriais em aço

Segundo BELLEI (2004), os edifícios industriais são construções, geralmente de um pavimento, que tem como objetivo cobrir grandes áreas para os diversos fins, tais como fábricas, oficinas, almoxarifados, depósitos, hangares e etc.

Atualmente, os edifícios industriais podem ser construídos com diversos materiais (concreto, aço, madeira, etc.), de forma que cada um desses pode compor a estrutura isoladamente ou em conjunto. Usualmente, empregam-se colunas de concreto e coberturas metálicas ou toda estrutura em aço, pois a estrutura metálica tem ótimas relação de custo-benefício e desempenho.

De acordo com BELLEI (2004), basicamente, devem ser considerados em projeto de galpões industriais, os seguintes elementos:

Localização e dimensionamentos dos equipamentos;

Circulação;

Movimentação de cargas;

Iluminação e aeração;

Condições e tipo de terreno;

De acordo com o mesmo autor, se faz necessário levar em consideração as características citadas à cima durante a concepção do projeto, com a finalidade de determinar o tipo mais adequado de galpão. Ou seja, durante a fase do projeto básico é importante observar as premissas de cálculo estrutural e os requisitos de utilização para se chegar ao melhor projeto, avaliando aspectos como arquitetura, localização de pilares e sistema de cobertura.

2.4.1 Classificação dos galpões

Os galpões industriais podem ser classificados em relação à estrutura, em edifícios de vão simples e edifícios de vão múltiplos. No segundo caso, pilares internos são necessários e devem estar de acordo com o layout da fábrica. Outra forma de classificação do galpão está relacionada com o peso da estrutura e a área de cobertura, conforme Tabela 2-2 abaixo:

Tabela coberturas metálicas-2: Classificação em kg/m². Fonte BELLEI (2004).

Elementos da estrutura de aço	Classificação				
	Muito leve	Leve	Médio	Pesado	Muito Pesado
Cobertura: Tesouras, vigas secundárias, terças, lanternim, contraventamento, tirantes, vigas, pórtico etc.	5 a 10	10 a 20	20 a 30	30 a 60	40 a 80
Parte inferior: Pilares, plataformas, vigas de rolamento, vigas e colunas de tapamento etc.	10 a 20	20 a 40	40 a 90	90 a 140	160 a 320
Total	≤ 30	> 30 a 60	60 a 120	120 a 200	200 a 400

2.4.2 Elementos de um galpão

Na Figura 2-1, apresentam-se os principais elementos de um galpão industrial típico de vão simples:

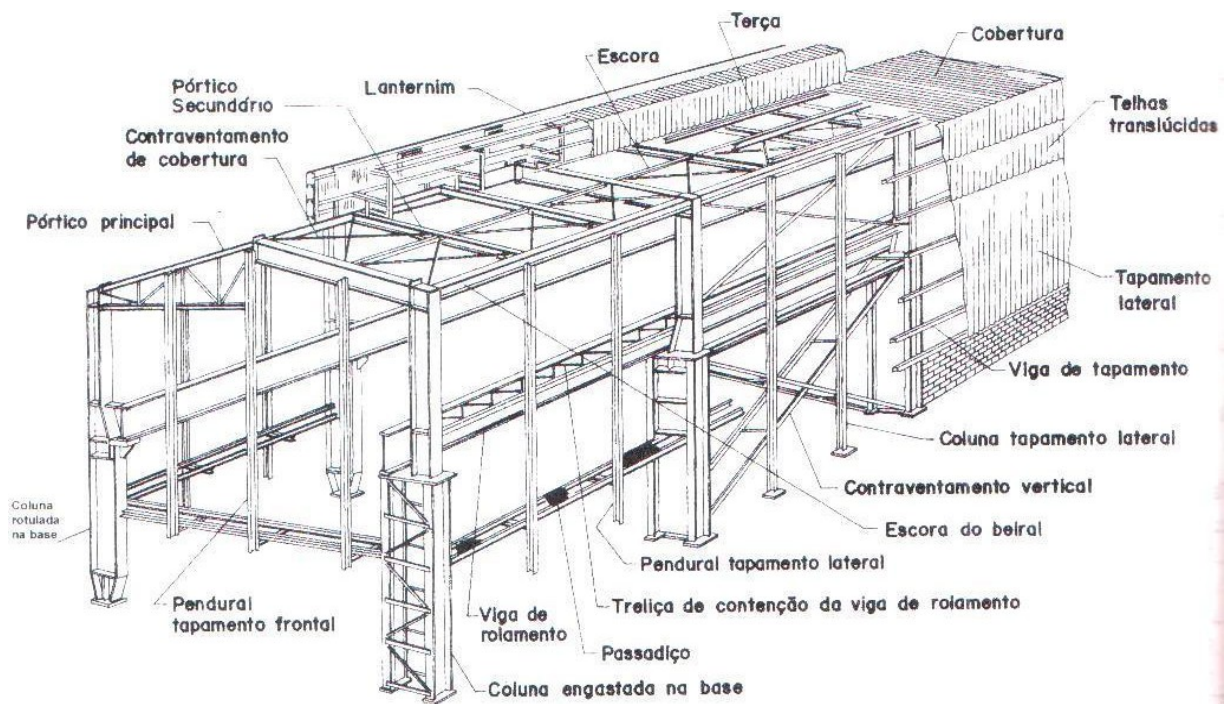


Figura coberturas metálicas-3: Perspectiva de um galpão industrial com indicação dos principais elementos. Fonte: BELLEI (2004).

3 PROJETO DE ESTRUTURAS EM AÇO

Entende-se por projeto o conjunto de especificações técnicas, cálculos estruturais, desenhos de projeto, de fabricação e montagem dos elementos de aço e desenhos de formas e armação referente às partes de concreto (NBR 8800:2008). Sendo que tal conjunto tem como finalidade a garantia da estabilidade estrutural e do bom desempenho frente à utilização da edificação (PFEIL, 2009).

Segundo BELLEI (2008), o projeto é o processo pelo qual se obtém a melhor solução para a edificação em aço, obedecendo a critérios típicos de aprovação, tais como:

- ✓ Menor custo da estrutura;
- ✓ Menor peso da estrutura;
- ✓ Menor tempo de construção;
- ✓ Mínimo trabalho;
- ✓ Menor custo de fabricação do cliente;
- ✓ Máxima eficiência dos serviços para o cliente.

É importante observar que os critérios estão relacionados entre se e cada um tem sua importância para o objetivo do projeto, sendo que o mais usual é o emprego do menor peso da estrutura, pois na prática, o menor peso conduzirá a custos menores por se tratar de menos materiais envolvidos no processo desde a fabricação até a montagem da estrutura (BELLEI, 2008).

Usualmente, o conjunto dos elementos necessários e suficientes de um determinado projeto está dividido em etapas. Atualmente, existem várias maneiras de determinar essas etapas, porém, o presente trabalho, preferiu adotar as definições da Lei de Licitações nº 8.666/1993 e as recomendações da NBR 8800:2008. Sendo assim, um projeto pode ser dividido nas seguintes etapas:

- ✓ Estudo técnico preliminar;
- ✓ Projeto básico;
- ✓ Projeto executivo;
- ✓ Execução do empreendimento.

O objetivo do estudo técnico preliminar é fornecer ao projeto básico indicações que assegurem a viabilidade técnica e o adequado tratamento do impacto ambiental do empreendimento.

Sendo que a execução de cada etapa é precedida da conclusão e aprovação, pela administração do empreendimento, dos trabalhos relativos às etapas anteriores, com exceção do projeto executivo, o qual poderá ser desenvolvido concomitantemente com a execução da obra.

Sendo importante observar que cada etapa do projeto possui uma entrada de informações necessárias precedidas das etapas anteriores, pela qual passar por processos para produzir elementos necessários para etapas seguintes, formando um processo integrado.

3.1 Projeto básico

Segundo a lei nº 8666/1993 o projeto básico se define como o conjunto de elementos necessários, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço, e que possibilite a avaliação do custo da obra e a definição dos métodos e do prazo de execução, devendo conter os seguintes elementos:

- a) Desenvolvimento da solução escolhida de forma a fornecer visão global da obra e identificar todos os seus elementos;
- b) Soluções técnicas globais e localizadas, suficientemente detalhadas, de forma a minimizar a necessidade de reformulação ou de variantes durante as fases de elaboração do projeto executivo e de realização das obras e montagem;

- c) Identificação dos tipos de serviços a executar e de materiais e equipamentos a incorporar à obra, bem como suas especificações;
- d) Informações que possibilitem o estudo e a dedução de métodos construtivos, instalações provisórias e condições organizacionais para a obra;
- e) Subsídios para montagem do plano de licitação e gestão da obra, compreendendo a sua programação, a estratégia de suprimentos, as normas de fiscalização e outros dados necessários em cada caso;
- f) Orçamento detalhado do custo global da obra, fundamentado em quantitativos de serviços e fornecimentos propriamente avaliados.

Nas empresas de projeto de modo geral pode-se afirmar que o projeto básico é a etapa que antecede o projeto executivo, pela qual a empresa participa de licitações de obras públicas e de concorrências de obras privadas, com o objetivo de captar empreendimentos. Os principais itens desse processo são a orçamentação e o desenho de aprovação.

3.1.1 Orçamento

O orçamento é formado por todos os custos diretos envolvidos na obra, mais os custos indiretos e por fim, acrescentam-se os impostos e os lucros para se chegar ao preço de venda. Os custos diretos e indiretos são formados por:

Custo direto: mão-de-obra de operários, materiais e equipamentos;

Custo indireto: equipes de supervisão e apoio, despesas gerais do canteiro de obra, taxas, etc.

Segundo MATTOS (2006) os orçamentos tem como principais característica a aproximação, especificidade e temporalidade. Ou seja, a orçamentação estabelece o valor estimado dos custos que são válidos por um determinado período de tempo e específicos de um empreendimento.

A estimativa dos custos é uma previsão, influenciada por muitos dos itens que contribuem para formação do preço. A técnica orçamentária envolve a identificação, descrição,

quantificação, análise e valorização dos itens, requerendo atenção e muita técnica do orçamentista (MATTOS, 2006).

Sendo assim, a desenvoltura do orçamentista e o seu pleno conhecimento dos serviços que envolvem o empreendimento é um dos requisitos fundamentais na elaboração de um bom orçamento. A interpretação dos desenhos e especificações da obra lhe permitir identificar todos os itens relevantes e estabelecer a melhor solução técnica para cada tarefa.

Outro requisito bastante importante para a orçamentação é a qualidade e a quantidade de informações disponíveis a respeito da futura obra, pois a superficialidade das informações é responsável pelo insucesso de muitos orçamentos (BELLEI, 2008).

O cuidado que se tem ao elaborar o orçamento de uma obra é decisivo para aumentar as chances de êxito do empreendimento sob ponto de vista da empresa. Pois, é quase certo que a empresa perca a concorrência se análise estiver majorada e se errar para menos levará a prejuízos.

De acordo com MATTOS (2006), a orçamentação engloba três etapas de trabalho, conforme descrição a baixo:

Estudo das condicionantes: leitura e interpretação do projeto e especificações, leitura e interpretação do edital, visita técnica;

Composição de custo: identificação dos serviços, levantamento de quantitativos, discriminação dos custos diretos, discriminação dos custos indiretos, cotação de preços e definição de encargos trabalhista;

Fechamento do orçamento: definição da lucratividade, cálculo do BDI, desbalanceamento da planilha.

Segundo BELLEI (2008), o custo e o orçamento de uma estrutura metálica em geral podem ser apresentados da seguinte forma:

Projeto estrutural	1% a 3%
Detalhamento	2% a 5%
Material e insumos	20% a 50%

Fabricação	20% a 40%
Limpeza e pintura	10% a 30%
Transporte	1% a 3%
Montagem	20% a 35%
Proteção	10% a 20%

Provavelmente duas empresas chegarão a orçamentos diferentes, pois distintos são os processos utilizados, o procedimento de execução proposto, a produtividade da equipe de campo e os preços coletados, dentre outros fatores (MATTOS, 2006).

3.1.2 Desenho de aprovação

O desenho de aprovação tem como finalidade a apresentação técnica comercial das soluções encontradas e devem caracterizar a obra com um nível de precisão adequado e de informações necessárias conforme as normas técnicas. O desenho de aprovação da empresa está entre o projeto básico do cliente e o desenho de projeto.

3.2 Projeto Executivo

De acordo com a lei 8666/93 o projeto executivo se define como o conjunto dos elementos necessários à execução completa da obra. No caso das obras executadas com estruturas em aço, a NBR 8800/2008 estabelece os seguintes elementos: cálculo estrutural, desenho de projeto, desenho de fabricação e desenho de montagem.

3.2.1 Cálculo estrutural

O cálculo estrutural é a fase na qual se realiza a análise estrutural e o dimensionamento dos elementos, determinando as suas características para as etapas seguintes, tais como o tipo de perfis e ligações utilizadas, geometria das seções transversais e etc.

Em relação à garantia da segurança e do bom desempenho da estrutura, a norma brasileira adota o critério de segurança de acordo com o Método dos Estados Limites, no qual é dividido em:

estados limites últimos: estão associados à ocorrência de cargas excessivas que podem atuar na fase de construção, em uma eventual ação excepcional ou ações previstas em toda vida útil da edificação, nas quais possam levar a estrutura ao colapso;

estados limites de serviço: estão relacionados ao desempenho da estrutura sob condições normais de utilização, ou seja, relacionados a deformações e vibrações excessivas.

3.2.2 *Desenho de projeto*

Os desenhos de projeto devem incluir todas as informações necessárias para o detalhamento dos desenhos de fabricação e montagem e as cargas da estrutura metálica atuantes nos elementos de concreto, devendo indicar:

Normas complementares utilizadas;

Especificações de todos os materiais estruturais;

Nas ligações com parafusos de alta resistência, o tipo de aperto e forma de trabalho;

Nas ligações soldadas, a simbologia adequada de acordo com AWS A2. 4;

Em edifícios industriais, o esquema de localização das ações dos principais equipamentos;

No caso em que o comprimento da peça possa ser influenciado por variação de temperatura durante a montagem, indicar as faixas de variação consideradas;

As contraflechas de vigas, inclusive vigas treliçadas;

3.2.3 Desenho de fabricação

Os desenhos de fabricação devem ser uma representação dos desenhos de projeto para fábrica, devendo conter informações completas para produção das peças, como materiais utilizado, tipologia dos perfis, locação, tipo e dimensão de todos os parafusos e solda de fábrica de campo.

3.2.4 Desenho de montagem

Assim como os desenhos de fabricação, os desenhos de montagem devem ser uma representação fiel dos desenhos de projeto, com todas as informações necessárias à montagem da estrutura, devendo indicar segundo a NBR 8800:2008, os seguintes itens:

Dimensões principais da estrutura;

Marcas das peças;

Dimensões de barra;

Elevações das faces inferiores de placas de base;

Todas as dimensões e detalhes para a colocação de chumbadores;

Tipo e dimensão dos parafusos;

Solda de campo;

Todos os elementos permanentes ou temporários essenciais à montagem da estrutura.

4 MONTAGEM DE GALPÕES

Segundo BELLEI (2008), montagem é o ato de unir peças no canteiro de obra conforme o projeto e sua técnica consistem em movê-las até sua posição final na estrutura de maneira segura e eficiente. Sendo nesta fase que se saberá a qualidade do projeto.

Sendo uma das principais características da montagem de estruturas em aço é a redução dos prazos, principalmente quando o projeto e o planejamento são bem elaborados. Isso se deve pela produção sistemática das peças na fábrica, o que acarreta a uma menor permanência dos elementos estruturais no canteiro de obra e na eliminação de tarefas do caminho crítico.

4.1 Pré-montagem

Existem dois tipos de pré-montagem, uma executada na fábrica com finalidade de conferir medidas e realizar os ajustes necessários, evitando transferir problemas para a obra e outra no canteiro das obras quando os elementos da estrutura são divididos em peças menores, por causa de suas dimensões ou peso incompatíveis com os equipamentos de transportes disponíveis (BELLEI, 2008).

4.2 Equipe de montagem

Para executar a montagem de uma estrutura em aço se faz necessário uma equipe de campo bem treinada e coordenada, com vários profissionais envolvidos. Segundo BELLEI (2008), uma equipe básica de montagem é formada por:

Engenheiro – responsável técnico pela montagem em todos os aspectos;

Encarregado – responsável pela liderança da equipe de montagem;

Administrativo – responsável pelas atividades administrativas, tais como contratações e aquisição de suprimentos;

Topógrafo – verifica o alinhamento, nivelamento, prumo e dimensões das bases e peças da estruturas;

Almoxarife – responsável pela guarda e distribuição dos equipamentos, suprimentos do canteiro de obra e EPI;

Montador – executa a montagem da estrutura em aço;

Soldador – executa ligações soldadas de campo, conforme procedimento e tipologia especificados no projeto;

Maçariqueiro – executa cortes no maçarico onde necessário;

Pintor – executa dosagem de tintas e catalisadores, diluição com solventes, limpeza do equipamento de pintura, retoques e pintura das estruturas;

Ajudantes – executam serviços auxiliares como descarga de peça, retoques de pintura, montagem de andaimes, localização e içamento de peça.

Atualmente, a presença de um Técnico de Segurança no canteiro de obra é cada vez mais indicada, este profissional é responsável por todas as medidas de segurança previstas em normas.

No caso de construções metálicas, o maior risco é com o trabalho em altura, devendo os trabalhadores utilizar sempre os equipamentos de proteção individual, o canteiro de obra ter equipamentos de proteção coletiva e durante o içamento das peças todas as equipes devem ser afastadas da área de possível queda.

4.3 Equipamentos

Para montagem da estrutura em aço utilizam-se equipamentos mecânicos destinados, principalmente, ao transporte das peças dentro da obra e as ferramentas elétricas ou manuais. Os equipamentos se dividem em três grupos principais:

Equipamento de içamento vertical;

Equipamento de transporte horizontal;

Equipamentos auxiliares.

4.3.1 Equipamentos de içamento vertical

Equipamentos de içamento vertical são responsáveis pelo transporte das peças verticalmente, até atingir sua posição final na estrutura. Sendo um dos principais equipamentos de montagem estão divididos em dois grupos:

Guindaste: são equipamentos que possuem uma lança, cuja base está conectada no veículo de deslocamento sobre o solo. A lança se projeta para adiante do equipamento, descrevendo ângulos com relação a um plano horizontal entre 10° a 80° e o içamento da carga é proporcionada por cabos de aço;

Gruas: são equipamentos dotados de uma torre vertical de seção quadrada e de uma lança horizontal apoiada no topo da torre. A lança possui um raio de operação de 360°, uma parte principal adiante do operador de onde pende a carga e outra a ré, para sustentação do contrapeso.

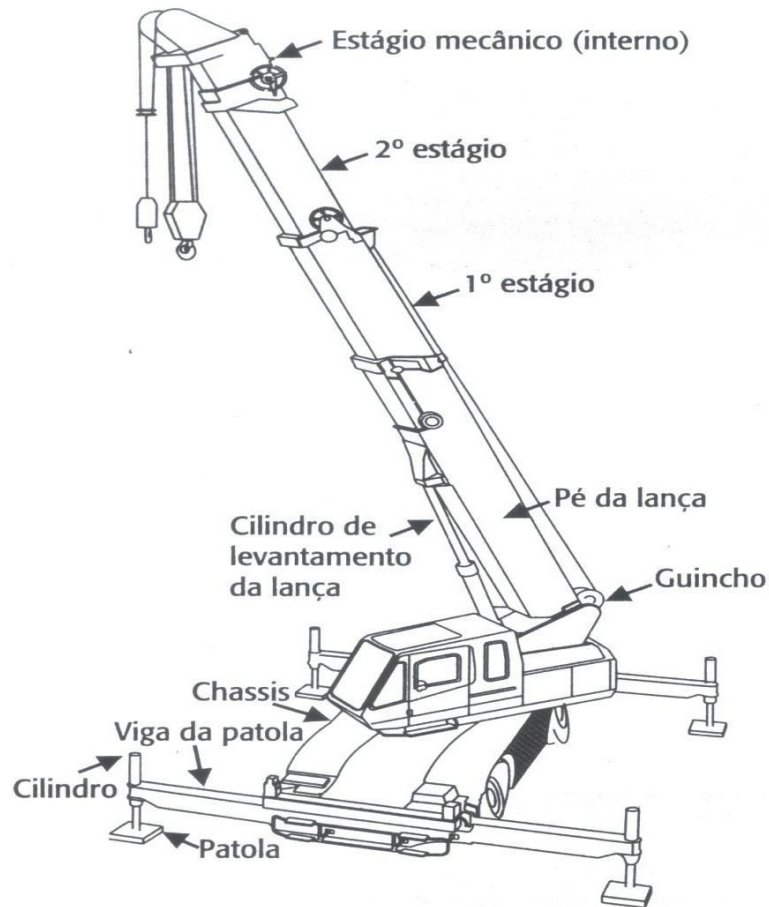


Figura Montagem de galpões-4: Detalhes de um guindaste hidráulico. FONTE: BELLEI (2008)

4.3.2 Equipamentos de transporte horizontal

A condição ideal em relação ao estoque da estrutura no canteiro de obra é aquela onde as peças se encontram o mais próximo possível da obra e dentro do raio de operação da grua ou guindaste. Quando esta condição não é alcançada, se faz necessário o transporte horizontal das peças do estoque até a área de operação do equipamento de içamento vertical.

O transporte horizontal de peças na obra é feito por caminhões e reboques, abaixo se encontram alguns exemplos:

Caminhão carroceria de madeira – dotado de dois ou três eixos, para transportar peças de até 7 m de comprimento;

Caminhão com guidauto – característica deste caminhão é que ele possui um braço hidráulico telescópico com capacidade de levantar cargas, com finalidade de carregar e descarregar a sua própria carroceria;

Cavalo mecânico e carreta – conjunto com capacidade de 27 t e comprimento padrão de 13 m, podendo variar até 27 m;

Cavalo mecânico e plataforma – dotado de uma plataforma com dois ou três eixos, duas ou três rodas, esse tipo de veículo é destinado para peças mais longas.

4.3.3 Equipamentos auxiliares

Os equipamentos auxiliares dentro de uma obra de montagem são aqueles que são utilizados nas ligações das peças e em outros serviços de campo.

Retificadora de solda – equipamentos elétricos utilizados nas soldas de campo;

Grupos geradores- os geradores movidos à diesel são utilizados na obra onde não existe a disponibilidade de energia elétrica;

Compressores – são utilizados na obra com a finalidade de fornecer ar comprimido;

Conjunto de corte – utilizado na obra para cortes nas peças se necessário.

4.3.4 Ferramentas

As principais ferramentas utilizadas em uma obra de montagem são as seguintes:

Chaves de boca, de estria ou combinadas – utilizadas para pré-aperto de parafusos;

Espinas – utilizadas para fazer coincidir por impacto os furos de duas peças a serem parafusadas;

Nível de precisão – utilizado para auxiliar o nivelamento de base de vigas;

Prumo – utilizado para auxiliar no aprumamento das colunas;

Nível e teodolito – utilizados pela topografia para determinar o nivelamento, prumo, alinhamento e dimensões;

Esmerilhadeiras – utilizadas para promover o acabamento de rebarbas e arestas em peças;

Furadeiras manuais – utilizadas para furação de chapas finas;

Furadeiras de base magnéticas – utilizadas para furação de peças e correções de furação;

Marteletes – utilizados para furação de concreto para introdução de chumbadores de expansão;

Máquinas de toque – utilizadas para promover o toque adequado aos parafusos estruturais;

Talha de alavanca – utilizadas para aproximar duas peças;

Talha de cabo de aço – utilizada para içamento, aproximações de peças, estaiamento e contraventamentos.

4.4 Estabilidade lateral

Algumas peças da estrutura metálica perdem estabilidade lateral durante a execução da montagem, pois alguns elementos da estrutura, como tesouras e vigas, só têm estabilidade

tridimensional no final da montagem, quando todos os elementos estão montados (tesouras, terças, contraventamento, mão francesa).

Segundo PINHO (2005), para solucionar o problema de peças existe duas soluções possíveis:

1. Dotar o elemento principal de contenção lateral, podendo ser permanentes ou provisórias, antes que sejam liberadas pelo guindaste;
2. Alterar a configuração de momentos fletores através da mudança de pontos de apoio.

Ainda de acordo com o mesmo autor, para garantir a estabilidade lateral durante a montagem de todo o galpão industrial, é preciso seguir os seguintes procedimentos (Figura 4-2):

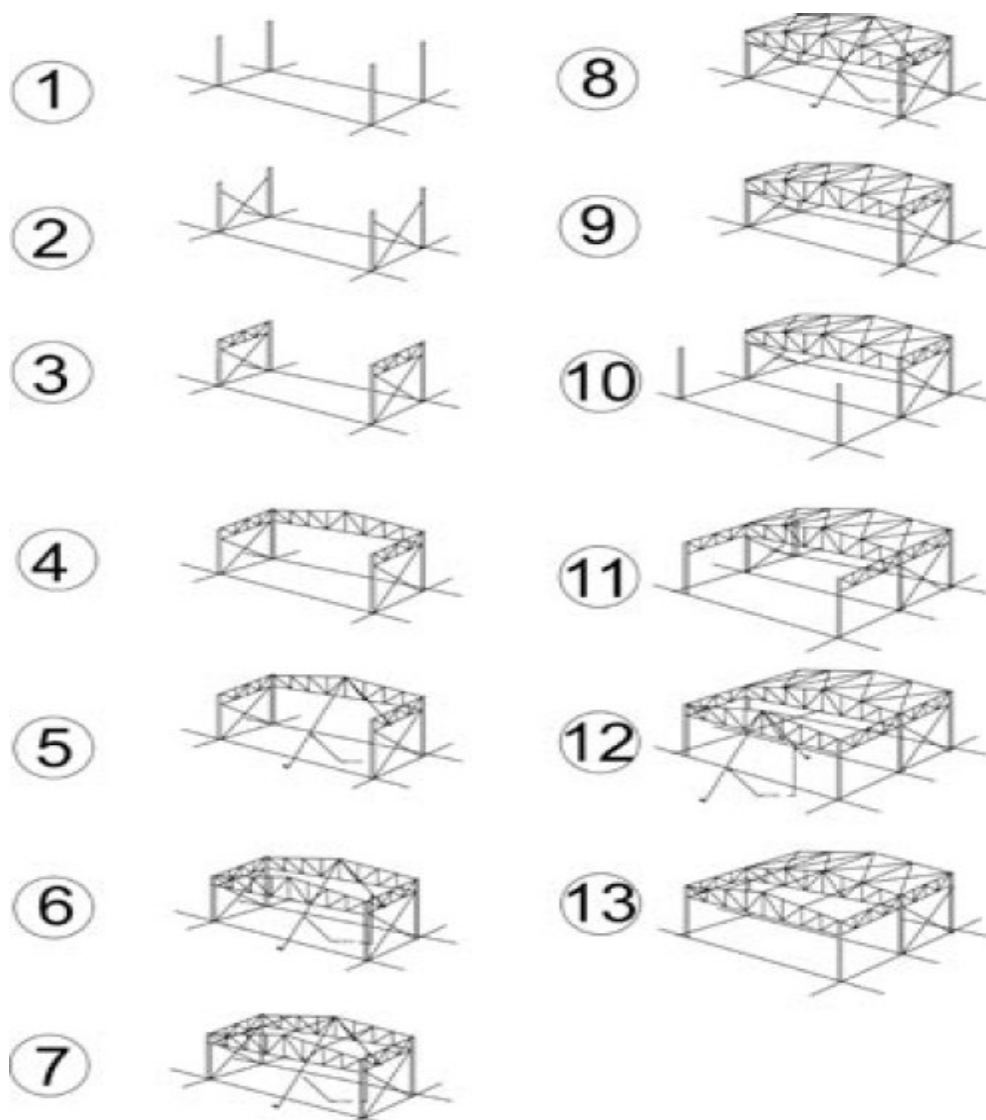


Figura Montagem de galpões-5: Sequência de montagem de um galpão industrial. Fonte: PINHO (2005)

1. Montagem das colunas do vão de contraventamento;
2. Montagem dos contraventamentos verticais;
3. Montagem das vigas de beiral e de tapamento de interligação entre as colunas;
4. Montagem da viga de pórtico entre as colunas do primeiro eixo;
5. Estaiamento deste pórtico;
6. Montagem da segunda viga de pórtico;
7. Interligação do primeiro e do segundo pórticos com as terças de cobertura;
8. Montagem dos contraventamentos do plano da cobertura;
9. Remoção dos estais, montagem dos demais eixos seguindo repetindo a seguinte sequência;
10. Montagem das colunas vizinhas ao vão de contraventamento;
11. Montagem das vigas de beiral e de tapamento de interligação entre as colunas;
12. Montagem da viga de pórtico entre as colunas;
13. Interligação do núcleo contraventado com o novo pórtico montando as terças de cobertura;

5 IMPORTÂNCIA DO PROJETO BÁSICO

5.1 Estudo de caso

O presente estudo de caso avaliou os procedimentos e as relações do projeto básico de uma Empresa que atua no mercado de construção civil através de sistemas construtivos, principalmente coberturas metálicas. Tendo como finalidade avaliar a importância do projeto básico no ciclo de vida de um projeto de cobertura em aço.

5.2 Projeto básico

O projeto básico é uma das etapas mais importante para o desenvolvimento do empreendimento e para as empresas. Sendo nesta etapa onde se realiza a concepção das soluções arquitetônicas e estruturais do projeto, a licitação da obra, a orçamentação, os desenhos básicos de aprovação e o planejamento das próximas etapas.

Outro aspecto importante desta etapa para as empresas de modo em geral é a participação das empresas de concorrências públicas e privadas através do projeto básico, ou seja, o projeto básico tem como principal finalidade a contratação da empresa para realização do empreendimento.

Na Figura 5-1, podemos visualizar as etapas de um projeto em construções metálicas, sendo que cada etapa é composta por dados de entrada, processos e dados de saída.



Figura importância do projeto básico-6: Etapas de projeto em construções metálicas.

Sendo que o processo pelo qual a Empresa efetiva a contratação do fornecimento do seu produto e a execução da obra é um ciclo que se forma entre as etapas do comercial e do projeto básico até a definição pelo cliente da contratação (Figura 7).

O presente trabalho observou que o número de ciclos necessários para a definição de cada empreendimento é determinado pelas solicitações de alterações do projeto básico, sendo o número de solicitações em média igual a três revisões por projeto.

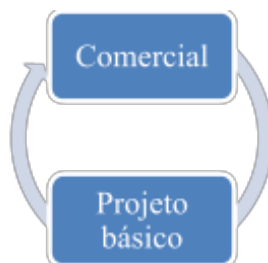


Figura 7: Ciclo entre as etapas do comercial e do projeto básico da Empresa.

A etapa do projeto básico tem início diante a solicitação do setor comercial da Empresa, responsável por fazer as captações das obras de acordo com as diretrizes e metas estabelecidas e efetivar a contratação da Empresa para o fornecimento do sistema de cobertura e execução das obras. Sendo da competência do setor comercial fornecer todos os documentos e informações necessárias para elaboração do orçamento e do desenho de aprovação, produto objeto de saída do projeto básico.

Os documentos necessários para solicitação do projeto básico são os projetos de propriedade do cliente, o memorial descritivo do empreendimento e o protocolo de solicitação de orçamento da Empresa devidamente preenchido com todas as informações necessárias, podendo se destacar:

Escopo da solicitação;

Possibilidade de um estudo de alternativas;

Sobrecargas atuantes na cobertura;

Especificações de materiais;

Sistema de proteção dos materiais;

Sistema de ventilação natural;

Sistema de iluminação natural.

O setor de engenharia responsável pelo projeto básico e projeto executivo, ao receber a solicitação formal com todas as informações necessárias, faz uma análise criteriosa das informações para poder decidir se prossegue com a solicitação ou informa a necessidade de esclarecimento ou complemento dos dados entregues pelo setor comercial.

Desta forma, pela análise dos documentos e procedimentos adotados pela empresa, observou-se que existem dois tipos básicos de solicitações que se distinguem pelos processos, a saber:

1. Caso 1 – proveniente de licitações públicas;
2. Caso 2 – resultante de obras privadas.

As principais diferenças nos procedimentos que conduzem o projeto básico entre esses dois casos estão resumidos nas Tabela 5-1 e Tabela 5-2, abaixo:

Tabela importância do projeto básico-3: Procedimentos da etapa do projeto básico, mediante as solicitações provenientes de licitações públicas.

Procedimentos - Obras de licitações públicas		
Entrada	Processo	Saída
Projeto básico de licitação; Memorial descritivo; Protocolo de solicitação.	Análise das informações; Pré-dimensionamento; Orçamentação; Cronograma de marcos; Desenho de aprovação;	Projeto básico de aprovação.

Tabela importância do projeto básico-4: Procedimentos da etapa do projeto básico, mediante as solicitações provenientes de obras privadas.

Procedimentos - Obras privadas		
Entrada	Processo	Saída
Projeto de propriedade do cliente; Protocolo de solicitação.	Análise das informações; Brainstorming; Estudo de alternativas; Pré-dimensionamento; Orçamentação; Cronograma de marcos; Desenho de aprovação;	Projeto básico de aprovação.

Os processos que compõem o projeto básico estão descritos forma resumida, conforme abaixo:

Análise de informações: Análise dos documentos de entrada do projeto básico com o objetivo de avaliar a necessidade de informações complementares;

Brainstorming: Técnica de grupo que tem como principal objetivo geração de idéias inovadoras que aperfeiçoe as soluções técnicas da Empresa;

Estudo de alternativas: Seleção de duas ou mais soluções técnicas do sistema de cobertura como a finalidade de obter a solução ótima para cada empreendimento;

Pré-dimensionamento: Dimensionamento da estrutura em aço de cobertura para levantar os quantitativos necessários ao orçamento;

Orçamentação: Procedimento pelo qual se obtém o preço de venda do empreendimento;

Cronograma de marcos: Processo de planejamento onde a Empresa informa ao cliente o tempo de cada etapa do empreendimento;

Desenho de aprovação: Desenhos de aprovação das soluções obtidas durante o projeto básico, tendo como principal finalidade a apresentação técnica e comercial do empreendimento.

As diferenças entre os dois tipos de solicitação apesar de pequenas, ocasionam grandes mudanças nas atividades do projeto básico, abaixo se apresenta os aspectos positivos e negativos avaliados de cada caso:

Caso	Aspectos positivos	Aspectos negativos
Caso 1	Projeto básico aprovado para licitação Menos solicitações de revisões Processo para aprovação mais ágil	Prazos mais rígidos Concepção estrutural Modificações das especificações
Caso 2	Concepção estrutural Prazo mais flexível Possibilidade de parcerias	Mais solicitações de revisão Mudanças do escopo Processo para aprovação mais lento

A concepção estrutural é de fundamental importância para o projeto, pois muitos empreendimentos são concebidos para obras com outros tipos de estrutura, como por

exemplo, em concreto e até mesmo, com soluções de estruturas em aço convencional. Ou seja, neste caso existe a necessidade de uma etapa de estudo de alternativa para viabilizar a obra. Sendo que para projetos provenientes de licitações públicas as mudanças das especificações nem sempre são permitidas.

Neste caso, é importante observar a existência de um terceiro tipo de solicitação, resultante dos requerimentos de clientes parceiros, nos quais a concepção do projeto é feita de acordo com as especificações do produto da Empresa, ou muitas vezes, solicitam um estudo preliminar do empreendimento.

Observou-se que os grandes números de revisões, geralmente ocasionadas por informações incompletas ou mudança de escopo, possam congestionar o fluxo normal de solicitações, principalmente se a revisão for motivada por alteração de escopo na qual acarrete em um novoprocessos desde as primeiras etapas.

Este congestionamento acontece, principalmente porque as revisões têm prazos menores em relação a uma solicitação normal. Sendo de fundamental importância para Empresa evitar as revisões por falta de informações, essas geram retrabalho muitas vezes desnecessários.

Outro fato relevante para o processo está relacionado ao projeto de aprovação, formado pelo orçamento, desenho de aprovação e cronograma de marcos, estes três documentos devem estar coesos e totalmente integralizados. Em relação ao desenho de projeto, o mesmo deverá estar tão próximo, quanto possível do desenho de projeto.

5.3 Orçamento de Montagem

A orçamentação é uma das atividades principais do projeto básico, pois o orçamento determina o custo aproximado de um empreendimento futuro e estabelece um preço de venda no presente. Sendo muitas vezes responsável pelo sucesso quando o orçamento é tão próximo quanto possível do valor real da obra ou pelo insucesso quando o valor estabelecido sofre variações além das normais do valor de mercado.

Sendo a execução da montagem a última etapa do empreendimento, geralmente é onde se observa com clareza os resultados de um bom projeto e de um bom orçamento de montagem. Por isso, o presente trabalho avaliou o orçamento de montagem da Empresa com o objetivo de

detectar possíveis melhorias na metodologia atualmente empregada e levantar as principais relações entre as etapas do projeto básico e a execução da montagem.

Portanto, avaliou-se uma obra típica de cobertura da Empresa já executada e comparou as duas fases, chegando-se aos seguintes resultados:

Planilha orçamentária complexa e de difícil compreensão;

Atualização de banco de dados realizada com pouca frequência pelo comercial;

As unidades dos serviços de orçamento incompatíveis com a metodologia aplicada no planejamento da montagem;

Ausência dos serviços de pré-montagem no orçamento;

Carência de informações do orçamento em relação ao planejamento da obra;

A teoria apresentada afirmar que para a elaboração de um bom orçamento de montagem é preciso fazer um levantamento da equipes necessárias para montagem e principalmente dos equipamentos, pois estes representam uma grande parcela do custo da montagem. Por exemplo: uma obra em especial pode precisar de dois guindastes para montagem, o que impactaria de forma relevante no custo da montagem.

Um do fato importante está relacionado com as unidades do orçamento de montagem. Pois as mesmas apresentaram incompatibilidade com execução da montagem, uma vez que a unidade para orçamento de montagem de cobertura está relacionada com área de cobertura e não com o peso da estrutura. O que levar a custos equivocados, por exemplo, uma mesma obra pode ter taxa de cobertura (kg/m^2) diferente por causa de sobrecarga de utilidades.

Outro aspecto importante é em relação aos prazos estabelecidos durante a negociação. Pois, as obras de coberturas metálicas têm com principal característica a velocidade de montagem, o que implicar a prazos menores da obra. Ou seja, a Empresa tem que avaliar para cada obra, se o prazo requerido vai influenciar no orçamento de montagem, pois para prazos mais curtos, por exemplo, pode ocorrer a necessidade de horas extras e turnos noturnos. Atualmente, a Empresa não está levando em consideração este fato.

Uma forma de avaliar este fato pela Empresa é fazer o orçamento de montagem a partir do planejamento da obra, ou seja, a Empresa deve inserir um processo de planejamento no projeto básico com o objetivo de avaliar o custo de montagem de forma detalhada a partir do cronograma da obra.

5.4 Relações do projeto básico

A importância do projeto básico foi avaliada pela análise de documentos e pelas relações entre o projeto básico e as outras etapas do empreendimento. Sendo as principais relações do projeto básico como o setor comercial, o projeto executivo e a montagem.

5.4.1 Relações com comercial

Em relação ao setor comercial, observou uma relação de interesses entre as equipes de venda e a equipe do projeto básico, onde os principais fatores estão descritos abaixo:

Prazos estabelecidos;

Ordem de prioridades;

Revisões de orçamento;

Taxas de estrutura.

Os prazos estabelecidos e a ordem de prioridade das solicitações são de fundamental importância para o comercial atender as perspectivas do cliente, pois o mesmo solicita uma resposta ao pedido de orçamento e comercial se compromete a fazer uma apresentação técnica em uma determinada data. Sendo assim, a equipe de projeto básico não pode atrasar uma solicitação, tendo que negociar os prazos e a ordem de prioridade com as equipes de venda.

Outro aspecto importante é a expectativa do comercial de uma boa negociação e para isto é preciso que cada empreendimento apresente uma solução ótima para o cliente e muitas vezes, outras soluções alternativas para Empresa, sendo que essas soluções têm que apresentar bons

parâmetros para serem competitivas. Ou seja, o comercial tem uma expectativa de receber soluções técnicas que viabilize sua negociação com estruturas leves, o que nem sempre é possível.

5.4.2 Relações com projeto executivo

Com relação ao projeto executivo, observou-se que existe a possibilidade de eliminar uma tarefa do projeto executivo. Uma vez que o desenho de aprovação, no qual tem como principal finalidade a apresentação técnica comercial do projeto básico pode suprir a necessidade da elaboração do desenho de projeto, desde que a elaboração do desenho de aprovação atenda a todos os requisitos do projeto executivo.

Outro fator importante é na metodologia empregada para o dimensionamento da estrutura durante o projeto básico, este deve estar adequado para a realidade da Empresa e o mais próximo possível do dimensionamento da estrutura, pois o peso da estrutura vendida se transforma em meta para equipe do projeto executivo.

5.4.3 Relações com a montagem

As principais relações do projeto básico com o a execução do empreendimento, já foram abordadas no item 5.3 e estão relacionadas abaixo:

Prazo de execução;

Orçamento da mão de obra;

Orçamento e previsão dos equipamentos;

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo alcançou o seu objetivo almejado, uma vez que através da análise dos procedimentos e relações entre o setor comercial e setor de engenharia da Empresa foi possível identificar a importância do projeto básico para o empreendimento e as principais relações com as etapas do empreendimento.

De fato, pode-se afirmar que a etapa do projeto básico deve-se ser considerada como estratégica e de fundamental importância para Empresa. Pois, no projeto básico se desenvolve a concepção estrutural de solicitações de parceiros, sendo novas idéias submetidas pelos estudos de caso desenvolvidos nesta etapa.

O projeto básico influencia diretamente no projeto executivo, uma vez que existe a possibilidade de se eliminar a etapa de desenho de projeto com o desenho de aprovação do projeto básico. E pelas soluções adotadas no pré-dimensionamento, aprovada pelo orçamento e projeto básico, não podendo mais ser alterada no projeto executivo.

Outro ponto importante é o orçamento, principalmente no orçamento de montagem onde foram identificadas possíveis melhorias na metodologia empregada pela Empresa. Pois, o orçamento de montagem deve estar de acordo com o planejamento, com os equipamentos utilizados no canteiro de obra, com os índices de produtividades das equipes de montagem e os serviços e as unidades de orçamento devem estar compatíveis com o planejamento de montagem.

REVISÕES BIBLIOGRÁFICAS

ABNT NBR 8800:2008, *Projeto de estruturas de aço de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios*.

BELLEI, Ildony Hélio. Edifícios industriais em aço: calculo e projeto 5ª ed. São Paulo: Pini, 2004.

BELLEI, Ildony Hélio. Edifício de múltiplos andares em aço 2ª ed. São Paulo: Pini, 2008.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. Edificações de Aço no Brasil 2ª ed. São Paulo, Zigurate Editora, 1999.

DIAS, Luís Andrade de Mattos. Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagem São Paulo, Zigurate Editora, 1997.

IABr – Instituto Aço Brasil. Disponível em <<http://www.acobrasil.org.br/>>. Acesso em 17/12/2010.

MATTOS, Aldo Dórea, Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentista, estudos de caso, exemplos. – São Paulo: Editora Pini, 2006.

PFEIL, Walter. Estruturas de aço: dimensionamento prático 8ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 2009

PINHO, Mauro Ottoboni. Transporte e Montagem Rio de Janeiro: IBS / CBCA, 2005