

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica – uma visão segundo a nova filosofia de produção.

Flavia Rosindo de Moraes

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama

Vitória
Junho de 2000

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica – uma visão segundo a nova filosofia de produção.

Flavia Rosindo de Moraes

Orientador:
Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Vitória
Junho de 2000

Moraes, Flavia Rosindo de, 1973

Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica – uma visão segundo a nova filosofia de produção. [Vitória] 2000.

xxi, 220 p., 29,7 cm (UFES, M.Sc., Engenharia Civil, 2000).

Dissertação, Universidade Federal do Espírito Santo, PPGEC.

I. Construção civil.

I. PPGEC/UFES II. Título (série).

Uma contribuição ao estudo do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica – uma visão segundo a nova filosofia de produção.

Flavia Rosindo de Moraes

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Aprovada em 19/06/00 por:

Prof. Dr. Ing. João Luiz Calmon Nogueira da Gama – Orientador, UFES

Prof. Dr. Ing. Marcel Olivier Ferreira de Oliveira, UFES

Prof. Ph.D. Luiz Fernando Mählmann Heineck, UFSC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

*“(...) não recuseis as idéias novas que vão surgindo.
Elas fazem parte do programa a exprimir-se no domínio das realizações concretas.”
(Bezerra de Menezes)*

*Aos meus pais, Tércio e Jane,
ao meu irmão Rodrigo e ao Fabi,
por sempre estarem ao meu lado.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Calmon, pela amizade, dedicação, motivação e confiança. Professor, um mestre “(...) *não pode entregar a você aquilo que conhece, mas pode criar um certo campo de energia no qual as suas pétalas podem se abrir, no qual as suas sementes são encorajadas, em que você pode criar coragem suficiente para dar o salto, no qual o milagre torna-se possível.*” (Osho – Zen: The special transmission). A você, mestre e amigo, o meu muito obrigada!

Ao Prof. Aguinaldo dos Santos que, mesmo durante as fases finais de sua tese de doutorado, somou um grande trabalho de colaboração.

À CST – Companhia Siderúrgica de Tubarão – e ao NEXEM – Núcleo de Excelência em Estruturas Metálicas e Mistas – por acreditarem no meu projeto, financiando a pesquisa através da concessão de bolsa de estudos.

Aos Engenheiros José Rubem e Cantídio pelo incentivo para ingressar e permanecer no mestrado. A toda equipe DGA - USIMINAS, pelo apoio concedido; as empresas PLANTE Planejamento e Orçamentos Ltda., Mascarenhas Barbosa-Roscoe Edificações Ltda., AIR Project, FY – Engenharia de Projetos Ltda., HIDROSOLO Consultoria e Engenharia de Projetos, LCA Arquitetura, TERMOTÉCNICA Indústria e Comércio Ltda. e TESE Projetos Sociedade Civil Ltda., na pessoa de seus diretores; CODEME Engenharia S. A, na pessoa de Eng. Carlos Valério P. Amorim, Eng. Rodrigo Cyrino Monteiro e Eng. Eduardo de Assis Fonseca; USIMINAS Mecânica, na pessoa do Eng. Edward Garzon M. Cesar; e aos profissionais Arq. Luís Andrade de Mattos Dias, Major Alair e Eng. Ubirajara Alvim Camargos, pela receptividade e concessão de entrevistas, contribuindo para a realização deste trabalho.

Aos colegas, Cláudio e Warley, ao secretário Roberto e a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento desta.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
LISTA DE FOTOGRAFIAS.....	xvi
LISTA DE QUADROS.....	xviii
LISTA DE TABELAS.....	xix
RESUMO.....	xx
ABSTRACT.....	xxi

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

1.1. INTRODUÇÃO.....	2
1.2. JUSTIFICATIVA.....	4
1.3. OBJETIVOS E HIPÓTESES.....	6
1.3.1. Objetivo Geral.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3.3. Hipóteses.....	6
1.4. LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	7
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	7

CAPÍTULO 2 - ELEMENTOS PARA ENTENDER A SIDERURGIA E OS EMPREENDIMENTOS EM CONSTRUÇÃO METÁLICA

2.1. INTRODUÇÃO.....	10
2.2. UM BREVE HISTÓRICO DA SIDERURGIA.....	10
2.2.1. A Siderurgia no Brasil.....	11
2.3. O PARQUE SIDERÚRGICO NACIONAL.....	15
2.3.1. Consumo Interno de Aço.....	17
2.3.2. Exportações de Aço.....	18
2.3.3. Importações Realizadas.....	19
2.4. QUALIDADE E GESTÃO AMBIENTAL.....	20
2.4.1. Qualidade e Normalização.....	20
2.4.2. Gestão Ambiental.....	21

2.5. O PROCESSO SIDERÚRGICO.....	22
2.6. A CONSTRUÇÃO METÁLICA NO CONTEXTO INDUSTRIAL.....	23
2.6.1. A Importância da Indústria da Construção	23
2.6.2. A Contextualização da Construção Metálica na Indústria de Construção.....	24
2.6.3. O Consumo de Aço na Construção Metálica.....	25
2.7. A CONSTRUÇÃO METÁLICA E A PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS METÁLICOS.....	28
2.7.1. Breve Histórico da Construção Metálica.....	28
2.7.2. A Construção Metálica na Atualidade.....	34
2.7.3. Entraves para o Desenvolvimento da Construção Metálica.....	38
2.7.4. Incentivos inerentes à Construção Metálica.....	49
2.7.5. Tendências da Construção Metálica.....	53
2.7.6. A Produção dos Edifícios e os Intervenientes.....	54
2.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61

CAPÍTULO 3 – O PROJETO SEGUNDO A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO

3.1. INTRODUÇÃO.....	64
3.2. DEFINIÇÕES DE PROJETO.....	65
3.3. AS ETAPAS E OS INTERVENIENTES DO PROCESSO DE PROJETO...	66
3.4. ASPECTOS RELEVANTES DA ETAPA DE PROJETO.....	69
3.4.1. Planejamento.....	69
3.4.2. Compatibilização de Projetos.....	72
3.4.3. Projetos para Produção.....	73
3.4.4. Racionalização Construtiva e o Projeto.....	75
3.4.5. A Construtibilidade e o Projeto.....	75
3.4.6. Tecnologia da Informação.....	76
3.5. O MOVIMENTO DO ESTUDO DO PROCESSO DE PROJETO.....	77
3.5.1. Picchi (1993).....	77
3.5.2. Souza et al. (1994).....	79
3.5.3. Melhado (1994).....	80
3.5.4. Novaes (1996).....	81

3.5.5. Gus (1996).....	84
3.5.6. Tzortzopoulos (1999).....	86
3.6. O PROJETO DE EDIFÍCIOS METÁLICOS.....	94
3.7. ASPECTOS DE PROJETO SEGUNDO A NOVA FILOSOFIA DE PRODUÇÃO.....	99
3.7.1. A Nova Filosofia de Produção.....	99
3.7.1.1 Origens e estrutura conceitual.....	100
3.7.1.2 Conceitualização tradicional e a nova conceitualização da construção.....	111
3.7.1.3 O lean design.....	113
3.7.1.3.1. A engenharia simultânea.....	114
3.7.2. O Projeto Segundo a Nova Filosofia de Produção.....	118
3.7.2.1 Projeto como conversão.....	118
3.7.2.2. Projeto como fluxo.....	119
3.7.2.3. Projeto como valor.....	120
3.8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DA PESQUISA	
4.1. INTRODUÇÃO.....	123
4.2. MÉTODO DE PESQUISA.....	123
4.2.1. Etapa 1: Pesquisa Exploratória.....	124
4.2.1.1. Fase 1: Entrevistas.....	126
4.2.1.2. Fase 2: Diagnóstico preliminar do processo existente.....	127
4.2.1.3. Fase 3: Definição do enfoque do estudo de caso.....	127
4.2.2. Etapa 2: Estudo do Caso.....	127
4.2.2.1. Fase 4: Entrevistas.....	128
4.2.2.2. Fase 5: Pesquisa documental.....	131
4.2.2.3. Fase 6: Fluxogramas do processo.....	131
4.2.2.4. Fase 7: Análise do processo de projeto em estudo.....	134
CAPÍTULO 5 - ESTUDOS DE CASO	
5.1. INTRODUÇÃO.....	136
5.2. DIAGNÓSTICO PRELIMINAR DA CONSTRUÇÃO METÁLICA.....	136

5.3. CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....	138
5.3.1. Empreendimento A.....	138
5.3.2. Empreendimento B.....	141
5.4. CARACTERÍSTICAS DAS EDIFICAÇÕES.....	143
5.4.1. Empreendimento A.....	143
5.4.1.1. Descrição do prédio 1.....	144
5.4.1.2. Sistema construtivo.....	146
5.4.2. Empreendimento B.....	149
5.4.2.1. Descrição da edificação.....	150
5.4.2.2. Sistema construtivo.....	151
5.5. EQUIPES DE PROJETO E PRODUÇÃO	154
5.5.1. Empreendimento A.....	154
5.5.2. Empreendimento B.....	156
5.6. ETAPAS E ATIVIDADES DO PROCESSO DE PROJETO.....	158
5.6.1. Empreendimento A.....	158
5.6.1.1. O processo de projeto.....	158
5.6.1.2. Planejamento e concepção do empreendimento.....	160
5.6.1.3. Estudo preliminar.....	162
5.6.1.4. Anteprojeto.....	164
5.6.1.5. Projeto básico de arquitetura.....	167
5.6.1.6. Projeto executivo.....	170
5.6.1.7. Acompanhamento da obra.....	172
5.6.2. Empreendimento B.....	180
5.6.2.1. O processo de projeto.....	180
5.6.2.2. Planejamento e concepção do empreendimento.....	182
5.6.2.3. Projeto executivo.....	184
5.6.2.4. Acompanhamento da obra.....	188
5.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	190
 CAPÍTULO 6 – ANÁLISE E CONCLUSÕES	
6.1. INTRODUÇÃO.....	195
6.2. ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	195
6.3. CONCLUSÕES.....	201

6.4. SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	209

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABCEM	Associação Brasileira da Construção Metálica
ABECOM	Associação Brasileira de Ensino da Construção Metálica
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACBCOM	Associação Centro-Brasileira da Construção Metálica
ACESITA	Cia. de Aços Especiais Itabira
AÇOMINAS	Aço Minas Gerais S/A
AISC	American Institute of Steel Construction
AISI	American Iron and Steel Institute
AMICEM	Associação Mineira dos Construtores de Estruturas Metálicas
ANCOM	Associação Nordeste da Construção Metálica
ASBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
ASCOM	Associação Sul Brasileira da Construção Metálica
ASTM	American Society for Testing & Materials
AV	Análise de Valor
CAD	Computer Aided Design
CBBH	Corpo de Bombeiros de Belo Horizonte
CEB	Comite Euro-International du Beton
CEF	Caixa Econômica Federal
CEP	Controle Estatístico do Processo
Cia.	Companhia
CIB	International Council for Research and Innovation in Building and Construction
CBAço	Companhia Brasileira do Aço
CIFE	Center for Integrated Facility Engineering
CII	Construction Industry Institute
CDMEC	Centro Capixaba de Desenvolvimento Metalmeccânico
CONSIDER	Conselho de Não-ferrosos e de Siderurgia
COSIPA	Companhia Siderúrgica Paulista
CREA	Conselho Regional de Arquitetura, Engenharia e Agronomia
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
CST	Companhia Siderúrgica de Tubarão
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações

DFM Projeto para Manufatura
DFA Projeto para Montagem
ENEGEP Encontro Nacional de Engenharia de Produção
ENTAC Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
EPUSP Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
ESDEP European Steel Design Education Programme Society
FBCF Formação Bruta de Capital Fixo
FEM Fábrica de Estruturas Metálicas
FMEA Análise do Efeito do Modo de Falha
GSCM Grupo Siderúrgico da Construção Metálica
IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBS Instituto Brasileiro de Siderurgia
ICMS Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços
IGLC International Group for Lean Construction
IISI International Iron and Steel Institute
ISIJ The Iron and Steel Institute of Japan
ISS Imposto sobre Serviço
ISSB The Iron & Steel Statistic Bureau
ITEA Instituto Técnico de la Estructura en Acero
JIT Just-in-Time
NEXEM Núcleo de Excelência em Estruturas Metálicas e Mistas
NORIE Núcleo Orientado pela Inovação da Edificação
PEA População Economicamente Ativa
PIB Produto Interno Bruto
PMBH Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
PUC-RIO Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro
QFD Quality Function Deployment
RIBA Royal Institute of British Architects
SBI Swedish Institute of Steel Construction
SCI The Steel Construction Institute
SEASI South East Asia Iron and Steel Institute
TG Tecnologia de Grupo
TPM Manutenção Preditiva Total

TQC Total Quality Control
TQM Total Quality Management
UERJ Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFES Universidade Federal do Espírito Santo
UFG Universidade Federal de Goiás
UFMG Universidade Federal de Minas Gerais
UFOP Universidade Federal de Ouro Preto
UFPR Universidade Federal do Paraná
UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina
UFSCar Universidade Federal de São Carlos
UFV Universidade Federal de Viçosa
UnB Universidade de Brasília
UNICAMP Universidade Estadual de Campinas
USIMINAS Usinas Siderúrgicas Minas Gerais S/A
USP Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Mapa com a localização das usinas siderúrgicas brasileiras.....	15
Figura 2.2	Fluxo de produção da CST.....	23
Figura 2.3	Média internacional de destino final de vendas.....	25
Figura 2.4	Distribuição de vendas do Reino Unido no ano de 1997.....	26
Figura 2.5	Representação do processo de produção de edifícios metálicos.....	56
Figura 3.1	Diferentes níveis da Nova Filosofia de Produção.....	100
Figura 3.2	Modelo de conversão.....	101
Figura 3.3	Produção como um processo de fluxo.....	102
Figura 3.4	Compressão dos tempos de ciclo.....	105
Figura 3.5	Comparação do desenvolvimento de atividades entre a engenharia simultânea e a engenharia seqüencial.....	117
Figura 3.6	O projeto como conversão.....	118
Figura 4.1	Etapas e fases da pesquisa.....	124
Figura 4.2	Resumo da metodologia utilizada por SERPELL <i>et al.</i> (1996).....	125
Figura 4.3	Critérios para o desenho dos fluxogramas dos empreendimentos em estudo.....	132
Figura 5.1	Organograma das equipes de projeto e produção envolvidas no prédio 1.....	154
Figura 5.2	Organograma das equipes de projeto e produção envolvidas na edificação do empreendimento B.....	157
Figura 5.3	Fluxograma das etapas do processo de projeto do empreendimento A.....	159
Figura 5.4	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de planejamento e concepção do empreendimento A.....	161
Figura 5.5	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de estudo preliminar do empreendimento A.....	163
Figura 5.6	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de anteprojeto do empreendimento A.....	166
Figura 5.7	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de projeto básico de arquitetura do empreendimento A.....	169

Figura 5.8	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa projeto executivo do empreendimento A.....	171
Figura 5.9	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de acompanhamento da obra do empreendimento A.....	179
Figura 5.10	Fluxograma das etapas do processo de projeto do empreendimento B.....	181
Figura 5.11	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de planejamento e concepção do empreendimento B.....	183
Figura 5.12	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de projeto executivo do empreendimento B.....	186
Figura 5.13	Fluxograma de atividades desenvolvidas na etapa de acompanhamento da obra do empreendimento B.....	189

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografia 2.1	Palácio de Cristal, em Londres, Inglaterra.....	29
Fotografia 2.2	Ponte Coalbrookdale na Inglaterra.....	29
Fotografia 2.3	Estação da Luz, na cidade de São Paulo.....	31
Fotografia 2.4	Mercado São José, no Recife.....	31
Fotografia 2.5	Palácio de Cristal brasileiro localizado em Petrópolis, RJ.....	32
Fotografia 2.6	Teatro Santa Isabel, no Recife.....	32
Fotografia 2.7	Edifício Anexo do Congresso Nacional, localizado em Brasília.....	33
Fotografia 2.8	Edifícios dos Ministérios, Brasília.....	33
Fotografia 2.9	Shopping Diamond Mall na cidade de Belo Horizonte – MG.....	35
Fotografia 2.10	Edifício San Paolo, localizado na cidade de São Paulo – SP.....	36
Fotografia 2.11	Centro de Vivência da Universidade Federal de Minas Gerais.....	36
Fotografia 2.12	Tribunal de Contas, localizado na cidade de Salvador – BA.....	36
Fotografia 2.13	Conjunto habitacional, localizado na cidade de Juiz de Fora – MG.....	37
Fotografia 2.14	Edifício residencial, localizado na cidade de Belo Horizonte – MG.....	37
Fotografia 3.1	Corrosão uniforme em coluna metálica.....	96
Fotografia 3.2	Mistura de dois tipos de ligações.....	96
Fotografia 3.3	Emenda com seções não coincidentes.....	96
Fotografia 3.4	Amassamento em ligação para possibilitar o acesso das chaves de aperto.....	97
Fotografia 3.5	Falta de parafusos na ligação.....	97
Fotografia 3.6	Dimensão de projeto maior inadequada.....	97
Fotografia 3.7	Base de coluna faltando chumbadores e bloco de concreto com dimensões não adequadas, comprometendo a ancoragem.....	98
Fotografia 3.8	Seccionamento da treliça para passagem de tubulação.....	99

Fotografia 5.1	Região montanhosa onde foram comprados os terrenos do empreendimento.....	139
Fotografia 5.2	Vista superior do estágio atual da construção.....	143
Fotografia 5.3	Vista da fachada do prédio 1, segundo sua entrada principal.....	144
Fotografia 5.4	Vista da fachada do prédio 1, segundo seu acesso.....	145
Fotografia 5.5	Vista parcial da fachada do prédio 1.....	145
Fotografia 5.6	Estrutura metálica do prédio 1.....	146
Fotografia 5.7	Preparação das lajes mistas tipo <i>steel deck</i> para concretagem.....	147
Fotografia 5.8	Juntas de movimentação na fachada.....	148
Fotografia 5.9	Visão das bandejas aparentes de instalações elétricas.....	148
Fotografia 5.10	Visão das instalações sanitárias.....	149
Fotografia 5.11	Vista parcial da fachada do prédio.....	150
Fotografia 5.12	Contenção em estacas tipo Strauss com atirantamento e escavações a serem finalizadas.....	151
Fotografia 5.13	Contenção e movimentação de terra finalizadas.....	152
Fotografia 5.14	Estrutura metálica da edificação.....	152
Fotografia 5.15	Laje mista do tipo <i>steel-deck</i> armada para receber o concreto.....	153
Fotografia 5.16	Demolição de área concretada para construção de um jardim.....	174
Fotografia 5.17	Jardim executado no local da demolição da área concretada.....	174
Fotografia 5.18	Sala construída com divisórias de vidro temperado para ser utilizada pelo setor administrativo.....	175
Fotografia 5.19	Construção da portaria do prédio 1.....	175
Fotografia 5.20	Dômus arquitetônico existente no terraço para iluminação zenital.....	176
Fotografia 5.21	Vista frontal do elevador no pavimento térreo.....	176
Fotografia 5.22	Parede construída em blocos de concreto para o elevador.....	177
Fotografia 5.23	Vista do elevador no quinto pavimento e casa de máquinas.....	177
Fotografia 5.24	Vista da fachada de fundos mostrando a construção do quinto pavimento.....	178

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Dimensão da siderurgia brasileira em 1997.....	16
Quadro 2.2	Composição do setor siderúrgico brasileiro em 1998.....	17
Quadro 2.3	Divisão do setor da construção civil em subsetores segundo a Fundação João Pinheiro (1984).....	25
Quadro 2.4	Principais intervenientes do processo de produção de edifícios de construção metálica.....	61
Quadro 3.1	Algumas subdivisões propostas para a etapa de projetos.....	67
Quadro 3.2	Comparação de alguns aspectos referentes aos projetos para a produção.....	74
Quadro 3.3	Principais elementos conceituais e relacionamento com a etapa de projeto na adoção de diretrizes de racionalização construtiva e construtibilidade.....	76
Quadro 3.4	Proposta de componentes da qualidade de projeto, segundo PICCHI (1993).....	78
Quadro 3.5	Método para o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento da etapa de projetos da construção civil segundo GUS (1996).....	85
Quadro 3.6	Pesquisas na área de projeto no âmbito da Nova Filosofia de Produção.....	90
Quadro 3.7	Pesquisas na área de projetos apresentadas no ENTAC 1998.....	91
Quadro 3.8	Pesquisas na área de projetos apresentadas no ENEGEP 1998.....	93
Quadro 3.9	Diferenças entre a filosofia tradicional de produção e a nova filosofia de produção.....	112
Quadro 3.10	Comparação dos modelos de conversão, fluxo e valor.....	113
Quadro 4.1	Situações relevantes para os diferentes métodos de pesquisa.....	128
Quadro 6.1	Síntese da análise dos resultados e proposição de melhorias.....	207

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Consumo aparente de aço e capacidade instalada.....	15
Tabela 2.2	Distribuição setorial das vendas dos produtos siderúrgicos.....	18
Tabela 2.3	Importações brasileiras de produtos siderúrgicos.....	20
Tabela 2.4	Produção de estruturas metálicas em alguns países.....	26
Tabela 2.5	Consumo <i>per capita</i> de aço na construção civil.....	27
Tabela 2.6	Utilização de estrutura metálica na França, EUA e Reino Unido.....	27
Tabela 2.7	Comparação da carga horária em horas-aula entre as estruturas de aço e as de concreto.....	38
Tabela 3.1	Perdas na construção.....	111

RESUMO

A construção metálica surgiu no Brasil há mais de 50 anos, mas somente nos últimos 15 anos é que está sendo redescoberta, despertando um maior interesse por parte dos empresários e profissionais em geral. Existem muitos fatores que condicionam o desenvolvimento da construção metálica nacional, mas os incentivos estão crescendo de forma a aumentar o consumo de aço na construção civil, que ainda é bastante insignificante quando comparado a outros países.

Partindo para uma tendência de industrialização da construção, ressalta-se a importância de um projeto integrado e compatibilizado, utilizando-se a Nova Filosofia de Produção (*lean production*) como referencial teórico para a melhoria do processo. Assim sendo, a melhoria da qualidade do projeto é fundamental para o aumento da eficiência da etapa de produção, visto que é através do projeto que são definidas as características do produto, as quais afetam os custos do empreendimento

Neste trabalho, partiu-se de uma pesquisa exploratória no intuito de definir o enfoque dos estudos de caso a serem realizados. Aspectos como: mercado, custo da construção metálica, tecnologia, planejamento, produtividade, normalização, integração de projetos, desperdício, qualidade, mão-de-obra e pontos problemáticos da construção metálica foram pesquisados, notando-se certa deficiência na etapa de projeto. Desta forma, decidiu-se observar a condução do processo de projeto de empreendimentos em construção metálica, realizando-se dois estudos de caso, analisando-os à luz dos princípios da Nova Filosofia de Produção. Finalmente, buscou-se propor algumas ações e diretrizes para a melhoria do processo de projeto.

ABSTRACT

Steel construction first appeared in Brazil 50 years ago, but only in the last fifteen years has it been rediscovered by contractors and professionals that have become more interested in this kind of building technology. There are many factors which regulate steel construction development, but incentives are growing in order to increase the steel consumption in civil construction, because this consumption is lower than others countries.

Talking about the industrialization of construction, the integrated design is very important and the New Production Philosophy (lean production) is a good reference theory for the design process improvement. Thus, the design process improvement is fundamental to enhance production process efficiency. The characteristics of the product are defined by the design and these characteristics influence production costs.

This study starts with an exploratory research, looking through the definition of the case study focus. Aspects like market, costs, technology, planning, productivity, standards, design, waste, quality, labour and problematic topics about steel construction were examined and deficiencies in the design stage were noted. After this, the study investigates two design processes of steel construction projects, analyzing then in accordance with the New Production Philosophy. Finally, this study suggests some actions and policies for improving the design process in steel projects.