



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Rony Helder Nogueira Cordeiro

**SISTEMATIZAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO
DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS E
INCORPORADORAS.**

**Belém
2003**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE MESTRADO EM ENGENHARIA CIVIL**

Rony Helder Nogueira Cordeiro

**SISTEMATIZAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO
DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS E
INCORPORADORAS.**

Dissertação de Mestrado apresentada à
Universidade Federal do Pará como parte dos
requisitos para a obtenção do grau de Mestre
em Engenharia Civil.

Área de concentração: Construção Civil

**Orientador: Prof. André Luiz Guerreiro da
Cruz, Dr.**

**Belém
2003**

Rony Helder Nogueira Cordeiro

**SISTEMATIZAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES NO PROCESSO
DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES EM EMPRESAS CONSTRUTORAS E
INCORPORADORAS.**

Dissertação submetida a banca examinadora aprovada pelo colegiado do Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil na área de Construção Civil.

Aprovado em: 21 de outubro de 2003.

Banca Examinadora:

Prof. André Luiz Guerreiro da Cruz, Dr.
Deptº. de Engenharia Civil / UFPA. *Orientador*

Profª. Ana Claudia Duarte Cardoso, Drª.
Deptº. de Arquitetura e Urbanismo / UFPA
Membro da Banca Examinadora

Profª. Elcione Maria Lobato de Moraes. Drª.
Deptº. de Arquitetura e Urbanismo / UNAMA
Membro da Banca Examinadora

Prof. José Júlio Ferreira Lima, Dr.
Deptº. de Arquitetura e Urbanismo / UFPA
Membro da Banca Examinadora

Visto:

Profª. Ana Rosa Baganha Barp, Drª.
Coordenadora do PPGEC / CT / UFPA

Aos meus pais
Dilson e Vilma

AGRADECIMENTOS

Foram inúmeras as pessoas que contribuíram para que este trabalho fosse concretizado; e foram contribuições das mais diversas, desde profundas discussões conceituais, até um simples, mas valioso, olhar de carinho e segurança na hora certa. Uma página certamente não seria suficiente para nominar todos. Agradeço imensamente aqueles que fazem o PPGE, pela amizade e pelo enorme aprendizado proporcionado nestes últimos dois anos, as colegas da secretaria do NUHAM e de Pós-graduação em Engenharia Civil, a Sra. Cleide e a Sra. Claudia, respectivamente, pelo apoio de sempre. Aos amigos que ganhei no decorrer do curso e pelo apoio incondicional dos familiares. Agradeço igualmente ao Prof. Jorge de Araújo Ichihara pelas discussões e construções no campo da programação de projetos, ao Prof. Luiz Maurício Furtado Maués pela oportunidade de exercer a docência junto aos alunos da graduação, ao Prof. André Luiz Guerreiro da Cruz pelo inestimável auxílio na orientação desta dissertação, em especial, ao Prof. Armando Noé Carvalho de Moura Júnior, não apenas pela orientação segura, mas também pela forma como acompanhou o desenvolvimento deste trabalho, sempre demonstrando entusiasmo, incentivo e amizade. Agradeço às empresas que disponibilizaram parte de seu tempo precioso às investigações para o desenvolvimento dos estudos de casos, com os quais tive a oportunidade de debater e amadurecer diversas proposições desta dissertação. Agradeço às instituições que possibilitaram esse período de aprendizagem: Universidade Federal do Pará, Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Universidade da Amazônia. Aos meus pais pelo apoio incondicional que me dedicaram durante todo esse tempo. À Syane Cristina Brasil, parceira de todas as horas, exemplo de dedicação e apoio e que me proporcionou de conhecer na prática o significado das expressões cooperação e motivação.

Muito obrigado a todos.

“Nós ainda estamos no amanhecer da era científica, e todo o aumento da luz revela mais e mais a obra de um criador inteligente”.

Cressy Morrison
Ex-presidente da Academia de Ciências de Nova York

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE SIGLAS	xiv
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 Generalidades	01
1.2 Justificativa	02
1.3 Questões e objetivos de pesquisa	09
1.3.1 Questões de pesquisa	10
1.3.2 Objetivo geral	10
1.3.3 Objetivos específicos	10
1.4 Hipóteses do trabalho	10
1.5 Delimitações do trabalho	10
1.6 Estrutura do trabalho	11
2 A GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO	13
2.1 Conceito de projeto	13
2.2 O caráter do projeto: produto ou serviço	14
2.3 As etapas do processo de projeto	15
2.4 Qualidade no processo de projeto	18
2.4.1 Qualificação dos profissionais de projeto	21
2.4.2 Qualidade na apresentação dos projetos	22
2.4.3 Coordenação de projeto	23
2.4.4 Conceito de construtibilidade	26
2.4.5 Conceito de racionalização	27
2.4.6 Sistematização das informações	28
2.5 Considerações finais sobre o capítulo	30
3 O MODELO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA	32
3.1 Introdução	32

3.2. Lean Production e Lean Construction	33
3.2.1 Modelo de processo da construção enxuta	33
3.2.2 Necessidade de integração dos três aspectos: conversão, fluxo e valor	37
3.2.3 princípios para a gestão de processos	38
3.3 Críticas sobre o modelo de conversão	40
3.4 A engenharia simultânea	42
3.4.1 Desenvolvimento simultâneo de projeto do produto e do processo de produção	45
3.4.2 Ciclo de vida do projeto	51
3.4.3 Equipes multidisciplinares	52
3.4.4 Desenvolvimento de ferramentas em ambiente de engenharia simultânea	55
3.5 Considerações finais sobre o capítulo	56
 4 A DESIGN STRUCTURE MATRIX – DSM	 57
4.1 Justificativas para a aplicação da DSM	57
4.2 Comparações entre a DSM e outros métodos de programação linear	59
4.2.1 Método CPM	60
4.2.2 Método PERT	61
4.2.3 Métodos de desenvolvimento simultâneo	61
4.3 A Design Structure Matrix	63
4.4 Construção da DSM	65
4.5 Processos de manipulação da matriz	71
4.5.1 Partitioning	72
4.5.2 Tearing	72
4.5.3 Banding	73
4.5.4 Clustering overview – agrupamentos	73
4.6 DSM numérica	74
4.7 Considerações finais sobre o capítulo	76
 5 MÉTODO DE PESQUISA	 77
5.1 Considerações gerais	77
5.2 Apresentação geral do método	78
5.2.1 Aspectos da fundamentação teórica	80
5.2.2 Aspectos da aplicação da pesquisa	81
5.3 O método de análise	82

5.3.1 Etapa 01 – Nível de maturidade da empresa	82
5.3.2 Etapa 02 – Mapeamento do processo de projeto	88
5.3.3 Etapa 03 – Representação das informações em uma estrutura analítica de trabalho ..	88
5.3.4 Etapa 04 – Análise do modelo de processo de projeto utilizando a DSM	90
5.3.5 Etapa 05 – Diagnóstico do processo	90
5.4 Considerações finais sobre o capítulo	91
6 ESTUDOS DE CASO	93
6.1 Caracterização geral das empresas e escritórios dos estudos de caso	93
6.2 Avaliação das empresas quanto a disponibilidade de implantação da engenharia simultânea	103
6.3 Resultados dos estudos de caso	104
6.4 Estrutura de sistematização de informações	108
6.4.1 As etapas e os intervenientes do processo de projeto	109
6.4.2 Work Breakdown Structure	110
6.4.3 Caracterização do processo de projeto das empresas pesquisadas	119
6.5 A Design Structure Matrix	121
6.5.1 Construção da DSM	125
6.5.2 Análise da reordenação das atividades	135
6.6 Considerações finais sobre o capítulo	137
7. DIRETRIZES.....	138
7.1 A coordenação das atividades e o papel pró-ativo das empresas construtoras no planejamento e controle eficiente do processo de desenvolvimento de projeto	141
7.2 O sentido de organizar, coordenar, supervisionar e orientar as atividades pertinentes à captação, tratamento, divulgação e disseminação das informações oriundas do projeto	142
7.3 Garantia de integridade e consistência das informações divulgadas durante o processo de desenvolvimento do projeto	143
7.4 Disposição de um sistema gerenciador de informações tecnologicamente atualizado para implementação de sistemas de informação e para integra-las no ambiente computacional das empresas construtoras	144
7.5 Captura eficiente das informações sobre as necessidades dos clientes e conversão destas em requisitos de projeto	145
7.6 Considerações finais sobre o capítulo	146

8 CONCLUSÕES	147
8.1 Considerações finais	148
8.2 Recomendações para pesquisas futuras	149
9 BIBLIOGRAFIA	153
ANEXOS	159
ANEXO 01: DSM <i>input</i> – empresa A	160
ANEXO 02: DSM <i>input</i> – empresa B	161
ANEXO 03: DSM <i>input</i> – empresa C	162
ANEXO 04: DSM – mapeamento do fluxo comum entre as empresas	163
ANEXO 05: Programação das atividades de projeto com a utilização do <i>MS Project®</i>	164
ANEXO 06: Questionário traduzido do Modelo de BEACON - Engenharia Simultânea	168
ANEXO 07: Formulário para orientação a pesquisa - empresas construtoras	179
ANEXO 08: Formulário para orientação a pesquisa – escritórios	183

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	O avanço do empreendimento em relação a chance de reduzir o custo e falhas do edifício	07
Figura 1.2	Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento ao longo de suas fases	07
Figura 2.1	Ciclo da qualidade na empresa de projeto	20
Figura 3.1	Projeto como conversão	34
Figura 3.2	Projeto como fluxo	36
Figura 3.3	Projeto como gerador de valor	37
Figura 3.4	Etapas de desenvolvimento de um projeto	46
Figura 3.5	Esquema genérico de um processo de projeto tradicional	46
Figura 3.6	Proposta para a seqüência do projeto (fase II e III) privilegiando o paralelismo e a interatividade entre projetos	48
Figura 3.7	Desenvolvimento do projeto na visão da engenharia simultânea	49
Figura 3.8	Modelo de matriz tarefa x responsabilidade	49
Figura 3.9	Relações de seqüenciamento entre atividades de projeto	50
Figura 3.10	Critérios para o desenho de fluxograma	50
Figura 3.11	Ciclo de vida de um projeto de desenvolvimento do produto	52
Figura 3.12	Comparação de perdas / lucros ao longo de tempo entre projetos simultâneo e serial	52
Figura 3.13	Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto	53
Figura 4.1	Tipos de fluxo de informações entre duas atividades	62
Figura 4.2	Representação de um projeto como um sistema	63
Figura 4.3	Um <i>digraph</i> e sua matriz de adjacência	64
Figura 4.4	Representação genérica da utilização da <i>Design Structure Matrix</i>	64
Figura 4.5	Exemplo da <i>Design Structure Matrix</i>	67
Figura 4.6	Relações de seqüenciamento entre atividades de projeto	70
Figura 4.7	Relações de seqüenciamento entre atividades de projeto representadas em matrizes	70
Figura 4.8	Exemplo de DSM, antes (esquerda) e depois (direita) de <i>Partitioning</i>	72
Figura 4.9	Exemplo de <i>banding</i> em uma DSM e sua respectiva rede CPM	73
Figura 4.10	DSM antes e depois do <i>Clustering</i>	74
Figura 5.1	Estratégia de trabalho adotada para a pesquisa	80
Figura 5.2	Representação do gráfico radial do modelo de BEACON	82
Figura 5.3	Exemplo de <i>Work Breakdown Structure</i>	89

Figura 5.4	Modelo de análise para o fluxo de informações com base na engenharia simultânea	91
Figura 6.1	Organograma da empresa A	94
Figura 6.2	Organograma da empresa B	94
Figura 6.3	Organograma da empresa C	95
Figura 6.4	Resultado do modelo BEACON da empresa construtora A	105
Figura 6.5	Resultado do modelo BEACON da empresa construtora B	105
Figura 6.6	Resultado do modelo BEACON da empresa construtora C	106
Figura 6.7	Tipos de fluxo de informações entre duas atividades	125
Figura 6.8	Exemplo de <i>binding dependency</i> e <i>non binding dependency</i>	127
Figura 6.9	Matriz de entrada de dados	129
Figura 6.10	AEAP - <i>As Early As Possible</i>	130
Figura 6.11	ALAP - <i>As Late As Possible</i>	131
Figura 6.12	AEAP <i>collapsed</i>	132
Figura 6.13	ALAP <i>collapsed</i>	133
Figura 6.14	Matriz <i>Analysis</i>	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Origem das patologias na construção civil	04
Tabela 1.2	Origem das patologias no primeiro mundo	04
Tabela 1.3	Origens dos problemas patológicos na construção civil no Brasil	05
Tabela 1.4	Desperdício estimado, expresso em porcentagem do custo da obra	05

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Fluxograma para as etapas iniciais do processo de projeto	16
Quadro 2.2	definições da norma ISO/NB 9000 – ABNT (1990a)	19
Quadro 3.1	Comparação entre o modelo de conversão, fluxo e geração de valor	38
Quadro 3.2	Elementos básicos da engenharia simultânea segundo vários autores	44
Quadro 3.3	Peculiaridades da construção que interferem na aplicação da engenharia simultânea	46
Quadro 4.1	Tipos de dados que podem ser representados na DSM	68
Quadro 4.2	Tipos de fluxos	69
Quadro 4.3	Exemplo de uma taxonomia de interações de elementos de um sistema	71
Quadro 4.4	Exemplo de uma interação de espaço e esquema de quantificação	71
Quadro 4.5	Exemplo de escala numérica para uso na DSM	75
Quadro 5.1	Descrição das etapas dos estudos de caso	82
Quadro 5.2	Pontuações das frequências de realização das atividades	88
Quadro 5.3	Exemplo de <i>Work Breakdown Structure</i> na forma de quadro	89
Quadro 6.1	Classificação das empresas quanto o número de empregados	93
Quadro 6.2	Características dos escritórios de arquitetura estudados	96
Quadro 6.3	Características dos escritórios de projetos de estruturas estudados	98
Quadro 6.4	Características dos escritórios de projetos de instalações elétricas estudados	100
Quadro 6.5	Características do escritório de projeto de instalações hidrosanitárias estudados	102
Quadro 6.6	Legenda de identificação dos intervenientes do processo	110
Quadro 6.7	WBS da etapa de planejamento estratégico	111
Quadro 6.8	Associação da etapa de planejamento estratégico das empresas A, B e C	111
Quadro 6.9	WBS da etapa de planejamento e concepção do empreendimento	112
Quadro 6.10	Associação da etapa de planejamento e concepção do empreendimento das empresas A, B e C	112
Quadro 6.11	WBS da etapa de estudo preliminar	113
Quadro 6.12	Associação da etapa de estudo preliminar das empresas A, B e C	113
Quadro 6.13	WBS da etapa de anteprojeto	114
Quadro 6.14	Associação da etapa de anteprojeto das empresas A, B e C	114
Quadro 6.15	WBS da etapa de projeto legal de prefeitura	115
Quadro 6.16	Associação da etapa de projeto legal de prefeitura das empresas A, B e C	115
Quadro 6.17	WBS da etapa de projeto executivo	116
Quadro 6.15	Associação da etapa de projeto executivo das empresas A, B e C	116
Quadro 6.16	WBS da etapa de acompanhamento da obra	117
Quadro 6.17	Associação da etapa de acompanhamento da obra das empresas A, B e C	117
Quadro 6.18	WBS da etapa de acompanhamento de uso	118
Quadro 6.19	Associação da etapa de acompanhamento de uso das empresas A, B e C	118

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
AEAP	As-Early-As-Possible – a tarefa começa o mais cedo possível.
ALAP	As-Late-As-Possible – a tarefa começa o mais tarde possível.
APO	Avaliação Pós-Ocupação.
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura.
BNH	Banco Nacional da Habitação.
CAD	<i>Computer Aided Design.</i>
CPM	<i>Critical Path Method.</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix method.</i>
E.S.	Engenharia Simultânea.
EDT	Estrutura Analítica de Trabalho.
FGTS	Fundo de Garantia por Tempo de Serviço.
ISO	<i>International Organization for Standardization.</i>
JIT	<i>Just in Time.</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology.</i>
NASA	<i>National Aeronautic and Space Administration.</i>
PBQP	Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade.
PCMAT	Programa de Condições e Meio Ambiente no Trabalho
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique.</i>
PPGEC	Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> / Desdobramento da função qualidade.
SEBRAE	Serviço de Apoio à Pequena Empresa
SINDUSCON	Sindicato da Indústria da Construção Civil
SFH	Sistema Financeiro da Habitação.
TQM	<i>Total Quality Management.</i>
UFPA	Universidade Federal do Pará.
UNAMA	Universidade da Amazônia.
WBS	<i>Work Breakdown Structure.</i>

RESUMO

O trabalho trata do fluxo de informações no processo de desenvolvimento de projetos, de edificações comerciais e multifamiliares verticais, gerados a partir das rotinas de comunicação entre empresa construtora, arquiteto, projetistas de estrutura, de instalações elétricas e hidrosanitárias e os procedimentos por eles aplicados, para se alcançar a qualidade desejada dos projetos. São investigados a problemática das metodologias tradicionais de projeto e a aplicabilidade de conceitos de engenharia simultânea, sugerindo a realização em paralelo das varias etapas do processo, desenvolvimento integrado de projetos do produto e da produção, estabelecimento de equipes multidisciplinares e uma maior orientação para a satisfação do cliente final. É apresentado um método de análise capaz de identificar a maturidade das empresas construtoras para a implantação da engenharia simultânea e a explicitação do fluxo de informações, fornecendo uma visão global do processo de projeto. São realizados três estudos de caso consultando três empresas construtoras e incorporadoras e seus respectivos projetistas: arquiteto, engenheiro estrutural, elétrico e hidrosanitário, os quais corroboram as hipóteses estabelecidas na pesquisa. Como conclusão recomenda-se o desenvolvimento de modelos de processo de projeto baseados nos princípios de engenharia simultânea e métodos que possam vir a oferecer uma visão global do processo, dando suporte aos intervenientes na troca sistematizada e racionalizada das informações, objetivando a introdução de ferramentas que possam contribuir para uma modelagem do processo de projeto harmonizada com os princípios de qualidade.

ABSTRACT

This work deals with information flow in relation to process development in the field of vertical multihomes or commercial building projects. This kind of flow comes from usual exchange of ideas in regard the procedures involving building companies, architecture professionals, structure designers, electric and hydrosanitary professionals and procedures applied by them to reach the degree of quality of the projects. Traditional methods and application of concurrent engineering concepts are investigated in order to suggest additional planning of the different phases of the process; products and production projects, leading to make up of multimatter teams of professionals, besides better orientation to reach complete owner satisfaction. A method of analysis is introduced to identify build companies maturity as to concurrent engineering implantation and to information flow explanation to get a global sight of the project process. Three case studies are accomplished, inquiring three building companies and incorporated ones and their planners such as: architect, structural, electric and sanitary engineers, who examined the research hypothesis. As result it is recommended the developing of project process models, based on concurrent engineering principles and methods providing global view of the process to support intervenients in the systematic and rational exchange of information aiming introduction of tools to contribute to a molding project process in accordance to quality principles.

CORDEIRO, Rony Helder Nogueira

DIRETRIZES PARA A SISTEMATIZAÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFICAÇÕES DE EMPRESAS CONSTRUTORAS E INCORPORADORAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE. Belém, 2003.
183 p.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará. Centro Tecnológico.

Palavra Chave: projeto, processo de projeto, coordenação de projetos, engenharia simultânea, projeto simultâneo, qualidade de projetos, *design structure matrix*, *BEACON model*.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1 Generalidades

A partir de 1964 houve um grande impulso nas empresas construtoras com o aumento do investimento na indústria da construção civil de materiais de construção e de bens de consumo duráveis, em decorrência da criação do Sistema Financeiro da Habitação (SFH), ocasionando uma conseqüente melhoria do nível de emprego no País. O Banco Nacional da Habitação (BNH), órgão central, exerceu a gestão do SFH. Seu objetivo era a arrecadação de recursos do FGTS e poupança para o financiamento de habitação.

Segundo Santos (1999), o SFH apresentou desempenho bastante significativo ao longo do regime militar, quando financiou algo em torno de 400 mil unidades habitacionais anuais entre 1976 e 1982, porém a vulnerabilidade do sistema por flutuações macroeconômicas em longo prazo acabaria por provocar o colapso do SFH com a conseqüente extinção do BNH em 1986.

Segundo Barros (1999), em virtude deste colapso, as empresas de construção civil adotaram um novo sistema de acumulação de capital, reduzindo seus tamanhos e atuando em vários nichos de mercado como a construção de prédios comerciais, industriais e residenciais para a classe alta privilegiada.

No início dos anos 90, houve uma estabilidade econômica através do plano real, ocasionando uma forte queda da inflação e um aumento do número de novos empreendimentos imobiliários pelas construtoras.

Em 1996, verificou-se uma alta taxa de inadimplência em virtude da política de altas taxas de juros. De 1998 até os nossos dias, o setor da construção civil vem passando por uma recessão implementada pelo Governo Federal como forma de manter a estabilidade da moeda, elevando os índices de desemprego.

As empresas, atualmente, continuam a viabilizar seus empreendimentos por conta própria. A não implementação de uma política habitacional adequada constitui para Novaes (1996) um motivo de preocupação nos campos sociais e econômicos, pelo déficit de moradia e por unidades habitacionais que apresentam baixa qualidade.

Percebe-se, a partir da década de 90, uma forte tendência a baixa de preços no mercado imobiliário e uma abertura dos mercados à concorrência internacional. O contexto imobiliário brasileiro passa a refletir um mercado mais competitivo, no qual as empresas precisam oferecer seus produtos a um custo mais baixo, mas com um nível de qualidade que

atenda as exigências de um cliente mais atuante e esclarecido, exigindo das mesmas procedimentos de gestão rigorosamente associados à qualidade e produtividade.

Os clientes estão se tornando mais criteriosos em termos de qualidade, prazos e demanda de serviços, sendo amparados pela criação do código de defesa do consumidor em 1990. (LEI Nº 8.078, de 11 de setembro de 1990).

Observa-se que a Construção Civil Brasileira, nos últimos dez anos, apresentou mudanças contínuas com investimentos na busca e implantação da qualidade. Programas de gestão da qualidade como o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade (PBQP), certificação *International Organization for Standardization* (ISO), programas de treinamento e capacitação profissional, inovação tecnológica, melhoria dos sistemas de gestão, busca por consultorias especializadas, etc. influenciam toda a cadeia produtiva da construção civil. Dentro deste contexto, Moura (1998), cita algumas soluções adotadas pelas empresas construtoras, tais como a incorporação de novas práticas gerenciais e organizacionais; e Novaes (1996), o emprego de processos construtivos que não devem implicar na necessidade de mudanças tecnológicas radicais, em geral, acompanhadas por elevados investimentos iniciais; e a melhoria de processos construtivos tradicionais, buscando a racionalização de produtos e processos, entre outros.

Tais empresas realizam alterações em todas as fases de seu processo de produção, envolvendo planejamento, projeto, execução e controle, relações com fornecedores de materiais, equipamentos e serviços, recursos humanos e a própria assistência técnica ao cliente final na tentativa de transpor um patamar mais elevado de eficiência produtiva. (Melhado, 2001).

Neste aspecto e no caminho à modernização dos processos, tal qual ocorre com toda a cadeia produtiva da construção civil, a fase de projetos de edificações é motivada a dar início a graduais mudanças de seu escopo, de modo a possibilitar o entendimento entre interfaces e abrir espaço às inovações tecnológicas e à industrialização do setor. Outrossim, a busca pela melhoria da qualidade do projeto, tanto do produto gerado, como de seu processo, influencia imperativamente os demais processos da empresa e a qualidade do produto final. (Tzortzopoulos, 1999 e Melhado, 2001).

1.2 Justificativa

O processo de projeto apresenta uma gradativa complexidade, reflexo direto da demanda dos clientes, novos materiais e tecnologia utilizada nas construções de novas edificações. Há um incremento significativo no número de projetos e especialidades que participam de sua elaboração, entretanto, existem limitações de ordem técnica e econômica,

exigindo, dos profissionais, projetos criativos, com menores custos de execução e realizados em um menor tempo.

Tzortzopoulos (1999) considera que uma parte da complexidade dos projetos atuais está relacionada ao produto, e outra parte a seu processo de produção, envolvendo questões como a troca de informações e planejamento do projeto, usualmente desenvolvido de forma insuficiente e/ou inadequada e a própria natureza fragmentada da indústria como um todo.

O processo de projeto é considerado por diversos autores e pesquisadores, entre eles Tzortzopoulos (1999) e Peralta (2002), como o elemento chave de agregação de boa parte das tomadas de decisões e soluções que influenciarão as demais etapas do processo. Nota-se que decisões com relação a forma, tamanho, tipo de construção, prazos, etc. além de fatores determinantes na decisão de compra do cliente e de atendimento as suas necessidades, influenciam no desempenho e no custo do empreendimento e são inerentes a fase de projetos.

Além da complexidade dos projetos e sua característica de agregar boa parte das decisões, De Vries & De Bruijn apud Novaes (1996) os consideram como papel determinante na qualidade do produto final e afirmam que “a qualidade destinada ao produto não pode ser maior que aquela definida na etapa de planejamento da edificação, independente das atividades na fase de execução, ou dos materiais utilizados”.

Tal citação remete a mesma opinião exposta por Melhado (1994) e Tavares Junior (2001) ao concluírem que na fase de produção da edificação deveria existir apenas a preocupação com a execução das soluções/tomadas de decisões, anteriormente definidas no planejamento e projeto.

A preocupação com a qualidade dos produtos/serviços, surge como um potencial significativo no entendimento, adoção e execução de ações e princípios que possam aumentar a competitividade, reduzir retrabalhos e custos, realizar a melhoria continua e assim alcançar a eficiência de seus processos e a eficácia dos objetivos estratégicos da empresa.

As estratégias adotadas pelas empresas construtoras do subsetor edificações, nos últimos anos, estão voltadas, quase exclusivamente, ao desenvolvimento de soluções à gestão da produção. É perceptível que investimentos realizados na produção trará a sua redução de custos e, conseqüente, redução dos custos de manutenção, porém investimentos na melhoria da qualidade dos projetos ainda são percebidos com restrição. Melhado (1994) identifica que, na visão de muitos empreendedores da construção civil no Brasil, o projeto ainda é considerado um custo que deve ser minimizado tanto quanto possível, pois nesta fase os riscos são maiores, não há capital entrando na empresa, apenas despesas e incertezas quanto ao lançamento de novos empreendimentos.

Garcia Meseguer apud Novaes (1996) concorda com Melhado ao dizer que “a segurança e a funcionalidade dos edifícios melhorará notavelmente no dia em que a fase de projeto receber o mesmo tratamento que as outras fases do processo construtivo”, ou seja, há uma negligência por parte dos empreendedores quanto a fase de projetos.

Estudos realizados por diversos pesquisadores, na última década, demonstram uma grande parcela de problemas da produção e pós-ocupação como sendo de responsabilidade da fase de projetos. Nas tabelas abaixo, pesquisas são apresentadas para determinar a porcentagem atribuída a cada elemento e assim demonstrar o principal responsável pelos problemas que ocorrem durante o processo construtivo e pós-ocupação.

Tabela 1.1 – Origem das patologias na construção civil.

Origens do problema	Índice (%)
Projeto	46%
Execução	22%
Materiais	15%
Utilização	8%
Execução rápida	5%
Diversos	4%

Fonte: Motteu & Cnudde apud Novaes (1996).

Tabela 1.2 – Origem das patologias no primeiro mundo.

Origens do problema	Índice (%)
Projeto	41,6%
Execução	24,4%
Materiais	17,4%
Utilização	10%
Diversos	6,6%

Fonte: CARIN, Maria. Qualidade. Rev. Técnica. SP, a2. n9. p.21-33, mar./abr. 1994.

Os dados registrados na tabela 1.1, com base em uma pesquisa realizada pelo CSTC – *Centre Scientifique et Technique de la Construction* da Bélgica, apresentam a composição de cada variável para as origens de patologias identificadas em edifícios nesse País, tal composição pode ser considerada para vários outros países da Europa, por apresentar resultados semelhantes em seus índices quanto a origem dos problemas das edificações. No sentido da apropriação dos dados, quanto à incidência e causas de falhas em edifícios na Europa, destaca-se o projeto com uma média em torno de 35% a 50%. O mesmo ocorre ao se

analisar os dados apresentados por Carin (1994) na tabela 1.2. Percebe-se que há entre os países mais desenvolvidos uma certa paridade quanto aos índices apresentados.

Tabela 1.3 - Origens dos problemas patológicos na construção civil no Brasil.

Origens do problema	Índice (%)
Projeto	60,0
Construção	26,4
Equipamentos	2,1
Outros	11,5

Fonte: ABRANTES apud MELHADO, Silvio Burratino, MACIEL, Luciana Leone. Qualidade na Construção Civil: fundamentos. Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1995.

A tabela 1.3, resultado da pesquisa realizada por Abrantes apud Melhado (1995), aponta as falhas no projeto como as principais causas dos problemas patológicos ou não conformidades na construção civil e considera que tal fato é motivo de uma maior atenção por parte dos empreendedores, quanto a qualidade do projeto.

Tabela 1.4 – Desperdício estimado, expresso em porcentagem do custo da obra

Origens do desperdício	Desperdício estimado (% sobre o custo da obra)
Entulho gerado	5,0
Espessuras adicionais de argamassas	5,0
Dosagens de argamassa e concreto não otimizadas	2,0
Reparos e reserviços não computados no entulho	2,0
Projetos não otimizados	6,0
Perdas de produtividade devidas a problemas de qualidade	3,5
Custos devidos a atrasos	1,5
Reparos em obras entregues a clientes	5,0

Fonte: Picchi (1993a).

A tabela 1.4 apresenta um estudo realizado por Picchi (1993) com estimativas do custo de diversos tipos de desperdício. Por serem valores arbitrados, uma vez que o próprio autor considera haver uma carência de pesquisas sobre essa questão no Brasil, não se pode desenvolver maiores críticas sobre tais índices, entretanto é possível perceber que a ordem das variáveis com maiores porcentagem de desperdício em estudo se mantém, com projeto em primeiro e execução em segundo lugar na origem das falhas na edificação. Outra pesquisa, realizada no Brasil por Rosseto e Carmona apud Novaes (1996), comprova a vanguarda do

projeto como o responsável por 30% das falhas dos edifícios seguido por durabilidade, mão-de-obra e serviços de terceiros com 16% cada, uso e manutenção 12% e materiais com 9%.

Enquanto não há, por parte do empreendedor, a preocupação em melhorar seus projetos, vários pesquisadores, entre eles Melhado (1994) e Novaes (1996), apresentam dados que demonstram a real importância do projeto para o empreendimento e ainda enumeram seus principais problemas e possíveis soluções.

Freut apud Thomaz (2001) identifica que os problemas originados pelo projeto podem ocorrer devido a: “incompatibilidade entre diferentes projetos; erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas; especificação falha de materiais e componentes; falta de especificação de materiais e componentes; detalhamento inadequado dos projetos; falta de detalhamento dos projetos; atrasos de projetos; inadequação de memoriais descritivos; soluções técnicas inadequadas; falta de interesse de projetistas em conhecer elementos da obra e revisões feitas por técnicos não habilitados”.

Para Ciria apud Novaes (1996) entre as causas para as falhas no projeto podem ser incluídas: elaboração de especificações inadequadas e imprecisas, má interpretação das necessidades do cliente, uso incorreto ou desatualização de informação, má interpretação de normas de projeto e escassa comunicação entre os vários profissionais de projeto.

Como apresentado nota-se que a maior parte dos problemas observados têm origem em deficiências nos resultados da fase de projeto ou na má execução das obras. Ioshimoto apud Novaes (1996) acrescenta que, na maioria das vezes, esses problemas poderiam ser reduzidos se pequenos detalhes construtivos fossem discutidos durante o processo de projeto, ou seja, há a falta de uma comunicação eficiente entre os diversos profissionais.

Se de um lado há altos índices de falhas de responsabilidade da fase de projetos na construção de edifícios, do outro, é no projeto que existe uma maior possibilidade de correção e alteração destes erros ou decisões errôneas com menores custos para a empresa, além da adoção de soluções mais viáveis, pois tudo ainda se encontra em um nível de planejamento e idéia. As repercussões das tomadas de decisões nesta fase, são maiores e refletem diretamente nos custos, velocidade e qualidade dos empreendimentos. Ainda sim, a alteração e/ou eliminação de papeis, são, sem discussão, mais baratas do que refazer elementos já construídos em obra. Isso nos leva a crer que uma maior atenção deve ser considerada para o planejamento e a organização da execução dos empreendimentos.

Picchi (1993) cita que poucas despesas são realizadas no projeto, à medida que o empreendimento evolui, as possibilidades de influência no seu custo final diminuem sensivelmente (ver figura 1.1), o projeto tem alta influência sobre os custos e, no entanto, baixo custo direto. Observa-se também que quanto antes uma falha for detectada, menor será

o custo da correção, de tal forma que as vantagens do controle de qualidade são maiores nas etapas iniciais, isto é, as etapas de planejamento e projeto.

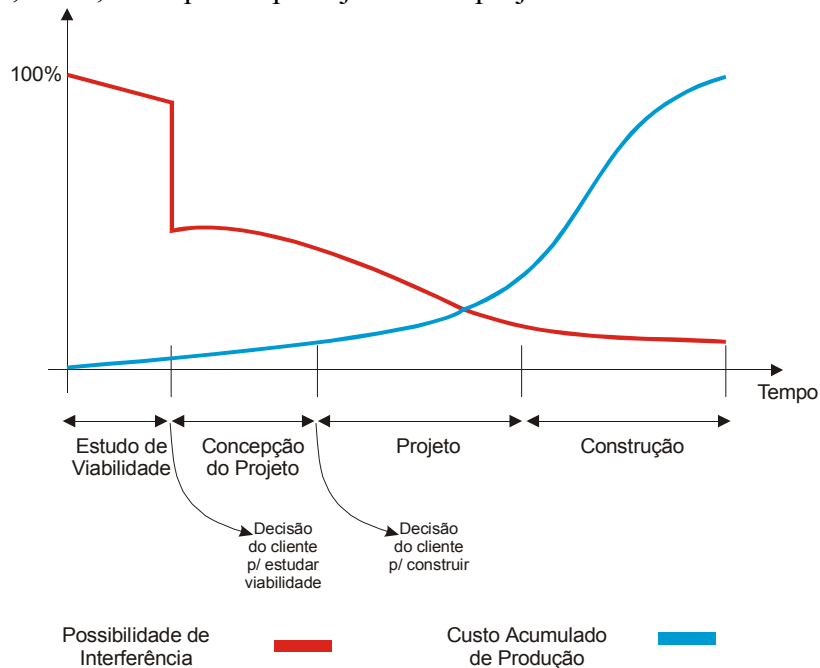


Figura 1.1 – O avanço do empreendimento em relação a chance de reduzir o custo e falhas do edifício.

Fonte: Agopyan e Melhado (1995).

Para Hammarlund & Josephson apud Novaes (1996), durante as etapas de projeto de uma edificação, momentos em que ainda são baixos os custos acumulados no processo, são maiores as possibilidades de interferências, seja quanto à definição das características finais dos produtos, ou quanto aos custos de produção.

A figura 1.2 aponta a capacidade de influenciar o custo final do empreendimento ao longo de suas fases.

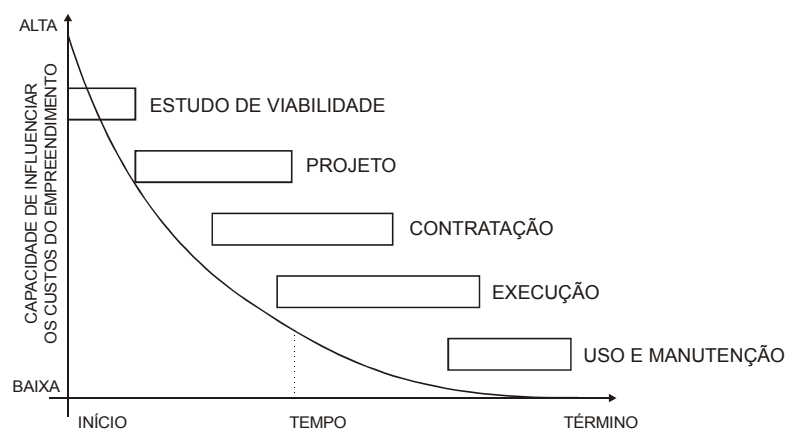


Figura 1.2 - Capacidade de influenciar o custo final do empreendimento ao longo de suas fases.

Fonte: Melhado (1994).

Percebe-se que por ter o projeto um baixo custo em relação ao empreendimento como um todo, ele acaba por ter sua real importância relativizada na concentração de boa parte das chances de redução da incidência de falhas e dos respectivos custos.

De modo geral, segundo Tzortzopoulos (1999), a implantação de um modelo de processo de projeto possibilita uma redução de custos do empreendimento sobre diversos fatores:

- a) diminuição no número de incompatibilidades entre os projetos, que normalmente são identificadas no decorrer da obra;
- b) a sistematização das análises de custos ao longo do processo;
- c) a maior qualidade, que pode ser atingida no projeto em função das melhores condições estabelecidas para o seu desenvolvimento.

Dentro deste contexto o projeto deve ser percebido, não como uma atividade fim, mas como parte de um processo, e que mudanças positivas nesta fase representaram uma qualidade superior em todas as fases posteriores, neste sentido, o projeto não termina com o início da construção, mas se prolonga até após a ocupação e ao cliente final, dentro de um ciclo de qualidade, buscando sempre uma perspectiva do processo mais ampla para entender todas as dificuldades inerentes desta fase e propor soluções compatíveis entre todas as fases que envolvem a produção de edifícios.

Os aspectos supra citados quanto ao projeto, como o aumento da complexidade de desenvolvimento, a percentagem destinada ao projeto pelas falhas no empreendimento, a capacidade de reduzir custos e de, também, influenciar o custo final da obra e o entendimento do projeto como uma vertente competitiva para a melhoria da eficiência dos processos das empresas construtoras do subsetor edificações, destaca o verdadeiro potencial de racionalização e construtibilidade, muito discutido na fase de produção, porém, nem todas as empresas do subsetor de empreendimento imobiliários despertaram ainda para a importância de uma visão sistêmica da fase de projetos, o que continua gerando, segundo Melhado (2001), “uma dissociação muito grande entre essa atividade e a de construção, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto final”.

Esta divisão das atividades de planejamento e projeto da produção influenciou a prática da construção civil em vários e importantes aspectos, dividindo a profissão em dois campos distintos com pouca comunicação entre si. O hiato entre os dois grupos tem sido uma séria desvantagem para o entendimento de muitas perdas consideráveis. Só agora o projeto vem sendo reconhecido como a fonte significativa de uma vasta gama de problemas na execução e pós-ocupação, e o vínculo entre estes dois grupos, embora conhecido, ainda recebe pouca atenção por parte dos profissionais.

Neste contexto há uma preocupação comum entre vários autores e pesquisadores brasileiros, como, Melhado (1994), Novaes (1996), Tzortzopoulos (1999), Formoso (1998) e Isatto (1998), que desenvolvem trabalhos e ações visando a melhoria de qualidade do projeto e afirmam que os principais problemas decorrentes desta prática são amplamente conhecidos e comuns como falta de compatibilização entre os projetos, ausência de critérios de coordenação, trabalhos não sistematizados, ausência de projetos voltados à produção, falhas no fluxo de informações, entre outros.

Tzortzopoulos (1999) cita que “a sistematização do desenvolvimento das atividades de projeto, bem como das informações necessárias em cada fase, são fatores essenciais para a melhoria do processo como um todo. A divisão do problema de projeto em subproblemas de forma sistêmica permite que o trabalho de projeto possa ser subdividido e alocado adequadamente para os membros apropriados do grupo”.

Novaes (1996) destaca a necessidade e importância da identificação, sistematização e transmissão de informações durante a elaboração do projeto e afirma que a responsabilidade pela padronização e sistematização das informações deve ser repartida entre os diferentes agentes envolvidos no processo de projeto, com conteúdos de responsabilidades específicos.

Para a informação ser considerada como um recurso e tratada como tal na construção, existe a necessidade de se fazer pesquisas para o entendimento e apreciação das práticas atuais relativas aos profissionais envolvidos no gerenciamento das informações, tornando-se presente a figura do coordenador de projetos responsável pelo controle do fluxo de informações gerados pelos diversos agentes, de modo que, nesta etapa, faça-se uso e administre-se a informação.

Assim, com o objetivo de rever a atual metodologia de elaboração de projetos no âmbito de seu processo de desenvolvimento, propõe-se uma investigação dos procedimentos praticados pelas empresas de construção civil na fase de elaboração dos projetos, mediante a análise crítica de procedimentos adotados ou não de sistematização do fluxo de informações do projeto e de tomada de decisões, bem como, das informações necessárias e inerentes ao processo, de modo a integrar os diversos agentes e fases, realizar a transparência das etapas, diminuir a variabilidade do processo.

1.3 Questões e objetivos de pesquisa

Após identificar e justificar o problema de pesquisa, apresenta-se, as questões e objetivos de pesquisa, que orientarão o desenvolvimento desta dissertação.

1.3.1 Questões de pesquisa

- Que principais fatores influenciam positivamente na qualidade do projeto, na fase de sua elaboração e que facilitam as relações entre projetistas, e entre estes e o cliente?
- Como sistematizar o fluxo de informações, específico da fase de projetos, de modo que as informações sistematizadas possam agregar valor para todos os profissionais e clientes envolvidos no processo?

1.3.2 Objetivo geral

- Propor diretrizes que venham a contribuir para a melhoria da qualidade no processo de projeto nas pequenas e médias empresas construtoras e incorporadoras do subsetor de edificações multifamiliares verticais, objetivando facilitar a tomada de decisão e a sistematização do fluxo de informações.

1.3.3 Objetivos específicos

- Realizar diagnóstico do modelo de processo de projeto utilizado pelos diversos projetistas e empresa construtora;
- Identificar os principais fatores que influenciam o fluxo de informações existente entre os diversos agentes responsáveis pela elaboração dos projetos;
- Analisar criticamente as diretrizes concernentes a melhoria do processo de projetos existentes na literatura específica, com o objetivo de buscar contribuições a respeito do processo.

1.4 Hipóteses do trabalho

- Os conceitos da engenharia simultânea constituem-se em um referencial teórico adequado para a melhoria da qualidade do processo de projeto.
- As empresas construtoras não estão capacitadas para desenvolver projetos em um ambiente de engenharia simultânea.
- A atual estrutura onde se desenvolve o fluxo de informações para a elaboração dos projetos nas empresas de construção de edificações dos estudos de caso é deficiente.

1.5 Delimitações do trabalho

O universo da pesquisa de campo compreende três empresas de construção civil do subsetor edificações multifamiliares verticais, localizadas em Belém – PA, deste modo, o desenvolvimento do trabalho enfatiza o processo utilizado nestas empresas, direcionadas

ao desenvolvimento de projetos e empreendimentos usuais, sendo edifícios residências e/ou comerciais.

Outra delimitação apoia-se no fato de que apenas os dirigentes das empresas construtoras e/ou gerentes e seus projetistas de arquitetura, estrutura, elétrico e hidrosanitário foram envolvidos na pesquisa, em função da complexidade do processo e do tempo disponível.

A definição destas diretrizes e as considerações finais estarão inseridas em um determinado momento histórico, portanto, passíveis de variações e adaptações quando aplicados em outras empresas.

Por ser uma pesquisa de natureza qualitativa, a mesma possui um caráter subjetivo, com o autor sendo um participante ativo do processo, o que torna o estudo suscetível às suas interpretações, crenças e preconceitos.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho apresenta-se organizado da seguinte forma:

O capítulo 2 aborda os principais conceitos e elementos constituintes do projeto enquanto processo operacional, além disso, são apresentadas algumas diretrizes para a melhoria da qualidade do projeto identificadas na bibliografia.

O capítulo 3 apresenta a fundamentação teórica utilizada neste trabalho, descrevendo os princípios da *Lean Construction* e da engenharia simultânea e sua aplicação no processo de projeto, outrossim, são descritos alguns modelos de processo de projeto com base na engenharia simultânea e princípios para a gestão da qualidade deste processo.

O capítulo 4 descreve a utilização da ferramenta *Design Structure Matrix* que será empregada para auxiliar o mapeamento e análise do fluxo de informações da etapa de projeto e suas principais vantagens em relação a outras ferramentas de programação de projetos.

O capítulo 5 descreve o método de pesquisa e de análise adotado na realização deste trabalho.

O capítulo 6 apresenta e analisa os dados e resultados desta pesquisa baseada na fundamentação teórica apresentada no capítulo 3 e em atendimento as diretrizes para a melhoria da qualidade do projeto apresentadas no capítulo 1.

O capítulo 7 reúne um conjunto de diretrizes propostas, como recomendações para a sistematização do fluxo de informações da fase de projetos, das empresas envolvidas na pesquisa.

O capítulo 8 apresenta as conclusões e considerações finais deste trabalho e recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 2

2. A GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO

2.1 Conceito de projeto

A palavra projeto assume uma variedade de significados. A definição de projeto foi feita por diversos autores e pesquisadores com pontos de vista diferenciados, alguns enfocam os aspectos físicos do produto enquanto outros salientam aspectos do processo de criação e de desenvolvimento. A seguir, serão apresentados alguns destes conceitos.

Souza apud Tzortzopoulos (1999) define projeto como a concepção e desenvolvimento de um produto, a partir da identificação das necessidades dos clientes finais. Para Thomaz (2001) é o conjunto de desenhos, cálculos, modelagens, memoriais justificativos de concepção, memoriais de construção, quantificações, fluxogramas de atividades, cronogramas, especificações de materiais, equipamentos e processos necessários à perfeita construção da obra e sua manutenção preventiva ao longo da vida útil que lhe foi prevista.

Segundo a Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura (AsBEA) apud Tzortzopoulos (1999), a palavra projeto é definida como “intento, desígnio, empreendimento e, em sua acepção técnica, um conjunto de ações caracterizadas, necessárias a concretização de um objetivo”.

A NBR 13.531 (ABNT, 1995) define projeto de edificação como “a determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, a reduzir, a modificar ou a recuperar, abrangendo ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações”.

Segundo a NBR 5670 (ABNT, 1997) projeto significa “definição qualitativa e quantitativa dos atributos técnicos, econômicos e financeiros de um serviço ou obra de engenharia e arquitetura, com base em dados, elementos, informações, estudos, discriminações técnicas, cálculos, desenhos, normas, projeções e disposições especiais.”

Melhado (1994) entende projeto como uma atividade ou serviço integrante do processo de produção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem consideradas na fase de execução. O autor ainda cita que o projeto atinge seus objetivos na medida em que seus profissionais são capacitados para conceber, além do produto, o seu processo.

Coutinho apud Novaes (1996) refere-se a projeto como todo processo, essencialmente intelectual, que se inicia com a identificação de uma necessidade e que prossegue em uma interação permanente entre a idéia inicial e os múltiplos fatores de ordem diversa (política,

social, econômica e tecnológica), que condicionam a sua realização, passando por sucessivas etapas, progressivamente mais detalhadas, até a total definição da construção e da exploração do empreendimento.

Para Lawson apud Tzortzopoulos (1999), a tarefa de projetar pode estar associada a produção de uma solução (ênfase no produto) ou a resolução de problemas (ênfase no processo).

Marques apud Melhado (1994) distingue projeto em dois conceitos básicos: um como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos e outro como processo onde são debatidos os problemas e dadas as soluções.

Conforme as definições apresentadas, percebe-se que o projeto possui um caráter abrangente, circunscrevendo elementos físicos da obra e do processo de criação, porém, dado este último conceito, torna-se necessário o aprofundamento da definição do projeto em dois aspectos distintos que nortearão as outras seções deste trabalho.

2.2 O caráter do projeto: produto ou serviço

Melhado (1994) distingue o projeto de um simples produto pelo fato de cada projeto ser único e de difícil avaliação objetiva em condições normais. Porém, não descarta o caráter de produto, determinando seu conteúdo mínimo e a própria forma de apresentação das informações, além de padrões que devem ser verificados e eventualmente corrigidos, embora, tais padrões, por si só, não sejam suficientes para garantir sua qualidade.

Para Novaes (1996), a qualidade do projeto visto como serviço deve ser enfocada através das atividades que se desenvolvem nas interfaces das fases que compõem a etapa de projeto e as etapas do processo construtivo. Já a visão de projeto como um produto compreende a verificação da conformidade das soluções adotadas, compatibilizadas e analisadas criticamente durante o processo de elaboração e coordenação de projetos.

Marques apud Melhado (1995) descreve a diferença entre projeto como produto ou serviço de modo simplificado:

Conceito estático: “que se refere ao projeto como um produto, constituído de elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados segundo uma linguagem apropriada, visando atender às necessidades da fase de execução”.

Conceito dinâmico: “que lhe confere um sentido de processo através do qual são produzidas soluções para os problemas que deram causa ao empreendimento e que justificam o investimento”.

O projeto entendido como produto é resultado de um projeto como processo. A adoção de um, não exclui a responsabilidade sobre o outro, ou seja, devem ser criados mecanismos de

garantia da qualidade para os dois enfoques. Assim, segundo Melhado (1995), “deve-se distinguir entre controle da qualidade do produto projeto e os mecanismos que garantem a qualidade do projeto enquanto serviço”. O mesmo autor acrescenta, dentro desta ótica de projeto como processo:

Projeto como processo estratégico: “que visa atender às necessidades e exigências do empreendimento, portanto voltado à definição de características do produto final desse empreendimento”.

Projeto como processo operacional: “visa a eficiência e a confiabilidade dos processos que geram o mesmo produto”.

Adotar-se-á para este trabalho um enfoque de projeto como processo operacional conforme estruturado por Melhado (1995).

2.3 As etapas do processo de projeto

A compreensão do fluxo de informações, na fase de projetos, ocorre através da identificação das atividades e seus agentes responsáveis e da definição e descrição dos objetivos de cada etapa. Estes elementos subsidiam o estabelecimento de modelos do processo de projeto e a proposição de diretrizes para o mesmo, melhorando o controle gerencial. Porém, esta divisão em etapas e suas nomenclaturas variam de um pesquisador para o outro, sendo assim, faz-se necessário evidenciar a classificação realizada por alguns autores de modo a determinar aquela que mais se aproxima dos objetivos deste trabalho.

Para Tzortzopoulos (1999), as etapas necessárias ao cumprimento do projeto são: planejamento e concepção do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal de arquitetura, projeto executivo, acompanhamento da obra e acompanhamento de uso. Para Novaes (1996), tem-se: levantamento de dados, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico ou pré-execução e projeto executivo. Melhado (2000) define o estudo de viabilidade, estudo de massa, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, assessoria à venda, projeto pré-executivo, projeto executivo e detalhamento.

As sete etapas definidas por Tzortzopoulos (1999) são apresentadas e detalhadas no quadro 2.1 e serão utilizadas neste trabalho por possuírem um enfoque mais sistêmico do processo de projeto. Nota-se que o fluxo inicia-se com o planejamento estratégico do empreendedor, integrando o desenvolvimento do projeto às metas e às estratégias do produto no mercado e finaliza com a retroalimentação das informações para projetos futuros. Tanto o planejamento estratégico como o *feedback*, apesar de inseridos no fluxograma das etapas de projeto não fazem parte das etapas necessárias ao cumprimento do projeto, porém, são de

grande importância para o entendimento da sistematização do processo de projeto. Outrossim, para cada etapa do fluxograma que termina, existe uma atividade de aprovação, liberando o desenvolvimento dos trabalhos para as próximas etapas.

Quadro 2.1 - Fluxograma para as etapas iniciais do processo de projeto

ETAPAS (FLUXO-BASE)	OBJETIVOS / ÊNFASE
PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO	Definição do segmento de mercado , clientes do processo e suas necessidades; Definição da estratégia competitiva e estratégia de produção (tecnologia a ser utilizada em diferentes empreendimentos, metas do empreendimento, volume de produção desejado, objetivos de crescimento e análise de mercado).
PLANEJAMENTO E CONCEPÇÃO DO EMPREENDIMENTO	Definição do produto: estabelecimento do padrão do empreendimento e o tipo de uso (residencial, comercial ou misto); Busca de oportunidades de negócios com terrenos: prospecção de terrenos disponíveis p/ compra/permuta, em função das metas de empreendimentos definidas no planejamento estratégico. Levantamento de dados e documentação: registro de imóveis na prefeitura, cartórios e dados topográficos. (índices de prefeitura, escritura do terreno etc). Estudo numérico: verificação dos potenciais construtivos nos terrenos disponíveis (relação de áreas máximas possíveis de construção computáveis, não computáveis e totais em todos os pavimentos, definindo-se o número máximo de unidades habitacionais/comerciais e suas respectivas áreas privativas e comuns). Definição da tipologia do empreendimento: caracterização física do empreendimento (número de andares, apartamentos, dormitórios etc). Estudo de viabilidade econômica e legal: análise do investimento requerido, as fontes de recursos, os gastos globais de produção e comercialização, estimativas de taxa de retorno. Viabilidade técnica do empreendimento: tipo de solo, possibilidade de escavações, tipo de fundações etc).
ESTUDO PRELIMINAR	Programa de necessidades: determinação das exigências de caráter prescritivo ou de desempenho da edificação, baseado nas expectativas do usuário; Levantamento Expedito: características gerais de entorno do terreno ou área a construir; Definições técnicas: seleção da tecnologia (sistemas estruturais, prediais etc), definição da equipe de projetistas. Lançamento, avaliação e aprovação de alternativas: desenvolvimento, pela arquitetura, de alternativa(s) preliminar(es) de concepção e implantação do produto no terreno, escolha da alternativa; Negociação do terreno: condições de compra e venda do terreno, incluindo taxas de permuta.
ANTEPROJETO - AP	Primeiro desenvolvimento do anteprojeto: formalização das definições com plantas e desenhos e a inserção de um maior número de informações; Anteprojeto do layout de canteiro: permitir considerações das necessidades dos projetos de estrutura e prediais no canteiro e identificar interferências entre o projeto de canteiro em relação ao arquitetônico; Análise técnica com projetistas e setor de produção: revisão da tecnologia adotada, análise das soluções e adequação entre projetos (compatibilização) e proposição de novas diretrizes técnicas; Primeiro lançamento dos projetos estrutural e de sistemas prediais: formalização da composição estrutural e de sistemas prediais; Compatibilização entre os primeiros lançamentos e projeto de arquitetura: solução de interferências entre os diferentes projetos. Análise legal/análise financeira e mercadológica: análise legal é a consulta para aprovação em prefeitura, observando restrições legais no projeto. Análise financeira e mercadológica: permite avaliações sobre a qualidade do projeto, preço de venda e custo da obra. (diferente da análise de viabilidade econômica anteriores por utilizar o orçamento detalhado).

PROJETO LEGAL DE ARQUITETURA	Montagem do projeto para aprovação legal: apresentação do anteprojeto de arquitetura sob forma de projeto legal para aprovação nos órgãos públicos. Entrada e acompanhamento da tramitação do projeto legal na prefeitura: objetiva fornecer instruções com relação ao ingresso do projeto legal na prefeitura e seu acompanhamento até a aprovação. Material de lançamento: providências quanto aos elementos necessários para o início das vendas do empreendimento. (contratação e execução de layouts humanizados e perspectivas externas e internas). Montagem do registro de incorporação: elaboração e reunião de toda a documentação necessária para o ingresso do empreendimento no registro de imóveis. Comercialização do empreendimento/exposição do produto e levantamento de informações dos clientes potenciais: são coletadas informações junto aos clientes potências da empresa e informações de mercado para análise e utilização em outros empreendimentos.
PROJETO EXECUTIVO	Contratação dos projetistas/desenvolvimento do projeto estrutural: no início do projeto executivo usualmente ocorre a contratação formal dos projetistas estrutural e de sistemas prediais. Laudo de vistoria do terreno: realizada por profissional habilitado com o objetivo de resguardar interesses às propriedades vizinhas à obra, em virtude do tipo de fundação, escavações, aterros, rebaixamento de lençol d'água. Sondagem, projeto de layout do canteiro e detalhamento das instalações: definição dos subsídios para elaborar o PCMAT, especificações das instalações e componentes das áreas de vivência, de apoio e de equipamentos e materiais, orçamento das instalações, cronograma de implantação das instalações de segurança, etc. Projeto de fundações, fôrmas, alvenaria de blocos, rede elétrica e telefônica, rede hidrosanitária e demais projetos: representação final dos produtos de projeto de cada especialidade, incluindo os projetos para produção (na medida de sua necessidade ao início das obras), com o predomínio de atividades individuais dentro de cada escritório de projeto; Compatibilização: resolução completa de todas as interfaces entre projetistas; Revisão do projeto de layout de canteiro e aprovação legal dos projetos estrutural e de sistemas prediais: identificação de necessidades de modificação com a finalização dos projetos estrutural e sistemas prediais e encaminhamento para aprovação nas concessionárias e/ou órgãos públicos. Modificação dos condôminos: flexibilidade por parte da construtora em fornecer aos seus clientes a possibilidade de modificações. Detalhamento dos projetos estrutural, sistemas prediais e arquitetônico: inclusão de todas as informações necessárias à execução da obra.
ACOMPANHAMENTO DE OBRA	Visitas à obra: pré-estabelecidas em contrato com visitas regulares ou ocasionais para a solução de problemas específicos. Registro de alterações de projeto: registro sistematizado das alterações de projeto ocorridas durante a obra. Pedidos de informação: envio de informações de projeto a obra que não estejam disponíveis no momento de sua execução. Registro de retrabalho: identificar e registrar os retrabalhos ocorridos durante a execução da obra. Modificações de projetos solicitadas pela obra: ocorridas durante a execução da obra deve-se atentar quanto a aspectos legais e identificação de possíveis interferências nos demais projetos. Projeto As Built: constitui-se da revisão final, pós obra, de todos os documentos do projeto executivo. Reaprovação de projetos: em determinados casos, torna-se necessário a reaprovação de projetos em órgãos públicos para possibilitar o habite-se. Análise e registro em banco de dados: análise crítica das informações coletadas ao longo da execução para inclusão no bando de dados de projeto. Entrega da obra: antes da entrega ao cliente final, realiza-se a vistoria com a verificação das instalações. O manual de uso e manutenção do imóvel também é entregue ao cliente final nesta etapa.
ACOMPANHAMENTO	Primeira e segunda avaliação da satisfação do cliente: realizar junto aos clientes

DE USO	finais a avaliação de satisfação do mesmo quanto ao atendimento da empresa e qualidade do produto. A primeira ocorre logo após a entrega da obra e a outra aproximadamente cinco anos após a entrega. Atendimento pós-obra: atendimento das solicitações de reparos da edificação feitas pelo cliente. Análise financeira: obra e manutenção: objetiva a análise de lucro real da empresa com vistas a custos antes não previstos, custos com manutenção em função de falhas no projeto e de execução e custos variáveis.
FEEDBACK	Análise das falhas de projeto; Definição de elementos para a coleta e análise de dados durante todo o processo; Criação de mecanismos para o registro, armazenagem e recuperação de informações. Ex: banco de dados do projeto com informações referentes a execução de todas as etapas de projeto.

Fonte: Tzortzopoulos (1999).

2.4 Qualidade no processo de projeto

O termo qualidade, de modo genérico, é definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como: “a totalidade de características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer as necessidades implícitas e explícitas”.

A gestão da qualidade deve ser responsável por garantir e controlar a qualidade e inclui definições descritas pela ABNT como: política da qualidade (intenções e diretrizes globais de uma organização relativas à qualidade), planejamento da qualidade (atividades que determinam os objetivos e os requisitos para a qualidade, assim como os requisitos que compõe o sistema da qualidade) e a melhoria da qualidade (ações implementadas em toda a organização a fim de aumentar a eficácia e a eficiência das atividades e dos processos, para proporcionar benefícios adicionais tanto à organização quanto aos clientes). Ver quadro 2.2 quanto a definições apresentadas pela ABNT.

Sistema da qualidade é visto segundo a ABNT como: “a estrutura organizacional, procedimentos, processos e recursos necessários para implementar a gestão da qualidade”. Este sistema pode variar de uma empresa para outra, de acordo com os objetivos, práticas e tipos de produtos que desenvolvem.

Tzortzopoulos (1999) define o sistema de gestão da qualidade do processo de projeto como: “o conjunto de ações gerenciais de características comuns que definem uma mesma estrutura para gerir o processo de projeto na empresa, necessária e suficiente ao seu adequado desenvolvimento”.

Quadro 2.2 - Definições da norma ISO/NB 9000 – ABNT (1990a)

TERMO	DEFINIÇÃO
Política da qualidade	Intervenções e diretrizes globais de uma organização relativas à qualidade, formalmente expressa pela alta administração.
Gestão da qualidade	Parte da função gerencial global que determina e implementa a política da qualidade.
Sistema da qualidade	Estrutura organizacional, responsabilidades, procedimentos, processos e recursos para implementação da gestão da qualidade.
Garantia da qualidade	Todas as ações planejadas e sistemáticas necessárias para prover confiança adequada de que um produto ou serviço atenda aos requisitos definidos da qualidade.
Garantia da qualidade interna	Atividades que visam prover confiança para a administração de uma organização de que a qualidade pretendida está sendo obtida.
Garantia da qualidade externa	Atividades que visam prover confiança para o comprador de que o sistema da qualidade do fornecedor proverá um produto ou serviço que atenda ao nível de qualidade requerido pelo comprador.
Controle da qualidade	Técnicas operacionais e atividades utilizadas para atender aos requisitos da qualidade.

Fonte: Picchi (1993).

Outro fator de destaque é a atual implantação pelas empresas das novas normas da série ISO 9000:2000 que se concentram em uma única norma, a ISO 9001, não existindo mais a separação:

ISO 9001 - gestão desde o projeto e até a assistência técnica exigida;

ISO 9002 - gestão de suprimentos e da produção ou instalação e

ISO 9003 da gestão dos controles e ensaios finais.

A ISO 9001:2000 estabelece a confiança do cliente nas características inerentes do produto / serviço e a nova ISO 9004 é a norma-guia de gestão.

Percebe-se que aquelas empresas que hoje possuem a ISO 9002:1994 terão que avançar, no sentido de satisfazer novas exigências, tais como: projeto e pós-venda para se manterem dentro dos padrões de qualidade determinados pela ISO.

O foco no cliente é a principal obrigação das empresas na ISO 9000:2000 no sentido de identificar e gerenciar suas necessidades e expectativas e verificar se os produtos e serviços atenderam aos requisitos, mediante avaliações fundamentadas.

Assim, o projeto é o principal fator de capacitação da empresa em atender as necessidades dos clientes na criação de novos produtos, pois, ao longo de seu desenvolvimento, é um dos poucos se não o único momento que a empresa possui para a tomada de decisão sobre as características do empreendimento e o nível de qualidade desejado, indo ao encontro dos requisitos dos clientes internos e externos. Outrossim, o projeto torna-se uma vertente competitiva que as empresas de construção civil do subsetor

edificações começam a compreender e investir, percebendo reflexos diretos em todas as etapas subsequentes do processo de produção.

Melhado (2002) observa que este enfoque é uma tendência recente das indústrias que buscam antecipar seus esforços de investimentos em qualidade ainda na concepção dos processos, diferentes de idéias antigas de controle por inspeção. Entretanto, isso só é possível quando se percebe ou se têm uma visão sistêmica dos processos (ver figura 2.1), de modo que propostas de melhoria da qualidade sejam realizadas para atender todas as etapas de produção do empreendimento.



Figura 2.1 - Ciclo da qualidade na empresa de projeto.

Fonte: Baía e Melhado (2000).

Resultados obtidos com a implantação de sistema de gestão da qualidade de projeto são observados por Melhado (2000) como: uma maior eficiência da empresa com a obtenção de uma visão sistêmica do projeto como um todo mediante o estabelecimento do fluxo das atividades; conscientização da necessidade de trabalhar em conjunto; projetos mais precisos com a elaboração de um fluxo do processo de projeto, onde são definidas as etapas, suas atividades e as responsabilidades de cada participante; prazos e custos menores com a elaboração de procedimentos gerenciais, sistematização de algumas atividades, procedimentos

de controle e controle de recebimento e obras adequadas aos clientes com o acompanhamento da obra.

Estas ações são vistas como fundamentais para a melhoria da qualidade dos projetos, contribuindo para a elevação da produtividade na execução da obra e, sobretudo, da qualidade dos produtos finais, em uma perspectiva de modernização de processos.

Diversos pesquisadores estabelecem ações para a melhoria da qualidade do projeto que devem ser realizadas no âmbito da empresa construtora, entre eles, Melhado (1998) defende a qualificação de projetistas, o desenvolvimento da metodologia de projeto, a coordenação de projeto, a padronização dos procedimentos de execução e controle dos serviços e a retroalimentação do processo de projeto.

Para Novaes (1996), deve-se identificar e estabelecer o fluxo de atividades no âmbito dos processos que constituem a elaboração do projeto; assim como estabelecer o fluxo geral do processo de projeto, com as respectivas interfaces. Deve-se, também, definir os momentos de tomadas de decisão e elaboração dos procedimentos gerenciais, no âmbito dos vários agentes e criar procedimentos de controle e recebimento dos projetos, e metodologia de acompanhamento de execução da obra pelos profissionais de projeto.

Picchi (1993) divide a qualidade do projeto em quatro partes: qualidade do programa (onde são realizadas pesquisas de mercado e de necessidades dos clientes), qualidade da solução (entre outros itens envolvidos têm-se a funcionalidade, a construtibilidade, economia na utilização, segurança e a integração dos projetos), qualidade da apresentação (clareza, detalhamento suficiente etc.) e a qualidade do processo de elaboração de projetos (prazo, custos e comunicação entre os profissionais).

Entre os aspectos relacionados acima é de fundamental importância o aprofundamento de alguns destes no âmbito da melhoria da qualidade do projeto, os quais serão apresentados nos subitens seguintes.

2.4.1 Qualificação dos profissionais de projeto

Para Novaes (1996), a composição adequada da equipe envolvida nas atividades do processo visa o efetivo exercício no desenvolvimento dos projetos, tanto na qualidade individual, como também, na integração dos intervenientes alcançando a eficiência requerida.

Picchi (1993) evidencia que um dos instrumentos mais importantes para a garantia e controle da qualidade para projetos de edificios é a qualificação de projetistas. A escolha destes deve ser realizada antes da contratação dos profissionais, adotando-se critérios de seleção que avaliem a experiência profissional de acordo com a complexidade exigida para o empreendimento.

Melhado (1998) considera que a contratação destes profissionais pelo menor preço não é um critério adequado de seleção e recomenda que além da experiência técnica dos projetistas, estes devem possuir outras características como a responsabilidade no cumprimento de prazos e o interesse e a disponibilidade em realizar o acompanhamento da obra.

Novaes (1996) expõem outro aspecto fundamental quanto a elaboração dos projetos, com vistas as novas tecnologias empregadas tanto na produção como no desenvolvimento dos projetos e recomenda que os projetistas devem ter acesso e estarem atualizados para o atendimento a estas exigências no processo. O resultado segundo o autor seria a facilitação da comunicação com os demais integrantes da equipe e a verificação da adequação das soluções correspondentes aos demais projetos.

No Pará, a exemplo do que ocorre em alguns estados brasileiros, o Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade – PBPQ, incorporado ao Pará Obras, reúne esforços entre órgãos e entidades públicas e iniciativa privada para viabilizar a qualificação gradativa de toda a cadeia produtiva da construção civil, por meio da implementação dos sistemas de qualidade com base na norma ISO 9000. Entre os participantes desta iniciativa, destaca-se o grupo de projetistas formado por 18 escritórios de arquitetura, estruturas e instalações prediais, que buscam, entre outros objetivos, a capacitação tecnológica, organizacional e gerencial de suas empresas e profissionais.

O setor público, por sua vez, estabelece exigências graduais através dos órgãos contratantes, por meios de licitações de projetos e obras, do certificado de qualidade para as empresas, determinando que as mesmas obtenham os atestados de qualidade nos níveis preconizados pelo PBPQ (D, C, B e A, sendo o vigente para a modalidade concorrência, o nível D).

As datas estipuladas no acordo setorial para apresentação dos níveis de qualificação D pelos projetistas, nas licitações, encerram-se no mês de outubro/03, entretanto, até o presente momento nenhuma empresa de projetos realizou a auditoria para a certificação neste nível.

2.4.2 Qualidade na apresentação dos projetos

A qualidade neste aspecto do projeto deve estar em torno da padronização dos elementos/documentos gráficos de forma que o manuseio e compreensão sejam respectivamente facilitados e uniformes entre todos os intervenientes do processo de projeto até a produção.

A produtividade depende da qualidade da apresentação dos projetos, pois o intercâmbio e forma como as informações serão interpretadas, guiará o desenvolvimento das atividades com possíveis ocorrências de perdas de materiais e não conformidades na execução das tarefas, resultando no nível de qualidade final do serviço.

Percebe-se que a padronização dos documentos gráficos não são suficientes para se alcançar a qualidade mínima desejada na apresentação dos projetos, outros elementos devem ser considerados como citado por Silva apud Tavares Junior (2001):

- padrões de integração de sistemas informatizados;
- padrões para apresentação dos documentos preliminares de projeto;
- padrões de apresentação de detalhes construtivos;
- padrões de apresentação de especificações técnicas;
- padrões de apresentação dos memoriais técnicos.

Para Baia e Melhado (1998), a padronização da apresentação do projeto está relacionada com “à adequação da documentação às características dos processos nos quais os documentos serão utilizados, permitindo que as decisões relativas às características do produto sejam tomadas nas instâncias responsáveis pela elaboração do projeto, eliminando-se a ocorrência de decisões improvisadas em canteiro de obras”.

A uniformização de conceitos e padronização de modelos colaboram para a garantia da qualidade, fornecendo subsídios e diretrizes para a implantação da gestão da qualidade nas organizações.

2.4.3 Coordenação de projeto

Souza apud Tavares Junior (2001) conceitua a coordenação de projeto como:

“Uma função gerencial a ser desempenhada no processo de elaboração do projeto, com a finalidade de assegurar a qualidade do projeto como um todo durante o processo. Trata-se de garantir que as soluções adotadas tenham sido suficientemente abrangentes, integradas e detalhadas e que, após terminado o projeto, a execução ocorra de forma contínua, sem interrupções e imprevistos”.

Peralta (2002), cita as tarefas de um coordenador de projetos: distribuição do tempo, desenvolvimento e equacionamento do fluxo de informações e troca de produtos intermediários, realização de ações corretivas, tomadas de decisões de caráter gerencial como aprovações de etapas, integração da equipe, discernimento de empasses, controle da qualidade, etc.

A coordenação de projetos pode ser exercida de várias formas: pela própria empresa construtora que designa um indivíduo de seu quadro funcional ou uma equipe de profissionais atuando em conjunto com os gerentes de obras, pode ser realizada pelo arquiteto e sua equipe ou ainda pela contratação no mercado de uma equipe de profissionais especializados neste ramo de atividade. De todo modo, é importante que o profissional ou equipe escolhida tenha

um elevado grau de experiência técnica e gerencial nas diversas disciplinas de projeto. (Picoral et al, 1996. Picchi, 1993. Melhado, 1994).

A medida que os avanços tecnológicos são realizados neste campo o conteúdo das disciplinas de projeto são aumentados em grau de complexidade e conhecimento técnico tornando a coordenação de projetos uma atividade difícil para qualquer profissional, pois necessita de conhecimentos igualitários em todas as áreas que regem as disciplinas de projeto, conhecimento mercadológico, de execução de obras e normativos. Outrossim, a coordenação de equipes de projeto é intrincada, principalmente, porque cada solução adotada em uma disciplina (parte do projeto) influencia as demais.

O coordenador necessita de habilidades no trato com os profissionais, pois o grupo que desenvolve um projeto possui um tempo determinado para concluí-lo e geralmente dissolve-se após sua finalização. Este tipo de grupo é identificado por Houvila apud Tzortzopoulos (1999) de organizações temporais, diferente de outros tipos de atividades onde o grupo permanece fixo com a certeza de trabalhos futuros. Outros problemas encontrados são: existência de um *turnover* elevado, variação nos horários de trabalho, demanda fluente de diferentes tipos de atividades e distanciamento físico.

Quanto a características intrínsecas do ser humano, a dificuldade da efetivação da interação está no fato de que as equipes são basicamente compostas por pessoas, e estas diferem entre si no seu modo de pensar, agir e de atribuir prioridades. Os principais problemas de concorrência entre membros de equipe são: prazos não cumpridos, qualidade do trabalho abaixo do desejado, monopolização de idéias, falta de criatividade, entre outros.

Quanto a problemas culturais, as pessoas lutam pela defesa de seus próprios interesses em detrimento da obtenção de benefícios comuns. O ser humano está exposto a diversos fatores como a alta taxa de desemprego, baixos salários, insatisfações diversas, atribuir a culpa a ação de uma pessoa e descredito pelo trabalho de outros membros da equipe. Os profissionais de projeto sentem-se pressionados por forças de origem econômica a desenvolverem produtos em um menor tempo, com maior qualidade e que possuam custo inferior.

Contudo, a falta de coordenação gera: atrasos de cronograma, retrabalho na elaboração dos projetos e durante a obra e, conseqüente, incremento nos custos, aumentando-se as chances de que o produto final seja executado com qualidade inferior a proposta no projeto.

Melhado (1994) cita que “quando a atividade de projeto é pouco valorizada, os projetos são entregues a obra repletos de erros e lacunas, levando a grande perdas de eficiência nas atividades de execução, bem como ao prejuízo de determinadas características de produto que foram idealizadas antes de sua execução”.

As pessoas que se comprometem a realizar trabalhos em equipe quase sempre geram divergências de opiniões, objetivos, interesses e prioridades. Estas divergências podem ser maximizadas de acordo com o maior ou menor número de pessoas trabalhando em uma equipe, dificultando o atendimento de um consenso.

É comum, na fase inicial do projeto o aumento dos níveis de conflitos entre membros, pois, ainda há muitas variáveis sem soluções e diversas alternativas são propostas pelas áreas, em contra ponto, as alterações realizadas nas partes iniciais de um trabalho são mais baratas, comparadas as mudanças realizadas no projeto na fase final, quando todo o projeto deve ser reavaliado a fim de enquadrar mudanças. A comunicação efetiva nos estágios iniciais do trabalho é uma estratégia de grande valia atribuída a engenharia simultânea sendo que inúmeros problemas são desvendados e resolvidos de forma concomitante.

- **Compatibilização de projetos**

Entre as atividades a serem empreendidas no âmbito da coordenação de projetos, destaca-se a compatibilização dos projetos, realizada mediante a verificação de sobreposição e de identificação de interferências entre os mesmos.

Para o SEBRAE / SINDUSCON-PR apud Tavares Junior (2001), a compatibilização de projetos “é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando ao perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra”.

Para Novaes (1998), a compatibilização de projetos é um importante fator de melhoria da construtibilidade e de racionalização construtiva, pois sua ação projetual permite conciliar, física, geométrica, tecnológica e produtivamente, os elementos construtivos de uma edificação.

A compatibilidade de projetos minimiza, senão elimina, as não conformidades ou conflitos que possam se apresentar, tornando-se uma ferramenta indispensável para a otimização dos recursos da produção (materiais e mão-de-obra) e para a garantia da qualidade do projeto.

A tarefa de compatibilização deve ser realizada em diferentes momentos da elaboração dos projetos, sempre que ocorrerem interferências nas interfaces entre os projetos. Peralta (2002) considera a compatibilização uma atividade intrínseca do projeto e que sua realização e responsabilidade é obrigação de cada interveniente projeto.

- **Análise crítica de projeto**

A definição de métodos de avaliação de projetos deve levar em consideração as diversas etapas de elaboração dos projetos, cada etapa, deve ser aferida possibilitando, quando

em conformidade com os requisitos pré-determinados, sua liberação para a etapa seguinte, de modo que estes procedimentos sejam incorporados e utilizados pela organização.

Maffei apud Melhado (1994) destaca que “a experiência tem demonstrado que o efetivo controle da qualidade tem sido o principal fator de sucesso para o projeto”.

Neste sentido, procura-se uma avaliação formal, com a definição prévia de cada item a ser avaliado e seu responsável, que possa ser documentada e realizada ao final de cada etapa, de modo a atender a satisfação das necessidades dos clientes, necessidades de construção e do construtor, da normalização em vigor e dos objetivos dos profissionais de projeto.

Melhado (1994) destaca que a análise crítica de projeto não deve ser confundida com a coordenação de projetos, mas um instrumento desta, favorecendo a imparcialidade nesse tipo de atividade.

Novaes (1998) reforça a importância da sistematização de informações e uso de indicadores, no processo de projeto, como parâmetros para a elaboração de projetos e para a verificação da conformidade das soluções adotadas.

2.4.4 Conceito de construtibilidade

Conforme apresentado por Melhado (1994), a *constructability* ou *Buildability* surgiu na década de 80, quase simultaneamente nos EUA e no Reino Unido, respectivamente, e se destacou pela forte orientação e integração das atividades desenvolvidas para o empreendimento de construção com foco na etapa de execução.

Nos EUA define-se construtibilidade como “o uso ótimo do conhecimento e da experiência em construção, no planejamento, projeto, contratação e trabalho em canteiro, para atingir os objetivos globais do empreendimento” (CII apud Melhado, 1994).

A idéia central da construtibilidade é a de incorporar conhecimentos oriundos de etapas diferentes do empreendimento, pois reconhecia-se que uma única pessoa não teria a possibilidade de reunir todo o conhecimento necessário para a execução de determinadas tarefas, necessitando, assim, da integração de outros agentes.

Neste aspecto, Melhado (1994) esclarece que é indispensável, dentro da filosofia da construtibilidade, a participação de profissionais diretamente ligados à execução em várias etapas do empreendimento.

Tatum apud Melhado (1994) cita a integração de objetivos entre projeto e execução, como a possibilidade real de benefícios importantes para atingir as metas gerais do empreendimento e conclui que “o projeto não deve ser entendido como uma atividade que tem a finalidade em si mesma”.

Alguns autores, entre eles Cardoso apud Novaes (1996), comparam os conceitos de construtibilidade na construção civil com os de engenharia simultânea empregados em setores produtivos industriais mais avançados.

Segundo o autor, o surgimento de exigências de novas condições econômico-produtivas identificadas nestes setores tem originado alterações no mercado industrial, com o aparecimento de estruturas produtivas mais complexas e a necessidade de flexibilização dos produtos, entre estes, a necessidade de formação de grupos com diferentes especialidades (projeto, vendas, encarregados da produção, da assistência técnica, da qualidade, de custos etc.) no desenvolvimento de novos produtos e alcance de objetivos globais. Porém, o emprego efetivo dos conceitos de construtibilidade no processo exige fundamentalmente a presença de recursos computacionais.

A troca de conhecimentos entre as duas etapas (projeto e execução), no contexto da filosofia da construtibilidade, possibilita que a concepção, planejamento e desenvolvimento do projeto tornem as obras mais fáceis, rápidas e baratas na etapa de execução com a simplificação das operações construtivas, ou seja, a orientação do projeto à execução.

Contudo, isto só será possível de ocorrer dentro de um entendimento conjunto e responsável, onde o construtor transfere ou faz a retroalimentação das informações coletadas em campo para o projetista e o projetista realiza o detalhamento e especificação clara das características do empreendimento para que se possa tirar o máximo de proveito de materiais, mão-de-obra e equipamentos e evitar situações obscuras na etapa de execução.

Melhado (1994) e Souza apud Tavares Junior (2001) vão mais longe e concluem que a fase de execução não deve preocupar-se com soluções do empreendimento, estas devem ser definidas e aprovadas na fase de projetos, na obra apenas executa-se a implementação das soluções anteriormente definidas.

2.4.5 Conceito de racionalização

Segundo o Dicionário Aurélio, racionalização é tornar mais eficientes os processos de trabalho industrial, agrícola, etc., ou a organização de empreendimentos, planos, etc., pelo emprego de métodos científicos.

A racionalização construtiva conceituada por Sabbatini apud Melhado (1994) “é um processo composto pelo conjunto de todas as ações que tenham por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, temporais e financeiros disponíveis na construção, em todas as suas etapas”.

Para Tavares Junior (2001), o principal objetivo da racionalização é o de se conseguir uma maior produtividade, eficiência no trabalho e qualidade do produto com o melhor

aproveitamento de recursos, considerando-se os procedimentos de execução ainda na fase de projetos.

Dentro deste conceito, todas as fases de execução da obra, os números de operações do processo de execução, os tipos de serviços, as dependências entre as atividades, o movimento, transporte e circulação de materiais no canteiro de obras, a quantidade e habilidade necessária de mão-de-obra devem ser pensadas e decididas na fase de projeto. (Tavares Junior 2001).

Para processos construtivos tradicionais, a racionalização significa padronização de componentes, simplificação de operações e aumento da produtividade colaborando para a redução dos custos.

Para Franco e Agopyan apud Melhado (1994), quanto antes for implementada a racionalização construtiva melhores serão os resultados obtidos, ressalta-se que a etapa de projeto é a mais propícia à introdução da maioria das medidas que visam a racionalização, pois é nesta fase que as decisões são tomadas, definindo-se dimensões, especificações e detalhes que serão incorporados ao projeto; tais medidas somente podem ser adotadas nesta fase, pois incidem diretamente sobre os desenhos e a forma dos principais elementos do edifício, definindo suas características.

Contudo, a fase de projetos ainda é caracterizada por um processo de projeto tradicional, voltado apenas ao produto e não a produção, sem uma coordenação dos projetos e decisões tomadas de modo subjetivo no momento da produção, perdendo-se todo o potencial de racionalização que poderia ser impresso na construção do edifício. (Barros apud Moura, 1998).

2.4.6 Sistematização das informações

As informações compartilhadas entre os diversos agentes participantes da elaboração dos projetos de construção civil têm se tornado objeto de estudo de diversos autores e pesquisadores, nota-se que este estudo não é recente. Noves (1996) identifica pesquisas realizadas ainda na década de 50 que visavam o desenvolvimento de estruturas de trabalho que permitissem a sistematização do processo de projeto, atualmente têm-se no Brasil os trabalhos de Formoso (2000), Melhado (1994), Tzortzopoulos (1999) e Novaes (1996), em outros países cita-se os trabalhos de Koskela (1997), Huovila et al (1995), Austin et al (1999), Denker e Steward (1996) e Browning (1998), com o objetivo de sistematizar o fluxo de informações para subsidiar de modo eficaz as tomadas de decisões.

Esta necessidade de sistematização dos fluxos de informações do processo de projeto se evidencia pelo fato de que a maioria das não conformidades encontradas e relacionadas durante o processo de projeto e execução dos empreendimentos de construção civil subsector

edificações convergem para o aspecto da troca de informações caracterizadas quase sempre como fragmentadas e informais no meio organizacional, (Formoso, 2000).

Na construção civil, as disciplinas de projeto trabalham ora juntas ora separadas com atividades independentes. Este tipo de relação gera a necessidade de uma comunicação efetiva para que todos os detalhes das iniciativas individuais sejam repassados. As informações desenvolvidas no trabalho e executadas pelas equipes devem ser gerenciadas de forma a suprir as necessidades de todos. Monopólio de informações não pode ser uma prática comum nem a liberação parcial das informações, uma solução seria a implantação de um sistema de informação descentralizado.

A maioria dos sistemas de informações são centralizados, obrigando a informação a circular por diversos setores antes de chegar ao destinatário, correndo-se o risco dessas informações serem perdidas ou filtradas indevidamente, desestimulando a corporação.

O entendimento neste aspecto é visualizado por McCreadie e Rice apud Edum-Fotwe (2001) que apresenta uma visão de informação como um recurso ou artigo que pode ser produzido, comprado, reproduzido, distribuído, manipulado, transferido, controlado e comercializado da mesma maneira que qualquer outro recurso de produção tangível, qualquer um destes aspectos, trabalhado de modo irregular, prejudicará o processo e, conseqüentemente o produto final.

Outrossim, o excesso de dados pode comprometer a eficiência do processo, neste sentido, Formoso (2000) evidencia a necessidade de classificação das informações e a determinação dos momentos de decisão e transmissão destas informações. Para Melhado (1995) é necessário identificar que tipo de informação deve ser sistematizada e quando haverá encontro entre elas. O aprimoramento da gestão do processo de projetos envolve definição e transmissão sistematizada das informações que caracterizam o produto projeto. As informações de entrada e as atividades desenvolvidas individualmente podem interessar a vários intervenientes, sendo necessária sua identificação. Porém, a percepção desta necessidade só é possível quando há a identificação dos pontos críticos de tomada de decisões e as atividades essenciais para o processo, assim, torna-se elemento chave o reconhecimento, definição, descrição e transmissão dessas necessidades para atender aos diferentes interesses do empreendedor, profissionais de projeto, consultores e empresa construtora.

Entre os benefícios apontados quando no emprego de um sistema de suporte ao fluxo de informações, têm-se, segundo Novaes (1996):

- redução de desperdícios de energia humana, tempo e dinheiro, utilizados em processos iterativos durante o projeto;
- melhoria da eficiência do processo, devido à disponibilidade de instrumentos que permitem antever conseqüências das decisões tomadas;

- melhoria da qualidade do produto, devido à possibilidade de integração de aspectos relativos a diferentes disciplinas.

Uma das formas encontradas para a disseminação das informações entre os agentes envolvidos na elaboração dos projetos, foi a sugerida por Melhado (1994) onde se destaca a criação de uma memória construtiva, no âmbito das empresas construtoras, constituída pela coleta de informações técnicas e detalhes construtivos, progressivamente complementados, até se tornarem fontes de referência atualizada, formalizando, assim, um banco de tecnologia construtiva, de modo que as informações sejam repassadas com segurança para os projetistas.

É importante ressaltar que as informações produzidas no processo de projeto destinadas a subsidiar a elaboração, a coordenação e a análise crítica dos projetos, devem passar por um processo de ajuste, para adequá-las às características de cada novo empreendimento e correspondente processo construtivo.

Para Noves (1996), o uso de recursos computacionais seria a resposta para as novas condições econômico-produtivas presentes na construção civil, dentre estes, destaca-se a importância da tecnologia da informação, como a responsável pela operacionalidade do empreendimento. Como vantagem em sua aplicação citam-se:

- automação e rapidez na comunicação entre agentes e entidades;
- redução da necessidade de burocracia e hierarquia na interação, com melhoria na integração das atividades organizacionais;
- facilitação para trabalhos em equipe suplantarem barreiras de tempo e distância;
- coordenação de atividades desenvolvidas por múltiplos participantes.

A busca pela eficiência na sistematização do fluxo de informações deve reconhecer a formalização, uniformização e padronização dos procedimentos adotados de modo que dados e soluções técnicas pertinentes a cada disciplina de projeto, soluções construtivas, documentos contratuais, especificações técnicas, ordens de serviço, etc. sejam observados mantendo-se inseridos em um sistema de qualidade, proporcionando as condições para o efetivo controle e garantia da qualidade.

Neste aspecto, Fontenelle e Melhado (2000) explicitam sua preocupação ao reconhecer como uma grande dificuldade, nessa sistematização, a formatação da estrutura e o modo como a cultura construtiva da construtora será transmitida e devidamente integrada ao processo de projeto de cada novo empreendimento para que o *know-how* construtivo seja efetivamente transmitido e constantemente atualizado.

2.5 Considerações finais sobre o capítulo

O projeto é um forte instrumento na implantação da qualidade nas empresas de construção civil subsector edificações, entretanto necessidades de alterações no processo atual de desenvolvimento dos projetos são exigidas de modo que princípios de racionalização e construtibilidade sejam verdadeiramente aplicados.

O estabelecimento de mecanismos de diretrizes, controle e avaliação do projeto mais técnico e menos intuitivo devem ser incentivados no âmbito da empresa construtora com o estabelecimento de objetivos claros e específicos, para assim, subsidiar a tomada de decisões com menos incertezas no processo.

O próximo capítulo apresentará um conjunto de propósitos que juntos formalizam uma filosofia que remete a busca da qualidade e a eficiência e a eficácia do processo e do projeto. Esta filosofia tem a intenção de ampliar incessantemente a compreensão da realidade e está em consonância com os aspectos da qualidade vistos neste capítulo e que se deseja atingir.

CAPÍTULO 3

3. O MODELO DE ENGENHARIA SIMULTÂNEA

3.1 Introdução

A construção civil brasileira, mais especificamente o subsetor de construção de edificações, foi marcada nas últimas décadas por uma série de críticas quanto à eficiência de seu processo construtivo e a qualidade de seus produtos no mercado, isto fez com que empresas recorressem às novas tecnologias e mudanças nas estratégias para o mercado. Por outro lado, a competição cresceu e fatores como custo e preço tornaram-se críticos, conduzindo estas empresas a uma discussão, em grande parte nos meios acadêmicos, sobre o modo de gestão que estavam adotando.

Picchi (1993), em sua tese, apresenta dados significativos para a indústria: valores da ordem de 30% em custos sob desperdícios e elevados índices de patologias, além de metade da produtividade praticada nos países desenvolvidos, o autor ainda ressalta a grande tolerância, por parte deste setor, com os problemas apresentados, considerados normais ou inerentes ao próprio processo.

Novaes (1996) expressa esta preocupação ao denotar o grande déficit habitacional existente no País, atingindo de imediato, na esfera social, as classes mais pobres, assim como, a baixa qualidade apresentada pelas edificações construídas, motivando críticas de ordem econômico-financeira sobre o setor.

Em análise, Barros Neto (1999) afirma que o problema maior de desperdício não está relacionado com seus altos índices, mas com a variedade destes. Ou seja, havia empresas com reduzidos índices de desperdícios, enquanto, outras os possuíam em elevado grau.

Ainda, segundo o mesmo autor, isto se justifica pelo reflexo de projetos deficientes e mal detalhados, utilização intensiva de mão-de-obra despreparada, inexistência de controles efetivos de qualidade, organização da produção em estruturas de ofícios e visão míope de investimentos em qualidade como um custo a mais para a produção, observando que os problemas são bem mais gerenciais do que tecnológicos.

Na fase de projetos, Ballard e Koskela (1998), também expressam a mesma opinião ao apontarem as dificuldades encontradas como problemas de ordem gerencial e enumeram vários itens, os quais consideram conflitantes para a melhoria da qualidade dos projetos:

- falta de uma cuidadosa identificação das necessidades dos clientes e meticulosa transformação destas necessidades em especificações de engenharia;
- existência de muitos clientes no projeto, sendo que todos deveriam ser ouvidos e os conflitos sanados;

- grande pressão para a redução do tempo e dos custos;
- informações inadequadas;
- muitas decisões na fase de projeto são recíprocas e tomadas de forma independente pelos vários especialistas fazendo com que este gerenciamento entre as várias disciplinas torne-se difícil de ser executado;
- grande nível de incerteza nesta fase.

Isatto (2000) observa, em consonância ao já dito, que a maioria dos problemas resultante dos baixos índices de eficiência e qualidade na construção civil tem sua origem em problemas gerenciais e afirma que “consideráveis esforços por parte das empresas têm sido direcionados no sentido de introduzir no setor modernas filosofias gerenciais, algumas das quais desenvolvidas inicialmente em outras indústrias”. Entre elas pode-se citar o *Total Quality Management* (TQM) e a própria *International Organization for Standardization* (ISO).

Neste contexto, percebe-se uma mudança de foco na indústria da construção civil, antes muito mais preocupada em se modernizar através da industrialização e agora agregando esforços para a racionalização dos processos de produção (Isatto e Formoso, 1998).

Em análise, um novo referencial teórico foi apontado por Koskela (1992) direcionado, exclusivamente, para a gestão de processos na construção civil denominado *Lean Construction* ou construção enxuta, o qual será detalhado a seguir.

3.2. Lean Production e Lean Construction

A *Lean Production* originou-se na indústria automobilística do Japão, na década de 50, desenvolvida pela Toyota e conduzida pelos engenheiros Taichii Ohno e Shigeo Shingo, tinha como objetivo a eliminação de desperdício com foco nos requisitos e necessidades dos clientes e entrega imediata do produto (Howell, 1999).

A *Lean Construction*, por sua vez, é uma adaptação de conceitos e princípios da área de gestão da produção (*Lean Production*) às peculiaridades da construção civil, tendo, por este motivo, muitas de suas ferramentas e alguns conceitos ainda sob análise ou em desenvolvimento para aplicação no setor.

A *Lean Construction* é embasada em duas filosofias: o TQM que enfatiza a eliminação de erros e do retrabalho e o JIT – *Just in Time* que destaca a eliminação de períodos de espera.

3.2.1 Modelo de processo da construção enxuta

Segundo Isatto (2000), Tzortzopoulos (1999), Formoso et al (1998), Ballard (1998), Melhado (1998) e Koskela (1992), a melhoria dos processos da construção civil pode ocorrer

mediante a análise de seus aspectos de conversão, fluxo e geração de valor, conforme o modelo de construção enxuta. Estes diferentes aspectos serão apresentados a seguir.

3.2.1.1. Aspecto de conversão

O modelo tradicional de processo (modelo de conversão) é ainda dominante na construção civil, define a produção como um conjunto de atividades de conversão, transformando os insumos em produtos intermediários ou finais.

Este modelo pode ser caracterizado por possuir forte embasamento nas teorias propostas por Taylor, Gilbreth e Ford, no início do século passado, quando os produtos e processos desenvolvidos não apresentavam maiores complexidades (Isatto e Formoso, 1998).

O modelo de conversão apresenta as seguintes características segundo Isatto (2000): o processo pode ser subdividido em sub-processos, que também são explicitados como processos de conversão; o esforço para redução do custo total é, em geral, feito isoladamente em cada sub-processo; o valor do produto de um sub-processo é associado somente aos custos dos seus insumos, podendo ser melhorado somente com a utilização de materiais de melhor qualidade ou mão-de-obra mais qualificada. Neste modelo, apenas as atividades que agregam valor são explicitamente consideradas.

Uma vantagem advinda do modelo tradicional é o fluxo de montagem, ou seja, a identificação da seqüência das atividades, o que possibilita a programação da produção. Porém, este modelo possui algumas desvantagens como: a desconsideração das atividades de fluxo no processo, que consomem recursos e não agregam valor ao produto; preocupação nos sub-processos individuais, limitando a melhoria do processo global; a não consideração dos requisitos dos clientes externos e internos, o que pode resultar em uma produção ineficaz.

3.2.1.2 Projeto como conversão

A informação na fase de projeto é considerada insumo, e como qualquer outro insumo, ela pode ser gerada, processada, movimentada, estar em estado de espera ou ainda sofrer inspeção. Porém, atualmente, o projeto é, predominantemente, percebido como uma conversão, onde se transforma necessidades e requisitos dos clientes externos em projetos. Tzortzopoulos (1999) comenta que neste contexto a principal atividade do projetista está focalizada na tomada de decisões e resolução de problemas.



Figura 3.1 - Projeto como conversão.

Fonte: Koskela e Houvila apud Tzortzopoulos, (1999).

O processo de projeto, sob este aspecto de conversão, é dividido em sub-processos que são desenvolvidos por diferentes especialistas. A melhoria deste processo acontece pela implantação de ferramentas que o torne mais eficiente e eficaz, como por exemplo, o uso de ferramentas *Computer Aided Design* (CAD).

Até certo ponto, a divisão do processo de projeto em sub-processos facilita o trabalho de elaboração de contratos, identificando os respectivos responsáveis por cada serviço. Porém, outros aspectos são omitidos os quais serão apresentados.

3.2.1.3 Aspecto de fluxo

O modelo de processo da construção enxuta não exclui as vantagens do modelo tradicional, e sim, contribui para a sua melhoria identificando outros pontos importantes na elaboração dos custos de produção que antes não eram explicitados. Na *Lean Construction*, além das atividades de conversão, outras atividades como transporte, espera e inspeção, são consideradas (as chamadas atividades de fluxos). Estas atividades, em sistemas de produção complexos como é o caso da construção civil, tendem a aumentar, exigindo maior atenção (Isatto, 2000).

Koskela (1992) apresenta este modelo como um processo que consiste em um fluxo de materiais e informações, desde a matéria prima até o produto final, sendo o mesmo constituído por atividades de transporte, espera, processamento ou conversão e inspeção.

A conceituação do aspecto de fluxo foi atribuída a Shingo que percebeu, na década de 40, duas dimensões na produção: uma como conversão e outra como fluxo. (Isatto e Formoso 1998).

Segundo Isatto (2000), as atividades de transporte, espera e inspeção não agregariam valor ao produto final.

É importante salientar o conceito de valor diretamente vinculado à satisfação do cliente externo e interno. Este modelo de processo é também aplicável a processos de natureza gerencial, tais como planejamento e controle, suprimentos, projeto etc. (fluxo de informações) ou em fluxos referentes ao conjunto de operações realizadas por cada equipe no canteiro de obras (fluxo de trabalho).

3.2.1.4 Projeto como fluxo

Para o projeto, outros fatores são considerados quando o mesmo é entendido também como fluxo, entre eles têm-se o tempo de duração e o valor do produto para o cliente.

Novos elementos podem ser analisados como o tempo despendido para a transferência de informações, a espera para o desenvolvimento das ações subsequentes do

processo, inspeção e outras atividades que não agregam valor e que devem ser eliminadas sempre que possível.

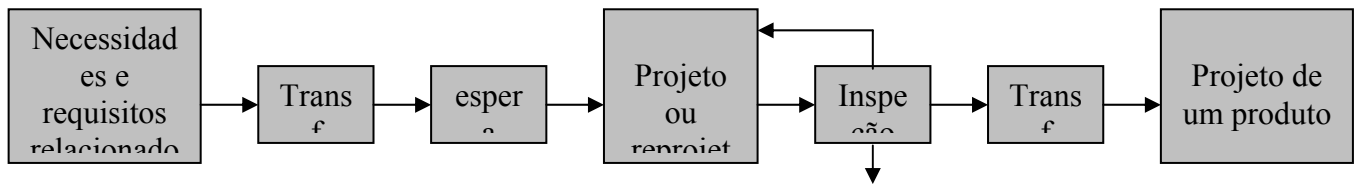


Figura 3.2 - Projeto como fluxo.

Fonte: Koskela e Houvila apud Tzortzopoulos, (1999).

A melhoria neste aspecto de fluxo ocorre pela análise das trocas de informações mediante suas perdas internas. Alguns pontos devem ser considerados neste modelo, segundo tzortzopoulos (1999), tais como:

- a existência de fluxos que não podem ser eliminados;
- Houvila apud Tzortzopoulos (1999) considera que o tempo despendido com as conversões é pouco em relação ao tempo total, configurando, assim, um grande potencial de melhoria para o processo;
- o retrabalho é parte da conversão e é considerado perda;
- existe um tipo de retrabalho inerente ao projeto como processo criativo. Este é parte do processo de análise, síntese e avaliação.

Para Tzortzopoulos (1999), o retrabalho no processo de projeto, em geral, ocorre em função de falta de informações, mudanças no seu escopo e, também, pelo alto grau de incerteza associado. “A falta de informações faz com que seja necessário que projetistas arbitrem alguns dados do projeto, visando possibilitar sua continuidade. Com frequência estes arbítrios não são verificados ou o são tardiamente, fato que pode resultar em retrabalho, erros de projeto ou execução durante a obra” Houvila apud Tzortzopoulos (1999).

Ainda segundo a autora, uma das razões para o grande período de espera por informações durante o processo pode ser atribuída ao fato que, algumas vezes, o produto de cada sub-processo é transferido ao próximo sub-processo em grandes lotes. “Este tipo de problema pode ser minimizado através da decomposição das atividades de projeto, da determinação clara das necessidades dos clientes internos e da troca intensa ao longo do processo” (Koskela e Huovila apud Tzortzopoulos, 1999).

3.2.1.5 Projeto como gerador de valor

Este aspecto teve sua origem no movimento TQM – *Total Quality Manament* (Isatto e Formoso 1998) e está orientado a satisfação dos clientes internos e externos em ver suas

necessidades e requisitos em conformidade com o que foi projetado ou planejado. Neste aspecto de geração de valor, a ênfase está em alcançar o melhor valor possível do ponto de vista do cliente (Houvila et al. apud Tzortzopoulos e Formoso, 1999).

Propõe-se que a qualidade, para o projeto como um gerador de valor, pode alcançar melhores níveis aumentando-se a quantidade e a qualidade das informações sobre os clientes e suas exigências. Entretanto, a geração de valor do projeto depende, também, das condições de trabalho da equipe de projeto e da qualificação dos projetistas (Tzortzopoulos, 1999 e Melhado, 1994). Do mesmo modo, a equipe de projeto deve ser capaz de transformar complexas incertezas e conflitos em soluções viáveis.

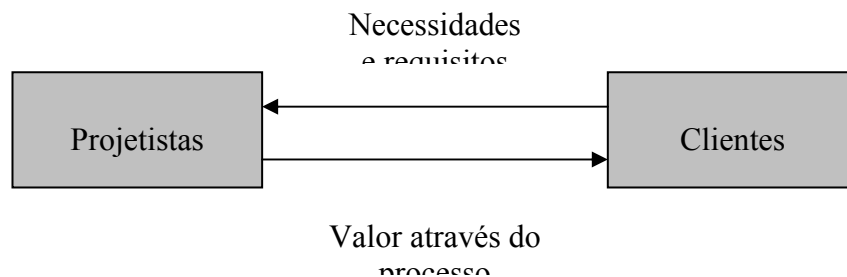


Figura 3.3 - Projeto como gerador de valor.

Fonte: Koskela e Houvila apud Tzortzopoulos, (1999).

Ballard e Koskela (1998) estabelecem, pelo menos, três tipos de problemas quase sempre negligenciados e que podem ser identificados e gerenciados quando se considera o projeto também como um gerador de valor, são eles:

- a identificação das necessidades dos clientes não é realizada de forma eficaz;
- a conversão em características do produto não ocorre da melhor forma possível;
- algumas necessidades ou requisitos se perdem durante o processo ou não são incorporadas ao projeto.

3.2.2 Necessidade de integração dos três aspectos: conversão, fluxo e valor

Ballard e Koskela apud Tzortzopoulos e Formoso (1999) apontam para a integração dos três pontos de vista sobre o projeto (conversão, fluxo e valor) e sugerem alguns itens para tal integração.

- evitar uma segmentada e rígida seqüência de atividades de projeto;
- relacionamento entre sub-processos e cliente-fornecedor internos explícitos;
- encorajamento da interação direta entre os projetistas e clientes;
- envolvimento dos projetistas em obter soluções em comum;
- trabalho com várias alternativas de projeto;

- introduzir um foco de controle em atividades de fluxo.

A seguir são apresentados os três aspectos do projeto segundo sua conceitualização, princípio, contribuição prática e ferramenta para sua modelagem.

Quadro 3.1 - Comparação entre o modelo de conversão, fluxo e geração de valor.

	Projeto como CONVERSÃO	Projeto como FLUXO	Projeto como GERADOR DE VALOR
Conceitualização	Conversão de requisitos no projeto de um produto.	Fluxo de informações, composto por conversão, inspeção, movimento e espera.	Processo onde o valor ao cliente é criado através da satisfação de suas necessidades.
Princípios	Decomposição hierárquica; controle e melhoria das atividades decompostas.	Eliminação de perdas (atividades desnecessárias); redução de tempo.	Diminuição da diferença existente entre o valor atingido e o melhor valor possível.
Contribuição prática	Controlar as atividades a serem desenvolvidas.	Controlar a minimização das atividades essencialmente desnecessárias.	Controlar para que os requisitos dos clientes sejam atingidos da melhor maneira possível.
Exemplo de ferramenta de modelagem	Fluxogramas.	Matriz de estrutura de projeto (<i>Design Structure Matrix</i>)	Desdobramento da função qualidade (QFD).

Fonte: Tzortzopoulos (1999), adaptado de Koskela e Houvila (1997).

3.2.3 Princípios para a gestão de processos

Koskela (1992) identifica onze princípios que têm como objetivos, explicitar, controlar e melhorar as atividades de fluxo, enfatizando ainda o uso integrado na gestão de processos. São eles:

- reduzir a parcela de atividades que não agregam valor*: melhorar a eficiência do processo, reduzindo suas perdas nas atividades de conversão ou de fluxo ou, também, pela eliminação de algumas atividades de fluxo por inteiro e que não agregam valor ao produto;
- aumentar o valor do produto através da consideração das necessidades dos clientes*: identificar as necessidades dos clientes internos e externos;
- reduzir variabilidade*: quanto à variabilidade podemos ter: variabilidade nos processos anteriores, variabilidade no próprio processo e variabilidade na demanda.

É conhecido que a variabilidade no processo sempre existirá, porém, a redução da mesma traz benefícios quanto à satisfação do cliente, que terá um produto mais uniforme e dentro das especificações previamente estabelecidas e, também, tende a reduzir a parcela de atividades que não agregam valor.

- d) *reduzir o tempo de ciclo*: tendo sua origem no *Just-in-Time* é definido como a soma de todos os tempos (transporte, espera, processamento e inspeção) e sua redução visa a diminuição de atividades de fluxo;
- e) *simplificar através da redução o número de passos ou partes*: a racionalização do processo tende a diminuir o número de atividades que não agregam valor e consequentemente a redução de variabilidade. Ex. utilização de elementos pré-fabricados;
- f) *aumentar a flexibilidade de saída*: refere-se a possibilidade de alterar as características dos produtos entregues aos clientes, sem aumentar substancialmente os custos dos mesmos;
- g) *aumentar a transparência do processo*: evidencia os erros, aumentando a disponibilidade de informações, necessárias para a execução da tarefa;
- h) *focar o controle no processo global*: Shingo apud Isatto (2000), propõe que primeiro devem ser introduzidas melhorias nos processos (fluxos de montagem, de materiais e de informações) para depois serem estudadas melhorias nas operações (tarefas realizadas por pessoas e máquinas);
- i) *introduzir melhoria contínua no processo*: o trabalho em equipe e a gestão participativa constituem-se nos requisitos essenciais para a introdução da melhoria contínua nos processos. Este princípio é um componente fundamental de ambas as filosofias TQM e JIT;
- j) *manter um equilíbrio entre melhorias nos fluxos e nas conversões*: segundo Isatto (2000), as melhorias no fluxo em geral requerem menores investimentos, sendo fortemente recomendadas no início de programas de melhoria, já as melhorias na conversão são realizadas quando existem perdas quanto a tecnologia utilizada e seus reflexos são mais visíveis;
- k) *fazer benchmarking*: é um processo de aprendizagem a partir das práticas adotadas em outras empresas, tipicamente consideradas líderes num determinado segmento.

A partir do JIT e TQM outros conceitos provieram e adquiriram forte aceitação na indústria da construção civil subsector edificações, entre eles, encontram-se a manutenção produtiva total, a melhoria contínua, o *benchmarking*, a competição baseada no tempo, a reengenharia e a engenharia simultânea.

A aplicação de grande parte destes princípios ao processo de projeto de edificações, pode ser realizada por intermédio da engenharia simultânea que adapta os conceitos, princípios e ferramentas do modelo de construção enxuta ao processo de desenvolvimento de projeto (Koskela apud Tzortzopoulos, 1999).

A engenharia simultânea, segundo Koskela (1992), foi criada, principalmente, para atender as necessidades de concepção do produto, e até onde se conhece, não originou-se diretamente do *Just in Time* (JIT) ou *Total Quality Management* (TQM), embora esteja baseada em idéias semelhantes de eliminação de períodos de espera e redução de erros e retrabalhos respectivamente.

3.3 Críticas sobre o modelo de conversão

Atualmente, a elaboração dos projetos na indústria da construção civil, subsetor edificações, tem como característica o desenvolvimento seqüencial das várias etapas constituintes do projeto. Porém, nos últimos anos, este modelo, seqüencial e predominante entre projetistas e empresas de construção civil, vem sofrendo diversas críticas. Entre elas as citadas por Tzortzopoulos (1999), Tavares Junior (2001) e Formoso et al. (1998):

- a existência de muitos requisitos que não são definidos no início do processo;
- erros de projetos são detectados em fases avançadas, causando retrabalho;
- a existência de poucas interações entre projetistas;
- esperas para aprovações, instruções ou informações apoderam-se da maior parte do tempo dos projetistas;
- as atividades do processo são desenvolvidas de forma seqüencial, e muitas vezes, ocorre longos períodos de espera entre desenvolvimento de ações subsequentes;
- longa duração, alto custo e baixa qualidade dos projetos em geral.

Fabricio et al. (1998) apresenta algumas limitações sobre este modelo seqüencial como:

- desenvolvimento dos projetos separados da fase de produção;
- grande quantidade de retrabalho;
- visão cartesiana onde a melhoria das partes em separado resultaria na melhoria do todo;
- muitos itens de projeto sendo resolvidos durante a obra de modo insipiente.

Para Barros apud Fabricio et al. (1998), alguns obstáculos que limitam a qualidade dos projetos frente à produção de edifícios são:

- trabalho não sistematizado e descoordenado das diversas equipes de projeto participantes de um empreendimento;
- ausência de um projeto voltado à produção, com dificuldades de alterar a forma de projetar, voltada ao produto;
- falta de padrões e procedimentos para a contratação de projetistas;
- realização de uma compatibilização de projetos e não sua real coordenação;

- falhas no fluxo de informações interno à empresa construtora e incorporadora, prejudicando o processo de retroalimentação de projetos futuros.

Para Tzortzopoulos (1999), estes fatores estão relacionados à inexistência no processo de projeto da identificação das atividades que não agregam valor ao produto e a falta de identificação dos clientes de cada etapa do processo.

Outro motivo de não conformidade seria a não existência, nas etapas iniciais do processo de projeto, de análise crítica sobre os mesmos, deixando esta mesma análise para as etapas finais do processo, ocorrendo, assim, retrabalhos significativos, tendo em vista que todos os projetos estariam em níveis avançados de desenvolvimento.

Tzortzopoulos (1999) cita ainda a falta de integração entre as etapas; deficiências na troca sistemática de informações e uma quantidade excessiva de retrabalho.

Para Tavares Junior (2001), a falta de uma coordenação dos projetos e levantamento do programa de necessidades precário colabora para este cenário.

Em consequência surge no projeto: “incompatibilidade entre diferentes projetos; erros ou diferenças de cotas, níveis, alturas; especificação falha de materiais e componentes; falta de especificação de materiais e componentes; detalhamento inadequado dos projetos; falta de detalhamento dos projetos; atrasos de projetos; inadequação de memoriais descritivos; soluções técnicas inadequadas; a própria falta de interesse de projetistas e revisões feitas por técnicos não habilitados” (Freut apud Thomaz, 2001).

Baía apud Fabricio et al. (1999) relata, em seu estudo, algumas dificuldades para a implantação do fluxo de processo de projeto como:

- baixo grau de compromisso dos profissionais e empresas de arquitetura com a estratégia e metas dos contratantes (custos, prazos, atendimento ao usuário final), situação agravada devido à falta de estratégia de produto por parte dos contrantes;
- ausência de metodologias adequadas para o levantamento das necessidades dos clientes, tanto do investidor, como do usuário final;
- excesso de retrabalho no processo de desenvolvimento do projeto, em função de alterações por parte do contrante e da falta de integração entre os diversos agentes participantes;
- o controle de qualidade durante o processo de projeto é incipiente, sendo ainda necessário o desenvolvimento de procedimentos de controle eficazes, de fácil utilização, servindo de base para tomadas de decisões nos projetos futuros e em andamentos;

- não existe uma troca sistemática de informações entre o escritório de projeto e a obra, não promovendo, assim, a aplicação dos princípios de racionalização e construtibilidade desde a etapa inicial do processo de projeto;
- ausência de coordenação do processo de projeto do edifício, ou seja, não há um trabalho conjunto entre a construtora, os demais projetistas e o escritório de arquitetura durante o processo de projeto do edifício.

Em virtude das deficiências apresentadas pelo projeto, sob a ótica de um modelo predominantemente seqüencial que inviabiliza a implementação de melhorias gerenciais, reduzindo a capacidade de competição das empresas em um mercado aberto, surge a necessidade de novas proposições que alterem o enfoque atual de mobilização exclusiva em aspectos de conversão das atividades e introduzam uma visão mais sistêmica para o projeto, de modo a reduzir os conflitos do processo, mediante a análise dos seus elementos de conversão, fluxo e geração de valor.

Um dos fatores de competitividade no desenvolvimento e introdução de produtos diferenciados ou inovadores no mercado e que possuam características que satisfaçam às necessidades dos clientes em constante modificação é o modelo de engenharia simultânea (Huovila et al. apud Tzortzopoulos, 1999).

3.4 A engenharia simultânea

A engenharia simultânea ou *concurrent engineering* ou ainda engenharia paralela teve seus primeiros estudos efetuados em empresas ocidentais, a partir da segunda metade da década de oitenta. Estes conceitos foram aplicados, inicialmente, para o desenvolvimento dos projetos da indústria seriada, obtendo êxito, principalmente, naquelas que produziam produtos complexos como os ligados às indústrias aeroespaciais, micro-eletrônica e automobilística.

A engenharia simultânea visa a elaboração rápida dos projetos dos produtos, acelerando o processo de criação e desenvolvimento, no intuito de lançar produtos no mercado antes dos concorrentes, com maior qualidade e permitindo uma maior permanência no mercado. Percebeu-se que para alcançar tais objetivos seria necessária a distribuição das tarefas do projeto em sub-tarefas, permitindo um desenvolvimento do projeto independente e com isto acelerando a criação do produto. Com esta divisão em tarefas, buscou-se uma definição prévia de responsabilidades, adaptando os grupos de trabalho com os quesitos do processo de projeto. O surgimento de dependências entre duas ou mais sub-tarefas, exigia uma revisão dos grupos envolvidos de modo que, se possível, elas fossem desenvolvidas e solucionadas simultaneamente. As alterações que surgissem nos projetos eram imediatamente

comunicadas ao grupo de modo a evitar retrabalhos ou trabalhos desnecessários, tornando-se, assim, a comunicação rápida e bidirecional.

O objetivo final da engenharia simultânea é promover a integração das etapas de projeto e desta para com a fase de produção, permitindo a sua realização em paralelo e uma contínua troca de idéias e informações. Porém, para que isso ocorra, torna-se necessário a criação de uma equipe multidisciplinar de projeto que trabalhe de forma integrada no desenvolvimento simultâneo do projeto do produto e do projeto para a produção, com o objetivo de se alcançar uma racionalização eficiente da produção.

Koskela e Huovila apud Tzortzopoulos (1999) relata alguns itens onde a engenharia simultânea se mostra necessária no processo de projeto:

- satisfação do cliente, inclusive de suas necessidades não expressas, através do uso de ferramentas específicas, como por exemplo, o desdobramento da função qualidade (QFD);
- aproximação do grupo de projeto através de incremento na comunicação;
- processo simultâneo para o projeto do produto e da produção;
- relações estratégicas com fornecedores baseadas na aplicação de conceitos do JIT;
- melhoria contínua.

A realização de projetos através da engenharia simultânea deve considerar o ciclo de vida¹ dos empreendimentos e as demandas dos clientes internos; formação de equipes multidisciplinares; identificação de novas necessidades e desejos dos clientes; redução do tempo de elaboração dos projetos, aumento da integração entre as diversas fases de produção do empreendimento e a redução do número de alterações.

“A engenharia simultânea aparece igualmente como uma forma de racionalização da produção que se associa preferencialmente a uma estratégia competitiva genérica pela diferenciação” (Cardoso, 1996).

A seguir alguns conceitos e elementos sobre a engenharia simultânea são apresentados por autores diversos:

Fabricio et al. (2000) considera a engenharia simultânea um enfoque no qual grupos inter-funcionais trabalham interativamente e formalmente no projeto do ciclo de vida completo do produto/serviço para encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo e prazo.

Junqueira apud Tavares Junior (2001) defende a engenharia simultânea como “um conceito de desenvolvimento de produtos e serviços, que aborda o projeto do produto e

¹ O ciclo de vida do produto é o tempo em que o produto não foi ainda superado pelos concorrentes e é aceito pelo mercado.

projeto do processo simultaneamente, através da execução de atividades em paralelo e de forma integrada, com equipes multidisciplinares”.

Tzortzopoulos (1999) apresenta um conceito atribuído a Carter & Baker (1992) citados por Huovila et al. (1997) que diz: “a engenharia simultânea é uma abordagem sistemática para o desenvolvimento simultâneo e integrado do projeto do produto e de seu processo de produção. Esta abordagem objetiva que sejam levados em consideração todos os elementos do ciclo de vida útil do produto desde o conceito inicial de projeto, tendo em vista qualidade, tempo e os requisitos dos clientes finais”.

As bases do projeto simultâneo segundo Baia e Melhado (2000) são:

- realização em paralelo de várias etapas do processo de desenvolvimento de produto, em especial, desenvolvimento conjunto de projetos do produto e para produção;
- integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção, através da formação de equipes multidisciplinares;
- fomento à interatividade entre os participantes da equipe multidisciplinar com ênfase para o papel do coordenador de projetos como fomentador do processo;
- forte orientação para a satisfação dos clientes e usuários (transformação das aspirações dos clientes em especificações de projeto).

Em seguida é apresentado um quadro com a fundamentação de diversos autores quanto aos elementos necessários para que se considere a engenharia simultânea em processos de projeto.

Quadro 3.2 - Elementos básicos da engenharia simultânea segundo vários autores.

Autor	Elementos da engenharia simultânea
Evans (1988), Allen (1989), Foreman (1989), Garret (1990).	Projeto simultâneo do produto e do processo
Dierdonck (1990).	Sobreposição de atividades como catalisador da solução de problemas; Comunicação em diálogos iterativos, mais eficaz, poupando tempo na troca de informações; Projetos multidisciplinares; Quebra de barreiras departamentais para o projeto; Conscientização das pessoas na empresa sobre o papel do desenvolvimento do produto para a competitividade.
Hartley (1990).	Equipes multidisciplinares de projeto; Definição dos produtos focando os consumidores; Desenvolvimento simultâneo do produto e do processo de manufatura, controles da qualidade e <i>marketing</i> .
Coffman (1987).	Projeto para manufatura e montagem ainda na fase de projeto do produto; Formação de equipes multidisciplinares; Definição de responsável pela coordenação do projeto.
McHugh, Wilson (1989).	Foco nos clientes internos e externos; Projetos para produção (<i>design for manufacture</i>); Organização para realização de atividades em paralelo.

Fonte: Junqueira apud Melhado (1998).

Para Tavares Junior (2001), três são os elementos fundamentais para a implantação da engenharia simultânea:

- *processo de desenvolvimento*: deve existir um processo formalizado no qual todos os envolvidos devem se comunicar, planejar e programar, propiciando assim condições para a eliminação de barreiras entre departamentos;
- *time / equipe*: tem um papel marcante na promoção da engenharia simultânea, pois ocorre uma complementação de habilidades dos membros proporcionando melhorias ao processo;
- *ferramentas*: o uso de ferramentas analíticas colaboram para solucionar problemas de manufaturabilidade.

Tavares Junior apud Muniz Júnior (1996) e Fabrício (1997) enumeram um conjunto de itens necessários a implantação da engenharia simultânea no processo de projeto como:

- projeto simultâneo do produto e do processo;
- definição das responsabilidades e metas de cada pessoa envolvida;
- estrutura organizacional voltada a projetos;
- formação de uma equipe multidisciplinar;
- ferramentas analíticas para solucionar problemas de manufaturabilidade;
- foco no atendimento das necessidades de clientes internos e externos;
- definição de um coordenador de projetos;
- padronização de projetos.

Entre os conceitos apresentados pode-se identificar pontos em comum como o uso de equipes multidisciplinares para o desenvolvimento integrado dos trabalhos, desenvolvimento simultâneo de projeto do produto e do processo de produção, preocupação com o ciclo de vida do produto e a satisfação do cliente final, estes itens serão abordados a seguir.

3.4.1 Desenvolvimento simultâneo de projeto do produto e do processo de produção.

Atualmente, verifica-se entre as empresas de construção civil de edificações multifamiliares e seus projetistas que o desenvolvimento dos projetos necessários a execução de um empreendimento é realizado de modo fragmentado, atribuindo-se para cada disciplina de projeto um escritório diferente e sua elaboração a especialistas diversos.

Outra característica existente é a elaboração sequencial dos projetos, como visto anteriormente, que aparecem em diferentes e sucessivas etapas que vão da concepção inicial, com alto grau de incerteza, até o detalhamento e o amadurecimento do projeto final (figura 3.4).

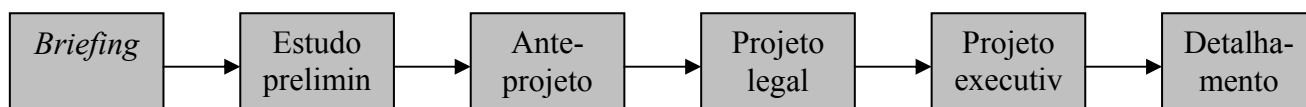


Figura 3.4 - Etapas de desenvolvimento de um projeto.

Neste contexto é comum que uma etapa de projeto de determinada especialidade dependa, para ser iniciada, do término de outra especialidade em etapa diferente. Por exemplo: para iniciar o projeto de instalações prediais é necessário, antes, ter concluído os anteprojetos de arquitetura e estruturas (figura 3.5).

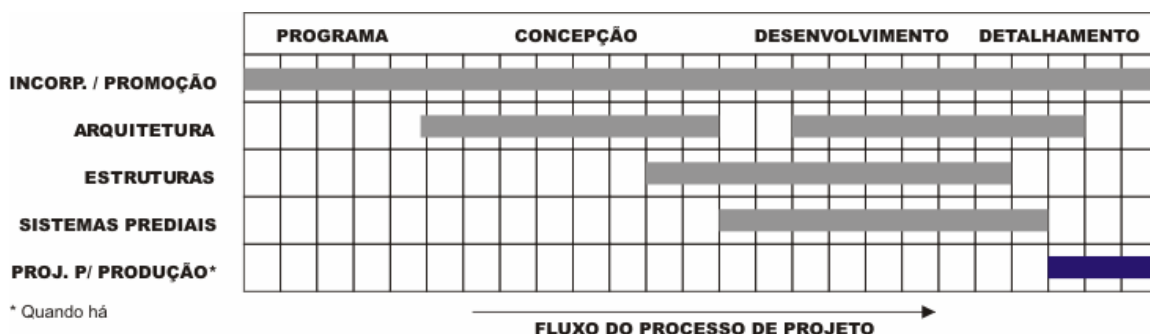


Figura 3.5 - Esquema genérico de um processo de projeto tradicional.

Fonte: Fabricio et al, (1998).

De acordo com Austin et al. Apud Novaes (1996), desde a década de 50, pesquisadores vêm desenvolvendo estruturas de trabalho que permitam sistematizar o processo de projeto. Porém, as práticas de gestão de determinada indústria como é o caso da construção civil possuem características e especificidades próprias do setor. A engenharia simultânea, por ter seus conceitos originados em outras indústrias, deve respeitar a natureza dos empreendimentos de edifícios. Fabrício et al. (2000) enumera uma série de características da construção de edifícios que interferem na possibilidade de aplicação de métodos de engenharia simultânea no desenvolvimento dos empreendimentos do setor (quadro 3.3).

Quadro 3.3 - Peculiaridades da construção que interferem na aplicação da engenharia simultânea.

Natureza do empreendimento de construção	Na construção, o planejamento e programação do empreendimento, concepção, projeto e produção são muito mais pulverizados (a cargo de diferentes agentes) que na manufatura. O negócio da construção de edifícios envolve aspectos imobiliários que condicionam o sucesso do edifício à capacidade de incorporar terrenos, deslocando parte dos requisitos de sucesso do empreendimento da esfera produtiva para a área imobiliária.
Tipo e características do produto	A complexidade do edifício envolvendo uma forte interação com as dinâmicas urbanas coloca um fator de difícil controle e previsão para ser tratado. O longo ciclo de vida faz com que seja precária a condição de planejamento de todas as transformações e solicitações que o edifício sofrerá durante sua existência.

Cultura e aspectos relacionais	As relações entre agentes são muito mais sazonais e contratuais, pautadas pelo ciclo de empreendimentos não repetitivos. Ao contrário da manufatura, na construção, os clientes costumam interferir significativamente na gestão interna do empreendimento e na sua produção.
Fornecedores	Predomina no setor uma forte fragmentação e heterogeneidade entre os tipos de fornecedores (indústrias, subempreiteiros, projetistas, etc) que participam do empreendimento. Por diversas razões geográficas e de mercado, a manutenção dos mesmos fornecedores, em diferentes empreendimentos, é bastante dificultada. Dados os diferentes portes das empresas envolvidas, o poder de negociação com os fornecedores é mais restrito e variado conforme o tipo de fornecedor.
Escala de produção	A construção costuma trabalhar com pequenas escalas – o que produz, relativamente, a possibilidade de amortização dos custos do projeto.
Limitações do canteiro	Na construção, o local de produção (canteiro) é muito mais sujeito a variações e intempéries.

Fonte: Fabricio et al. (2000).

Apesar das características distintas encontradas em cada setor produtivo, os fatores de evolução da indústria manufatureira e da construção são os mesmos segundo Tahon apud Fabricio (2000): aumento de produtividade, diminuição dos prazos de concepção e disposição dos produtos, ampliação da qualidade e redução dos custos.

De acordo com essas afirmações, para a implantação de práticas de engenharia simultânea na construção civil torna-se indispensável definir modelos e métodos próprios que possam responder aos problemas específicos do setor. Entre estes modelos voltados a engenharia simultânea pode-se citar o de Fabricio e Melhado (1999), Tavares Junior (2001) e Tzortzopoulos (1999).

O modelo de projeto simultâneo apresentado por Fabrício et al. (1999) considera as etapas de cada disciplina de projeto acontecendo em paralelo ou simultaneamente, não havendo avanços significativos de determinadas disciplinas sobre as outras, maximizando, assim, a troca de informações entre os projetistas e evitando grandes quantidades de retrabalho e volta a estágios já cumpridos.

Percebe-se algumas vantagens na coordenação deste modelo, pois estando as disciplinas em um mesmo nível de desenvolvimento, torna-se mais fácil explicitar os condicionantes e itens a serem cumpridos para que se possa passar para a etapa seguinte. Outro aspecto a considerar seria a inserção de atividades de inspeção ainda em fases iniciais e a eliminação ou a agregação de etapas para o desenvolvimento dos trabalhos.

As fases II e III descritas pelos autores referem-se as etapas de concepção e desenvolvimento, tendo ainda, para o fluxo geral de desenvolvimento do projeto, o

planejamento do empreendimento, entrega do produto, coleta de dados e desenvolvimento do projeto as built, acompanhamento técnico dos projetistas durante a obra e avaliação da satisfação do cliente final. (avaliação pós ocupação - APO).

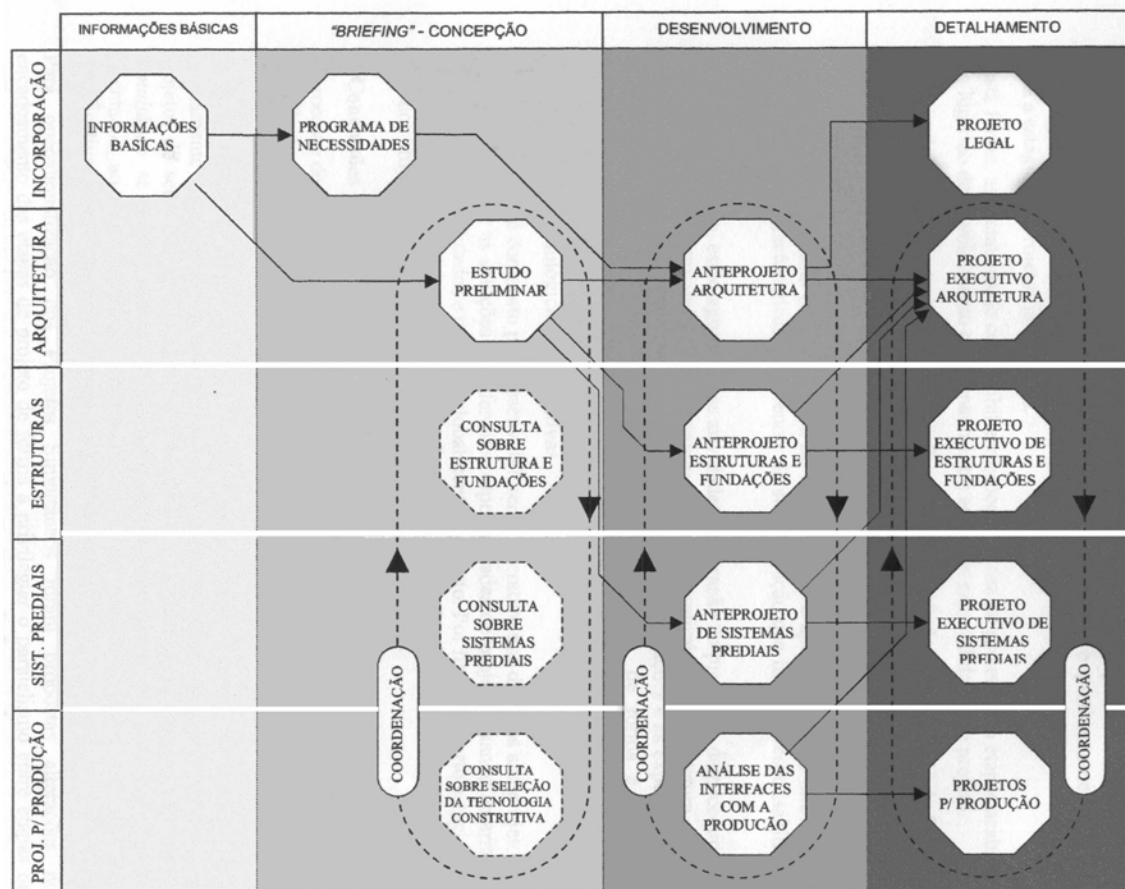


Figura 3.6 - Proposta para a sequência do projeto (fase II e III) privilegiando o paralelismo e a interatividade entre projetos.

Fonte: Fabrício, (1999).

Segundo os autores deste modelo, o primeiro estágio contém informações sobre as características do terreno e de sua ocupação que ficam sob a responsabilidade da incorporadora; no segundo estágio estão as atividades responsáveis pela elaboração do programa de necessidades e o estudo preliminar de arquitetura já considerando as informações e experiências de outras disciplinas e do pessoal de produção; o terceiro estágio é composto pelo desenvolvimento interativo dos anteprojetos; por último, no quarto estágio, ocorre o detalhamento das atividades de projeto que subsidiam a definição final dos projetos para a produção dos subsistemas críticos de obra.

Uma outra proposta, realizada por Tavares Junior (2001), consiste no desenvolvimento das etapas em seqüência. O desenvolvimento do projeto ocorreria paralelamente ao desenvolvimento do processo de produção, onde estariam inclusos as definições do processo tecnológico, planejamento da produção e projeto para produção. O objetivo maior seria

integrar, de modo mais efetivo, as características e especificações do produto com o planejamento de sua produção e o sistema de produção da empresa.

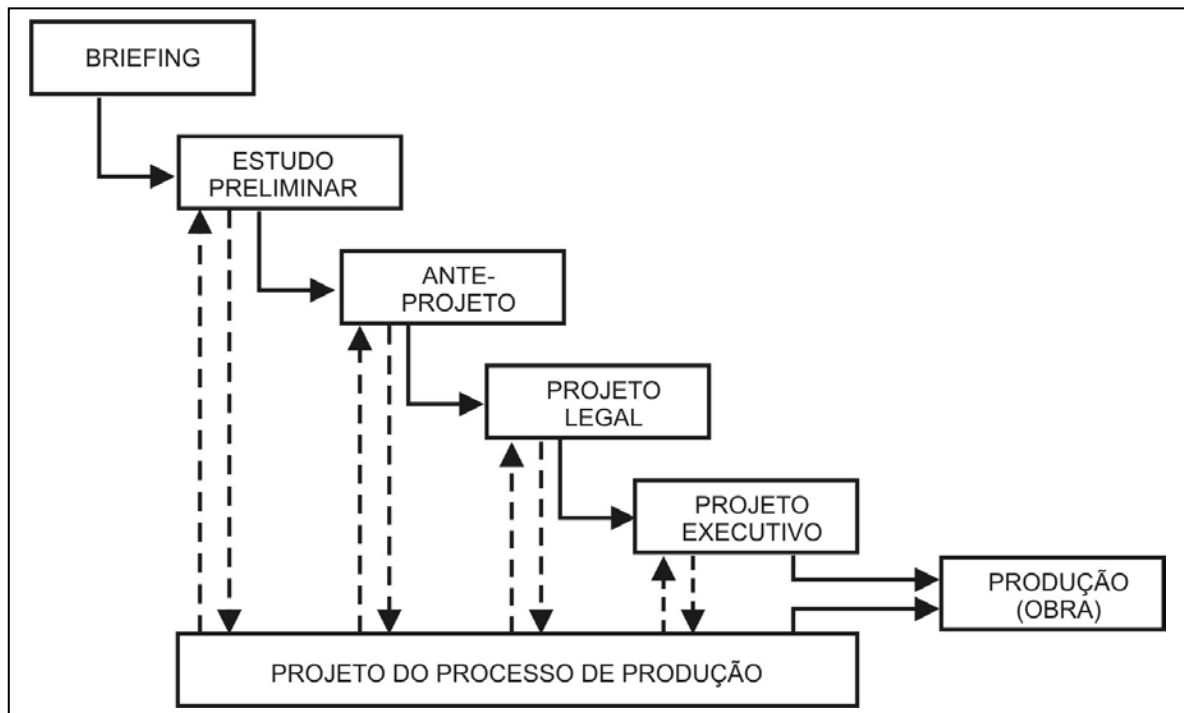


Figura 3.7 - Desenvolvimento do projeto na visão da engenharia simultânea.

Fonte: Tavares Junior, (2001).

Neste modelo Tavares Junior (2001) utiliza algumas ferramentas para o mapeamento das atividades de projeto, entre elas a exemplificada por Casarotto Filho et al. (1999) consistindo em uma matriz de tarefa versus responsabilidade, explicitando o organograma de projeto com os departamentos e/ou empresas participantes e indicando quem executa, quem ordena, quem deve ser consultado e quem decide em cada fase ou tarefa.

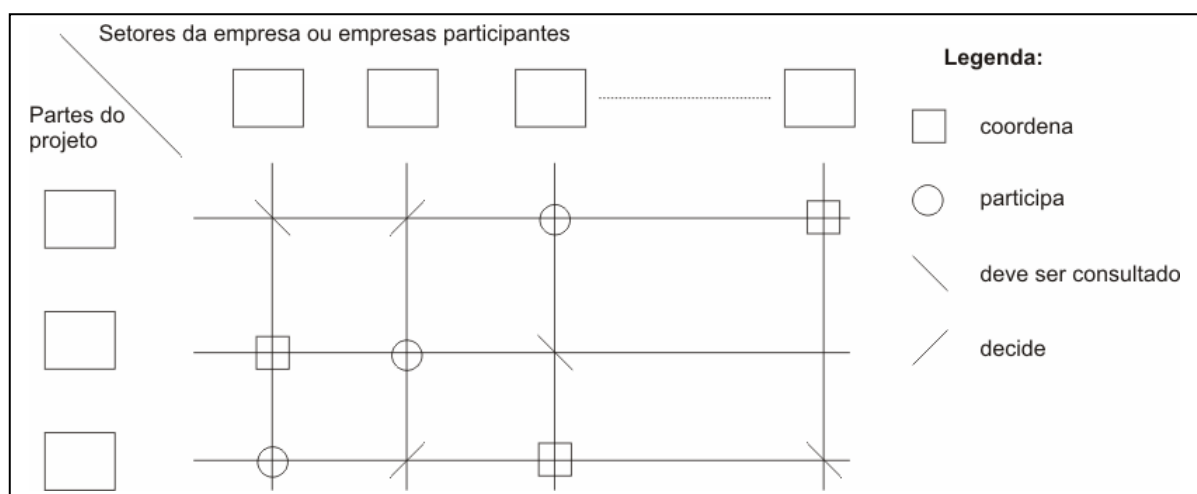


Figura 3.8 - Modelo de matriz tarefa x responsabilidade.

Fonte: Casarotto Filho, (1999).

A proposta de modelo apresentada por Tzortzopoulos (1999) identifica no processo de projeto a ocorrência de várias inter-relações baseadas em alguns conceitos formulados por Austin et al. (1994) que determina as categorias de interações entre as atividades de projeto, conforme figura abaixo.

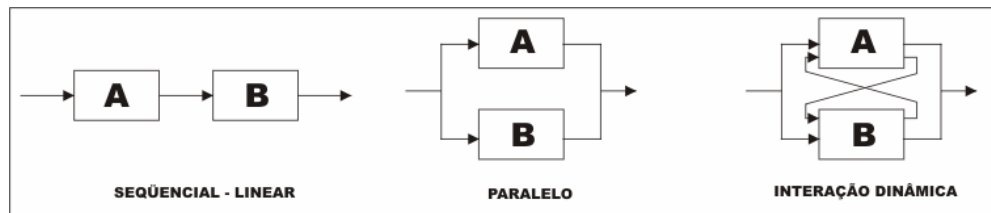


Figura 3.9 - Relações de seqüenciamento entre atividades de projeto.

Fonte: Austin apud Tzortzopoulos, (1999).

Segundo Austin apud Tzortzopoulos (1999), quando o produto de uma atividade ou parte dele é insumo para o desenvolvimento da etapa subsequente, estas são consideradas seqüenciais ou lineares. As atividades realizadas em paralelo são aquelas desenvolvidas ao mesmo tempo no processo, utilizando-se dos mesmos insumos já produzidos e gerando produtos diferentes. As atividades de interação dinâmica devem ser desenvolvidas conjuntamente, pois as informações geradas por uma atividade influenciam fortemente a outra. Com base nestes conceitos Tzortzopoulos (1999) desenvolve seu modelo de projeto conforme figura abaixo:

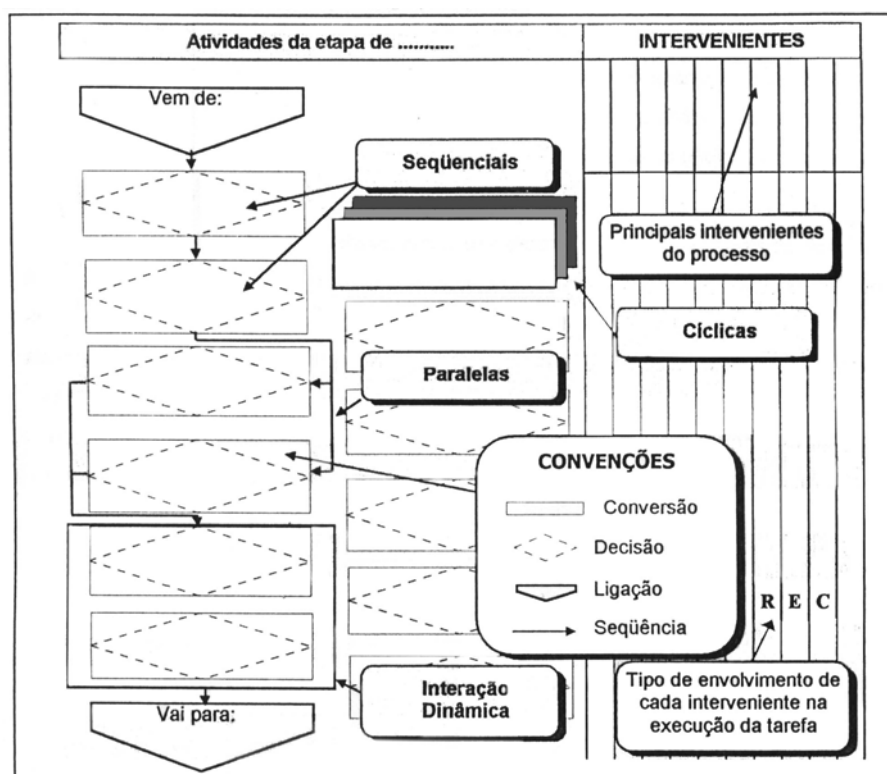


Figura 3.10 - Critérios para o desenho de fluxograma.

Fonte: tzortzopoulos, (1999).

As relações de precedência entre as ações são representadas através de convenções criadas para a identificação das tarefas que podem estar em seqüência, paralelo ou interação dinâmica.

Além do fluxograma apresentado, outra ferramenta foi utilizada para a modelagem do processo de projeto: a *tabela de insumo, processo e produto* onde foram definidas, de forma geral, as tarefas representadas no fluxograma, porém, com um nível de detalhes maior, descrevendo as informações necessárias à execução de cada atividade e as produzidas por cada uma delas.

O conteúdo das principais atividades, suas relações de precedência, os principais insumos de entrada e saída para cada atividade, ferramentas que podem ser utilizadas para suporte a execuções de cada atividade, as regras e responsabilidades de cada diferente ator e um modelo de fluxo de informação são considerados para este modelo.

A autora ainda divide o processo em etapas, atividades e operações conforme segue:

Etapas: o produto se refere à edificação como um todo, em diferentes níveis de detalhes. Ex. estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal (tempo grande em meses);

Atividade: o produto se refere a definições parciais da edificação. Ex: estudo numérico, lançamento da estrutura. (tempo médio em semanas);

Operação: o produto se refere à definições parciais da edificação, porém, mais específicas que na atividade. Ex: paginação de azulejos (tempo pequeno em dias).

Os modelos apresentados caracterizam-se pela simultaneidade na realização das atividades de projeto e propiciam uma compreensão do processo de forma integrada com a produção. A preocupação com o fluxo de projeto, a inserção planejada de atividades de fiscalização e controle e o paralelismo com o planejamento da produção demonstram a aproximação destes modelos com os princípios da *lean construction*.

O entendimento que o desempenho das atividades pode ser medido e, no caso de desvios em relação ao planejado, alterado para sua adequação são resoluções destes modelos. Entretanto, alguns elementos são necessários para sua viabilização como a adoção de equipes multidisciplinares verdadeiramente integradas e o desenvolvimento de ferramentas que possibilitem o gerenciamento eficiente do processo e de suas informações. Outros elementos são requeridos, como a capacitação dos profissionais e a própria mudança de paradigmas, de modo que uma nova base conceitual da disciplina de projeto seja formada sob a continuação das pesquisas.

3.4.2 Ciclo de vida do projeto

Para Peralta (2002), o ciclo de vida do projeto é definido pelo conjunto das etapas de um projeto. Cada etapa é marcada pela conclusão de um ou mais produtos da etapa.

Analisando o gráfico de ciclo de vida de um projeto de desenvolvimento do produto, sob a ótica do modelo de engenharia simultânea em comparação ao modelo seqüencial, pode-se perceber que: o ciclo de vida apresentado pelo modelo simultâneo é menor, porém, com um maior investimento de recursos no início do projeto; o ciclo do projeto que utiliza o modelo seqüencial provoca dois picos de acúmulo de esforços: um na fase de execução em consequência das revisões no projeto e outro próximo do encerramento decorrentes de reformulações e retrabalhos. (Kruglianskas apud Tavares Junior, 1999).

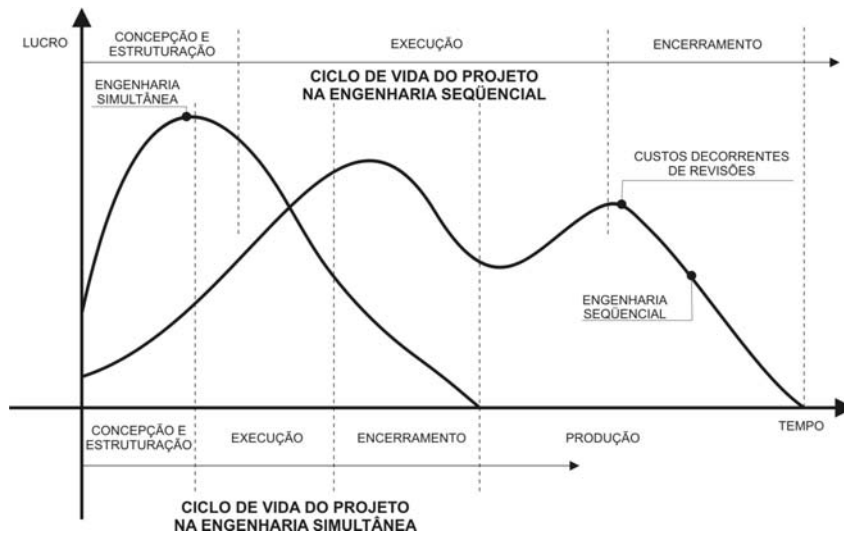


Figura 3.11 - Ciclo de vida de um projeto de desenvolvimento do produto.

Fonte: Kruglianskas apud Tavares Junior, (1999).

Em relação às perdas explicitadas em cada modelo, nota-se, pelo gráfico abaixo, uma antecipação do ponto de equilíbrio no modelo simultâneo, minimizando as perdas e maximizando os lucros (Lessa et al. apud Tavares Junior, 1999).

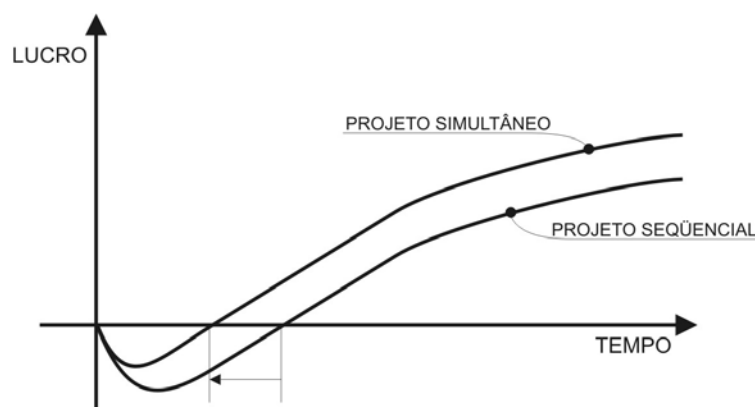


Figura 3.12 - Comparação de perdas / lucros ao longo de tempo entre projetos simultâneo e serial.

Fonte: Lessa et al apud Tavares Junior, (1999).

3.4.3 Equipes Multidisciplinares

A engenharia simultânea promove a formação de grupos multifuncionais ou multidisciplinares ou ainda conhecidos como força tarefa, que são pequenos grupos de profissionais com habilidades complementares que estão comprometidos com uma proposta comum. Segundo Zangwill apud Araújo (2000), para alcançar as propostas de engenharia simultânea é preciso formar uma equipe multidisciplinar com profissionais dos departamentos relevantes ao processo, tais como *marketing*, comercial, suprimentos, projeto, produção, qualidade e processos. Esta equipe deve trabalhar em sincronia, considerando todos os detalhes, para que o trabalho realizado em cada área funcional seja compatível com as demais e que cada uma alimente a outra com as informações corretas e no tempo certo. Esta é a principal dimensão onde se obtém ganhos na engenharia simultânea.

Junqueira Apud Tavares Junior (2001) identifica a força tarefa como a equipe de projeto e considera-a o cerne na engenharia simultânea, sendo responsável pelo desenvolvimento do projeto, desde a fase de concepção até a fase de produção na obra.

Melhado (1994), por sua vez, intitula esta equipe de multidisciplinar e afirma que a mesma deve ser orientada por um coordenador de projeto com o objetivo de controlar o fluxo de informações e fomentar a interação entre os participantes, este coordenador estará ligado ao empreendedor e este seguirá as diretrizes de projeto da empresa.

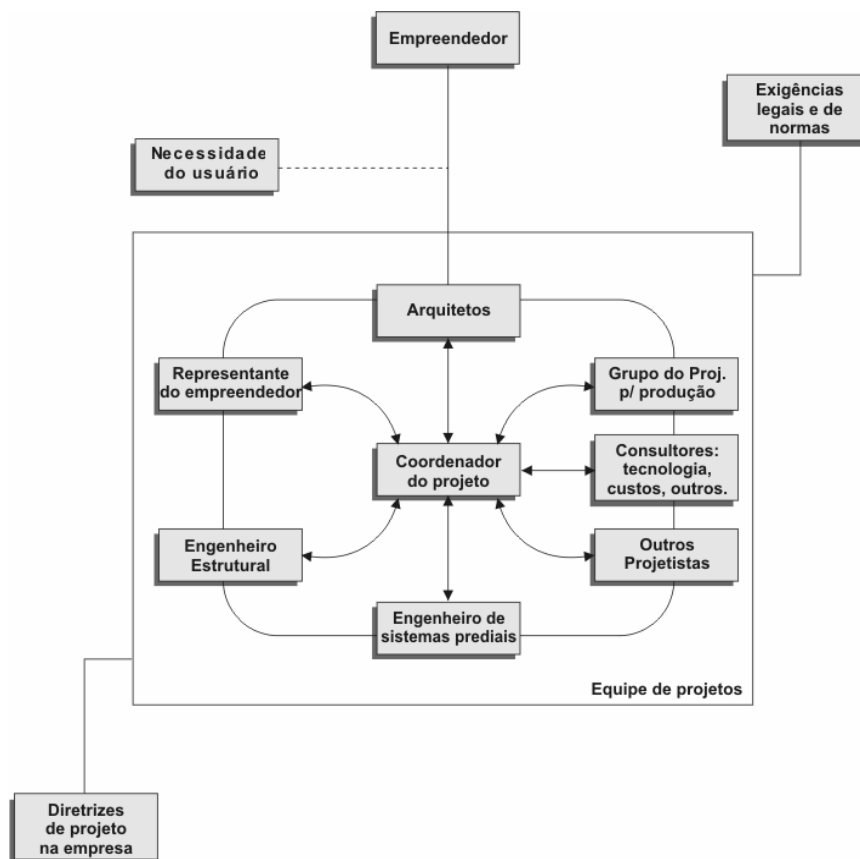


Figura 3.13 - Proposta de estruturação para a equipe multidisciplinar envolvida no desenvolvimento do projeto.

Fonte: Melhado, (1994).

Para Casarotto Filho et al. (1999) a força tarefa é uma auto organização específica para o projeto, onde elementos chaves de cada departamento ou empresa estariam sendo representados para o desenvolvimento do produto, objetivando uma maior integração e soluções mais rápidas.

Em produtos de maior complexidade como é o caso dos empreendimentos da construção civil é extremamente complexo e difícil identificar todas as variáveis que possam incorrer em problemas e ou detalhes relativos à produção de modo a antecipá-los ainda na fase de projetos, outro obstáculo ocorre em função da existência de vários componentes interrelacionados executando funções diversas. Percebe-se, também, que a medida em que o projeto avança em suas certezas há uma maior dificuldade em promover ou implementar alterações, pois maior será a sinergia para rever e realizar alterações ou retrabalhos.

Por outro lado, é na fase de desenvolvimento de conceito do produto que ocorre o menor consumo, da ordem de 1% do custo total de projeto, mas determina algo em torno de 70% dos custos do ciclo de vida do produto (Zangwill apud Araújo 2000) tornando a fase de projeto uma das mais importantes para o êxito da produção e do empreendimento. Assim, a troca de informações realizada pela equipe de profissionais nas fases iniciais de elaboração dos projetos deve ser maximizada. A existência de problemas rotineiros e substanciais, que hoje se repetem nas obras sem controle efetivo, podem ser evitados por uma equipe integrada. Um conjunto de iniciativas favorece a redução de tempo e custo na execução das atividades.

Porém, para que isso ocorra, torna-se necessário segundo Moura (1998), identificar quais mudanças, na estrutura organizacional da empresa, se fazem necessárias para a implantação da engenharia simultânea, uma vez que a integração exige novas formas de coordenação e gerenciamento de pessoas. A autora ainda identifica mudanças comportamentais e o surgimento de resistências em virtude do medo de perda do poder por parte dos chefes em função da maior autonomia dos grupos de trabalho, inseguranças devido as novas qualificações exigidas e alterações de atribuições funcionais.

Para que as mudanças sejam aos poucos implementadas alguns elementos devem ser considerados como:

- comprometimento da alta gerência;
- a própria mudança na estrutura organizacional: para Tavares Junior (2001), a estrutura matricial seria a mais indicada; para Fabrício et al (1998), é preponderante a configuração de uma estrutura organizacional que suporte o desenvolvimento de projetos em engenharia simultânea, pois se exige uma estrutura que suporte interações dinâmicas, onde haja pouca burocratização, pautadas na agilidade, troca, qualidade e confiabilidade das informações;

- sistemática de informações com a quebra de barreiras departamentais e uso de tecnologia de informação;
- capacitação dos profissionais envolvidos;
- implementação de sistema de gestão da qualidade.

3.4.4 Desenvolvimento de ferramentas em ambiente de engenharia simultânea

Quanto às ferramentas de modelagem, Koskela (1998) identifica, para o aspecto de conversão, a realização das tarefas subsidiada por WBS – *Work Breakdown Structure* e CPM – *Critical Path Method*. Para o aspecto de fluxo, que se baseia na eliminação de desperdício do processo, tais como, o retrabalho e a própria aproximação da equipe aumentando a troca de informações, atualmente se utiliza o DSM - *Design Structure Matrix method* ou método de matriz de estrutura de projeto. Para o aspecto de geração de valor, que busca a redução do valor perdido em sobreposição ao melhor valor possível, utiliza-se o QFD - *Quality Function Deployment*.

A seguir será apresentado um breve conceito de cada uma dessas ferramentas que auxiliam o gerenciamento do processo de projeto no ambiente da construção civil.

WBS – *Work Breakdown Structure* ou estrutura analítica de trabalho: “é uma descrição gráfica do projeto, explodida em níveis até o grau de detalhamento necessário para permitir o planejamento e controle eficaz, considerando-se seus produtos finais (máquinas e equipamentos, serviços manuais, relatórios etc.) e também as atividades funcionais que devem ser executadas para a obtenção desses produtos”. (Casarotto Filho, 1999).

CPM – *Critical Path Method* ou método do caminho crítico: técnica de rede baseada na teoria de grafos que orienta a coordenação de atividades de modo determinístico levando em consideração as relações de interdependência entre elas, o tempo total de duração e as folgas possíveis.

DSM - *Design Structure Matrix Method* ou método de matriz de estrutura de projeto: é uma ferramenta de gerenciamento de projeto que representa o fluxo de informações através de matrizes, orientando para uma melhor sequência de execução de atividades.

QFD - *Quality Function Deployment* ou desdobramento da função qualidade: O QFD é um processo que visa traduzir as necessidades dos consumidores (entidades geralmente abstratas e não mensuráveis) em requisitos de projeto da empresa (características de qualidade dos

componentes do produto mensuráveis) e manter o foco na voz do consumidor em todas as etapas desde o desenvolvimento do produto até o ponto de venda (Akao apud Araújo 2000).

O QFD baseia-se na estruturação de matrizes, onde cada uma representa uma etapa no processo de definir os parâmetros de qualidade do projeto. O *American Supplier Institute* (ASI apud Araújo 2000) apresenta a estrutura básica do QFD com quatro matrizes, onde cada uma representa uma etapa no desenvolvimento de produtos, conforme a seguir:

Matriz de Planejamento do Produto: esta matriz identifica e relaciona as necessidades dos consumidores com os requisitos de projeto, determinando ainda as oportunidades competitivas (*benchmarking*) e como os requisitos de projeto se relacionam entre si.

Matriz de Desdobramento por Componentes: a segunda matriz relaciona os requisitos de projeto com os componentes do produto, evidenciando os componentes críticos e suas características críticas para atender o consumidor.

Matriz de Planejamento de Processo: a terceira matriz relaciona os componentes (características críticas) identificados na matriz anterior com os processos utilizados para fabricá-los.

Matriz de Planejamento da Produção: esta matriz relaciona este processo com um plano de controle de qualidade para assegurar o atendimento/cumprimento dos parâmetros críticos dos processos de fabricação e produção para cada componente.

Ulrich et al. (1998) ainda cita outras técnicas baseadas em análises sistemáticas que são utilizadas na indústria e que começam a ser desenvolvidas/adaptadas para a aplicação na construção civil com a adoção de ações técnicas e gerenciais voltadas a melhoria do processo como: a análise dos modos e efeitos de falhas - *Failure Modes and Effects Analysis* (FMEA), análise da árvore de falhas - *Fault Tree Analysis* (FTA) e a engenharia de valor - *Value Engineering* (VE).

3.5 Considerações finais sobre o capítulo.

Para este trabalho a ferramenta escolhida para ser aplicada junto as empresas dos estudos de caso é a *Design Structure Matrix* que possibilita uma visão ampliada dos fluxos de informações de projeto e torna possível sua sistematização, mediante um ordenamento eficiente das atividades, respeitando-se as suas inter-relações. Esta perspectiva fornecida pela DSM vem ao encontro dos objetivos estipulados no início deste trabalho e contribui para a melhoria da qualidade dos projetos, incentivando equipes a trabalharem mediante um documento consensual e, sempre que possível, buscando uma visão do todo, entre os membros da equipe, de um processo complexo. O próximo capítulo aprofundará as questões relacionadas a esta ferramenta e justificará a escolha e uso da mesma, em comparação a outras ferramentas existentes e passíveis de uso.

CAPÍTULO 4

4. DESIGN STRUCTURE MATRIX

4.1 Justificativas para a aplicação da DSM

Os projetos elaborados pelas empresas construtoras do subsetor edificações e que juntos caracterizam o projeto do produto, abrangem um grande número de atividades que se desenvolvem em um curto espaço de tempo. Outrossim, estas atividades tornam-se cada vez mais complexas, havendo um incremento no número de projetos e especialidades que participam de sua elaboração. Thomaz (2001) exemplifica que a quantidade de informações nesta fase é grande e que o número de projetos existentes pode ir do paisagístico até um projeto para redes de informática em um único empreendimento, considerando-se ainda os avanços tecnológicos e as especificidades de cada disciplina de projeto.

Tzortzopoulos (1999) cita que a complexidade do processo de projeto é proveniente também de questões relacionadas à troca de informações e ao planejamento do projeto, que usualmente é desenvolvido de forma insuficiente.

Acrescenta-se a este fato que, de modo geral, os projetistas se encontram geograficamente distantes uns dos outros, participando de outras atividades paralelas aos da empresa construtora e com conhecimentos circunscritos a suas disciplinas, estes aspectos devem ser considerados, pois são variáveis que podem vir a reduzir significativamente o intercâmbio de informações.

Denker (1999) sinaliza que bem antes da equipe de projeto iniciar um estudo sobre um novo produto, deve-se desenvolver um plano de projeto do produto para descrever o fluxo de trabalho e as trocas entre intervenientes. Gerenciar o processo de projetos torna-se um exercício improvável de realização sem que haja uma estrutura do processo, pois muitas são as variáveis que podem desestruturar o processo de tomada de decisões e a organização do fluxo de informações e suas interações entre atividades. Para Cho (2001) é muito difícil prever o impacto de uma simples decisão equivocada no processo de projeto ao longo do desenvolvimento do empreendimento.

Pesquisando esta estrutura do processo de projeto, tem-se na dissertação de Tzortzopoulos (1999), uma sequência ordenada de elementos para o desenvolvimento do modelo, com algo em torno de setenta atividades/operações distribuídas entre sete etapas que são: planejamento e concepção do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal de arquitetura, projeto executivo, acompanhamento da obra e acompanhamento do uso, sem considerar que muitas destas atividades da fase de projeto são cíclicas. Ainda, segundo as palavras da autora, "... as planilhas não apresentam uma relação exaustiva e nem

excessivamente detalhada das informações relacionadas às atividades descritas. Estas descrevem somente as informações mais importantes, pois seria necessário muito tempo de discussão para a definição pormenorizada destas informações”.

Em outra dissertação mais recente de Antônio Carlos Peralta (2002), o autor define seu modelo com noventa e nove atividades/operações, distribuídas em oito etapas que são: planejamento estratégico, planejamento e concepção do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal de prefeitura, projeto executivo, acompanhamento da obra e acompanhamento do uso.

Hammond (2000) descreve o uso de modelos que resumem o processo de projeto entre pesquisadores, como Rogers (1989), que identifica 50 atividades de projeto apenas na fase de concepção do produto.

Outro modelo de processo de projeto foi desenvolvido pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade de *Loughborough*, Inglaterra, sob a responsabilidade de Austin et al (1999), assumindo um detalhado processo de projeto de edifícios, elaborado com o auxílio de softwares de engenharia e outras ferramentas computacionais, com o objetivo de registrar e verificar as atividades de projeto e os dados do fluxo de informações, o qual, segundo o autor, consumiu a maior parte do tempo de pesquisa. Este modelo genérico apresenta em torno de 600 atividades de projeto identificadas e 4.600 tipos de informações que são requeridas durante esta fase.

Em análise ao exposto acima e levando-se em consideração a realidade atual das empresas de construção civil de Belém, percebe-se que a simplificação de um modelo é necessária, pois, um modelo simplificado e transparente possibilita um melhor planejamento e controle do processo e concorre para a sua realização dentro de um ambiente corporativo, em oposição a modelos com grande número de informações caracterizados pela demora excessiva para a sua realização, com muitas regras e uma estrutura complexa, que acaba por influir demasiado cansaço aos dirigentes das empresas e perda do interesse na continuidade dos trabalhos.

Neste cenário, Koskela (1997) expõe o método conhecido como *Design Structure Matrix* (DSM), como uma ferramenta útil para o planejamento e gerenciamento do processo de desenvolvimento de projeto do produto, mediante a análise do fluxo de informações.

Entre os diversos autores/pesquisadores que reconhecem o uso da DSM como meio efetivo para o gerenciamento das fases de projeto estão: Chen (2001), Koskela (1997), Huovila et al (1995), Austin et al (1999), Denker e Steward (1996) e Browning (1998).

Huovila et al. e Austin apud Peralta (2002) demonstraram a utilização da DSM como uma ferramenta de ordenação e gerenciamento das fases de projeto de construção de edifícios,

e concluíram que a técnica pode ser utilizada efetivamente no processo de projeto de edificações, pois promove uma clara representação e captura das interações, interdependências e interfaces entre os elementos do sistema.

Tommelein apud Peralta (2002) apresentou uma simulação da DSM na representação do processo de construção. Seu trabalho está focalizado no processo de fabricação e no fluxo de materiais, os resultados mostram que o processo depende diretamente do fluxo de informações entre a equipe de projeto e a equipe de construção. Mediante o fluxo do processo de projeto, pode-se descrever um modelo associado aos fatores críticos do fluxo de informações técnicas dentro de um ambiente de desenvolvimento do produto.

Tendo em vista os aspectos apresentados e a consolidação de um quadro teórico a respeito do uso da DSM, torna-se necessária a comparação entre a DSM e outros métodos de programação de projetos no ambiente do processo de desenvolvimento do produto. No item seguinte estes aspectos serão abordados.

4.2 Comparações entre a DSM e outros métodos de programação de projetos

Segundo Cho (2001), desde a introdução das técnicas de *scheduling*, tais como o PERT e o CPM², muitos pesquisadores vêm promovendo pesquisas para melhorar/incrementar tais técnicas como: a alocação de recursos por tarefas, modelamento de incerteza para estimar as durações das tarefas utilizando o método de Monte Carlo, estimativa de custos e durações de projeto, análise da repetição de processos incluindo retrabalho de atividades, desenvolvimento de medidas para a criticalidade em tarefa e em níveis de projeto, estruturação do fluxo de informação com a utilização de diagramas ou matrizes e inserção de *buffers* para gerenciar a variabilidade das durações.

Porém, pode-se resumir estes impulsos em três aspectos tradicionais do sucesso do projeto e que formam o paradigma de desenvolvimento do produto: tempo, custo e qualidade. Estes aspectos podem ser incrementados ou reduzidos para melhorar o desempenho do projeto total. (*trade-offs*)

Segundo Ogliari apud Peralta (2002), entre os métodos de programação linear utilizados na prática corrente das indústrias para o planejamento de projetos estão: o *Critical Path Method* (CPM), o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), *Precedence Diagramming Method* (PDM), *Arrow Diagramming Method* (ADM), *Graphical Evaluation and Review Technique* (GERT), diagramas de Barras ou de Gantt, diagramas de marcos e a *Design Structure Matrix* (DSM).

² O PERT foi desenvolvido em 1958 por Malcolm et al. e o CPM em 1957 por Kelley e Walker. (Cho, 2001)

Observa-se que o PERT e o CPM permitem o gerenciamento de tarefas sequenciais e paralelas e foram inicialmente projetados para o controle do tempo e das durações das atividades, porém, após um incremento passou-se a gerenciar recursos/custos. Estes dois métodos serão resumidos a seguir.

4.2.1 Método CPM

O Método do Caminho Crítico - CPM dissocia o processo de desenvolvimento em atividades que estão relacionadas pelas suas dependências temporais. Cada atividade é tratada como um bloco monolítico de trabalho descrito, apenas, por sua duração. As dependências temporais descrevem as relações de precedências e atividades a jusante.

Segundo Cassaroto Filho (1999) é possível determinar, mediante a utilização da CPM, a duração de uma atividade ou do projeto como um todo e identificar o caminho crítico de um projeto que se caracteriza pela sucessão de tarefas cujas combinações das durações definem o possível tempo de conclusão mínimo pelo conjunto de realização de todas as tarefas.

Os resultados do caminho crítico e as durações das atividades podem ser representados por um gráfico de Gantt.

Para Ford (1995), o método do caminho crítico promove várias análises de desempenho, por exemplo: as durações das atividades ao longo do caminho crítico podem ser reduzidas somando-se a elas mais recursos, o CPM promove um método de intercâmbio (*trade-off*) de tempo/custo para analisar a efetividade de aceleração das atividades, pode-se, também, investigar os efeitos de se alterar as dependências das atividades entre si para reduzir seu número no caminho crítico.

O CPM é facilmente entendido e amplamente aplicado promovendo um conjunto de ferramentas para a caracterização e gerenciamento em um desenvolvimento de projeto. Entretanto, o método possui algumas limitações citadas por Ford (1995), tais como:

- o método não assume retrabalhos, erros e/ou atrasos das atividades, sendo o tempo excedente incorporado a atividade;
- o método não apresenta voltas às atividades já concluídas *feedback* ou repetições de atividades *loops*;
- também assume-se que o projeto de desenvolvimento fique inalterado com o passar do tempo, dificultando a modelagem de tempos variados e fatores endógenos como habilidades pessoais, treinamento e coordenação.
- o método do caminho crítico não pode modelar os aspectos ligados a natureza dinâmica do processo de desenvolvimento do produto como as interações dinâmicas entre as atividades.

4.2.2 Método PERT

Semelhante ao CPM, porém, apropria-se de uma limitação do método do caminho crítico, que é a de incorporar a incerteza inerente na estimativa de duração das atividades de desenvolvimento de um projeto. Segundo Cassaroto Filho (1999), três estimativas são utilizadas para o cálculo das durações e conclusão de uma atividade: otimista, normal e pessimista. O método PERT calcula a probabilidade de uma dessas estimativas ocorrerem na realidade.

A incorporação da incerteza na duração de cada atividade enuncia um gerenciamento de processo mais efetivo para o desenvolvimento do produto. Entretanto, o PERT requer muitos dados e está limitado em precisão pelas estimativas de variabilidade das durações das atividades. Como o Método do Caminho Crítico, o PERT não pode representar *loops* de atividades em interação dinâmica, assume um projeto estático e não pode modelar causas de comportamento do processo. (Ford, 1995).

4.2.3 Métodos de desenvolvimento simultâneo

Kenker et al (1999) e Ford (1995) citam que as técnicas acima apresentadas e adotadas pelos gerenciadores de projeto para planejar, organizar e monitorar uma rede complexa de atividades, não são adequadas ao processo de desenvolvimento do produto, pois não descrevem as estruturas de restrições que existem no projeto, limitando-se a um *trade-off* de tempo e custo, sem, no entanto, analisar as interações entre elementos e suas repetições.

Ford (1995) cita que vários pesquisadores, entre eles Ulrich e Eppinger, Wheelwright e Clark e Womack et al., preveem o desenvolvimento de produtos como um conjunto de atividades com altas interações entre si (interações dinâmicas) executadas repetidamente e em freqüente simultaneidade mediante uma equipe multidisciplinar de desenvolvimento do produto.

A mudança no processo de desenvolvimento tradicional para um novo paradigma é a da execução de atividades em seqüência para uma execução de atividades simultâneas (desenvolvimento simultâneo). No âmbito das empresas, a mudança da estrutura organizacional de desenvolvimento de técnicas tradicionais para o novo paradigma é a da substituição dos departamentos funcionais para os das equipes de desenvolvimento multidisciplinares.

A figura 4.1 apresenta um exemplo simples de dois tipos de fluxo de informações, o primeiro, da esquerda, demonstra a troca de informações de uma atividade A para uma atividade B de modo sequencial, ou seja, aguarda-se a execução de A para iniciar B, neste caso, as informações são enviadas em grandes blocos; já o segundo caso apresenta um fluxo

dinâmico onde a comunicação entre A e B são realizadas antes que A esteja completamente concluída, neste caso, as informações são enviadas em pedaços menores e não em blocos, acelerando a execução da atividade B, sem prejudicar a atividade A.



Figura 4.1 - Tipos de fluxo de informações entre duas atividades.

Fonte: Ford, (1995).

Ford (1995) comenta que Steward desenvolveu a *Design Structure Matrix* dentro deste paradigma de simultaneidade para examinar a natureza repetitiva de desenvolvimento dos projetos do produto.

A DSM é uma matriz quadrada com a descrição das atividades descritas em suas linhas e colunas, cada cruzamento de uma linha com uma coluna da matriz representa uma dependência unidirecional entre duas atividades.

A DSM tem sido utilizada para mapear e prever o fluxo de informações entre atividades. A matriz pode ser utilizada para identificar o fluxo de informações do tipo sequencial, paralelo ou em interação dinâmica e, também, ordenar o desenvolvimento das atividades.

A DSM é uma ferramenta útil para descrever e analisar as repetições e transfêrencia de informações dentro de um ciclo de tempo reduzido, porém não pode modelar diretamente a estrutura de desenvolvimento do processo. Como o método do caminho crítico, a DSM assume que as dependências entre fases são fixas e aquelas atividades que não agregam valor não podem ser eliminadas do processo, a não ser que informadas.

A DSM como ferramenta de análise de processos de desenvolvimento de projetos, será detalhada a seguir.

4.3 Design Structure Matrix

A *desgin structure matrix* é uma matriz genérica baseada em uma estrutura de fluxos de informações introduzida por Donald Steward³ em 1960, porém, a definição formal do

³ Donald Steward é graduado em física, matemática e ciência da computação, desenvolve trabalhos em engenharia nuclear, modelos econométricos e ciência da computação, tanto na área industrial como nos meios acadêmicos. Seus trabalhos com a *Dependency Structure Matrix* data de 1960. Possui dois livros publicados, *Systems Analysis and Management:*

método ocorreu em 1981, com a publicação de um livro sobre o assunto. Em 1989, a *National Aeronautic and Space Administration* (NASA) desenvolveu um software para auxiliar a análise das matrizes. A partir de 1990, o trabalho conjunto de diversos professores e estudantes do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) a respeito do uso da DSM expandiram sua aplicação e em poucos anos alcançou as indústrias e outras universidades com sua aplicação no processo de desenvolvimento do produto como ferramenta de gerenciamento. (Browning, 1998).

Segundo Cho (2001), Steward desenvolveu a DSM com base na teoria dos sistemas, na tentativa de modelar e simular um determinado número de variáveis com o objetivo de delinear o fluxo de informações das atividades de projeto, identificando as repetições (*loops*) inerentes ao processo e criando, assim, uma ferramenta prática para que gerentes e engenheiros pudessem planejar, monitorar e controlar o processo como um todo.

O método proposto utiliza um grafo para reproduzir um sistema em uma representação gráfica, o grafo de um determinado sistema é construído para admitir vértices e arcos como representação dos elementos do sistema ou de seus sub-sistemas. Uma ligação entre suas extremidades pode caracterizar o relacionamento que existe entre os elementos.

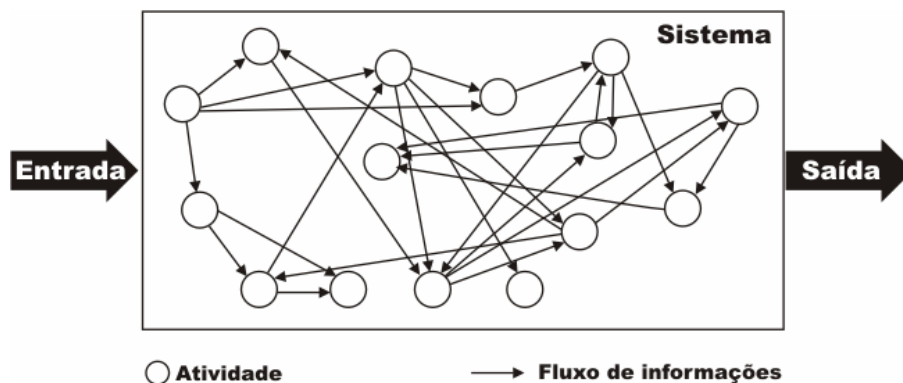


Figura 4.2 - Representação de um projeto como um sistema.

Fonte: Cho, (2001).

A necessidade de direção e influência dos elementos do sistema sobre outros elementos do mesmo sistema pode ser representada por uma seta ao invés de uma ligação simples, o grafo resultante é chamado de grafo dirigido ou *Digraph*. Nota-se que um vértice representa um elemento do sistema enquanto um arco representa o fluxo de informações entre os elementos.

A matriz de adjacência⁴ R é uma matriz Booleana que representa um grafo. R é uma matriz quadrada (mesmo número de linhas e colunas) com o mesmo número de vertices, onde

Structure, Strategy and Design, sobre DSM (1981), e *Software Engineering with Systems Analysis and Design* (1987).

⁴ Uma matriz de adjacência é uma DSM binária onde uma célula vazia é representada com um 0 e uma célula não vazia é representada com 1.

$r(i, j) = 1$, se há um arco do vértice j para o vértice i , caso contrário, $r(i, j) = 0$. A figura 4.3 ilustra um *digraph* e sua matriz de adjacência.

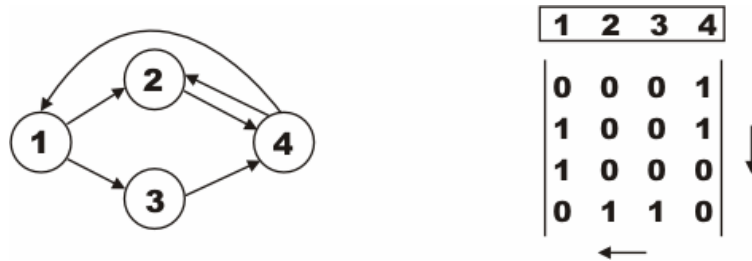


Figura 4.3 - Um *digraph* e sua matriz de adjacência.

Fonte: Cho, (2001).

Em um conjunto de arcos, as matrizes binárias que modelam o sistema são úteis na representação de presença ou ausência de uma relação entre pares de elementos de um sistema. Outra vantagem está em representar as informações de modo compacto e a habilidade para promover um mapeamento sistemático entre os elementos de um sistema.

O papel principal da aplicação da *design structure matrix* é a de representar complexas dependências (relação entre pares) entre numerosas atividades, decompondo o projeto em uma hierarquia de processos conforme mostra a figura 4.4.

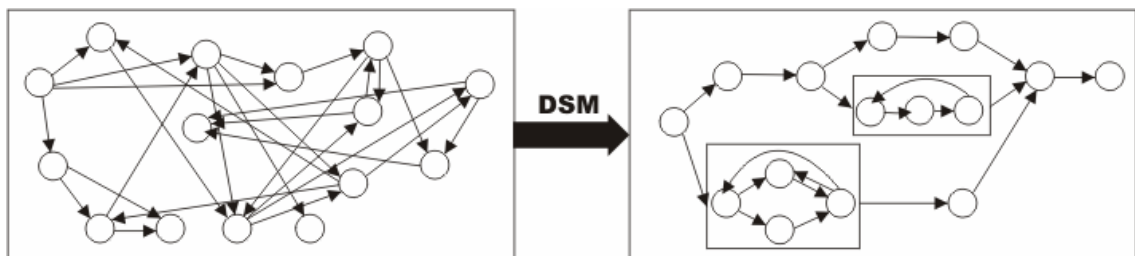


Figura 4.4 - Representação genérica da utilização da *Design Structure Matrix*.

Fonte: Cho, (2001).

4.4 Construção da DSM

As informações referente a construção da DSM citadas abaixo, foram pesquisadas pela internet no site: *The MIT Design Structure Matrix – DSM*, no endereço: <http://web.mit.edu/dsm/tutorial/tutorial.htm>, com acesso em setembro de 2002.

A *Design Strucuture Matrix* também conhecida como *Dependency Structure Matrix* ou *Problem Solving Matrix*, ou ainda como, *Design Proecedence Matrix* é, ao mesmo tempo, uma ferramenta de análise de sistemas e uma ferramenta de gerenciamento de projeto.

Como ferramenta de análise de sistemas, na qual auxiliará o exame crítico dos processos e a formulação das diretrizes objetivadas por este trabalho, promove uma compacta e transparente representação de um complexo sistema e um método de captura para as interações ou interdependências das interfaces entre elementos de um sistema.

Características da DSM como ferramenta de análise de sistemas:

- promove uma imagem das relações importantes em um projeto de desenvolvimento do produto;
- captura e exhibe um processo;
- age como um foco para análise do processo e recria-os;
- esclarece quanto aos fluxos de informação fundamentais;
- descobre padrões previamente desconhecidos: arquitetura do produto e arquitetura organizacional;
- mostra onde as pessoas se ajustaram.

Como ferramenta de gerenciamento de projetos, promove uma representação do projeto, permitindo uma avaliação das tarefas cíclicas. Isto é extremamente importante considerando que a maioria das atividades na engenharia possui, em maior ou menor grau, atividades com propriedades cíclicas.

Características da DSM como ferramenta de gerenciamento de projetos:

- realiza diagramas do fluxo de informações de projetos complexos;
- traça o impacto das decisões;
- pode ser um documento consensual em relação a equipe de projeto;
- colabora para uma visão do todo entre os membros da equipe;
- auxilia o gerente do projeto na revisão e notificação de tarefas.

Para Browning (1998) são muitas as vantagens que a DSM proporciona na programação do processo de projeto tais como:

- representação concisa de processos complexos com uma visão sistemática;
- clara interpretação de potenciais interações neste processo;
- a descrição de um processo pode ser analisada e modificada para promover uma descrição do projeto, com risco programado e tempo de ciclo reduzido;
- é um meio mais preciso para gerenciar o cronograma e de antecipar o risco programado;
- proporciona uma visão sistêmica das atividades do projeto e de suas relações que reduzem o tempo de ciclo do projeto;
- a DSM apresenta apropriadamente as atividades simultâneas;

- é um meio rápido de examinar atividades potenciais para mudanças de sequência e seus efeitos sobre o cronograma;
- possui uma visão que permite a organização de recursos para a redução de ciclos e iterações.

A *Design Structure Matrix* apresentada na figura 4.5, consiste em uma matriz representativa de um sistema/projeto. A matriz contém uma lista de todos os constituintes (atividades) e das informações correspondentes com suas relações de dependências. Ou seja, indica qual parâmetro ou pedaço de informação é requerido para iniciar uma certa atividade (*input/insumo*) e qual informação é gerada para alimentar novas atividades ou finalizar um produto (*output/produto*).

A DSM foi aplicada amplamente em várias indústrias manufatureiras como ferramenta de projeto/planejamento em complemento as ferramentas tradicionais de gerenciamento de projeto, apresentando uma visão estrutural de um projeto complexo em uma matriz quadrada⁵ onde $m = n$, porém, há limitações, citadas por Ford (1995), neste método como ferramenta de gerenciamento de projeto, tais como:

- limitada capacidade de apresentar uma escala de tempo (durações);
- a forma de uma matriz quadrada é muito útil para compactar e visualizar a estrutura do projeto completo, entretanto, não apresenta o aspecto tempo graficamente como em um Gantt para monitoração e controle do processo;
- limitada compatibilidade com os métodos de programação baseado em redes.

O exemplo da figura 4.5 apresenta a DSM com uma serie de atividades que vão de A a N. Pela leitura, nota-se a presença de marcas “X”, no cruzamento das linhas com as colunas, estas marcas determinam a existência e a direção do fluxo de informações. Assim, é dito que a matriz possui dois modos de leitura: um no sentido horizontal / linhas (*input*) e outro na vertical / colunas (*output*).

ATIVIDADES		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Atividade A	A	A													
Atividade B	B	X	B												
Atividade C	C	X	X	C											
Atividade D	D			X	D										
Atividade E	E	X	X	X		E									
Atividade F	F			X	X	X	F								

⁵ É uma matriz em que o número de linhas é igual ao número de colunas. Neste caso, diz-se que a matriz é de ordem n . (Puccini e Pizzolato, 1987).

Atividade G	G	X	X	X			X	G	X	X					
Atividade H	H	X	X				X	X	H	X					
Atividade I	I							X	X	I					
Atividade J	J					X		X		X	J				
Atividade K	K								X			K			
Atividade L	L							X	X			X	L		
Atividade M	M					X						X		M	
Atividade N	N										X		X	X	N

Figura 4.5 - Exemplo da *Design Structure Matrix*.

Fonte: adaptado de: *The MIT Design Structure Matrix – DSM*.

Através das linhas: as marcas localizadas no cruzamento das linhas com as colunas revelam a entrada de informações (insumos) necessárias à realização de uma atividade.

Através das colunas: as marcas localizadas no cruzamento das linhas com as colunas revelam a saída de informações (produto de uma atividade) necessárias à realização de outra atividade ou para a finalização de uma etapa/produto ou projeto.

Analisando o exemplo, identifica-se que para a realização da atividade C é necessário antes finalizar as atividades A e B, ou seja, a atividade C receberá informações das atividades A e B; por sua vez, a atividade C, depois de concluída, fornecerá informações para as atividades D, E, F e G.

Percebe-se, também, que as marcas abaixo da diagonal representam o fluxo de informações que seguirá à frente, enquanto as marcas acima da diagonal têm um significado especial, estas revelam a retroalimentação ou *feedback* de uma atividade para outra já desenvolvida. Esta atividade será revisitada e receberá novas informações para ser concluída e, assim, caracterizará o ciclo ou *loops* de informações. Segundo Hammond (2000), este tipo de situação normalmente se evidencia por retrabalhos ou mudanças no projeto; neste caso, o gerente de projetos poderá dispensar maiores cuidados na alocação de recursos necessários, planejando estratégias para o gerenciamento destas repetições.

Na literatura é possível encontrar uma regra oposta, ou seja, marcas abaixo da diagonal sendo reveladas como um *feedback*, porém, para este trabalho adotar-se-á a primeira situação.

Steward (1996) cita um princípio básico na construção da matriz quando da análise do fluxo de informações entre os intervenientes do processo. Pergunta-se primeiro, que informações devo necessitar para a realização do meu trabalho? e segundo, qual informação devo repassar para os outros para que eles possam realizar seus trabalhos?. Estas duas

perguntas chaves resumem o processo de troca de informações dentro de uma estrutura de desenvolvimento de projeto do produto.

Existem quatro tipos de dados que podem ser representados em uma DSM, conforme quadro 4.1, para cada diferente aplicação no desenvolvimento do produto. A seleção de um tipo apropriado depende da natureza do problema que se deseja solucionar.

Quadro 4.1 - Tipos de dados que podem ser representados na DSM.

Tipos de dados representados	Dados representados	Tipos de aplicações de DSM
Base de componentes.	Relações de multi-componentes.	Arquitetura e layout de sistemas de produção.
Base de equipes de projeto.	Características de interfaces de multi-equipes.	Organização da atividade de desenvolvimento, interfaces de gerenciamento e integração de equipes.
Base de atividades de projeto.	Relações de entrada e saída de atividades.	Programação do projeto, seqüenciamento de atividades e redução dos tempos de ciclos iterativos.
Base de parâmetros.	Pontos de tomada de decisão sobre parâmetros e precedências.	Seqüenciamento de atividades no baixo nível de planejamento da construção ou fabricação do produto.

Fonte: Ogliari apud Peralta, 2002

A seguir, será apresentada uma breve descrição dos quatro tipos de aplicações a que se propõem a DSM, com base em informações divulgadas pelo site *The MIT Design Structure Matrix – DSM*.

a) Base de Componentes

O tipo base de componentes documenta interações entre elementos em uma arquitetura de sistema complexo. Tipos diferentes de interações podem ser exibidos na DSM. As interações poderão variar de projeto para projeto, como exemplo, observa-se a necessidade de interações entre componentes de materiais, tais como, um ar condicionado e sensores de detecção de temperatura em um automóvel. Neste tipo de representação, o método de análise é o *clustering* que identificará, nestes dois elementos, a necessidade de agrupamento. A matriz relacionaria elementos físicos (peças) e não atividades em suas linhas e colunas.

b) Base de equipes de projeto

Este tipo também utiliza o método *clustering* para a análise organizacional e para a base do projeto do fluxo de informação entre várias entidades organizacionais. Os indivíduos e grupos que participam de um projeto são os elementos analisados (linhas e colunas na matriz). O tipo base de equipes de projeto é construído identificando o fluxo de comunicação requerido e a representação das conexões entre as entidades organizacionais na matriz. Para o exercício do modelo é importante especificar qual é a relação entre o fluxo de informação e a equipe. O quadro abaixo apresenta vários caminhos possíveis para o fluxo de informação.

Quadro 4.2 - Tipos de fluxos.

Tipo de fluxo	Verificações possíveis
Nível de detalhe	De pobre (documentos, e-mail, etc.) para rico (modelos, reuniões presenciais).
Frequência	De baixo (em lotes) para alto (on-line, tempo real).
Direção	De mão única para mão dupla.
Tempo	De cedo (preliminar, incompleto, parcial) para tarde (final).

Fonte: *The MIT Design Structure Matrix – DSM*

A matriz pode ser manipulada para obter agrupamentos de equipes e indivíduos com alta interação enquanto tenta minimizar interações de inter-agrupamento. Os agrupamentos obtidos representam um suporte útil para o projeto organizacional focalizando a necessidade antecipada de comunicação dos indivíduos.

c) Base de atividades de projetos

Neste tipo de representação, utiliza-se o método de análise *partitioning* em conjunto com o estudo do sequenciamento das atividades.

Nota-se que há três tipos de interações entre os elementos de um sistema que podem ser observados em uma matriz, são eles: sequencial ou linear, paralelo ou *concurrent* e interação dinâmica. A representação destas interações em matrizes segue conforme apresentado abaixo.

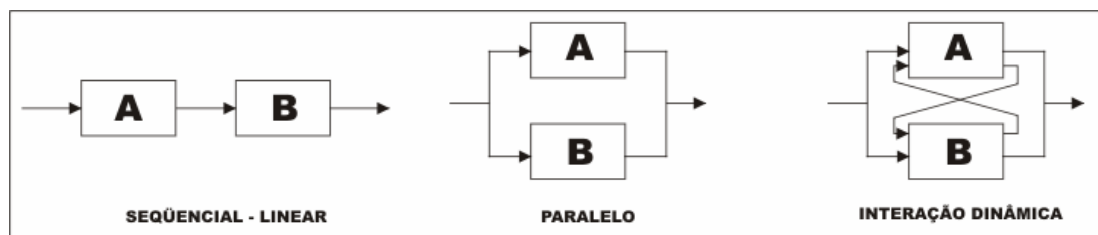


Figura 4.6 - Relações de sequenciamento entre atividades de projeto.

Fonte: Austin apud Tzortzopoulos, (1999).

RELACIONAMENTO	SEQÜENCIAL			PARALELO			INTERAÇÃO DINÂMICA		
representação DSM		A	B		A	B		A	B
	A			A			A		X
	B	X		B			B	X	

Figura 4.7 - Relações de seqüenciamento entre atividades de projeto representadas em matrizes.

Fonte: Chen, (2001).

Na representação seqüencial, um elemento do sistema influencia o ambiente ou a decisão de outro elemento, é uma execução em série, ou seja, os parâmetros de projeto do elemento do sistema B são baseados no elemento do sistema A. Em termos de tarefas de projeto, a atividade A deve ser executada antes da B iniciar ou B depende de A.

Na representação em paralelo os elementos do sistema não interagem entre si, reconhece-se que o comportamento dos elementos possa descrever o sistema completamente. Se o sistema é um projeto, então os seus elementos seriam tarefas de projeto a serem executadas. Como tal, a atividade B é independente da atividade A e em nenhuma delas é requerida troca de informações entre as duas atividades, podendo assim, serem executadas em paralelo.

Na representação de uma interação dinâmica os elementos do sistema são interdependentes, ou seja, o elemento A influencia B e o elemento B influencia A. Isto ocorre quando o parâmetro A não pode ser determinado com precisão sem primeiro receber as instruções do parâmetro B e B sem A. Há troca de informações e a dependência é cíclica ou eles são mutualmente dependentes, podendo ser chamado de circuitos ou ciclos de informação.

d) Base de parâmetros

Este tipo é utilizado para analisar a arquitetura de um sistema baseado em interrelacionamentos de parâmetro. É construído pela definição explícita dos elementos decompostos de um sistema e suas interações. Uma taxonomia (classificação) sistemática e um esquema de quantificação auxiliam na análise, categorizando tipos de interações entre elementos de sistemas e associando um peso apropriado a cada um. O quadro 1 e 2, abaixo, apresentam a classificação de interações e um exemplo de esquema de quantificação. O método de análise é o *partitioning* e, também, faz-se uso do estudo do sequenciamento das atividades.

Quadro 4.3 - Exemplo de uma taxonomia de interações de elementos de um sistema.

Interações	Descrição
De espaço	Associações de espaços físicos e alinhamento, necessidade para uma adjacência ou orientação entre dois elementos.
De energia	Necessidade de transferência de energia ou troca de energia entre dois elementos.
De informações	Necessidade de informação ou troca de sinais entre dois elementos.
De material	Necessidade de material ou troca de materiais entre dois elementos.

Fonte: *The MIT Design Structure Matrix – DSM.*

Quadro 4.4 - Exemplo de uma interação de espaço e esquema de quantificação.

Tipo	Peso	Descrição
Requerido	+2	A adjacência física é requerida para a funcionalidade.
Desejado	+1	A adjacência física é benéfica, mas não é absolutamente necessária para a funcionalidade.
Indiferente	0	A adjacência física é indiferente, não afeta a funcionalidade.
Indes	-1	A adjacência física causa efeitos negativos, mas não impede a
Prejudicial	-2	A adjacência física deve ser evitada para alcançar a funcionalidade.

Fonte: *The MIT Design Structure Matrix – DSM.*

Para este trabalho, cujo objetivo é a análise do fluxo de informações das atividades de projeto, será adotada a DSM do tipo base de atividades de projeto para representar o processo de desenvolvimento do produto.

4.5 Processos de manipulação da matriz

O método da DSM sugere a manipulação dos elementos da matriz de forma que os ciclos ou repetições do ambiente possam ser removidos ou minimizados. Um número de algoritmos foi desenvolvido por Warfield (1973) e Steward (1981) para minimizar as marcas acima da diagonal da matriz pelo rearranjo da sequência de atividades no processo. Este método é utilizado para controlar repetições no processo que não podem ser eliminadas pelo rearranjo da sequência das atividades. Entre estas manipulações têm-se a *partitioning* e o *tearing*, também existem outros métodos de análises como o *banding* e o *clustering* que indicam, na matriz, o caminho crítico e o agrupamento de atividades conexas respectivamente.

4.5.1 Partitioning

A *partitioning* é o processo de manipular (reordenar) a DSM (linhas e colunas) de tal modo que o arranjo da nova DSM não contenha nenhuma marca acima da diagonal, transformando a DSM em uma matriz de forma triangular. Para sistemas de engenharia complexos, é altamente improvável que uma simples manipulação de linhas e colunas

resulte em uma matriz de forma triangular. Porém, a simples redução do número de elementos do sistema, envolvidos no ciclo de repetição, resulta em um processo de desenvolvimento mais rápido.

Procura-se também, quando há a impossibilidade de eliminar tais interações, aproximá-la da diagonal da matriz, o que significa a redução dos ciclos iterativos.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A										
B										
C										
D										
E										
F										
G										
H										
I										
J										

	B	F	J	G	E	I	C	H	A	D
B										
F										
J										
G										
E										
I										
C										
H										
A										
D										

Figura 4.8 - Exemplo de DSM, antes (esquerda) e depois (direita) de *Partitioning*.

Fonte: Hammond, (2000).

4.5.2 *Tearing*

A *tearing* é o processo de escolha do conjunto de marcas acima da diagonal que se removidas da matriz (e então a matriz seria *re-partitioned*) criará uma matriz de forma triangular. As marcas removidas da matriz são chamadas de *tears*.

Identificar estes *tears*, que resultam em uma matriz de forma triangular, significa identificar, também, o conjunto de suposições que precisam ser feitas para iniciar as repetições do processo do projeto (quando são encontradas atividades em interação dinâmica). Realizando estas suposições, nenhuma estimativa adicional precisa ser feita. Não existe um método ótimo para *tearing*, mas recomenda-se o uso de dois critérios ao fazer decisões de *tearing*:

- número mínimo de *tears*: a motivação por trás deste critério é que *tears* representam uma aproximação ou uma suposição inicial a ser utilizada; o ideal seria reduzir o número destas suposições.
- restringir as *tears* para os blocos menores ao longo da diagonal: se há repetições dentro de repetições (ex. blocos dentro de blocos), as internas são mais freqüentemente terminadas. Então, é desejável limita-las (internas) a um número pequeno de atividades.

4.5.3 Banding

A *Banding* é a adição de faixas alternativas claras e escuras em uma DSM para identificar as independências (ex. paralelo ou simultâneo) das atividades (ou elementos de sistemas). As marcas acima da diagonal são ignoradas e uma faixa corresponde a um nível.

A coleção de faixas ou níveis dentro de uma DSM constitui o caminho crítico do sistema/projeto. Além disso, um elemento/atividade dentro de cada faixa é uma atividade crítica ou um gargalo. Assim, menos faixas são preferidas desde que elas melhorem a simultaneidade do sistema/projeto. Por exemplo, na DSM apresentada abaixo, as tarefas E e M não são dependentes uma da outra, então estas tarefas pertencem à mesma faixa.

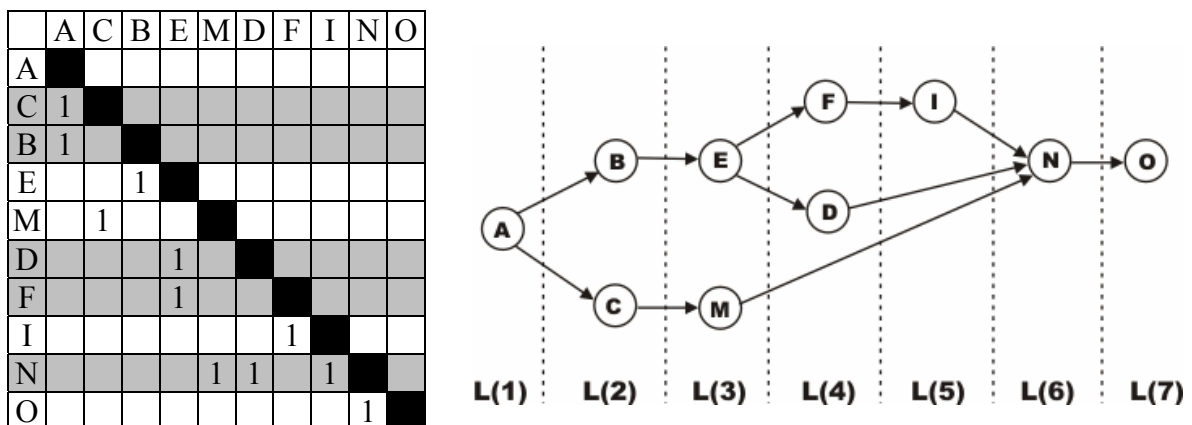


Figura 4.9 - Exemplo de *banding* em uma DSM e sua respectiva rede CPM.

Fonte: adaptado de: *The MIT Design Structure Matrix – DSM*.

4.5.4 Clustering Overview - agrupamentos

Quando os elementos de uma DSM representam componentes de projeto (base de componente) ou equipes dentro de um projeto de desenvolvimento (base de equipes), a meta de manipulação da matriz muda de forma significativa. O novo objetivo é identificar subconjuntos de elementos da DSM (agrupamentos ou módulos) que são mutuamente exclusivos ou que possuam uma interação mínima. Este processo é chamado de *clustering*/agrupar, em outras palavras, o agrupamento de atividades absorve a maioria das interações internas, se não todas, e são eliminadas as interações ou ligações entre agrupamentos separados ou pelo menos são minimizadas.

Como exemplo, considere um processo de desenvolvimento que inclui sete participantes como apresentado na DSM, abaixo. Observa-se, também, que são exibidas as interações entre diferentes participantes na DSM. Se a meta fosse formar vários times/equipes de desenvolvimento dentro deste projeto, qual seria o número de equipes requeridas e os membros de cada equipe?

Realizando o *Clustering* para este projeto, tem-se como resultado a associação ótima de formações de equipes baseado no grau de interações entre participantes.

	1	2	3	4	5	6	7
1		X			X	X	
2				X			X
3		X		X			X
4		X	X		X		X
5				X		X	
6	X				X		
7		X	X	X			

	1	6	5	4	2	3	7
1		X	X		X		
6	X		X				
5		X		X			
4			X		X	X	X
2				X			X
3				X	X		X
7				X	X	X	

Figura 4.10 - DSM antes e depois do *Clustering*.

Fonte: *The MIT Design Structure Matrix – DSM.*

Se a DSM da esquerda fosse rearranjada como apresentada ao lado, uma possível designação de equipes seria:

Equipe 1: participantes 1 e 6

Equipe 2: participantes 4 e 5

Equipe 3: participantes 2, 3, 4 e 7.

Nota-se que o participante 4 integra ambas as equipes, 2 e 3.

4.6 DSM numérica

A DSM utiliza representações binárias simples para exibir a existência de uma dependência entre duas tarefas sem promover informação adicional sobre a natureza da interação. Estudos adicionais estenderam a configuração da DSM básica capturando fatos extras no processo de desenvolvimento.

Em uma DSM binária, representa-se as marcas na matriz com 1 e 0 ou apenas com X e células vazias, esta representação utiliza um único atributo para identificar as relações entre diferentes elementos do sistema, isto é, o atributo de existência que significa a existência ou ausência de uma dependência entre os elementos diferentes.

Comparando as DSMs binárias com as DSMs numéricas (NDSM) pode-se obter uma grande variedade de atributos que promovam uma informação mais detalhada sobre as relações entre os diferentes elementos do sistema. Uma descrição melhorada destas relações proporciona um melhor entendimento do sistema e permite o desenvolvimento mais complexo de algoritmos de *partitioning* e *tearing*.

Como exemplo, considera-se o caso onde a tarefa B depende de informação da tarefa A, entretanto, se esta informação é previsível ou tem pequeno impacto na tarefa B, então a dependência de informação poderia ser eliminada. Neste tipo de argumento falta riqueza de detalhes em uma DSM binária.

Alguns atributos ou medidas podem ser utilizados para representar a NDSM, tais como, os níveis. Steward (1981) sugeriu o uso de níveis, que ao contrário de uma simples marca X, refletem a ordem na qual as marcas acima da diagonal deveriam ser retiradas (*torn/tears*). A marca com o nível mais alto será retirada primeiro e a matriz é reordenada (*partitioned*) novamente. Este processo é repetido até que todas as marcas acima da diagonal desapareçam.

Uma escala de níveis de 1 a 9 poderia realizar uma boa estimativa do grau de dependência entre atividades, dependendo do julgamento dos engenheiros/gerentes. Outro exemplo seria a adoção de pesos. Uma simples escala pode ser construída para diferenciar níveis de importância, diferentes das marcas X, pode-se definir uma escala de 3 níveis como têm-se no exemplo abaixo:

Quadro 4.5 - Exemplo de escala numérica para uso na DSM.

Escala numérica	Significado
1	Alta dependência
2	Média dependência
3	Baixa dependência

Fonte: *The MIT Design Structure Matrix – DSM.*

No quadro acima, se pode proceder com o *tearing* primeiro nas marcas de baixa dependência, depois nas marcas de média dependência e então, por último, na alta dependência em um processo semelhante ao método de níveis.

O modo como estes valores (pesos/níveis) serão aplicados dependerá das características das interfaces como: probabilidade de ocorrer interações, percentagem de re-trabalhos, tipo de fluxo de dados, quantidade de fluxo de dados, entre outros. (Ogliari apud Peralta, 2002).

4.7 Considerações finais sobre o capítulo

Tendo em vista as considerações e justificativas à aplicabilidade da *design structure matrix* como ferramenta de gerenciamento e análise de processos de projeto e sua utilização reconhecida em diversas indústrias, adotar-se-a a DSM para auxiliar a tarefa de mapeamento

do modelo de processo de projeto das empresas dos estudos de caso, bem como, para a análise das dependências e interdependências das atividades de projeto.

O capítulo seguinte apresentará os procedimentos metodológicos, o delinemanento da pesquisa e o método de análise proposto, fazendo referência as ferramentas reconhecidas e utilizadas como o modelo de BEACON, WBS e DSM, as quais, são partes integrantes deste método.

CAPÍTULO 5

5. MÉTODO DE PESQUISA

O objetivo básico deste capítulo é buscar a compreensão comum sobre o método de pesquisa e o método de análise adotado para a realização do trabalho, identificando sua natureza, critérios e o delineamento, fundamentado no plano e na estrutura da investigação, caracterizando o estudo quanto as técnicas, instrumentos de coleta e os métodos aplicados junto à três empresas construtoras e incorporadoras do subsetor edificações multifamiliares verticais da cidade de Belém/PA e seus projetistas de arquitetura, estrutura e instalações prediais, o que possibilitará a obtenção de respostas para as questões da pesquisa.

5.1 Considerações gerais

O trabalho realizado teve o caráter de pesquisa qualitativa - descritiva. Possui natureza qualitativa porque procura resolver problemas específicos, dentro de um grupo ou organização, levando em consideração o ambiente natural, os problemas e as situações de existência do sujeito. É descritiva porque procura entender e mostrar as características de determinado problema ou fenômeno, utilizando técnicas padronizadas para a coleta dos dados (Gil, 1995).

No intuito de aprofundar a descrição da realidade, foram adotados os procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica, levantamento e estudo de caso, de modo a ampliar e detalhar o conhecimento sobre o assunto. (i) A pesquisa bibliográfica é de extrema importância para se conhecer o fenômeno e principia a definição de uma base para o desenvolvimento da pesquisa. Gil (1995) define o desenvolvimento da pesquisa bibliográfica a partir de material já elaborado, constituído principalmente de livros científicos. (ii) O levantamento a ser realizado junto aos profissionais de projetos de edificações, objetiva a caracterização de um comportamento mediante uma interrogação direta do pesquisador para com o projetista. (iii) O estudo de caso, desenvolvido junto as três empresas construtoras e incorporadoras, apropria-se da investigação contemporânea dentro do contexto da vida real e pode ser utilizado para explicar, descrever, avaliar e explorar situações onde o pesquisador tem pouco ou nenhum controle sobre o evento, propiciando a avaliação do caso analisado e podendo viabilizar uma intervenção posterior. (Kerlinger, 1980).

Ressalta-se que, em um estudo de caso, é possível obter generalizações quanto aos aspectos do modelo teórico encontrado, ou seja, auxiliar no desenvolvimento de novas teorias ou na confirmação ou infirmação de teorias existentes e proporcionar uma melhor compreensão de um caso específico. Entretanto, não é possível realizar proposições sobre o universo da unidade de análise, população ou generalizações em extensão, mesmo porque o

estudo de caso não é um elemento amostral. Nesse sentido, os estudos de casos múltiplos e/ou as replicações de um estudo de caso com outras amostras podem indicar o grau de generalização de proposições.

A decisão de usar um ou vários casos vai naturalmente afetar a capacidade em termos de generalizações. Apesar de ter-se consciência da utilidade de se poder comparar diversos estudos de caso, tal decisão implicaria em um elevado dispêndio de tempo, de que não se dispunha. Por este motivo, decidiu-se pela realização de três estudos de caso. As empresas foram escolhidas de modo casual, tendo cada empresa oportunidades iguais de serem incluídas na amostra.

Os instrumentos de coleta de dados utilizados foram: a observação individual, questionários de múltipla escolha e entrevistas não estruturadas. (i) A observação individual se caracteriza pela apreensão de fatos da realidade realizadas por intermédio de um único pesquisador. (ii) Os questionários foram determinados pelo conjunto de perguntas ordenadas e limitadas em número, obedecendo um sistema de múltipla escolha, no qual se apresentam, para cada questão formulada, uma quantidade restrita de respostas. (iii) A entrevista é definida por Gil (1995) como uma técnica em que o pesquisador se apresenta frente ao pesquisado e lhe formula perguntas, com o objetivo de obtenção dos dados que importam à pesquisa. Para Gil (1995) “a entrevista é uma técnica adequada a obtenção de informações acerca do que as pessoas sabem, crêem, esperam, sentem ou desejam, pretendem fazer, fazem ou fizeram”; não permitindo a omissão de valores subjetivos, característicos da pesquisa de natureza qualitativa. A entrevista é não estruturada, pois permite ao entrevistado falar livremente sobre o assunto com o objetivo de se explorar as experiências vivenciadas pelo mesmo, porém, há a preocupação do entrevistador em controlar possíveis desvios do assunto.

5.2 Apresentação geral do método

As reflexões acerca de um modelo de processo de projeto constituem uma operação estruturalista dirigida a descrever a atividade projetual e suas relações de dependência e interdependência. Em termos gerais, trata-se de uma reconstrução onde os componentes analíticos se interpenetram com os componentes normativos.

Parte-se da hipótese que as atividades de projeto das diversas disciplinas possuem uma estrutura comum, independente do conteúdo das tarefas projetuais. A nível teórico, pois, não haveria diferença entre modelos de processos. Os métodos gerenciais específicos a serem empregados em cada caso podem e devem forçosamente variar, mas as atividades a serem desenvolvidas seriam, essencialmente as mesmas, permanecendo invariável frente aos conteúdos projetuais.

Entretanto, a análise sobre a complexidade do problema projetual nos remete uma empresa/escritório compelida a calibrar seus métodos sobre diversos aspectos, a saber:

Ao tratar sobre a disponibilidade de *recursos tecnológicos*, a empresa/escritório deve ajustar o processo projetual às possibilidades, implicando uma metodologia particular; em relação aos objetivos *político-econômicos*, a empresa/escritório deve ter bem clara a distinção entre o desenvolvimento de um projeto para um cliente que está sujeito às leis de mercado e jogos políticos e outro, voltado a um contexto social menos marcado por estas leis; na esfera do problema projetual, a empresa/escritório deve estar atenta às cargas *estético-formais*. É preciso distinguir nos projetos o peso relativo de fatores estritamente técnico-funcionais e de fatores propriamente estéticos.

O reconhecimento destas variáveis como variáveis dependentes, influenciando o processo de projeto, obviamente, faz-nos crer que uma metodologia alternativa/tradicional comum é praticada, mas ainda sem uma formalização.

O método de pesquisa apresentado visa descobrir e analisar a estrutura do processo de projeto de edificações específica dos empreendimentos multifamiliares verticais e de explicitar a lógica interna da seqüência de passos para a elaboração dos projetos, desde a formulação de um problema projetual, até a elaboração de uma proposta na forma de um produto.

A definição desta estrutura possibilitará a identificação, com maior clareza, do fluxo de informações existente entre os diversos intervenientes do processo na realização e conclusão de suas atividades meio ou fins e sua análise.

A figura 5.1 apresenta o método de pesquisa utilizado dividido em sete fases, a saber:

- planejamento da pesquisa;
- identificação das fontes de consulta;
- reunião e classificação de documentos, mediante levantamento bibliográfico;
- aplicação de pesquisa específica em universo delimitado;
- exame documental com a verificação da pertinência dos conteúdos reunidos;
- interpretação e análise dos conteúdos;
- organização final da dissertação, refinamento do texto e elaboração das diretrizes e conclusões.

Cada *box* cinza está relacionado a uma fase de desenvolvimento da pesquisa. Cada fase constitui um ciclo de aprendizagem do pesquisador, a qual tinha como ponto de partida a questão de pesquisa e a formulação de uma proposição com base na revisão bibliográfica;

posteriormente, realiza-se uma reflexão dos resultados dos estudos empíricos, auxiliados pelas ferramentas de análise; e conclui-se a pesquisa com a formulação de diretrizes, caracterizadas aqui como recomendações de ações para a sistematização do fluxo de informações da fase de projetos destas empresas.

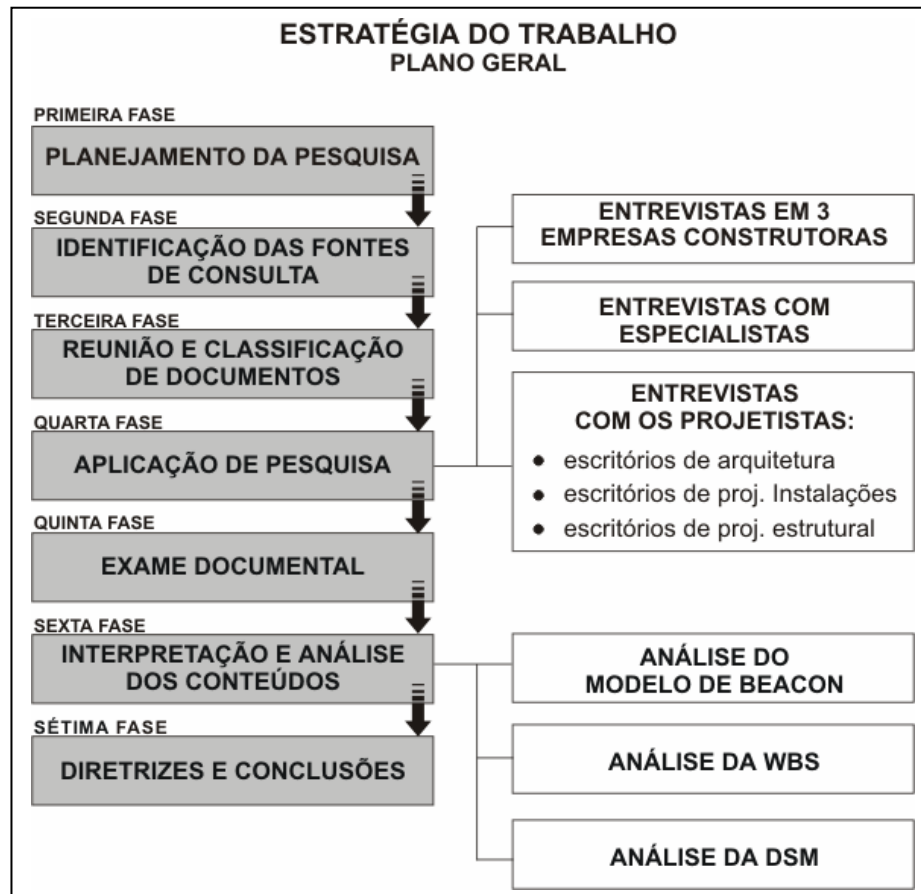


Figura 5.1 - Estratégia de trabalho adotada para a pesquisa.

5.2.1 Aspectos da fundamentação teórica

O levantamento bibliográfico foi direcionado para as obras cujos assuntos abordados se referem a: projeto de edificações, qualidade de projeto, processo de projeto, coordenação de projetos, *lean construction*, engenharia simultânea, projeto simultâneo e outros assuntos congêneres. Procurou-se, com isso, identificar, nos estudos de diversos autores que respondem sobre o mesmo tema, conclusões que pudessem contribuir e/ou inviabilizar a concepção do trabalho de dissertação. Com esse escopo, a pesquisa incidiu sobre a revisão bibliográfica mediante várias publicações de resumos, últimos lançamentos bibliográficos sobre racionalização do processo de projeto e sistematização de seu fluxo de informações, listas de dissertações e teses, consulta presencial à Biblioteca da Universidade da Amazônia, consulta à Biblioteca Central da Universidade Federal do Pará, busca orientada na *Web* de

informações sobre livros, *abstracts*, congressos, encontros e o que mais pudesse servir de orientação a esta análise.

5.2.2 Aspectos da aplicação de pesquisa

A aplicação de pesquisa foi realizada junto as empresas construtoras e seus projetistas de arquitetura, estrutura e instalações prediais, no apoio à estruturação do fluxo de informações provenientes da fase de projeto. A pesquisa teve início em meados de agosto de 2002 com a elaboração de um teste piloto junto a uma população semelhante à das amostras. Este procedimento objetivou a realização de um refinamento do instrumento antes da coleta de dados nas amostras; além disso, permitiu verificar a clareza e a compreensão dos termos utilizados.

Em seguida, foram realizadas investidas para a coleta de dados; duas visitas junto as empresas construtoras e uma visita a cada profissional de projeto assegurando que todos os intervenientes envolvidos na pesquisa fossem ouvidos. Cada uma das pesquisas realizadas junto aos intervenientes teve a duração média de uma hora e trinta minutos.

A primeira pesquisa, realizada em outubro de 2002, foi composta de aplicação de questionário de múltipla escolha, junto aos dirigentes e/ou corpo da gerência técnica das empresas construtoras, com o objetivo de se levantar informações quanto as condições atuais para a implantação de engenharia simultânea, este questionário foi abrangente envolvendo 173 questões subdivididas em quatro aspectos envolvendo pessoas e equipes, tecnologias aplicadas, gestão de processos e o projeto.

A segunda pesquisa, realizada em novembro de 2002, fez-se com o retorno às empresas construtoras, no intuito de identificar as etapas, as principais atividades e a sequência lógica de desenvolvimento dos projetos. Esta iniciativa foi auxiliada por um questionário, onde foram enumeradas 99 atividades de projeto identificadas na revisão bibliográfica. O questionário também abordou informações como as durações médias de cada atividade e responsáveis.

A terceira pesquisa, teve o intuito de identificar junto aos projetistas de arquitetura, estrutura, hidrosanitário e elétrico, dados quanto ao modo como ocorre a troca de informações entre os intervenientes, descrição pormenorizada de suas atividades, relatos de problemas quanto a comunicação, a existência e a frequência de retrabalhos, entre outros. Esta etapa da pesquisa foi auxiliada com a aplicação de questionário e a realização de entrevistas não estruturadas e teve como objetivo principal a confrontação das informações coletadas entre a empresa construtora e os escritórios de projeto.

O trabalho ainda teve o apoio de especialistas em coordenação e análise crítica de projetos em diferentes momentos ao longo da realização da pesquisa com o objetivo de se

identificar: as boas práticas na gestão da qualidade do processo de projeto, principais ferramentas utilizadas no processo de projeto e os principais problemas e possíveis soluções para a melhoria do processo.

5.3 O método de análise

O modelo de análise desta pesquisa deriva da definição e construção da estruturação da pesquisa considerando 5 etapas logicamente encadeadas e embasadas no material teórico utilizado, bem como nas variáveis e nos instrumentos de coleta e de análise dos dados.

Quadro 5.1 – Descrição das etapas dos estudos de caso

Descrição das etapas dos estudos de caso			
Etapas	Conceitualização	Elementos	Ferramenta
01	Definição do nível de maturidade das empresas para a implantação da engenharia simultânea.	Processo, pessoal, projeto, tecnologia.	Modelo de BEACON
02	Definição de um modelo de processo e confecção da WBS ou estrutura analítica de trabalho.	Etapas, atividades, responsáveis.	WBS
03	Construção da DSM representativa do fluxo de informações.	Relações de seqüenciamento.	DSM
04	Avaliação dos resultados	Etapas A, B e C.	-
05	Diagnóstico do processo e a criação de diretrizes	Diretrizes	-

5.3.1 Etapa 01 – Nível de maturidade da empresa

Esta etapa consiste na identificação do potencial da empresa para a implantação da engenharia simultânea, com base na aplicação do modelo de BEACON citado por Khalfan et al. (199?), onde foi estabelecido o nível de maturidade de cada aspecto relacionado.

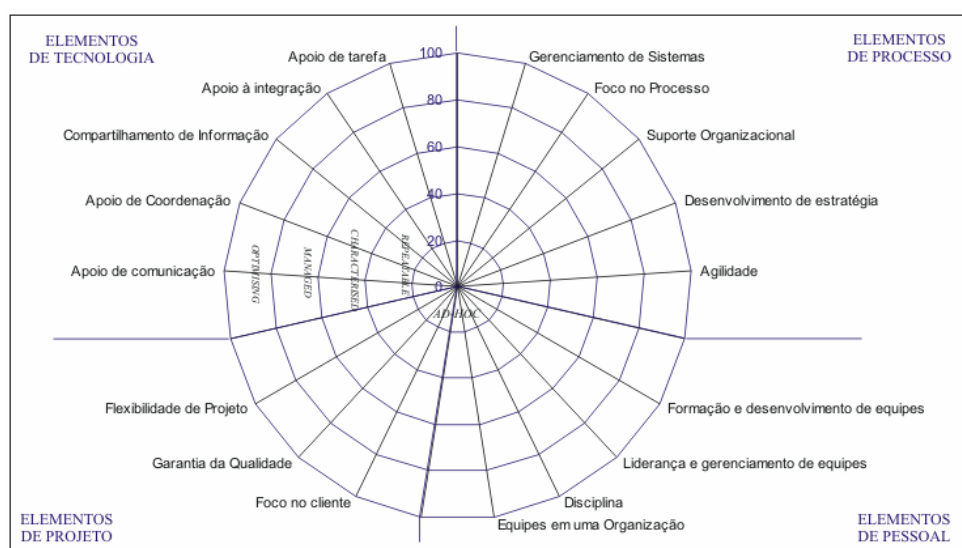


Figura 5.2 - Representação do gráfico radial do modelo de BEACON.

Fonte: .Khalfan et al., (199?)

De acordo com Khalfan et al, o modelo de BEACON abrange quatro elementos chaves em que se podem atribuir pesos de importância: *processo, pessoas, projeto e tecnologia*. Estes elementos são distribuídos em quadrantes em um gráfico radial conforme apresentado na figura 5.2. O primeiro quadrante contém cinco fatores críticos do processo, utilizados para analisar o nível de maturidade do processo e da organização; o segundo quadrante contém quatro fatores críticos de recursos humanos (pessoas), utilizados para analisar o nível da equipe e da organização; o terceiro quadrante compreende três fatores críticos de projeto, utilizados para a análise dos requisitos dos clientes e a compatibilização dos projetos; o quarto quadrante apresenta cinco fatores críticos relacionados à tecnologia, utilizados para caracterizar e analisar ferramentas e tecnologia empregadas pela organização.

Em todos os elementos do modelo de BEACON analisa-se a qualidade do processo de desenvolvimento do projeto, trabalho em equipe, atendimento do projeto aos seus requisitos e tecnologia empregada dentro da organização.

Nos próximos itens serão apresentados os elementos, utilizados para a análise das empresas e de seus fatores críticos. O conjunto destes elementos possibilitará uma apreciação crítica das condições atuais das empresas.

a) Elementos do processo

Apresentado no quadrante superior direito do gráfico radial, este elemento chave possui 5 fatores críticos que são: os fatores de gerenciamento de sistemas, foco no processo, suporte organizacional, desenvolvimento de estratégias e agilidade.

- **Sistema de gerenciamento**

Este fator inclui planejamento, programação, controle, planejamento de recursos, gerenciamento de contratos, mensuração de desempenho, gerenciamento de riscos, planos de contingências, sistemas de contabilidade financeira e a seqüência do processo de desenvolvimento do projeto.

Neste fator, é observado se o sistema de gerenciamento é projetado e implementado para atender as necessidades da equipe de projeto, se há uma busca pela melhoria contínua mediante revisões periódicas e se existe um programa de retroalimentação das informações.

- **Foco no processo**

A necessidade em analisar o foco no processo está em verificar se o processo de desenvolvimento de projeto está documentado e é flexível o suficiente para receber alterações

dos clientes de modo personalizado, assegurando que o processo seja avaliado e melhorado periodicamente mediante reutilização de processos e análises de decisões passadas.

- **Suporte organizacional**

O objetivo, neste quesito, é o de confirmar se há políticas organizacionais que auxiliem no controle e monitoração do processo de desenvolvimento do projeto. Inclui-se neste fator: suporte a equipe na alocação de recursos, resoluções de conflitos internos, crescimento individual e desempenho da equipe de projeto.

- **Desenvolvimento de estratégias**

Este fator avalia se a estratégia de negócios da empresa é clara, consistente e focalizada no melhoramento do processo de desenvolvimento de projeto, assegurando que a equipe de projeto foi estabelecida para atender aos requisitos dos clientes, identificando e prevenindo problemas futuros.

- **Agilidade**

O objetivo, neste quesito, é o de confirmar a habilidade da organização em responder com relativa rapidez as mudanças ocorridas no processo de desenvolvimento de projeto e avaliar se uma memória corporativa é mantida e disponibilizada a todos os membros da equipe.

b) Elementos de pessoal

Apresentado no quadrante inferior direito do gráfico radial, este elemento chave possui 4 fatores críticos: formação e desenvolvimento de equipes, liderança e gerenciamento de equipes, disciplina e equipes em uma organização.

- **Formação e desenvolvimento de equipes**

O objetivo, neste quesito, é o de confirmar se a organização possui estratégias para a formação e desenvolvimento de equipes, assim como, de organizar seções de treinamento para os membros da equipe aperfeiçoarem suas habilidades e conhecimentos técnicos. Este quesito, também, tem a proposta de analisar se cada membro da equipe de desenvolvimento de projeto reconhece suas responsabilidades, possuem objetivos comuns e interagem uns com os outros continuamente.

- **Liderança e gerenciamento de equipes**

A proposta deste quesito é o de assegurar que a escolha do líder da equipe foi estabelecida considerando os conhecimentos técnicos e habilidades gerenciais do indivíduo. Também avalia se o líder reconhece sua responsabilidade pela conclusão do projeto e se tem poderes para a tomada de decisões e recrutamento de novos membros para a equipe.

- **Disciplina**

Este quesito pretende verificar se todos os membros da equipe são coniventes com as regras e regulamentos e são comprometidos com as metas a serem alcançadas.

- **Equipes em uma organização**

Este fator crítico avalia até que ponto há diversos especialistas trabalhando como sub-equipes e se estes possuem facilidades de comunicação e autoridade na tomada de decisões. Também verifica a existência de políticas organizacionais para mensurar o desempenho e para planejar e conduzir revisões dentro da equipe.

c) Elementos de projeto

Apresentado no quadrante inferior esquerdo do gráfico radial, este elemento chave possui 3 fatores críticos que são: a flexibilidade de projeto, garantia da qualidade e foco no cliente.

- **Foco no cliente**

O fator, foco no cliente, analisa se o cliente é parte da equipe de desenvolvimento do projeto ao longo da fase de projeto e construção, se permite a flexibilidade, se todas as decisões de projeto são priorizadas com base nas necessidades dos clientes e se a equipe entende às exigências dos clientes e responde apropriadamente às mudanças.

- **Garantia da qualidade**

Este quesito confirma se padrões de projeto são adotados e mantidos e também verifica o emprego de políticas que assegurem a qualidade dos requisitos de projetos e o *feedback* proveniente do canteiro de obras.

- **Flexibilidade de projeto**

Este fator verifica se há flexibilidade do projeto durante o seu desenvolvimento e na fase de construção. Também analisa se projetos anteriores são consultados e reutilizados, e

assegura que o projeto é flexível o suficiente para determinar mudanças e encorajar procedimentos de construção repetitivos e padronizados.

d) Elementos de tecnologia

Apresentado no quadrante superior esquerdo do gráfico radial, este elemento possui 5 fatores críticos que são: o apoio de tarefa, apoio à integração, compartilhamento de informação, apoio de coordenação e apoio de comunicação.

- Apoio de comunicação

Este quesito verifica se há uma interação entre todos os membros da equipe por meio eletrônico, com a troca de dados de projeto, *e-mails* e reuniões virtuais com o uso de computadores.

- Apoio de coordenação

Este quesito confirma se os dados de projeto estão disponíveis eletronicamente para todos os membros da equipe e analisa se o sistema utilizado possibilita o monitoramento, reconhecimento de conflitos, resoluções, negociações e *trade-off* entre os membros da equipe.

- Compartilhamento de informação

Este quesito procura verificar a acessibilidade das informações requeridas para o processo de desenvolvimento do projeto na forma eletrônica e seu gerenciamento por um apropriado sistema de banco de dados, aproveitando-se das vantagens tecnológicas oferecidas, além de constatar a manutenção de uma memória corporativa de informações e decisões relevantes ao projeto.

- Apoio à integração

A proposta deste fator é confirmar se todos os membros da equipe utilizam-se de um modelo integrado e compartilhado de informações, com sistemas operacionais comuns a todos e troca de dados padronizados e suportados pela organização.

- Apoio de tarefa

Este quesito avalia a utilização efetiva de ferramentas CAD – (*Computer Aided Design*), ferramentas de simulação e informações de projetos anteriores e avalia a tecnologia disponível para determinar seus efeitos nos projetos.

Além dos elementos e fatores críticos identificados, o modelo, apresenta cinco níveis de maturidade: *Ad-hoc*, *repeatable*, *characterised*, *managed* e *optimising*:

Ad-hoc: indica que as práticas da engenharia simultânea não são familiares à organização e que ela não está pronta para adotá-la. É caracterizado por procedimentos e controles mal elaborados; por equipes confusas e desorganizadas que não entendem suas atribuições, nem como operar efetivamente; pela interação informal com o cliente; pelo gerenciamento do processo de desenvolvimento de projeto que não é aplicado continuamente e por não utilizar constantemente ferramentas e tecnologias modernas.

Repeatable (Repetível): indica que métodos e práticas padronizadas são utilizados para monitorar o processo de desenvolvimento de projeto, mudanças de exigências, estimação de custo etc. Há barreiras de comunicação na equipe de desenvolvimento de projeto, a interação com o cliente é estruturada, mas só no começo do projeto. Faz-se o uso, mínimo, de computador e ferramentas baseadas em computação;

Characterised (caracterizado): neste nível o processo de desenvolvimento de projeto é bem caracterizado e razoavelmente bem entendido, melhorias organizacionais e de processos são implementadas, equipes podem competir, respeitando as diferenças individuais, a maioria dos envolvidos estão bem atentos as exigências dos clientes, mas este não é envolvido no processo, utiliza-se moderadamente a tecnologia para aumentar a eficiência do grupo.

Managed (gerencial): o processo de desenvolvimento de projeto não só é caracterizado e compreendido, mas também é quantificado, medido e razoavelmente bem controlado por ferramentas administrativas. A incerteza relativa ao resultado do processo é reduzida, o trabalho é realizado pela equipe de desenvolvimento de projeto e os conflitos são divulgados, o cliente é envolvido ao longo do processo e utiliza-se apropriadamente a tecnologia disponível e ferramentas computacionais.

Optimising (otimizado): um alto grau de controle é empregado no processo de desenvolvimento do projeto e há uma preocupação principal no melhoramento significativo e contínuo no desenvolvimento das operações, o desempenho das equipes é regularmente medido e continuamente avaliado. O cliente é parte da equipe de desenvolvimento de projeto, suas necessidades são priorizadas desde o início e em todas as decisões de projeto. É marcado

pela ótima utilização de tecnologia de grupo de trabalho desenvolvida. A organização já pratica a engenharia simultânea.

Deste modelo, também faz parte um questionário que fornece as informações a serem plotadas no gráfico radial, pela expansão em diversas perguntas para cada item dos elementos abordados. Existem cinco possíveis opções com pesos específicos, correspondendo aos cinco níveis de maturidade.

Quadro 5.2 – Pontuações das freqüências de realização das atividades.

Sempre.....	peso (4)
A maioria das vezes.....	Peso (3)
Algumas vezes.....	Peso (2)
Raramente.....	Peso (1)
Nunca.....	Peso (0)

5.3.2 Etapa 02 - Mapeamento do modelo de processo de projeto

A compreensão dos elementos constituintes do modelo de desenvolvimento de projeto é importante na medida em que as propostas de melhorias possam estar de acordo com as práticas atuais suportadas pela organização. No entanto, estes elementos podem variar em suas denominações de uma empresa para outra, necessitando uma padronização de suas nomenclaturas e escopo, principalmente das etapas e atividades.

Fatores como o estabelecimento das responsabilidades de cada participante no projeto e a descrição e ordem de execução de cada atividade são necessários para a definição de um modelo para o processo.

A percepção de cada interveniente sobre o processo contribui para uma visão global dos pontos críticos de melhoria e de conflitos entre os intervenientes.

A determinação do fluxo de informações relacionado a execução de cada atividade e a definição de responsabilidades tornam possível uma análise do fluxo de informações do processo de projeto de maneira geral.

Esta etapa foi auxiliada por um questionário genérico, com a relação das atividades de projeto (ver anexo 07), preparado com base na bibliografia específica sobre o assunto de modo a reduzir o tempo total do estudo, sofrendo críticas a medida que este era confrontado com a realidade das empresas.

5.3.3 Etapa 03 - Representação das informações em uma estrutura analítica de trabalho.

A ferramenta utilizada no auxílio a esta etapa foi a WBS - *Work Breakdown Structure* ou estrutura analítica de trabalho ou ainda estrutura de desdobramento de trabalho, (ver figura 5.3), que permite: a visualização sistêmica do projeto; uniformidade de tratamento em

qualquer nível do projeto (cada responsável por uma tarefa é um gerente); possibilidade de terceirizar tarefas ou desenvolvê-las em outros locais sem prejuízo para o gerenciamento efetivo; explicita o relacionamento das equipes e a conexão das atividades por meio das interfaces; racionaliza a documentação para cada parte do projeto e atribui um grau de sigilo conveniente apenas as tarefas necessárias.

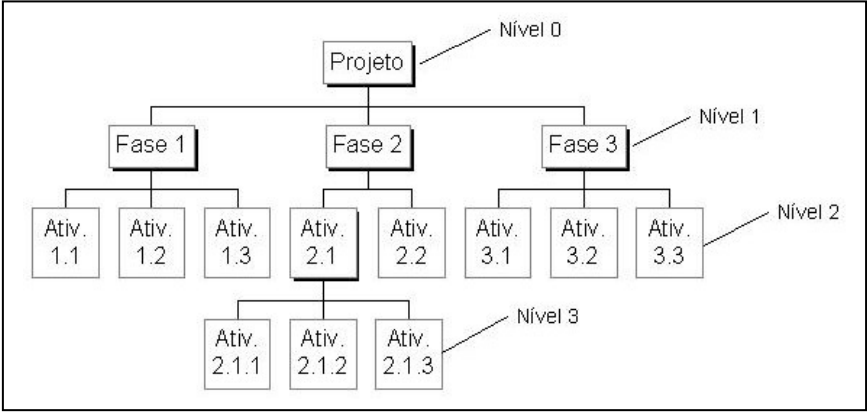


Figura 5.3 - Exemplo de *Work Breakdown Structure*

A forma de representação, mostrada no exemplo da figura 6.5, em processos complexos como é o caso do processo de projeto de edificações, onde há um grande número de atividades com dependências e interdependências, dificulta sua visualização completa. Entretanto, as mesmas informações da estrutura acima podem ser reorganizadas na forma de um quadro conforme apresentado a seguir.

Quadro 5.3 – Exemplo de *Work Breakdown Structure* na forma de quadro.

ID	Atividade	Descrição da atividade / Responsáveis	Precedência	Duração
1	Fase 1		-	6 dias
1.1	Atividade 1.1	Descrição da atividade / Responsáveis		1 dia
1.2	Atividade 1.2	Descrição da atividade / Responsáveis	1.1	2 dias
1.3	Atividade 1.3	Descrição da atividade / Responsáveis	1.2	3 dias
2	Fase 2		-	13 dias
2.1	Atividade 2.1		-	10 dias
2.1.1	Atividade 2.1.1	Descrição da atividade / Responsáveis	1.3	4 dias
2.1.2	Atividade 2.1.2	Descrição da atividade / Responsáveis	2.1.1	5 dias
2.1.3	Atividade 2.1.3	Descrição da atividade / Responsáveis	2.1.1	6 dias
2.2	Atividade 2.2	Descrição da atividade / Responsáveis	1.2	7 dias
3	Fase 3		-	9 dias
3.1	Atividade 3.1	Descrição da atividade / Responsáveis	2.1.1	2 dias
3.2	Atividade 3.2	Descrição da atividade / Responsáveis	3.1	3 dias
3.3	Atividade 3.3	Descrição da atividade / Responsáveis	3.2	4 dias

Algumas considerações são necessárias ao entendimento do quadro 5.3. Nota-se que a duração de cada fase é a soma de todas as atividades subordinadas a ela, com exceção da fase 2 que possui algumas atividades sendo realizadas em paralelo. Percebe-se, também, que a atividade 2.1 possui outras atividades subordinadas a ela, neste caso, esta atividade é considerada uma atividade sumário (*Summary Tasks*), e terá as seguintes características: permite resumir as atividades subordinadas em uma única atividade no cronograma de barras, não tem duração própria pois depende das atividades subordinadas, não permite efetuar ligações com suas atividades subordinadas, aparece na rede de precedência e podem ter recursos alocados.

5.3.4 Etapa 04 - Análise do modelo de processo de projeto utilizando a DSM.

Conforme apresentado no capítulo 4, esta ferramenta viabiliza a compreensão do fluxo de informações do processo de projeto.

Nesta etapa, é possível propor implementações ao processo com a determinação de padrões para o desenvolvimento dos projetos e um novo reordenamento das atividades, possibilitando ajustes mais sequenciais ou paralelos na execução das atividades de acordo com as restrições de dependência.

A análise fornece aos intervenientes uma visão geral do processo e possibilidades de integração das equipes na resolução de problemas que ora se apresentem impossibilitados de ajustes individuais.

5.3.5 Etapa 05 - Diagnóstico do processo.

Este modelo permite uma avaliação do fluxo de informações do processo de projeto, com base na sustentabilidade de princípios da engenharia simultânea pelas empresas construtoras do subsetor edificações multifamiliares verticais, conforme se apresenta na figura 5.4.

Salienta-se que o modelo foi sendo lapidado, a partir da proposta inicial, durante o desenvolvimento e a execução da pesquisa, com as alterações sendo realizadas para buscar a adequação entre as ferramentas utilizadas, a realidade analisada e os objetivos propostos.

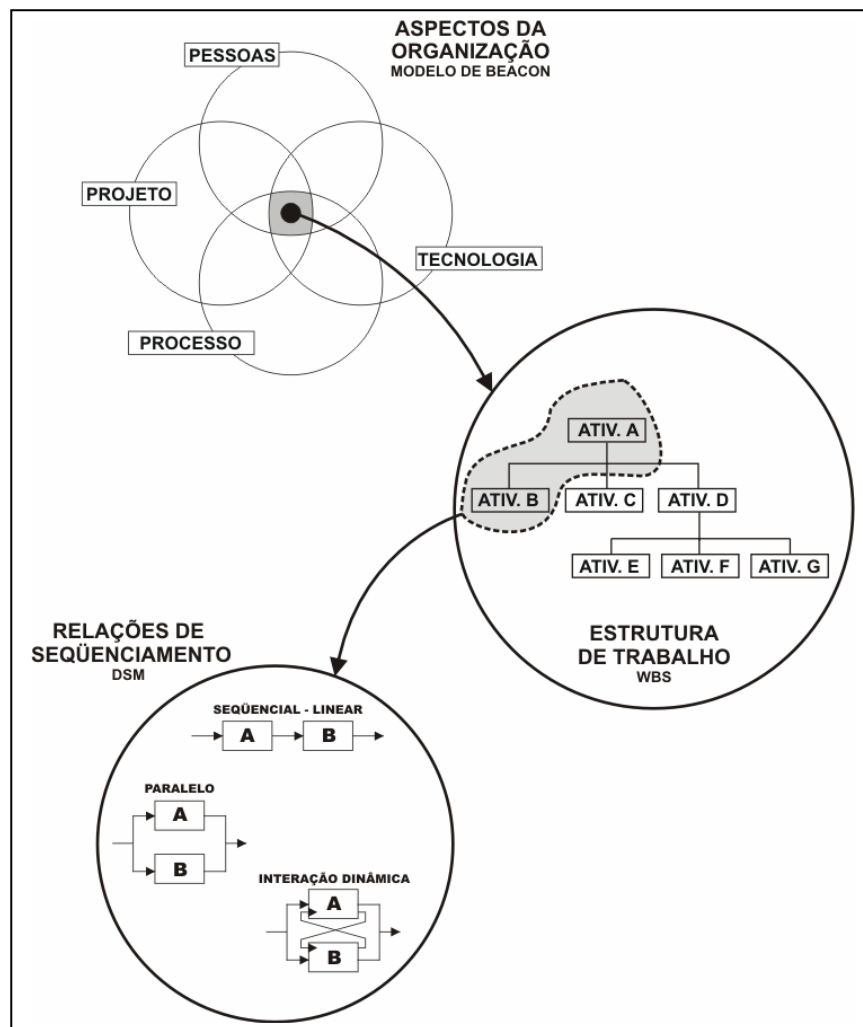


Figura 5.4 - Modelo de análise para o fluxo de informações com base na engenharia simultânea.

5.4 Considerações finais sobre o capítulo

O objetivo deste trabalho é o de desenvolver diretrizes que possam contribuir para a sistematização do fluxo de informações das empresas de construção civil do subsetor edificações multifamiliares verticais. No que diz respeito a engenharia simultânea, o Autor considera, após os estudos dos documentos bibliográficos, que a mesma é um referencial adequado para viabilizar tal objetivo, adotando seus conceitos e princípios como filosofia para a orientação dos recursos e atividades de projeto.

O modelo de BEACON – *Benchmarking and Readiness Assessment for Concurrent Engineering in Construction* descrito no artigo *An Investigation of Readiness of Construction Industry for Concurrent Engineering* por Khalfan et al. na Loughborough University, UK.(Khalfan et al., 199?) foi utilizado para se obter uma visão do processo mais ampla, possibilitando uma maior compreensão sobre a maturidade atual da empresa para a implantação da engenharia simultânea, analisados em seus quatro aspectos que são: pessoas, processo, tecnologia e projeto.

A WBS – *Work Breakdown Structure* ou estrutura analítica de trabalho, descrita no livro *Gerência de projetos / Engenharia Simultânea* de Casarotto Filho (1999), auxiliou a estruturação das atividades funcionais tornando possível a explosão em níveis até o grau de detalhamento necessário.

Já a ferramenta computacional, DSM@MIT, proposta na dissertação de mestrado *An Integrated Method for Managing Complex Engineering Projects Using the Design Structure Matrix and Advanced Simulation*, por Soo-haeng Cho e Steven D. Eppinger, no MIT – *Massachusetts Institute of Technology*, em junho de 2001 (CHO, 2001), colaborou para a análise do fluxo de informações entre atividades específicas da fase de projetos.

Reconhece-se que as ferramentas apresentadas não são realmente originais, sendo elas já testadas e utilizadas exaustivamente inclusive em outras indústrias, também, podem estar representadas aqui de modo um tanto simplista. Mas a maneira como as várias partes estão integradas no todo é mais importante do que as próprias partes. Neste sentido, a utilização de uma ferramenta pode complementar aspectos limitados ou não abordados em outra, colaborando, assim, para a interdependência dos dados, possibilitando expandir o horizonte das análises para aspectos gerais de uma organização ou específicos de uma atividade, dando o entendimento útil das várias partes complementares, sem, no entanto, perder a visão do todo.

Neste capítulo foi apresentado o método de análise o qual será empregado junto as construtoras e escritórios de projeto pertencentes aos estudos de caso. Algumas ferramentas como o modelo de BEACON, a WBS e a DSM fazem parte do plano de ação para a análise do fluxo de informações destas empresas.

O próximo capítulo apresentará uma breve caracterização das empresas construtoras e escritórios de projeto e em seguida à interpretação e análise dos conteúdos coletados pela pesquisa com base no modelo de análise proposto.

CAPITULO 6

6. ESTUDOS DE CASO

Neste capítulo, serão apresentados os dados coletados durante a pesquisa nas empresas construtora e escritórios de projeto e realizar-se-á uma análise mediante os conceitos teóricos apresentados nos capítulos 2 e 3 e os fatos observados *in loco*, construindo, assim, a crítica que determinará a consistência da pesquisa e das informações aqui expostas.

6.1 Caracterização geral das empresas e escritórios dos estudos de caso

O universo da pesquisa compreendeu as empresas de construção civil do subsetor edificações multifamiliares verticais, no Estado do Pará. A estrutura da amostra incluiu, também, os projetistas de arquitetura, estrutura e instalações hidrosanitárias e elétricas. Estes foram investigados para refletir os diferentes grupos de interesse entre as empresas e escritórios de projeto. Para evitar a falta de clareza inerente à variedade de sentidos das mesmas palavras, os vocábulos *empresa* e *escritório* terão acepções bem definidas. Com efeito, a palavra *empresa* se referirá a construtora e incorporadora responsável pela execução e lançamento dos empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais, ora denominada contratante, já o vocábulo *escritório* será entendido como a firma de uma ou mais especialidades de projeto responsável pelo desenvolvimento dos planos e projetos destes empreendimentos, aqui denominada contratada.

Quanto a classificação das empresas, adotou-se a tabela fornecida pelo SEBRAE/PA que fornece uma distribuição em micro, pequeno, médio e grande porte, de acordo com o número de empregados.

Quadro 6.1- Classificação das empresas quanto o número de empregados.

Porte da empresa	Número de empregados
Micro	0 – 19
Pequena	20 – 99
Média	100 – 499
grande	Acima de 499

Fonte: Sebrae (classificação utilizada pela área de Pesquisas do Sebrae)

- **Empresas construtoras**

A empresa A é sediada em Belém, tendo sido fundada em 1970, é uma empresa familiar de pequeno porte caracterizada por construir um único empreendimento por vez. Possui atualmente 21 funcionários e é especializada em construções de edificações residenciais multifamiliares. Apresenta uma estrutura organizacional reduzida, ocupando o genitor e seus dois filhos as funções de diretorias administrativa/financeira, vendas e

marketing e técnica, respectivamente. Há pouco mais de um ano obteve a certificação da qualidade ISO 9002, sendo a primeira empresa de construção civil do subsector edificações de Belém a alcançar tal meta.

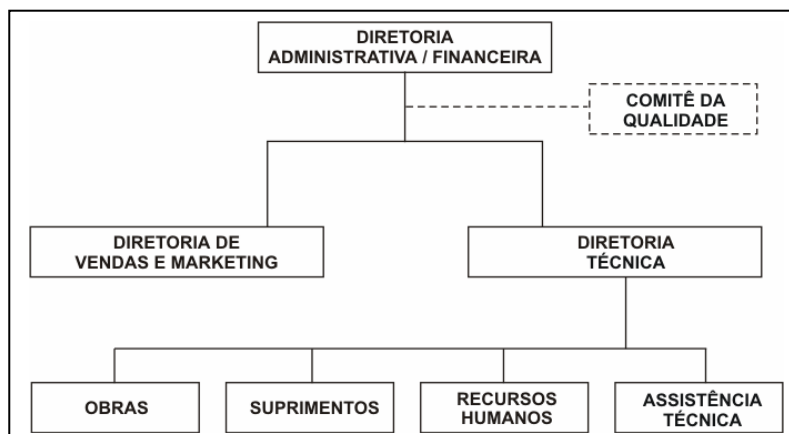


Figura 6.1 - Organograma da empresa A.

A empresa B, por sua vez, foi fundada em Belém em 1976, é uma empresa de médio porte, com uma estrutura organizacional mais complexa, com quadros de assessoria. Há alguns anos participava de construção civil pesada, porém, atualmente, desenvolve apenas obras imobiliárias residenciais. Possui em seu quadro funcional, 240 funcionários, participa do PBQPH – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação e possui 6 obras em andamento, todas residenciais.

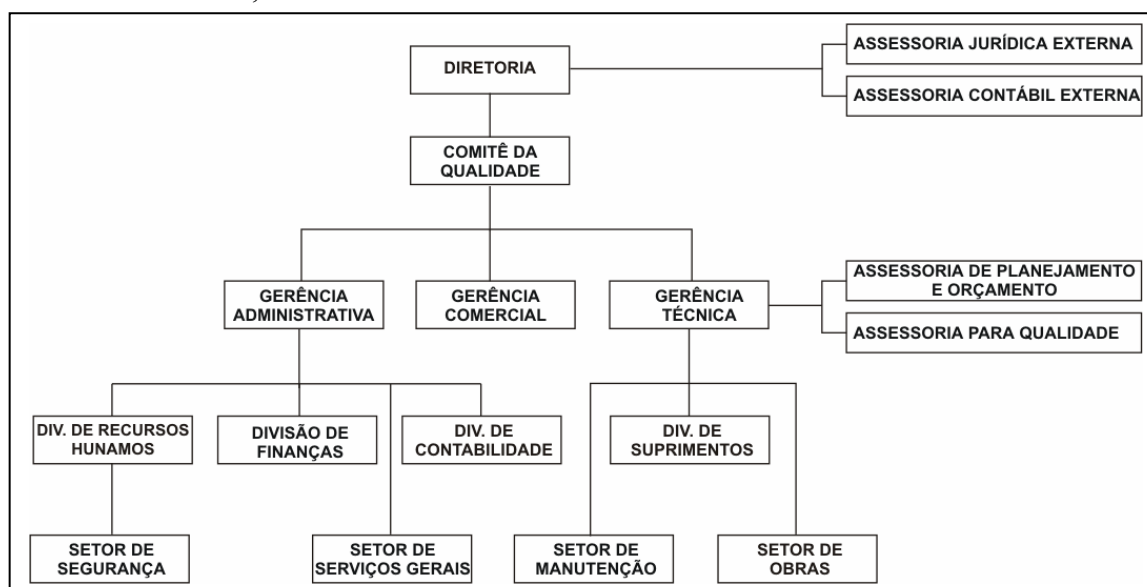


Figura 6.2 – Organograma da empresa B.

A empresa C atua no mercado de construção civil desde de 1992 com especialidade em obras residenciais e comerciais, caracteriza-se por ser uma empresa de pequeno porte com 97 funcionários em seu quadro atual. Quatro empreendimentos estão em andamento, sendo dois, edificações multifamiliares e dois, de salas de escritórios direcionados a um público de classe A e B; também participa do PBQPH. Possui, dentro da diretoria técnica dos departamentos distintos em suas atividades, um especializado em obras de construção civil e

outro na construção de canalização, prestando serviços às companhias telefônicas locais, porém, até a realização da entrevista tal setor da empresa estava inativo.

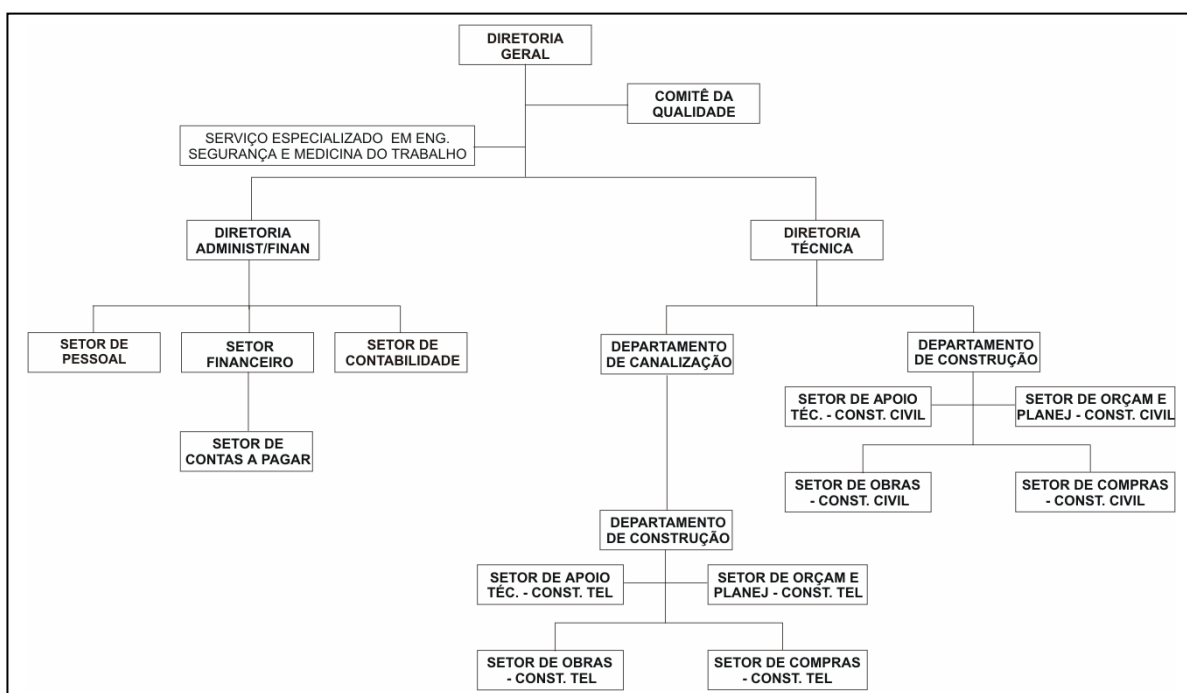


Figura 6.3 – Organograma da empresa C.

• Escritórios de projeto

O estudo envolveu 3 (três) escritórios de arquitetura, 3 (três) escritórios de projetos estruturais, 3 (três) escritórios de projetos elétricos e 1 (um) escritório de projetos hidrosanitários. Neste último, justifica-se o número reduzido, pelo fato desta firma ser em Belém um escritório tradicional e que coincidentemente atua junto as três empresas dos estudos de caso escolhidas ao acaso e mais outras quatro empresas construtora de médio porte na cidade.

Procurou-se caracterizar os escritórios de projeto quanto aos seguintes aspectos: dados gerais sobre o escritório, a existência de contratos de serviço, responsabilidade quanto a aprovação e finalização dos serviços, realização de atividades de acompanhamento da obra, realização de compatibilização e coordenação dos projetos, frequência de reuniões entre os intervenientes e principais problemas com relação a troca de informações.

As informações a seguir estão organizadas da seguinte maneira, aqueles escritórios que prestam serviços para a empresa identificada acima como “A” terão sua nomenclatura reconhecida com a mesma letra. Assim, tem-se que os escritórios abaixo assinalados com a letra “A” pertencem ou prestam seus serviços à empresa construtora “A”.

Os escritórios de projetos arquitetônicos.

Todos os escritórios de arquitetura dos estudos de caso (ver quadro 6.2) participam de programas da qualidade para obtenção da certificação ISO 9002. São escritórios

informatizados e utilizam ferramentas CAD para auxílio ao desenvolvimento das representações gráficas de projeto e a *internet* para a troca de informações. Atuam em diversos nichos de mercado, o que pode dificultar a elaboração de estratégias competitivas para os escritórios no futuro. Demonstraram um bom conhecimento do processo de projeto, entretanto, realizam muitas atividades de modo informal, baseadas em experiências pessoais. O convite feito pela construtora para os projetistas de arquitetura se dá antes da compra do terreno, sendo o arquiteto quem determina a tipologia do empreendimento, as estimativas financeiras iniciais e outras informações técnicas de viabilidade do empreendimento.

Quadro 6.2 - Características dos escritórios de arquitetura estudados.

Escritório	Tempo de atuação no mercado	Área de atuação no mercado	Número de funcionários
Arq. A	34 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, hospitalares e industriais *.	14
Arq. B	16 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais incluindo interiores.	7
Arq. C	29 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, hospitalares e industriais *.	7

* os escritórios A e C também desenvolvem projetos urbanísticos

Quanto ao contrato, aprovação e entrega dos projetos.

Nenhum escritório realiza contratos com as construtoras, apenas acordos ou propostas de serviço, na maioria das vezes em decorrência do relacionamento informal que possuem com os diretores ou gerentes das empresas construtoras. A aprovação dos projetos junto aos órgãos competentes é realizada pela construtora, salvo o escritório “Arq. A” que aprova seus próprios projetos. Quanto ao momento de finalização dos serviços, os escritórios “Arq. A” e “Arq. C” o fazem na entrega das chaves aos clientes e o escritório “Arq. B” na conclusão da obra.

Quanto ao acompanhamento da obra.

O acompanhamento da obra é realizado pelos escritórios “Arq. A” e “Arq. C” e dependendo da etapa em que se encontra a execução do empreendimento estas visitas podem passar de mensais a semanais, porém, tais visitas não são determinadas em contrato e nem são remuneradas.

Quanto à compatibilização e coordenação dos projetos.

As compatibilizações dos projetos arquitetônicos são realizadas por todos os escritórios com as demais disciplinas de projeto. Porém, o escritório “Arq. B” realiza a compatibilização apenas com o hidráulico e o estrutural, informando que a coordenação é realizada pela própria empresa construtora. A coordenação dos projetos é realizada pelos escritórios “Arq. A” e “Arq. C” junto com a construtora, contudo, é um serviço sem remuneração específica. Quanto as alterações no projeto, todos os escritórios afirmaram que ocorrem ao longo da construção do empreendimento, inclusive pelos clientes, entretanto, são em número reduzido.

Quanto às reuniões entre os intervenientes.

Quanto as reuniões com a empresa construtora e demais projetistas, o arquiteto do escritório “Arq. A” declarou falta de tempo e dificuldades em reunir todos os agentes envolvidos em um dia específico; o escritório “Arq. B” realiza entre duas ou três reuniões gerais com todos os projetistas, depois as reuniões tornam-se esporádicas envolvendo no máximo duas disciplinas de projeto, o escritório “Arq. C” declarou não acontecer reuniões com todos os projetistas ao mesmo tempo. As informações geradas nestas reuniões são registradas pela empresa construtora para o escritório “Arq. A” e repassadas via fax, porém, na maioria das vezes, fica apenas na palavra; o escritório “Arq. B” declarou o uso de uma ata de reunião realizada pela construtora; o escritório “Arq. C” informou que reuniões com agenda marcada são documentadas e há um roteiro de discussão.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações.

O escritório “Arq. A” informou que muitos custos do empreendimento poderiam ser evitados se todas as obras fossem dotadas de projetos detalhados e bem resolvidos, também declarou que não basta melhorar os projetos, há, também, problemas na execução e principalmente na fiscalização das obras para assegurar que o que foi projetado e especificado será construído. O escritório concluiu que um nível de qualidade desejável para o projeto seria alcançado se todos os projetistas caminhassem juntos e tivessem metas conjuntas a serem alcançadas; enquanto isso não ocorre, é necessário que o arquiteto, comprometido com a qualidade do empreendimento, faça a coordenação dos projetos e o acompanhamento da obra, mesmo que sem remuneração específica. O escritório “Arq. B” enfatiza as melhorias alcançadas com o programa de qualidade e identifica entre os maiores problemas, a falta de um centro de disseminação das informações; pois é comum a alteração de projetos sem aviso prévio aos projetistas envolvidos, criando divergências no próprio projeto. O escritório “Arq. C” identifica como um grande problema a desorganização dos projetistas de estruturas, hidrosanitário e elétrico

quanto ao cumprimento de prazos, inexistência de arquivos para a guarda dos projetos e desenvolvimento de trabalhos com informações antigas ou já descartadas, identificando que poucos são aqueles que atualmente estão participando de programas de qualidade.

Os escritórios de projetos estruturais

Apenas o escritório “Est. A” participa de um programa da qualidade para a obtenção da ISO 9002 em função das exigências do mercado. Todos os escritórios de projetos estruturais investigados (ver quadro 6.3) desenvolvem seus trabalhos com *softwares* específicos para o cálculo estrutural e utilizam a *internet* para a troca de arquivos. O escritório “Est. B”, com maior tempo no mercado, revelou ser o uso da informática um dos motivos da redução do número de funcionários na firma, bem como, da redução do espaço físico; anteriormente, há 10-15 anos, o escritório possuía cerca de 15 funcionários, maior parte desenhistas. O convite para o escritório participar do empreendimento, não é diferente para os escritórios visitados, ocorrendo após a entrega pelo arquiteto, do projeto de arquitetura em nível de anteprojeto e, em alguns casos, projeto executivo.

Quadro 6.3 - Características dos escritórios de projetos de estruturas estudados.

Escritório	Tempo de atuação no mercado	Área de atuação no mercado	Número de funcionários
Est. A	15 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais.	05
Est. B	35 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, industriais e pontes.	03
Est. C	22 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais, incluindo fundações.	01

Quanto ao contrato, aprovação e entrega dos projetos.

Os escritórios “Est. A” e “Est. B” realizam propostas de serviço, o escritório “Est. C” não faz acordos de serviços, por ter um vínculo de amizade com o proprietário da empresa construtora há algum tempo. Percebe-se que não há a prática de contratos. A aprovação dos projetos é realizada pela empresa construtora que, também, se responsabiliza pelo pagamento da ART do profissional de projeto no CREA. Quanto ao momento de finalização dos serviços, há divergências entre os projetistas, o escritório “Est. A” o faz na entrega da obra para o cliente final, o escritório “Est. B” na entrega dos projetos executivos e o escritório “Est. C” na conclusão da estrutura da edificação.

Quanto ao acompanhamento da obra.

Os escritórios “Est. A” e “Est. C” realizam o acompanhamento nas obras, no entanto, não há nada que especifique tal procedimento por escrito, este serviço quase sempre não é remunerado; o escritório “Est. B” apenas o faz quando requisitado pela empresa construtora.

Quanto à compatibilização e coordenação dos projetos.

A coordenação não é realizada por nenhum dos projetistas pesquisados e a compatibilização não é realizada nos escritórios “Est. B” e “Est. C”, uma vez que utilizam o projeto arquitetônico para o lançamento do estrutural, consideram que tal prática nunca originou problemas; o escritório “Est. A” o faz, apenas com o projeto arquitetônico e o de fundações. Como os trabalhos são realizados em uma sequência pouco flexível, aqueles projetos que teoricamente viriam após o estrutural (elétrico e hidrosanitário) são os que se responsabilizam pelas alterações e ou adaptações destes com os demais (arquitetônico e estrutural), ou seja, os projetistas do elétrico e hidrosanitário dificilmente conseguem justificar alterações no projeto arquitetônico e no estrutural. As alterações no projeto são pouco frequentes em todos os escritórios, mesmo durante a obra, porém, tal afirmação torna-se obscura, ao afirmar o escritório “Est. A” que muitas alterações realizadas em obra não são comunicadas aos projetistas e na maioria das vezes nem para a própria empresa construtora.

Quanto às reuniões entre os intervenientes.

As reuniões com a empresa construtora e demais projetistas são consideradas importantes, porém, são raros os momentos em que se reúnem todos os projetistas e empresa construtora. O escritório “Est. A” citou a existência de uma primeira reunião de apresentação de todos os projetistas pela empresa construtora, entretanto, o mais comum é a reunião com o arquiteto. Os escritórios “Est. B” e “Est. C” tratam diretamente com a empresa e com o arquiteto, ficando a construtora responsável pelo repasse das informações para os demais projetistas. As informações geradas nestas reuniões ficam normalmente com a empresa construtora, não havendo um repasse por escrito aos projetistas, excluindo-se o escritório “Est. B” que lembra a prática pela empresa construtora de uma ata. Nos demais escritórios, as anotações são realizadas no próprio rascunho do projeto, para não ocorrer esquecimentos. O escritório “Est. A” identificou que tais reuniões e sua frequência dependem muito do tipo de projeto, a exemplo cita projetos de galpões onde existe muita indecisão por parte do arquiteto, neste caso, há um maior número de encontros.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações, o escritório “Est. A” identificou que antes da ISO 9002, obtida pela construtora, eram comuns as alterações no projeto em obra sem comunicação prévia ao escritório e dificuldade em identificar versões atuais dos outros projetos, entretanto, ainda existem alterações de cotas sem alterações do desenho, falta de um protocolo de alterações realizadas nos outros projetos para que o estrutural se adapte. O escritório “Est. B” identifica que o ônus das alterações do projeto fica com os projetistas e considera os investimentos para manter um escritório de projetos estruturais elevados e o retorno pequeno, pois os projetistas necessitam de atualizações constantes em conhecimento técnico de novas tecnologias, *softwares* e *hardwares*. O escritório “Est. C” identifica que é comum o início das obras com os projetos arquitetônico e estrutural definidos, porém, com elétrico e hidrosanitário ainda por fazer e que alterações do projeto arquitetônico em pontos avançados de desenvolvimento dos projetos, em alguns casos, pode gerar um novo projeto estrutural e assim retrabalhos e novos custos.

Os escritórios de projetos de instalações elétricas.

Os escritórios de projetos elétricos pesquisados (ver quadro 6.4) não participam de nenhum programa da qualidade, entretanto, o escritório “El. A” adota alguns conceitos estabelecidos pela construtora já certificada. Todos os escritórios estão informatizados e desenvolvem seus trabalhos no computador, utilizando-se da *internet* para a troca de arquivos. O convite do escritório para a realização dos projetos ocorre após o desenvolvimento dos projetos arquitetônico e estrutural ao nível de anteprojeto ou até mesmo executivo. É comum o projetista desenvolver outras atividades remuneradas e muitos funcionários não trabalham no escritório, reunindo-se apenas no momento em que surgem os serviços.

Quadro 6.4 - Características dos escritórios de projetos de instalações elétricas estudados.

Escritório	Tempo de atuação no mercado	Área de atuação no mercado	Número de funcionários
El. A	17 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, hospitalares e industriais.	05
El. B	4,5 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais.	06
El. C	21 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais e industriais.	01

Quanto ao contrato, aprovação e entrega dos projetos.

Todos realizam contratos de serviços com suas empresas e são unânimes quanto ao momento de finalização dos serviços. Para os três escritórios, o término do contrato é efetivado no momento em que se faz o pedido de ligação na concessionária, na conclusão da obra. Todos são responsáveis pelas aprovações de seus projetos na concessionária de energia elétrica.

Quanto ao acompanhamento da obra.

Todos realizam visitas técnicas na obra, o escritório “El. A” realiza visitas a obra apenas quando solicitado e não há cláusulas especificadas em contrato para tais visitas, já os escritórios “El. B” e “El. C” são responsáveis, também, pela execução do projeto elétrico nos empreendimentos das empresas.

Quanto à compatibilização e coordenação dos projetos.

Nenhum deles realiza a atividade de coordenação dos projetos, porém, realizam a compatibilização de seus projetos com os demais. Nesta etapa, não há alterações frequentes no projeto, o mesmo ocorre durante a execução do empreendimento, as mudanças quando surgem, geralmente, são em função de adiamento de decisões por parte da construtora.

Quanto às reuniões entre os intervenientes.

As reuniões com a empresa construtora e os demais projetistas variam de empresa para empresa. Os escritórios “El. A” e “El. C” participam de algo em torno de 3 (três) reuniões por empreendimento, o restante dos encontros são esporádicos com outros projetistas em particular, porém, os registros das informações discutidas ficam, apenas, com a empresa construtora. No Escritório “El. B”, além de reuniões junto a empresa, também, são realizados encontros na obra com o gerente, engenheiro residente e mestre de obras, as reuniões na empresa são documentadas em uma ata e as informações são repassadas ao projetista.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações entre os intervenientes, os escritórios “El. A” e “El. B” consideram-se satisfeitos com as informações recebidas, já o escritório “El. C” identificou problemas como: informações incompletas e reuniões demoradas.

Os escritórios de projetos de instalações hidrosanitárias

O escritório de projeto hidrosanitário pesquisado (ver quadro 6.5) não participa de nenhum programa da qualidade, parte dos trabalhos são realizados na prancheta e depois repassados para o computador, utiliza-se a *internet* para a troca de arquivos, entretanto, há dificuldades devido ao tamanho dos arquivos. O convite do escritório para a realização dos projetos ocorre após o desenvolvimento dos projetos arquitetônico e estrutural em nível de anteprojeto, em alguns casos, o projeto arquitetônico já está concluído e o empreendimento lançado. Os funcionários possuem outras atividades, além do trabalho no escritório.

Quadro 6.5 - Características do escritório de projeto de instalações hidrosanitárias estudados.

Escritório	Tempo de atuação no mercado	Área de atuação no mercado	Número de funcionários
Hid. A	21 anos	Edificações residenciais multifamiliares, comerciais, hospitalares e industriais.	6

Quanto ao contrato, aprovação e entrega dos projetos.

Há um acordo entre o escritório e a empresa construtora. A finalização dos serviços junto a construtora se procede após a entrega e aprovação dos projetos.

Quanto ao acompanhamento da obra.

A visita técnica na obra é realizada apenas quando solicitada e não há cláusulas especificadas em contrato para tais visitas.

Quanto à compatibilização e coordenação dos projetos.

O escritório não realiza a atividade de coordenação dos projetos, nem a compatibilização de seus projetos com os demais. Nesta etapa de desenvolvimento não há alterações frequentes no projeto, o mesmo ocorre durante a execução do empreendimento com poucas mudanças. Segundo explicações do projetista, a realização dos projetos hidrosanitário e elétrico é adaptada aos projetos arquitetônicos e estruturais, de modo que, não se imagina que tais projetos complementares possam vir a alterar um projeto arquitetônico, por exemplo.

Quanto às reuniões entre os intervenientes.

As reuniões são realizadas, quase exclusivamente, com o arquiteto, não havendo contato direto com a empresa construtora e demais projetistas.

Quanto aos principais problemas com relação a troca de informações.

O projetista percebe que deveria iniciar sua participação no projeto em etapas mais iniciais de desenvolvimento, considera que há muitas incompatibilidades em obra por parte do projeto hidrosanitário, estrutural e elétrico principalmente, porém, acredita que esta iniciativa deva partir da empresa construtora ou do arquiteto.

6.2 Avaliação das empresas quanto a disponibilidade de implantação da engenharia simultânea.

O presente trabalho, caracterizado pela busca de uma sistematização para o fluxo de informações do processo de projeto, está fundamentado dentro da filosofia de produção, apresentada por Koskela (1992). Também foi observado que grande parte dos princípios defendidos por essa filosofia pode ser realizado por intermédio da engenharia simultânea que introduz o desenvolvimento simultâneo das diversas atividades de projeto. Dentre os vários aspectos já observados, identificou-se a engenharia simultânea como um referencial importante para o aumento da eficiência produtiva e gerencial do processo de projeto, tal como vem ocorrendo em outras indústrias, como a manufatureira e a de *software*, desde que, sua prática seja devidamente relativizada.

Contudo, para que se possa planejar mudanças em um nível organizacional, tal como é requerido pela E.S., as empresas necessitam de alguns requisitos mínimos para que a sua implementação seja efetivada sem prejuízo à organização. Assim, é necessário, em uma primeira instância, avaliar o nível de maturidade das empresas construtoras dos estudos de caso na adoção de conceitos e princípios de E.S., de modo que a proposição de diretrizes à sistematização do fluxo de informações considere a situação atual das empresas no cumprimento eficiente destas recomendações.

A avaliação da situação atual das empresas e a identificação dos riscos envolvidos para a efetivação da E.S. na companhia assegurará que todos os setores da empresa poderão: alcançar um nível aceitável de maturidade para a implementação mais eficiente e eficaz da engenharia simultânea na indústria da construção, capacitar a indústria para avaliar e comparar seus processos de projeto, propiciar o desenvolvimento de ferramentas mais apropriadas para implementação da engenharia simultânea dentro da indústria, capacitar a indústria para identificar áreas que requerem melhorias ou mudanças e habilitá-la para perceber a necessidade de implementação da engenharia simultânea visando estabelecer melhorias no processo de projeto como um todo.

Observa-se que a prática da E.S. pelas empresas também esta condicionada a fatores como a disposição da alta gerência para a sua implementação, flexibilidade e fluidez no

desenvolvimento dos processos. Esta ação pode ser determinada ou iniciada, geralmente quando ocorre um ímpeto de mudança estabelecido na empresa, identificado por três formas diferentes: pela educação ou visão do empreendedor, pela solicitação ou exigências dos clientes ou por uma crise econômica no setor, sendo que as duas primeiras são menos ofensivas à empresa.

Para avaliar o nível de maturidade das empresas, utilizou-se o modelo de BEACON (*BEACON Model*) como ferramenta de investigação nas empresas. Esta ferramenta possibilita verificar a disposição da empresa em áreas específicas, identificando aquelas que necessitam de atenção e melhoramentos, auxiliando a empresa construtora na visualização do desempenho atual e a descoberta de pontos que precisam ser reparados por ações corretivas planejadas. Este modelo foi desenvolvido especificamente para a análise das empresas do setor da construção civil, de modo que as especificidades serão reconhecidas e consideradas.

6.3 Resultados dos estudos de casos

As porcentagens para cada fator foram calculadas analisando-se o conjunto de respostas fornecidas pela empresa em questão, por exemplo: o elemento processo possui um fator conhecido como gerenciamento de sistemas onde foi calculado, no caso específico da empresa “B” uma taxa percentual de 25% conforme figura 6.5. Observando o questionário do modelo de BEACON (anexo 06), percebe-se que o fator gerenciamento de sistemas possui 13 perguntas chaves que se respondidas em sua totalidade com peso (4), alcançaria a marca de 100 pontos percentuais ou 52 pontos, entretanto a soma dos pesos, pelas respostas obtidas, rendeu-lhe 13 pontos, o equivalente a uma taxa percentual de 25% do total. Este procedimento foi adotado e realizado para todos os fatores do gráfico radial.

Após a realização destes cálculos, os dados foram plotados e relacionados aos níveis de maturidade que partem do eixo central para as extremidades do círculo em uma escala crescente de maturidade.

Nota-se, que para uma empresa estar apta a desenvolver processos com base na engenharia simultânea, deve-se levar em consideração a busca por um nivelamento de todos os elementos em escalas de maturidade *managed*/gerencial e/ou *optimising*/otimizado.

O questionário do modelo de BEACON, aplicado junto a diretora técnica da construtora A, ao assessor de planejamento da empresa B, e a engenheira civil representante da administração no programa da qualidade da empresa C, gerou como resultado os gráficos radiais apresentados a seguir.

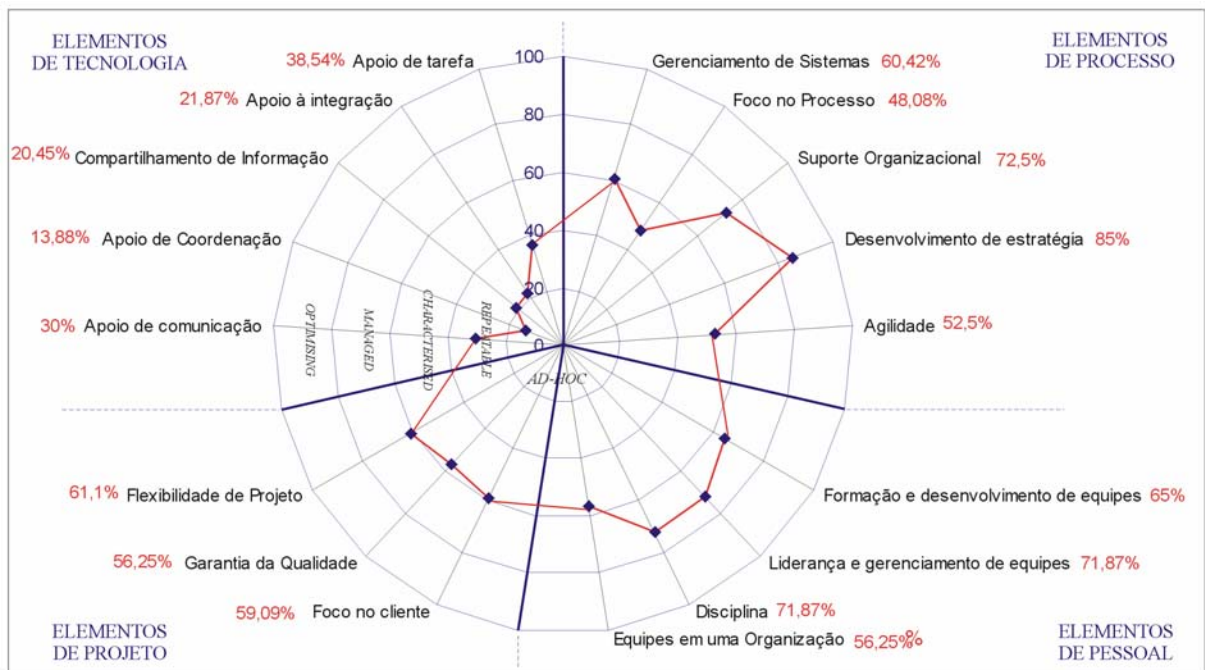


Figura 6.4 - Resultado do modelo BEACON da empresa construtora A.

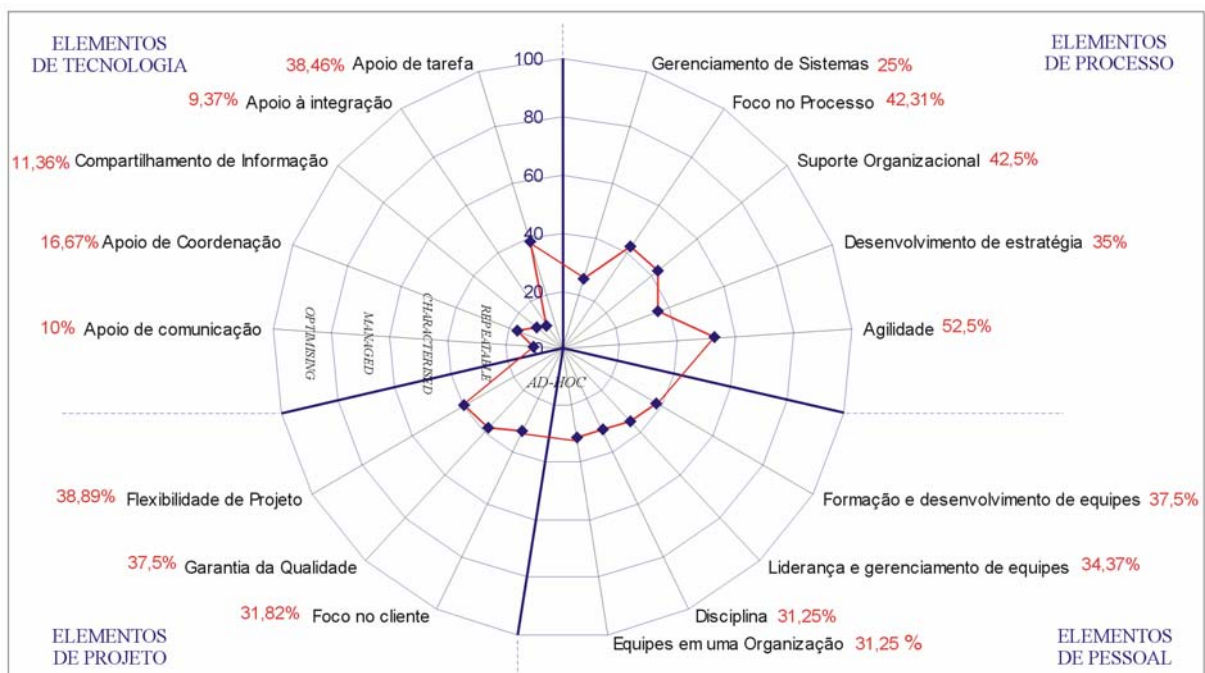


Figura 6.5 - Resultado do modelo BEACON da empresa construtora B.

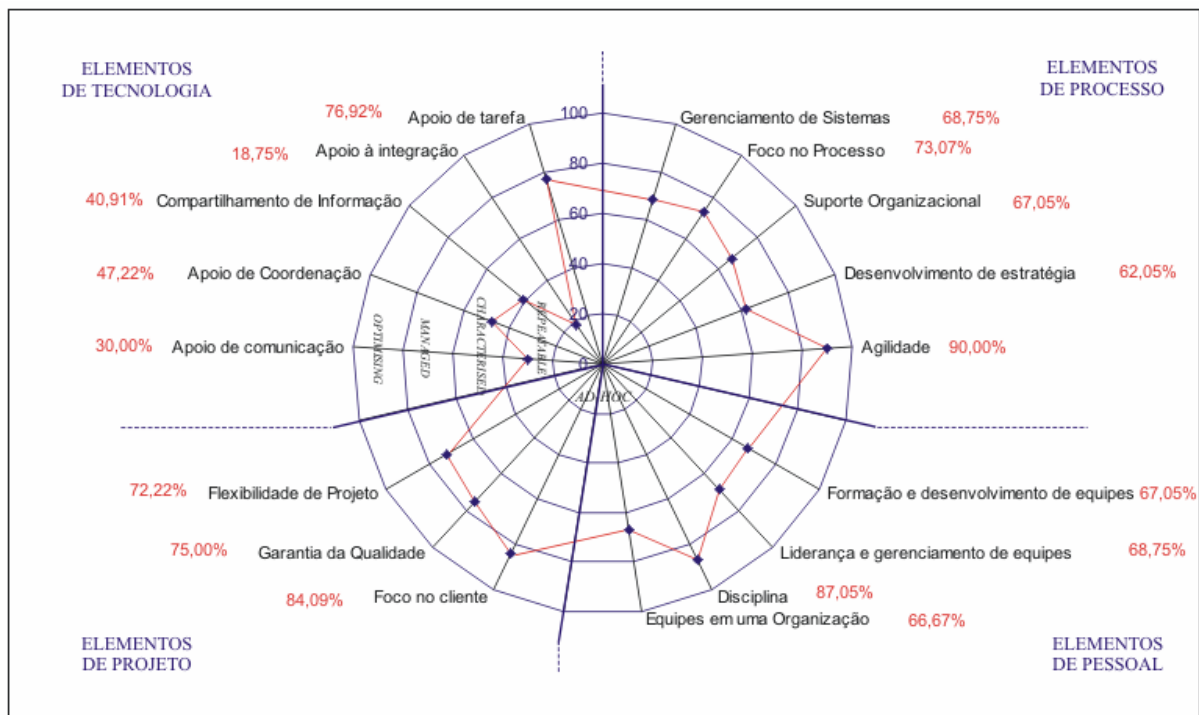


Figura 6.6 - Resultado do modelo BEACON da empresa construtora C.

As empresas construtoras “A” e “B” classificaram os elementos do gráfico segundo seu grau de importância, atribuindo para os elementos do processo sua principal preocupação, em seguida para os elementos de pessoal, projeto e tecnologia, respectivamente. A empresa “C” classificou o elemento projeto como o mais importante para a empresa, em seguida processo, pessoal e tecnologia, respectivamente. Percebeu-se, nas três empresas, uma coerência entre o que as empresas focalizam como elementos chaves para a organização com o que elas tem de melhor ou mais bem desenvolvido. Assim, de acordo com os dados acima apresentados, nos gráficos radiais, os itens relacionados ao processo para a empresa “A” e “B” apresentam os melhores resultados, adequando-se ao nível de maturidade *characterised* na construtora “B”, e até mesmo, atingindo o nível *optimising* na “A”, enquanto o elemento projeto para a empresa “C” é o melhor, enquadrando-se no nível de maturidade *managed*. As três empresas têm o pior desempenho nos elementos de tecnologia, considerado por elas como o de menor importância, não formalizando condições para a implantação da engenharia simultânea neste setor.

De modo geral, os dados apresentados mostram que há ainda um longo caminho a percorrer antes da implantação da engenharia simultânea na empresa B. Melhorias significantes precisam ser implementadas em todos os aspectos abordados.

Já a construtora A, apresenta resultados satisfatórios em alguns elementos como processo e pessoal. Pelo gráfico, nota-se uma necessidade em melhorar os elementos de tecnologia para que a organização possa crescer uniformemente. Segundo a diretoria técnica, bons resultados foram obtidos porque a empresa apresenta poucos funcionários (21 pessoas), o que os capacita a desenvolver mais de uma responsabilidade para suprir todas as necessidades da organização, e por produzir somente um empreendimento por vez, o que facilita o controle e o monitoramento de processos, além do fato desta já possuir certificação de qualidade ISO 9002 e estar implantando uma melhoria contínua para a obtenção da ISO 9000/2000.

A empresa “C” é a mais bem adaptada para dar início a engenharia simultânea, com muitos fatores alcançando o nível *managed*. Apesar de ainda não possuir a certificação ISO 9002, percebeu-se um comprometimento da empresa com a capacitação de seus funcionários, buscando sempre que necessário cursos e treinamentos para o corpo técnico, gerentes e operários, incentiva-se o trabalho em equipe e a integração entre o pessoal da empresa, o que possibilitou um ganho percentual nos níveis de maturidade dos elementos de processo e pessoal, entretanto, como as outras empresas o elemento de tecnologia não é utilizado, ou utiliza-se minimamente.

Os dados apresentados podem auxiliar as empresas a promoverem uma base para a implantação de uma equipe de engenharia simultânea, os elementos com baixos resultados no modelo de BEACON podem ser alvos de ações planejadas, priorizando aspectos que, de alguma forma, são de interesse estratégico para a empresa construtora. Também é possível identificar algumas características comuns entre as empresas, pela análise de cada elemento do modelo, e que são reconhecidos como obstáculos à implementação da E.S. e os quais precisam ser melhorados em atendimento a eficiência dos planos de projeto.

Quanto ao elemento de processo.

O planejamento e controle do processo de projeto pela empresa construtora ainda é pouco consistente, incentivadas pela ausência de uma documentação do processo e talvez apoiada no fato de que estas ações não estão contempladas na série ISO 9002/1994. Não foi percebido, igualmente, uma sistemática de compatibilizações entre os projetos nas diversas etapas do processo e a realização das atividades não segue um planejamento ou uma programação prévia. Outrossim, percebeu-se que as responsabilidades de trabalho estabelecidas em acordos contratuais são inconsistentes.

Quanto ao elemento de pessoal.

A formação de equipes multidisciplinares é um fator chave à implantação da engenharia simultânea e sua constituição deve ser priorizada nas organizações com a participação de todos os agentes envolvidos no projeto: empresa construtora, fornecedores, consultores e projetistas parceiros.

O desenvolvimento dos trabalhos, nesta fase, se caracteriza por ora os projetistas, trabalharem juntos, ora separados com atividades independentes. Este tipo de relacionamento gera a necessidade de uma comunicação efetiva para que todos os detalhes das iniciativas individuais sejam repassados a coletividade. Entretanto, não se percebeu um compromisso organizacional de fomento a equipes multidisciplinares de projeto, conforme a análise do critério *equipes em uma organização*, apresentando-se com os menores índices pelas três empresas.

Quanto ao elemento de projeto.

Os requisitos dos clientes não são priorizados e ainda não estão integrados as soluções determinadas no processo desenvolvimento dos projetos, não há ferramentas que auxiliem na busca e captura destes requisitos de modo coordenado, o cliente ainda não é parte da equipe. A padronização dos procedimentos internos de trabalho ainda é insipiente e não há uma cultura à elaboração dos projetos para produção, o que aproximaria a fase de projetos da fase de execução, também não há a retroalimentação de informações para a equipe de projeto de modo efetivo. Uma memória corporativa de informações e decisões relevantes ao projeto precisa ser mantida e integrada por um modelo de informação compartilhado.

Quanto ao elemento de tecnologia.

A utilização das ferramentas gráficas e equipamentos de informática para auxiliar o desenvolvimento das atividades de conversão como as representações gráficas com o uso de CAD, textos, gráficos e planilhas de modo geral estão adequados as necessidades de uso, conforme percebido no critério de *apoio a tarefa*, entretanto, não há a disponibilidade eletrônica dos dados de projetos a todos os membros da equipe, mediante acesso a um apropriado sistema de gerenciamento de banco de dados, e a troca de dados de modo virtual não é padronizada como percebidos nos critérios de *compartilhamento de informação* e *apoio a integração* respectivamente, refletindo uma insuficiência a respeito de ferramentas que auxiliem o gerenciamento do fluxo de informações e a integração entre os intervenientes, talvez pelo fato das empresas considerarem a tecnologia como uma atividade fim e não uma atividade meio como deve ser reconhecida.

6.4 Estrutura de sistematização de informações

Identificado o nível de maturidade das empresas quanto a possibilidade de implantação da engenharia simultânea, passa-se à fase seguinte, cuja meta é determinar as etapas do fluxo de projeto de edificações, suas atividades, precedências, responsáveis e tempo médio de execução de cada uma destas atividades, para tanto, foram realizadas observações e coletas de dados junto as empresas construtoras dos estudos de caso, entrevistas com os projetistas das diversas disciplinas e a revisão da literatura. Este item resulta em um modelo de estratégia de projeto que reúne de forma seqüencial os elementos do processo de projeto adotados atualmente pelas empresas.

6.4.1 As etapas e os intervenientes do processo de projeto

Conforme apresentado no capítulo 2, quadro 2.1 as etapas do processo foram definidas a partir do trabalho realizado por Tzortzopoulos (1999) por apresentar um enfoque mais sistêmico do processo de projeto, como mostrado a seguir:

1. planejamento estratégico;
2. planejamento e concepção do empreendimento;
3. estudo preliminar;
4. anteprojeto;
5. projeto legal de arquitetura;
6. projeto executivo;
7. acompanhamento de obra;
8. acompanhamento de uso.

Os intervenientes do processo definidos foram: diretoria da empresa, gerente de projetos / técnica, corretores de vendas, projetista de arquitetura, gerente de produção - engenheiro de obra, engenheiro de estruturas, projetista de instalações elétricas e telefônicas, projetista de instalações hidro-sanitárias, projetista de fundações, entre outros. Estes agentes foram identificados para cada atividade do processo de projeto atuando como responsáveis pela tomada de decisões, resoluções de problemas e em atendimento aos requisitos dos clientes.

A marca “x” no quadro de atividades determina a participação do interveniente na tomada de decisão ou execução da atividade e a unidade de duração foi definida em dias. Abaixo está apresentada a legenda utilizada para identificar os intervenientes do processo.

Quadro 6.6 - Legenda de identificação dos intervenientes do processo.

Legenda de Intervenientes	
Diretoria da empresa	DE
Gerência de projetos	GP
Corretores de vendas	CV
Projetista de arquitetura	AR
Gerente de produção - engenheiro de obra	GO
Engenheiro de estruturas	ES
Projetista de Instalações elétricas e telefônicas	IE
Projetista de instalações hidro-sanitárias	HS
Projetista de fundações	FU
Outros projetistas	OU

6.4.2 Work Breakdown Structure

A estrutura analítica de trabalho, apresentada, foi construída de acordo com as informações obtidas nas três empresas construtoras dos estudos de caso e complementadas com o auxílio dos projetistas. Percebeu-se que muitas atividades são realizadas de modo informal e que pouco ou nenhum procedimento de controle existe no processo, havendo uma grande dificuldade para os entrevistados das empresas construtoras em determinar as durações e o ordenamento de execução das atividades. Isto demonstra que não há por parte das construtoras do desenvolvimento de um processo de projeto formal, depositando, assim, a eficiência e a eficácia do processo em seus projetistas, principalmente no projetista de arquitetura.

Além da WBS de cada empresa em particular, foi realizada também a construção de uma WBS na qual estão representadas as três empresas. Assim, a duração em dias descritas na WBS é a média dos tempos encontrados nas empresas e o posicionamento e as precedências foram construídas de acordo com as informações coletadas nas empresas e em comparação com modelos já descritos na literatura sobre o assunto, possibilitando em casos de embates, posicionar-se por aquela empresa que se próxima das melhores práticas de processo de projeto.

Os intervenientes do processo foram alocados, para cada atividade, onde há a exigência de sua participação como executor direto ou como colaborador, entretanto, percebe-se que o envolvimento de alguns profissionais ligados ao quadro funcional da empresa é influenciado pela estrutura organizacional. Assim, algumas considerações são necessárias quanto a função desempenhada e sua adaptação a nomenclatura utilizada.

Com relação a diretoria da empresa - DE, foi caracterizada para este trabalho como a alta gerência, responsável pelo planejamento estratégico e a tomada de decisões de longo prazo que nortearão o futuro da empresa no mercado, podendo abranger ainda funções administrativas e contábeis, já a diretoria técnica ou gerência técnica, apresentada nos organogramas das empresas e responsável pela gestão dos processos e ponto de comunicação

entre a empresa e os fornecedores de serviços é reconhecida aqui como a gerência de projetos - GP, por se tratar de algo específico da fase de projetos.

- **Etapas de planejamento estratégico**

Esta é considerada a primeira etapa do processo, que norteará o desenvolvimento dos projetos dentro dos objetivos estratégicos determinados pela empresa construtora. Neste aspecto, é definido o segmento de mercado, os clientes do processo e suas necessidades. São definidas, também, as necessidades do empreendedor em termos de volume de produção, receitas e lucratividades, objetivos de crescimento e análise de mercado.

Esta etapa se caracterizou pelo seu empirismo dentro do processo de projeto adotado pelas empresas construtoras, não havendo nenhum tipo de análise baseada em fundamentos ou qualquer tipo de documentação prévia. Deposita-se a confiança do processo na experiência profissional do arquiteto e na visão particular do empreendedor, não há a realização de pesquisas de mercado, entretanto adotam-se os *feedbacks* dos seus corretores de vendas, informações da mídia em geral e de seus concorrentes.

Quadro 6.7 - WBS da etapa de planejamento estratégico.

Id	RESPONSÁVEL												EMPRESA - A											
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
1																								
1.1	x			x																				
1.2	x			x																				
1.3	x				x																			
1.4	x			x	x																			
1.5	x			x																				
1.6			x																					
1.7			x																					
1.8	x				x																			
1.9	x				x																			
1.10	x				x																			
1.11	x				x																			

	RESPONSÁVEL												EMPRESA - B											
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
	x			x																				
	x			x																				
	x			x																				
	x																							
	x				x																			
	x			x																				
	x			x																				
	x																							
	x																							
	x																							
	x																							
			x																					
	x			x																				
	x			x																				

S	N	RESPONSÁVEL												EMPRESA - C											
		DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU		
	x			x																					
	x			x																					
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								
	x																								

Quadro 6.8 - Associação da etapa de planejamento estratégico das empresas A, B e C.

Id	ETAPA	REALIZA		RESPONSÁVEL												PREDECESSOR	DUR.
	ATIVIDADES	sim	não	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	ID	dias		
1	Planejamento estratégico	x		x	x	x	x	x						-	74		
1.1	Busca por oportunidade de negócios	x		x											15		
1.2	Def. de prazos de colocação de produtos no mercado	x		x											5		
1.3	Relações estratégicas com fornecedores	x		x	x			x							14		
1.4	Definição do volume de produção desejado	x		x	x										5		
1.5	Avaliação de receitas e lucratividade	x		x											5		
1.6	Objetivos de crescimento e análise de mercado	x		x		x									10		
1.7	Busca de definições de requisitos dos clientes	x		x		x									5		
1.8	Dados de avaliação da satisfação de clientes	x		x	x	x		x							2		
1.9	Definição dos clientes do processo	x		x	x			x							5		
1.10	Definição do segmento de mercado	x		x	x	x	x								7		
1.11	Aprovação da fase planejamento estratégico	x		x	x										1		

- **Etapas de estudo Preliminar**

Esta etapa é destinada a caracterização geral do empreendimento com a representação gráfica da concepção dos projetos integrantes do empreendimento e de todas as informações necessárias à definição da tecnologia construtiva a ser utilizada, considera-se para tanto a necessidade dos clientes potenciais e a análise das características técnicas dos terrenos.

As três empresas construtoras entrevistadas responderam não realizar o lançamento de alternativas arquitetônicas e consequentemente a avaliação de alternativas preliminares, pois costumam desenvolver apenas um estudo do partido arquitetônico que é gradualmente refinado. Quanto a seleção tecnológica, com a definição dos sistemas estruturais e prediais, estas são quase sempre determinadas pela empresa, que já possui padrões construtivos estabelecidos.

Quadro 6.11 - WBS da etapa de estudo preliminar.

Id	RESPONSÁVEL												EMPRESA - A											
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
3																								
3.1	x				x								x											
3.2	x					x																		
3.3	x				x					x			x											
3.4																								
3.5																								
3.6	x					x																		
3.7	x																							
3.8	x					x																		
3.9	x																							
3.10	x																							
3.11	x																							
3.12	x																							
3.13	x																							

Id	RESPONSÁVEL												EMPRESA - B											
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
3																								
3.1	x																							
3.2																								
3.3	x																							
3.4																								
3.5																								
3.6	x																							
3.7	x																							
3.8	x																							
3.9	x																							
3.10	x																							
3.11	x																							
3.12	x																							
3.13	x																							

Id	RESPONSÁVEL												EMPRESA - C											
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
3																								
3.1	x																							
3.2	x																							
3.3	x																							
3.4																								
3.5																								
3.6	x																							
3.7	x																							
3.8	x																							
3.9	x																							
3.10	x																							
3.11	x																							
3.12	x																							
3.13	x																							

Quadro 6.12 - Associação da etapa de estudo preliminar das empresas A, B e C.

Id	ETAPAS	REALIZA		RESPONSÁVEL										PREDECESSOR	DUR.
		sim	não	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	ID	dias
3	Estudo preliminar	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-	70
3.1	Programa de necessidades - partido arquitetônico	x		x	x		x								7
3.2	Levantamento expedito	x		x		x	x	x							5
3.3	Definições tecnológicas do empreendimento	x		x	x		x	x	x	x	x				7
3.4	Lançamento de alternativas arquitetônicas		x											-	-
3.5	Avaliação de alternativas preliminares		x											-	-
3.6	Definição do sistema estrutural	x		x	x		x		x						5
3.7	Definição dos sistemas prediais	x		x	x			x		x	x				5
3.8	Complementação do estudo preliminar	x		x	x		x		x	x	x	x	x		5
3.9	Negociação do terreno	x		x		x									20
3.10	Fechamento negocial do terreno	x		x											3
3.11	Definição dos projetistas ES-IH-HS-OU	x		x	x										5
3.12	Reformulações estudo preliminar quando neces.	x		x	x		x		x	x	x	x	x		7
3.13	Aprovação da fase de estudo preliminar	x		x	x		x								1

- **Etapas de projeto legal de prefeitura**

Esta etapa destina-se a montagem do projeto para a análise e aprovação, pelos órgãos públicos competentes, estas atividades visam o atendimento as exigências legais com a obtenção do alvará de construção, das licenças necessárias, do registro de incorporação e demais documentos legais.

Quadro 6.15 - WBS da etapa de projeto legal de prefeitura.

Id	RESPONSÁVEL EMPRESA - A												S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
5																								
5.1	x																							
5.2	x																							
5.3	x																							
5.4	x																							
5.5	x																							
5.6	x																							
5.7	x																							
5.8	x																							

S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											

S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											
x											

Quadro 6.16 - Associação da etapa de projeto legal de prefeitura das empresas A, B e C.

Id	ETAPAS	REALIZA		RESPONSÁVEL												PREDECESSOR	DUR.
	ATIVIDADES	sim	não	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	ID	dias		
5	Projeto legal de prefeitura	x		x	x	x	x							-	94		
5.1	Montagem do projeto para aprovação	x			x		x								5		
5.2	Entrada e acompanh. da tramitação na prefeitura	x		x	x		x								30		
5.3	Material de lançamento	x		x		x									20		
5.4	Montagem do registro de incorporação	x		x	x	x									10		
5.5	Comercialização do empreendimento	x		x		x									7		
5.6	Exposição do produto e levantamento de clientes	x		x		x									14		
5.7	Informações de clientes potenciais	x		x		x									7		
5.8	Aprovação da fase de projeto legal de prefeitura	x		x	x										1		

- **Etapas de projeto executivo**

A etapa de projeto executivo visa o detalhamento dos projetos do produto, com a representação final das informações técnicas da edificação, necessários ao início da produção. São especificados todos os materiais a serem utilizados, as quantidades, os detalhes construtivos, cortes e desenhos que representem o que deve ser executado, de modo a reduzir a tomada de decisões na obra.

Nesta etapa do processo, percebeu-se um distanciamento dos intervenientes e uma redução do fluxo de informações, os trabalhos se tornam mais individualizados e as compatibilizações são realizadas em menor escala, em geral entre os sistemas prediais e estruturais. O atraso dos projetistas para a entrega final dos projetos é comum e as alterações nos projetos continuam ocorrendo durante toda a produção do empreendimento, porém em menor escala.

Quadro 6.17 - WBS da etapa de projeto executivo.

Id	RESPONSÁVEL						EMPRESA - A					
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
6												
6.1	x		x									
6.2	x							x				
6.3		x										
6.4	x		x									
6.5	x											x
6.6		x										
6.7		x										
6.8	x										x	
6.9	x		x									
6.10	x							x				
6.11		x										
6.12	x			x								
6.13	x			x								
6.14	x			x								
6.15	x			x								
6.16		x										
6.17	x								x	x		
6.18	x			x								
6.19	x							x				
6.20	x								x			
6.21	x									x		
6.22	x					x						
6.23	x			x		x		x	x	x	x	
6.24	x			x								

	RESPONSÁVEL						EMPRESA - B					
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU
x				x								
x								x				
	x											
x				x								
x											x	
x												
x				x								
x											x	
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												
x												

Quadro 6.18 - Associação da etapa de projeto executivo das empresas A, B e C.

[illegible]

- **Etapas de acompanhamento da obra**

A etapa de acompanhamento da obra é caracterizada pela visita do pessoal responsável pelo desenvolvimento dos projetos ao canteiro de obras com face de realização de registros de modificações de projeto solicitadas pelo cliente, pelo setor de produção e as não conformidades do projeto detectadas pela equipe de produção.

O acompanhamento da obra é importante no sentido de reunir informações que retroalimentaram o processo de projeto com dados para os próximos empreendimentos, caracterizando a melhoria contínua do processo, entretanto as informações colhidas junto aos projetistas contradiz as empresas construtoras, uma vez que, poucos são os profissionais de projeto que realizam visitas técnicas ao canteiro, estes serviços não são incluídos nos acordos contratuais de prestação de serviços entre projetistas e construtoras, o projeto *as built* normalmente não é elaborado pela falta de registros de obra e a reaprovação de projetos em órgãos públicos é uma atividade pouco freqüente.

Quadro 6.19 - WBS da etapa de acompanhamento da obra.

Id	RESPONSÁVEL												EMPRESA - A												
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	
7																									
7.1	x				x		X		x	x	x	x													
7.2	x				x																				
7.3		x																							
7.4	x				x																				
7.5	x						X		x	x	x	x													
7.6	x									x	x														
7.7	x						X																		
7.8	x				x																				
7.9	x				x																				
7.10	x			x	x																				

	RESPONSÁVEL												EMPRESA - B												
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	
	x			x	x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				
	x				x																				

	RESPONSÁVEL												EMPRESA - C												
	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	S	N	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	
	x			x	x														x						
	x																		x						
		x																							
		x																							
	x				x																				
	x																		x						
	x				x																				
	x																								
	x				x																				
	x				x																				

Quadro 6.20 - Associação da etapa de acompanhamento da obra das empresas A, B e C.

Id	ETAPAS	REALIZA		RESPONSÁVEL										PREDECESSOR	DUR.
	ATIVIDADES	sim	não	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	ID	dias
7	Acompanhamento da obra	x		x	x		x	x	x	x	x	x	x	-	-
7.1	Visitas a obra	x		x	x		x		x	x	x	x		-	-
7.2	Registro das alterações de projeto	x			x			x						-	-
7.3	Pedido de informações	x			x									-	-
7.4	Registro de retrabalho	x		x	x									-	-
7.5	Modificações de projeto	x		x	x		x		x	x	x	x		-	-
7.6	Projeto As Built	x			x			x		x	x			-	-
7.7	Reaprovação de projetos em órgãos públicos	x		x	x		x							-	-
7.8	Montagem do manual de uso e manut. do imóvel	x			x								x	-	-
7.9	Análise e registro em banco de dados feedback	x			x									-	-
7.10	Entrega da obra	x		x	x								x	-	-

[illegible]

6.4.3 Caracterização do processo de projeto das empresas pesquisadas

O progresso das investigações junto as empresas construtoras e seus projetistas de arquitetura, estrutura e instalações prediais, possibilitou a comprovação de um conjunto de suposições ou afirmações preestabelecidas nas primeiras seções deste trabalho e as quais serão apresentadas a seguir. Também, percebeu-se uma semelhança entre o processo de projeto desenvolvido pelas três empresas investigadas em Belém/PA, entre si e com os desenvolvidos por empresas construtoras de outros estados brasileiros, como: São Paulo - Melhado (1994), Novaes (1996), Ceará - Tavares Júnior (2001), Paraná - Peralta (2002), e Rio Grande do Sul - Formoso (1998) e Tzortzopoulos (1999). de acordo, com os estudos já realizados e citados na literatura. Entretanto, por não ir ao encontro dos objetivos especificados por este trabalho, não será aprofundado o estudo destas comparações.

A realização dos projetos de edificações multifamiliares verticais, das empresas pertencentes aos estudos de caso deste trabalho, se caracterizam pela falta de um procedimento formal de gerenciamento do processo de projeto. O desenvolvimento destes projetos está voltado, apenas, para o atendimento de exigências burocráticas (projetos legais) e a caracterização do produto, em geral, de forma parcial e cujo grau de detalhamento do produto e as informações referentes ao planejamento de sua produção estão se tornando claramente insuficientes frente às novas necessidades competitivas (Melhado, 1998).

O processo de desenvolvimento de projetos inicia-se com a avaliação das necessidades do mercado, este procedimento é auxiliado geralmente pelo corretor de imóveis que fornece informações quanto aos desejos e necessidades dos clientes. Não há uma participação dos clientes, fornecedores, consultores, técnicos e projetistas no início do processo e nem uma retroalimentação de informações de projetos anteriores. Este procedimento unilateral corrobora para o aumento de incertezas e a existência de muitos requisitos que não são definidos no início do processo e confirma a ausência de metodologias adequadas para o levantamento das necessidades dos clientes e transposição destas, em requisitos de projeto.

Após definição das características do empreendimento, de acordo com as informações preliminares fornecidas pelos agentes de vendas e os objetivos empresariais, ocorre a contratação do arquiteto que realiza a concepção do empreendimento e em conjunto com os dirigentes resolve o programa de necessidades e os primeiros estudos de viabilidade econômica e legal. Ao mesmo tempo, ocorre uma procura por terrenos em regiões predefinidas. No caso específico da empresa “C”, espera-se uma definição inicial do projeto para em seguida iniciar a procura e compra de um terreno que se adapte aquele projeto.

De posse dos estudos realizados pelo arquiteto, já definidos em um anteprojeto, aprova-se a compra do terreno, realiza-se a sondagem, o levantamento planimétrico e

contrata-se os projetistas de estrutura, na sequência o elétrico e o hidrosanitário para desenvolvimento do projeto legal.

Todos os projetistas possuem escritórios particulares, externos às empresas. A escolha e contratação dos projetistas são realizadas pela indicação ou amizade pessoal que estes possuem com os dirigentes, caracterizando a inexistência de procedimentos necessários à contratação dos projetistas com base na experiência profissional e capacidade gerencial dos profissionais. Busca-se, sempre, a contratação pelo menor preço e frequentemente se envolve os mesmos projetistas para diferentes obras. Esta parceria, entretanto, raramente abrange trocas com acompanhamento técnico e a qualificação dos projetistas quanto às práticas produtivas da empresa.

As reuniões são estabelecidas de acordo com o ritmo de desenvolvimento das atividades, restringindo-se a um número de três reuniões por empreendimento, em média. A primeira reunião é realizada para a apresentação de todos os projetistas, a segunda ocorre para definição e compatibilização dos projetos relativos aos estudos preliminares, avaliação de alternativas técnicas e análise de viabilidade e a terceira é realizada para a entrega dos trabalhos para avaliação final dos dirigentes. Percebeu-se entre os projetistas que as reuniões não são formalizadas, com exceção da empresa “B” que utiliza atas para registrar as tomadas de decisões. A existência de poucas interações entre projetistas aumenta a possibilidade de não conformidades de projetos e, também, favorece a detecção tardia destas, em fases avançadas ou durante a produção, causando retrabalhos. Outrossim, percebeu-se o desenvolvimento dos projetos separados da fase de execução e a ausência de projetos voltados a produção, com exceção da empresa “C”. Os projetistas não possuem a prática de visita a obra, a não ser quando solicitados e não há uma troca sistematizada de informações entre o pessoal de produção e os projetistas.

Após a entrega dos projetos executivos, poucas alterações são solicitadas, geralmente o arquiteto ainda desenvolve alterações nos pavimentos tipo ou nas áreas de entorno da torre, de acordo com as solicitações dos clientes e dirigentes da empresa, entretanto, não chegam a reaprovar projetos em órgãos públicos.

Percebeu-se que os arquitetos mais experientes assumem um papel fundamental junto a construtora, com grande autonomia para a tomada de decisões, participando da escolha do terreno, assumindo a coordenação dos projetos, de modo não oficial, e realizando as compatibilizações, sendo eles o ponto de comunicação da empresa com os demais projetistas, com exceção da empresa “B” que responde pela coordenação, análise crítica e compatibilização dos projetos.

De modo a reduzir alterações no projeto arquitetônico e acelerar o desenvolvimento dos trabalhos com menos incertezas ao processo, os arquitetos das empresas “A” e “C” entregam aos demais projetistas uma definição preliminar da planta de fôrma, marcação dos pontos de energia e a localização da subestação, cisterna, *chafits* (elétrico e hidráulico) e reservatórios elevados. Houve manifestações negativas por parte dos arquitetos em relação aos outros projetistas quanto a longas esperas para aprovações, instruções ou informações, caracterizando uma descontinuidade no processo em determinados momentos, com atrasos no repasse das informações e longos períodos para a tomada de decisão.

Há uma dissociação entre as estratégias e metas da empresa com a operacionalidade do processo de projeto. Não foram identificadas ações de controle efetivo do processo por parte das construtoras, sendo ainda, necessário o desenvolvimento de procedimentos de controle eficazes. Os projetistas não estão a par do programa de qualidade desenvolvido pelas construtoras identificando um baixo grau de compromisso destes com a estratégia e metas dos contratantes (custos, prazos, atendimento ao usuário final). Não há um papel pró-ativo da empresa em relação aos projetos, subsidiando os projetistas com informações e orientações, muito devido à falta de estratégia de produto por parte dos contratantes.

Muitas atividades são realizadas de maneira informal, sem registro, os dirigentes trabalham com grandes blocos de atividades quase sempre agrupando várias atividades em uma única, de modo que, entre os entrevistados das empresas construtoras, houve dificuldades em se determinar as atividades de projeto e suas durações.

O item seguinte analisará o fluxo de informações a partir dos dados apresentados no capítulo 04 deste trabalho a respeito da *design structure matrix*, com o auxílio do software [DSM@MIT](#) e os dados reunidos na WBS ou estrutura analítica de trabalho. O método a ser seguido para a construção da DSM e análise das informações foi descrita no capítulo 05 – método de pesquisa.

6.5 A *Design Structure Matrix*

A *design structure matrix* é uma técnica apropriada à realização de decomposição de sistemas (subsistemas) onde existam diversos agentes envolvidos com conhecimentos em disciplinas específicas, porém, para que a mesma seja efetivamente útil, exige-se uma apurada coleta dos elementos/atividades dependentes e de seus relacionamentos. Uma apropriada decomposição pode ser alcançada reunindo um grupo de gerentes de diferentes funções em uma organização e entrevistando-os a respeito de uma lista coletiva de diferentes subsistemas que abrange o sistema como um todo, este procedimento foi adotado junto aos diretores e gerentes das empresas construtoras e seus projetistas.

A decomposição de um sistema pode ser hierárquica ou não hierárquica também conhecida por *network decomposition*. Na decomposição hierárquica, o sistema pode ser dividido em subsistemas ou módulos e estes módulos são divididos em componentes. Na *network decomposition*, um sistema hierárquico não é evidente, uma vez identificados o sistema apropriado de elementos e as atividades que o compreende, são listados na DSM como linhas e colunas na ordem identificada. No caso específico deste trabalho, o processo de projeto foi representado hierarquicamente, onde o primeiro nível inclui as atividades de projeto tradicionais. Em uma DSM do tipo Base de Atividades, a qual será adotada por esta pesquisa, isto pode ser o conjunto mínimo de atividades que necessitam ser executadas antes da atividade abaixo questionar se pode ser iniciada.

O uso da DSM na análise do fluxo de informações foi definido em cinco etapas principais as quais serão apresentadas a seguir:

- Definir o sistema e seu escopo.

Considerando que a DSM é uma ferramenta que apresenta o processo de projeto como um sistema com muitos elementos interagindo, é importante definir o limite do sistema para focalizar o trabalho de pesquisa. A definição de um sistema diferente resulta em uma produção diferente da DSM. A matriz apresentada reúne as etapas de planejamento estratégico, planejamento e concepção do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal de arquitetura e projeto executivo. As duas últimas etapas de acompanhamento da obra e acompanhamento do uso, apesar de serem importantes à sistematização do processo de projeto, não serão analisadas pela DSM por se tratar de etapas contíguas ou paralelas à fase de execução, exigindo-se uma análise de suas relações com as desenvolvidas em canteiro.

- Listar todos os elementos do sistema.

Inicialmente, os elementos do sistema podem ser escolhidos baseado nos planos de projeto existentes, sugestões de engenheiros, etc. Outro modo seria a definição do conjunto inicial de elementos de sistema baseado na leitura de documentação do projeto ou modelos existentes na literatura. De modo geral, experiências têm mostrado que os elementos do sistema inicialmente definidos precisam frequentemente ser modificados. Neste trabalho, adotou-se entrevista junto aos dirigentes e gerentes das empresas construtoras e revisão da literatura sobre modelos de processo de projeto para determinar a listagem de tarefas do processo ou variáveis estratégicas de projeto. Percebe-se que cada empresa construtora selecionou, de uma lista geral de atividades, aquelas que costumam executar de acordo com o processo de projeto tradicional desenvolvido e identificado, conforme anexo 01, 02 e 03.

- Estudar o fluxo de informações entre os elementos do sistema.

Foram realizadas entrevistas individuais com os projetistas, o que pareceu ser um meio efetivo de extrair informações dos intervenientes comparados a outros métodos. Observa-se que cada interveniente possui pontos de vista diferentes sobre um mesmo elemento devido à diferenças do trabalho, neste caso, o entrevistador deve possuir o conhecimento do sistema até certo ponto, e pode discutir pontos de vista diferentes com os entrevistados, ou até mesmo voltar e lhes interrogar novamente, até que uma compreensão comum é alcançada. Entretanto, devido a demora na realização das entrevistas observadas no estudo piloto, foi proposto o uso de questionários de pesquisa, neste método há vantagens e desvantagens. A DSM foi construída baseada nas visões dos dirigentes, gerentes e projetistas. A vantagem da aplicação dos questionários de pesquisa é o tempo-eficiente, porém, podem ser perdidos muitos detalhes importantes quando os questionários não permitem explicações nas escolhas. Também, não se considera ou não se distingue a experiência de trabalho de um ou outro interveniente, influenciando o resultado da pesquisa.

Outro modo de obter os dados seria através de reuniões que abrem as oportunidades à discussão e entendimentos que ficam indisponíveis nos questionários. Reuniões também reduzem a quantidade de tempo para o coletor de dados adquirir um consenso entre os intervenientes do processo. Porém, na prática, encontrou-se uma incompatibilidade de tempo entre os intervenientes em realizar reuniões em um mesmo local e em uma mesma hora, outrossim, é inevitável que alguns dos intervenientes possam se sentir intranquilos para falar abertamente devido a pressão de seus semelhantes ou clientes, ou devido à influência do resto do grupo, neste caso, alguns dados importantes poderiam ser perdidos.

Considerando que a DSM é uma ferramenta de auxílio a análise de reordenamento das atividades, buscando-se uma solução ótima para o fluxo de informações do processo de projeto, é importante que os dados sejam os mais precisos quanto possíveis. Deste modo, mesmo que falar pessoalmente com os intervenientes seja um grande consumo de tempo, o entrevistador normalmente pode colher informação precisa e pode ganhar uma perspicácia muito boa ao sistema. Porém, quando necessário, o entrevistador pode ter que negociar a velocidade da coleta de dados com a qualidade dos dados.

Durante as entrevistas observou-se que os intervenientes do projeto são razoavelmente precisos quando entrevistados sobre quais informações são necessárias para a realização de sua atividade e onde adquirir tais informações, contudo são menos precisos quando são interpelados a responder onde as informações geradas por eles são utilizadas.

Os passos 2 e 3 são altamente iterativos. Normalmente entende-se que o sistema resulta de modificações dos elementos de sistemas iniciais.

Steward (1996) cita um princípio básico na construção da matriz quando da análise do fluxo de informações entre os intervenientes do processo: pergunta-se primeiro, que informações devo necessitar para a realização do meu trabalho? e segundo, qual informação devo repassar para os outros para que eles possam realizar seus trabalhos?. Estas duas perguntas chaves resumem o processo de troca de informações dentro de uma estrutura de desenvolvimento de projeto do produto.

- Construir uma matriz para representar o fluxo de informações.

Inicialmente, uma DSM binária pode ser construída para representar a estrutura de dependência básica e fluxo de informação entre os vários elementos do sistema. Uma DSM binária serve como um bom começo para a análise preliminar; porém, o melhor entendimento do sistema (ou projeto) poderia requerer o uso de uma DSM numérica que promoverá uma melhor compreensão do sistema e permitirá a análise mais detalhada. Entretanto devido a restrição do software DSM@MIT optou-se por utilizar a DSM binária. Assim, as atividades identificadas no processo foram listadas arbitrariamente nas linhas da matriz e a ordem reproduzida nas colunas avaliando quais atividades poderiam ser realizadas simultaneamente.

A participação dos intervenientes no processo de projeto deve ser relativizada, muito devido ao contexto de cada empresa (estrutura organizacional) e de cada empreendimento. A exemplo tem-se o acúmulo de funções de vários intervenientes em um único agente. A princípio, este tipo de ocorrência não prejudica a sistematização objetivada por este trabalho, assumindo o agente, o papel dos outros intervenientes e assim realizando suas funções, porém para aquelas atividades ou tarefas que poderiam ser realizadas simultaneamente, já não o serão devido a impossibilidade de recursos humanos, transformando-as em atividades sequenciais. Neste caso, há a necessidade de se redefinir as relações de seqüenciamento entre as atividades de projeto de acordo com a alocação das equipes.

A matriz apresentada por este trabalho e a qual será analisada é uma adequação das matrizes das três empresas construtoras do estudo de caso (ver figura 6.9). O objetivo de se identificar um processo de projeto único, reunindo as informações plotadas das três empresas é o de se garantir as melhores práticas e revelar que melhorias podem ser realizadas no processo de projeto de cada empresa em particular, de modo a alcançar um fluxo de informações sistematizado e consequentemente um processo de projeto mais racionalizado.

Este procedimento foi adotado após chegar-se a conclusão de que se trabalharia com uma matriz mais completa, já que algumas atividades de projeto não são realizadas por uma ou outra empresa, outrossim, das oitenta atividades lançadas na matriz, 83,34% são comuns as três empresas, aproximando a análise dos resultados e o seqüenciamento de execução das

atividades, conforme apresentado no anexo 04. Entre as empresas, as melhores práticas foram selecionadas e incorporadas a DSM, de modo a aproximar o processo de projeto de modelos de excelência defendidos na literatura. Esta comparação auxiliará a criação de diretrizes, visando um planejamento e desenvolvimento do fluxo de atividades de projeto de forma gradativa e factível.

- Devolver a matriz para os intervenientes do processo para uso e comentários.

Uma das metas de pesquisa da DSM é auxiliar os intervenientes do processo a entender melhor o processo de projeto e chegar a uma comunicação mais sistemática. Conseqüentemente, a DSM construída normalmente é devolvida aos gerentes e projetistas para a realização de comentários e, talvez, usar/aplicar. Percebe-se que a visualização do quadro inteiro do processo de projeto antes do início dos trabalhos os faria refletir sobre a prática atual e incentivaria a busca por melhorias, entretanto esta é uma limitação do trabalho que ficará registrada como sugestão para futuros estudos por considerar que este não é o objetivo determinando pela pesquisa, o qual não se propõe a criação de um modelo do processo de projeto e sim uma análise de seu sistema.

6.5.1 Construção da DSM

Após a listagem das atividades nas linhas e colunas da matriz, partiu-se para a indicação das relações de dependências entre atividades identificadas na *work breakdown structure*. Dois tipos de transferência de dados são apresentados, conforme figura 6.7, o primeiro tipo (seqüencial) representado na matriz pelo número “1” indica a existência de um fluxo de informações da atividade “A” para uma atividade “B”, entretanto, exige-se a finalização completa de “A” para então iniciar “B”; o segundo tipo (paralelo ou simultâneo), identificado na matriz pelo número “2”, indica também a existência de um fluxo de informações, porém determina que não é necessário finalizar “A” para iniciar “B” ou que a atividade “B” pode ser iniciada sem que a atividade anterior tenha sido concluída.



Figura 6.7 - Tipos de fluxo de informações entre duas atividades.
Fonte: Cho (2001).

A leitura da matriz corresponde ao exemplo apresentado no capítulo 4 item 4.4 na qual as linhas revelam a entrada de informações em uma atividade e as colunas revelam a saída de informações de uma atividade, as marcas acima da diagonal representam o *feedback*.

Os blocos (*block*) que surgem do reposicionamento das atividades são constituídos por um conjunto de atividades que possuem pelo menos uma marca de dependência acima da diagonal, ou seja, se caracteriza pela existência de *loops*.

Os níveis (*level*) percebidos na segunda coluna ao lado dos nomes das atividades são constituídos por atividades que pertencem ao mesmo bloco ou pela independência de atividades que não estão inseridos em outros blocos.

As oitenta atividades da fase de projetos foram associadas a 25 níveis resultando na hierarquia do processo de projeto, bem como, a possibilidade de simultaneidade das atividades associadas a um determinado nível. Quanto maior for o número de níveis no sistema maior será o desenvolvimento seqüencial do processo.

Executando o módulo de estrutura na análise da DSM o software DSM@MIT fornece como resultado cinco matrizes identificadas como *AEAP*, *ALAP*, *AEAP collapsed*, *ALAP collapsed* e *analysis*, as quais serão comentadas a seguir.

- ***AEAP – As Early As Possible***

A matriz AEAP reordena as atividades, assumindo a regra *tão cedo quanto possível*, ou seja, as atividades são iniciadas imediatamente após todas as informações necessárias àquela atividade estarem presentes e avaliadas.

- ***ALAP – As Late As Possible***

A matriz ALAP reordena as atividades, assumindo a regra *tão tarde quanto possível*, ou seja, o tempo para início das atividades é retardado, revelando até que ponto é possível adiar a execução das atividades sem comprometimento com o desenvolvimento do projeto.

- ***AEAP e ALAP collapsed***

O colapso das matrizes AEAP e ALAP demonstram uma visualização reduzida da DSM onde os blocos de atividades são colapsados ou agrupados, de modo a favorecer uma análise do fluxo de informações de atividades individuais ou simples para os blocos. Percebe-se que o fluxo de informações de uma atividade simples para uma atividade tipo bloco é identificado pelo número “2” quando existe pelo menos um fluxo tipo “2” entre uma atividade simples e uma atividade que constitui o bloco, o contrário também é considerado um fluxo de informações do tipo “2”, ou seja, quando as informações de um bloco de atividades segue

para qualquer outra atividade simples ou para um outro bloco, uma vez que é muito provável que as informações das atividades dentro do bloco sejam transferidas para as atividades posteriores antes mesmo que todas das atividades do bloco estejam concluídas.

- **Analysis**

A matriz *analysis* apresenta o resultado da análise estrutural baseada na DSM AEAP *collapsed*. O nível de folga permitido é definido pela diferença entre os níveis da DSM AEAP e a DSM ALAP. Os retângulos pontilhados que envolvem as colunas sinalizam o intervalo de níveis onde aquelas atividades podem ser localizadas sem prejuízo ao processo.

Vários tipos de dependências são identificadas utilizando o resultado de uma decomposição hierárquica. A dependência de ligação ou *binding dependency* representa a dependência entre duas atividades, na qual considera-se que há uma restrição. O atraso na transferência de informações de atividade a jusante causa o reajuste da atividade seguinte. Outro tipo de dependência é a *non binding dependency* na qual o atraso na transferência de informações de uma atividade não impacta em restrição para a outra atividade, embora, haja um fluxo de informações entre as duas, neste caso considera-se uma ligação redundante e pode ser omitida.

Pelo exemplo abaixo, pode-se perceber que o fluxo de informações entre A e C, representado aqui pela marca com asterisco (*), é uma *non binding dependency*. Isto é caracterizado devido ao início da execução da atividade C estar condicionado ao término de A e B, ou seja, mesmo que houvesse a transferência imediata de informação de A para C, ainda sim, seria necessário aguardar a conclusão de B, para finalizar C, neste caso, considera-se que há um fluxo de informações entre A e C, porém, não há dependência direta. As outras duas são *binding dependency*.

Atividades		A	B	C
A	1			
B	2	1		
C	3	1*	1	

Figura 6.8 - Exemplo de *binding dependency* e *non binding dependency*.

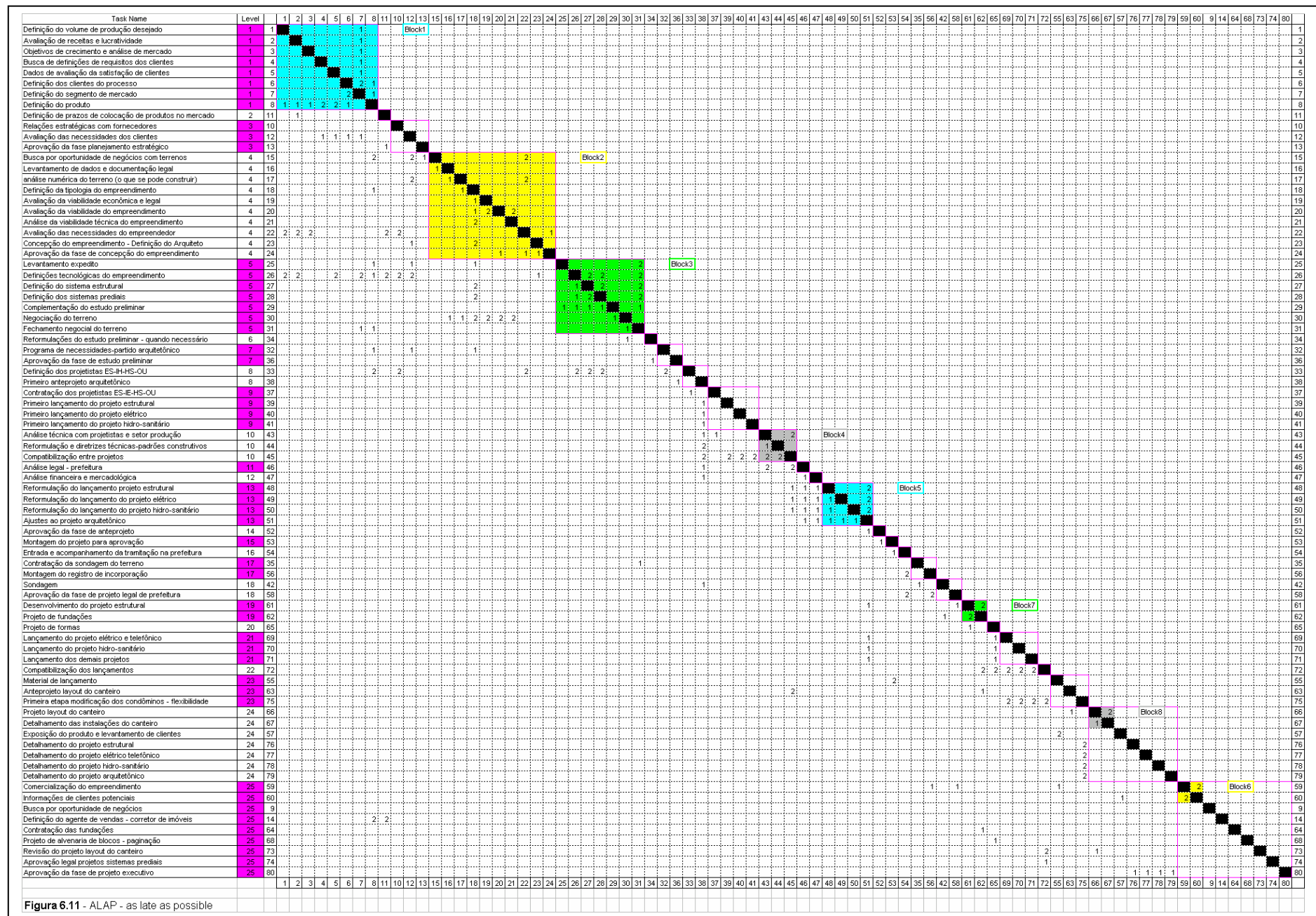
Por sua vez a *binding dependency* pode ser classificada em *critical binding dependency* na qual observa-se uma ligação entre duas atividades com zero níveis de folga e a *non critical binding dependency* que considera uma ligação onde não há uma ligação crítica.

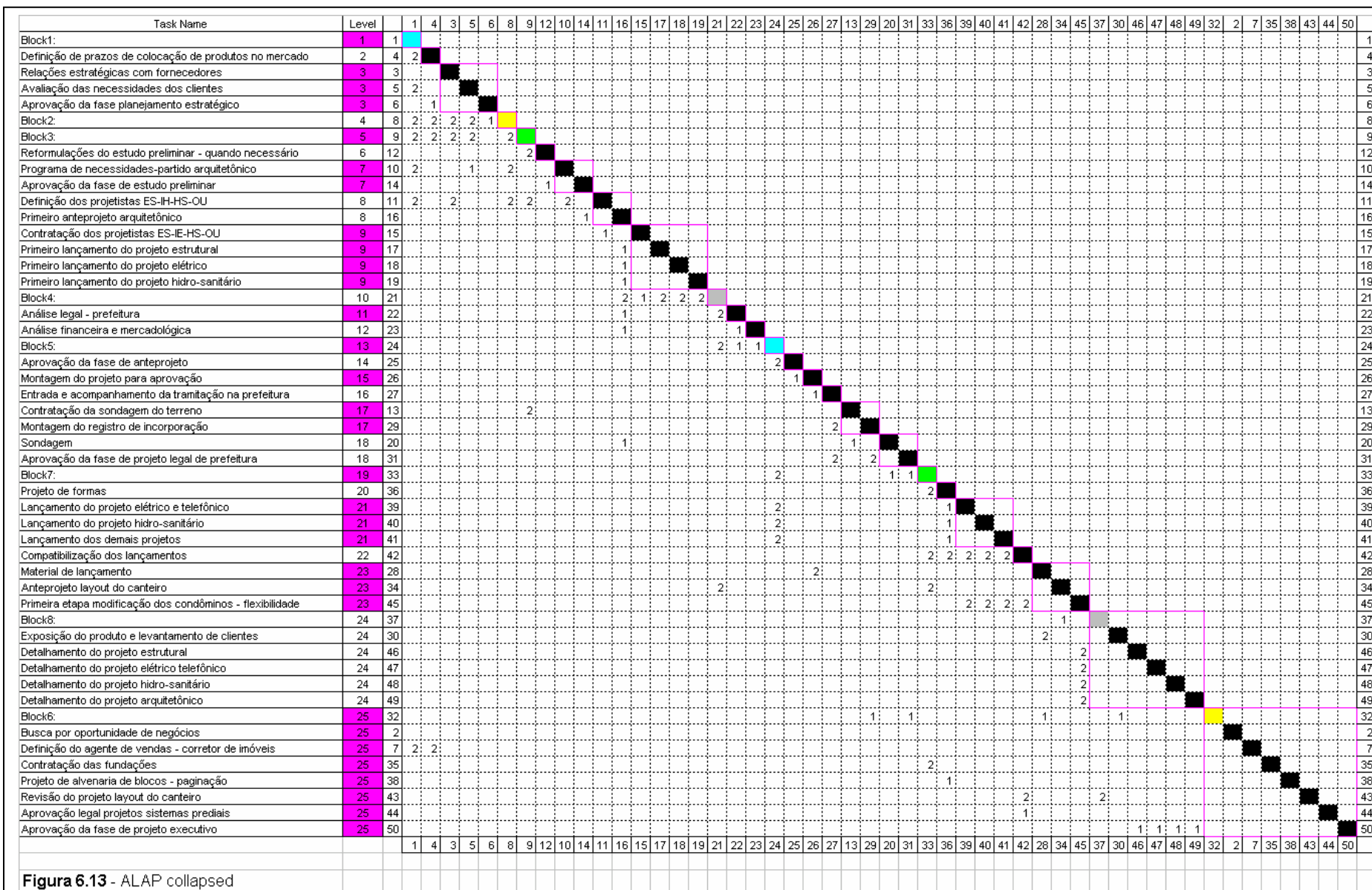
A matriz *analysis* disponibiliza as marcas nas cores preta e azul como *non binding dependencies*, as marcas na cor rosa representam *critical binding dependency* e as marcas marrons representam *non critical binding dependency*.

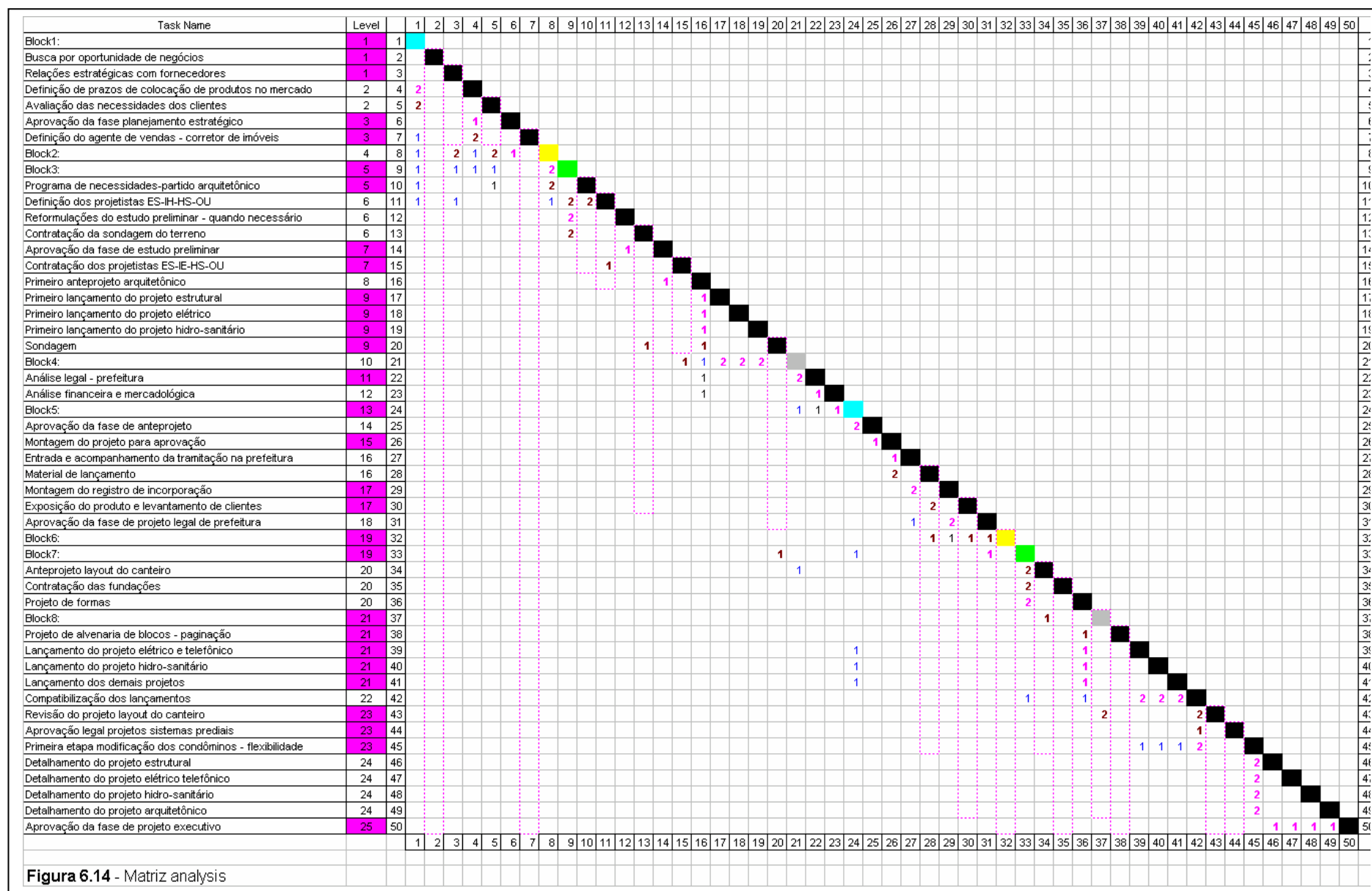
Assim sendo, as dependências que ligam as atividades críticas seguindo o fluxo das atividades determinam um caminho de dependência crítico, que passa pelas hierarquias de processo de um projeto desde o primeiro nível de atividades até o último nível.

Nota-se que o caminho é diferente de um caminho crítico, porque é determinado sem considerar os aspectos de tempo. Este caminho de dependência crítico promove melhorias de processo nas atividades iniciais do projeto quando dados detalhados para durações não estão disponíveis.

[illegible]







6.5.2 Análise da reordenação das atividades

A figura 6.10 apresenta o resultado da reordenação das atividades baseado na regra AEAP - *As Early As Possible* mediante a utilização do software [DSM@MIT](#). As marcas e níveis na matriz identificam a sucessão de tarefas para o desenvolvimento de uma solução ótima para o processo de projeto. Percebe-se que o software forneceu uma nova disposição das atividades, como exemplo, tem-se a atividade definição do produto, que no processo de projeto das empresas está localizado na etapa de planejamento e concepção do empreendimento, deslocada da linha 12 (figura 6.9) para a linha 8 (figura 6.10), associando-se às atividades da etapa de planejamento estratégico.

Oito blocos foram gerados pela matriz, o primeiro, bloco 01, representa o agrupamento de algumas atividades do planejamento estratégico; o bloco 02 exhibe predominantemente atividades da etapa de concepção do empreendimento; as atividades pertencentes ao bloco 03 são atividades da etapa de estudo preliminar; o bloco 04 e 05 apresentam as atividades da etapa de anteprojeto, e a necessidade de integração das atividades de reformulação dos projetos; o bloco 06 mostra a relação de comercialização do empreendimento com a busca por informações dos clientes; o bloco 07 identifica a relação existente entre o projeto estrutural e o de fundação e o bloco 08 a relação de simultaneidade de desenvolvimento do projeto de *layout* de canteiro com o seu detalhamento.

Pode-se inferir que as fases de planejamento estratégico, concepção do empreendimento e estudo preliminar apresentam grupos de atividades simultâneas ou paralelas e são freqüentemente multidisciplinares, demandando uma maior sinergia entre os intervenientes e requerendo uma coordenação e a transferência da discussão sobre as definições e metas de projeto para as etapas iniciais do processo. Este procedimento evita que incertezas quanto ao projeto e ao próprio empreendimento venham a ser resolvidas em etapas avançadas do processo, recaindo em retrabalhos e perdas consideráveis de tempo e recursos. Também justifica que os custos de projeto, conseqüentemente, possam elevar-se no início, conforme apresentado na figura 11 do capítulo 3, sobre o item de ciclo de vida do projeto.

Entretanto, a adoção deste ordenamento, na prática, implicaria na realização de atividades em interações dinâmicas ou execuções simultâneas, exigindo uma coordenação eficiente das disciplinas de projeto e uma avaliação das equipes multidisciplinares, ações que ainda precisam ser introduzidas no processo de desenvolvimento dos projetos das empresas construtoras, segundo a análise dos resultados obtidos, mediante a aplicação do modelo de BEACON.

Também é possível identificar que após as reformulações dos projetos de instalações prediais e estrutural, com os ajustes ao projeto arquitetônico em uma relação de interação

dinâmica localizadas no nível 13 da DSM na regra *As Early As Possible*, os projetistas se separam não ocorrendo mais nenhuma interação entre eles. Este aspecto confirma as observações realizadas durante a análise da WBS. As disciplinas se tornam independentes e em nenhuma delas é requerida troca de informações diretas, possibilitando sua execução em paralelo, como verificadas nas atividades de lançamento dos projetos elétrico e hidrosanitário (nível 21) e na realização dos projetos executivos e de detalhamentos (nível 24).

Entretanto se há a necessidade de interação entre os projetistas até as fases finais do processo de projeto, esta DSM deve ser reparada e um novo fluxo de informações deve ser sugerido para atender a estas exigências. Neste aspecto é possível identificar uma limitação da DSM, pois ao levar em consideração que a construção da DSM está baseada na cultura organizacional de desenvolvimento dos trabalhos e em informações do sistema tradicional pelo qual as empresas construtoras se utilizam para o desenvolvimento dos projetos e se este sistema possui falhas nas suas relações de dependências, estas falhas continuarão existindo dentro do processo até que um exame de suas atribuições seja realizado para esclarecer quanto aos fluxos de informação fundamentais. Por outro lado, a DSM como ferramenta de análise apresenta, de forma concisa a estrutura onde se desenvolve o projeto, possibilitando, mediante uma investigação de suas relações, a reparação dos erros e a adequação às novas necessidades.

O mesmo ocorre se atividades que não agregam valor ao produto existissem no processo de desenvolvimento dos projetos. A DSM não identifica nem elimina tais atividades, ficando esta ação para aquele profissional que, mediante a disponibilidade das informações fornecidas pela DSM e possuindo uma boa perspicácia do sistema, possa realizar uma análise do ônus destas atividades e a retirada delas do processo.

A figura 6.11 apresenta a regra ALAP - *As Late As Possible*, neste caso as atividades foram reordenadas de modo a iniciar o mais tarde possível. As 80 atividades foram associadas em 25 níveis e a reorganização resultou no adiamento de atividades consideradas iniciais como a busca por oportunidades de negócios, a definição do agente de vendas, sinalizando a possibilidade de se adiar a conclusão das atividades do processo sem prejuízo para o desenvolvimento do projeto.

Na aplicação das regras AEAP e ALAP *collapsed* as figura 6.12 e 6.13 respectivamente, apresentam as visões reduzidas da DSM em AEAP e ALAP em que os blocos que anteriormente apresentavam várias atividades são colapsados em uma única atividade do tipo bloco. Sua ligação (fluxo de informações) com as outras atividades é predominantemente do tipo 2, ou seja, uma atividade pode ser iniciada sem que a atividade anterior tenha sido concluída.

Por sua vez, a matriz *Analysis* figura 6.14 construída a partir da AEAP é a comparação entre a AEAP e ALAP, identificando os níveis de folga existentes entre as duas regras sem prejuízo ao processo e reunindo os elementos necessários na construção de um gráfico de barras ou diagrama de redes, o qual permite o gerenciamento das atividades e o controle efetivo na prática de projeto, mediante a adequação da DSM a uma percepção da linha de tempo. Para efeito, não são consideradas as marcas de cor preta e azul *non binding dependencies* na construção do diagrama e os blocos são representados como atividades colapsadas. O caminho ao longo das marcas de cor rosa, *critical binding dependency* (atribuídas aquelas atividades onde não existem folgas possíveis), representam o caminho de dependência crítico. No anexo 05 está a construção do gráfico de barras do projeto com o auxílio do *MS project*.

6.6 Considerações finais sobre o capítulo

A utilização da ferramenta DSM possibilitou a descrição do modelo e sua representação gráfica e auxiliou na análise das relações de precedências, interdependências e no agrupamento e ordenamento das atividades, buscando um fluxo de informações otimizado para o processo de projeto das empresas construtoras dos estudos de caso. A comparação entre o processo tradicional utilizado pelas empresas e o sugerido pela DSM permitiu a realização de críticas e o ambiente necessário a elaboração de diretrizes.

O próximo capítulo reunirá o conjunto destas diretrizes visando a sistematização do fluxo de informações e a racionalização do processo de projeto, estas levam em consideração a maturidade atual das empresas construtoras dos estudos de caso para a implantação da engenharia simultânea, segundo a análise dos dados do modelo de BEACON, e as considerações apresentadas durante o exame da *work breakdown structure* e da *design structure matrix*, de modo a impedir proposições/recomendações descabidas ou fora do alcance de realização destas empresas e buscando-se uma evolução gradativa de seu processo de desenvolvimento de projetos, com vistas aos novos paradigmas de execução de atividades simultâneas e equipes multidisciplinares.

CAPITULO 7

7. DIRETRIZES

A presente seção é o resultado da pesquisa conduzida com o intuito de apresentar uma proposta de diretrizes para a sistematização do fluxo de informações do processo de projeto das empresas construtoras do subsetor de edificações multifamiliares verticais, de modo a possibilitar o alcance de um consenso sobre o uso das informações de forma integrada e consistente, respeitando-se as particularidades de cada disciplina de projeto e o nível de maturidade atual das empresas de construção civil deste setor produtivo. Assim, o que se pretende é definir linhas de ação que subsidiem a tomada de decisões de medidas concretas e a proposição de soluções que atendam as demandas dos diversos intervenientes do processo.

A investigação envolveu três empresas construtoras da cidade de Belém e seus projetistas, condicionando a aplicabilidade destas diretrizes às especificidades das empresas estudadas, entretanto, esta delimitação da pesquisa não impossibilita que outras empresas construtoras, apresentando quadro semelhante em seus diagnósticos, utilizem estas recomendações para auxiliá-las na conquista de um processo de projeto mais racionalizado.

São diretrizes gerais:

- Realizar a modelagem conceitual do processo de projeto e a transposição posterior deste modelo teórico para um modelo a ser implementado pelas empresas construtoras;
- Garantir aos intervenientes do processo o acesso às informações em todas as etapas de desenvolvimento do projeto;
- Especificar e utilizar padrões que garantam a existência de um conjunto de informações comuns sobre um determinado tema ou área, com regras claramente estabelecidas e aceitas pelos intervenientes do processo.

O desenvolvimento de um modelo do processo de projeto deve ser considerado pelas empresas construtoras como o primeiro passo à sistematização do fluxo de informações do processo de projeto. Este modelo consiste basicamente na identificação dos intervenientes, suas responsabilidades, atividades e na disposição dos trabalhos realizados, com suas relações de dependência e interdependência. A ausência de um fluxo de informações sistematizado reduz significativamente qualquer tentativa de racionalização, construtibilidade, introdução de novas tecnologias verdadeiramente integradas aos objetivos estratégicos das empresas, redução de custos de produção e de problemas patológicos e a otimização da execução.

Inviabiliza, igualmente, a integração desta fase com a fase de produção e a busca pela melhoria contínua do processo.

As ações quanto à definição, viabilização do uso e atualização de um modelo de processo de projeto, podem ser conferidas ao coordenador de projetos, que trabalhará, em conjunto com o pessoal representante dos interesses da construtora e em comum acordo com os demais projetistas e pessoal da produção, na determinação do escopo mínimo e em ações técnicas à aplicabilidade no processo.

No caso específico das empresas dos estudos de caso, pela entrevista realizada junto aos intervenientes do processo, percebeu-se que a coordenação de projetos é uma atividade de responsabilidade do arquiteto, uma vez que o projeto de arquitetura é tido como definidor das diretrizes a serem seguidas pelos demais projetos, entretanto, esta proposição não deve ser julgada como uma regra geral, devendo à empresa construtora, o papel de determinação do coordenador de projetos, dando-lhe autonomia suficiente para a escolha da equipe de projeto e poderes para a tomada de decisão.

A tarefa de criação de um modelo de processo de projeto exige um exercício de abstração do mundo real para o sistema de informação a ser construído, realizando a modelagem conceitual do processo a partir de um levantamento das necessidades de cada interveniente e especificações de execução de cada atividade. O coordenador de projetos deve oferecer mediante o desenvolvimento do modelo, uma visão homogênea de um ambiente atualmente heterogêneo e possibilitar seu refinamento a medida que sua implementação e uso se fizerem necessários.

O segundo passo é garantir que todos os intervenientes engajados no processo de desenvolvimento dos projetos tenham acesso às informações necessárias à realização de seu trabalho, seja mediante uma comunicação bidirecional entre os intervenientes ou pelo acesso controlado a bancos de dados de informações fornecidos pela empresa. A qualidade das informações divulgadas deve ser de responsabilidade de todos, entretanto, o gerenciamento deste fluxo de informações é função do coordenador de projetos que fomentará a comunicação entre os intervenientes e o controle na disseminação das informações, dando suporte a equipe e integrando as soluções das várias disciplinas.

O uso eficiente da tecnologia da informação em processos complexos como o de projetos de edificações multifamiliares, auxilia positivamente a troca de dados entre os intervenientes, reorganizando e padronizando os procedimentos internos de trabalho a níveis institucionais. A tecnologia, quando bem aplicada, adquire um papel pró-ativo antecipando a disponibilidade de dados às necessidades dos intervenientes, criando condições favoráveis para a criação e implantação de bancos de dados (memória corporativa) da construtora,

facilitando a adoção de procedimentos para a coleta de dados durante a execução e após a entrega da obra, tornando possível a retroalimentação de dados ao sistema e criando um ambiente propício para o desenvolvimento paralelo das atividades de projeto.

As experiências bem sucedidas com engenharia simultânea em outras indústrias são, quase todas, devidas ora aos intervenientes do processo estarem integrados em um mesmo departamento da empresa e, conseqüentemente, terem uma chefia comum que pode arbitrar as eventuais divergências, ora ao fato de cada um ser especializado em suas tarefas e existirem processos operacionais internos à empresa, sistematizados, que determinam a forma como cada interveniente deve interagir durante o processo.

No caso particular da fase de projetos, onde o produto principal é a informação, o conceito de administração da informação é essencial. Neste caso, é importante que se utilize padrões a cada etapa de desenvolvimento, garantindo-se a qualidade da informação em seu processo de transformação, este é considerado o terceiro passo para a sistematização do fluxo de informações. É condição necessária que os intervenientes respeitem normas e padrões, garantindo a devida consistência das informações. A definição do processo deve estar bem especificada, onde nenhuma informação divulgada aos demais é imprecisa, podendo, entretanto ser precisa, mas parcial. Padrões de comunicação facilitam a compreensão, a integração e o uso compartilhado de informações entre os intervenientes com diferentes formações, com diferentes níveis de experiências e diferentes propósitos. O estabelecimento de padrões implica no compromisso entre todos os intervenientes, que devem mutuamente aceitar, colaborar e utilizar as terminologias e definições estabelecidas.

As informações devem ser tratadas de forma institucional com o envolvimento de todas as áreas comprometidas no processo de desenvolvimento de projeto, de modo a garantir a uniformidade e a aderência dos dados, sendo processados em padrões definidos para toda a empresa. Normas técnicas e procedimentos operacionais definem as informações dentro de padrões institucionais, entretanto, não devem ser caracterizadas por uma estrutura rígida onde não seja possível a realização de mudanças e restrinja a criatividade e a liberdade dos agentes envolvidos.

Muito se diz sobre normas e procedimentos principalmente voltados para o desenvolvimento das atividades, porém, também é importante que estes sejam igualmente considerados para todas as etapas do processo de projeto e suas interfaces com o planejamento estratégico e a execução. Assim, o coordenador de projetos pode realizar com maior eficiência seu papel de integrador das informações institucionais. Essas normas e procedimentos definem responsabilidades gerais dentro da empresa, dando visibilidade e transparência a todo o processo de desenvolvimento de projeto em suas diversas etapas e

tornam-se elementos importantes no processo de disseminação de dados interno e externo à empresa.

A determinação destas normas e procedimentos operacionais de desenvolvimento de projetos implica em uma necessidade de realização de treinamentos com o pessoal técnico para que se possa reiterar sua importância e relevância para toda a organização. O objetivo é aprimorar e reforçar essa cultura, fazendo com que seja incorporadas uma visão sistêmica no tratamento dos problemas e que se crie uma atitude de integração entre as áreas envolvidas nesta fase.

O autor considera que os passos supracitados são de extrema importância para se alcançar a sistematização do fluxo de informações e um propósito maior: a melhoria do nível de qualidade dos projetos e conseqüentemente dos empreendimentos construídos. Outrossim, avalia que um modelo a ser desenvolvido deve ser flexível o suficiente para adaptar-se as novas exigências competitivas do mercado, permitindo revisões de seu escopo a cada novo empreendimento.

Para efeito, outras diretrizes mais específicas se fazem necessárias ao atendimento das anteriores, no âmbito do planejamento, coordenação e monitoramento do fluxo de informações da fase de projeto. Estas, estão agrupadas em cinco aspectos referentes a: coordenação das atividades e o papel pró-ativo das empresas construtoras; captação, tratamento, divulgação e disseminação das informações; integridade e consistência das informações; disposição de um sistema gerenciador de informações e captura das informações sobre os requisitos dos clientes.

Cabe salientar, ainda que as diretrizes específicas propostas podem ser úteis a mais de um aspecto considerado, abrindo possibilidades de aplicações mais amplas a medida em que suas interfaces e um quadro geral do processo de projeto sejam divisados.

7.1 A coordenação das atividades e o papel pró-ativo das empresas construtoras no planejamento e controle eficiente do processo de desenvolvimento de projeto.

Os processos decisórios de alocação de recursos, definição de ações prioritárias e/ou implementação de esforços à melhoria do processo, devem ser apoiados e/ou geridos pela empresa construtora, o que refletirá em aspectos positivos na qualidade dos serviços prestados junto aos clientes internos e externos à organização, no cumprimento de metas e no alcance da qualidade esperada do empreendimento.

Entretanto, a eficiência do processo de projeto no âmbito das empresas investigadas, abrangendo as diversas atividades e etapas de desenvolvimento, não constitui uma prioridade para as empresas construtoras, limitando-se a controle de custos, prazos e fiscalização de

produtos acabados, também, não se percebe um coordenador oficial designado pela empresa para o gerenciamento do processo de projeto.

a) Objetivos específicos:

- assegurar uma maior participação da empresa construtora no processo de desenvolvimento dos projetos, no que tange as ações de planejamento e controle;
- criar condições à integração das diversas disciplinas de projeto;
- possibilitar o gerenciamento eficiente das atividades, de modo a favorecer a tomada de decisões e a operacionalização das atividades;
- simplificar as atividades e eliminar aquelas que não agregam valor.

b) Diretrizes específicas:

Para atender aos objetivos enunciados, as diretrizes são:

- desenvolver atividades de análise crítica do processo e validação/aprovação dos mesmos pela empresa construtora;
- contratar pessoa externa ou designar do quadro funcional ou de projetistas para a função de coordenador, com conhecimento técnico e capacidade gerencial no atendimento aos interesses dos diversos intervenientes;
- propor medidas de melhoria, identificando junto aos intervenientes de projeto as dificuldades existentes no desenvolvimento de suas atribuições;
- propor medidas que visem a racionalização e otimização das atividades com o levantamento e a avaliação dos processos de trabalho.

7.2 O sentido de organizar, coordenar, supervisionar e orientar as atividades pertinentes à captação, tratamento, divulgação e disseminação das informações oriundas do projeto.

A gestão das informações tem como objetivo fundamental extrair dos dados disponibilizados o referencial de ação na reestruturação, implementação ou ajuste dos diversos processos de trabalho, apontando aos gestores e técnicos as formas de desempenhar suas atividades de modo mais eficaz, racional e inovador, alinhadas com a missão e as estratégias empresarias.

Entretanto, notou-se entre os projetistas que os dados gerados não são documentados, não existe uma prática racional de arquivamento dos projetos, não há uma memória construtiva e nem aprendizado com os erros, considera-se muito a experiência particular do profissional de projeto. Outrossim, percebeu-se uma grande carência de sistemas de gerenciamento informatizados que possam auxiliar na troca de informações e a ausência de

procedimentos que norteiem o fluxo de informações entre a fase de projeto, o planejamento estratégico e o setor de produção.

a) Objetivos específicos:

- oferecer visibilidade e transparência ao processo de projeto;
- assegurar uma comunicação eficiente entre os diversos intervenientes do processo;
- facilitar o desenvolvimento, divulgação e disseminação das informações e produtos;
- garantir o arquivamento e possibilitar a recuperação controlada de informações em qualquer etapa do processo de desenvolvimento do projeto.

b) Diretrizes específicas:

Para atender aos objetivos enunciados, as diretrizes são:

- elaborar relatórios ou informações gerenciais que retratem a situação das atividades desenvolvidas, visando subsidiar a tomada de decisões;
- referenciar na empresa todas as informações disponibilizadas para disseminação;
- formalizar a comunicação interna e reuniões/encontros com os intervenientes do processo;
- acompanhar e orientar os intervenientes na produção das informações, propondo, quando for o caso, as adaptações e adequações necessárias ao seu aperfeiçoamento;
- [propor a aquisição ou o desenvolvimento de ferramentas computacionais que auxiliem o armazenamento, tratamento, resgate e divulgação das informações.](#)

7.3 Garantia de integridade e consistência das informações divulgadas durante o processo de desenvolvimento do projeto.

A integridade e consistência das informações são de responsabilidade de todos os intervenientes participantes do processo e são avaliadas dentro de um ambiente heterogêneo de desenvolvimento dos projetos. A minimização destes entraves sugere a aproximação da fase de projetos com o planejamento estratégico e a fase de produção, com trocas de informações sistematizadas, de modo que os agentes envolvidos possam antecipar suas discussões para as etapas iniciais de desenvolvimento do projeto. Considera-se, igualmente, a análise crítica e as compatibilizações entre projetos realizadas em todas as etapas, evitando-se a descontinuidade do processo e contribuindo para a redução das incertezas da fase de projeto.

As investigações realizadas junto as empresas construtoras, mostraram que as incertezas em etapas iniciais do processo de desenvolvimento dos projetos, a falta de recursos para início de novos empreendimentos e conseqüente atraso na tomada de decisões, colaboram para um quadro caótico

de informações desencontradas, alterações e retrabalhos dos projetos. Prazos de entrega reduzidos e políticas pelo menor preço, também, influenciam negativamente o desenvolvimento dos projetos e o monitoramento eficiente do processo. As atividades de análise crítica não são realizadas eficientemente e as compatibilizações são insuficientes, permitindo que não conformidades de projeto sejam resolvidas em fases avançadas de desenvolvimento.

a) Objetivos específicos:

integrar a fase de projetos ao planejamento estratégico e a fase de produção;
reduzir não conformidades de projeto;
reduzir o retrabalho com a definição clara das informações.

b) Diretrizes específicas:

- Para atender aos objetivos enunciados, as diretrizes são:
- criar procedimentos padronizados para a troca de informações sistematizadas entre as fases de planejamento estratégico, projeto e produção;
- proceder o acompanhamento do sistema, conferindo e atualizando permanentemente as informações produzidas, visando manter a consistência das informações existentes;
- reforçar as medidas de fiscalização e controle das responsabilidades de trabalho, quer a nível contratual, quer no cumprimento dos procedimentos internos de trabalho.

7.4 Disposição de um sistema gerenciador de informações tecnologicamente atualizado para implementação de sistemas de informação e para integrá-las no ambiente computacional das empresas construtoras.

Os objetivos de implementar um sistema informatizado de gerenciamento de informações são: redução dos prazos e custos de obtenção dos dados, incorporação sistemática de informações estratégicas que possam auxiliar a tomada de decisões em um menor tempo e com maior precisão e integração entre os diversos setores e agentes do processo.

De acordo com as investigações realizadas, mediante aplicação do modelo de BEACON, foi possível identificar que as empresas e escritórios pesquisados se utilizam de elementos informatizados para desenvolver aquelas atividades consideradas como conversão. Entretanto, a utilização de modelos informatizados para o apoio ao fluxo de informações não foi percebido, considerando, assim, uma absoluta ausência do uso da tecnologia da informação à comunicação, compartilhamento e integração das informações.

a) Objetivos específicos:

- melhorar a acessibilidade da informação aos intervenientes do processo;
- possibilitar a oferta de serviços para os clientes e usuários da empresa;
- melhorar a produtividade das equipes no processo;
- aumentar a velocidade e melhorar o gerenciamento logístico da operação de coleta/captura de dados.

b) Diretrizes específicas:

Para atender aos objetivos enunciados, as diretrizes são:

- privilegiar ferramentas de software que promovam a desintermediação, descentralização e disseminação das informações do processo, visando aproximar a tecnologia da informação dos intervenientes com uma interface de fácil compreensão e utilização;
- promover um sistema gerenciador que permita minimizar o número de ciclos no processo;
- oferecer aos intervenientes alternativas quanto aos meios utilizados para registrar as informações.

7.5 Captura eficiente das informações sobre as necessidades dos clientes e conversão destas em requisitos de projeto.

A pesquisa de opinião, reclamações e sugestões formais e informais e a própria avaliação pós-ocupação (APO), são ferramentas úteis na busca de informações que reflitam as necessidades dos clientes e avalie o seu nível de satisfação pelo produto, de modo que, estas informações analisadas, possam auxiliar a implementação de ações à melhoria do processo de projeto de edificações e fundamentar o planejamento e a concepção de novos empreendimentos na capacidade de atender aos requisitos dos clientes e/ou aos referenciais de excelência.

Conforme observado, as empresas realizam a captação dos anseios dos clientes, mediante a APO e junto a seus agentes de vendas, entretanto, as informações coletadas, não são retroalimentadas para as etapas de planejamento e concepção de empreendimentos de modo sistemático, caracterizando uma participação restrita dos clientes no processo de desenvolvimento de projetos. Considera-se ainda, que a empresa não deve ter como único canal a medição de reclamações ou insatisfação do cliente, devendo ser encorajada a buscar canais pró-ativos.

a) Objetivos específicos:

- identificar os requisitos dos clientes e processa-los, para que sejam incorporados às soluções de projeto;
- monitorar informações relativas à percepção do cliente quanto ao atendimento da organização às suas necessidades.

b) Diretrizes específicas:

- orientar a definição de critérios e ações gerenciais para a prospecção, avaliação, seleção e incorporação dos requisitos dos clientes ao processo de projeto;
- identificar de forma precisa aqueles requisitos que possam agregar valor a partir da perspectiva do cliente final;
- aplicar métodos adequados para o monitoramento do processo de captação das necessidades dos clientes identificando a capacidade da organização em atendê-los.

7.6 Considerações finais sobre o capítulo

A implementação destas diretrizes no processo de projeto das empresas dos estudos de caso, demanda de uma parceria entre pesquisador e dirigente com a finalidade de se desenvolver um conjunto de atividades de sensibilização e conscientização de todos os agentes envolvidos para a execução destas instruções em curto, médio ou longo prazo. Assim, uma pesquisa-ação com previsões de reuniões periódicas entre os intervenientes, palestras com especialistas para o desenvolvimento de novos conceitos, *workshops* para a promoção de discussões e seminários para a apresentação dos métodos e ferramentas, são necessários para a confirmação ou infirmação destas diretrizes no contexto atual das empresas construtoras.

Finalizando-se este capítulo, passa-se ao capítulo final da dissertação onde será avaliado o atendimento aos objetivos e questões enunciadas nas primeiras páginas deste trabalho e a validação das hipóteses estabelecidas, dando seguimento, faz-se as recomendações para futuras pesquisas.

CAPÍTULO 8

8. CONCLUSÕES

A pesquisa apresentou a filosofia e os valores relativos à modelação de um processo de projeto, discutiu sobre as condições básicas de um método para a implementação de sistemas desse tipo, apontou os principais modelos teóricos de processo de projetos defendidos no contexto brasileiro. Em particular, destacou o modelo de excelência da engenharia simultânea como o de maior interesse e adotando-o como filosofia norteadora e de ampliação incessante da realidade, no contexto no qual se insere o objeto de pesquisa.

A recomendação de ações à sistematização do fluxo de informações da fase de projetos como o principal objetivo apresentado por este trabalho, foi alcançado, mediante o esclarecimento do modelo de processo de projeto utilizado pelas empresas construtoras representadas na amostra, pelo estudo das informações reunidas nas diversas referências bibliográficas e pelo exame dos dados produzidos pelas ferramentas que integram o método de análise.

Entre os fatores destacados pela pesquisa que influenciam a qualidade dos projetos tem-se: a visão global fornecida pelo método do processo de desenvolvimento dos projetos, a consideração de um coordenador de projetos no gerenciamento eficiente do processo, a formalização na troca de informações entre os intervenientes do processo, o reforço de medidas de fiscalização e controle, a aproximação da tecnologia da informação aos intervenientes e a discussão referente aos atributos da qualidade no atendimento aos requisitos dos clientes.

O estabelecimento dos fatores supracitados, os quais se apresentam de modo deficiente ou ausente no modelo convencional de desenvolvimento de projetos, está associado a aspectos de melhoria defendidos pela engenharia simultânea, caracterizando sua aplicabilidade a níveis de qualidade mais elevados nos projetos. Entretanto, pela análise dos dados obtidos junto às empresas que participaram dos estudos de caso, conclui-se que a atual situação não permite uma implantação imediata da engenharia simultânea, devendo tal aproximação ser realizada em etapas, com uma cuidadosa análise das causas de possíveis desvios no processo e com a obtenção de melhoria por meio da ação sobre essas causas.

A afirmativa de que a atual estrutura onde se desenvolve o fluxo de informações é deficiente, comprovou-se verdadeira, mediante as entrevistas realizadas junto aos projetistas, ficando caracterizado que muito pouco se realiza para o levantamento e a avaliação do processo, a formalização da comunicação interna não está estabelecida e a atuação dos profissionais se restringe a suas áreas específicas. Esta situação pode ser minimizada com a criação de um sistema de informações e a adoção de ações gerenciais que envolvam um

processo estruturado em uma via de dois sentidos, estabelecida através de comunicação e comprometimento, considerando a dinâmica do processo.

Um aspecto específico da pesquisa se refere ao uso, quase que exclusivo, pelas empresas e escritórios, dos equipamentos de informática, com altos custos de investimentos e manutenção, para a realização das atividades de conversão, excluindo a possibilidade de sua utilização como elemento de apoio e disseminação da informação. Esta ausência de recursos não humanos dedicados ao armazenamento, processamento e comunicação da informação em estruturas organizacionais com volumes de informações cada vez maiores, reduz a capacidade de processamento de informações de gerentes, aumento dos custos de comunicação e coordenação, demoras proporcionadas pelo fluxo de informações, dificuldade de comunicação entre os níveis da hierarquia organizacional, dentre outras possibilidades, dificultando o alcance de uma eficácia organizacional no ambiente interno e reduzindo a competitividade no ambiente externo.

Com relação ao tempo necessário para o desenvolvimento das atividades da fase de projeto. Adotou-se o exame dos períodos de realização individual das atividades, suas relações de dependências e o cálculo das médias entre empresas, resultando em uma estimativa de 286 dias úteis ou 9,5 meses. A inclusão dos sábados e domingos como períodos de folga eleva este tempo para aproximadamente 1 (um) ano, segundo dados produzidos pelo *MS project*®.

Contudo, a realização destes projetos pelos intervenientes não chega a 6 (seis) meses de trabalho, segundo citações dos dirigentes e gerentes das empresas, destaca-se, neste sentido, a etapa de planejamento estratégico que apresenta duração máxima de uma semana em uma das empresas do estudo de caso.

Duas considerações podem ser feitas neste sentido. A primeira diz respeito às atividades de projeto, que mesmo existindo no contexto do processo de projeto das empresas, são insuficientes ou são realizadas minimamente. A segunda consideração examina o enfoque da engenharia simultânea quanto à necessidade de redução dos tempos mediante a realização em paralelo das atividades. Esta deve ser relativizada, muito devido às especificidades inerentes da indústria da construção civil, não necessitando obrigatoriamente em redução dos tempos, mesmo porque, observou-se na prática, prazos reduzidos para o cumprimento da maioria das atividades identificadas.

8.1 Considerações finais

Apesar das limitações provenientes da realização de apenas três estudos de caso, considera-se que a pesquisa providenciou uma contribuição válida para os objetivos fixados

na dissertação, notadamente para uma melhor compreensão dos fenômenos ligados à sistematização do fluxo de informações. Por outro lado, a realização da pesquisa, reforçou o sentimento de dependência da investigação deste tipo de fenômeno ao contexto em que se desenvolve.

Em síntese, as aplicações de várias ferramentas simultâneas sobre as mesmas amostras mostraram a pertinência dos resultados. Neste sentido, a pouca maturidade das empresas, apresentada pela análise dos resultados do modelo de BEACON, foi comparada com os dados obtidos pela DSM, possibilitando a confirmação de que o modelo tradicional utilizado se caracterizava por muitas atividades realizadas em sequência.

Quanto a *design structure matrix*, a conclusão que se faz é que a mesma possibilita a criação de uma arena para a comunicação entre a equipe técnica de projeto, gerentes e engenheiros, com a visualização de um sistema eficaz de *feedback* onde é possível promover o conhecimento sobre experiências passadas e reduzir incertezas quanto ao futuro na solução de problemas, restrições econômicas, interpretações de especificações técnicas e requisitos de projeto.

A DSM, como técnica de planejamento e gerenciamento de projetos, cria pré-requisitos estruturais para a integração entre os intervenientes e a corporação, resultando em projetos mais eficientes e eficazes e melhorando a competitividade da empresa. Entretanto, a crítica que se pode fazer sobre esta técnica, diz respeito à não percepção clara de atividades que não agregam valor ao produto e que podem ser eliminadas, de modo que, possíveis ajustes sempre existirão para adequar a eficiência do projeto às exigências de mercado, outra restrição se refere à dificuldade de entrada de dados na matriz, na medida em que há uma grande quantidade de atividades no processo, neste sentido a interface para o usuário pode ser melhorada, ou a totalidade de atividades pode ser subdividida em várias matrizes menores com um número reduzido de atividades para análise.

Finalmente, a construção de um modelo geral do processo de projeto reconhecido e defendido por todos os intervenientes deve ser implementado; consistindo na descrição das atividades e suas relações de precedência, papéis e responsabilidades de cada envolvido e estruturação do fluxo principal de informações; de modo a possibilitar seu planejamento, avaliação e controle efetivo.

8.2 Recomendações para estudos futuros.

O método de desenvolvimento de projetos, que se pratica atualmente na construção civil mais particularmente no setor de construção de edifícios multifamiliares, deve passar por uma reavaliação de seus procedimentos de gestão e gerenciamento, de modo, a inserir

elementos transformadores que possam abranger, a forma como as empresas realizam a contratação dos projetistas, a coordenação dos projetos, a definição / utilização de critérios para a análise crítica e a compatibilização dos diversos projetos. Sugere-se ainda, que seja alterada a maneira como as informações são convencionadas e transmitidas, tornando o desenvolvimento de projetos um processo mais acessível a todos os intervenientes.

Neste sentido, a situação apresentada pelas empresas construtoras e incorporadoras pertencentes aos estudos de caso, permite-nos identificar cenários para a implantação de algumas dessas diretrizes propostas no trabalho.

A implementação de um modelo de processo de projeto em curto prazo pelas empresas é factível mediante a utilização de uma metodologia que reconheça, primeiramente, a interação dinâmica existente entre todos os intervenientes participantes do processo de projeto; que possa realizar a descrição e documentação das atividades, do ambiente e das pessoas envolvidas; que proporcione alternativas diversas passíveis de solução para os problemas de projeto; que torne igualmente possível a definição dos níveis de qualidade que se deseja alcançar e a viabilização dos investimentos necessários a sua implementação. Estes são elementos essenciais para a estruturação e criação de um modelo de processo de projeto.

A contratação ou designação de um coordenador de projetos, também, se caracteriza como uma ação de curto prazo e que pode colaborar para se alcançar um gradativo nível de maturidade de gestão e gerenciamento de projetos. O coordenador é fundamental para auxiliar a modelagem e o desenvolvimento do processo, bem como realizar a compatibilização das disciplinas de projeto.

A utilização de ferramentas de gestão, a aplicação de processos consolidados no ambiente corporativo e a adoção de técnicas de medição e controle das atividades de projeto são ações gerenciais que podem ser implantadas a curto e médio prazo. A exemplo de práticas adotadas por empresas construtoras e com reflexo nas melhorias no processo de projeto têm-se: a elaboração de manuais de procedimentos de execução da empresa, que consolida a tecnologia construtiva fornecendo subsídio para a atividade de projeto, o desenvolvimento, por exemplo, dos projetos para a produção de alvenaria, de fôrmas, de impermeabilização, que aproxima as fases de projeto e de produção do empreendimento e a criação de departamento técnico interno. Possibilitando a empresa que faculte o registro, transmissão, controle e arquivamento das informações de projeto. (Melhado, 1994; Tzortzopoulos, 1999).

Como parte do esforço para a disseminação de conceitos da gestão da produção ao ter ajustados os processos, será possível a empresa empregar conceitos como de “construção enxuta” ou *lean construction*, que reúne teorias e técnicas gerenciais como: *just in time*, TQM, *benchmarking*, reengenharia, manutenção produtiva total e engenharia simultânea, os quais,

demonstram caminhos promissores para se alcançar a qualidade desejada, com maior produtividade e preocupação com o cliente final.

Parcerias devem ser efetivadas entre empresa construtora e projetistas, de modo a ampliar a adequação dos serviços de projeto frente às necessidades de seus diversos clientes e criar perspectivas para a introdução de padrões com a definição de normas que subsidiem as soluções de projeto incrementando o processo com melhorias técnicas e a aquisição de novas tecnologias construtivas (Melhado, 2000). Criando um ambiente propício para a integração dos agentes e disciplinas de projeto. Esta integração, entretanto, possui fatores de complexidade que pode adiar sua realização pelas empresas construtoras, mesmo porque a equipe que desenvolverá os projetos nem sempre será a mesma, os projetistas se encontram geograficamente distantes e desenvolvem diversas atividades paralelas aos da empresa construtora.

A adoção de tecnologias para a fase de projetos deve ser tratada como elemento posterior a ser implementado pela empresa construtora. Para tal, quase sempre, são demandados recursos elevados e ações específicas dentro da organização. Assim, torna-se, necessário o reconhecimento preciso das práticas e deficiências do processo de projeto para se obter soluções tecnológicas realmente integradas com as fases de planejamento estratégico, projeto, execução e todos os processos existentes na empresa construtora. São investimentos que normalmente exigem novas capacitações e treinamentos de pessoal e devem estar contempladas nas estratégias de longo prazo da empresa construtora.

Observa-se que um longo caminho ainda deve ser percorrido para que essas melhorias no projeto sejam consolidadas mediante a implantação de ações gerenciais de curto, médio e longo prazo nas empresas construtoras e incorporadoras da cidade de Belém. A mesma observação aplica-se a projetistas de arquitetura, estruturas e instalações prediais. A fase de projetos desse modo, passa a ser um diferencial e, ao mesmo tempo, um elemento de competitividade para as empresas, conduzindo, assim, todo o processo e seus intervenientes para uma necessária revisão e um amadurecimento quanto as atuais práticas de desenvolvimento de projetos.

A realização deste estudo nos permite a formulação de sugestões de pesquisas para o aprofundamento e melhor entendimento de toda a complexidade que envolve o tema: processo de projeto. Existe, ainda, a necessidade de se desenvolver outros estudos de caso que possibilitem novas elucidações sobre o assunto e a continuidade da pesquisa. Assim, tem-se:

- o desenvolvimento de estudos que possibilitem a aplicação da DSM como ferramenta de gerenciamento de projetos em empresas construtoras, com o objetivo de se

promover uma representação do projeto, permitindo uma avaliação das tarefas cíclicas;

- o desenvolvimento de estudos que permitam a análise de custos das atividades do processo de projeto, e estas, aplicadas a estimação dos custos de projeto;
- o desenvolvimento de estudos com a aplicação de tecnologia da informação em processos de projeto, com vistas a troca de informações eficiente, compatibilização de projetos e integração dos intervenientes.
- o desenvolvimento de estudos que permitam a análise da complexidade do projeto em seu processo de desenvolvimento.

9. BIBLIOGRAFIA

AGOPYAN, Vahan; Burratino, Silvio. **O conceito de Projeto na Construção de Edifícios: diretrizes para sua elaboração e controle.** Boletim técnico da Escola Politécnica da USP - São Paulo, 1995.

ARAÚJO, Rodrigo Hermes. **Decomposição de conhecimento para projeto de produto: abordagem para estruturar sistema especialista como sistema auxiliar de informações em projetos de engenharia simultânea.** 2000. 146 f. dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2000.

BAÍA, Josaphat. MELHADO, Silvio Burratino. **Processo de implantação de um sistema de gestão da qualidade em empresas de projeto.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000.

BALLARD, Glenn, KOSKELA, Lauri. **On the agenda of design management research** In: IGLC 6, 1998.

BARROS, José de Paula Neto. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional.** 1999. 336 f. Tese de doutorado Escola de Administração - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos.** 1º edição – São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 1998.

BROWNING, R. Tyson. **Use of dependency structure matrices for product development cycle time reduction.** In 5º international conference on concurrent engineering. Tokyo Japan. 1998.

BRUYNE, Paul de. **Dinâmica da Pesquisa em Ciências Sociais: os pólos da prática metodológica.** Rio de Janeiro: Livraria Francisco Alves Editora S.A., 3ª ed., s/d.

CARDOSO, Francisco. **Engenharia simultânea: competição pelos custos,** São Paulo: Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil. 1996

CARIN, Maria Schmitt. **Qualidade.** Rev. Técnica. SP, a2. n9. p.21-33, mar./abr. 1994.

CASAROTTO FILHO, Nelson. FÁVERO, José Severino. CASTRO, João Ernesto Escosteguy. **Gerência de projetos / Engenharia Simultânea**. São Paulo: Ed Atlas, 1999.

CHEN, Chun Hsien, LING, Shih Fu, CHEN, Wei. **Project scheduling for collaborative product development using DSM**. – 2001. In: International Journal of Project Management, School of Mechanical and Production Engineering, Singapore 2001.

CHO, Soo-Haeng. **An integrated method for managing complex engineering projects using the Design Strucuture Matrix and Advanced simulation**. 2001. In: MIT – Massachusetts Institute of Technology. Dissertação de Mestrado. 2001. Disponível em: <http://www.mit.edu/dsm>. Acesso em agosto de 2002.

DENKER, Stephen. STEWARD Donald V. BROWNING Tyson. **Planning Concurrency and Managing Iteration in Projects**. In: Center for Quality of Management Journal, 1999.

EDUM-FOTWE. F.T., THORPE, A., MCCAFFER R. **Information Procurement Practices of Key Actors in Construction Supply Chains**. In European Journal of Purchasing & Supply Management – 2001.

FABRICIO, Márcio Minto, BAIA, Josaphat Lopes, MELHADO, Silvio Burratino. **Estudo do Fluxo de projetos: Cooperação seqüencial x colaboração simultânea** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999.

FABRICIO, Márcio Minto, BAIA, Josaphat Lopes, MELHADO, Silvio Burratino. **Estudo da seqüência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1999.

FABRICIO, Márcio Minto, BAIA, Josaphat Lopes, MELHADO, Silvio Burratino. **brief reflection on improvement of design process efficiency in brazilian building projects** In: IGLC 7, University of California, Berkeley, 1999.

FABRICIO, Márcio Minto, MELHADO, Silvio Burratino. **A importância do estabelecimento de parcerias construtora – projetistas para a qualidade na construção de edifícios** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

FABRICIO, Márcio, MELHADO, Silvio Burratino. **Projeto Simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000.

FONTENELLE, Eduardo Cavalcante. MELHADO, Silvio Burratino. **As melhores práticas na gestão do processo de projeto em empresas de incorporação e construção.** Artigo técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2002.

FONTENELLE, Eduardo Cavalcante. MELHADO, Silvio Burratino. **Proposta para sistematização de informações e decisões nas etapas iniciais do processo de projeto de edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000.

FORD, David N. **The Dynamics of Project Management: An Investigation of the Impacts of Project Process and Coordination on Performance.** 1995. In: MIT – Massachusetts Institute of Technology - Department of Civil and Environmental Engineering. Tese de doutorado. Capítulos. 1e 2. 1995.

FORMOSO, Carlos T. Tzortzopoulos, Patricia et al. **Developing a protocol for managing the design process in the building industry** In: IGLC 6, 1998.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 4. Ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1995.

HAMMOND Jamie, et al **integrating design planning, scheduling, and control with deplan.** In: Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK, 2000. Disponível em <http://www.leanconstruction.org/pdf/20.pdf>

HOWELL, Gregory A. **What is lean construction** – 1999. In: IGLC 7, University of California, Berkeley, 1999.

ISATTO, Eduardo L. Formoso Carlos T. **Design and production interface in lean production: a performance improvement criteria proposition.** In: IGLC 6, 1998.

ISATTO, Eduardo Luis et al. **Lean construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção civil.** 177f. Porto alegre, SEBRAE/RS 2000.

JACQUES, Jocelise. FORMOSO, Carlos T. **Definições de informações no processo de projeto.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000.

KERLINGER, Fred N. **Metodologia da pesquisa em ciências sociais: um tratamento conceitual.** 6º edição – São Paulo, Ed. Pedagógica e Universitária, 1980.

KHALFAN, Malik M. A. et al. **Readiness Assessment of the construction supply chain for concurrent engineering.** – 2001. In: European Journal of Purchasing & Management, Disponível em: www-staff.iboro.ac.uk. acesso em jul/2002.

KHALFAN, Malik M. A. et al. **An Investigation of the Readiness of the Construction Industry for Concurrent Engineering.** – 199?. In: Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Technical report #72. Center for integrated facility engineering. Department of Civil Engineering. Stanford University, 1992, 72p.

KOSKELA, Lauri, BALLARD, Glenn, TANHUANPÄÄ, Veli-Pekka **Towards lean design management.** In IGLC 5, 1997.

KOSKELA, Lauri. **Lean Construction.** In. ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Florianópolis, 1998.

MELHADO, Silvio Burratino, MACIEL, Luciana Leone. **Qualidade na Construção Civil: fundamentos.** Texto técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo, 1995.

MELHADO, Silvio Burratino **Designing for lean construction.** In: IGLC 6, 1998.

MELHADO, Silvio Burratino. **Metodologia de projeto voltada à qualidade na construção de edifícios.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

MELHADO, Silvio Burratino. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 277 f. tese de doutorado departamento de Engenharia de Construção Civil - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MOURA, Danielle Costa, OLIVEIRA Roberto. **Mudanças organizacionais frente à evolução do processo de processo de edificações**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

MOURA, Danielle Costa. **Mudança na estrutura organizacional do processo de projeto para alavancagem em construção de edificações: um estudo multi-caso em pequenas empresas**. 1998. dissertação de mestrado. Centro tecnológico - Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.

NOVAES Celso Carlos. **Diretrizes para garantia da qualidade do projeto na produção de edifícios habitacionais**. 1996. 389 f. tese de doutorado. Departamento de Engenharia de Construção Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1996.

NOVAES, Celso Carlos. **A modernização do setor da construção de edifícios e a melhoria da qualidade do projeto**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

Novo Dicionário do Aurélio, Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira, 2^a ed, 1986.

PERALTA, Antonio Carlos. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. In: Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado. Florianópolis 2002.

PICCHI, F. A. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo 1993. 461f. Tese de doutorado – escola politécnica da USP. 1993

PICORAL, Rosana B. SOLANO, Renato S. **Coordenação de projetos: procedimentos de incorporadoras**. Congresso Técnico Científico de Engenharia Civil. Santa Catarina. 1996.

PUCCINI, Abelardo de Lima, PIZZOLATO, Nelio Domingues. **Programação linear**. Rio de Janeiro: Ed LTC, 1987.

SANTOS, Cláudio Hamilton M. **Políticas Federais de Habitação no Brasil: 1994/1998.** IPEA. Brasília, 1999.

STEWART, Donald V. DENKER, Stephen. **Using concurrent engineering for competitive advantage.** In: problematics, 1996.

TAVARES JUNIOR, Wandemberg. **Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces entre especialidades do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte.** 2001. 145 f. dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2001.

THE MIT DESIGN STRUCTURE MATRIX – DSM. DSM Tutorial. Disponível em <http://web.mit.edu/dsm/tutorial/tutorial.htm>. e <http://web.mit.edu/dsm/publications.htm>. Acesso em set./2002

THOMAZ, Ercio. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção.** 1. ed. São Paulo: Pini, 2001.

TRIVINOS, Augusto N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** 1. Ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1987.

TZORTZOPOULOS, Patrícia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 1999. 150 f. dissertação de mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

TZORTZOPOULOS, Patricia. FORMOSO, Carlos Torres. **Considerations on the application of lean construction principles to design management** In: IGLC 7 University of California, Berkeley, 1999.

ULRICH, Helen, SACOMANO, José Benedito. **O processo de projeto na busca da qualidade e produtividade** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 1998.

ANEXO

ANEXO 01: DSM *input* – empresa A[illegible]

ANEXO 02: DSM *input* – empresa B[illegible]

ANEXO 03: DSM *input* – empresa C[illegible]

ANEXO 04: DSM – mapeamento do fluxo comum entre as empresas.

[illegible]

ANEXO 05: Programação das atividades de projeto com a utilização do *MS Project*®.

Continuação: ANEXO 05

ANEXO 06: Questionário traduzido do Modelo de BEACON - Engenharia Simultânea

Seção A: Informações Complementares	
Nome da Empresa:	
Endereço:	
Nome do Entrevistado (opcional):	
Cargo Atual:	
Descrição do trabalho:	
Tipo de organização:	
Número de funcionários:	
Especialidade na Indústria da Construção:	
Data:	

Detalhes para Contato:	
Telefone:	
E-mail:	

Classifique os quatro elementos chaves do modelo (com 1 para o mais importante) do ponto de vista de sua organização.

Processo:	
Pessoal:	
Projeto:	
Tecnologia:	

Seção B - Elementos do Processo							
B1 – Gerenciamento de Sistemas							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	As estimativas de projeto e programação são documentadas para utilização no controle e caminho do Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
2	São providenciados recursos adequados para planejar qualquer projeto.						
3	A equipe de desenvolvimento de projeto (EDP) mantém uma margem de tempo para programação de contingências.						
4	Há uma política organizacional para administrar contratos e sub-contratos.						
5	As atividades e desempenho de contratados e sub-contratados são revisadas periodicamente e em uma determinada data.						
6	São seguidos procedimentos de alocação de recursos semelhantes dentro da organização para cada projeto (Ex.: alocação baseada no nível de dificuldade técnica a cada atividade de qualquer projeto etc.)						
7	É possível executar uma análise do impacto da alocação de recurso.						
8	Um projeto financeiro do sistema de contabilidade e gerenciamento padronizado e confiável é utilizado em todos os projetos.						
9	O projeto financeiro do sistema de contabilidade e gerenciamento é integrado com um projeto de sistema de gerenciamento global.						
10	Um plano de gerenciamento de risco está						

	preparado para cada projeto que é usado para monitorar o processo de desenvolvimento de projeto e quantificar fatores de risco de projeto.						
11	Estudos de <i>trade-off</i> são conduzidos para identificar os riscos associados a novas tecnologias.						
12	Ações corretivas são executadas quando os resultados atuais diferem significativamente dos planos de projeto.						
13	O Gerente revisa atividades usadas para planejar qualquer projeto periodicamente e em uma determinada data.						

Seção B - Elementos do Processo

B2 – Foco no Processo

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) é documentado.						
2	A documentação de processo é mantido em forma eletrônica, e é acessível aos membros da equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP).						
3	Processos semelhantes são usados em projetos de construção diferentes.						
4	Decisões passadas são analisadas para descobrir lições que podem ajudar a melhorar o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) continuamente.						
5	São usados procedimentos para avaliar e melhorar o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) periodicamente.						
6	Dados são coletados para medir a efetividade do Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
7	Há um indivíduo ou um grupo responsável para focalizar e melhorar o processo de desenvolvimento de projeto.						
8	O Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) é flexível, ou seja, adaptável a mudanças (por exemplo: mudanças em projetos, as exigências pessoais de cliente etc.)						
9	As atividades de processo críticas são identificadas no começo do Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
10	Os parâmetros de processo críticos são identificados no começo do (PDP)						
11	Os parâmetros de processo críticos são modificados para aperfeiçoar custo, qualidade e tempo continuamente.						
12	Processos e sub-processos são executados tão simultaneamente quanto possíveis.						
13	São eliminadas atividades que não agregam valores do PDP sempre que possível.						

Seção B - Elementos do Processo

B3 – Suporte Organizacional

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Um sumário documentado do projeto é estabelecido no começo de cada projeto.						

2	As atividades de administração e atualização do sumário do projeto são sujeitadas a revisão para garantir a qualidade.						
3	Há políticas organizacionais que asseguram o monitorando e o controle de melhorias contínuas em sistemas de gerenciamento e tecnologia.						
4	A organização analisa o valor agregado por cada atividade de desenvolvimento de projeto.						
5	Há políticas que apoiam as equipes para fazer alocação de recursos e <i>trade-offs</i> (recursos tais como orçamento e mão-de-obra).						
6	Há um adequado suporte organizacional para solucionar conflitos dentro das equipes.						
7	O ambiente de organizacional apoia os indivíduos para executarem trabalhos diferentes.						
8	O ambiente organizacional apoia que membros de uma equipe de desenvolvimento de projeto trabalhem individualmente ou em grupo, e transições entre estes dois tipos de trabalho.						
9	O ambiente organizacional apoia a maneira preferida de cada indivíduo trabalhar.						
10	A estrutura de organizacional é flexível e apoia uma variedade de projeto e exigências de processo.						

Seção B - Elementos do Processo**B4 – Desenvolvimento de estratégia**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O gerente tem uma estratégia empresarial clara para cada projeto.						
2	A estratégia é consistente com a política organizacional empresarial.						
3	A estratégia focaliza a melhoria do processo de desenvolvimento de projeto de cada projeto.						
4	A estratégia encoraja que as pessoas solucionem assuntos no mais baixo nível apropriado da organização.						
5	As políticas de recurso humano apoiam a estratégia e são melhoradas continuamente.						
6	Equipes envolvem poucos membros para identificar e prevenir problemas futuros relacionados ao processo de desenvolvimento de projeto.						
7	Equipes são estabelecidas para atender aos pedidos de clientes considerando o processo de desenvolvimento de projeto.						
8	O gerente focaliza a melhoria do sistema de gerenciamento de cada projeto dentro da organização.						
9	O gerente assegura que qualquer crise não romperá o processo de desenvolvimento de projeto.						
10	Os problemas enfrentados durante o processo de desenvolvimento de projeto são monitorados até que eles sejam resolvidos.						

Seção B - Elementos do Processo							
B5 – Agilidade							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Procedimentos documentados são utilizados para assegurar que a organização pode responder a mudanças no processo de desenvolvimento de projeto.						
2	O tempo para responder às mudanças exigidas pelos clientes é melhorado para projetos novos.						
3	Cada sub-equipe toma decisões simultaneamente a respeito das mudanças exigidas pelos clientes.						
4	O processo de desenvolvimento de projeto é flexível o bastante para incorporar mudanças exigidas pelos clientes.						
5	A documentação do processo de desenvolvimento do projeto é mantida eletronicamente e é acessível a todos os membros da equipe.						
6	A documentação do processo de desenvolvimento do projeto inclui informação sobre as decisões realizadas durante o processo.						
7	Uma memória corporativa da organização é mantida.						
8	A memória corporativa está disponível a todos os membros da equipe de desenvolvimento de projeto.						
9	Bens e recursos são reutilizados para novos projetos (por exemplo maquinaria, projeto de facilidade, ferramentas de construção e material, computadores etc.).						
10	A equipe de desenvolvimento de projeto faz uso de informação de projetos anteriores para planejar mudanças.						

Seção C - Elementos de Pessoal							
C1 – formação e desenvolvimento de equipes							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	A Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) é formada de tal modo que tem representação de cada sub-equipe.						
2	A equipe de desenvolvimento de projeto e as sub-equipes incluem indivíduos que são entusiásticos e especializados em seus campos respectivos.						
3	Todos os membros das equipes interagem continuamente em lugar de só interagirem em pontos de decisão fundamentais.						
4	Cada membro de equipe entende suas responsabilidades claramente.						
5	Há um propósito comum dentro das equipes para um projeto específico.						
6	Políticas organizacionais encorajam as equipes a alcançar metas diferentes.						
7	Há uma política organizacional para obter programas de treinamento para as equipes.						
8	Recursos adequados estão disponíveis para						

	implementar o programa de treinamento						
9	Todos os membros das equipes recebem treinamento regular para atualizar suas habilidades técnicas e melhorar sua equipe de trabalho.						
10	O treinamento de equipe é avaliado para sua efetividade.						

Seção C - Elementos de Pessoal**C2 – Liderança e gerenciamento de equipes**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Líderes de uma Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) e sub-equipes são selecionados com base em suas habilidades técnicas e gerenciais.						
2	Líderes de equipe são responsáveis pela conclusão das tarefas e atividades na hora certa e dentro do orçamento.						
3	Os líderes de equipe têm a autoridade para recrutar os novos membros de equipe.						
4	O líder da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) trabalha como um gerente de projeto e é responsável para controlar, organizar, dirigir e planejar o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
5	Os líderes de equipe levam decisões concludentes para todo o projeto e assuntos de nível de equipe.						
6	Os líderes de equipe consultam o gerente antes de tomar qualquer decisão de nível de equipe.						
7	O gerente monitora o progresso do Processo de desenvolvimento de projeto (PDP) e a Equipe de desenvolvimento de projeto (EDP).						
8	O gerente tenta solucionar assuntos do mais baixo nível apropriado da organização.						

Seção C - Elementos de Pessoal**C3 – Disciplina**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Todos os membros de equipes cumprem as regras disciplinares e regulamentos fixados pela organização.						
2	Todos os membros das equipes (inclusive líderes de equipe) são comprometidos e compartilham de regras de equipe.						
3	Os membros colocam de lado seus interesses de trabalho individuais e operam nos melhores interesses das equipes.						
4	Os membros de equipe permanecem juntos até mesmo quando assuntos difíceis surgirem.						
5	Reuniões de equipe seguem um jogo de regras de comportamento.						
6	Há um compromisso organizacional para lidar prontamente com problemas disciplinares.						
7	Há um procedimento de queixa estabelecido.						
8	O gerente assegura que a equipe de projeto						

	segue procedimentos estabelecidos para prover valor ao cliente.						
Seção C - Elementos de Pessoal							
C4 – Equipes em uma Organização							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Há diversos grupos especialistas dentro da organização que trabalham como sub-equipes.						
2	O foco das sub-equipes está em suas tarefas disciplinares específicas e apoiam a equipe de desenvolvimento de projeto.						
3	As equipes têm a autoridade para decisões técnicas e de custo.						
4	As equipes têm a autoridade para recompensar membros de equipe						
5	Há recompensas por ter agido como um membro de equipe em vez de focalizar interesses individuais.						
6	É fácil para os membros das equipes exporem suas idéias.						
7	É fácil para as equipes se comunicarem e compartilhar informação entre si.						
8	Cada equipe é responsável em alcançar sucesso de acordo com um projeto específico.						
9	Há uma política organizacional para medir o desempenho de equipes e apoiar seu trabalho.						
10	O desempenho das equipes é crucial para uma carreira individual de sucesso						
11	Há um compromisso organizacional para prover treinamento adequado e específico a indivíduos para executar seus papéis dentro das equipes.						
12	Há uma política organizacional para planejar e administrar revisões semelhantes dentro das equipes para eliminar defeitos da produção de uma atividade com rapidez e eficácia.						

Seção D – Elementos do projeto							
D1 – Foco no cliente							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	O cliente é continuamente envolvido ao longo de um Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) como um membro de uma Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP).						
2	Diretrizes e procedimentos bem documentados são seguidas em conjunto com as exigências do cliente.						
3	Todos os membros da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) e sub-equipes entendem as exigências do cliente claramente.						
4	A priorização de todas as decisões de projeto está baseada nas exigências do cliente.						

5	Diretrizes semelhantes são seguidas ao longo da organização para interagir com o cliente.						
6	Ferramentas baseadas em computação são utilizadas para ajudar extrair e disseminando exigências dos clientes.						
7	As equipes podem acessar as exigências do cliente a qualquer hora durante o processo de desenvolvimento de projeto.						
8	As equipes respondem adequadamente a mudanças nas prioridades de cliente.						
9	Procedimentos são usados para avaliar quanto bem a equipe está acomodando as novas prioridades dos clientes.						
10	São usados procedimentos para avaliar se as exigências do cliente foram satisfeitas.						
11	São usadas ferramentas baseadas em computação para ajudar avaliando se as exigências do cliente foram satisfeitas.						

Seção D – Elementos do projeto**D2 – Garantia da Qualidade**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Padrões de projeto internamente desenvolvidos usados durante ambas as fases de projeto e construção são bem estabelecidos e bem reconhecidos.						
2	Padrões de projeto são mantidos e são acessíveis a todos os membros das equipes.						
3	São usadas atividades de garantia de qualidade (Quality Assurance - QA) que confirmam que um projeto completo e seus processos obedecem a procedimentos e padrões aplicáveis.						
4	Todas as mudanças e variações para um projeto são submetidas a revisão e auditoria de garantia de qualidade (QA).						
5	Há uma política organizacional para assegurar qualidade de projeto exigida por implementação de gerenciamento de qualidade.						
6	São utilizados métodos para assegurar a qualidade exigida de materiais antes da construção para todo projeto.						
7	Há métodos padronizados para coletar e analisar dados de casos fracassados para avaliação pelas equipes.						
8	Há procedimentos disponíveis para inspecionar o progresso do processo de desenvolvimento de projeto contra qualidade, custo, tempo, e especificação periodicamente e em uma determinada data.						

Seção D – Elementos do projeto**D3 – Flexibilidade de Projeto**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Interfaces chave durante o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) estão estrategicamente definidas no começo de um projeto.						

2	Projetos preliminares e desenhos estão preparados antes de entrar no projeto final e fases de construção de um projeto.						
3	Todos os membros de uma Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) analisam preliminarmente o projeto e tecem comentários e sugestões em como superar qualquer problema, e que confirma às exigências do cliente.						
4	Há uma política organizacional para assegurar que o cliente está satisfeito com a flexibilidade do projeto preliminar.						
5	São consultados e revisados projetos anteriores pertinentes para desenvolver projetos e desenhos atuais.						
6	O projeto é flexível o bastante para proporcionar as mudanças exigidas pelos clientes						
7	Modelagem de projeto (como padronização, modularização etc.) são adotados para facilitar o projeto.						
8	Os projetos flexíveis encorajam procedimentos repetitivos e padronizados de construção de um elemento para reduzir complexidade durante a fase de construção.						
9	O projeto flexível não só é mantido na forma de desenhos em folhas mas também em forma eletrônica.						

Seção E – Elementos de Tecnologia

E1 – Apoio de comunicação

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Todos os membros das equipes são conectados um ao outro em uma rede enquanto trabalham no mesmo projeto.						
2	Capacidades de correio eletrônico são usadas para comunicação por cada indivíduo						
3	Todos os membros da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) e sub-equipes trocam dados do projeto em rede.						
4	É possível para os membros das equipes compartilharem programas de aplicação pela rede.						
5	É possível trocar gráficos, som e vídeo, e arquivos de vídeos em tempo real relacionados ao projeto em rede.						
6	Comunicação dentro e entre as equipes por computador.						
7	Ferramentas de computação são utilizadas para interação melhor entre as equipes.						
8	Existem sistemas dentro da organização que apoiam a interação pessoa-para-pessoa, pessoa-para-computador, de computador-para-computador.						
9	A rede usada para comunicação é transparente.						
10	Base de computadores para reuniões						

	virtuais e interação entre membros da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) frequentemente substituem reuniões presenciais .						
Seção E – Elementos de Tecnologia							
E2 – Apoio de Coordenação							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Dados do projeto estão disponíveis eletronicamente para todos os membros da equipe de desenvolvimento de projeto.						
2	Fluxo de trabalho de projeto é administrado na rede (por exemplo ordens de trabalho eletrônicas etc.).						
3	Ferramentas e métodos são usados, onde sub-equipes executam a análise de intercâmbio (trade-offs).						
4	Um modelo central de projeto é usado para facilitar a coordenação de todas as equipes envolvidas em um projeto.						
5	Um sistema é usado para cada projeto que automaticamente atualiza o fluxo de trabalho e dados do projeto a medida que as atividades são completadas						
6	Há sistemas disponíveis dentro da organização que é usado para apoiar, reconhecer conflito, resolver, negociar, e fazer o trade-offs entre as equipes.						
7	São usadas ferramentas computacionais para apoiar o monitoramento de um projeto.						
8	Ferramentas utilizadas para monitorar o projeto são continuamente avaliadas.						
9	O controle da versão é estritamente obrigatório para cada projeto para assegurar a troca fácil de acesso para o fluxo de trabalho do projeto e dados.						
Seção E – Elementos de Tecnologia							
E3 – Compartilhamento de Informação							
		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	A informação requerida para o processo de desenvolvimento de projeto é acessível em uma forma eletrônica para todos os membros da equipe de desenvolvimento de projeto.						
2	Toda a informação em forma eletrônica é administrada por um Sistema de Administração de Banco de dados apropriado (DBMS).						
3	Há sistema de tecnologia da informação disponível, que promove uma visão do banco de dados integrada aos usuários.						
4	As informações que compartilham serviços tiram proveito de tecnologia de multimídias.						
5	A informação do projeto é armazenada como arquivos de texto, gráficos, imagens, voz, e vídeos.						
6	Um modelo mestre de desenvolvimento do processo de projeto existe e é usado para todos os projetos.						
7	Um modelo mestre de informação de						

	recurso organizacional é usado para todos os projetos.						
8	Uma completa memória corporativa e informações e decisões relevantes do projeto são mantidas.						
9	Existe uma intranet da companhia acessível a todo o pessoal.						
10	Uso da Internet é feito para comunicação de projeto.						
11	São utilizados sistemas de comunicação apropriados para interagir com outras disciplinas e organizações.						

Seção E – Elementos de Tecnologia**E4 – Apoio à integração**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	A organização usa computadores com um sistema operacional comum para todos os projetos (por exemplo, UNIX, Macintosh, Windows, etc.).						
2	Os membros da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) e sub-equipes estão virtualmente integrados pelo modelo integrado de informação compartilhada que é atualizado pelo Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
3	Os sistemas de computador da organização são unidos para minimizar re-entrada de dados e erros.						
4	A organização tem um modelo para apoiar padrões para troca de dados.						
5	Todos os membros da Equipe de Desenvolvimento de Projeto (EDP) acessam dados por um modelo de informação integrado compartilhado.						
6	Técnicas de transmissão de dados são usadas enquanto se acessa dados pelo modelo de informação integrado compartilhado.						
7	Há sistemas disponíveis para ajudar a traduzir dados dentro da organização tão bem quanto usado ao extrair dados de uma fonte externa.						
8	Os sistemas usados por membros de equipe podem ser unidos aqueles parceiros de negócio mais frequentes da organização.						

Seção E – Elementos de Tecnologia**E5 – Apoio de tarefa**

		Sempre	A maioria das vezes	Algumas vezes	Raramente	Nunca	Comentários
1	Existem sistemas dentro da organização que dão informação do histórico do projeto aplicável para o andamento do projeto durante sua fase de elaboração.						
2	Sistema CAD (<i>Computer Aided Design</i>) e ferramentas de simulação são usados para conferir a construtibilidade e a sustentabilidade de um projeto.						
3	CAD e ferramentas de visualização são utilizadas para preparar o projeto de acordo com as exigências do cliente.						
4	São usadas ferramentas CAD para permitir						

	um projeto ótimo e interativo do empreendimento.						
5	São utilizadas ferramentas computacionais para colaborar com o trabalho durante o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
6	Há uma política organizacional para fazer e seguir um plano de gerenciamento de tecnologia.						
7	O gerente focaliza as melhorias da tecnologia disponível (por exemplo, computadores, planta e equipamento etc.).						
8	Há um método organizacional para avaliar a nova tecnologia para ajudar na seleção de tecnologia para o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP).						
9	Ferramentas de apoio de tarefa usadas durante o Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) (como planta e equipamento, software de computador & hardware etc.) são as mais recentes nas suas respectivas tecnologias.						
10	Há sistemas dentro da organização (como Agentes Inteligentes), que informam automaticamente a todos os membros de uma equipe de desenvolvimento de projeto se houver qualquer mudança no Processo de Desenvolvimento de Projeto (PDP) (por exemplo, mudanças em projeto, exigências de cliente, distribuição de recurso etc.)						
11	Há ferramentas que utilizam quantitativo como também informação qualitativa para ajudar na tomada de decisão.						
12	Ferramentas de apoio de tarefas são avaliadas para determinar seus efeitos no projeto (por exemplo, qualidade, produtividade, redução em custo e tempo etc.).						
13	A organização adota troca de dados internos padronizada para todo projeto.						

ANEXO 07: Formulário para orientação a pesquisa - empresas construtoras

[illegible]

[illegible]

[illegible]

7.7	Reaprovação de projetos em órgãos públicos														
7.8	Montagem do manual de uso e manutenção do imóvel														
7.9	Análise e registro em banco de dados feedback														
Continuação: ANEXO 07															
8	Acompanhamento de uso	sim	não	DE	GP	CV	AR	GO	ES	IE	HS	FU	OU	dias	PREDECESSORA
8.1	primeira avaliação da satisfação do cliente														
8.2	Atendimento pós-obra														
8.3	Análise financeira: obra e manutenção														
8.4	Segunda avaliação da satisfação do cliente														
8.5	Banco de dados - retroalimentação														

Responsável	X
Legenda de Intervenientes	
Diretoria da empresa	DE
Gerente de projetos	GP
Corretores de vendas	CV
Projetista de arquitetura	AR
Gerente de produção - engenheiro de obra	GO
Engenheiro de estruturas	ES
Projetista de Instalações elétricas e telefônicas	IE
Projetista de instalações hidro-sanitárias	HS
Projetista de fundações	FU
Outros projetistas	OU

ANEXO 08: Formulário para orientação a pesquisa - escritórios

Dados de Identificação do Escritório

Entrevistado / Função: _____
Nome do escritório: _____
Atividade: _____
Localização: _____
Telefone p/ contato: _____

Dados de Caracterização do Escritório

Área de atuação: _____
Tempo de atuação no mercado: _____
Nº de pessoas ocupadas no Esc. _____

1. O escritório possui ou desenvolve algum programa da qualidade?

2. O escritório é informatizado?

3. Quando é realizado o primeiro contato do cliente (empresa construtora)?

4. Existe entre as partes (empresa construtora / escritório de projeto) um acordo ou contrato formal para a realização dos serviços?

5. Em qual momento o escritório finaliza sua participação no empreendimento:

- () Após a entrega completa dos projetos.
- () No fim da fase de projetos (entrega de todos os projetos pelos projetistas).
- () Na conclusão de alguma etapa da produção.
- () Na entrega da obra.
- () Após a entrega da obra.
- () Outros.

6. O escritório se responsabiliza pelo(a):

6.1 Coordenação das atividades de projeto:	Sim ()	Não ()
6.2 Compatibilização dos projetos:	Sim ()	Não ()
6.3 Acompanhamento de alguma etapa da produção:	Sim ()	Não ()
6.4 Aprovação de projetos em órgãos Públicos:	Sim ()	Não ()
6.5 Outros:	Sim ()	Não ()

7. Quanto ao Fluxo de Informações de projeto:

7.1 Quais informações são exigências do escritório para com a empresa construtora e demais projetistas para a realização dos serviços. Identifique em que etapa do processo isto ocorre?

7.2 Quais informações são repassadas do escritório para a empresa construtora e demais projetistas. Identifique em que etapa do processo isto ocorre?

7.3 Qual o instrumento mais usual para a troca de informações durante o desenvolvimento dos projetos? Enumere do maior para o menor.

- () Telefone.
- () Reunião presencial.
- () Internet / e-mail.
- () Fax.

7.4 Há durante a fase de projetos reuniões com todos os projetistas mais a empresa construtora? Quantas?

7.5 As informações tratadas nas reuniões são documentadas para uso futuro? Se sim qual a forma de registro?

8. Quando realiza-se a compatibilização entre os projetos, identifica-se falhas? estas falhas são corrigidas? quem faz?

9. Há alterações no projeto durante a fase de produção da edificação? Com que frequência?

10. Quais as principais dificuldades encontradas pelo escritório em relação a comunicação entre os diversos agentes do processo e quais soluções poderiam vir a serem adotadas para minimizar tais problemas?
