LEONARDO MANZIONE

**ESTUDO DE MÉTODOS DE PLANEJAMENTO
DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

São Paulo
2006

LEONARDO MANZIONE

**ESTUDO DE MÉTODOS DE PLANEJAMENTO
DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS**

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em
Engenharia

Área de concentração:

Engenharia de Construção Civil

Orientador:

Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado

São Paulo
2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Manzione, Leonardo

**Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios / L. Manzione. -- São Paulo, 2006.
250 p.**

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Planejamento de projetos 2.Edifícios I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação às pessoas mais importantes e amadas de minha vida: Sonia, Flora e Raul e aos meus pais, Idaracy e Enzo (*in memoriam*)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Silvio Melhado, por toda sua dedicação e atenção na orientação de meu trabalho, feita de maneira correta. Seu trabalho como professor e pesquisador mostrou-me um exemplo profissional a ser seguido, e abriu-me para um amplo campo de conhecimento a ser pesquisado e desenvolvido na área da Gestão do Processo de Projeto. Sua orientação foi paciente, precisa, rigorosa, segura, e soube respeitar meu tempo de amadurecimento e entendimento das questões principais do trabalho. Ele mostrou ser um excelente professor por me ensinar a organizar minhas idéias e despertar meu interesse e vocação pela pesquisa científica. Muito obrigado pelas inúmeras e inesquecíveis sessões de debates sobre essa pesquisa, que muito me fizeram refletir e amadurecer meu conhecimento.

Ao Prof. Francisco Cardoso, colega de turma e professor, por ter me introduzido novamente no ambiente acadêmico e me motivado a esse desafio.

A todos os colegas e, em particular, à Ana Bertezini, por suas dicas.

À Fátima, da Secretaria, sempre prestimosa para auxiliar nos trâmites administrativos.

Às Bibliotecárias e, em particular, à Sarah, pela revisão das minhas referências.

À Andreia, pela colaboração na revisão do texto.

À Flora, pelo auxílio na revisão do abstract.

Aos Arquitetos Patricia e Edison, pela inestimável colaboração no estudo de caso.

Aos Professores Marcio Fabricio e Eduardo Toledo, que muito me auxiliaram com seus importantes questionamentos, no meu exame de qualificação.

À Sonia, minha esposa, e aos meus filhos, Flora e Raul, pelo apoio e carinho que muito me incentivaram no decorrer desse trabalho.

Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios

RESUMO

Na construção de edifícios, o cumprimento dos prazos dos projetos é um problema recorrente, pois, frequentemente, os contratantes reclamam que os projetos atrasam. O processo de projeto é gerido de maneira informal, com técnicas de planejamento inadequadas e com a subutilização dos recursos da Tecnologia da Informação. Pelo lado dos profissionais de projeto, também são grandes as reclamações causadas pelo retrabalho, fator responsável por perda de rentabilidade. Com base nessas justificativas, foi desenvolvida a presente pesquisa com o objetivo principal de estudar o planejamento do processo de projeto e propor formas de melhorar a sua eficácia.

O método de pesquisa adotado consistiu em uma revisão bibliográfica sobre os principais modelos gerenciais e técnicas de planejamento adequados ao processo de projeto, e que possam ser aplicadas em nosso mercado. Uma *survey* com os usuários das extranets de projeto avaliou o estágio atual da utilização dessas ferramentas como suporte à gestão do processo de projeto. Foi realizado um estudo de caso em uma importante empresa de São Paulo, no qual foram analisados seus métodos de planejamento e, a partir do uso da DSM (Design Structure Matrix) como ferramenta de planejamento, foram feitas sugestões para a redução de prazos e simplificações em seu processo de projeto.

Como resultado final, foi levantado um amplo quadro diagnóstico e identificadas as causas dos problemas que constituem as principais barreiras atuais à melhoria da eficácia do processo de planejamento do processo de projeto de edifícios.

Palavras-chaves: planejamento de projetos, coordenação de projetos, processo de projeto, engenharia simultânea, projeto simultâneo.

Study of planning methods of the building design process

ABSTRACT

When talking about building construction, the accomplishment of stated schedules is a constant problem, therefore there is a constant claim of the developers about design delivery being late. The design process is informally managed, with inappropriate planning techniques and the low utilization of the Information Technology resources. There are also claims from the design professionals because of the rework, which is responsible for the profit loss. Based on these justifications, the following research was developed in order to study the design process planning and to come up with ways to improve its efficacy.

The research method consisted in doing a bibliographic review about the main management models and planning techniques which are adequate to the design process and can be applied in our market. A survey with the design extranets users evaluated the current stage of these tools utilization as a support to the design process management. A case study in an important company from São Paulo was developed, where its planning techniques were analyzed, and from the use of the DSM (Design Structure Matrix) as a planning tool, suggestions for the reduction of stated schedules and simplifications in its design process were made.

As a final result, a great diagnosis was brought out and the causes of the problems which consist the main obstacles to the efficacy's improvement of the design building planning were identified.

Key-words: design planning, design co-ordination, design process, concurrent engineering, concurrent design.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 : Método da pesquisa.....	7
Figura 2: Processo e suas divisões (Fonte: Cruz, 1998).	19
Figura 3: Ciclo de Planejamento e Controle (Fonte: Laufer e Tucker, 1987).....	21
Figura 4: A natureza variável do processo de projeto (Fonte: Austin et al., 2002).	22
Figura 5: Níveis de planejamento: graus de detalhamento x horizonte de prazo, conforme Tzortzopoulos e Formoso (2001).	23
Figura 6: Processo sócio-técnico do Projeto (Fonte: Fabricio, 2002).....	25
Figura 7: Principais transformações no processo de projeto (Fonte: Fabricio, 2002).	30
Figura 8: Projeto como conversão (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997).....	31
Figura 9: Projeto como fluxo (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997).	32
Figura 10: Projeto como gerador de valor (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997). ...	34
Figura 11: Interfaces do processo de desenvolvimento de produto (Fonte: Fabricio, 2002).	36
Figura 12: Modelos de planejamento e técnicas de modelagem pesquisadas.....	39
Figura 13: Modelo do processo de projeto (Fonte: Melhado, 1994).	41
Figura 14: Modelo do processo segundo Fabricio (Fonte: Fabricio, 2002).	44
Figura 15: Modelo do processo de projeto segundo CTE (Fonte: Souza e Silva, 2003).	45
Figura 16: Modelo do processo GPPIE (Fonte: Romano, 2003).....	47
Figura 17: Modelo Norie mostrando o fluxo geral e o anteprojeto	50
Figura 18: Metodologia ADePT. (Fonte: Austin et al., 1999)	53
Figura 19: Visão geral do modelo (Fonte: Austin et al.,1998).	55
Figura 20: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Arquitetura (Fonte: Austin et al.,1998).	56
Figura 21: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Estrutura (Fonte: Austin et al.,1998).	56
Figura 22: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Elétrica (Fonte: Austin et al.,1998).	57

Figura 23: Convenções adotadas na representação IDEF0 do fluxo das informações de um projeto.....	60
Figura 24: Ex. diagrama de processo: A3 → A34 → A342 (Fonte: Austin et al., 1998)....	62
Figura 25: DSM inicial de um projeto hipotético (Fonte: Browning, 1998).	67
Figura 26: Atividades predecessoras, que fornecem os parâmetros de entrada da atividade J.	68
Figura 27: Atividades sucessoras, que recebem os dados de saída da atividade J.	68
Figura 28: DSM destacando a região de alimentação em azul e a de retroalimentação em laranja	69
Figura 29: Diagrama de controle do processo de projeto exemplificando interações esperadas (Fonte: Souza et al., 2005).....	71
Figura 30: DSM otimizada (Fonte: Browning, 1998).....	73
Figura 31: DSM com representação sintética.....	74
Figura 32: Programação do projeto.	75
Figura 33: Modelo Beacon (Fonte: Khalfan; Anumba; Carrilo, 2002).	83
Figura 34: Comunicação em um empreendimento com extranet de projeto	86
Figura 35: Caracterização das empresas respondentes.	95
Figura 36: Principais dificuldades na implementação das extranets.	105
Figura 37: Comparação entre a versão inicial e a versão revisada do pavimento tipo.	112
Figura 38: Nomenclaturas de arquivo adotadas.	113
Figura 39: Planta do pavimento tipo.....	120
Figura 40: Planta do pavimento térreo.....	121
Figura 41: Corte.....	122
Figura 42 Matriz de responsabilidades da Construtora.....	123
Figura 43 : Processo de Projeto da empresa (Fonte: Souza et al., 2005).	136
Figura 44 : Agentes do processo - etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura.	138
Figura 45: Agentes do processo – etapa de projetos pré-executivo, executivo e produção.	138
Figura 46: Cronograma da fase de anteprojeto e projeto de prefeitura.....	140
Figura 47: Diagrama IDEF0 do anteprojeto e projeto prefeitura.	154
Figura 48: DSM com a entrada de dados antes do processamento.....	155

Figura 49 : DSM processada mostrando o particionamento das atividades.....	156
Figura 50: Fluxograma indicando os blocos onde ocorrem atividades interdependentes..	157
Figura 51: DSM condensada, etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura.	159
Figura 52: Cronograma do projeto após o processamento da DSM.	160
Figura 53: Cronograma padrão com visão geral e resumida das atividades.	162
Figura 54: Cronograma padrão com atividades do pavimento tipo, (continua).....	164
Figura 55: Cronograma padrão com atividades do pavimento tipo, (conclusão).....	165
Figura 56: DSM processada com as atividades do pavimento tipo.	167
Figura 57: Cronograma reorganizado do projeto do pavimento tipo após o processamento da DSM (continua).....	170
Figura 58: Cronograma reorganizado do projeto do pavimento tipo após o processamento da DSM (conclusão).....	171
Figura 59: Cronograma do pavimento tipo após a simplificação do processo.....	174
Figura 60: Cronograma padrão dos pavimentos atípicos , (continua)	176
Figura 61: Cronograma padrão dos pavimentos atípicos, (conclusão).....	177
Figura 62: Sugestão de organização das atividades de Arquitetura.	179
Figura 63: Sugestão de organização das atividades de hidráulica.	180
Figura 64: Sugestão de organização das atividades de elétrica.	181
Figura 65: DSM processada com as mudanças feitas no cronograma dos atípicos, (continua).....	184
Figura 66: DSM processada com as mudanças feitas no cronograma dos atípicos, (conclusão).....	185
Figura 67: Cronograma dos atípicos com as simplificações introduzidas – parte 1 – (continua).....	187
Figura 68: Cronograma dos atípicos com as simplificações introduzidas – parte 2 – (conclusão).....	188
Figura 69: Cronograma final, prazo de 126 dias - parte 1- (continua)	190
Figura 70: Cronograma final, prazo de 126 dias - parte 2 – (conclusão).....	191
Figura 71: Cronograma final - prazos comprimidos para 100 dias - parte 1 – (continua).	192
Figura 72: Cronograma final - prazos comprimidos para 100 dias - parte 2 – (conclusão)	193

Figura 73: Legenda utilizada no cronograma com atualização final.	197
Figura 74: Cronograma com atualização final – (continua).....	198
Figura 75: Cronograma com atualização final – (continua).....	199
Figura 76: Cronograma com atualização final – (continua).....	200
Figura 77 : Cronograma com atualização final – (continua).....	201
Figura 78 : Cronograma com atualização final – (continua).....	202
Figura 79 : Cronograma com atualização final – (continua).....	203
Figura 80 : Cronograma com atualização final – (conclusão).....	204
Figura 81: Distribuição dos atrasos pelas disciplinas do projeto.	205

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Questões do Planejamento, segundo Laufer e Tucker (1987)	17
Tabela 2: Características da Construção Civil que interferem na aplicação de métodos da ES.	27
Tabela 3: Quadro comparativo entre os modelos de conversão, fluxo e geração de valor, adaptado de Koskela e Huovila (1997) apud Tzortzopoulos (1999).....	35
Tabela 4: Estágios da metodologia ADePT	52
Tabela 5 : Tabela de dependência de informações (Fonte:Austin et al., 1998).	58
Tabela 6: Dados representáveis em matrizes (Fonte: Browning, 1998).	64
Tabela 7: Tipos de relações entre elementos de um sistema e suas representações por Matrizes e Grafos (Fonte: Oloufa et al., 2004).....	66
Tabela 8: Atividades precedentes e sucessoras da atividade J.	69
Tabela 9: Tabela de atribuição de pesos para dependências (Fonte: Browning, 1998).....	74
Tabela 10: Similaridades e diferenças entre Internet, intranets e extranets	81
Tabela 11: Princípios chaves da ES x Extranets de projeto (Fonte: Kamara, 2003).	84
Tabela 12: Diferentes níveis de suporte para a ES x extranets (Fonte: Kamara, 2003).	84
Tabela 13: Métodos e ferramentas para a comunicação no projeto.....	99
Tabela 14: Métodos de comunicação, características e graus de riqueza.	100
Tabela 15: Facilidades percebidas pelos usuários no uso das extranets.	103
Tabela 16: Etapas do processo de projeto (Fonte: Souza et al., 2005).	131
Tabela 17: Tabela de Dependência de Informações.	142
Tabela 18: Mudanças efetuadas no cronograma dos pavimentos atípicos.....	182
Tabela 19: Datas de atualização do cronograma.	194
Tabela 20: Atividades em atraso x fatores de atraso	195
Tabela 21: Análises das atividades com mais de 5 dias em atraso no cronograma final...	207
Tabela 22: Principais causas da ineficácia do planejamento.....	218

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABECE	Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural
ABRASIP	Associação Brasileira de Engenharia de Sistemas Prediais
ADePT	<i>Analytical Design Planning Technique</i>
ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i>
AsBEA	Associação Brasileira de Escritórios de Arquitetura
BEACON	<i>Benchmarking and readiness assessment for concurrent engineering tool</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CC	Construção Civil
CPM	<i>Critical Path Method</i>
CTE	Centro de Tecnologia de Edificações
DFD	<i>Data Flow Diagram</i>
DSM	<i>Design Structure Matrix</i>
ES	Engenharia Simultânea
FPT	<i>Functional Primitive Tasks</i>
GPPIE	Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações
IDEF0	<i>Integration Definition for Function Modeling</i>
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ISO	<i>International Standards Organization</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
NBR	Norma Brasileira
NGI	Núcleo de Gestão e Inovação

NORIE	Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação
PC	<i>Personal Computer</i>
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
PPC	Porcentagem do Plano Completada
PS	Projeto Simultâneo
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
RIBA	<i>Royal Institute of British Architects</i>
SADT	<i>Structured Analysis and Design Technique</i>
SECOVI-SP	Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Comerciais e Residenciais de São Paulo
SINDUSCON-SP	Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TI	Tecnologia da Informação
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USP	Universidade de São Paulo
WAP	<i>Wireless Application Protocol</i>
WBS	<i>Work Breakdown Structure</i>
XML	<i>eXtensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
LISTA DE FIGURAS	III
LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	VIII
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Justificativa.....	3
1.2 Objetivos	6
1.3 Metodologia	6
1.3.1 Pesquisa teórica – revisão bibliográfica	8
1.3.2 Survey – extranets de projeto	9
1.3.3 Estudo de caso – projeto de um edifício para o mercado imobiliário.....	10
1.4 Estruturação do trabalho	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Planejamento do Processo de Projeto	14
2.1.1 Sistema de Planejamento – terminologia.....	16
2.1.2 Natureza e características do Processo de Projeto	22
2.1.3 O processo gerencial do Projeto	26
2.1.4 Engenharia Simultânea	26
2.1.5 O conceito de projeto simultâneo e as diretrizes para sua implementação	29
2.1.6 O Projeto como conversão.....	30

2.1.7 O Projeto como um Fluxo.....	32
2.1.8 O projeto como gerador de Valor	34
2.1.9 Estudo de Modelos de Processo do Projeto	36
2.1.9.1 Interfaces do processo de desenvolvimento de produtos	36
2.1.9.2 Categorização dos modelos	37
2.1.9.3 Delimitação dos principais modelos estudados	38
2.1.9.4 MELHADO, 1994	40
2.1.9.5 FABRICIO, 2002.....	44
2.1.9.6 CTE, 2003.....	45
2.1.9.7 GPPIE - ROMANO, 2003	46
2.1.9.8 AsBEA, 1992.....	48
2.1.9.9 NBR 13531 / 13532	49
2.1.9.10 UFRGS / NORIE, 2001	49
2.1.10 Estudo de metodologia para planejamento de projetos.....	51
2.1.10.1 Estágios 1 e 2: Modelagem do processo de projeto	53
2.1.10.2 Estágio 3: DSM (Design Structure Matrix)	63
2.1.10.3 Estágio 4: Programação do Projeto.....	75
2.1.10.4 Conclusões a respeito dos modelos e das técnicas.....	76
2.2 Extranets de Projeto	78
2.2.1 Conceituação	79
2.2.2 As Extranets e o Projeto Simultâneo	82
2.2.3 Funcionalidades.....	85
2.2.4 Gerenciamento de documentos.....	87
2.2.5 Gerenciamento das comunicações.....	90
2.2.6 Gerenciamento do <i>workflow</i>	90
2.2.7 Novas tecnologias.....	92
3. PESQUISA SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS EXTRANETS.....	94
3.1 Infra-estrutura de <i>hardware</i> e <i>software</i>	97
3.2 Uso da Extranet, e-mail e comunicações.....	97
3.3 Facilidades e dificuldades na operação das Extranets	103
3.4 Controle de qualidade, atas, prazos e tarefas	109
3.5 Falhas, revisões, conteúdo, rastreabilidade, nomenclatura e controle de cópias	111
3.6 Pesquisa e busca de informações, visualização, relatórios, interface, satisfação.....	114
3.7 Conclusão e recomendações a partir dos resultados da pesquisa	115

4. ESTUDO DE CASO: PLANEJAMENTO DO PROCESSO DE PROJETO.....119

4.1 Caracterização dos Agentes.....119

4.2 Estudo do sistema de planejamento do projeto130

4.2.1 Estudo do processo de projeto da empresa - etapas.....131

4.2.2 Agentes envolvidos137

4.2.3 Etapa de anteprojeto e projeto de Prefeitura.....139

4.2.4 Etapa de projetos pré-executivos e executivos161

4.2.4.1 Pavimento tipo – análise crítica163

4.2.4.2 Pavimentos atípicos – análise crítica175

4.2.5 Controle do Planejamento194

4.3 Discussão sobre os resultados do estudo de caso211

5. CONCLUSÕES216

5.1 Atendimento aos objetivos da pesquisa216

5.2 Levantamento das causas da ineficácia do planejamento.....217

5.3 Melhorias e necessidades de avanços.....220

5.3.1 Recomendações aos Contratantes de Projetos e Projetistas.....220

5.3.2 Recomendações aos Coordenadores de Projeto223

5.3.3 Recomendações aos pesquisadores224

5.4 Sugestões para trabalhos futuros226

REFERÊNCIAS.....227

ANEXOS236

Anexo I - Questionário da pesquisa das Extranets236

Anexo II – Roteiro para a realização das entrevistas e observações na Construtora e nas empresas

Projetistas.....248

1. Introdução

No limiar da década de 1990, surgiu no Brasil um novo modelo econômico, baseado na liberalização da economia e na abertura do mercado interno.

Esse modelo representou uma opção pela inserção do país nos fluxos globalizados de capitais, aumentando a dependência com relação aos centros financeiros internacionais.

A economia, então, tornou-se mais estabilizada e com baixa inflação. Esses fatores redirecionaram os esforços competitivos das empresas para o aumento da produtividade, diminuição dos custos de produção e melhoria da qualidade do produto, invertendo a tradicional forma de obtenção de resultados baseada no lucro inflacionário.

Na Construção Civil, a pressão pela redução dos custos como forma de garantir as margens do negócio provocou ondas de terceirizações e queda nos preços dos insumos, obtidas a partir de uma intensificação nas negociações comerciais caracterizando uma primeira etapa de mudanças nas relações entre os agentes envolvidos.

Entretanto, somente a via negocial não demonstrou ser uma estratégia suficiente face à complexidade do mercado, que, com suas exigências crescentes, vem orientando a estratégia competitiva das empresas para a busca da diferenciação e melhoria da qualidade de seus produtos.

As empresas de projeto, por sua vez, também vem buscando atingir um patamar mais elevado face as exigências das empresas contratantes que, cada vez mais, entendem que a forma de pensar e de elaborar o projeto tem participação fundamental na obtenção da qualidade de um edifício (MELHADO, 2005).

Dentro desse quadro de mudanças, os modelos tradicionais de gestão do negócio e, mais especificamente os relacionados à gestão do projeto, vêm se mostrando obsoletos e

insuficientes para atender a todo esse nível de exigência, e novos modelos precisam ser desenvolvidos à luz da realidade atual.

Os modelos de gestão de projeto vigentes na prática valorizam exclusivamente o produto final e focam a atenção no desenvolvimento das atividades necessárias para isso, sem pensar na organização do processo como um todo e no desenvolvimento de novas técnicas e ferramentas.

A esse respeito, comenta Fabricio (2002):

[...] Num contexto de incremento das exigências frente aos produtos e aos processos, as empresas têm buscado novos métodos, mais ágeis e mais competentes, para desenvolver produtos e serviços que respondam às crescentes exigências e mudanças do mercado e da sociedade.

Esses novos métodos precisam solucionar as questões ligadas a organização do fluxo de informações e dos prazos dos projetos.

A organização do fluxo de informações remete ao estudo do processo de Planejamento do Projeto, pois se observa que, ainda hoje, se utilizam métodos que controlam somente os contratos de projetistas, e que pouco auxiliam na organização da gestão.

Esse novo ferramental deverá, obrigatoriamente, ser desenvolvido com base na Tecnologia de Informação, e deverá descer ao nível operacional e de definição de parâmetros.

1.1 Justificativa

É possível enumerar diversas justificativas para se estudar o planejamento do processo de projeto. Essas justificativas são encontradas principalmente nas limitações das práticas usuais de contratação e gestão do projeto, no desconhecimento dos coordenadores de projeto das ferramentas gerenciais adequadas e dos mecanismos de geração do fluxo de informações dos projetos; nas deficiências organizacionais das empresas de projeto e na insuficiência de pesquisa acadêmica desenvolvida sobre o tema apenas para se enumerar algumas das justificativas que tornam o assunto relevante.

No mercado imobiliário, o cumprimento de prazos e de cronogramas é um problema recorrente, pois, via de regra, a reclamação maior dos contratantes é que os projetos atrasam.

Estariam os projetos sendo entregues com atraso ou a maneira como os prazos são estabelecidos precisaria ser rediscutida? A questão induz a pensar que, se tecnicamente fosse possível oferecer maiores prazos, os problemas estariam de antemão resolvidos.

O problema tem uma complexidade que transcende a colocações simplistas, e sua formulação caminha por diversos aspectos relativos à gestão de projetos e pela consideração da natureza da atividade de projetar.

Os projetos normalmente são desenvolvidos por empresas sub-contratadas para esse objetivo, e que, na maioria das vezes, apresentam muitas diferenças técnicas e organizacionais entre si.

Os contratantes estabelecem freqüentemente os prazos dos projetos baseados na necessidade das **fases críticas** de seus empreendimentos imobiliários, que são:

- **lançamento do produto**, quando é necessário que os projetos legais estejam aprovados;
- **início de obra**, quando parte dos projetos executivos precisa estar concluída.

Os prazos para o desenvolvimento do projeto são calculados do final para o começo do processo, e os contratos dos projetistas são feitos para o atendimento dessas **fases críticas**.

Esses contratos, em sua grande maioria, são baseados na entrega de desenhos, onde as parcelas de pagamento estão vinculadas à entrega de lotes de desenhos.

Esse mecanismo se estabelece porque, na maioria das vezes, o contratante reproduz para a contratação do projeto a mesma modalidade que utiliza para a contratação dos serviços de construção, que é a de “pacotes a preço fechado”. É freqüente que o escopo dos serviços seja mal definido, o que resulta retrabalhos ou falhas de informação, que são percebidas nos estágios mais avançados do projeto.

Pode-se afirmar que as práticas correntes de gestão e planejamento de projetos se restringem, na maioria das vezes, ao mero controle de contratos e entregas de desenhos. Essa prática estabelece o processo como uma sucessão de “caixas-pretas”, que somente são abertas nas entregas de desenhos.

As ferramentas de planejamento usuais são diagramas de barra. São instrumentos limitados, pois apenas representam graficamente as etapas desses contratos, e não levam em conta a complexidade do projeto, processo esse de grande interatividade e com intensa troca de informações.

A abordagem prática é, portanto, bastante simplista e desprovida de metodologia organizada, o que já se constitui em fator suficiente para estudos mais aprofundados sobre o planejamento de projetos.

O fluxo tradicional de desenvolvimento de um projeto é caracterizado pela organização seqüencial e rígida, pouco interativa e fragmentada, acarretando diversos problemas, tais como, fragmentação de dados, perdas de informação ao longo do processo, estimativas incorretas de custo do produto, eliminação da possibilidade de discussão de propostas alternativas, baixa importância dada à construtibilidade e aos suprimentos e falta de integração entre os profissionais envolvidos (FABRICIO, 2002).

Na área acadêmica, apesar da importância do assunto, existem poucos trabalhos nacionais que tratem especificamente do tema direta ou indiretamente, podendo-se citar alguns como os de: ASSUMPÇÃO; FUGAZZA, 2001; CODINHOTO, 2003; JACQUES, 2000;

PERALTA, 2002; RODRIGUEZ, 2000; TZORTZOPOULOS, 1999; TZORTZOPOULOS; LIEDTKE, 1998.

Os estudos existentes ainda somam pequeno número e, por esse motivo, pouco se aprofundou a respeito do tema. Muitos desses trabalhos se concentram na modelagem do processo de projeto, e alguns partem para o estudo da aplicação de técnicas como a DSM¹, (PERALTA, 2002) ou para o Pert CPM (ASSUMPÇÃO; FUGAZZA, 2001).

Pelo pouco desenvolvimento do tema, percebe-se também bastante imprecisão de linguagem, pois se confunde com frequência os conceitos de modelagem com os de planejamento.

A modelagem do processo de projeto é estática, e consiste basicamente em um grande mapa para o desenvolvimento do processo de projeto, definindo as principais atividades e suas relações de precedência, assim como a definição de papéis e responsabilidades para os diversos intervenientes (TZORTZOPOULOS; LIEDTKE, 1998). Já o planejamento é um processo dinâmico, e consiste em operacionalizar esse modelo transformando-o em ferramenta de gestão.

Essas considerações justificam, portanto, que se desenvolvam estudos mais aprofundados acerca do planejamento dos fluxos de informação, levando em conta a natureza dos processos decisórios de engenharia, as características próprias do projeto feito em computador e os aspectos de logística da informação.

¹ Design Structure Matrix

1.2 Objetivos

Objetivo principal:

O objetivo principal do trabalho é estudar *como melhorar a eficácia do planejamento e controle do processo de projeto na construção de edifícios*.

Os pressupostos para essa questão são que o planejamento de projetos é essencial ao sucesso dos empreendimentos, e que o seu estágio atual carece de muito desenvolvimento. A reorganização do processo de projeto é um dos elementos principais para a implantação da filosofia do Projeto Simultâneo. A escolha desse objetivo se justifica, uma vez que o desenvolvimento de novos modelos de planejamento ou a melhoria dos existentes, pode viabilizar a organização em paralelo de várias etapas do processo de projeto, de forma a reduzir o tempo de duração total, ampliar a integração entre as interfaces dos projetos e melhorar a qualidade das soluções.

Objetivos parciais: para o atendimento do objetivo principal, alguns objetivos parciais deverão ser atingidos:

- Estudar na bibliografia as principais metodologias de planejamento de projetos desenvolvidas recentemente, suas aplicações e suas limitações.
- Caracterizar as práticas de planejamento e controle de projetos que estão sendo adotadas no mercado imobiliário de São Paulo pesquisando as suas limitações atuais.
- Estudar como as extranets de projeto vem sendo utilizadas como ferramentas para suporte do processo de projeto.

1.3 Metodologia

Para se atingir os objetivos propostos, foram adotados métodos quantitativos (*survey* exploratória com o uso de questionário, procedimento recomendado por Pinsonneault e Kraemer (1993), métodos qualitativos (estudo de caso) e pesquisa bibliográfica. A metodologia será detalhada nos tópicos seguintes, e sua estrutura está representada na Figura 1.

Figura 1 : Método da pesquisa

1.3.1 Pesquisa teórica – revisão bibliográfica

A pesquisa bibliográfica se constituiu no referencial teórico que norteou o desenvolvimento do trabalho, pois a partir do levantamento de referências em teses, dissertações, artigos científicos, livros e *websites*, constataram-se os limites do conhecimento atual sobre o assunto, as pesquisas em desenvolvimento, os autores mais importantes e os grupos de pesquisa sobre o tema no Brasil e no exterior.

Por se tratarem de conhecimentos básicos, a estratégia da pesquisa bibliográfica consistiu em estudar inicialmente os conceitos fundamentais sobre engenharia simultânea e a natureza do processo de projeto.

Posteriormente, caminhou-se para o estudo de métodos de planejamento de projetos, e constatou-se que o tema é pouco explorado na bibliografia nacional. Os trabalhos lidos são teses e dissertações cujas referências remetem à bibliografia em língua inglesa.

Nessa bibliografia a maior quantidade de trabalhos com abordagem específica sobre construção civil foi encontrada em grupos de pesquisa das Universidades de Loughborough e Salford na Inglaterra.

Grande parte desses trabalhos pesquisados são de natureza teórica, existindo poucos exemplos de aplicação prática, indicando a novidade do tema nas pesquisas dos países desenvolvidos. Como referência, a primeira pesquisa de porte na área foi conduzida por Simon Austin em 1999, na Inglaterra.

Um tópico que ficou bastante destacado por tratar de uma técnica importante e estudada pela maioria dos pesquisadores foi a *Design Structure Matrix* ou DSM, como é mais conhecida.

As pesquisas sobre a *Design Structure Matrix* se concentram no MIT (Massachusetts Institute of Technology), porém com a ressalva de que o enfoque dos pesquisadores dessa instituição está voltado para a indústria mecânica. O estudo desses trabalhos permitiu o conhecimento de maneira mais aprofundada das questões de caráter mais técnico para aplicação da DSM.

Porém, a pesquisa bibliográfica não ficaria completa sem o estudo das extranets de projeto que vêm sendo cada vez mais utilizadas nos projetos como ferramentas de apoio à gestão. Foram feitas diversas leituras e recolhidos subsídios que serviram de apoio para a elaboração de uma *survey* exploratória junto aos usuários das extranets.

Dessa forma, a pesquisa bibliográfica permitiu percorrer a esfera de conhecimentos sobre o tema da pesquisa, e auxiliou na busca de soluções para a problemática da pesquisa.

1.3.2 Survey – extranets de projeto

O objetivo principal dessa pesquisa foi conhecer as limitações das práticas dos usuários e a adequação dessas ferramentas para suportar os processos requeridos pela gestão de projetos.

Embora o foco tenha sido nos aspectos de gestão e não nos aspectos técnicos das extranets, as conclusões preliminares obtidas apontam para a necessidade de estudos mais aprofundados de sua tecnologia, pois as limitações observadas em seus modelos conceituais se constituem em barreiras para a melhoria do processo de planejamento de projetos.

O estudo teve natureza exploratória e preliminar, porém, foi válido como método, uma vez que possibilitou o conhecimento do contexto, a familiarização com o assunto e a indicação de comportamentos da amostra pesquisada que direcionam para a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o universo da pesquisa, como justificado na bibliografia por Pinsonneault e Kraemer (1993).

Nesse capítulo em particular foi adotada como opção metodológica a inserção das citações bibliográficas de outros autores dentro das análises dos resultados de campo. Esse procedimento foi adotado para criar paralelos dinâmicos entre os resultados da pesquisa e o trabalho desses autores.

Os resultados foram tabulados e analisados, e são descritos em capítulo específico dessa dissertação.

1.3.3 Estudo de caso – projeto de um edifício para o mercado imobiliário

Nesta etapa da pesquisa, procurou-se conhecer a realidade dos métodos de planejamento em uma empresa atuante no mercado imobiliário. Para este fim, foi aplicada a técnica de estudo de caso, sendo sua unidade de análise o acompanhamento do projeto executivo de um edifício residencial.

Como metodologia, a técnica do estudo de caso é uma forma de pesquisa válida para situações onde se procura pesquisar o ‘como’ e o ‘porquê’ de acontecimentos contemporâneos, onde se utilizam como fonte de evidências entrevistas com as pessoas envolvidas e observação direta dos acontecimentos (YIN, 2005).

Trata-se também de uma pesquisa de caráter qualitativo desenvolvida em um pequeno grupo que pode ser considerado exemplar, no sentido proposto por Demo (2000), onde não se apreende a extensão, mas ganha-se em profundidade ao se estudar mais demoradamente a intensidade dos fenômenos.

Segundo Yin (2005), a estratégia de estudo de caso único se justifica quando o caso for típico e representativo. O caso estudado é único, porém típico e representativo do setor imobiliário, pelo que se justifica a seguir:

- **A empresa:** é um exemplo bem contextualizado, por ser bastante expressiva e atuante, com muitos empreendimentos e um bom histórico de referências em relação à suas práticas de projeto no mercado.
- **Os profissionais de projeto:** são tradicionais e conhecidos no mercado pois desenvolvem seus projetos na maioria das empresas concorrentes do setor.
- **O empreendimento:** é um edifício de apartamentos de características técnicas simples e estilo arquitetônico consagrado e usual em São Paulo. Um edifício simples não irá demandar da equipe de projetos muitos esforços, pois terá soluções conhecidas e, dessa forma, espera-se que os métodos de gestão a serem aplicados sejam os mais corriqueiros e de uso cotidiano, o que facilitará o seu estudo.

O estudo procurou, a partir da caracterização teórica do processo de planejamento do projeto, analisar e confrontar esse processo teórico com o processo prático existente na empresa pesquisada, buscando-se a identificação dos pontos problemáticos.

A coleta de dados desse estudo de caso aconteceu de diversas formas:

- *Entrevistas semi-estruturadas*, realizadas com o arquiteto, os projetistas complementares e a equipe de coordenação da empresa contratante.
- *Observações estruturadas*, visando constatar a prática das informações fornecidas quando da aplicação dos questionários e da realização das entrevistas.
- *Análise documental*, feita nos documentos disponíveis na extranet de projetos, disponibilizada para permitir o acompanhamento da pesquisa. Puderam ser analisados os projetos e o cronograma, além da obtenção das datas dos registros reais das operações de *download* e *upload* na extranet, servindo assim como evidências dos eventos realizados pela equipe de projeto. Foram também analisados os desenhos plotados em papel, pois a empresa registra nessas cópias os itens a serem revisados pelos projetistas.

Após a etapa de coleta, os dados da pesquisa de campo foram analisados e relacionados com as teorias e os conceitos levantados nas pesquisas bibliográficas, com a preocupação de formular afirmações e conclusões por meio da análise crítica das atuações da empresa estudada.

Um dos pontos principais dessa etapa foi o estudo minucioso do modelo de planejamento adotado pela empresa, pois se pretenderá demonstrar quais problemas de eficácia observados se devem à inadequações do modelo para as diferentes situações práticas vivenciadas no projeto.

Nesse sentido, cada etapa do processo de projeto da empresa foi analisada com as técnicas de planejamento estudadas na bibliografia. Foram feitas diversas simulações para buscar os problemas do modelo adotado e apontar pontos para aperfeiçoamento.

Para as entrevistas do estudo de caso, utilizou-se um roteiro que se encontra no **Anexo I** desta dissertação.

1.4 Estruturação do trabalho

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, que serão apresentados a seguir:

Capítulo 1 – Introdução – nele é apresentado o tema da pesquisa, seu objetivo principal e os objetivos secundários, a metodologia a ser aplicada e a estrutura do trabalho.

Capítulo 2 – Revisão bibliográfica – onde os temas centrais da pesquisa, planejamento e organização do fluxo de informações do projeto são estudados por meio de revisão bibliográfica. São revistos os principais modelos teóricos de planejamento que podem ser aplicados a projetos. Os modelos são estudados com o enfoque na organização do fluxo de informações, o que se perceberá ser um dos pontos de problemas principais existentes hoje nas aplicações práticas das empresas. A gestão do fluxo de documentos e processos decorrentes desse planejamento é tratada na revisão feita sobre extranets de projeto, na qual são estudadas as principais características e funcionalidades e apontadas as novas tendências tecnológicas.

Capítulo 3 – Pesquisa sobre a utilização das extranets – visando um estudo aprofundado das práticas correntes no mercado de projetos, foi realizada uma pesquisa detalhada entre os usuários das extranets de projeto, com o objetivo de traçar um panorama da situação atual e das necessidades de evolução.

Capítulo 4 – Estudo de caso: planejamento do processo de projeto – o capítulo descreve o estudo de caso feito em uma empresa construtora, onde são estudadas suas práticas de gestão de projetos a partir do ponto de vista do planejamento do projeto. Por se tratar de empresa com expressão relevante no mercado, o estudo leva a uma reflexão sobre as práticas atuais e chama a atenção para os problemas existentes, muitos deles em razão de visões equivocadas da gestão de processos.

Capítulo 5 – Conclusões – são apresentadas as conclusões obtidas, e verifica-se se os objetivos inicialmente propostos foram atingidos. São feitas também recomendações para

melhorias de procedimentos frutos da análise dos problemas evidenciados no estudo de caso e na pesquisa das extranets de projeto.

Cada abertura de capítulo ou tópico importante é precedida de uma breve introdução, que abordará o tema a ser discutido, com alguma conceituação teórica necessária.

A configuração da página, a formatação e a forma de apresentação das referências bibliográficas seguem os padrões recomendados pela USP²

² UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas. Grupo DiTeses. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP:** documento eletrônico e impresso. São Paulo: SIBi/USP, 2004. 110 p.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Planejamento do Processo de Projeto

O mercado imobiliário, em decorrência da grande competição ocasionada pela escassez de compradores com recursos disponíveis, vem pressionando cada vez mais as empresas, obrigando-as a lançarem os seus produtos com maior velocidade, o que se traduz em prazos exíguos para o desenvolvimento dos projetos.

A rapidez no desenvolvimento, contudo, não tem se traduzido na melhoria da qualidade, pois como os projetos ainda são gerenciados por uma metodologia tradicional, que é seqüencial, e como as empresas priorizam apenas o aspecto comercial do produto, a integração entre os projetos e a produção acaba sendo prejudicada.

Por esse motivo, é freqüente que os projetos sejam concluídos com atrasos ou fiquem incompletos. Sua conclusão acaba postergada para a fase de obra, sem tempo para o aprofundamento e para a busca de soluções otimizadas.

O atraso dos projetos é um problema crônico na Construção Civil, e a ineficácia de seu planejamento é uma das suas principais causas.

Pelo lado dos profissionais de projeto persistem resistências ao planejamento, pois, embora soluções de alto nível e consonância com prazos não sejam excludentes, muitos projetistas consideram a qualidade do projeto inconciliável com o cumprimento de cronogramas, além de acreditarem que, por ser o projeto um processo criativo, ele não pode ser planejado efetivamente (AUSTIN; BALDWIN; NEWTON, 1994) e (SOUZA et al., 2005).

O projeto é uma atividade complexa. CTE (1997) comenta que:

[...] muitas dificuldades do processo de produção do projeto estão relacionadas à estrutura de atividades e rede de relacionamento entre elas que se estabeleceram ao longo do tempo.

O planejamento de projetos é um processo que vem sendo tratado na prática como um assunto secundário, e ainda não está incorporado às rotinas normais da gestão de projetos, mesmo existindo diversos fatores que justifiquem a sua necessidade. Tzortzopoulos (1999) cita o aumento da complexidade das atividades requeridas para garantir a qualidade do projeto, o aumento da importância de atividades relacionadas à viabilidade e ao lançamento comercial, além da necessidade da diminuição dos prazos dos empreendimentos, como alguns desses fatores.

Sua mais freqüente utilização na prática é como um instrumento acessório para o controle das entregas dos desenhos contratados junto aos projetistas, e não como um condutor do processo gerencial. Em função da finalidade em que é empregado, acabam sendo desenvolvidos modelos de planejamento estáticos e ineficazes para a simulação, pois não levam em conta a natureza do processo de projeto, sua complexidade e seu fluxo de informações.

Esses modelos estabelecem os prazos dos projetos baseados nas datas críticas dos empreendimentos imobiliários, que são o lançamento do produto e o início de obra. O cálculo do cronograma é feito regressivamente, do final para o começo do processo, e os contratos dos projetistas são feitos para o atendimento desses eventos críticos.

O uso de modelos de planejamento não apropriados para o processo de projeto é problema freqüente, embora existam diversas pesquisas na área que busquem compreender e representar o processo de maneira analítica e sistemática. Austin, Baldwin e Newton (1994) observam que os resultados dessas pesquisas são pouco utilizados, mostrando que o problema ocorre também em outros países.

Tradicionalmente, o projeto de edifícios tem sido planejado com os mesmos métodos usados para o planejamento de obras (AUSTIN et al., 1999). Estas técnicas não permitem

representar de maneira adequada a complexidade do processo de projeto, que é multidisciplinar e interativo.

Como a maioria dos contratantes de projetos são incorporadores ou construtores, as práticas de planejamento adotadas para as obras foram transpostas diretamente para os projetos.

A natureza do processo do projeto, caracterizado pela incerteza, interação e interdependência, requer o desenvolvimento de metodologia específica para a criação de sistemas de planejamento adequados e que possibilitem a simulação, o controle e retroalimentação.

A revisão bibliográfica sobre o tema procurou organizar o assunto buscando inicialmente à conceituação dos principais termos que são utilizados. Em seguida, o estudo se aprofunda nos aspectos da natureza do processo de projeto que facilitarão o entendimento dos principais modelos de processo existentes na bibliografia. Neste ponto, enfatizou-se o estudo dos modelos de processo do projeto nacionais, com avaliação de sua adequação para o uso como instrumento de planejamento. Finalmente, foi revisada a metodologia de planejamento conhecida como *Analytical Design Planning Technique* (ADePT), dada sua importância no contexto do assunto.

2.1.1 Sistema de Planejamento – terminologia

O planejamento de projetos não possui uma terminologia exclusiva para sua conceituação e, por esse motivo, muitos de seus termos são emprestados do jargão do planejamento de obras ou dos conceitos clássicos de administração geral. Esse fato gera confusão tanto no ambiente profissional quanto no ambiente acadêmico, uma vez que muitos dos termos empregados acabam sendo utilizados sem a precisão necessária.

Termos como: **Planejamento, Controle, Modelo, Modelagem, Processo e Sistema** são alguns destes casos e por esse motivo serão definidos nesse tópico.

Planejamento e Controle

Planejamento e controle são termos que aparecem normalmente associados, pois mantêm entre si uma relação de interdependência e um caráter cíclico.

Laufer e Tucker (1987) definem Planejamento como um processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma ação futura desejada, utilizando para isso meios eficazes para concretizá-la, devendo responder as questões relacionadas na Tabela 1.

Tabela 1: Questões do Planejamento, segundo Laufer e Tucker (1987)	
QUESTÃO	O QUE DEVE SER DEFINIDO
O que deve ser feito?	Atividades
Como as atividades devem ser desempenhadas	Métodos
Quem deve desempenhar cada atividade e com quais meios?	Recursos
Quando as atividades devem ser executadas?	Seqüências e Prazos

Com a visão voltada para o Planejamento enquanto sistema, e estabelecendo sua relação com o Controle, encontramos as definições de Formoso et al. (1999) e de Assumpção (1996).

Formoso et al. (1999) definem Planejamento e explicitam sua inter-relação com Controle:

[...] Planejamento é um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo somente eficaz quando realizado em conjunto com o Controle. Assim pode-se afirmar que não existe a função Controle sem Planejamento e que o Planejamento é praticamente inócuo se não existe Controle.

Assumpção (1996) trabalha com o conceito de modelos e propõe uma interação dinâmica entre Planejamento e Controle:

[...] a essência do processo de Planejamento consiste na construção de modelos que representam as relações entre as variáveis ou atividades que se desenvolvem no ambiente da empresa e de seus empreendimentos, aliado a sistemas, que permitam operar com estes modelos e gerar informações, ora na forma de expectativas de comportamento do modelo (*programação*), ora avaliando o comportamento das ações já empreendidas (*controle*).

Laufer e Tucker (1987) consideram o Controle indispensável e estabelecem que ele se desenvolva em três estágios: medição, avaliação de desempenho e tomada de ações corretivas em relação às ações ou à equívocos dos planos.

Slack, Stuart Chambers e Alan Harrison (1997) definem Planejamento como conjunto de intenções e o Controle como um conjunto de ações que visam o direcionamento do plano. O Controle inclui o monitoramento do que aconteceu na realidade, a comparação com o que fora planejado e as ações para providenciar as mudanças necessárias de realinhamento do plano.

Sistema: A maioria das definições possibilita entender Planejamento e Controle como processos gerenciais, que se desenvolvem de maneira interdependente, constituindo um todo único e se comportando como um **Sistema**, conforme define Valeriano (1998):

[...] Sistema é o conjunto de partes, elementos ou componentes inter-relacionados e que visa à realização de determinados objetivos ou efeitos situados no meio exterior (ou no ambiente) em que está inserido. Para alcançar os objetivos do sistema, cada subsistema tem seu objetivo próprio e se acha conectado a outro, do qual recebe insumos ou entradas e pode atuar sobre ele, ajustando as saídas desse outro para atender as necessidades próprias, para alcançar o objetivo. Isto acarreta uma interdependência de partes interligadas que atuam entre si para atingir um objetivo definido para o conjunto.

Processo

Uma das principais causas da desorganização, ignorância e ineficiência do estudo dos **processos** é o entendimento equivocado de sua definição, pois, segundo Cruz (1998), as pessoas costumam chamar de “processos” tudo aquilo que realizam.

Das diversas definições de processo, são destacadas duas:

Valeriano (1998) define Processo como:

[...] um conjunto de recursos e atividades inter-relacionados que transformam insumos em produtos ou resultados. Os insumos são genericamente chamados de entrada e os produtos, de saída.

Cruz (1998) estabelece a conexão do processo com seus clientes:

[...] Processo é o conjunto de atividades que tem por finalidade transformar, montar, manipular e processar insumos para produzir bens e serviços que serão disponibilizados para clientes.

O autor propõe, em função da complexidade do processo que se esteja estudando, subdividir os componentes em uma estrutura hierárquica (Figura 2).

Figura 2: Processo e suas divisões (Fonte: Cruz, 1998).

Esses componentes, por sua vez, são definidos pelo autor como:

- **Subprocesso:** conjunto de atividades correlacionadas, que executa uma parte específica do processo, do qual recebe insumos e para o qual envia o produto do trabalho realizado por todas.
- **Atividade:** conjunto de procedimentos que deve ser executado a fim de produzir determinado resultado.
- **Procedimentos:** o conjunto de informações que indica para o responsável por uma atividade como, quando e com o que ela deve ser executada
- **Tarefas:** é a menor parte realizável de uma atividade.

Modelo e Modelagem

Para a representação e simulação dos processos, é necessário o desenvolvimento de modelos adequados para os propósitos a que se destinam.

Mayer, Painter e deWitte (1992) definem **Modelo** como um sistema caracterizado por objetos, propriedades e relações projetado com uma estrutura particular para imitar ou reproduzir características do mundo real. O poder de um modelo vem da sua habilidade em simplificar os sistemas reais que ele representa e poder prever comportamentos do sistema real a partir de simulações do modelo.

Romano (2003) define a **Modelagem** como a etapa da análise de um sistema, na qual são definidos os recursos, itens de dados e suas inter-relações, sendo que, a partir dela, é estabelecido o modelo, definido como:

[...] **Modelo**, aquilo que serve de exemplo ou norma, ou ainda, a representação simplificada e abstrata de fenômeno ou situação concreta, e que serve de referência para a observação, estudo ou análise, baseada em uma descrição formal de objetos, relações e processos, e que permite, variando parâmetros, simular os efeitos de mudanças de fenômeno que representa.

Tzortzopoulos (1999) comenta que a existência de um sistema relativamente estável, consensual e explicitado através de um modelo facilita a implementação de melhorias em função da possibilidade da análise e do planejamento do processo. Além disso, permite que os diferentes agentes passem a ter uma visão global do processo.

O planejamento estudado como um processo pode ser representado a partir do modelo de desenvolvimento de suas etapas (Figura 3). Laufer e Tucker (1987) subdividem o processo de planejamento genericamente em seis subprocessos: preparação do processo de planejamento, coleta de informações, elaboração dos planos, difusão das informações, avaliação do processo de planejamento e ação. O ciclo se retroalimenta a partir da avaliação do processo. Formoso et al. (1999) enfatizam a importância de se avaliar tanto o processo de planejamento quanto o processo de produção, e propõem que se estabeleçam indicadores de desempenho específicos para cada um deles.

Figura 3: Ciclo de Planejamento e Controle (Fonte: Laufer e Tucker, 1987).

Os processos de planejamento e controle, uma vez inseridos no contexto do processo de projeto, configuram um sistema que se desenvolve de maneira evolutiva e com ciclos de retroalimentação.

2.1.2 Natureza e características do Processo de Projeto

Natureza variável

A natureza do processo de projeto é variável. Nos primeiros estágios de desenvolvimento, o conteúdo das informações tem alto impacto na solução final e, à medida que o processo caminha para os estágios mais avançados, esse impacto diminui, correspondendo a passagem de um estado menos estruturado, de maior incerteza, onde preponderam as negociações, para um estágio mais estruturado, onde há um aumento da complexidade do fluxo das informações com um número crescente de agentes (Figura 4).

Figura 4: A natureza variável do processo de projeto (Fonte: Austin et al., 2002).

Austin et al. (2002) e Gray e Hughes (2001) comentam que estas diferenças influenciam na escolha do modelo a ser aplicado para cada uma das fases. Inicialmente, predominam a incerteza e a estratégia, sugerindo o uso de modelos genéricos e pouco detalhados que vão mudando progressivamente para modelos que usam notações sofisticadas para representar a transferência estruturada das informações.

Níveis de planejamento

Tzortzopoulos e Formoso (2001) combinam o horizonte de planejamento com o grau de detalhe que deve ser estabelecido em função das informações disponíveis, propondo que o grau de detalhamento deva variar inversamente com o horizonte do plano, recomendando a utilização de um modelo hierárquico que possibilite o planejamento em diferentes níveis. (Figura 5).

Figura 5: Níveis de planejamento: graus de detalhamento x horizonte de prazo, conforme Tzortzopoulos e Formoso (2001).

Aspectos fundamentais

Yassine e Braha (2003) levantam quatro aspectos fundamentais da Engenharia Simultânea que devem ser solucionados nos modelos de processo do projeto:

- **Interação:** leva em consideração que o fenômeno da interação é inerente à natureza do processo de projeto. A interação pode resultar em mudanças que se propagam por meio dos estágios de projeto e que podem gerar muito retrabalho.

-
- **Paralelismo:** explora a possibilidade de serem obtidos tempos de desenvolvimento reduzidos pela realização de múltiplos estágios em paralelo ou com alguma superposição.
 - **Decomposição:** refere-se ao princípio da decomposição de todo o processo complexo em pequenos subsistemas que possam ser controlados e gerenciados de maneira mais independente.
 - **Estabilidade:** refere-se ao entendimento da dinâmica da decomposição e busca as condições para que o número de problemas do projeto diminua e se mantenha aceitável dentro do tempo e dos recursos disponíveis.

Processo sócio-técnico

A natureza complexa do projeto abrange processos intelectuais e processos sociais, permitindo a percepção de um processo sócio-técnico complexo envolvendo múltiplos intervenientes. Fabricio (2002) categoriza, dentro do processo sócio-técnico, dois grandes vetores, a partir dos quais se desenvolverão modelos do processo com propósitos diferentes. Um desses vetores trata o projeto como parte de um **processo de produção**, atribuindo-lhe características de um produto e de um serviço (MELHADO, 1994). O outro vetor considera o projeto como um **processo intelectual** de solução de problemas, analisando-o em seus aspectos técnicos e criativos.

Esse binômio que considera o projeto como processo intelectual e como processo social também fica caracterizado no trabalho de Tzortzopoulos (1999), ao defini-los como **processo criativo** e **processo gerencial**. A Figura 6 ilustra o conceito de Fabricio (2002).

Figura 6: Processo sócio-técnico do Projeto (Fonte: Fabricio, 2002).

A visão do projeto como um **processo criativo** desenvolve modelos que procuram compreender como os projetistas pensam e desenvolvem individualmente suas soluções, sugerindo que a discussão do processo possa ser desenvolvida independente dos vários contextos técnicos nos quais o projeto é praticado. Enfatizam a criatividade e a intuição como fatores importantes no desenvolvimento. A forma de expressão do projeto através de desenhos é descrita como uma característica chave do projeto como processo criativo, pois se constitui como ferramenta de solução e representação do problema. Tzortzopoulos (1999) pondera contudo que:

[...] uma desvantagem em se projetar através de desenhos é que os problemas que não são visualmente aparentes tendem a não chamar a atenção dos projetistas.

Os modelos do projeto como **processos gerenciais irão identificar** e relacionar o processo de projeto dentro do processo de gestão do empreendimento. Esses modelos possuem uma abordagem sistêmica relacionando o projeto a todas as etapas do ciclo de vida do produto, desde as fases iniciais do planejamento do empreendimento até o acompanhamento do uso final, e buscam favorecer a gestão e a simplificação do processo, na medida em que identificam as interfaces do projeto com os processos internos da empresa.

2.1.3 O processo gerencial do Projeto

Koskela (2000) explicando a evolução das práticas da gestão de projetos, classifica-as em três períodos históricos: antes da Segunda Guerra Mundial, quando os produtos e os processos de produção eram simples e o projeto era considerado apenas como uma habilidade técnica desenvolvida por um profissional generalista, não necessitando de maiores esforços para sistematização e coordenação.

Após a Segunda Guerra Mundial, com o aumento da produção e da complexidade, surge dentro das indústrias a necessidade de agrupar as especialidades de forma a conduzir o trabalho seqüencialmente, nos moldes de uma linha de produção. Neste modelo, o projeto era organizado como uma sucessão seqüencial de tarefas.

Posteriormente, nos anos 80, a indústria evoluiu para o modelo da engenharia simultânea, visando reduzir o tempo de desenvolvimento de seus produtos e integrar o processo de projeto com o processo de produção.

2.1.4 Engenharia Simultânea

O setor automobilístico, a partir dos anos 80, desenvolveu a Engenharia Simultânea, uma metodologia de desenvolvimento de produtos que se propõe a integrar os conhecimentos multidisciplinares e orientar de maneira simultânea o projeto, para o atendimento das necessidades dos clientes e da produção. Cardoso (1997) considera, dentro de seu estudo de Novas Formas de Racionalização da Produção, a Engenharia Simultânea como:

[...] forma de racionalização eminentemente centrada nas relações empresa x projetistas, mas que supõe uma capacidade forte da primeira a propor inovações em nível da concepção do “produto-edifício”. Na base desta estratégia estão os ganhos de custos que ela permite devido à integração precoce das necessidades da produção desde a fase de concepção através de ganhos obtidos através da melhoria da qualidade do produto e do aumento da produtividade do sistema de produção, advindo, sobretudo, do estudo ou da preparação minuciosa da obra antes da sua execução.

Com uma abordagem sistêmica, ela é orientada para todo o ciclo de vida do produto e visa, segundo Fabricio (2002), à redução na duração do projeto, à introdução de inovações, à ampliação da qualidade ao longo da vida útil dos produtos e ao aumento da eficiência dos processos produtivos.

Apesar das diferenças entre a indústria seriada e a construção civil, muitas características da ES³ podem ser úteis à construção, pois a problemática genérica comum desses setores é ampliar a eficiência produtiva e a qualidade dos produtos (FABRICIO, 2002).

Porém, essas mesmas diferenças desaconselham a aplicação direta dos métodos da ES na construção civil, sendo importante a criação de modelos e métodos que sejam próprios e moldados às especificidades do setor (FABRICIO, 2002).

A construção civil guarda diversas características que interferem na aplicação dos métodos da ES e que reforçam a necessidade da pesquisa de modelos adequados ao setor. Algumas dessas características, estudadas por Fabricio (2002), estão reproduzidas na Tabela 2.

Tabela 2: Características da Construção Civil que interferem na aplicação de métodos da ES. (Fonte: Fabricio , 2002)	
Características	Justificativa
Natureza do empreendimento de construção	Na construção, o planejamento e a programação do empreendimento, concepção e 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 terreno, deslocando parte dos requisitos de sucesso do empreendimento da esfera produtiva para a área imobiliária.
Tipo e características do produto	O longo ciclo de vida faz com que seja problemático o planejamento de todas as transformações e solicitações que o edifício sofrerá durante sua existência. Além disso, a grande duração dos edifícios cria superposições entre o ciclo de vida do empreendimento, o ciclo de vida do usuário e as dinâmicas urbanas.

(continua)

³ Adotaremos a sigla ES para a expressão “Engenharia Simultânea”

(conclusão)

Peculiaridades do projeto no setor	<p>Dimensões estéticas, culturais, históricas e urbanas envolvidas no projeto de arquitetura.</p> <p>Cisão entre concepção do empreendimento enquanto negócio, a cargo de promotores e incorporadores; enquanto produto, a cargo dos projetistas de arquitetura e engenharia; e enquanto construção, a cargo das construtoras e subempreiteiros e do pessoal de obra.</p> <p>Os projetistas freqüentemente estão envolvidos em mais de um empreendimento ao mesmo tempo.</p>
Cultura e aspectos relacionais	<p>As relações entre os agentes são muito sazonais e contratuais pautadas pelo ciclo de empreendimentos não repetitivos.</p> <p>Ao contrário da manufatura, na construção, os clientes contratantes costumam interferir significativamente na gestão interna do empreendimento e da sua produção.</p> <p>A formação dos engenheiros e arquitetos é fragmentada e pouco voltada à gestão de processos.</p>
Fornecedores	<p>Predomina no setor uma forte fragmentação e heterogeneidade entre os tipos de fornecedores que participam do empreendimento.</p> <p>Por diversas razões geográficas e de mercado, a manutenção dos mesmos fornecedores, em diferentes empreendimentos, é bastante dificultada.</p>
Escala de produção	<p>A construção costuma trabalhar com pequenas escalas, o que reduz, relativamente, a possibilidade de amortização dos custos do projeto.</p> <p>Na indústria de produção seriada, a ES trata da gestão do projeto e desenvolvimento de produtos até a realização do protótipo e disponibilização do projeto para produção em escala. Na construção, a construção do protótipo se confunde com a realização do empreendimento e, assim, a ES se sobrepõe à gestão do empreendimento.</p>
Limitações do canteiro	<p>Na construção, o local de produção (canteiro) é muito mais sujeito a variações e intempéries.</p>

2.1.5 O conceito de projeto simultâneo e as diretrizes para sua implementação

Visando a busca de um modelo adequado às características do setor, Fabricio (2002) desenvolveu o conceito do “Projeto Simultâneo”⁴ orientado à construção de edifícios.

Fabricio (2002) explica que:

[...] o conceito de Projeto Simultâneo deve ser entendido como uma adaptação (ao setor) da Engenharia Simultânea que busca convergir, no processo de projeto do edifício, os interesses dos diferentes agentes participantes do ciclo de vida do empreendimento, considerando precoce e globalmente as repercussões das decisões de projeto na eficiência dos sistemas de produção e na qualidade dos produtos gerados, envolvendo aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações.

Devem ser respeitadas as lógicas de desenvolvimento dos projetos, de forma que eles amadureçam simultaneamente e tenham decisões tomadas a partir de abordagens multidisciplinares.

Para a implantação da filosofia do PS, são considerados os seguintes elementos:

- valorização do papel do projeto e integração precoce entre os vários agentes;
- transformação cultural e valorização das parcerias;
- reorganização do processo de projeto de forma a coordenar concorrentemente os esforços de projeto;
- utilização de novas tecnologias de informática e telecomunicações na gestão do processo.

⁴ Adotaremos a sigla PS para o termo Projeto Simultâneo

Fabricio (2002) em sua tese, identifica três principais transformações no processo de projeto para viabilizar uma maior colaboração entre os agentes e integrar suas etapas, resumidas na Figura 7.

Figura 7: Principais transformações no processo de projeto (Fonte: Fabricio, 2002).

A engenharia simultânea buscará promover a melhoria do processo de projeto através da análise de seus processos. Koskela (2000) classifica, dentro do estudo da Nova Teoria da Produção, três aspectos que possibilitam o entendimento do projeto como uma combinação de processos de conversão, fluxo e geração de valor.

2.1.6 O Projeto como conversão

Segundo Huovila, Koskela e Lautanala (1997), o **Modelo de Conversão** é um modelo clássico que segue os princípios do “*Project Management*”, tendo no PMBOK (2000)⁵ seu referencial teórico básico.

Esse modelo (Figura 8), adotado na prática pela maioria das empresas, fundamenta-se no conceito de que o trabalho a ser executado pode ser feito pela subdivisão do todo em partes. Melhorar o processo de projeto, segundo essa visão, significa aumentar a eficiência de suas partes. Isto é conseguido por meio da utilização de ferramentas de projeto como o CAD e por métodos e ferramentas da engenharia de sistemas (HUOVILA; KOSKELA;

⁵ PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK**: a guide to the project management body of knowledge. Tradução de: PMIMG. Belo Horizonte, MG, 2000. Disponível em: <<http://www.pmimg.org.br/pmbok.html>>. Acesso em: 7 out. 2004.

LAUTANALA, 1997). É um modelo que privilegia a gestão individual dos contratos de cada uma das partes e o CPM (Critical Path Method) acaba sendo a técnica de planejamento adotada (BALLARD; KOSKELA, 1998).

Figura 8: Projeto como conversão (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997).

Codinhoto (2003) e Tzortzopoulos (1999) comentam a existência de fatores limitantes nessa visão, que a torna insuficiente para o entendimento ou melhoria do processo, uma vez que ela não explicita a existência de atividades que não agregam valor ao longo do processo como as inspeções, a transferência e a espera de informações. Além disso, os clientes específicos de cada etapa do processo, cada um com diferentes requisitos, não são expressamente identificados.

Huovila, Koskela e Lautanala (1997) observam que essas características são amplificadas dentro dos diferentes níveis de uma organização e influenciam seus controles, suas estruturas de comunicação, e impedem a melhoria dos pontos problemáticos mesmo que eles sejam percebidos individualmente pelas pessoas. Como consequência, persistirão problemas como:

- baixa percepção de requisitos no início do processo;
- detecção de erros de projeto somente em fases adiantadas;
- interações escassas entre membros da equipe de projeto;
- desperdício de tempo em atividades de espera para aprovações e troca de informações;
- baixa qualidade do projeto do produto.

2.1.7 O Projeto como um Fluxo

Nessa abordagem, oriunda da engenharia industrial, o ponto principal de análise é o **Estudo do Fluxo** das informações que ocorrem no processo de projeto (Figura 9).

Huovila, Koskela e Lautanala (1997) entendem que, no processo de projeto, a informação fluirá por atividades de espera, transferência, conversão e inspeção.

Figura 9: Projeto como fluxo (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997).

Segundo esses autores, o desenvolvimento do projeto ocorre apenas nas atividades de conversão, pois nas demais atividades ocorre desperdício de tempo. Nesse modelo, o aumento da eficácia do projeto consiste em eliminar ou minimizar o desperdício causado por essas atividades. As principais formas de desperdício relacionadas são:

- esperas para a informação ser utilizada;
- inspeção da conformidade da informação com os seus pré-requisitos;
- transferência da informação de um projetista para outro;
- retrabalhos.

Em relação aos retrabalhos, Huovila, Koskela e Lautanala (1997) apontam a incerteza como sua principal causa, e sugerem algumas medidas para sua diminuição como:

- melhorar a definição do escopo do projeto;
- consideração no projeto de todas as etapas do ciclo de vida do produto;
- utilização de protótipos e simulações para a diminuição da incerteza tecnológica;

-
- congelamento das soluções de projeto nos estágios avançados para impedir mudanças;
 - adoção da gestão da qualidade para a diminuição de erros de projeto.

Os prazos de espera e transferência de informações podem ser diminuídos com o processamento de informações em lotes menores, com maior simultaneidade e com trocas de informação mais frequentes entre as especialidades impondo a necessidade de maiores esforços da coordenação do projeto, pois a gestão do projeto acaba crescendo em complexidade.

Segundo Ballard e Koskela (1998), o gerenciamento desses fluxos consiste em controlar o movimento da informação entre as especialidades durante as sucessivas etapas de desenvolvimento do projeto, entendidas pelos autores como “unidades de produção”.

O gerenciamento dos fluxos é facilitado pela subdivisão do trabalho em pontos de união naturais que são revelados por uma análise mais acurada das precedências entre as informações e pelo uso de técnicas apropriadas para a modelagem de fluxos de informação.

Porém, a forma como se estrutura o processo de informação pode levar a considerações simplistas e a exageros, uma vez que o retrabalho, considerado desperdício, é também parte inerente do processo criativo. Cross (1999) comenta que, em um projeto, a solução e a compreensão do problema se desenvolvem juntas, num constante processo iterativo.

Portanto, deve-se separar o retrabalho que faz parte do processo criativo daquele devido a falta ou má qualidade de informações, mudanças de escopo e erros (CODINHOTO, 2003).

2.1.8 O projeto como gerador de Valor

O modelo, baseado nos princípios da Gestão da Qualidade, tem como foco a **Geração de Valor** para os clientes a partir do projeto (Figura 10).

Segundo Huovila, Koskela e Lautanala (1997), o conceito de “valor” para o cliente significa o atendimento dos seus requisitos e necessidades, e consiste em dois componentes: desempenho do produto e ausência de falhas.

Figura 10: Projeto como gerador de valor (Fonte: Huovila, Koskela e Lautanala, 1997).

Nessa visão, a eficácia do projeto dependerá do máximo valor que pode ser agregado. As perdas de valor que ocorrem ao longo do processo devem ser combatidas, e ocorrem pela ineficácia da identificação dos requisitos e necessidades dos clientes tanto na etapa inicial, quanto durante o desenvolvimento do projeto, e pela baixa otimização das soluções.

São sugeridas pelos autores algumas medidas para combater essa perda de valor. Elas consistem na rigorosa análise das necessidades dos clientes; na aplicação de técnicas como o “desdobramento da função qualidade”⁶ para a sistematização do gerenciamento dessas necessidades; em obter interações mais rápidas entre a equipe de projeto e na consideração de todas as etapas do ciclo de vida do produto logo nas fases iniciais do projeto.

Um resumo dos três aspectos é apresentado na Tabela 3, adaptada de Koskela e Huovila (1997).

⁶ Conhecido na bibliografia como QFD, *Quality Function Deployment*

Tabela 3: Quadro comparativo entre os modelos de conversão, fluxo e geração de valor, adaptado de Koskela e Huovila (1997)⁷ apud Tzortzopoulos (1999)

	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 é criado através da satisfação das necessidades dos clientes
Princípios	Decomposição hierárquica; controle e melhoria das atividades decompostas	Eliminação de perdas (atividades desnecessárias); redução de tempo	Diminuição da diferença entre o valor atingido e o melhor valor possível
Contribuição prática	Controlar as atividades a serem desenvolvidas	Minimizar as atividades desnecessárias	Controlar para que os requisitos dos clientes sejam atingidos da melhor maneira possível
Exemplo de ferramenta de modelagem	WBS: <i>Work Breakdown Structure</i>	Matriz de estrutura de projeto (<i>Design Structure Matrix</i>)	Desdobramento da função qualidade (QFD)

⁷ KOSKELA, L.; HUOVILA, P. On foundations of concurrent engineering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCURRENT ENGINEERING IN CONSTRUCTION, 1., 1997, Londres. **Proceedings...** Londres: The Institution of Structural Engineers, 1997. p.22-32.

2.1.9 Estudo de Modelos de Processo do Projeto

2.1.9.1 Interfaces do processo de desenvolvimento de produtos

O processo de projeto é complexo, pois se desenvolve em várias etapas com a participação de diferentes agentes. O estudo das relações entre esses agentes, feito por Fabricio (2002), identificou cinco interfaces importantes (Figura 11).

Figura 11: Interfaces do processo de desenvolvimento de produto (Fonte: Fabricio, 2002).

Para efeito desse trabalho, que objetiva estudar maneiras de melhorar a eficácia do processo de planejamento de projetos, as interfaces mais importantes são as chamadas **i2+i3** que se relacionam com a coordenação e a atuação dos projetistas e no desenvolvimento de diferentes disciplinas de projeto (FABRICIO, 2002).

Busca-se estudar modelos do processo de projeto que possam ser adequados para fins de planejamento das atividades que ocorrem dentro das interfaces **i2+i3**, pois um dos problemas observados na prática e que resultam em planejamentos deficientes é a escolha de modelos inadequados para a Coordenação do Projeto.

2.1.9.2 Categorização dos modelos

Os modelos do processo de projeto refletem o foco dos seus pesquisadores. Alguns modelos são descritivos, descrevendo seqüências de atividades; outros são prescritivos, recomendando procedimentos e outros são formais e representativos do processo.

Pektas e Pultar (2005) classificam os modelos em:

- Modelos **GENÉRICOS** e **DESCRITIVOS**: são modelos que permitem uma boa visão geral do processo do projeto por serem sintéticos e descritivos; porém, não são adequados como ferramentas de gerenciamento, uma vez que não detalham as atividades até o nível das tarefas.
- Modelos **FORMAIS**: são modelos focados em representar o processo ao nível das atividades, e podem ser utilizados para o gerenciamento do projeto.

Pektas e Pultar (2005), analisando os modelos **FORMAIS**, apontam algumas deficiências:

- **Falhas no gerenciamento das interações**: o processo de projeto é caracterizado por interações, e muitos modelos de processo não conseguem representá-las
- **Detalhamento insuficiente**: os modelos usuais abordam o processo de maneira sintética, e pouca informação ao nível das tarefas.
- **Foco na entrega de desenhos**: muitos modelos de processo utilizados na indústria da construção modelam o processo de projeto como entrega de desenhos ou produção de documentos, e não consideram a dinâmica do processo que envolve tomada de decisões.

Como visto no item anterior, um Sistema de Planejamento se constitui pela interação dinâmica de um sub-sistema de Planejamento e um de Controle, um que gera planos e outro que gere resultados. O sistema opera com um modelo do processo de projeto e utiliza ferramentas que possibilitam a sua operação.

2.1.9.3 Delimitação dos principais modelos estudados

O diagrama da Figura 12 ilustra os principais modelos que foram estudados na bibliografia. Por estarem fora do foco da pesquisa, os modelos que tratam do projeto como um Processo Criativo não serão descritos nessa dissertação, estando apenas representados na Figura 12.

Com relação aos modelos genéricos e descritivos, priorizou-se o estudo dos modelos nacionais. Como exemplo de metodologia de planejamento e de modelo formal e representativo do processo, foi estudada a metodologia ADePT e as técnicas da DSM e IDEF0 para a análise e representação do processo de projeto.

Figura 12: Modelos de planejamento e técnicas de modelagem pesquisadas

2.1.9.4 MELHADO, 1994

Trata-se de um modelo cujo objetivo é servir como linha guia do processo de projeto, na medida em que prescreve procedimentos e define diretrizes para as suas principais etapas. Agindo como norteador, o modelo engloba a participação dos principais agentes do empreendimento, e considera a formação de equipes multidisciplinares sob a orientação do Coordenador do Projeto. Ele abrange todas as etapas do produto, indo desde sua concepção até a operação e manutenção. O processo de projeto avança, segundo o autor, em detalhamento progressivo.

[...] e segundo etapas que avançam do geral para o particular, em que a liberdade de decisão entre alternativas é gradativamente substituída pelo detalhamento das soluções adotadas, onde a participação das diferentes especialidades ocorre de várias maneiras e em momentos variados.

O modelo divide o processo em etapas sucessivas, e mostra a participação dos quatro principais agentes do empreendimento: empreendedor, equipe de projeto, construtor e usuário (Figura 13).

Melhado (1994) subdivide e define o processo nas seguintes etapas:

- **Idealização do produto:** solução inicial para atendimento do programa de necessidades.
- **Análise de viabilidade:** avaliação da solução contra critérios de custo, tecnologia, restrições legais num processo interativo traduzido em um Estudo Preliminar, base para a continuidade do desenvolvimento do produto.
- **Formalização:** concretização da solução, dando origem ao Anteprojeto.
- **Detalhamento:** detalhamento em paralelo do projeto do produto (Projeto Executivo) e do projeto do processo (Projeto para Produção).
- **Planejamento e execução:** etapa onde é feito o planejamento da obra.

- **Entrega:** etapa onde o produto é passado para o usuário, com o apoio inicial da construtora para a operação e manutenção, e onde futuramente serão coletadas informações para a retroalimentação do processo.

Figura 13: Modelo do processo de projeto (Fonte: Melhado, 1994).

O autor desenvolve também uma “Morfologia do Projeto de Edifícios”, onde é detalhado o conteúdo completo dos documentos resultantes do desenvolvimento de um projeto em cada etapa, e adota como referência um empreendimento habitacional de padrão médio.

A Morfologia utiliza uma estrutura para a classificação das informações e produtos para cada etapa, que permite além da visualização das necessidades de cada etapa, a sua relação com as demais, criando condições para a estruturação do planejamento do processo de projeto. Outra contribuição importante da Morfologia é poder servir como referência para a elaboração detalhada de escopos de contratação de projetos

A seguinte estrutura de classificação é adotada pela Morfologia:

- **Etapa:** nome e definição da etapa, considerando-se os seus pré-requisitos e definindo seus objetivos.
- **Documentos de referência:** relação de documentos que servirão de fonte de informações para o desenvolvimento do trabalho.
- **Produtos finais:** lista de produtos, relacionados sob a forma de desenhos em escala adequada.
- **Informações contidas nos produtos gráficos:** relaciona as informações principais que deverão estar contidas nos produtos finais.

A título de exemplo, será revista a etapa de Projeto para Produção, conforme definido por Melhado (2004):

- **Etapa: Projeto para Produção:** conjunto de elementos do projeto para apoio às atividades de produção em obra, considerando as características e recursos próprios da empresa construtora, elaborados simultaneamente ao detalhamento do projeto executivo.
- **Documentos de referência:** projeto executivo de arquitetura; projetos executivos de estruturas e fundações; sistemas hidráulicos; elétricos e mecânicos e sistemas especiais; informações geradas por consultores.

-
- **Produtos finais: Projeto do canteiro de obras:** desenho de implantação; plantas de locação de equipamentos; plantas das edificações provisórias; especificações para as construções provisórias. **Projeto do processo de produção:** disposição e seqüência das atividades de obra; desenhos de detalhes construtivos; especificações técnicas.
 - **Informações contidas nos produtos gráficos: Projeto do canteiro de obras:** arranjo dos elementos do canteiro; arranjo ao longo do tempo; equipamentos de transporte. **Projeto do processo de produção:** detalhes construtivos de fôrmas e escoramentos; detalhes de elementos embutidos em fôrmas; detalhes de armaduras especiais; seqüência de execução de paredes de alvenaria; detalhes para fabricação de pré-moldados; *kits* hidráulicos com detalhamento e seqüência de montagem; esquadrias; detalhamento de revestimentos.

Como instrumento complementar, o autor recomenda também, dentro da Metodologia de Coordenação de Projetos proposta, a prática da “Análise Crítica”, visando a garantia do atendimento aos clientes do projeto e dos objetivos iniciais estabelecidos. A Análise Crítica pode, segundo o autor, ser realizada ao final de cada uma das etapas; porém, não antes do detalhamento do projeto, pois perderá parte de sua eficácia.

A título de exemplo, são verificados na fase de Estudo Preliminar, conforme o autor, o atendimento de aspectos como: qualidade da documentação das informações básicas do empreendimento, número e qualidade das alternativas consideradas, critérios adotados na análise das alternativas e para escolha da alternativa eleita, verificação do atendimento às restrições colocadas pelo empreendedor e da adequação do produto ao mercado, qualidade da solução quanto à tecnologia de produção escolhida.

2.1.9.5 FABRICIO, 2002

O modelo desenvolvido por Fabricio (2002), demonstrado na Figura 14, tem por objetivo ser uma referência estratégica para a prática do projeto simultâneo, e não uma ferramenta para o planejamento operacional do projeto. Como tal, o autor propõe que o projeto seja subdividido de acordo com as fases de amadurecimento intelectual do projeto, ao invés da maneira tradicional que estabelece as divisões em função do contrato. O autor faz também uma consideração importante a respeito da utilização das técnicas específicas de planejamento de projetos, recomendando cautela, segundo suas palavras:

[...] embora sejam técnicas poderosas e importantes para o avanço do planejamento de projetos no setor de construção, sua origem em outros setores industriais com culturas e disciplinas de desenvolvimento de produto é bastante diversa. Em geral, são técnicas bastante complexas e rígidas que demandam um conhecimento e uma sistematização do processo que não se compatibilizam com o estágio de desenvolvimento do setor de construção e com o domínio metodológico atual que as empresas de projeto têm sobre seus processos.

Figura 14: Modelo do processo segundo Fabricio (Fonte: Fabricio, 2002).

2.1.9.6 CTE, 2003

O modelo do CTE (Figura 15) foi estabelecido inicialmente em 1997 e revisto e complementado em 2003 em Souza e Silva (2003). Fruto de uma ação conjunta entre as empresas de consultoria CTE (Centro de Tecnologia de Edificações), NGI (Núcleo de Gestão e Inovação) e mais vinte e duas empresas, compostas por escritórios de projeto de arquitetura, estrutura, sistemas prediais, construtoras e incorporadoras, foi desenvolvido o Programa de Gestão da Qualidade do Desenvolvimento de Projeto na Construção Civil, que teve por objetivo o desenvolvimento de uma metodologia específica de gestão da qualidade para as empresas de projeto (FABRICIO; MELHADO; BAÍA, 1998).

Como um dos resultados do trabalho, foi criado o fluxograma de atividades de desenvolvimento de projetos dividido em sete etapas. O modelo apresenta evoluções em relação à visão convencional; porém, tem fortes características de desenvolvimento sequencial de produtos, fator limitante para a proposição de soluções alternativas.

Figura 15: Modelo do processo de projeto segundo CTE (Fonte: Souza e Silva, 2003).

2.1.9.7 GPPIE - ROMANO, 2003

A autora Romano (2003) define o modelo GPPIE (Modelo de Referência para o Gerenciamento do Processo de Projeto Integrado de Edificações) com o objetivo de integrar o processo de projeto aos demais processos empresariais. É um modelo complexo e organizado como “processo”, conforme os conceitos de Cruz (1998). Ele é decomposto em três grandes subprocessos: pré-projeção, projeção e pós-projeção. Cada subprocesso, por sua vez, é subdividido em atividades de projeto que se organizam de maneira seqüencial e evolutiva. Ao final da hierarquia, o modelo é detalhado até o nível das tarefas, com resultados e produtos específicos (Figura 16).

São definidas as informações e procedimentos necessários para a realização das atividades e as áreas envolvidas em cada fase através da classificação das tarefas por domínios de conhecimento. São apresentados os eventos que marcam a conclusão das fases e que definem os resultados desejados (ROMANO, 2003).

Figura 16: Modelo do processo GPPIE (Fonte: Romano, 2003).

2.1.9.8 AsBEA, 1992

O modelo AsBEA (1992) está voltado ao desenvolvimento de projetos de Arquitetura, têm como principal objetivo a orientação dos profissionais e das empresas da área, e visa auxiliar a contratação do projeto. O modelo divide o projeto em fases, estabelecendo objetivos e percentuais de remuneração para cada uma delas. A subdivisão é feita de maneira convencional, procurando caracterizar os produtos de cada fase e enfatizando a necessidade de validação do cliente para o avanço do projeto.

São definidas as seguintes fases: levantamento de dados, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo, que é subdividido em pré-executivo, projeto básico (opcional), projeto de execução e detalhes de execução, coordenação de projetos, e assistência à execução da obra.

O modelo define que a coordenação do projeto seja de atribuição do Arquiteto, estabelecendo que a coordenação deva em relação ao cronograma do projeto:

[...] estabelecer cronogramas de etapas e fases de cada projeto e especialidades, amarrando e condicionando cada uma delas à entrega e aprovação.

Trata-se, portanto, de um conceito de planejamento vinculado às entregas de etapas e de desenhos. Esse conceito, fortemente baseado no escopo de contrato, gera um modelo de planejamento rígido e seqüencial, uma vez que vincula o início das fases à aprovação pelo cliente das fases anteriores, garantindo, dessa forma, a remuneração das fases concluídas.

A modalidade de contratação dos projetos influi decisivamente no modelo de planejamento, que acaba sendo adotado individualmente por cada projetista e pela empresa contratante. O vínculo entre a conclusão de etapa e liberação de pagamento segue uma ordem linear e seqüencial, que é contrária à natureza do processo de projeto, interativa e interdependente, indicando que, como solução para a melhoria do processo, devem ser buscadas formas alternativas de contratação que possibilitem um melhor alinhamento com a natureza do processo do projeto.

2.1.9.9 NBR 13531 / 13532

As normas ABNT (1995)b e ABNT (1995)a definem conceitos e apresentam subdivisões para o projeto de edificações (NBR 13531) e para o projeto de Arquitetura (NBR 13532). As normas não estabelecem modelos, mas conceituam as fases do projeto, sendo importante o seu conhecimento, uma vez que muitos modelos existentes têm sua origem nas definições de norma. As etapas em que o projeto é dividido segundo os critérios de norma, são as seguintes:

Levantamento de dados, Programa de necessidades, Estudo de viabilidade, Estudo preliminar, Anteprojeto ou projeto de pré-execução, Projeto legal, Projeto básico (opcional) e Projeto para execução.

2.1.9.10 UFRGS / NORIE, 2001

Esse modelo foi desenvolvido dentro de um amplo projeto de pesquisa denominado “Gestão da Qualidade na Construção Civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte”, e teve por objetivo, segundo seus autores, propor um modelo de gestão do processo de projeto, visando melhorar o desempenho quanto à eficácia do processo e a qualidade do produto (TZORTZOPOULOS; FORMOSO, 2001).

Junto com o modelo (Figura 17), é apresentada uma proposta para viabilizar o seu planejamento. São propostos três níveis hierárquicos para o planejamento: estratégico, tático e operacional, sendo sugerida a aplicação de uma metodologia específica para o planejamento de curto prazo, denominada *last planner*. Não foram apresentadas ferramentas de planejamento específicas para os outros níveis. O modelo utiliza fluxogramas para representação do processo e planilhas com as informações de entrada e de saída para cada etapa do processo, denominadas “planilha insumo-processo-produto”.

Tais planilhas foram desenvolvidas para simplificar a elaboração de procedimentos e controlar o fluxo das informações. Segundo os autores, o tempo disponível para a elaboração das planilhas irá condicionar o nível de detalhamento da informação, sugerindo

que, para cada projeto, se faça uma análise do tempo, que pode ser investido no detalhamento das planilhas.

O modelo apresenta, no geral, dois tipos de atividades: as relacionadas com a produção do projeto e as relacionadas com a gestão do empreendimento, e que fazem interface com o processo de projeto. Em relação à produção dos projetos, nas primeiras quatro etapas do modelo é estabelecida a concepção geral da edificação. A quinta etapa (projeto estrutural) compõe o detalhamento do projeto.

As atividades relativas à produção do projeto são apresentadas de maneira genérica em um nível elevado da hierarquia, onde existe muita informação agregada. O modelo se preocupou bastante em estabelecer etapas e organizá-las, visando o estabelecimento de um sistema de gestão, necessitando, contudo, de um maior detalhamento das tarefas específicas do projeto.

Figura 17: Modelo Norie mostrando o fluxo geral e o anteprojeto (Fonte: Tzortzopoulos e Formoso, 2001).

2.1.10 Estudo de metodologia para planejamento de projetos

Metodologia ADePT: Analytical Design Planning Techniques

*Analytical Design Planning Techniques*⁸ é a denominação de uma metodologia de Planejamento de Projetos desenvolvida a partir de uma pesquisa realizada em 1998 por pesquisadores da Universidade de Loughborough na Inglaterra. Os pesquisadores Austin et al. (1999) produziram um relatório⁹ intermediário do andamento dessa pesquisa, que foi utilizado como a referência bibliográfica mais importante desse tópico.

A metodologia ADePT se desenvolve em quatro estágios, mostrados na Tabela 4 e na Figura 18.

⁸ Será adotada nesse tópico, a sigla ADePT para se referir ao termo Analytical Design Planning Techniques

⁹ AUSTIN, S. et al. **Development of the ADePT methodology**: an interim report on the link IDAC 100 project. Loughborough: Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, 1998. 36 p. (IDAC 100 Project).

Tabela 4: Estágios da metodologia ADePT

	Estágio	Processo
1	Modelagem do processo de projeto	Criação de um modelo do processo de projeto do edifício representando as atividades e estabelecendo os seus níveis hierárquicos
2	Tabela de dependência de informações	Levantamento das precedências de informação de cada uma das atividades do projeto identificando as atividades que originam essas informações e dispondo essas informações em uma tabela
3	DSM (<i>Design Structure Matrix</i>)	As relações de precedência são então mapeadas numa matriz de precedências, conhecida como DSM (<i>Design Structure Matrix</i>), que é uma ferramenta de análise que permitirá identificar o tipo das interações entre as atividades com o objetivo de otimizar a sua ordenação
4	Programação do Projeto	O último estágio consiste em produzir a Programação do Projeto baseada na seqüência otimizada de atividades produzida pela DSM. Esse estágio ocorre de maneira interativa com o estágio da DSM

Figura 18: Metodologia ADePT. (Fonte: Austin et al., 1999)

2.1.10.1 Estágios 1 e 2: Modelagem do processo de projeto

A pesquisa desenvolveu um modelo genérico do processo de projeto composto de 700 atividades de projeto, 150 diagramas e 4.000 precedências de informações, conforme Austin et al. (1998). A metodologia recomenda o uso desse modelo geral como ponto de partida, onde devem ser feitas as simplificações necessárias para adequá-lo à realidade do projeto que estiver em estudo.

Inicialmente, as disciplinas de projeto são organizadas e decompostas hierarquicamente em camadas, que vão sendo gradativamente detalhadas até o nível mais elementar, onde são conhecidas como FPT¹⁰.

Em seguida, as necessidades de informação de cada uma dessas FPT são identificadas e tabuladas na Tabela de Dependência de Informações. Ao final, são desenhados os diagramas que permitirão a visualização do modelo.

Estruturação do modelo: identificação das atividades e dos níveis de hierarquia.

O modelo estudado reflete uma realidade diferente dos padrões brasileiros¹¹. Tanto a organização das disciplinas quanto a de seus subsistemas diferem das práticas nacionais. Por exemplo, Austin et al. (1998) utilizam o termo Projeto Mecânico para designar o conjunto de disciplinas de Instalações Hidráulicas, Ar Condicionado e Instalações Mecânicas, e o termo Projeto Civil para as disciplinas de Fundações e Infra-Estrutura.

Os autores montaram um modelo genérico para uma determinada tipologia de edifícios, que vai sendo adequada em cada projeto específico. Essa idéia é prática quando se pensa em facilitar a padronização do processo nas empresas, e também sugere um trabalho que pode ser desenvolvido para permitir o uso dessa metodologia nos projetos nacionais.

Para a definição dos critérios de decomposição das tarefas foram colhidas, a partir de entrevistas, as sugestões dos profissionais da área, projetistas e coordenadores. Esse procedimento reforça a importância da participação dos profissionais diretamente envolvidos na elaboração do planejamento de suas atividades.

O processo de projeto é modelado com início nas disciplinas de projeto que, por sua vez, são decompostas hierarquicamente em termos de seus subsistemas e componentes até o

¹⁰ As tarefas desse nível são denominadas na bibliografia por FPT (*Functional Primitive Tasks*).

¹¹ No tópico 4.2.4.2. dessa dissertação, foram feitas sugestões de estruturações de modelos de algumas disciplinas baseados no conceito da metodologia AdePT e adequados com a cultura técnica nacional.

nível elementar das tarefas específicas de cada projeto, procedimento este que permite a visão sistêmica do edifício. O exemplo adotado para esse estudo foi adaptado de Austin et al. (1998). As ilustrações apresentam, respectivamente, o primeiro nível da hierarquia (Figura 19), que é o das disciplinas do projeto e as estruturas principais dos modelos de Arquitetura (Figura 20), Estrutura (Figura 21), e Elétrica (Figura 22). O detalhamento das demais disciplinas encontra-se na bibliografia em Austin et al. (1998)

Figura 19: Visão geral do modelo (Fonte: Austin et al.,1998).

Figura 20: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Arquitetura (Fonte: Austin et al.,1998).

Figura 21: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Estrutura (Fonte: Austin et al.,1998).

Figura 22: Estrutura principal do modelo genérico do projeto de Elétrica (Fonte: Austin et al.,1998).

Montagem da Tabela de Dependência de Informações¹² (Tabela 5)

As interligações entre as atividades do modelo são definidas pelas suas dependências de informações, e não por sua sequência temporal. Essas ligações entre tarefas se estabelecem tanto no sentido vertical, do aprofundamento dos detalhes intradisciplinares, quanto no sentido horizontal, das interligações interdisciplinares¹³. São relacionadas na tabela as atividades elementares (FPT), as informações necessárias para que elas sejam desenvolvidas e as atividades de origem dessas informações. As atividades de origem são complementadas por uma classificação do seu grau de importância, representado pelas letras A, B e C. A letra **A** representa a dependência mais crítica, a letra **C**, a menos crítica e a **B**, a intermediária.

Tabela 5 : Tabela de dependência de informações (Fonte: Austin et al., 1998).					
FPT		Informação requerida			
Número	Nome	Nome	Atividade de Origem	Classificação	Obsv.
Número de ordem dado no diagrama IDEF0	Nome da atividade	Informações necessárias para a atividade	Atividades que originam as informações	Grau de importância da informação (A, B ou C)	

Desenho dos diagramas do processo

¹² Um exemplo completo de preenchimento da Tabela de Dependência de Informações foi realizado no Estudo de Caso dessa pesquisa e localiza-se no tópico 4.2.3.

¹³ Visando estabelecer um paralelo que permita a utilização do método nos projetos nacionais, recomenda-se a consulta aos Manuais de Escopo de Projetos de Arquitetura, AsBEA, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005) , de Estrutura, ABECE, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005), e de Instalações Prediais, ABRASIP, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005). Esses trabalhos relacionam de maneira análoga as informações necessárias para as tarefas de projeto conforme os padrões brasileiros e se constituem em excelente ponto de partida.

Para a representação gráfica do modelo do processo de projeto foram pesquisadas pelos autores diversas ferramentas, sendo escolhida a técnica de modelagem IDEF0 (*Integration Definition for Function Modeling*), que foi adaptada para o caso.

A metodologia IDEF0, desenvolvida nos anos 70, foi baseada na metodologia SADT (*Structured Analysis and Design Technique*), criada por Douglas T. Ross para uso na indústria aeroespacial americana, conforme Austin et al. (1999).

Austin et al. (1999) relacionam suas principais características e pontos positivos:

- permite uma análise hierárquica e em cascata¹⁴, possibilitando uma leitura geral e sintética nos níveis superiores e uma leitura analítica nos níveis inferiores.
- sua leitura é fácil em virtude de sua natureza gráfica. Seus diagramas são impressos sempre em formato A4 para facilitar o manuseio;
- representa o sistema do ponto de vista do fluxo das informações, e as suas ligações representam entradas ou saídas de dados;
- a representação gráfica mostra o fluxo das informações entre as atividades e não sua sequência temporal, como pode parecer à primeira vista;
- a consistência dos diagramas pode ser facilmente verificada;
- permite a modelagem de procedimentos iterativos.

Malmström, Pikosz e Malmqvist (1999) enumeram como pontos negativos da metodologia IDEF0 a sua baixa capacidade para suportar subprocessos paralelos e interações entre níveis hierárquicos diferentes do mesmo processo. Outro ponto negativo apontado é que os modelos IDEF0 tendem a crescer rápido em complexidade, com uma grande quantidade de inter-relações.

¹⁴Essa característica é referida na bibliografia estrangeira como a capacidade de permitir *top-down analysis*.

A notação IDEF0, adaptada para a representação de projetos, representa as entradas e saídas de informação de cada atividade, porém os processos internos de transformação por que passam essas informações não são representados. A Figura 23 mostra as convenções adotadas para a representação:

- A atividade é representada dentro de uma caixa.
- As entradas de informações INTRA-disciplinares ocorrem pelo lado esquerdo da atividade.
- As entradas de informações INTER-disciplinares ocorrem por cima.
- As entradas de informações EXTERNAS ocorrem por baixo.
- As saídas de informações ocorrem pela direita.

Figura 23: Convenções adotadas na representação IDEF0 do fluxo das informações de um projeto.

Modelagem do processo

O modelo do processo é montado colocando-se em cada diagrama as atividades identificadas na hierarquia do processo e o fluxo de informação por elas requerido. A atividade de origem de cada informação intra ou interdisciplinar é identificada, e os fluxos de informação são então assinalados conforme a notação IDEF0.

A próxima figura ilustra o detalhamento de parte do processo. A hierarquia do modelo inicia-se pela atividade A3, Projeto Estrutural, segue através da atividade A34, Projeto da Estrutura Secundária e conclui-se na atividade A342, Projeto da Estrutura do Poço do Elevador uma das FPTs do processo. O exemplo, na Figura 24, mostra claramente a vinculação entre os diferentes níveis e a progressão do detalhamento “em cascata” até a atividade FPT.

Figura 24: Ex. diagrama de processo: A3 → A34 → A342 (Fonte: Austin et al., 1998).

2.1.10.2 Estágio 3: DSM (Design Structure Matrix)

A técnica da DSM foi concebida em 1967 por Donald Steward, quando trabalhava em projetos de usinas nucleares. Steward (1991) apud Oloufa et al. (2004) publicou um artigo¹⁵ onde descreveu como planejar o processo de projeto a partir da análise de seu fluxo de informações, mostrando como considerar as interações, as revisões e a programação.

Desde então, a DSM se constituiu em objeto de estudo de muitos pesquisadores, existindo muitos artigos escritos a seu respeito. Em 1990, conforme Oloufa et al. (2004), o Prof. Eppinger do MIT iniciou uma pesquisa com o objetivo de organizar sistemas complexos de projeto, visando obter aumento de produtividade no desenvolvimento de novos produtos. Esse grupo do MIT desenvolve muitos estudos que abordam os diferentes aspectos da DSM, desde suas aplicações práticas, cuja maioria é voltada para a indústria mecânica, até o estudo de seus algoritmos de particionamento.

O grupo do MIT possui um *website*¹⁶ exclusivo para a divulgação dos estudos da DSM, onde estão disponíveis diversos artigos acadêmicos, links para outros sites correlatos, além de uma macro escrita para Microsoft Excel, que foi utilizada para as simulações dessa dissertação. Essa macro, disponibilizada no site, foi desenvolvida por Cho (2001) em sua dissertação de mestrado.

A DSM é uma técnica robusta que pode ser utilizada para a solução de diferentes tipos de problemas e relações. De acordo com Browning (2001), existem duas categorias para as DSMs: as estáticas e as baseadas no tempo (Tabela 6). As estáticas representam sistemas que convivem simultaneamente como equipes de uma organização ou componentes da arquitetura de um produto. Esse tipo de DSM é analisado com algoritmos de blocos ou *clusters*, como são referidos na literatura.

¹⁵ STEWARD, D. Planning and managing the design of systems. In: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY 1991, **Proceedings...** 1991.

¹⁶ URL: < <http://www.dsmweb.org>,>, acesso em 10/3/2006

Nas DSMs baseadas no tempo, a ordem das linhas e colunas indica um fluxo através do tempo, que é o fenômeno que ocorre no desenvolvimento de projetos de engenharia. Esse tipo de DSM é analisado com algoritmos para a otimização do seqüenciamento das suas atividades.

Tabela 6: Dados representáveis em matrizes (Fonte: Browning, 1998).

Categorias de DSM	Tipos de dados	Representação	Aplicações	Método de análise
Baseadas no tempo	Tarefas	Tarefas e atividades	Agendamento de projeto, seqüenciamento de atividades, redução de ciclos	Algoritmos para otimização de seqüências.
	Parâmetros	Pontos de decisão e precedentes	Construção de processos, nível operacional	Idem
Estáticas	Equipes	Equipes multidisciplinares	Desenho organizacional, integração de equipes	Algoritmos para análise de blocos ou “clusters”
	Componentes	Relações entre multicomponentes	Arquitetura de sistemas	Idem

Forma de representação de relações utilizando a DSM

As relações entre os elementos de um sistema podem ser representadas pela técnica dos grafos ou das matrizes. Essas relações podem ser de quatro tipos distintos: sequenciais, paralelas, interativas ou cíclicas e condicionais (Tabela 7).

Na representação pela técnica dos grafos, os elementos são representados dentro de caixas, e suas ligações através de setas, que indicam a influência de um elemento sobre o outro.

Na forma matricial, utilizada na DSM, representa-se nas linhas da matriz os elementos do sistema, e repetimos esta ordem nas colunas de forma a obtermos uma matriz simétrica e quadrada. Se existe relação entre a atividade “i” e a atividade “j”, indicamos esta relação com uma marca na célula [A_{ij}] correspondente. Caso não exista relação alguma, a célula fica em branco. Essa forma binária de representação da DSM possibilita a aplicação de algoritmos computadorizados baseados na álgebra linear para a otimização da sequência das suas atividades.

Tabela 7: Tipos de relações entre elementos de um sistema e suas representações por Matrizes e Grafos (Fonte: Oloufa et al., 2004).																		
Tipo de relação	Representação por Grafo	Representação matricial - DSM																
Sequencial		<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>●</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		A	B		A				B	●						
	A	B																
A																		
B	●																	
Paralela		<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		A	B		A				B							
	A	B																
A																		
B																		
Interativa		<table><tr><td></td><td>A</td><td>B</td><td></td></tr><tr><td>A</td><td></td><td>●</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>●</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>		A	B		A		●		B	●						
	A	B																
A		●																
B	●																	
Condicional		<table><tr><td></td><td>C</td><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td>C</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>?</td><td></td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>?</td><td></td><td></td></tr></table>		C	A	B	C				A	?			B	?		
	C	A	B															
C																		
A	?																	
B	?																	

Como ler a DSM

A Figura 25 ilustra um exemplo onde se utiliza uma DSM com 12 atividades de um projeto hipotético, listadas verticalmente da atividade A até a L. As mesmas atividades estão listadas horizontalmente na mesma seqüência. As dependências entre as atividades são assinaladas com uma marca na intersecção das atividades que se correspondem. É adotado um algarismo de 1 a 3 como a marca dessa intersecção, onde o algarismo utilizado

representa o grau de dependência entre as atividades. A dependência de grau 1 é considerada forte e essencial, a de grau 3, fraca, e a de grau 2, intermediária. Para o exemplo em questão, foi adotado, por facilidade didática, que todas as dependências são de grau 1.

Task Name		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1			1									
B	2												
C	3		1										
D	4					1	1						1
E	5						1		1			1	
F	6		1										1
G	7		1									1	
H	8	1			1					1	1		
I	9			1			1				1		
J	10		1	1			1					1	1
K	11		1	1									
L	12	1								1	1	1	

Figura 25: DSM inicial de um projeto hipotético (Fonte: Browning, 1998).

A leitura das atividades na direção horizontal (da linha) indica as dependências que uma determinada atividade tem das demais.

Essas atividades, que são suas predecessoras, fornecem os parâmetros de entrada para que ela possa ser desenvolvida. Por exemplo, a atividade J, que corresponde à linha de número 10 na tabela, tem dependência das informações geradas pelas atividades B, C, F, K e L (Figura 26).

Task Name		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1			1									
B	2												
C	3		1										
D	4					1	1						1
E	5						1		1			1	
F	6		1										1
G	7		1									1	
H	8	1			1					1		1	
I	9			1			1				1		
J	10		1	1			1					1	1
K	11		1	1									
L	12	1								1	1	1	

Figura 26: Atividades predecessoras, que fornecem os parâmetros de entrada da atividade J.

De maneira análoga, a leitura da atividade na direção vertical (da coluna) indica para quais atividades a atividade em questão está fornecendo informações, que são os seus dados de saída. No exemplo, a atividade J fornece dados para as atividades I e L (Figura 27).

Task Name		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
A	1			1									
B	2												
C	3		1										
D	4					1	1						1
E	5						1		1			1	
F	6		1										1
G	7		1									1	
H	8	1			1					1		1	
I	9			1			1				1		
J	10		1	1			1					1	1
K	11		1	1									
L	12	1								1	1	1	

Figura 27: Atividades sucessoras, que recebem os dados de saída da atividade J.

A DSM se constitui, portanto, numa ferramenta que permite representar as atividades de um processo juntamente com o seu fluxo de informações. Na Tabela 8 estão organizadas as relações de J. Observa-se também que as atividades J e L são interdependentes: a atividade J fornece informações para a L, e a L fornece informações para a atividade J. Assim, em relação a J, L é, ao mesmo tempo, predecessora e sucessora.

Tabela 8: Atividades precedentes e sucessoras da atividade J.		
Atividades precessoras – Entrada de informações	Atividade	Atividades sucessoras – Saídas de informação
B, C, F, K, L	J	I, L

Regiões importantes da DSM (Figura 28)

Figura 28: DSM destacando a região de alimentação em azul e a de retroalimentação em laranja

(Fonte: Browning,1998).

A diagonal da DSM é a região onde nos elementos [A_{ij}] da matriz, temos o índice $i = j$. A diagonal é representada por quadrados em negro, anulados para efeito de cálculo, pois representam a relação da atividade com ela mesma.

A diagonal da matriz delimita dois setores importantes:

O setor abaixo da diagonal denominado **região de alimentação**, onde temos, no elemento $[A_{ij}]$, o índice $j < i$, indicando que as precedências das atividades se sucedem em sequência cronológica direta.

O setor acima da diagonal, denominado **região de retroalimentação**, onde temos, no elemento $[A_{ij}]$, o índice $j > i$, indicando que as precedências das atividades se sucedem em sequência cronológica invertida.

Nesse caso, as tarefas que fornecem os parâmetros de precedência não estão começadas até o momento do início da atividade “i”. Por isso, as informações que faltam deverão ser estimadas e, posteriormente, as atividades serão revistas, para verificação e adequação dessas estimativas.

Como normalmente as estimativas adotadas não são a solução final do problema, a inter-relação entre as atividades é que desencadeará os ciclos de interação que convergirão para o encontro da solução.

Essas interações ocorrem com frequência nos projetos e geram retrabalhos que requerem comunicações e negociações adicionais, podendo prolongar os prazos e aumentar os custos de desenvolvimento, caso não sejam adequadamente gerenciadas.

Interações que ocorrem em um Projeto

Vimos que as atividades de projeto são, em muitos casos, interativas e interdependentes. As interações são problemáticas para o gerenciamento de um projeto e ocorrem em ciclos, podendo ser, segundo Pektas e Pultar (2005), **inesperadas** ou **esperadas**.

As **interações inesperadas** ocorrem quando novas informações chegam atrasadas no processo de projeto, e são causadas por atividades desordenadas e fora de sequência, por erros de projeto, ou por mudanças tardias no produto feitas em estágios avançados de seu desenvolvimento.

As **interações esperadas** ocorrem por atividades posteriores que vêm atuar sobre a atividade corrente, como é o caso mais comum das atividades de verificação, análise crítica e validação (Figura 29).

Figura 29: Diagrama de controle do processo de projeto exemplificando interações esperadas (Fonte: Souza et al., 2005).

A outra possibilidade de interação esperada é quando ocorrem trocas de informações interdisciplinares. Nesse caso, os parâmetros das atividades não iniciadas são estimados, desencadeando o ciclo de interações.

Um exemplo corriqueiro é a estimativa preliminar da carga de um edifício feita pelo projetista de estruturas para que o projetista de fundações possa elaborar uma análise preliminar do tipo de fundações que irá adotar.

Essa estimativa é feita sem que o projeto de estrutura esteja concluído. As cargas fornecidas se baseiam em estudos preliminares considerando espessuras médias de lajes e consumos teóricos de aço. Somente após a conclusão do cálculo estrutural é que as cargas finais obtidas são novamente enviadas para o projetista de fundações confirmar ou não suas hipóteses iniciais, a fim de dimensionar as fundações.

Otimização da DSM

Existem diversas técnicas desenvolvidas para otimizar e simplificar os fluxos de informação de projetos. Oloufa et al.(2004) relacionam essas técnicas, que são utilizadas combinadas na prática, dentro das seguintes categorias:

- **Partição:** um dos objetivos da DSM é combater o efeito de retrabalho dentro do projeto, diminuindo o número das atividades que estão na região de *retroalimentação*. A técnica de particionamento procura reorganizar as atividades do projeto, de modo a minimizar o número de marcas dentro dessa região. Yassine (1994) relaciona quatro algoritmos¹⁷ que podem ser utilizados para reorganizar as linhas e colunas, permitindo mover o maior número possível de marcas para a região abaixo da diagonal.
- **Identificação dos Blocos (*clustering*):** essa técnica procura identificar dentro da matriz os blocos (*clusters*) de atividades, que são mutuamente exclusivos ou que interagem minimamente. Isso permitirá o gerenciamento simultâneo de diversas frentes dentro de um projeto.
- **Remoção de marcas (*tearing*):** é um processo para a escolha de marcas que podem ser removidas de uma matriz que, posteriormente, é reparticionada para gerar uma matriz triangular, sem marcas acima da diagonal.
- **Agregação:** consiste em simplificar a matriz agregando duas ou mais atividades em um novo elemento da matriz.
- **Decomposição:** atua de maneira inversa da técnica de agregação. Através da análise das atividades interdependentes, procura decompô-las de maneira a simplificar o processo.

¹⁷ Esse autor relaciona os seguintes algoritmos de particionamento da DSM: *Path Searching*, *Powers of the Adjacency Matrix Method*, *Reachability Matrix Method* e *Triangularization Algorithm*.

O processo de otimização inicia-se pela aplicação de um algoritmo para otimizar a sequência das atividades. No exemplo, foi adotado o algoritmo de particionamento de Cho (2001), resultando na seguinte DSM reorganizada. A Figura 30 ilustra como aparecem as atividades em série e paralelas, e as atividades cíclicas em bloco como F, I, J e L. Os blocos ao longo da diagonal representam o caminho crítico do projeto, e foram obtidos com a técnica de *clusters* mencionada anteriormente. O algoritmo assinala também os níveis (*levels*) das atividades, o que permitirá a organização da sequência desses blocos quando for feito o agendamento do projeto. Os nós assinalados por pequenos círculos ao longo da diagonal, representam pontos lógicos, ou oportunidades ao longo do caminho crítico para as revisões de projeto¹⁸.

Figura 30: DSM otimizada (Fonte: Browning, 1998).

¹⁸ Esses pontos são denominados na bibliografia por *toll gates*, segundo Browning (1998).

A macro gerou também a matriz reduzida, onde é possível a leitura agregada dos blocos e da seqüência do caminho crítico do projeto (Figura 31).

Figura 31: DSM com representação sintética.

O processo matemático de otimização permitiu o isolamento dos blocos onde ocorrem as atividades interativas. Dessa maneira, o Coordenador do Projeto conta com um importante auxílio para a gestão do projeto, pois, ao detectar esses blocos, abre-se a oportunidade de tomada de decisões quanto às atividades que iniciarão em primeiro lugar dentro de um ciclo iterativo. Browning (1998) sugere que se atribuam pesos para as interfaces das atividades para facilitar o processo de tomada de decisão (Tabela 9).

Tabela 9: Tabela de atribuição de pesos para dependências (Fonte: Browning, 1998).	
Grau da dependência da informação	Explicação
3 = alto	Informação indispensável para iniciar a atividade
2 = médio	Informação necessária para completar a atividade
1 = baixo	Informação necessária apenas para a verificação do resultado da compatibilidade
0 = nenhum	Nenhuma informação é necessária

2.1.10.3 Estágio 4: Programação do Projeto

A última etapa da metodologia ADePT consiste na elaboração da programação do projeto, que é feita com o uso de programas específicos para programação de projetos como o Microsoft Project, entre outros.

Para isso, são necessárias simplificações na rede das atividades para superar as limitações dessa técnica de representação. Como os diagramas de Gantt não representam atividades cíclicas, as simplificações consistem na atribuição de pesos para as interdependências das atividades, como visto no tópico anterior, e assim poder adotar um critério de decisão sobre qual atividade irá preponderar sobre a outra e iniciar o ciclo.

A outra simplificação consiste em admitir que as atividades cíclicas que tenham o mesmo grau de prioridade ocorram paralelamente. Analisando-se o bloco 1 do projeto, foram admitidas as seguintes simplificações: a atividade F prepondera sobre as demais e inicia o bloco; as atividades I e J cíclicas são representadas em paralelo, e a atividade L é a última do bloco.

Foi adotado, apenas por simplificação, um prazo de cinco dias para todas as atividades. O cronograma do projeto pode ser finalmente determinado como representado na Figura 32.

Figura 32: Programação do projeto.

2.1.10.4 Conclusões a respeito dos modelos e das técnicas

Os modelos construídos com a DSM reduzem a complexidade do desenvolvimento de produtos porque fornecem aos coordenadores de projeto ferramentas analíticas que revelam fácil e claramente os fluxos de informação entre as atividades de um sistema complexo, permitindo a visualização e a análise das interações de um projeto.

A DSM minimiza as interações, pois, graças ao seu algoritmo, é possível alterar a seqüência das atividades, além de permitir planejar o gerenciamento dos ciclos das interações, mantendo-as sob controle.

A organização sistêmica da DSM possibilita estímulos para a descoberta de processos e padrões organizacionais desconhecidos, além de permitir o entendimento da dinâmica do número total de problemas que podem ser resolvidos em qualquer tempo, possibilitando a observação da convergência ou a divergência do processo de desenvolvimento de um produto (YASSINE ; BRAHA, 2003).

A metodologia ADePT se constitui numa alternativa viável para o planejamento de projetos nas suas etapas mais estruturadas, contudo, pouca atenção foi dada pelos autores da ADePT para a etapa de Controle.

Pesquisou-se na bibliografia o trabalho de Hammond, J. et al. (2000), propondo a metodologia denominada DePlan, que utiliza como ferramenta de planejamento o conceito do *Last Planner*.

Essa ferramenta, adotada no planejamento da produção, organiza as atividades em pacotes semanais de tarefas, e avalia o desempenho segundo um indicador denominado PPC (Porcentagem do Plano Completada), que mede percentualmente a relação entre as tarefas previstas e as executadas no período. Complementarmente, é elaborado o *Lookahead Planning*, que planeja o horizonte próximo do projeto.

Essa metodologia controla tarefas de projeto de forma semelhante ao controle de tarefas do processo de produção de obras civis. A ferramenta tem uma visão linear e seqüencial, e se

mostra frágil para controlar os ciclos das interações, necessitando ainda ser aperfeiçoada para atender o projeto.

O conteúdo e a seqüência de trabalho envolvida na produção dos projetos necessita de um estudo aprofundado sobre a maneira como cada especialidade da engenharia desenvolve o seu processo técnico e como ele deve ser integrado ao processo gerencial.

Percebe-se a necessidade, em todos os modelos nacionais estudados, de uma aproximação maior com o edifício, em procurar conceituá-lo, definir seus sistemas e subsistemas, suas principais regiões, passando de uma abordagem menos genérica para uma abordagem mais específica.

Ao procurar definir produtos por etapas de projeto, os modelos cumprem uma função normativa, mas ainda não conseguem se desdobrar para possibilitar a integração e o planejamento.

Essa característica, de foco na gestão, parece ser específica dos modelos nacionais, e reflete o estágio atual onde se requerem esses esforços para consolidar a gestão e caracterizar o projeto como um processo. Porém, se faz necessário um aprofundamento maior para a implantação de planos mais consistentes com a área técnica do projeto.

2.2 Extranets de Projeto

Na Indústria da Construção, o tratamento do fluxo de informações entre os vários agentes multidisciplinares se constitui em fator crítico para o sucesso de um empreendimento, como observado por Nascimento e Santos (2003). Conforme constatado por esses autores, a partir da década de 1980, foram feitos muitos esforços para solucionar o problema de falta de informações entre as diversas equipes envolvidas nos empreendimentos.

Com o desenvolvimento da Tecnologia da Informação e a popularização da Internet, houve um grande aumento de opções das ferramentas, invertendo-se o processo, “pois alguns agentes se vêem inundados pela grande quantidade de dados disponíveis, levando seus profissionais à sobrecarga de informações”. (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

As extranets podem ser estudadas dentro desse contexto de relativa facilidade ao acesso de informações como ferramentas essenciais e de apoio à implementação do Projeto Simultâneo. Inicialmente concebidas como repositórios eletrônicos de arquivos de projeto, passaram a ter, com o tempo, funções de gerenciadoras da comunicação e da gestão de processos interorganizacionais.

A grande diversidade dos agentes envolvidos e a falta ainda notória de uma cultura de coordenação de projetos que defina de maneira clara o seu escopo, aliada à própria natureza do processo de projeto – fragmentado e semi-estruturado –, impõem, porém, a necessidade de estudos urgentes objetivando a produção de ações de correção de rumos no processo como um todo.

Qual é a medida certa da informação? Em que quantidade, em que momento e com que qualidade ela deve fluir dentro do projeto? Como e quando devem ser processadas as trocas de informações entre a equipe de projeto? As extranets estão preparadas para estruturar, de maneira organizada e planejada, o fluxo de atividades requeridas pelo projeto simultâneo? Em contrapartida, que modelo do fluxo de informações deve ser adotado para aplicação pelas ferramentas de colaboração? As empresas estão com seus métodos de gestão preparados para uma nova realidade de maior cooperação e simultaneidade? Qual é o estágio atual das empresas frente às extranets?

2.2.1 Conceituação

Um requisito básico desta discussão é a conceituação adequada dos vários sistemas que suportam a tecnologia em questão, em particular os conceitos de Internet, intranet e extranets.

Internet

Conforme Netdictionary (2006), a Internet é uma rede mundial de redes que usam o protocolo TCP/IP e compartilham um espaço de endereçamento comum. Começou em 1969 com o nome de *Arpanet*, um experimento militar do governo norte-americano que conectava em rede, por linha telefônica, quatro computadores. Posteriormente, em 1972, as universidades americanas obtiveram acesso a essa rede com o objetivo do compartilhamento de pesquisas; nessa ocasião, surge o nome Internet. O uso comercial da Internet, conforme Vlosky, Fontenot e Blalock (1998), foi estabelecido em 1983.

A Internet é aberta ao público em geral, suportando serviços de correio eletrônico, transferência de arquivos e *chat*, entre outros.

Intranets

Uma intranet é uma rede privada de computadores usados exclusivamente dentro de uma organização. A intranet utiliza a tecnologia da Internet, mas não funciona necessariamente via Internet, segundo Vlosky, Fontenot e Blalock (1998).

As intranets são utilizadas principalmente por grandes empresas e organizações com filiais em países ou cidades diferentes, com o objetivo de facilitar as comunicações e o envio de trabalho entre seus membros.

Extranets

Ainda segundo o mesmo autor, o termo extranet foi criado por Robert Metcalf, o inventor da Ethernet¹⁹.

O termo ainda possui algumas imprecisões de definição, mas a mais comumente aceita conceitua extranet como “uma rede que liga parceiros de negócio entre si dentro da Internet” (VLOSKY; FONTENOT; BLALOCK, 1998).

O autor também define extranet como uma intranet estendida, conectando múltiplas organizações, incluindo pessoal interno, clientes, fornecedores e parceiros estratégicos em um grupo fechado de usuários.

Segundo Soibelman e Caldas (2000), a extranet ou *Project Web* pode ser definida como

[...] uma rede de computadores que usa a tecnologia da Internet para conectar empresas com seus fornecedores, clientes e outras empresas que compartilham objetivos comuns. As possibilidades de acesso para cada membro são individualizadas e controladas. Toda a comunicação a ser desenvolvida no projeto deve ser obrigatoriamente feita através da extranet, utilizando-se, na maior parte dos casos, de e-mails ou de transferência de arquivos. A extranet do projeto está conectada a um sistema gerenciador de banco de dados cuja finalidade é armazenar e gerenciar toda a informação a ser processada durante a execução do empreendimento.

Mesmo estando a extranet de uma empresa dentro da Internet, seu acesso não é disponível ao público de maneira aberta, sendo construídas barreiras e tornando-se necessárias senhas de acesso ao grupo.

¹⁹ Ethernet: um método de conectar computadores de uma rede local usando um cabo coaxial, inventado por Robert Metcalf no início dos anos 70.

A Tabela 10 mostra um sumário de similaridades e diferenças entre Internet, intranet e extranet .

Tabela 10: Similaridades e diferenças entre Internet, intranets e extranets (Fonte: Vlosky; Fontenot; Blalock, 1998).			
	Internet	Intranets	Extranets
O que é?	A “super-rodovia” da informação	É o uso da tecnologia da Internet nos limites de uma empresa ou organização	Uma rede que usa a tecnologia da Internet para ligar as Intranets de empresas que participam de negócios em comum e que necessitem de compartilhamento de informações
Acesso	Aberto	Privado	Privado
Usuários	Público	Membros de uma organização	Parceiros de negócios
Informações	Gerais	Da empresa	Seletivas e específicas do negócio

2.2.2 As Extranets e o Projeto Simultâneo

As extranets podem ser entendidas como agentes facilitadores da implementação da Engenharia Simultânea.

Kamara (2003) discute esse assunto e comenta que esses facilitadores da implementação da ES podem ser agrupados em duas categorias interrelacionadas: organizacionais e tecnológicas.

Facilitadores organizacionais: proporcionam um ambiente para que pessoas e máquinas trabalhem simultaneamente, o que inclui facilitar o trabalho de equipes multidisciplinares e envolver todas as partes relevantes do processo de desenvolvimento de um produto e suporte gerencial e tecnológico, para que a organização, as equipes e as pessoas, em seus diferentes níveis, possam trabalhar.

Facilitadores tecnológicos: facilitam o trabalho simultâneo dentro da organização e incluem toda a informação e tecnologias da comunicação e *softwares* requeridos para a integração, trabalho paralelo, comunicação e colaboração.

Khalfan, Anumba e Carrilo (2002) desenvolveram um modelo de *benchmarking* para servir de referencial de avaliação do estado da empresa com relação à implantação dos processos simultâneos. O modelo chama-se Beacon, palavra derivada da definição em língua inglesa: *Benchmarking and readiness assessment for concurrent engineering tool*.

Essa ferramenta foca quatro aspectos de uma organização para avaliar o grau de evolução da empresa com relação aos processos da ES (Figura 33).

Figura 33: Modelo Beacon (Fonte: Khalfan; Anumba; Carrilo, 2002).

São eles: **Processos, Pessoas, Projeto e Tecnologia**. Cada quadrante do modelo Beacon contém fatores críticos para avaliar o nível de maturidade da organização. Uma série de questões relacionadas a cada um dos aspectos é colocada como uma fatia do gráfico circular. Cinco níveis radiais - *ad hoc*, *repetível*, *caracterizado*, *gerenciado* e *otimizado* - são usados para medir o status de cada um dos aspectos. Conforme Khalfan, Anumba e Carrilo (2002), o nível *ad hoc* indica uma organização que não tem familiaridade com os métodos da ES e não está pronta para adotá-los, ao passo que o nível *otimizado* mostra uma organização apta ou já praticando os princípios da ES em seus processos de projeto.

As extranets de projeto são analisadas por Kamara (2003) em relação aos requisitos-chave da Engenharia Simultânea, conforme mostrado na Tabela 11.

Tabela 11: Princípios-chaves da ES x Extranets de projeto (Fonte: Kamara, 2003).

Princípios-chave da Engenharia Simultânea	Programação de tarefas paralelas ou simultâneas	Integração da informação dentro do ciclo de vida do produto	Integração da cadeia de suprimentos	Integração da tecnologia e das ferramentas
Extranets de projeto	Sem suporte para a programação de tarefas paralelas ou simultâneas	Alguma integração das informações de projeto à medida em que o acesso às informações é fácil	Suporte para o processo de comunicação; mínimo suporte para a coordenação (baixo desenvolvimento de <i>workflow</i>); pouco suporte para a simultaneidade	Alguma integração de tecnologias (Internet, cliente-servidor, criptografia, etc.), muitos formatos de arquivo suportados indicando uma forma de plataforma aberta para diferentes aplicações

É feita também uma análise das extranets sob os diferentes níveis de suporte necessários para a ES na construção: nível da organização, nível do projeto e nível de ligações entre os diferentes projetos da organização (Tabela 12).

Tabela 12: Diferentes níveis de suporte para a ES x extranets (Fonte: Kamara, 2003).

Níveis de suporte	Organização	Projeto	Ligações entre diferentes projetos dentro da organização
Extranets de Projeto	Nenhum suporte aparente para a organização	Suporte forte, pois as extranets são muito centradas em projeto	Nenhum suporte, as extranets existentes foram desenhadas para separar essas ligações

As extranets de projeto se constituem em grandes avanços para a implementação do Projeto Simultâneo por possuírem as características de agentes facilitadores tecnológicos e organizacionais.

Porém, em seu estágio de desenvolvimento atual, as extranets não se constituem ainda em ferramentas únicas que cumpram todos os papéis requeridos, e devem, assim, trabalhar combinadas com outras ferramentas tecnológicas e organizacionais.

2.2.3 Funcionalidades

As extranets de projeto, de maneira geral, estão preparadas para receber e possibilitar o gerenciamento de ampla gama de Projetos, inclusive de Projetos de Edifícios.

As extranets de Projeto são *websites* criados e mantidos por empresas especializadas, sendo criado, na *web*, um ambiente exclusivo para o projeto, o que permitirá que todos os agentes envolvidos possam interagir por meio da troca de informações e dados de maneira organizada, controlada, segura e estruturada. Elas permitem a melhora na comunicação entre companhias que participam de um empreendimento através de ferramentas que permitem a troca de informações digitais entre seus profissionais (NASCIMENTO, 2004).

Essas empresas provêm o espaço físico de armazenamento de arquivos, a segurança e o gerenciamento desses bancos de dados, o suporte técnico aos usuários e o desenvolvimento e manutenção do *software* de acesso. O usuário deve apenas cuidar de prover o seu acesso a Internet e possuir um *browser*.

Uma extranet de projeto lida com a informação eletrônica através do armazenamento centralizado de dados e a manutenção de um ambiente de trabalho em rede que permita aos usuários o acesso às informações armazenadas, possibilitando o acompanhamento do seu processo de trabalho (Figura 34).

Figura 34: Comunicação em um empreendimento com extranet de projeto
(Fonte: Nascimento, 2004).

A complexidade da implementação de extranets se dá pelo fato de que, além de suprir as necessidades técnicas de arquivamento e gestão de documentos eletrônicos, elas devem, também, dar suporte para processos interorganizacionais. Nascimento (2004) e Mendes et al. (2005) classificam as extranets de projeto segundo duas categorias: as de armazenamento, que possuem funcionalidades relacionadas para o arquivamento de documentos, e as de gerenciamento, que apresentam funcionalidades de *workflow*.

A pesquisa bibliográfica e na *web*, além dos contatos com os provedores da Cidade de São Paulo, possibilitou categorizar as principais funcionalidades das extranets de projeto que serão descritas a seguir. Essa classificação foi adaptada de um relatório de pesquisa de Sulankivi, Laka e Luedke (2002) sobre o uso das extranets no ambiente de engenharia simultânea em países europeus.

Podemos, segundo Sulankivi, Laka e Luedke (2002), classificar as funcionalidades das extranets de projeto em três grandes grupos de ferramentas: *Gerenciamento de documentos*, *Gerenciamento de Comunicações*, e *Gerenciamento do Workflow*.

2.2.4 Gerenciamento de documentos

Organização de arquivos

Além de arquivos de desenho em CAD, podem ser arquivados quaisquer outros formatos de arquivos (textos, planilhas, imagens, etc.).

Os documentos podem ser organizados da maneira tradicional em estrutura de árvore de diretórios e arquivos, ou a partir de pastas organizadas por especialidades e assuntos. Essa estrutura de organização varia de empresa para a empresa em função da plataforma na qual o *software* foi desenvolvido.

Upload e download de múltiplos arquivos

Os sistemas possibilitam o *upload* e o *download* de múltiplos arquivos, compactados, encurtando o tempo de operação.

Lista mestra de documentos

Podem ser configurados, a critério do usuário, diversos formatos de listas mestras de documentos. Essas listagens podem, por exemplo, classificar os documentos por especialidade, estágio do projeto, nome e número do desenho e número da revisão. Essa facilidade confere grande agilidade na organização dos documentos.

Metadados²⁰ dos documentos

Os dados sobre cada arquivo estão definidos e armazenados, permitindo a pesquisa desses arquivos e informações. Como exemplo, ficam disponíveis os seguintes dados: nome do arquivo, tamanho, autor, coordenador, data e hora do *upload* e *download* e pasta armazenada. Além disso, permite ao coordenador rastrear *on-line* todos os movimentos de

²⁰ *Metadado*: toda a transação feita na extranet gera um arquivo *log*, com dados sobre cada participante e informações sobre cada documento, data e hora de cadastro, além de permitir a criação de tarefas que controlam o fluxo das atividades gerando o que é conhecido como controle do *workflow*. O metadado é o testemunho de qualquer ação e pode ser recuperado a qualquer momento dentro do sistema, não sendo permitida a sua eliminação por quaisquer dos agentes.

arquivos (*uploads* e *downloads*) feito por cada um dos usuários, pois, a cada movimento no sistema, é gerado automaticamente um metadado (PICORAL, 2002).

Pesquisa e recuperação de documentos

Os sistemas atuais permitem a pesquisa e a recuperação de documentos a partir do nome do arquivo, título, extensão, comentários ou data. São localizados os arquivos, seus *markups* ou versões anteriores.

Essas ferramentas de busca não permitem pesquisar o conteúdo dos arquivos, que são vistos apenas como pacotes fechados, e portanto, a pesquisa ainda é restrita aos dados básicos já mencionados.

Santos e Nascimento (2000) mencionam pesquisas em desenvolvimento visando criar uma ferramenta de busca inteligente, e “capaz de responder perguntas arbitrárias relativas às informações disponíveis no banco de documentos de uma extranet de projeto”

Essas ferramentas, segundo os autores, deverão, a partir de padronizações e classificações e um conjunto de regras, permitir a obtenção das informações de forma rápida e confiável.

Ações em tempo real

A informação do projeto é atualizada por transações. Em outras palavras, quando um usuário faz um *upload* de um arquivo para o sistema, ele é acessível imediatamente para todos os outros usuários.

Notificação de mudanças

Os usuários são notificados automaticamente do cadastramento de arquivos por meio do envio de *e-mail*.

Gerenciamento da versão do arquivo

As aplicações permitem o uso de uma técnica para gerenciamento das diferentes versões de um mesmo arquivo, possibilitando a acessibilidade apenas à última versão atualizada de cada arquivo. Essa técnica se baseia na criação de uma máscara alfanumérica que permite uma codificação para nome dos arquivos.

Auditoria de documentos

As aplicações, por gerarem metadados, possibilitam auditar as ações tomadas em cada um dos arquivos; fica gravado no sistema quem fez *upload* de um arquivo e quem e quando viu ou baixou esse arquivo.

Facilidades para visualização de arquivos em CAD e outros formatos

Os arquivos originais em CAD podem ser abertos sem a necessidade do Autocad ou de *plug-ins* instalados, permitindo a visualização prévia do arquivo sem a necessidade de baixá-lo para o computador. Essa funcionalidade permite a visualização de um arquivo a partir de qualquer computador conectado à *Web*, uma vez que dispensa o CAD e programas auxiliares.

Essa facilidade é estendida também para arquivos de imagens e documentos do Microsoft Office (planilhas, textos e apresentações) .

Ferramentas de comentários em CAD

Uma vez aberto no visualizador, um projeto pode ser marcado com amebas e textos sem alterar o arquivo original. O *markup* fica arquivado em pasta contígua ao desenho original, e o sistema mostra um ícone ao lado de cada arquivo que possui *markup*. É possível ainda estabelecer discussões coletivas sobre cada *markup*.

Links para serviços de copiadoras

Os serviços permitem estabelecer um *link* direto para as copiadoras, enviando arquivos para plotagem. O sistema permite que essa transferência ocorra diretamente do servidor de dados para a copiadora, sem a necessidade de baixar o arquivo para o computador do usuário. Os sistemas permitem também controle detalhado por meio da bilhetagem das cópias solicitadas. Essa economia de custos proporcionada pela extranet também foi observada em estudo de caso feito por Picoral (2002).

2.2.5 Gerenciamento das comunicações

Correio eletrônico (*e-mail*) integrado ao sistema

Dentro do ambiente do *software* os participantes podem enviar e receber *e-mails*. Estes *e-mails* são registrados e protocolados no sistema, sendo sempre de conhecimento do Coordenador do Projeto, possibilitando um controle total da comunicação formal.

Listas de discussão

Podem ser criados e gerenciados tópicos de discussão. Por exemplo, alguma solução que se queira debater com o grupo, e possibilitar que todos os comentários sejam feitos nessa mesma lista, sem dispersão. Essas listas podem ser recuperadas pelas ferramentas de busca do sistema. Picoral (2002) observa também que esse procedimento permite maior democratização do acesso à informação pelos membros das equipes de projeto.

Notificações automáticas

A cada atualização de um arquivo, o sistema emite um *e-mail* padrão notificando os participantes do ocorrido. Esse recurso tem sido questionado, pois embora permita manter os membros da equipe sempre atualizados, gera uma grande quantidade de informação que acaba, por esse motivo, não sendo processada. Caberia aqui o desenvolvimento de relatórios diários sintéticos e organizados que facilitassem a compreensão e evitassem essa sobrecarga de informações.

2.2.6 Gerenciamento do *workflow*

A tecnologia de *workflow* ganha cada vez maior importância, pois vem de encontro à necessidade de as empresas reverem seus processos, visando a diminuição de prazos e a redução de seus custos. O desenvolvimento de aplicativos dentro das extranets não faz sentido se não estiver acoplado a um perfeito entendimento do papel dessa aplicação dentro do processo produtivo correspondente.

Como toda nova tecnologia, o termo *workflow* acabou virando um termo da moda. Cruz (1998) comenta que muitos softwares que se auto-intitulam *workflow* não passam de

ferramentas para *workgroup*; além disso, as pessoas em geral acham que se trata da mesma tecnologia, e que ambas servem para automatizar processos.

Conceito de *workgroup*

O *workgroup* é um modelo **centrado na informação**. Independentemente de como o processo esteja estruturado, os grupos de trabalho trabalharão com base nas informações que receber, processar e enviar. Assim, Cruz (1998) conceitua *workgroup* como:

[...] Qualquer tecnologia que permita que grupos de pessoas compartilhem informações a fim de realizarem suas atividades, aumentando-lhes a produtividade e a eficiência.

Conceito de *workflow*

O *workflow* é um modelo **centrado no processo**. A importância do processo está no fato de ele ser o meio pelo qual a informação será processada, e as regras estabelecidas orientam a execução de cada tarefa. Cruz (1998) sugere algumas definições para *workflow*:

[...] Ferramentas que têm por finalidade automatizar processos, racionalizando-os e, conseqüentemente, aumentando sua produtividade por meio de dois componentes implícitos: organização e tecnologia.

[...] *Workflow* é o fluxo de controle e informação num processo de negócio.

O gerenciamento do *workflow* consiste em controlar o desenvolvimento do projeto a partir do acompanhamento da realização de suas tarefas, que foram definidas e seqüenciadas na fase de planejamento. O software de *workflow* deve estar operando no ambiente da extranet, e possuir capacidade para reconhecer, de maneira automática, os eventos que caracterizam o cumprimento dessas tarefas. Operando dessa forma, o software de *workflow* incorpora a função de controle do processo, assim, vinculado ao processo de planejamento, sendo ideal que os softwares de *workflow* e de planejamento sejam capazes de se comunicar.

A complexidade em se construir sistemas de gerenciamento de *workflow* para projetos se deve ao fato dos projetos terem características de processos semi-estruturados, porque sofrem freqüentes mudanças, e suas tarefas mantêm relações de interação e interdependência. O projeto necessita também de um controle do fluxo de informações.

O projeto é, então, um processo que possui necessidades de gerenciamento da informação e do processo e, por isso, os softwares de extranet acabam tendo que mesclar as características de *workgroup* com *workflow* para adaptarem-se com flexibilidade às mudanças. Esses *workflows* são conhecidos na literatura como '*workflows adaptativos*' (ISATTO; FORMOSO, 2004).

2.2.7 Novas tecnologias

Sulankivi, Laka e Luedke (2002) relacionaram as novas tecnologias que têm surgido e que se incorporarão com o passar do tempo às extranets, ampliando suas fronteiras e aumentando possibilidades.

Conferência pela Web

A limitação dessa ferramenta ainda é a baixa taxa de transferência na rede, que impede a transmissão de vídeos de boa qualidade; porém, estão em desenvolvimento ferramentas que permitem a dois parceiros o compartilhamento de um espaço comum em tempo real, e examinarem conjuntamente um desenho, podendo-se utilizar o *mouse* para apontar detalhes.

Linguagem XML

A linguagem XML, usada para estruturar a informação, proporciona a oportunidade de transferir informação estruturada de um sistema para outro e receber essa informação em dispositivos como computadores portáteis do tipo Palm.

IFC (Industry Foundation Classes)

IFC são elementos de dados que representam partes de um edifício ou de elementos de um processo, contendo as informações relevantes sobre essa parte. Constituem-se em um

banco de dados orientado para objetos, com todas as informações relevantes do edifício, que podem progredir pela etapa de construção e operação. A grande vantagem é a possibilidade de mover essas estruturas de dados de um sistema para outro.

Telefonia móvel

Os dados do projeto e principalmente as notificações de eventos e pesquisas de texto podem ser acessadas via telefone celular com a tecnologia WAP.

3. Pesquisa sobre a utilização das extranets

Visando caracterizar a utilização atual das extranets de projeto, foi elaborada uma pesquisa sobre a sua utilização em empresas de Projetos e Construções.

Para a realização dessa pesquisa, foram contatadas três empresas provedoras de serviços de extranet na cidade de São Paulo, e duas delas, concordaram em colaborar com a pesquisa. Estima-se, baseado em informações dessas empresas, que o número total de clientes contratantes de ambas esteja em torno de cento e trinta, e que o número de usuários esteja por volta de dois mil.

Uma das dificuldades encontradas foi que as empresas provedoras de extranets não concordaram em disponibilizar diretamente sua relação de clientes, obrigando que a distribuição dos questionários fosse mediada por elas.

Foi elaborado um questionário eletrônico estruturado (**Anexo I**), com questões de múltipla escolha, que foi enviado por e-mail para a base de usuários dessas empresas, explicando a natureza da pesquisa e solicitando a resposta.

Foi estabelecido um prazo de vinte dias para retorno, sendo feita nova chamada ao final desse prazo e concedido um período adicional de mais vinte dias. Findo esse prazo, não houve aumento no número de questionários respondidos e decidiu-se, por este motivo, aceitar a amostra e trabalhar dentro de seus limites, pois esforços adicionais na repetição das chamadas provavelmente não resultariam em aumento significativo do número de respostas, e poderiam atrasar o cronograma do trabalho como um todo.

Houve ao todo vinte e duas respostas, sendo dez de contratantes do sistema: órgãos públicos, empresas construtoras e incorporadoras, e doze de projetistas.

A Figura 35 ilustra a caracterização das empresas respondentes.

Figura 35: Caracterização das empresas respondentes.

Dentro das empresas projetistas, a grande maioria foi constituída por escritórios de arquitetura, seguidos por projetistas de estrutura e, em número menor, por projetistas de instalações, paisagismo e outros.

A maioria das empresas tem entre quinze e vinte anos de fundação, e as demais, entre cinco e quinze anos, sendo que apenas uma empresa com cinco anos de funcionamento respondeu ao questionário.

O tipo de empreendimento em que estas empresas atuam é bem distribuído na amostra pesquisada, sendo 19% em edifícios residenciais e comerciais, 12% em residências, 11%

em habitação de interesse social, 15% em lojas ou similares, 10% em edifícios públicos, 7% em hospitais, 14% em hotéis ou *flats* e 12% em edifícios industriais.

As empresas de projeto pesquisadas possuem, em sua maioria (treze casos), até vinte funcionários diretos; sete, entre vinte e cinquenta; e duas, entre cinquenta e cem funcionários. A maior parte do quadro funcional dessas empresas (quinze casos) é constituído por profissionais de nível superior de escolaridade e estudantes universitários.

A terceirização de serviços é adotada na totalidade das empresas, com exceção de uma, variando o grau de uso entre *sempre* (treze casos) e *eventualmente* (nove casos). A terceirização é um fator de preocupação, pois aumenta a fragmentação do processo de projeto, já naturalmente fragmentado, pela introdução de diversos agentes com vínculos pontuais que trabalham freqüentemente de forma independente, com métodos próprios, e acabam tomando decisões que, inevitavelmente, afetam os demais, conforme Anumba, Baron e Evbuomwan (1997).

A maioria (quinze casos) dessas empresas terceirizadas não tem acesso às ferramentas colaborativas, como ficou constatado no questionário. As empresas que terceirizam seus serviços, dessa forma, passam a ter trabalho dobrado, pois todos os arquivos precisam sofrer um duplo *download* e duplo *upload*. Como uma parte desse processo é manual, é quebrada a cadeia de qualidade, aumentando o gasto de tempo e introduzindo a possibilidade maior de erros (WATSON ; DAVOODI, 2002).

Com relação a Sistemas de Gestão da Qualidade, doze empresas possuem sistema de Gestão da Qualidade certificado pelas normas ISO 9000, duas estão em fase de certificação, sete informam possuir sistema próprio de qualidade sem ser certificado²¹, e uma não possui nenhum sistema.

²¹ Obs: as afirmações dizendo que as empresas possuem um “sistema próprio de qualidade”, são de inteira responsabilidade dos respondentes.

3.1 Infra-estrutura de *hardware* e *software*

As empresas pesquisadas possuem uma base de vinte e cinco servidores, trezentos e cinquenta estações e quinze *plotters*. A plataforma PC é adotada em todas as empresas, sem exceção.

Durante o desenvolvimento do projeto, os arquivos ficam armazenados, em vinte e uma das empresas, nos servidores de rede internos, e, em um caso, em discos locais das máquinas dos usuários.

Após a conclusão dos projetos, quatro mantêm os arquivos armazenados no servidor da empresa, um em discos virtuais na Internet e a maioria (dezessete) utiliza mídias removíveis como o CD-Rom.

O *software* de desenho utilizado é o Autocad. Encontramos empresas adotando versões antigas (Versão 14) e outras mais recentes (Versão 2002). Foi relatado também o uso do Intelicad e o *software* TQS por parte das empresas de Projeto, além de programas específicos para Paisagismo e Fundações. A diversidade de versões do CAD e a existência de versões antigas ainda em uso mostram que muitas empresas não vêm investindo na atualização de seus *softwares*, o que é um fator preocupante para a atualização tecnológica do setor. O convívio, no mesmo projeto, de versões recentes com antigas do mesmo *software* gera também necessidades de conversões de arquivos, dificultando a integração do processo.

3.2 Uso da Extranet, e-mail e comunicações

O uso das extranets muda o contexto das informações porque influencia o uso de todos os outros meios de comunicação e ferramentas usuais das equipes de projeto, segundo Davenport (1998). A extranet formaliza a comunicação entre os participantes do projeto de uma maneira bem mais intensa, sendo experimentada muitas vezes por meio de seu efeito *big brother* (OTTER, 2002). A implementação e o uso de uma extranet por uma equipe de projetos não significam apenas a mudança para um ambiente eletrônico de

comunicação, mas para uma nova situação, na qual não é claro para todos como essa nova ferramenta de comunicação deva ser usada efetivamente.

Otter (2002) observa que uma nova ferramenta de comunicação precisa de uma nova forma de colaboração nas equipes de projeto, e isso necessita de gerenciamento para se tornar efetivo. As pessoas têm, freqüentemente, dificuldades de cooperar e se comunicar por sua própria iniciativa, dentro do ambiente interfuncional de trabalho, porque isso as força ir muitas vezes contra suas próprias regras, responsabilidades e autoridades.

O processo de comunicação dentro do projeto é definido por Otter (2002) como um processo de mão dupla de troca de mensagens, idéias, imagens, informações e desenhos entre pessoas, de forma verbal e não-verbal, para facilitar o desenvolvimento do projeto. Ele utiliza uma rede de comunicações, verbais e não-verbais, em papel e meio eletrônico, e depende de três aspectos:

- as habilidades de comunicação dos agentes envolvidos;
- o grau de formalização existente no processo do projeto;
- a complexidade das informações do projeto.

Os métodos e as ferramentas mais utilizados para a comunicação no projeto são, segundo Otter (2002), os seguintes, conforme a Tabela 13.

Tabela 13: Métodos e ferramentas para a comunicação no projeto.	
Métodos	Reuniões (face a face)
	Reuniões informais
	Reuniões formais
	Discussões e sessões de <i>brainstorming</i>
Ferramentas	Correio
	Telefone
	Fax
	E-mail
	Extranet

A riqueza de cada uma dessas mídias é definida por Daft e Lengel (1986) como o grau de entendimento e facilidade de troca de informações que a ferramenta de comunicação oferece. Esses autores classificaram essas mídias, em ordem decrescente de importância, pelos seguintes “graus de riqueza”, conforme será visto na Tabela 14.

Tabela 14: Métodos de comunicação, características e graus de riqueza.		
Grau de riqueza (ordem decrescente)	Método	Características
1	Reuniões face a face	Informais >> formais com atas e relatórios
2	Telefone	Voz, emoção, interação
3	<i>E-mail</i>	Responsabilidade, fácil de usar, diversas possibilidades de distribuição, procedimentos
4	Fax	Desenhos e textos escritos, fácil de usar; desvantagem: dados não digitais
5	Correio	Informação escrita endereçada e oficial

Além disso, esses autores incluem ainda a extranet como uma forma de comunicação não endereçada para alguma pessoa em particular, mas como uma informação que é publicada para um grupo específico; ela pode ser comparada, em termos de riqueza, com as informações de um jornal.

Dentro das empresas pesquisadas, dezenove utilizam-se do acesso a Internet por ADSL, uma utiliza tecnologias de acesso sem fio (*wireless*) e nenhuma acesso discado, o que demonstra o rápido progresso na comunicação em banda larga e a comunicação sem fio como tendências a serem observadas.

Excetuando-se os colaboradores terceirizados, já mencionados anteriormente, dentro das demais empresas o acesso à Internet é livre para a equipe de projeto em vinte dos casos, e

controlado em dois. Essa proporção se mantém com relação ao uso do *e-mail* como forma de comunicação, sendo seu uso livre para a maioria dos usuários e controlado em poucos.

É importante notar que a utilização direta do *e-mail* pelos titulares dos escritórios é pequena, e entre secretárias e estagiários é alta, além dos engenheiros e arquitetos do projeto.

Isso indica que essa forma de comunicação é delegada e hierarquizada e, portanto, acaba sendo indireta. Isso contraria um princípio comum das extranets, o de permitir comunicações ágeis e diretas. Ao delegar a comunicação para outros, o caminho da informação aumenta, pois fica implícita a existência de uma rotina de despachos, rascunhos de mensagens a serem enviadas e impressão de mensagens recebidas, além de filtros de informação que podem deturpar o conteúdo original.

Com relação às formas preferenciais de comunicação dentro do projeto, foram relacionados os diversos modos, e solicitado que os entrevistados os ordenassem por ordem de preferência, sendo obtida a seguinte classificação:

1. reuniões;
2. telefone/fax;
3. e-mail;
4. com a própria ferramenta de colaboração;
5. carta.

Os resultados apontam as reuniões como forma preferencial de comunicação. É importante observar que o *e-mail* é definido como o uso dos *softwares* usuais de *e-mail*, como Outlook ou Outlook Express, e, quando se fala da própria ferramenta, queremos nos referir aos recursos de comunicação existentes dentro dela, sendo o *e-mail* do sistema um deles.

Dois fatos chamam a atenção: a preferência pelas reuniões e o uso do *e-mail* comum preferencialmente ao uso do e-mail da própria extranet. A preferência pelas reuniões fica

explicada pelo seu “grau de riqueza”, conforme visto anteriormente. Apesar do custo e da logística mobilizada para se promover uma reunião, cabe refletir se a adoção de reuniões se justifica em todas as ocasiões ou se esse precioso recurso tem tido uso indiscriminado. O uso do *e-mail* comum como ferramenta mostra ainda o grau de informalidade existente dentro do mercado. As *extranets* são parte da comunicação formal por causa de suas restrições, diretivas e regras para uso. Além disso, todas as transações feitas dentro do ambiente da *extranet* geram metadados, o que permite rastreabilidade e identificação de responsabilidades. O *e-mail* comum pode ser considerado uma comunicação informal.

Otter (2002) explica esse fenômeno afirmando que a troca do meio de comunicação leva tempo para ser assimilada pelos usuários, que gradativamente se moverão para as novas mídias. Ele salienta também que é importante manter o canal informal de comunicações aberto, especialmente durante mudanças dentro das organizações, pois, sem a comunicação informal essas mudanças acabam não tendo sucesso (SPROULL; KIESLER, 1991).

Bordin, Schmitt e Guerrero (2002) justificam a resistência encontrada nos projetistas por falta de treinamento e assessoramento, e também porque o uso é introduzido pelo contratante, o que pode representar mais uma forma de controle.

Segundo essas referências, tão cedo os membros das equipes experimentem os benefícios dos novos canais de troca de informações, mais rapidamente eles consentirão na mudança de seu comportamento nas comunicações.

3.3 Facilidades e dificuldades na operação das extranets

Facilidades percebidas pelos usuários

Esta parte da entrevista permitiu o texto livre dos entrevistados, do qual selecionamos os itens mais significativos relatados como *facilidades* na Tabela 15.

Tabela 15: Facilidades percebidas pelos usuários no uso das extranets.
Facilidades percebidas pelos usuários
Existência de uma base única de documentos
Agilidade de comunicação
Maior controle do projeto, prazos e entregas
Facilidade de tramitação de documentos entre os usuários
Rapidez no acesso aos documentos
Segurança
Possibilidade de análise <i>on-line</i>
Distribuição das informações simultaneamente a todos os usuários
Centralização das informações
Rastreabilidade das etapas dos processos e das ações de cada usuário
Disponibilidade de acesso a partir de qualquer lugar com acesso a Web
Garantia de informações atualizadas
Padronização das informações
Segurança de <i>backup</i>
Busca de arquivos de outros projetos

Dificuldades

O uso das extranets ainda é recente, pois nove das empresas pesquisadas a utilizam há menos de um ano; quatro, entre um e três anos, e nove, há mais de três anos. Esses dados ajudam a compreender a resistência e a prática da informalidade, ainda grandes. As extranets ainda são tecnologias muito novas, e o seu mercado ainda é muito imaturo (WATSON; DAVOODI, 2002).

Em sete casos, a decisão do uso das extranets foi por imposição do cliente, e nos quinze restantes, por decisão própria. As extranets são adotadas na maior parte das etapas de desenvolvimento do produto, com exceção das fases iniciais de concepção e desenhos de vendas.

A não utilização na produção do material de vendas é um dado preocupante, pois o desconhecimento prévio por parte da equipe dos desenhos gerados para a venda do produto ocasionará inconsistências no projeto. A etapa de criação é normalmente desenvolvida em desenhos manuais, e o fato de não ser pelo menos digitalizada para arquivamento mostra que o restante da equipe de desenvolvimento só é efetivamente contratado em fases posteriores, confirmando a predominância do projeto sequencial como modelo de projeto. A Figura 36 resume as principais dificuldades encontradas pelas empresas.

Figura 36: Principais dificuldades na implementação das extranets.

Em proporções praticamente iguais, as dificuldades relacionadas ao sistema e diretamente aos provedores (hachuras em vermelho) se equilibram com as dificuldades relacionadas aos métodos de gestão e cultura organizacionais (hachuras em azul), sendo 46% e 54%, respectivamente, essas proporções.

Houve uma resposta livre, em que um usuário manifesta como dificuldade a “necessidade de operar diversos sistemas colaborativos” (informação escrita)²².

A natureza centrada em projetos da indústria da construção implica que as empresas estejam simultaneamente envolvidas em diversos projetos (WATSON; DAVOODI, 2002).

²² Informação recebida em um questionário da pesquisa sobre extranets.

Cada empresa precisa interagir com diversas extranets de projeto, tendo como consequência a freqüente troca de diferentes sistemas pelas pessoas envolvidas.

Essas limitações aumentam quando a empresa tem também um sistema próprio de gestão de documentos, com regras e procedimentos de Qualidade.

Esses mesmos autores propõem estudos para a criação de uma interface *Standard*²³, para a transferência direta de documentos no nível das empresas, sem a necessidade da intervenção humana, baseada em protocolos de dados, o que pode representar a solução no futuro do problema relatado.

Fatores devidos aos provedores

O suporte técnico deficiente serve de alerta para que os provedores melhorem sua qualidade de atendimento. A baixa velocidade de acesso é devida, em parte, à qualidade da infra-estrutura de telefonia existente, e em parte à infra-estrutura do *data-center* que hospeda a página, agentes responsáveis pelo tráfego como um todo.

Fatores devidos a questões organizacionais

Cultura organizacional e formalidade exigida nos procedimentos mostram o estágio ainda embrionário de maturidade das organizações. Para o sucesso do uso de uma extranet, Watson e Davoodi (2002) recomendam que o comportamento da equipe de projeto mude, pois os parceiros têm obrigação de compartilhar informações vitais de projeto em uma rede eletrônica. Além disso, a responsabilidade por atrasos no progresso do projeto é claramente rastreada por meio do uso de metadados.

Já a necessidade de treinamento é uma questão de recursos a serem disponibilizados pelas empresas a seus funcionários, com a recomendação de que esse treinamento seja estendido para os funcionários das empresas terceirizadas.

²³ O modelo referido é o “*DocLink Generic Metadata Model*”, que se encontra em fase de pesquisas.

Existem muitas dificuldades enfrentadas pelas empresas que se utilizam das extranets em seus projetos. Soibelman e Caldas (2000) e O'Brien (2000), referindo-se a esse respeito, enumeram em seus trabalhos, os seguintes problemas comumente encontrados pelas empresas:

- resistência à mudança e à necessidade de uma nova descrição de tarefas;
- barreiras relacionadas à autorização de acesso e à superposição de áreas de responsabilidade;
- falta de maturidade colaborativa por parte dos membros do projeto;
- acúmulo excessivo de informação desnecessária pela falta de conhecimento e adoção de critérios para avaliar a qualidade da informação;
- dificuldade de entender certas informações, gerando a necessidade de esclarecimentos adicionais, o que provoca novos pedidos de informação que congestionam o sistema;
- tempo excessivo de espera por respostas devido à falta de mecanismos de monitoramento dos fluxos de informação.

Estruturação do processo e foco do sistema

Artigo de Aalst et al. (1999) analisa as aplicações de apoio à gestão de processos, classificando-as em duas dimensões:

- grau de estruturação do processo (estruturado ou não estruturado);
- foco do sistema (ênfase na informação ou no processo).

O uso das extranets atuais se mostra ainda muito restrito à armazenagem da informação e muito pouco à gestão do processo ou *workflow*.

Segundo Aalst et al. (1999) uma definição de *workflow* pode ser a de um sistema focado na logística da informação, que define, gerencia e executa processos por meio de um *software* com uma representação computacional da lógica do processo.

Caldas e Soibelman (2001) definem logística da informação como:

[...] a manutenção, monitoramento, controle e aperfeiçoamento dos fluxos de informação em processos organizacionais, com o objetivo de assegurar que informações relevantes e precisas estejam com as pessoas corretas e no momento apropriado para possibilitar a execução dos processos que se utilizam destas informações.

O *workflow* se refere aos aspectos logísticos do processo do negócio concentrando-se no controle da cadeia de atividades necessárias para executar o processo do negócio e não nas informações que estão sendo passadas. Um sistema de *workflow* é baseado em eventos, onde cada etapa de trabalho é associada a um evento específico. O objetivo de um sistema de *workflow* é perceber os eventos por meio da execução de tarefas o mais eficaz e eficientemente possível. O processo de definição do *workflow* especifica que tarefas precisam ser executadas e em que ordem, conclui o autor.

Kamara (2003) relata a existência do *software PlanWeaver* como uma inovação de *software* baseado na Web para otimizar negócios e processos de projeto. Ele foi desenvolvido em resposta às necessidades de controle das interações no processo de projeto, e seu foco é na melhoria do processo por meio da racionalização das atividades de projeto e de suas dependências. É baseado no modelo AdePT, e usa a técnica de DSM para racionalizar as dependências entre as atividades e otimizar o cronograma do projeto, permitindo a simultaneidade racionalizada do projeto.

3.4 Controle de qualidade, atas, prazos e tarefas

Verificação e compatibilização

A compatibilização dos projetos é feita por meio de rotinas e de *checklists* de verificação. A maioria das empresas (nove) faz seus comentários em cópias plotadas em papel, que depois são digitadas para planilhas eletrônicas ou processadores de texto. Apenas cinco usuários fazem uso da própria ferramenta para comentários, e somente um usuário utiliza o recurso eletrônico do *markup*.

Controle de Atas de reunião

As atas de reunião são, em nove casos, feitas a mão, em papel, e distribuídas por fax aos participantes, não sendo colocadas nos *websites*, o que também é confirmado por estudo semelhante de Kamei e Ferreira (2002).

Sete usuários informaram o uso de processadores de texto para a elaboração das atas, e seis responderam adotar a própria ferramenta de colaboração para registro das atas.

Controle de prazos do projeto

Em sua maioria (quatorze respostas), os prazos dos projetos são controlados pelos usuários através de ferramentas inadequadas (planilhas eletrônicas ou anotações manuais). Em seguida, com cinco respostas, vem os softwares de gestão de redes (Microsoft Project) e, por último, com três respostas, com a própria ferramenta de colaboração.

Esses resultados mostram que os recursos para verificações, controle de atas e controle de prazos que estão disponíveis nas ferramentas não estão sendo utilizados.

A constatação desse fato implica em dois questionamentos: o da adequação dessas ferramentas às necessidades dos usuários e o das práticas adotadas por eles, pois se observa que ainda persistem métodos obsoletos de gestão que não incluem a utilização da TI (MELHADO, 2001).

As ferramentas de colaboração partem de uma visão equivocada de planejamento, reduzindo-o a um mero controle de listas de tarefas sem o enfoque sistêmico do processo. No estágio atual de desenvolvimento, elas estão desprovidas de recursos técnicos que possibilitem o desenho e o controle dos processos.

Seriam necessárias mudanças nos paradigmas dessas ferramentas para que elas fossem capazes de suportar e auxiliar o usuário a elaborar o próprio planejamento através de técnicas adequadas, como a DSM, e conseguissem controlar, de maneira automática, o fluxo das informações e, conseqüentemente, o andamento do projeto. O modelo que precisa ser desenvolvido tem que estar voltado para o controle da informação, e não apenas para o controle avulso de documentos.

Com relação aos prazos de projeto, a maioria dos pesquisados respondeu que estes não sofreram redução pela implementação de extranets. Esse dado é importante para a implantação do Projeto Simultâneo, pois enquanto os fatores relacionados a prazo estiverem sendo gerenciados de maneira obsoleta, como ficou evidenciado, e o processo não for racionalizado, existirá pouca possibilidade de evolução do contexto atual.

Corroborando com as afirmações acima, oito entrevistados entendem que não deve caber ao sistema o agendamento de tarefas e o controle das etapas de projeto, pois as empresas, nesses casos, “possuem seus próprios métodos”, porém, contraditoriamente, reconhecem, em quatorze respostas, melhorias no gerenciamento das tarefas concatenadas com outros escritórios.

3.5 Falhas, revisões, conteúdo, rastreabilidade, nomenclatura e controle de cópias

Falhas

Esse item, embora não tenha uma medição objetiva e padronizada, foi analisado qualitativamente a partir da percepção dos projetistas.

As falhas de projeto tiveram, em grande maioria (dezessete casos), pouca ou nenhuma redução, sendo que o restante dos pesquisados não possuem parâmetros para avaliar esse quesito.

Controle de conteúdo

A grande maioria dos entrevistados gostaria que o sistema reconhecesse automaticamente o conteúdo dos arquivos e percebesse as modificações havidas entre revisões. Essa habilidade do sistema ainda não é tecnologicamente possível a um custo acessível, nos dias de hoje. Pesquisamos a existência de método alternativo, que consiste em gerar arquivos de desenho no formato “pdf” e, a partir de uso do *software* Acrobat versão 7.0, da Adobe, fazer as comparações. Esse *software* compara os dois arquivos e, automaticamente, resalta em cor diferente as mudanças ocorridas entre os desenhos. A título de exemplo, na Figura 37, foi utilizado um desenho do pavimento tipo do projeto do estudo de caso, onde foram feitas algumas alterações e foi gerada uma versão revisada do arquivo. O software apresenta as diferenças entre as versões, circulando-as por amebas tracejadas em azul. A imagem superior é a versão inicial, e a inferior é a versão revisada. As marcas assinaladas em linhas azuis tracejadas mostram os locais onde ocorreram modificações em relação ao desenho original.

Figura 37: Comparação entre a versão inicial e a versão revisada do pavimento tipo.

Rastreabilidade

Houve unanimidade quanto à melhoria da rastreabilidade dos arquivos.

Nomenclatura de arquivos

Com relação à padronização dos arquivos com a utilização da nomenclatura da AsBEA, podemos verificar os resultados na Figura 38 .

Figura 38: Nomenclaturas de arquivo adotadas.

A pesquisa mostra uma grande predominância de sistemas híbridos de nomenclatura ou de utilização parcial da nomenclatura AsBEA. Possivelmente, a complexidade e o grau de organização preconizado pela AsBEA para a nomenclatura de arquivos e organização de *layers* de desenho ainda estejam distantes de serem atingidas pelas empresas no seu estágio atual de desenvolvimento. A falta de uniformidade na adoção dessas nomenclaturas acaba

impondo mais dificuldades para as empresas de projeto, pois terão que conviver com códigos diferentes para cada um de seus clientes.

Controle de cópias

Com a adoção das extranets de projeto, o custo de cópias diminuiu, segundo a maioria dos pesquisados, embora esse custo não diga respeito diretamente às empresas de projeto, pois normalmente é pago pelo cliente. Esse dado mostra que o nível de organização proporcionado gera economias.

3.6 Pesquisa e busca de informações, visualização, relatórios, interface, satisfação

Pesquisa e busca de informações

A maioria das respostas a esse item mostrou que as empresas vêm utilizando pouco as capacidades de pesquisa e busca de informações dentro do sistema.

Visualizadores de CAD

A metade dos usuários não utiliza os visualizadores de arquivos, e prefere a visualização a partir do próprio *software* de desenho.

Os visualizadores são um bom recurso; porém, existem queixas com relação à velocidade para a abertura dos arquivos. Outros usuários não manifestaram comentários, pois um dos sistemas pesquisados não possui essa habilidade.

A possibilidade de visualização permite trabalho em qualquer ponto, desde que exista uma conexão com a Internet e dispensa o uso de *softwares* residentes para a abertura de arquivos. Essa habilidade se constitui em grande vantagem para o usuário; porém, ainda não é percebida, dada a forte predominância das práticas correntes.

Relatórios

Dos vinte e dois entrevistados, treze entendem que os relatórios dos sistemas são suficientes, três os consideram insuficientes, e seis têm dificuldades na configuração do sistema.

Interface

Os usuários são unânimes em exigir interfaces com semelhanças ao ambiente *Windows*, além de necessitarem de maior clareza nos comandos e de funções mais auto-explicativas. Um *help* de melhor qualidade também é requerido, e se for implementado, provavelmente diminuirá o grau de insatisfação e de reclamação com relação ao suporte, considerado insatisfatório.

Satisfação

Com relação à satisfação dos usuários, treze deles têm um grau médio de satisfação, sete um alto grau de satisfação, e apenas dois um grau baixo. Esses dados mostram que, apesar das deficiências levantadas, as empresas estão atendendo às expectativas de seus clientes.

3.7 Conclusão e recomendações a partir dos resultados da pesquisa

A pesquisa efetuada, embora com um número pequeno de entrevistados, não permite generalizações para todo o setor da Construção Civil; porém, possibilita detectar tendências no setor de projetos e obstáculos para a implementação do Projeto Simultâneo.

As referências bibliográficas pesquisadas mostram, por outro lado, que mesmo em países desenvolvidos, os problemas evidenciados são da mesma natureza que os encontrados pela pesquisa, embora com intensidades diferentes.

A situação atual mostra que as extranets ainda são uma tecnologia nova, que não atingiu um grau de maturidade tecnológica suficiente. Elas, porém, são ferramentas importantes

para a implementação do Projeto Simultâneo. Algumas oportunidades de melhoria são sugeridas a seguir.

Melhoria da tecnologia de pesquisa e busca de informações

O desenvolvimento das extranets deve ser balanceado com a aplicação de outras tecnologias de informação e de sistemas de gestão.

É recomendado também que o desenvolvimento das extranets ocorra de maneira conjunta e combinada com outras tecnologias e sistemas de gestão, pois elas, sozinhas, não possuem estrutura para suportar toda a demanda e as características necessárias para a implantação do Projeto Simultâneo.

Melhoria da capacitação dos profissionais

As empresas precisam de maiores investimentos na capacitação e no treinamento de seus profissionais com as ferramentas de TI, fenômeno também observado por Kamei e Ferreira (2002).

É preocupante que o fenômeno da terceirização esteja excluindo as empresas terceirizadas do processo como um todo, o que demonstra o subdesenvolvimento e a falta de condições vigentes no setor.

Adoção da TI como estratégia competitiva das empresas de Projeto

As empresas de projeto devem, por sua vez, compreender que as suas estratégias competitivas deverão levar em conta os avanços da TI, que não pode mais ser entendida como um insumo de produção, e sim como um meio onde as empresas estão imersas.

A adoção das extranets de projeto deve ser pensada dentro da estratégia de negócios das empresas, pois essas ferramentas exigem alterações no modelo organizacional e no fluxo de informações do processo de projeto (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

Evolução para trabalhos mais colaborativos e menos hierarquizados

O setor, como um todo, precisa também evoluir para um grau de amadurecimento que permita uma melhor colaboração em trabalhos de grupo, menos hierarquizado e mais dinâmico.

As extranets, apesar de tudo, encontram-se relativamente consolidadas como sistemas centrados na gestão de arquivos, que é a forma atual de vantagens percebidas pelos usuários.

Desenvolvimento da gestão do processo incorporando o conceito de *workflow*

É fato constatado que a maioria das empresas ainda não enxerga o projeto como um processo.

Por esse motivo, não é gerada demanda junto aos provedores de *software* no sentido de impulsionar o desenvolvimento das ferramentas de *workflow*. Os provedores, por sua vez, poderiam sugerir alguns modelos de *workflow* para que as empresas, ao começarem a utilizá-los, possam compreender na prática o seu conceito.

Desenvolvimento de novos modelos de planejamento de projetos focados no fluxo das informações

Dentro das necessidades de avanço ao nível de pesquisas, destacamos a necessidade de estudos que aprofundem a sistematização da troca de informações com a criação de modelos teóricos mais detalhados e que levem em conta as necessidades de informações das atividades.

Revisão dos modelos utilizados pelas extranets e integração com os processos inter-organizacionais

As extranets foram concebidas baseadas na automação de processos manuais já existentes para a troca de informações entre membros de um empreendimento, com o auxílio da Internet. Esse paradigma atual necessita ser superado por outros modelos mais criativos,

que levem em conta a logística da informação de maneira mais efetiva, e procurem agregar a informação com maior ênfase.

O'Brien (2000) observa que as extranets de projeto necessitam de uma melhor integração com as atividades envolvidas nos processos inter-organizacionais, e que a atual “solução única” para todos os usuários membros do empreendimento limita o valor desta tecnologia.

4. Estudo de caso: Planejamento do processo de projeto

Este estudo de caso foi realizado em uma empresa Construtora e Incorporadora da cidade de São Paulo e em quatro empresas projetistas que prestam serviços a ela. Essas empresas são caracterizadas por seu porte, estrutura organizacional e especialização.

O estudo de caso ocorreu entre junho de 2005 e março de 2006, e consistiu no acompanhamento de um projeto típico da construtora. Esse acompanhamento foi feito a partir da etapa dos projetos pré-executivos até os executivos e detalhamento, e objetivou o conhecimento do Processo de Planejamento de Projeto através da análise e observação das práticas de gestão adotadas pela empresa.

4.1 Caracterização dos Agentes

Caracterização do Empreendimento e do Projeto

O empreendimento em questão é constituído por um edifício de vinte e um pavimentos, com quatro apartamentos por andar, num total de oitenta e quatro apartamentos. O edifício localiza-se na Zona Sul, sendo destinado para a clientela de classe média.

Trata-se de um produto imobiliário típico e representativo do segmento médio de mercado da cidade de São Paulo, tendo concepção arquitetônica e planta do apartamento tipo bastante convencional. O partido adotado é bastante copiado entre as empresas do mercado. A Figura 39 ilustra o pavimento tipo, e as Figuras 40 e 41 ilustram o pavimento térreo e a fachada do empreendimento.

Figura 39: Planta do pavimento tipo.

Figura 40: Planta do pavimento térreo.

Figura 41: Corte.

Caracterização da empresa construtora

A empresa pesquisada é uma grande incorporadora do mercado imobiliário de São Paulo e desenvolve, atualmente, cerca de vinte projetos de edifícios residenciais. Para isso, a estrutura de projetos da empresa é constituída por um Diretor, um Gerente de Projetos, dois Coordenadores e uma equipe de Arquitetos, internos à empresa, que se encarregam da Coordenação dos diversos escritórios de projeto contratados para o desenvolvimento.

Como contratante do projeto, desenvolve o trabalho da coordenação do projeto e subcontrata todo o restante para várias empresas terceirizadas.

A empresa atua no ramo de Incorporação e Construção há vinte e sete anos, e possui 940.000 m² de área construída, representada por 4.600 apartamentos, 41 casas, 384 unidades de *flats* e 356 conjuntos comerciais.

A área de Projetos da empresa tem três grandes atribuições distribuídas entre os responsáveis conforme a matriz de responsabilidades da Figura 42.

Figura 42 Matriz de responsabilidades da Construtora		
Responsabilidade	Responsável	Descrição da atribuição
Integração projeto x obra	Diretor técnico	Fornecimento de <i>know-how</i> , avaliação de resultados, busca de melhorias, teste de tecnologias e retroalimentação do sistema
Gestão de projetos	Gerente de projetos	Gerenciamento de equipes, implantação de processos de trabalho, análises / interfaces departamentais
Coordenação de projetos	Coordenadores internos	Cronogramas, reuniões, verificações e compatibilizações

A criação e o desenvolvimento do projeto são feitos por equipes de arquitetura subcontratadas.

A equipe contratada para o projeto em estudo é composta pelos seguintes profissionais:

- arquiteto autor do projeto, que fica responsável pela criação do produto imobiliário e desenvolvimento do projeto até a sua aprovação na Prefeitura;
- arquiteto desenvolvedor do projeto, que fica responsável pelo desenvolvimento dos projetos executivos que são iniciados após a aprovação na Prefeitura. Este profissional tem a função específica de desenvolver, detalhar e compatibilizar o projeto;
- arquiteto projetista de alvenaria;
- engenheiro de estruturas;
- consultor de fundações;
- engenheiros de instalações elétricas e hidráulicas;
- consultoria de pressurização de escadas;
- arquiteto paisagista;
- decorador.

Para o desenvolvimento da pesquisa, os profissionais responsáveis pelos principais projetos (Arquitetura, Estrutura e Instalações) foram entrevistados, suas empresas caracterizadas e discutidos os principais aspectos do processo de projeto em estudo.

As entrevistas foram efetuadas a partir de questionário semi-estruturado, cujo roteiro encontra-se no Anexo II.

Coordenação do Projeto

A atividade da coordenação é desenvolvida pela própria construtora, e possui, em seu sistema de gestão, um papel preponderante, como ficou evidenciado em todo o estudo de caso.

O contato com a coordenação foi feito por meio de quatro entrevistas: uma no início dos trabalhos, na qual foram expostos os objetivos do trabalho; uma após decorrida metade do projeto; e outras duas no final, onde participou, além do coordenador, o gerente de projetos. Estas entrevistas foram entremeadas por troca de e-mails e contatos telefônicos.

Em todo o andamento do trabalho, buscou-se caracterizar as práticas adotadas pela empresa, além do discurso formal que normalmente esconde os principais problemas vividos.

Foram constatados diversos pontos problemáticos durante o desenvolvimento do estudo de caso, sendo eles debatidos e argumentados junto com a coordenação e relatados sucintamente nos próximos tópicos.

A seguir, são analisadas as entrevistas de cada um dos profissionais externos.

Caracterização das empresas projetistas

Arquiteto autor do projeto

Trata-se de um escritório tradicional no mercado imobiliário, com vinte e três anos de existência, constituído por uma equipe de trinta funcionários, além de um número pequeno de prestadores de serviço terceirizados. A empresa não possui sistema de gestão pela qualidade.

Atualmente, o escritório é responsável pela totalidade dos projetos da construtora. Esse forte vínculo vem de um relacionamento de parceria de dezessete anos entre as empresas. O titular do escritório é também o responsável direto pela criação do projeto, e conta com uma equipe interna para auxiliá-lo nesse trabalho. O escopo de serviços que a construtora está contratando atualmente, está restrito às etapas de concepção e projeto de Prefeitura,

pois, segundo relatado em entrevista, anteriormente, muito retrabalho era ocasionado em razão de mudanças de escopo feitas pelo cliente em etapas adiantadas do projeto.

Atualmente, portanto, o projeto de arquitetura foi subdividido em projeto de Prefeitura, feito pelo arquiteto autor do projeto, e projetos executivos, feitos pelo arquiteto desenvolvedor. Um fato notável é que ambos os arquitetos, o ‘criador’ e o ‘desenvolvedor’, embora trabalhem sobre o mesmo objeto, não se comunicam diretamente em momento nenhum, pois essa comunicação é feita sempre mediada pela coordenação, que exerce um papel bastante centralizador.

A lei do consumidor, de 1992, é vista pelo arquiteto como o principal agente indutor das mudanças no comportamento das empresas incorporadoras. Esse fato tem ocasionado a entrada cada vez mais cedo dos projetos complementares no processo do projeto, que visam fornecer os parâmetros técnicos necessários a fim de garantir um projeto de Prefeitura que tenha poucas mudanças quando for para a fase de projeto executivo.

Além dessa exigência legal, existe também uma exigência de prazos muito reduzidos para o lançamento de produtos num mercado imobiliário com muita competição e com fortes características especuladoras.

O desenvolvimento do projeto precisa, então, ficar caracterizado dentro dessas duas grandes exigências: prazo curto entre concepção e aprovação e fidelidade técnica do que foi aprovado e o que será executado.

A estratégia adotada pela construtora tem sido a de garantir um projeto de Prefeitura com um alto grau de precisão, o que provoca fortes discordâncias do arquiteto, que argumenta que a empresa passou a trabalhar com prazos dobrados em relação ao praticado pelo mercado. No projeto em questão, o prazo decorrido desde a concepção até o projeto de Prefeitura foi estimado pelo arquiteto em oito meses, sendo que a média de mercado, seria, segundo ele, de três a quatro meses. Os levantamentos documentais a partir dos metadados de cadastramento de arquivos na extranet de projeto confirmaram as informações.

Sob o ponto de vista do arquiteto, existe uma predominância excessiva da visão técnica em detrimento da visão comercial, evidenciada pelo excesso de cuidado com o projeto de Prefeitura, acarretando prazos muito superiores aos de mercado.

Computando-se, portanto, o prazo de oito meses informado, mais o de cinco meses para os projetos executivos, o projeto tem um prazo de treze meses entre sua concepção e seu desenvolvimento.

Não existem diretrizes de projeto formalizadas entre a construtora e o arquiteto, fato justificado pelo relacionamento antigo entre empresas.

A integração com as outras especialidades é feita sempre por meio da coordenação, não existindo reuniões ou contato entre o arquiteto e demais projetistas, pois a coordenação se encarrega de solucionar as interfaces e adequar o projeto dentro das diretrizes da empresa.

Arquiteto desenvolvedor do projeto

O arquiteto autor do projeto fica responsável pelo projeto desde a fase de criação até a sua aprovação na Prefeitura. Dessa etapa em diante, o projeto pré-executivo é desenvolvido por um escritório contratado especificamente para esse fim.

Trata-se de uma micro-empresa constituída por dois arquitetos, em operação desde 1986. A empresa tem atualmente quatro projetos em andamento, sendo que metade de seu faturamento é provido pela empresa contratante.

A empresa possui somente um funcionário cadista²⁴, e não terceiriza os seus serviços. Informou que presta serviços há dois anos para a contratante e que, ao início de seus serviços, começou por terceirizar os desenhos. Essa prática resultou em problemas de baixa qualidade, que ocasionaram retrabalhos ao projeto. Por esse motivo, a empresa optou em aceitar um volume menor de encomendas junto ao contratante, e manter o controle total sobre sua produção.

²⁴ Cadista: termo comumente usado para designar o profissional que elabora desenhos no Autocad.

A empresa não planeja implementar um sistema de gestão da qualidade, embora tenha conhecimento a respeito do assunto. O motivo alegado é o alto investimento necessário que representa essa implantação para uma micro-empresa.

Foram colocadas diversas questões sobre a organização do processo de projeto, e observou-se grande informalidade nas relações entre essa empresa e a construtora. Em determinado trecho da entrevista, o arquiteto comentou que:

[...] a gente começou a deixar de lado estes formalismos por conhecimento e confiança mútuos (informação verbal)²⁵.

Não foram encontradas diretrizes ou *checklists* padronizados de projeto. Questionada a esse respeito, a empresa informou que o processo de aprendizagem desses padrões informais veio a partir do relacionamento, o que faz entender que grande parte desse processo aconteceu de maneira empírica, informal e por meio de tentativa e erro.

As verificações ao projeto estão previstas no cronograma, sendo feitas em cópias plotadas e encaminhadas para o projetista efetuar a revisão. Em casos mais simples, as revisões são passadas por fax ou telefone.

Durante essa etapa de revisão e após a verificação, o projeto fica cadastrado na extranet, porém, mantendo o status de bloqueado. Quando o arquiteto conclui a revisão e reenvia os desenhos, e após a nova verificação da construtora, não persistindo mais erros, é feito o desbloqueio do arquivo. Portanto, o mecanismo da liberação do desenho é a evidência de que o projeto deve ter sido verificado e aprovado.

Não é gerado nenhum documento eletrônico que registre o conteúdo das verificações; portanto, não há registro de histórico do processo, pois as únicas evidências ficam em cópias plotadas.

²⁵ Informação verbal fornecida pelo Arquiteto responsável pelo desenvolvimento do projeto estudado

Pelo teor das respostas, fica evidenciado que a extranet somente é utilizada para repositório dos arquivos eletrônicos do projeto, não sendo utilizada para o gerenciamento das comunicações ou do fluxo de atividades do projeto.

Engenheiro de projeto de estruturas

A empresa de projetos de estruturas tem vinte e três anos de mercado e é constituída por dois sócios bastante experientes. Possui doze funcionários, entre engenheiros e projetistas, e desenvolve atualmente cerca de vinte projetos, a maioria deles para o mercado imobiliário.

Parte do efetivo desses colaboradores não permanece no escritório, vindo apenas para reuniões de troca de informações. A comunicação desses profissionais com os titulares do escritório é feita por telefone ou Internet. Os colaboradores, embora tenham vínculos como autônomos e, portanto, prestem serviço para outras empresas, se constituem num grupo fixo, sem rotatividade.

A empresa se mostrou bastante organizada e preocupada com a sua sistematização de processos, mostrando diversos documentos que constituem elementos para a gestão pela qualidade, embora não seja intenção da empresa certificar esse sistema, por uma questão de custos.

O grande conhecimento e experiência no trabalho com esse cliente em particular tem facilitado o desenvolvimento do projeto. A entrada desse projetista ocorre desde a fase de criação, a cargo do arquiteto. Segundo informado, o projeto de Prefeitura já se apresenta com a qualidade e precisão de um projeto pré-executivo.

A empresa não possui um sistema de planejamento que organize a rotina do escritório para o atendimento dos prazos do projeto; para isso, adota-se apenas a tabela com as datas das entregas previstas no cronograma da construtora.

Também não existe sistematização da fase anterior à de projetos executivos.

Foram observados atrasos dos projetos estruturais. Uma vez questionado sobre os motivos desses atrasos, a justificativa apresentada foi a coincidência com outros projetos da construtora.

4.2 Estudo do sistema de planejamento do projeto

Nesse item, é estudado o sistema de planejamento do projeto adotado pela empresa construtora. Esse estudo foi feito a partir da observação das práticas adotadas, dos documentos de planejamento e entrevistas com o coordenador do projeto.

São propostas duas etapas para se estudar o sistema: a etapa de planejamento e a etapa de controle, pois ambas constituem a totalidade de um sistema de planejamento, sendo indissociáveis por se reportarem à mesma matriz de dados.

Dentro do planejamento, é revista a estrutura analítica do projeto, onde se procurou caracterizar o critério adotado para a decomposição do projeto em atividades e para o seqüenciamento das etapas de trabalho.

É estudada a natureza do trabalho envolvido nessas atividades e suas relações de precedência. O estudo da estrutura do cronograma é feito a partir do uso da ferramenta DSM, podendo-se tirar importantes conclusões a partir de seu uso.

Dentro do controle, são revistos os principais conceitos à luz da bibliografia, o que permitirá traçar um comparativo entre o trabalho desenvolvido pela empresa e o referencial bibliográfico.

É feita uma atualização geral do projeto, sendo detectadas diversas atividades em atraso. Buscou-se ainda, junto à construtora, caracterizar os principais fatores causadores dos atrasos.

Finalizando, é feita a conclusão do capítulo, sendo observados diversos pontos problemáticos e feitas recomendações de melhorias.

4.2.1 Estudo do processo de projeto da empresa - etapas

As incorporações imobiliárias possuem um fluxo de negócio típico, e em função dele é que se estrutura o fluxo principal do projeto. Ele é dividido em etapas onde são associados produtos correspondendo à conclusão de cada uma delas. Existem diferentes nomenclaturas para essas etapas, função da cultura da empresa ou do foco do pesquisador. Porém, mesmo que sejam dados diferentes nomes, elas ocorrem na prática na maioria dos projetos (SOUZA et al., 2005). Esses autores definem as seguintes etapas no desenvolvimento de um projeto (Tabela 16).

Tabela 16: Etapas do processo de projeto (Fonte: Souza et al., 2005).			
Etapas do Projeto	Produto da Etapa	Conteúdo do Produto	Apresentação do Produto
Idealização do produto	Definições preliminares	Definição dos objetivos do edifício, dos prazos e recursos disponíveis para o projeto e obra, dos padrões de construção e acabamentos pretendidos. Critérios e parâmetros de projeto, restrições técnicas, tecnológicas, legais, ambientais e econômicas, aprovações e licenças requeridas.	<i>Briefing</i>

(continua)

(continuação)

Etapa do Projeto	Produto da Etapa	Conteúdo do Produto	Apresentação do Produto
Idealização do produto	Programa de necessidades	Conjunto de parâmetros e exigências a serem atendidos pela edificação a ser concebida, tais como: as características funcionais do edifício; as atividades que irá abrigar; a compartimentação e o dimensionamento preliminares; a população fixa e variável; o fluxo (interno e externo) de pessoas, veículos e materiais; e as instalações e equipamentos básicos a serem utilizados	<i>Briefing</i>
Desenvolvimento do produto	Levantamento de dados	Informações legais sobre o terreno, levantamento planialtimétrico, caracterização do solo, dados geoclimáticos e ambientais locais, informações sobre o entorno (uso e ocupação do solo), levantamento da legislação relacionada (arquitetura, urbanística, segurança, etc.) em nível municipal, estadual, federal e concessionárias	Pranchas em escala 1:100 ou 1:200

(continuação)

Etapa do Projeto	Produto da Etapa	Conteúdo do Produto	Apresentação do Produto
Desenvolvimento do produto	Estudo preliminar	Concepção e representação gráfica preliminar, atendendo aos parâmetros e exigências do programa de necessidades, permitindo a avaliação do partido arquitetônico adotado e a configuração física das edificações, inclusive a implantação no terreno	
Formalização	Anteprojeto	Representação intermediária da solução adotada para o projeto, em forma gráfica e de especificações técnicas, incluindo definição de tecnologia construtiva, pré-dimensionamento estrutural e de fundação, concepção de sistemas de instalações prediais, com informações que permitam avaliações preliminares da qualidade do projeto e dos custos das obras	Pranchas em escala 1:100
	Projeto legal	Apresenta informações técnicas suficientes na forma padronizada para aprovação do projeto com autoridades competentes. Estas, baseadas nas informações apresentadas e nas respectivas exigências legais (municipais, estaduais ou federais), expedem alvarás e licenças para execução de obras. Após vistoria do Corpo de Bombeiros, também há o Certificado de Vistoria e Conclusão de Obras (CVCO)	Pranchas em escala 1:100

(continuação)

Etapa do Projeto	Produto da Etapa	Conteúdo do Produto	Apresentação do Produto
Formalização	Projeto básico ou pré-executivo	O Projeto Básico é elaborado no caso de contratações para licitação ou concorrência pública. O Projeto Pré-Executivo, não obrigatoriamente utilizado, fornece as soluções intermediárias para atender necessidades de discussão das interfaces (entre disciplinas ou subsistemas prediais) não resolvidas na etapa (anterior) de Anteprojeto	Pranchas em escala 1:100
Detalhamento	Projeto executivo	Representação final e completa das edificações e seu entorno, na forma gráfica e de especificações técnicas e memoriais, suficientes para perfeita e abrangente compreensão do projeto, elaboração do orçamento e contratação das atividades de construção correspondentes (ressalta-se que no setor privado, as obras têm sido comumente contratadas antes do detalhamento do projeto). Enfim, representa a caracterização do produto em seu mais elevado grau de fidedignidade. Pode incluir cadernos, em formato A4, com detalhes de acabamentos, serralheria, marcenaria, rochas ornamentais, caixilhos e outros	Pranchas em escala 1:50; detalhes em 1:25; 1:10; 1:5 e 1:1

(conclusão)

Etapa do Projeto	Produto da Etapa	Conteúdo do Produto	Apresentação do Produto
Detalhamento	Projeto para produção	Conjunto de elementos de projeto elaborado de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de disposição e seqüência das atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; entre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora	Pranchas formato A4 ou A3, na escala adequada
Planejamento para a execução	Elaboração do plano de ataque da obra, simulação de soluções alternativas	Simulação das alternativas técnicas e econômicas propostas pelo construtor ou pelo representante do cliente, com o intuito de permitir a racionalização da produção ou adequar o projeto à cultura construtiva da construtora, favorecendo a gestão de custos e prazos do projeto e a conformidade com os requisitos do cliente	Planilhas e desenhos
Entrega	Projeto <i>as-built</i>	Atualiza as informações contidas no projeto executivo que tenham sido modificadas ao longo do período de execução da obra.	Pranchas em escala 1:50

A empresa adota um modelo de projeto similar ao descrito na bibliografia, com algumas simplificações nas etapas iniciais (Figura 43). Percebeu-se, durante as entrevistas com o Gerente de Projetos, a preponderância do setor comercial nas etapas iniciais do projeto, onde ocorre a definição do produto. Essa etapa acontece de maneira bastante dinâmica e sem uma organização mais sistematizada, conforme informado pela Gerência de Projetos. Por questão de delimitação da pesquisa, foi definido como objeto de estudo, as fases de Projeto de Prefeitura e as demais subseqüentes a ela.

Figura 43 : Processo de Projeto da empresa (Fonte: Souza et al., 2005).

O divisor de águas do processo do projeto da empresa é a aprovação do Projeto Legal, pois esse evento libera a etapa de lançamento do empreendimento e o início dos Projetos Executivos.

Existe, por parte da empresa, uma forte preocupação em garantir que o Projeto Legal esteja conformado da maneira mais semelhante possível ao Projeto Executivo. Essa preocupação é justificada pela Lei do Consumidor, uma vez que o edifício a ser construído deverá, obrigatoriamente, ser fiel ao material publicitário que é divulgado na fase do lançamento. Essa preocupação é traduzida em uma postura bastante rigorosa da Gerência do Projeto, onde o Projeto Legal é desenvolvido praticamente como um Projeto Pré-executivo. Esse rigor nas dimensões foi observado principalmente na entrevista com o Arquiteto criador do produto, onde foi feita uma reclamação em função da demora para a conclusão desta etapa, pois, segundo ele, o rigor dos procedimentos adotados para o Projeto Legal estaria atrasando os lançamentos da empresa.

As etapas subseqüentes, que envolvem o Pré-executivo, Executivo e Projetos para produção, ocorrem na mesma seqüência descrita pela bibliografia, embora o processo ainda não esteja documentado. A Gerente de Projetos, durante entrevista, informou que a documentação do processo de projeto faz parte dos planos para o ano de 2007. Essa documentação incluirá, segundo a Gerente, a documentação das diretrizes de projeto e os detalhes padronizados da empresa.

Em relação aos Projetos para Produção, verificou-se que a empresa desenvolve Projetos para Produção de Fôrmas de Madeira e Alvenaria. Os projetistas dessas especialidades fornecem diretrizes no início dos Pré-executivos, desenvolvendo os seus projetos paralelamente aos Projetos Executivos. Embora a equipe de obra não tenha sido entrevistada, o Coordenador do Projeto informou que existe bastante interação entre a equipe de obras e estes projetistas, sendo que estes contatos são mediados pelo Coordenador do Projeto. Não foi constatada, de maneira formal, a passagem dos projetos para a equipe de obras sob a forma de reuniões de preparação da execução de obras.

4.2.2 Agentes envolvidos

Na etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura, embora não se caracterize de maneira clara a figura do Coordenador do Projeto, percebe-se a preponderância do Departamento Comercial na coordenação dessa etapa, e a co-responsabilidade do Gerente de Projetos no que diz respeito à condução do lado técnico (Figura 44).

Figura 44 : Agentes do processo - etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura.

Na etapa posterior à aprovação do projeto de prefeitura a coordenação do projeto é exclusiva do departamento de projetos da construtora por meio da figura do Coordenador de Projetos que somente participa dessa etapa do processo (Figura 45).

Figura 45: Agentes do processo – etapa de projetos pré-executivo, executivo e produção.

4.2.3 Etapa de anteprojeto e projeto de Prefeitura

A divisão do processo todo em duas fases bem distintas, antes e depois da aprovação na Prefeitura, é típica do setor imobiliário, e resulta normalmente em perdas de conexão entre as etapas e a sub-otimização do resultado.

Como o processo é seccionado, a empresa adota também dois cronogramas para o planejamento do projeto, um para cada macro etapa.

Nesse tópico, será feita uma análise detalhada do modelo de planejamento utilizado para a etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura. Para o estudo detalhado serão adotados os princípios gerais da metodologia ADePT de Austin et al. (1998). O cronograma apresentado a seguir na Figura 46 é o padrão adotado pela empresa nessa etapa.

Figura 46: Cronograma da fase de anteprojeto e projeto de prefeitura.

O primeiro passo do método consiste na análise das informações necessárias para a execução das atividades. Para isso, é construída uma Tabela de Dependência de Informações. Essa tabela contém as atividades do projeto, as informações necessárias para que elas possam ser desenvolvidas e a origem dessas informações. Quando a origem da informação se tratar de uma tarefa do cronograma, ela será representada pelo seu número de identificação correspondente e, caso o contrário, será citado genericamente o setor da empresa de onde a informação se origina. Como consequência, o fluxo de informações do projeto fica totalmente mapeado. Para o levantamento da origem das informações foram usadas diversas fontes de pesquisa: entrevistas com os profissionais do projeto, a experiência do autor, e também os Manuais de Escopo de Projetos de Arquitetura, AsBEA, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005), de Estrutura, ABECE, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005), e de Instalações Prediais, ABRASIP, SECOVI-SP e SINDUSCON-SP (2005). O levantamento dessas informações resultou no preenchimento da Tabela 16.

Tabela 17: Tabela de Dependência de Informações.

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
5**	Estudo de massa e tipo	<i>Obs: Essa atividade não consta do cronograma original e foi criada para poder permitir ilustrar a atividade inicial do processo. Ela não será incluída no desenho da DSM.</i>	
		Informação conceitual do tipo de produto pretendido, tipologia da edificação e da unidade (número de dormitórios, número de vagas de garagem, banheiros, área pretendida da unidade)	Comercial
		Planta de localização e situação do terreno	Comercial
		Escritura, registro e IPTU	Comercial
		Restrições legais e de zoneamento	Prefeitura
		Ficha técnica para avaliação de restrições	Prefeitura
		Fotos do local	Comercial
		Verificação da capacidade da infraestrutura urbana local	Comercial
		Levantamento planialtimétrico e cadastral	Construtor
		Sistemas construtivos e níveis de acabamentos pretendidos	Comercial / construtor

(continua)

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
5	Compra do terreno		
		Estudo de viabilidade econômica e mercadológica	Comercial
		Estudo de massa e tipo	5**
		Relatório de sondagem	Construtor
		Parecer técnico sobre aspectos de engenharia	Consultores e depto.de engenharia
		Parecer legal sobre documentos	Consultor jurídico
		Disponibilidade de recursos	Comercial
		Formas de financiamento	Comercial
6	Liberar planta do tipo para início do projeto		
		Planta do tipo e estudo de massas	5**
		Confirmação da compra do terreno	5
8	Elaboração de estudo em 1:50		
		Planta do tipo e estudo de massas	6
		Procedimentos, instruções, diretrizes, normas de projetos e de apresentações	Gerente do projeto
		Itens de revisão decorrentes da análise do pavimento tipo	7

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
7	Análise do pavimento tipo		
		Estudo 1:50 do pavimento tipo	8
		Itens revisados do estudo 1:50	8
9	Envio de fôrma do tipo para o arquiteto		
		Estudo 1:50 do pavimento tipo	8
		Número de pavimentos e de subsolos	Arquiteto
		Layout da garagem	Arquiteto
		Tecnologias de construção a serem aplicadas	Construtor
		Equipamentos disponíveis	Construtor
		Previsão de espaços técnicos necessários	Eng.º instalações
		Pé-direito piso a piso	Arquiteto
		Tipo de alvenarias	Construtor
		Itens de revisão do estudo do pavimento tipo	10
		Necessidades de espaços livres forro e entre piso	Arquiteto
		Desenho do tipo revisado	10

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
10	Revisão do estudo do pavimento tipo		
		Desenho com definição do sistema estrutural com pré-dimensionamento de pilares, vigas e lajes e alternativas estruturais	9
2	Desenho da fachada para aprovação		
		Estudo 1:50	8
		Itens de revisão do desenho da fachada comentado pelo empresário	3
		Número de pavimentos e de subsolos	Comercial
		Levantamento planialtimétrico e cadastral	Construtor
		Cota de piso a piso	Construtor
		Tecnologias de construção a serem aplicadas	Construtor
		Materiais e cores pretendidas	Comercial
		Imagem pretendida do empreendimento	Comercial
3	Aprovar fachada com o empresário		
		Desenho da fachada	2

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
12	Planta de prefeitura do ático, térreo e subsolos		
		Restrições legais e de zoneamento	Prefeitura
		Comentários do térreo, tipo, subsolos e ático	16
		Levantamento planialtimétrico e cadastral	Construtor
		Relatório de sondagem	Construtor
		Recomendações preliminares sobre a ligação do empreendimento aos serviços públicos e necessidade de complementação de infra-estrutura	15
		Diretrizes e respostas às consultas junto às concessionárias locais de água, esgoto, gás, telefonia e energia elétrica. Diretrizes de corpo de bombeiros	15
		Croquis dos ambientes e centrais técnicas com dimensões, condições de posicionamento, acesso e circulação de pessoas, tubulações e sistemas técnicos, condições de ventilação e outros condicionantes	15
		Dimensões principais e posicionamento de shafts e espaços técnicos com percurso vertical	15

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
12	Planta de prefeitura do ático, térreo e subsolos	Dimensões principais de outros espaços necessários para passagem de tubulações e sistemas técnicos inclusive altura de entreforros	15
		Zonas de encaminhamento de tubulações primárias, com indicação de posicionamento, altura ocupada, ou caimento nos pavimentos onde se detectar essa necessidade	15
		Comentários do térreo, tipo, subsolos e ático	16
		Anteprojeto de paisagismo: desenho com a indicação das áreas de plantio, jardineiras e suas principais dimensões, indicação de áreas permeáveis, e definições preliminares dos acabamentos	13
		Projeto de fôrmas: desenho com definição do sistema estrutural com pré-dimensionamento de pilares, vigas e lajes e alternativas estruturais	14
		Previsão de solução de fundações e contenções	Geotecnia
		Definição das áreas verdes e altura de terra	13
		Definição das área de recreação e lazer como piscinas, quiosques, espelhos d'água, play-ground, quadra	13

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
13	Anteprojeto de paisagismo		
		Plantas preliminares de prefeitura do tipo, térreo, subsolos e ático	12
		Levantamento da vegetação e árvores existentes no terreno	Comercial
		Recomendações e restrições quanto a cortes e transplantes de árvores	Consultor especializado
		Estilo do empreendimento e orientações do empreendedor	Comercial
14	Projeto de fôrmas		
		Plantas preliminares de prefeitura do tipo, térreo, subsolos e ático	12
		Número de pavimentos e de subsolos	12
		Definição do tipo e dos materiais a serem utilizados nas alvenarias	12
		Espessura das paredes externas e internas	12
		Existência de contrapiso e sua espessura	12
		Cota de piso a piso	12

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
14	Projeto de fôrmas	Largura das vigas de internas e de periferia	12
		Pé direito mínimo interno	12
		Dimensões de espelho e pisada das escadas	12
		Estudo de vagas e rampas de acesso à garagem	12
		Desnível entre térreo sob a torre e o téreo externo	12
		Altura máxima de terra sobre a laje	13
		Localização de forros falsos	12
		Terraços: desnível, revestimento, existência de forro	12
		Existirá telhado decorativo?	12
		Altura da platibanda	12
		Altura da lâmina d'água das piscinas	12
		Tipo para <i>deck</i> (laje em concreto ou estrutura em madeira)	12
		Dimensões das caixas dos elevadores	12
		Dimensões dos poços dos elevadores	12
		Levantamento planialtimétrico e cadastral	Construtor

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
14	Projeto de fôrmas	Previsão de solução de contenções	Geotecnia
		Previsão de solução de fundações	Geotecnia
		Tecnologias de construção a serem aplicadas	Construtor
		Equipamentos disponíveis (grua, guincho)	Construtor
		Taxa de aço e espessura média de laje pretendida pelo construtor	Construtor
		Volume dos reservatórios	15
		Dimensões dos espaços técnicos (barrilete, casa de máquinas, etc.)	15
		Previsão de <i>shafts</i>	15
		Tipo de estrutura preferida pelo construtor nas diferentes regiões do edifício	Construtor
		A construção da torre será separada da periferia para previsão de juntas?	Construtor
		Comentários da coordenação	16

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
15	Diretrizes de instalações		
		Plantas preliminares de prefeitura do tipo, térreo, subsolos e ático	12
		Planta de situação	12
		Conceituação do empreendimento, dos sistemas a serem previstos e outras informações que afetem a definição de salas e espaços técnicos	Comercial
		Informações de carga elétrica e outras necessidades de sistemas elétricos para equipamentos a serem previstos no empreendimento	Comercial
		Tecnologias de construção a serem aplicadas	Construtor
		Cronograma físico da construção	Construtor
		Comentários da coordenação	16
16	Comentários do térreo, tipo, subsolos e ático		
		Plantas preliminares de prefeitura do tipo, térreo, subsolos e ático	13
		Anteprojeto de paisagismo	14
		Projeto de fôrmas	
		Diretrizes de instalações	15

(continuação)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
17	Projetos legais completos		
		Plantas de prefeitura de tipo, térreo, subsolo e ático revisadas e compatibilizadas	12
		Documentação requerida pelo órgão público como: escrituras, matrícula, IPTU, contrato social, procurações, autenticação de documentos	Prefeitura
		Especificação dos principais materiais de revestimento e dos sistemas construtivos	Construtor
19	Comentários completos sobre o projeto legal		
		Projetos legais completos	17
18	Pré-análise do projeto legal		
		Projetos legais completos	17
20	Revisão do projeto legal		
		Revisão dos itens verificados nos comentários do coordenador	19
		Revisão dos itens verificados nos comentários da prefeitura	18

(conclusão)

Atividade de projeto		Informação requerida	
Número	Nome	Nome	Origem
21	Envio do projeto legal revisado		
		Projeto revisado	20
		Documentação requerida pelo órgão público como: escrituras, matrícula, IPTU, contrato social, procurações, autenticação de documentos	Comercial
22	Projeto legal aprovado	<i>Obs: Essa atividade não consta do cronograma original e foi criada para poder permitir ilustrar a atividade final do processo. Ela não será incluída no desenho da DSM.</i>	
		Envio do projeto legal revisado	21

O mapeamento desse fluxo de informações permite avançar para o passo seguinte da metodologia ADePT, que é sua a representação a partir de um diagrama com a representação IDEF0 (Figura 47).

Atenção: Observar que o modelo IDEF0 representa o sistema sob o ponto de vista da informação, e não tem por objetivo mostrar o seqüenciamento entre as atividades, embora em muitos casos ocorra a coincidência entre a precedência das tarefas e a das informações.

As atividades cíclicas, que estão representadas no modelo IDEF0 por linhas vermelhas, são aquelas onde ocorre troca de informações entre atividades de maneira interativa, constituindo-se um ciclo. A percepção desses ciclos somente fica clara a partir do levantamento das fontes de informações das atividades.

Figura 47: Diagrama IDEF0 do anteprojeto e projeto prefeitura.

Feita a representação do modelo e o mapeamento do fluxo de informações, o próximo passo consiste em marcar as dependências entre as atividades na DSM. O procedimento consiste em lançar os nomes das atividades nas linhas e buscar suas precedências correspondentes nas atividades escritas nas colunas. A precedência é assinalada na célula da matriz com o número 1 (Figura 48).

Project Name		<NOTE>																	
Projeto: etapa inicial até entrada na prefeitura		1. Enter the name of a project in cell '2A'. 2. Enter all task names in column 'A'.																	
		desenho da fachada para aprovação	aprovar fachada com o empresário	compra do terreno [empresário]	liberar planta do tipo para início do	análise do pavimento tipo	elaboração de estudo em 1:50	envio de forma do tipo para arquiteto	revisão do estudo do pavto. Tipo	plantas de prefeitura do ático, térreo e	anteprojeto de paisagismo	projeto de formas	diretrizes de instalações	comentários do térreo, tipo, subsolos e	projetos legais completos [arquiteto]	pré-análise do projeto legal [prefeitura]	comentários completos sobre o projeto	envio do projeto legal revisado	
Task Name		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
desenho da fachada para aprovação [arquiteto]	1		1						1										
aprovar fachada com o empresário [comercial]	2	1																	
compra do terreno [empresário]	3																		
liberar planta do tipo para início do projeto [comercial]	4			1															
análise do pavimento tipo [coordenação]	5				1		1												
elaboração de estudo em 1:50 [arquiteto]	6					1													
envio de forma do tipo para arquiteto [coordenação]	7						1		1										
revisão do estudo do pavto. Tipo [arquiteto]	8							1											
plantas de prefeitura do ático, térreo e subsolos [arquiteto]	9							1		1	1	1	1	1					
anteprojeto de paisagismo	10									1					1				
projeto de formas	11									1					1				
diretrizes de instalações	12									1					1				
comentários do térreo, tipo, subsolos e ático [coordenação]	13									1	1	1	1						
projetos legais completos [arquiteto]	14		1												1		1	1	
pré-análise do projeto legal [prefeitura]	15															1			
comentários completos sobre o projeto legal [coordenação]	16															1			
envio do projeto legal revisado [comercial]	17															1			

Figura 48: DSM com a entrada de dados antes do processamento.

A partir desse ponto, o algoritmo da DSM é processado. A matriz é apresentada na sua forma particionada. O processamento organizou as atividades em níveis, que se constituem em núcleos que podem ser executados independentemente, e em blocos que são agrupamentos de atividades interdependentes onde ocorrem os ciclos de interações.

Os níveis são numerados – nesse caso foram criados sete níveis –, e sua indicação está na coluna denominada “*level*”. Os níveis ficam também circundados por uma linha de cor magenta, o que permite a visualização sintética do conjunto.

Os blocos são numerados – nesse caso foram criados cinco blocos –, e são representados por cores que possibilitam visualizar o bloco das atividades interdependentes (Figura 49).

Figura 49 : DSM processada mostrando o particionamento das atividades.

Para facilitar o entendimento do processo, identificou-se com cores no fluxograma IDEF0 a localização dos blocos que foram obtidos no processamento da DSM (Figura 50).

Figura 50: Fluxograma indicando os blocos onde ocorrem atividades interdependentes.

O mapeamento do fluxo de informações feito permitiu detectar os blocos de atividades cíclicas onde ocorre interdependência. Essas interdependências ocorrem em função da troca de informações entre as especialidades que nessa fase inicial é bastante intensa.

Essa visão sintética facilita o entendimento e o gerenciamento do processo. O processo do projeto foi analisado e seu fluxo de informações foi decomposto, podendo ser sintetizado em cinco blocos de atividades indicadas por cores:

- Azul, o Bloco 1, e em amarelo o Bloco 2, que são atividades que correspondem à **Definição do Pavimento tipo**. Atividades 7 e 8 e atividades 9 e 10, onde são definidos o pavimento tipo e onde acontece o primeiro momento da concepção estrutural, ocorrendo muito intercâmbio entre o Arquiteto e o Projetista Estrutural.
- Cinza, o Bloco 3, o das atividades necessárias para a **Definição da Fachada**. Atividades 2 e 3, possuem forte interação por tratarem de definição comercialmente estratégica para o empreendimento.
- Verde, o Bloco 4, correspondendo às atividades envolvidas na **Definição dos Pavimentos Atípicos** e na implantação do conjunto como um todo. São as atividades 12, 13, 14, 15 e 16 (plantas de prefeitura do ático, térreo e subsolos, anteprojeto de paisagismo, projeto de fôrmas, diretrizes de instalações e comentários do térreo, tipo, subsolos e ático). Este grupo representa o momento de entrada das especialidades de paisagismo e instalações interagindo com a estrutura e arquitetura, onde as definições mais importantes e decisivas acabam sendo definidas num processo claramente cíclico.
- Azul, o Bloco 5, que se constitui das atividades finais necessárias para a **Aprovação do Projeto Legal**. Atividades 18, 19 e 20 (pré-análise do projeto legal, comentários completos sobre o projeto legal e revisão). São atividades cíclicas principalmente porque envolvem um agente externo (Prefeitura) que, em função da complexidade da legislação vigente, gera retrabalhos ao projeto, mais conhecidos como “comunique-se”.

Na visão reduzida ou condensada²⁶ da DSM, onde os blocos são representados de maneira sintética, observa-se que os blocos 1, 2 e 5 são executados sequencialmente, e os blocos 3 e 4, simultaneamente. O fluxo das informações entre blocos simples e simultâneos é marcado com o número 2 (Figura 51).

Number of elements in the collapsed DSM :		8	<note> new index used!							
Projeto: etapa inicial até entrada na prefeitura										
			compra do terreno	liberar planta do tipo para início do projeto	Block1:	Block2:	Block3:	Block4:	Block5:	envio do projeto legal revisado
Task Name	Level		1	2	3	4	5	6	7	8
compra do terreno [empresário]	1	1	■							1
liberar planta do tipo para início do projeto [comercial]	2	2	1	■						2
Block1:	3	3		1	■					3
Block2:	4	4			2	■				4
Block3:	5	5				2	■			5
Block4:	5	6				2		■		6
Block5:	6	7					2	2	■	7
envio do projeto legal revisado [comercial]	7	8							2	■
			1	2	3	4	5	6	7	8

Figura 51: DSM condensada, etapa de anteprojeto e projeto de prefeitura.

Com as precedências verificadas na DSM e com as durações previstas inicialmente, o projeto pode ser programado. A macro²⁷ utilizada permite transpor a rede de precedências obtida na DSM diretamente para o software de planejamento Microsoft Project, abreviando, dessa forma, o processo de entrada de dados que seria manual, caso essa macro não fosse utilizada. O resultado apresentado a seguir se constitui no cronograma da Figura 52, reorganizado do projeto na fase de anteprojeto e prefeitura, onde se percebe que o uso da metodologia permitiu a reorganização das tarefas, agrupando-as por seus processos críticos.

²⁶ A bibliografia adota o termo “condensada” para a versão reduzida da DSM.

²⁷ Macro de autoria de Soo-Haeng Cho, do MIT, disponível para uso acadêmico em <http://www.dsmweb.org/>

Figura 52: Cronograma do projeto após o processamento da DSM.

Embora não tenha havido redução no prazo do projeto dessa etapa, a aplicação de toda a metodologia permitiu a análise e reorganização das atividades, e visualização das dependências e as interações entre elas. O modelo apresentado pela empresa é aparentemente muito simples, porém, com a aplicação correta da técnica, foi possível mostrar toda a complexidade existente nessa etapa do projeto, que não estava caracterizada no modelo utilizado pela empresa.

A fase de anteprojeto é, seguramente, aquela que permite as maiores chances de intervenções de efeito sistêmico, e merece um esforço de planejamento mais detalhado para ter como resultado soluções melhores e mais otimizadas.

4.2.4 Etapa de projetos pré-executivos e executivos

Findas as etapas de anteprojeto, projeto de prefeitura e lançamento do produto, têm início o desenvolvimento dos projetos pré-executivos e executivos.

Esse tópico tem por objetivo estudar o modelo de planejamento adotado para essas etapas, buscando maneiras de melhorar a sua eficácia.

Para isso, serão identificadas no modelo as redundâncias e as interações que podem ser melhor representadas por atividades cíclicas. Serão estudadas também as vinculações entre as atividades, e serão propostas alternativas para aumentar o paralelismo entre elas.

Para a manipulação do modelo, são usadas a técnica da DSM e, para a programação dos prazos, o Pert CPM, representando as atividades através do diagrama de Gantt.

A estratégia de planejamento adotada pela empresa consiste em dividir o projeto em duas partes. A primeira a das atividades que ocorrem no pavimento tipo, e a segunda, a das atividades nos pavimentos atípicos.

A empresa adota um cronograma padrão (Figura 53) para essas duas etapas de projeto, com a duração total de 150 dias, sendo 112 dias para o pavimento tipo, e 150 dias para os pavimentos atípicos.

Figura 53: Cronograma padrão com visão geral e resumida das atividades.

O estudo será feito em separado para cada uma das etapas. Essa separação é útil para facilitar o entendimento e para obedecer a limitação do número máximo de atividades que podem ser processadas simultaneamente na macro em Excel.

Ao final, essas etapas serão unidas para mostrar o efeito das intervenções que serão propostas para o sistema como um todo.

4.2.4.1 Pavimento tipo – análise crítica

A empresa organiza as atividades e os prazos de projeto para o pavimento tipo conforme o cronograma representado nas Figura 54 e 55. Observar que as precedências das atividades estão representadas ao lado esquerdo de cada uma das barras do cronograma.

Figura 54: Cronograma padrão com atividades do pavimento tipo, (continua)

Figura 55: Cronograma padrão com atividades do pavimento tipo, (conclusão)

O modelo adotado, embora tenha um número razoável de atividades (51), não detalha as atividades em níveis inferiores da hierarquia do projeto, o que dificulta o levantamento das fontes e das informações necessárias para o cumprimento das tarefas. As atividades são apresentadas sob a forma de “caixas-pretas”, mostrando que o modelo foi elaborado com uma ênfase maior no controle dos contratos dos projetistas do que na produção dos parâmetros e soluções necessárias para o desenvolvimento do projeto.

A predominância quase que exclusiva dessa visão limita sobremaneira a eficácia do planejamento, à medida em que ele não é focado na obtenção das informações durante o processo, e somente controla as entregas das etapas.

O método de gestão do projeto adotado pela empresa impõe também um grande número de atividades de revisão, controle e análise crítica que implicam, para seu atendimento, na criação de atividades denominadas “emissão revisada”.

Elas são atividades que envolvem retrabalhos e implicam em novos ciclos de revisão até conseguirem atender aos quesitos de verificação. As características de “gestão de contratos” e de um grande número de revisões ficam melhor representadas com o uso da DSM. O processamento da DSM (Figura 56), levando-se em conta as interações entre as atividades que não estavam representadas no planejamento da empresa, mostrou os blocos onde ocorrem as entregas de desenhos e revisões, facilitando bastante o trabalho de análise.

Figura 56: DSM processada com as atividades do pavimento tipo.

Os blocos obtidos foram identificados em função do processo mais importante que eles representam. Assim, a nova nomenclatura revelou a seguinte estrutura lógica:

- **Bloco 1 (azul): Arquitetura do tipo.** Planta preliminar de arquitetura do pavimento tipo: trata-se do documento originado do projeto de prefeitura, e servirá como base para o desenvolvimento dos demais projetos.
- **Bloco 2 (amarelo): Fôrma do tipo.** Projeto de fôrmas do tipo que é desenvolvido a partir da versão preliminar da arquitetura desenvolvida no bloco 1
- **Bloco 3 (verde) : Vedações.** Projeto de vedações desenvolvido a partir das fôrmas e da arquitetura, esse projeto normalmente gera ciclos para as atividades anteriores, uma vez que trabalha com parâmetros de modulações verticais e horizontais.
- **Bloco 4 (cinza) : Fechamento da planta e das fôrmas.** Após as revisões dos desenhos anteriores e do desenvolvimento da modulação, é possível fechar uma planta de arquitetura compatível com a de estrutura e vedações.
- **Bloco 5 (azul): Anteprojeto de instalações.** Esse projeto é básico e está sendo iniciado após o fechamento da planta e fôrma do tipo. Uma opção alternativa poderia considerá-lo começando em paralelo com a arquitetura.
- **Bloco 6 (amarelo): Projeto executivo de instalações com as furações.** Após o ciclo de revisões, o projeto executivo fornece as furações das tubulações para o projeto estrutural.
- **Bloco 7 (verde): Emissão final arquitetura.** Após a conclusão do executivo das instalações.
- **Bloco 8 (cinza) e Bloco 9 (azul): Emissão revisada e final da estrutura.** Dois blocos sequenciais onde a estrutura recebe as furações e faz um ciclo de emissão, verificação e emissão final, liberando o projeto para armação.
- **Bloco 10 (amarelo): Vedações emissão final.** Após a conclusão total dos projetos de arquitetura, estrutura e instalações, é feito o projeto de vedações que, por ser um

projeto para produção, precisa aguardar a conclusão dos demais. A revisão e emissões finais estão colocadas em seqüência. Uma opção alternativa seria a de se criar algum paralelismo entre essas atividades para a diminuição do prazo final do projeto.

- Existem ainda as atividades que não ficaram agrupadas em blocos, mas estão dentro do nível 8, como a emissão final dos projetos de instalações.

Com as vinculações, os novos agrupamentos possibilitados pela DSM e com os prazos das atividades, é possível obter uma visão reestruturada do cronograma do projeto nessa fase (Figuras 57 e 58).

Figura 57: Cronograma reorganizado do projeto do pavimento tipo após o processamento da DSM (continua).

ID	Task Name	Duration	July	August	September	October	November	December	January
27	Block7: EMISSÃO FINAL ARQUITETURA	5 days	■						
28	Emissão final - eixos de peças; guarda-corpo	3 days	■						
29	Análise crítica e aprovação Construtora	2 days	■						
30	Block8: EMISSÃO REVISADA ESTRUTURA	5 days		■					
31	Emissão revisada com cotas acumuladas	3 days		■					
32	Análise crítica e aprovação Construtora	2 days		■					
33	Block9: EMISSÃO FINAL ESTRUTURA	6 days		■					
34	Emissão final - com furações - tipo e variantes	5 days		■					
35	Análise crítica e aprovação Construtora liberando armação	1 day		■					
36	Elétrica do pavimento tipo e opções de plantas revisada	2 days		■					
37	Hidráulica do pavimento tipo revisada	2 days		■					
38	Pressurização e ventilação do pavimento tipo revisada	2 days		■					
39	Hidráulica e elétrica: furação revisada	2 days		■					
40	Block10: EMISSÃO FINAL VEDAÇÕES	50 days		■	■	■			
41	Plantas e elevações	35 days		■	■	■			
42	Verificação Construtora	15 days			■	■			
43	Armação do tipo	10 days		■					
44	Emissão final	15 days				■	■		

Figura 58: Cronograma reorganizado do projeto do pavimento tipo após o processamento da DSM (conclusão).

O modelo apresenta um grande número de atividades repetitivas denominadas “revisão e emissão revisada”, consequência do sistema de gestão adotado pela empresa, que prevê um controle bastante centralizado, onde praticamente todos os trabalhos sofrem verificações da coordenação para que tenham sequência.

A representação de todas essas revisões gerou um modelo complicado com muitas atividades repetidas, dando uma falsa impressão de complexidade. É importante nesse ponto se buscar a simplificação para a melhoria do entendimento. Essa simplificação pode ser feita em alguns pontos importantes.

As atividades de projeto de instalações se repetem em três ciclos sucessivos, que podem ser condensados. Uma proposição é a de se eliminar as atividades do bloco 6, pois se tratam apenas de revisões, com exceção da atividade de furação hidráulica e elétrica, que pode ser incorporada ao conjunto das atividades de instalação do bloco 5. O cuidado a se tomar é colocar a emissão das furações como a última atividade do bloco. Da mesma maneira, as atividades de números 36 a 40, também revisões, podem ser incorporadas ao bloco 5.

Dessa forma, podemos transformar o bloco 5 em um bloco que contempla toda a extensão do projeto de instalações. Para considerar os prazos existentes nas atividades eliminadas, o prazo total delas, de 15 dias cada, foi adicionado às atividades do bloco 5.

Outra estratégia adotada foi a de iniciar os projetos de instalações logo após a planta preliminar de arquitetura, ao invés de aguardar a conclusão do projeto de fôrmas do tipo. Esse início mais cedo aumenta o paralelismo do projeto e, para se evitar problemas de compatibilização, o término do projeto de instalações ficou vinculado ao término dos projetos de arquitetura e fôrmas.

Para concluir, o projeto de vedações, cujo prazo é bastante longo, 35 dias, mais 15 dias de verificações e mais 15 de emissão final, teve seu prazo reduzido em 5 dias, e as atividades de verificações e emissão final foram feitas com um grau de paralelismo de 5 dias cada, e não totalmente sequenciais, como originalmente criadas.

Essas modificações permitiram a redução do prazo do projeto de 112 para 81, dias além de diminuírem o número de atividades do cronograma de 51 para 32.

Apesar das limitações impostas pelo modelo, principalmente a falta do detalhamento dos níveis inferiores da hierarquia, mesmo assim foi possível serem sugeridas mudanças estratégicas, aumentando-se o paralelismo das atividades e simplificando-se o processo com a eliminação de atividades redundantes (Figura 59).

Figura 59: Cronograma do pavimento tipo após a simplificação do processo.

4.2.4.2 Pavimentos atípicos – análise crítica

O cronograma do projeto para os pavimentos atípicos tem a duração total de 150 dias, e está separado nas etapas de pré-executivo e executivo, e as atividades estão classificadas pelas suas especialidades (Figuras 60 e 61). Observar que as precedências estão mostradas na figura no lado esquerdo das barras das tarefas.

Figura 60: Cronograma padrão dos pavimentos atípicos , (continua)

Figura 61: Cronograma padrão dos pavimentos atípicos, (conclusão)

Serão feitas proposições de intervenções nesse modelo com o objetivo de simplificá-lo, visando aumentar sua eficácia para uso. O grande número de atividades existentes não representa, porém, a complexidade do projeto, pois existe grande quantidade de atividades redundantes que representam as verificações e emissões revisadas. Essas atividades podem ser eliminadas com a incorporação de seus prazos nas atividades originais antes das revisões. Busca-se com isso melhorar a representação dos ciclos de revisão e facilitar a leitura e entendimento do processo.

Entretanto, o modelo adotado é bastante limitado, pois representa as atividades apenas no seu nível mais alto da hierarquia do projeto, que é o da separação pelas especialidades. Essa forma de representação limita o trabalho do planejamento, uma vez que impossibilita maior precisão na organização dos prazos e das interfaces.

Para melhorar a eficácia do planejamento, as atividades poderiam estar representadas pelo segundo nível de hierarquia, que são os setores da obra e os sub-sistemas da edificação.

São feitas a seguir, nas Figuras 62, 63 e 64, algumas propostas nesse sentido, com exemplos que ilustram essas possibilidades. Nas ilustrações, é identificado o nível atual de representação do projeto que é adotado pela empresa, e é feita a proposta de uma representação ampliada, um nível abaixo na hierarquia. A inclusão desses níveis inferiores da hierarquia do projeto possibilitaria incorporar ao planejamento informações mais precisas, que irão conferir maior transparência ao processo do projeto.

Figura 62: Sugestão de organização das atividades de Arquitetura.

Figura 63: Sugestão de organização das atividades de hidráulica.

Figura 64: Sugestão de organização das atividades de elétrica.

Mesmo que o modelo atual esteja limitado apenas ao primeiro nível da hierarquia do projeto, algumas intervenções serão propostas com o objetivo de simplificá-lo. Na Tabela 17, foram registradas as mudanças propostas, e para melhor acompanhamento do leitor, a numeração adotada nas atividades segue a mesma identificação utilizada no cronograma padrão dos pavimentos atípicos apresentado anteriormente.

Tabela 18: Mudanças efetuadas no cronograma dos pavimentos atípicos.	
Atividade	Mudança efetuada
55	Eliminada, em seu lugar foi criada uma única atividade de verificação da arquitetura e estrutura
60	Prazo reduzido para 10 dias
67	Prazo reduzido para 5 dias
71	Idem
59	Eliminada, toda a verificação é feita em uma única atividade (60)
73, 74, 75	O pré-executivo de instalações passa a iniciar em paralelo com a arquitetura e instalações, e não mais seqüencialmente; porém, para garantir o prazo para a compatibilização, eles concluem 5 dias após o término da estrutura
78	Prazo reduzido para 5 dias
86	Eliminada, seu prazo foi incorporado pela atividade antecessora (84)
91	Eliminada, seu prazo foi incorporado pela atividade antecessora (89)
97	Prazo de verificação reduzido para 10 dias

(continua)

(conclusão)

Atividade	Mudança efetuada
98 a 101	Eliminadas, seus prazos foram incorporados nas atividades antecessoras de 93 a 96
93 a 96	As fôrmas passam a ser projetadas em paralelo, e não mais em seqüência. Pode-se encontrar limitação de tempo por parte do projetista, porém, o paralelismo é recomendável para o aumento da interação no projeto
104 a 109	Todas as armações serão executadas em paralelo, da mesma maneira que foi adotado para as fôrmas
124, 125, 126	Eliminadas, seus prazos foram incorporados pelas antecessoras, 119, 120 e 121

Essas mudanças alteraram as precedências e diminuíram o número de atividades do projeto. Para a análise do modelo após a introdução dessas simplificações, foi necessário processar as atividades com a DSM (Figuras 65 e 66).

Figura 65: DSM processada com as mudanças feitas no cronograma dos atípicos, (continua)

Figura 66: DSM processada com as mudanças feitas no cronograma dos atípicos, (conclusão)

A reorganização das atividades, dos seus prazos, vínculos e a otimização da estratégia de verificações permitiram a redução do prazo dessa etapa de 150 para 95 dias, além da simplificação do modelo com a redução do número de atividades a serem controladas.

A redução de prazo obtida foi significativa, e mostra como o planejamento, se utilizado de maneira eficaz, pode auxiliar na organização do processo. A redução de prazos implica também na possibilidade de redução dos custos de desenvolvimento do projeto e na antecipação dos prazos de lançamento e início de obras.

Por outro lado, a mudança proposta no processo, para ser aplicada, deve levar em consideração também as novas dificuldades que traria para a empresa, pois exigirá de todos os agentes, mudanças profundas na maneira de agir.

Os projetistas passariam a exercer um controle de qualidade muito mais rigoroso em seus projetos, aliado ao aumento da velocidade que seria exigida pelo processo. Esse fato poderia levar à mudanças no quadro atual dos projetistas da empresa, pois, os que não atendessem a esses requisitos, precisariam ser substituídos por outros mais capacitados.

O benefício do controle de qualidade, feito pelos próprios projetistas, e não apenas pela coordenação, seria de fundamental importância à medida que, prevenindo erros, reduziram-se as chances de ocorrência de retrabalhos.

O planejamento passaria a ter uma importância maior, à medida em que o fluxo das informações seria previamente levantado e levado ao conhecimento de todos, levando a uma maneira mais organizada de trabalhar. A velocidade que seria obtida com os novos prazos acabaria, portanto, por impactar outros processos, exigindo dos mesmos igual aumento da eficácia. Conclui-se, então, que a questão do prazo extrapola o âmbito do trabalho e leva a considerações sistêmicas, que irão questionar o grau de desenvolvimento e amadurecimento da empresa em todo o seu processo de negócio.

Figura 67: Cronograma dos atípicos com as simplificações introduzidas – parte 1 – (continua)

Figura 68: Cronograma dos atípicos com as simplificações introduzidas – parte 2 – (conclusão)

Finalizando, os dois cronogramas, o dos pavimentos tipo e dos pavimentos atípicos, podem então ser montados juntos.

Foram feitas duas simulações:

- A primeira, onde foi mantida como precedência, o desenvolvimento do projeto do pavimento tipo antes dos pavimentos atípicos, resultando num prazo total de 126 dias contra os 150 do modelo inicial.
- A segunda, onde se propõem que o desenvolvimento do pavimento tipo ocorra totalmente em paralelo com os atípicos, resultando num prazo total de 95 dias.

Existem implicações técnicas a serem melhor estudadas quando se faz o paralelismo total entre essas etapas. Recomenda-se, então, que seja adotado como padrão o prazo de 126 dias para o desenvolvimento normal, que já é inferior ao de 150 proposto. Para situações onde seja necessária uma compressão máxima de prazos, pode-se trabalhar com 95 dias, desde que as interfaces entre pavimento tipo e atípicos sejam bem caracterizadas e trabalhadas simultaneamente.

Figura 69: Cronograma final, prazo de 126 dias - parte 1- (continua)

Figura 70: Cronograma final, prazo de 126 dias - parte 2 – (conclusão)

Figura 71: Cronograma final - prazos comprimidos para 100 dias - parte 1 – (continua)

Figura 72: Cronograma final - prazos comprimidos para 100 dias - parte 2 – (conclusão)

4.2.5 Controle do Planejamento

O controle do plano é uma etapa fundamental dentro do processo de planejamento, uma vez que é a partir dele que será feita a retroalimentação do processo, gerando novas metas e assim sucessivamente.

No projeto estudado, os controles principais do cronograma foram feitos nas datas mostradas na Tabela 18.

Tabela 19: Datas de atualização do cronograma.		
Data	Revisão	Ocorrências
26/6/05	Rev. 0	Emissão inicial
13/7/05	Rev. 1	Ajustes
25/7/05	Rev. 2	Ajustes na tabela de precedências
21/10/05	Rev. 3	Primeiro controle efetivo, existência de atrasos.
24/11/05	Rev. 4	Mantiveram-se os mesmos atrasos da revisão 3
21/12/05	Rev. 5	Os atrasos aumentaram nas atividades de estrutura
08/02/06	Rev. 6	Conclusão do projeto

Embora tenham sido verificados atrasos em atividades importantes, percebeu-se que a construtora não tem por hábito levantar e registrar de maneira regular os motivos dos atrasos. A falta desse procedimento acaba por não relacionar as ações corretivas necessárias para que sejam evitados problemas semelhantes.

Verificação dos prazos em 21 de outubro de 2005 – Revisão 3

O elenco de fatores de atrasos foi obtido a partir de entrevista com a Coordenação do Projeto; a Tabela 19 tem como referência os atrasos da atualização de 21 de outubro.

Tabela 20: Atividades em atraso x fatores de atraso		
Atividade	Dias de atraso	Fator de atraso
38 – Plantas elétricas para clientes	54	Serviço interno da Construtora – funcionário sobrecarregado
91 – Verificação de fôrma da fundação	6	Férias de uma semana da coordenação
92 – Emissão revisada da fôrma da fundação	4	Atraso decorrente da atividade anterior
95 – Fôrma do térreo	17	Calculista não entregou na data prevista, sem explicação das causas
96 – Fôrma do 1º pavimento	6	<i>Idem</i>
97 – Fôrma do ático	2	<i>Idem</i>
114 – Drenagem (e demais atividades decorrentes: 115; 116)	23	Atraso na contratação do projeto, motivo alegado: projeto específico não faz parte do caminho crítico
119 – Elétrica	10	Atraso do projetista, coordenação
120 – Hidráulica	10	Coordenação em férias uma semana, falha na cobrança do projetista
121 – Pressurização	10	Coordenação em férias uma semana, falha na cobrança do projetista
122 – Furações elétrica e hidráulica	10	Coordenação em férias uma semana, falha na cobrança do projetista
133 – Paisagismo	18	Atraso do projetista, sem causa explicada
138 – Estrutura metálica	3	Atraso na contratação do projeto, motivo alegado: projeto específico não faz parte do caminho crítico
142 – Plantas arquitetura	18	Arquiteto não entregou na data prevista, sem explicação das causas
159 – Fôrmas de madeira	51	Projetista cumpriu o prazo, atividade reprogramada

Os atrasos observados nessa verificação podem ser classificados em duas categorias:

- *Atrasos devidos à coordenação:* a ausência da coordenação por uma semana ocasionou atrasos nos serviços de verificação e também na cobrança dos projetistas.
- *Atrasos dos projetistas:* são atrasos de entrega, detectados somente após o fato ter ocorrido e sem explicações mais detalhadas dos motivos que levaram ao atraso do projetista. Os atrasos seriam decorrentes do comprometimento do projetista com outros projetos ou por falta ou falha de informações do projeto em andamento?

O procedimento que é normalmente adotado pela construtora é o da reprogramação do cronograma, feita encurtando-se a duração das atividades futuras, de forma a manter a data final da entrega original. Percebeu-se que esse procedimento é possível em função do cronograma ser planejado com bastante folga, e já admitir de antemão a possibilidade de atrasos semelhantes.

Verificação final dos prazos – Revisão 6

O projeto terminou no final de janeiro, e o cronograma teve sua atualização final no princípio de fevereiro. Para análise dos prazos, foi criado um relatório onde foram calculados os desvios nas durações das atividades, e esses desvios foram separados em três categorias: atrasos maiores que cinco dias, atrasos entre 1 e 5 dias, e atividades em dia ou adiantadas. Esses desvios foram representados no cronograma com ícones coloridos em vermelho, amarelo e verde, respectivamente.

As barras com as durações previstas inicialmente foram identificadas em verde, as com as durações reais em azul, e as atividades de resumo em vermelho. Do lado esquerdo das barras, foram relacionadas as atividades predecessoras e do lado direito, as sucessoras.

A Figura 73 exemplifica a legenda criada para essa análise.

	80, 95 números à esquerda da barra representam atividades predecessoras
	97, 98 números à direita da barra representam atividades sucessoras
Atividade resumo de grupo
Atividade prevista
Atividade realizada
Atividade com atraso maior ou igual a 5 dias
Atividade com atraso entre 1 e 5 dias
Atividade em dia ou adiantada
Figura 73: Legenda utilizada no cronograma com atualização final.	

O cronograma atualizado é apresentado conforme essa notação, e foi dividido em sete partes para possibilitar uma melhor leitura (Figuras 74, 75, 76, 77, 78, 79 e 80).

Figura 74: Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 75: Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 76: Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 77 : Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 78 : Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 79 : Cronograma com atualização final – (continua)

Figura 80 : Cronograma com atualização final – (conclusão)

Análise dos resultados obtidos

Os atrasos superiores a cinco dias foram colocados em um histograma (Figura 81), onde foram computados os dias totais de atraso de cada uma das especialidades em todas suas atividades, e o número de atividades onde a disciplina atrasou. A análise não leva em conta efeitos de segunda ordem, isto é, os impactos dos atrasos nas atividades subseqüentes, porém, serve como indicador de desempenho para auxiliar no estudo.

Figura 81: Distribuição dos atrasos pelas disciplinas do projeto.

Observa-se nitidamente os atrasos da atividade de Estrutura, que totalizaram 101 dias de atraso distribuídos entre sete atividades. Cabe salientar que parte do atraso ocorreu na atividade de furação, com trinta e três dias de atraso, e foi devida ao atraso do projetista das Instalações, que demorou para definir a posição dos furos na estrutura. O projeto de

Fôrmas de Madeira vem em segundo lugar e, embora tenha um papel secundário, constatou-se que os atrasos são ocasionados por problemas de alocação de recursos do projetista. O projetista das instalações ocasionou também muitos atrasos, totalizando sessenta e nove dias, se considerarmos elétrica e hidráulica. O projeto de paisagismo atrasou vinte dias, ocasionando transtornos nos projetos do térreo, que é a região onde esse projeto atua. A explicação dada também foi “excesso de trabalho” do projetista.

A coordenação também ocasionou treze dias de atraso motivados por superposição com outros projetos. Outros atrasos menores ocorreram em disciplinas secundárias como projeto de bombeiros, decoração e pressurização, com atrasos de treze, onze e dez dias. A disciplina que menos atrasou foi a de Arquitetura, com sete dias, provavelmente sobrecarregada dos atrasos provocados pelos demais projetos.

Foi feita uma outra análise (Tabela 20) onde as atividades com atrasos superiores a cinco dias foram tabuladas e classificaram-se as causas de seus atrasos dentro de duas categorias: fatores dentro da atividade e fatores externos vindos dos predecessores. Foi analisado também o impacto do atraso da atividade em suas sucessoras.

Tabela 21: Análises das atividades com mais de 5 dias em atraso no cronograma final

Atividade	Dias em atraso	Atraso causado pela própria atividade?	Atraso causado pelo predecessor?	O seu atraso prejudicou o sucessor?
Elétrica do pavimento tipo e opções de plantas	7	Sim	Não	Não
Plantinhas elétricas para clientes	70	Sim, teve atraso em seu início	Não	Não, pois se trata de uma atividade secundária
Plantas, cortes, elevações e detalhes (paisagismo)	6	Sim	Não	Não totalmente, porém limitou a folga
Pontos elétricos (decoração)	11	Sim	Não	Não totalmente, porém limitou a folga
Verificação Construtora (instalações)	7	Sim	Não	Sim, atrasou o início dos projetos executivos das instalações
Verificação Construtora da fôrma da fundação	6	Sim	Não	Não
Fôrma do térreo (inclui poste, guarita, periferia)	17	Sim	Não	Sim, a fôrma do 1º. Pavimento
Fôrma do 1o. Pavimento	6	Não	Sim, pela fôrma do térreo	Sim, atrasou as fôrmas do ático e a verificação da construtora

(continua)

(continuação)

Atividade	Dias em atraso	Atraso causado pela própria atividade?	Atraso causado pelo predecessor?	O seu atraso prejudicou o sucessor?
Fôrma do 1o. Pavimento revisada	9		Sim, pela verificação da construtora, já atrasada pela fôrma do 1º. Pavimento	Não, pois é uma entrega final
Fôrma do ático revisada	9		Idem	Não, pois é uma entrega final
Emissão revisada inserindo furação	33	Não	Sofreu um grande atraso provocado pelas instalações	Não, pois é uma entrega final
Armação do 1º subsolo	17	Sim	Não	Não
Armação do 1o. Pavimento	10	Sim	Não	Sim, atrasou a armação do ático
Elétrica	10	Sim, a duração foi maior que o previsto	Tiveram o início atrasado pela verificação da construtora	Sim, atrasaram o projeto de bombeiros

(continuação)

Atividade	Dias em atraso	Atraso causado pela própria atividade?	Atraso causado pelo predecessor?	O seu atraso prejudicou o sucessor?
Hidráulica	10	Sim, a duração foi maior que o previsto	Tiveram o início atrasado pela verificação da construtora	Sim, atrasaram o projeto de bombeiros
Pressurização e Ventilação mecânica	10	Sim, a duração foi maior que o previsto	Tiveram o início atrasado pela verificação da construtora	Sim, atrasaram o projeto de bombeiros
Elétrica e hidráulica: furações	21	Sim a duração foi muito maior que a prevista		Sim atrasou as fôrmas
Projeto bombeiros	13	Sim, a duração foi muito maior que a prevista	Sim, o início atrasado foi originado pelos projetos de instalações	
Plantas, cortes, elevações e detalhes (paisagismo)	14	Sim, a duração foi muito maior que a prevista	Não	Não

(conclusão)

Atividade	Dias em atraso	Atraso causado pela própria atividade?	Atraso causado pelo predecessor?	O seu atraso prejudicou o sucessor?
Plantas (arquitetura)	7	Sim, a duração foi maior que a prevista	Não	Atrasou o início do projeto de decoração
Térreo (fôrma de madeira)	9	Sim, a duração foi muito maior que a prevista	Não	
Tipo e variantes de terraço (fôrma de madeira)	25	Sim, a duração foi muito maior que a prevista	Não	
1o. Pavimento (fôrma de madeira)	35	Sim, a duração foi muito maior que a prevista	Não	

A observação do quadro revela que a maioria dos atrasos foram originados por fatores dentro das próprias atividades, e que acabaram acarretando atrasos nas atividades subsequentes. Muitos problemas percebidos são devidos à baixa produtividade e a falta de alocação de recursos por conta dos projetistas.

Percebeu-se nas entrevistas que nenhum dos projetistas se utiliza de técnicas de planejamento para alocação de recursos, que são alocados conforme a solicitação do cliente até o momento em que ocorre sua superalocação e, conseqüentemente o atraso é gerado.

O cronograma como um todo sofreu um atraso de 11 dias, o que, dentro do prazo inicial de 150 dias, representa menos que 10%, o que seria a princípio razoável. Contudo, a análise do modelo, feita no capítulo anterior, revelou a possibilidade de compressão dos prazos entre os limites de 95 a 126 dias a partir de medidas de racionalização.

Constatou-se, também, que o cronograma padrão é concebido com muitas folgas e alternativas de manobra.

Nessa condição, e em se tratando de um projeto de características muito simples, não se justificariam atrasos. Esse fato reforça a idéia de serem buscadas as causas dos atrasos na baixa eficácia do modelo de planejamento adotado, nos métodos de gestão do projeto e na alocação de recursos dos projetistas.

Nas entrevistas com a coordenação e com os projetistas que atrasaram, percebe-se grande falta de objetividade na avaliação adequada dos motivos dos atrasos, sendo o excesso de tarefas de outros projetos o maior motivo de justificativas.

4.3 Discussão sobre os resultados do estudo de caso

A empresa pesquisada, em função de seu posicionamento no mercado, se constitui num caso típico e representativo. Embora não se possam fazer generalizações, a exemplaridade do caso permite inferir o comportamento geral das empresas e dos profissionais face ao planejamento dos projetos, que se mostrou pouco eficaz no caso estudado.

Problema central

A análise dos resultados obtidos permite concluir que o problema central observado no estudo é o desafio sofrido pela empresa de manter a performance técnica atual, sem perda de qualidade, mas dentro de prazos competitivos.

O processo de projeto adotado pela empresa, se por um lado possui muitas qualidades técnicas, por outro, gera atrasos no lançamento de produtos, pois supera em muito os prazos normais do mercado.

Nos estágios iniciais, é exigido um nível muito alto de precisão dos projetos, o que pareceu excessivo uma vez que o objetivo maior dessa etapa é muito mais o desenvolvimento de soluções técnicas do que a precisão geométrica, pois para isso existem os estágios de pré-executivos e de executivos. Esse fator, aliado também à forte centralização exercida pela

coordenação, que intermedia todo o fluxo de informação entre os projetos, são fatores importantes que conferem ao projeto um ritmo lento.

Existem diferentes visões, que convivem com o problema e se contrapõem: a do arquiteto, que privilegia o lado do produto, e a da equipe de coordenação, que privilegia o lado técnico.

Essa problemática levantada é característica a ser solucionada com o auxílio dos métodos da engenharia simultânea.

Um levantamento dos problemas vivenciados mostra que eles podem ser categorizados como originados pelo sistema de gestão ou por deficiências na metodologia de planejamento. Essas dificuldades representam, também, oportunidades de melhoria, sendo apresentadas a seguir.

I. Problemas originados pelo sistema de gestão

a) Centralização excessiva da coordenação, evidenciada pelas seguintes constatações:

- número elevado de verificações feitas aos projetos;
- toda a comunicação entre projetistas é indireta, pois é feita somente com a intermediação da coordenação. Como exemplo disso, existem dois arquitetos envolvidos no projeto: o que cria o produto e o que desenvolve o projeto. Ambos os profissionais, embora trabalhem em etapas contíguas e sendo da mesma especialidade, mantém quase nenhum contato, como foi relatado nas entrevistas.
- não ocorrem reuniões gerais entre a equipe de projeto;
- a coordenação não delega parte da responsabilidade de controle para os próprios projetistas e, por isso, se sobrecarrega, tornando o processo de controle uma atividade crítica por insuficiência de tempo.

b) Ausência de planejamento geral e integrado dos projetos da empresa. A coordenação reconheceu o fato de, em muitos momentos, ser ela própria uma atividade

gargalo do processo, à medida em que, pelo excesso de centralização, o fluxo todo de informações passa por ela. Foi também levantado o fato de existirem atualmente dez projetos em andamento no departamento, fato que leva à ocorrência de superposição de tarefas da coordenação.

Foi questionada a duração das atividades da coordenação alocadas no cronograma do projeto. Em resposta, comentou-se que esses prazos já possuem uma folga, prevendo exatamente essa simultaneidade de eventos com outros projetos. A prática leva a considerar que essas folgas estariam superdimensionadas, pois são consideradas para a totalidade dos projetos. Estaria, assim, ocorrendo superalocação de tempo da coordenação dentro dos diferentes projetos. Esses tempos, caso fossem somados, resultariam em um número de horas superior ao que seria fisicamente possível.

Percebe-se, portanto, não existir um planejamento geral integrando todos os projetos de maneira a possibilitar uma coordenação mais racional e integrada das atividades. Esse recurso metodológico, caso fosse aplicado, possibilitaria uma maior homogeneidade de trabalho, pois resultaria uma distribuição de tempo mais equilibrada para o exercício das atividades entre os diferentes projetos em andamento.

- c) **Rotinas de verificação do projeto lentas e sem uso da T.I. :** As verificações são feitas manualmente, em cópias plotadas, xerocadas e enviadas para os projetistas. Após a conclusão das revisões, é feito um novo acompanhamento, até que o ciclo seja concluído. O procedimento adotado é extremamente lento, sem nenhuma sistematização, e informal. As facilidades de anotação eletrônica que são oferecidas pela ferramenta de desenho Autocad, por meio do recurso de *markup*, acabam também sendo desperdiçadas. A coordenação, questionada a esse respeito, alegou ser mais fácil e mais rápido o procedimento adotado, e que a digitação dos itens consumiria maior tempo de trabalho [...] (informação verbal)²⁸.

²⁸ Informação verbal fornecida pelo coordenador de projetos da empresa estudada em março de 2006.

-
- d) **Deficiências na formalização do processo de projeto** : Esse tópico ficou evidenciado durante as entrevistas com os demais agentes, sendo que a falta de sistematização costuma acarretar problemas principalmente com empresas que estão iniciando suas atividades com a construtora. O ponto foi bastante enfocado no relato do arquiteto desenvolvedor do projeto. A coordenação informou estar trabalhando num manual com todo o detalhamento padronizado de Arquitetura, visando regularizar esse ponto. O manual conterá também informações sobre o conteúdo e a forma de apresentação de projetos da empresa. Existe também, por parte da empresa, uma preocupação em estabelecer uma retroalimentação do processo, pois o departamento de projetos mantém freqüentes contatos com a obra no início de cada uma das etapas mais importantes. Essas informações passadas pela obra serão também incorporadas ao manual de projetos.
- e) **Baixa produtividade dos projetistas**: Um fator recorrente em todas as análises feitas foi devido a problemas de sub-alocação de recursos por parte dos projetistas. Um sistema de planejamento mais eficaz certamente perceberia mais rápido esses problemas; porém, não os evitaria.
- f) **Modalidade de contratação dos projetistas**: A modalidade de contratação vigente na totalidade das empresas do mercado estabelece os critérios de remuneração em função das entregas de desenhos e, dessa maneira, cria o paradigma do modelo de planejamento baseado nas entregas.
- g) **Coordenação pouco voltada a gestão e mais a compatibilização**: A coordenação, da forma exercida atualmente, acaba trabalhando quase que exclusivamente na compatibilização do projeto do que na sua gestão. A falta de um sistema de gestão pela qualidade nos escritórios dos projetistas acaba resultando no envio de desenhos com muitas incompatibilidades, que acabam sendo solucionadas pela coordenação, e não pelos próprios projetistas. Por outro lado, o excesso de centralização da coordenação acaba por criar uma situação de acomodação generalizada.
- h) **Equívocos com o uso e com a forma de escolha da extranet**: Foi constatado que o uso da extranet do projeto acontece apenas como repositório dos arquivos. O

coordenador, questionado a esse respeito, informou que gostaria de utilizá-la como apoio para as outras necessidades da gestão, mas alegou que a interface do programa, pouco amigável, constitui-se numa barreira que obrigou-o a restringir o uso da extranet.

II. Problemas originados por deficiências na metodologia de planejamento

- a) **A empresa adotou para a gestão dos seus projetos um modelo ineficaz, que apresenta falhas metodológicas em sua estruturação:** O modelo adotado não foi pensado a partir de uma visão de redes de atividades, pois foi criado originalmente como um cronograma de barras. Posteriormente, sofreu adaptações para permitir seu gerenciamento pelo MS Project, porém, sem que as falhas conceituais de origem fossem resolvidas.
- b) **Modelo baseado no controle de entregas:** O modelo adotado enfoca apenas o controle das entregas dos projetistas, sem dar atenção ao fluxo das atividades envolvidas. Embora se utilize da representação em rede PERT, foram observadas diversas falhas técnicas na vinculação entre as atividades como excesso de folgas e falta de fechamento de *links* entre processos, resultando numa rede inconsistente.
- c) **O modelo adotado é redundante e pouco detalhado:** O estudo do modelo revelou a possibilidade de compressão do prazo até para cem dias, desde que feitas racionalizações nas atividades e também um detalhamento mais profundo, pelo menos ao nível dos sub-sistemas.
- d) **Controle assistemático e sem retroalimentação:** O controle e a atualização do planejamento não são sistemáticos, pois ocorrem sem critérios estabelecidos. Também não procura-se levantar as razões dos atrasos verificados. O sistema fica, por esses motivos, sem retroalimentação e sem possibilidades de melhoria.
- e) **Deficiências no planejamento de curto prazo:** A coordenação adota um sistema de controle reativo, pois os atrasos somente são detectados após muito tempo e não logo no início. Esse fato pode ser explicado pela ausência de um planejamento sistemático de curto prazo que fosse explodindo as atividades com horizontes semanais e permitindo a ação em períodos mais curtos.

5. Conclusões

5.1 Atendimento aos objetivos da pesquisa

O objetivo principal da pesquisa foi o de estudar maneiras para melhorar a eficácia do planejamento e controle do processo de projeto. Entende-se que esse objetivo foi atendido, uma vez que a situação atual foi caracterizada a partir do levantamento das principais causas dos problemas, e foram apresentadas propostas visando a melhoria da situação verificada.

Acredita-se que os objetivos parciais da pesquisa também foram alcançados, uma vez que:

- 1) A **revisão bibliográfica** possibilitou o conhecimento da natureza do processo de projeto, um processo interativo e fundamentado na troca de informações para a solução de problemas, e que requer, por esse motivo, uma técnica especial para se lidar com a natureza de seus problemas. A revisão mostrou também que o estudo de técnicas estruturadas para o planejamento de projetos é muito recente no mundo, necessitando ainda de muitas aplicações e estudos para a consolidação e melhoria de suas práticas.
- 2) A **survey sobre a utilização das extranets de projeto** mostrou que o estágio atual de desenvolvimento do setor requer principalmente o seu uso como repositório de arquivos, estando ainda longe a sua utilização como instrumento de suporte dos processos interorganizacionais que se estabelecem no ambiente multidisciplinar do projeto. A opção de serem estudados de maneira integrada, os métodos de planejamento e as extranets, se mostrou acertada, uma vez que os novos paradigmas de gestão do processo de projeto tratam o projeto como um processo, e adotam modelos de planejamento baseados na gestão de seu fluxo de informações com uso intensivo da Tecnologia da Informação. A pesquisa mostrou que o ambiente das extranets pode possibilitar o gerenciamento do processo, porém ainda são necessárias melhorias e foram feitas diversas recomendações nesse sentido.

-
- 3) O **estudo de caso** revelou que são utilizadas práticas obsoletas e inadequadas para a gestão do planejamento de projetos. A empresa estudada é representativa das melhores práticas do mercado, e a constatação de seus métodos lança preocupações a respeito do estágio ainda embrionário de desenvolvimento dos sistemas de gestão de projetos nas empresas contratantes e nas projetistas.

5.2 Levantamento das causas da ineficácia do planejamento

Buscou-se, ao longo da pesquisa, constatar a situação atual do planejamento de projetos, sendo que, a partir da constatação de suas práticas e do levantamento dos problemas, foram identificadas as principais causas de sua ineficácia, classificadas a seguir em duas categorias:

- **Deficiências no sistema de gestão do processo de projeto das empresas:** o sistema de gestão do processo de projeto que é adotado possui uma série de pontos problemáticos que foram abordados no Capítulo 4 e levantados através da técnica do estudo de caso. As práticas da coordenação, a forma como se estabelece a relação com os projetistas e as práticas com as extranets de projeto são alguns dos pontos mais importantes.
- **Falhas na metodologia de planejamento empregada:** por se tratar do tema central da pesquisa, este tópico é considerado separadamente. Com o uso das ferramentas estudadas na bibliografia, foram feitas simulações nos próprios modelos utilizados pela empresa, chegando-se a resultados interessantes que mostram o potencial de melhorias que pode ser implementado ao processo atualmente em uso pela empresa. O estudo do modelo adotado mostrou falhas de natureza técnica em sua estruturação, como inconsistência da rede e detalhamento insuficiente, que seguramente contribuem para a ineficácia do modelo.

A Tabela 22 organiza de maneira resumida as principais causas da ineficácia do planejamento.

Tabela 22: Principais causas da ineficácia do planejamento.	
DEFICIÊNCIAS NO SISTEMA DE GESTÃO	
Causas primárias	Fatores causadores de problemas
Gestão e Coordenação do Processo de Projeto	Pouco voltada para a Gestão atuando quase que exclusivamente na Compatibilização
	Promove baixo intercâmbio entre a equipe de projeto
	Estilo excessivamente centralizado, dificultando a comunicação e se tornando um gargalo do processo
	Adota o modelo de projeto seqüencial, lento e com grandes lotes de troca de informações
	A modalidade de contratação dos profissionais, a preço fechado, pago através da entrega seqüencial de desenhos, sem preocupação com o escopo contratual, gerou um modelo de gestão focado apenas no controle dos contratos e nas entregas de desenhos
	Processo de projeto ocorre com informalidade excessiva
	Ausência de planejamento geral e integrado da totalidade dos projetos da empresa
	O controle do processo é reativo, somente se tomando ações após os problemas terem ocorrido
	Falhas no controle de curto prazo

(continua)

(continuação)

Causas primárias	Fatores causadores de problemas
Profissionais de projeto	Baixa produtividade justificada pelo volume de retrabalhos e pela sobrecarga
	Resistência a adoção de métodos de planejamento
	Baixo controle de qualidade dos projetos, obrigando o Coordenador do Projeto a fazer todo o trabalho de compatibilização dos desenhos
Uso da Tecnologia da Informação	Rotinas de verificação de projeto lentas, manuais e sem a utilização dos recursos da tecnologia da informação
	A comunicação é informal e ocorre fora do ambiente da extranet, sem o controle da empresa
	A contratação do provedor da extranet é feita apenas pelo critério de menor preço
	O uso predominante das extranets de projeto tem sido a de repositório de arquivos
METODOLOGIA DE PLANEJAMENTO	
Causas primárias	Fatores causadores de problemas
Métodos inadequados	Uso de modelo determinístico, emprestado do planejamento de obras, e focado na entrega de desenhos
	O detalhamento do modelo é insuficiente e encara o desenvolvimento do projeto das especialidades como “caixa-preta”
	Excesso de atividades de revisão e emissão revisada que se transformam em “gargalos” do processo

(conclusão)

Causas primárias	Fatores causadores de problemas
Métodos inadequados	O controle é feito de forma assistemática e sem procurar analisar as causas dos atrasos
	Os modelos não consideram fatores da natureza do projeto: incerteza, interatividade e variabilidade
	Falhas no planejamento e controle de curto prazo

5.3 Melhorias e necessidades de avanços

A investigação dos principais problemas que diminuem a eficácia do planejamento do processo de projeto escapa muitas vezes do alcance dos profissionais de projeto e das empresas contratantes, que tendem a atribuir o seu insucesso a fatores exógenos, esquecendo-se que muitas vezes esses problemas decorrem da sua própria maneira de agir.

A falta de planejamento ou o planejamento inadequado do projeto leva seguramente a inúmeros retrabalhos, e pode-se concluir que a implementação de técnicas adequadas para o planejamento de projetos, aliadas às melhorias do sistema de gestão, constituem-se em fatores fundamentais para a redução do desperdício de tempo e para o aumento da produtividade.

5.3.1 Recomendações aos Contratantes de Projetos e Projetistas

O mercado adota o regime de preço global e fechado para a contratação dos projetos. Os pagamentos devidos são efetuados mediante a conclusão das etapas parciais e final dos projetos. A caracterização da conclusão dessas etapas se dá com a entrega de desenhos correspondentes aos produtos dessas etapas, condicionando o fluxo do projeto a ocorrer dessa forma.

Os modelos de planejamento desenvolvidos se preocupam somente em controlar os pontos de conclusão dessas etapas, sem, contudo, estabelecer previamente os objetivos a serem atingidos. Percebeu-se na pesquisa que pouca importância tem sido dada à definição precisa do escopo de contratação. Por esse motivo, levantam-se dúvidas sobre os produtos a serem entregues em cada uma das etapas, trazendo insatisfação para os contratantes, que julgam estar pagando por serviços incompletos, e para os projetistas, que entendem terem entregue o que havia sido combinado.

Melhorar a eficácia do planejamento irá requerer melhorias no sistema de contratação dos projetistas, definindo melhor: o escopo de contratação, os objetivos a serem atingidos, o desempenho pretendido da edificação, o fluxo de informações a ser gerado e os produtos a serem entregues em cada etapa do projeto. Com a introdução dessas melhorias, o modelo de planejamento receberá dados melhores para organizar o fluxo das informações de maneira mais precisa e se tornar um instrumento mais eficaz.

Outro ponto problemático e conflituoso a ser solucionado nas relações entre contratantes e projetistas é o ônus do retrabalho. O retrabalho é um dos principais fatores da baixa produtividade observada no setor de projetos. Pelo lado dos profissionais, estima-se que o retrabalho corresponda em até trinta por cento das horas técnicas gastas em projetos [...] (informação verbal)²⁹, o que é um número elevadíssimo e que tem onerado economicamente a atividade de projetar.

O retrabalho oneroso e o atraso na entrega dos projetos são interpretados pelos profissionais e contratantes como problemas; contudo, a pesquisa mostrou que são sintomas derivados principalmente pela utilização ineficaz dos recursos alocados para o desenvolvimento dos projetos.

²⁹ Informação fornecida pelo Eng.º José Roberto Braguim, Vice-Presidente da ABECE (Associação Brasileira de Engenharia e Consultoria Estrutural) em palestra proferida no I Encontro de Gestores de Projeto, São Paulo, 2006.

Entenda-se aqui que o retrabalho combatido é aquele causado por interações imprevistas, e não aquele que se refere às interações planejadas, que fazem parte da rotina normal dos projetos, e têm na DSM a ferramenta aliada para planejar sua ocorrência no momento certo.

As interações imprevistas são causadas, pela parte dos contratantes, por falhas na especificação do produto originadas pelo desconhecimento das necessidades dos clientes, pela postergação da contratação dos projetos complementares que retardam a entrada de informações importantes ao projeto, causando lacunas de informação que, ao serem preenchidas em etapas posteriores criarão ciclos de interações, e pelo estudo superficial dos métodos construtivos a serem empregados.

As recomendações aos contratantes é que desenvolvam melhor a etapa de *briefing*, organizem mais cedo a equipe de projetistas e incluam as contribuições dos projetos para produção e a experiência dos construtores.

Podem ser enumeradas, por parte dos projetistas, diversas causas para as interações imprevistas, como: erros de projeto, compatibilização insuficiente, uso inadequado das ferramentas de TI, falta das informações necessárias para o desenvolvimento dos trabalhos e desorganização causada por falta de planejamento.

Dentro do âmbito de estudo dessa pesquisa, as recomendações aos projetistas visam promover o uso do planejamento como ferramenta de gestão do projeto, pois percebeu-se que os escritórios de projeto desconhecem as práticas mais simples. Sugere-se também a melhoria do controle de qualidade do produto entregue, visando com isso diminuir as falhas ocasionadas por falta de compatibilização, e recomenda-se a utilização de maneira plena das extranets de projeto.

A diminuição do retrabalho oneroso somente diminuirá com a mudança de comportamento de todos. Recomenda-se ainda que, além das sugestões apresentadas, que visam a melhoria dos processos, se preveja em contrato, onerar a parte responsável, contratante ou contratado, pelo custo do retrabalho.

5.3.2 Recomendações aos Coordenadores de Projeto

Percebeu-se no estudo de caso que o tempo do Coordenador está praticamente comprometido como compatibilizador do projeto. Atuando dessa maneira, o Coordenador se transforma em mais um membro da equipe de projeto, incorporando as funções de controle da qualidade que acabam sendo repassadas dos projetistas para ele.

Entende-se ser este um dos problemas nucleares de onde se desencadeiam os demais, pois esse desvio nas funções originais do Coordenador acaba relegando para segundo plano a Gestão do processo de projeto e perpetuando práticas obsoletas. A recomendação mais importante e inicial, vem no sentido de que o Coordenador passe a atuar como Gestor, a fim de possibilitar a implantação das demais recomendações feitas a seguir.

Recomenda-se que o Planejamento passe a ser considerado pelos Coordenadores como um processo estratégico na condução do processo de projeto, e sugere-se para a melhoria de sua eficácia:

- a reformulação dos modelos de processo adotados, abandonando os modelos determinísticos e transformando-os em modelos do fluxo de informações;
- construção de modelos que permitam o desenvolvimento em paralelo do projeto, o que é conseguido modelando-o em partes menores que facilitarão o exercício da troca de informações mais freqüente;
- o uso de técnicas adequadas para a manipulação desses modelos, como a DSM;
- o planejamento integrado de todos os projetos da empresa;
- a formalização do processo de projeto;
- gestão do projeto dentro do ambiente das extranets, possibilitando que as mesmas passem a gerenciar, além de documentos, que é a situação atual, as comunicações e o *workflow*;

-
- a incorporação de rotinas sistemáticas de controle dos prazos com análises das causas de desvios, possibilitando a retroalimentação do planejamento.

5.3.3 Recomendações aos pesquisadores

A metodologia estudada, ADePT, mostrou-se poderosa e adequada na medida em que permite estruturar o processo de projeto em função das suas precedências de informação, e não por seqüências de entregas de desenhos.

Entende-se que o conteúdo metodológico atual seja necessário e suficiente para a implementação efetiva no mercado de projetos; contudo, são feitas recomendações no sentido de serem previstos os limites atuais dessa metodologia e se evitarem gargalos futuros.

O ponto chave dessa metodologia é, sem dúvida, a construção do modelo do fluxo das informações. A fase de construção do modelo é decisiva no processo, pois é a partir dele que se estudará toda a estruturação dos dados necessários ao desenvolvimento do projeto. A técnica da DSM é um estágio importante dessa metodologia, pois permite organizar o fluxo das informações identificando os ciclos onde ocorrem as interações entre as atividades.

A DSM possibilita a identificação do retrabalho que é gerado por interações esperadas, que são motivadas por revisões e por trocas de informações entre especialidades. A técnica é importante, pois permite organizar as atividades de maneira a minimizar esses ciclos de *feedback*, entretanto, nenhuma técnica possibilita prever interações inesperadas, motivadas principalmente por mudanças de escopo feitas por clientes em estágios avançados do projeto.

A DSM se mostrou uma técnica adequada para o planejamento de projetos, pois permite a representação da interatividade, possibilita a reorganização das atividades de maneira a reduzir os ciclos de retrabalho, e permite a visão de conjunto de todo o processo, além de ser de fácil compreensão.

Porém, a complexidade exigida para a montagem da DSM, representada pela necessidade do conhecimento profundo do processo de projeto ao nível mais elementar das atividades, se constitui num fator que poderá inviabilizar o uso intensivo dessa técnica. Outro obstáculo é a ausência de softwares específicos no mercado.

Outra lacuna constatada pela pesquisa foi a ausência de uma técnica específica de planejamento para os estágios iniciais do projeto. Essa etapa, discutida no item 2.1.2 do trabalho, se caracteriza por um alto impacto do conteúdo e por uma baixa estruturação do processo de informações. A DSM é uma técnica altamente estruturada, não sendo, por isso, recomendada para essa etapa do processo. Recomenda-se, portanto, o estudo de técnicas ou a adaptação da existente para as etapas iniciais do projeto.

A metodologia ADePT praticamente não aborda os aspectos relacionados ao Controle do Processo, deixando uma lacuna de conhecimento a ser preenchida. Entende-se, contudo, que a simples transposição de métodos de controle usuais em processos de produção, que comparam previstos e realizados, não sejam suficientes para controlar o processo de projeto, e indicadores baseados também na medição do fluxo e da logística da informação devam também ser desenvolvidos.

Em relação ao desenvolvimento da metodologia, são resumidas a seguir as principais recomendações aos pesquisadores:

- visando a ampla divulgação da técnica, sugere-se o desenvolvimento de modelos de projeto que possam ser adequados aos casos corriqueiros de edifícios residenciais. Os modelos devem levar em consideração as necessidades de informação previstas no escopo de cada especialidade;
- estudo de técnicas para o planejamento das etapas iniciais do projeto;
- os modelos atuais de extranet são modelos de *workgroup*; recomenda-se o desenvolvimento de modelos que incorporem o *workflow* e possibilitem o planejamento do projeto dentro do ambiente da extranet;

-
- desenvolvimento de métodos de controle do processo de projeto que possam ser incorporados de maneira automática às extranets.

5.4 Sugestões para trabalhos futuros

A pesquisa permitiu constatar lacunas que se constituem em oportunidades para o avanço do conhecimento na área, possibilitando a sugestão de alguns trabalhos futuros:

- 1) Desenvolvimento de metodologia específica para o Controle de Projetos que possa aliar-se ao sistema de planejamento proposto pela metodologia ADePT. Esse sistema de controle deverá trabalhar com indicadores do fluxo das informações e medir o progresso a partir de padrões de referência também a serem desenvolvidos.
- 2) Estudo de novas técnicas de planejamento que possibilitem modelar as etapas iniciais do projeto, caracterizadas por grande troca de informações e por baixa estruturação do processo.
- 3) Como Projeto de Pesquisa de Doutorado do autor, será proposta a implementação, no ambiente das extranets, de modelos de referência de planejamento de projetos utilizando a DSM como ferramenta de gestão. Entende-se que o estágio atual das extranets está bastante distante disto, sendo necessários esforços de pesquisa para esse avanço. A etapa de modelagem da DSM seria drasticamente reduzida a partir do fornecimento de modelos padronizados de referência para os principais tipos de projeto, o que possibilitaria acesso imediato para a maioria das empresas, removendo barreiras culturais e gerenciais. Essa pesquisa deverá desenvolver o algoritmo que permita o processamento da DSM a partir da Web sem a necessidade da aquisição de software específico pelo usuário. Aliadas a essas potencialidades, se desenvolverão os modelos de controle do processo, que também aliados aos de planejamento, permitiriam, de maneira mais automática, a retroalimentação do sistema.

REFERÊNCIAS

AALST, W. M. et al. Adaptive workflow: on the interplay between flexibility and support. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 1., 1999, Setubal, Portugal. **Proceedings...** Setubal, Portugal: ICEIS, 1999. p.353-360.

ANUMBA, C. J.; BARON, G.; EVBUOMWAN, N. Communications issues in concurrent life-cycle design and construction. **BT Technology Journal**, Londres, v. 15, n. 1, p. 209-216, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE SISTEMAS PREDIAIS; SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de escopo de projetos e serviços de elétrica e hidráulica**. São Paulo, 2005. 58 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA E CONSULTORIA ESTRUTURAL; SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de escopo de projetos e serviços de estrutura**. São Paulo, 2005, 60 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas. Rio de Janeiro, 1995b. 10 p.

_____. **NBR 13532**: elaboração de projetos de edificações: arquitetura. Rio de Janeiro, 1995a. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA. **Manual de contratação dos serviços de arquitetura e urbanismo**. São Paulo: Pini, 1992. 107 p.

_____.; SINDICATO DAS EMPRESAS DE COMPRA, VENDA, LOCAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO DE IMÓVEIS RESIDENCIAIS E COMERCIAIS DE SÃO PAULO; SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de escopo de projetos e serviços de arquitetura**. São Paulo, 2005. 166 p.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. 1996. 206 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

ASSUMPÇÃO, J. F.P.; FUGAZZA, A. E. Coordenação de projetos de edifícios: um sistema para programação e controle do fluxo de atividades do processo de projetos. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8., 2001, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2001. p. 1-8.

AUSTIN, S. et al. Analytical design planning technique: a model of the detailed building design process. **Design Studies**, Oxford, v. 20, n. 3, p. 279-296, 1999.

_____. et al. **Development of the ADePT methodology: an interim report on the link IDAC 100 project**. Loughborough: Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, 1998. 36 p. (IDAC 100 Project).

_____. et al. Modeling and managing project complexity. **International Journal of Project Management**, Guildford, v. 20, n. 3, p. 191-198, 2002.

_____. ; BALDWIN, A.; NEWTON, A. Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design. **Construction Management and Economics**, London, v. 12, n. 5, p. 445-455, 1994.

BALLARD, G.; KOSKELA, L. On the agenda of design management. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 6., 1998, Guarujá. **Proceedings...** Guarujá: [s.n.], 1998. p.1-13.

BORDIN, L.; SCHMITT, C. M.; GUERRERO, J. M. A importância de melhor gerenciar a utilização de sistemas colaborativos para o desenvolvimento de projetos na indústria da construção civil. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: PUC/RS, 2002. p. 1-10.

BROWNING, T. R. Applying the design structure matrix to system decomposition and integration problems: a review and new directions. **IEEE Transactions on engineering management**, New York, v. 48, n. 3, p. 292-306, 2001.

_____. **Modeling and analyzing cost, schedule, and performance in complex system product development**. 1998. 300 f. Tese (Doutorado) - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 1998.

CALDAS, C. H.; SOIBELMAN, L. Avaliação da logística de informação em processos inter-organizacionais na construção civil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO, 2., 2001, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2001. 1 CD-ROM

CARDOSO, F. F. Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França: parte 2: do estratégico ao tático. **Estudos Econômicos da Construção**, São Paulo, n. 3, p. 119-160, 1997.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES. **Programa de gestão da qualidade no desenvolvimento do projeto da construção civil**. São Paulo: CTE; Sinduscon, 1997. /Não publicado/.

CHO, S.-H. **An integrated method for managing complex engineering projects using the design structure matrix and advanced simulation**. 2001. 124 f. Tese (Doutorado) - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2001.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**. 2003. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

CROSS, N. Natural intelligence in design. **Design Studies**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 25-39, 1999.

CRUZ, T. **Workflow**: a tecnologia que vai revolucionar processos. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998. 226 p.

DAFT, R. D.; LENGEL, R. H. Organizational information requirements, media richness and structural design. **Management Science**, Maryland, v. 32, n. 5, p. 554-571, 1986.

DAVENPORT, T. **Ecologia da informação**: por que só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998. 316 p.

DEMO, P. **Metodologia do conhecimento científico**. São Paulo: Atlas, 2000. 216 p.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. 329 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

_____.; MELHADO, S. B.; BAÍÁ, J. L. Estudo da seqüência de etapas do projeto na construção de edifícios: cenário e perspectivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 18., 1998, Niterói. **Anais...** Niterói: UFF/TEP, 1998. p.1-8.

FORMOSO, C. T. (Coord.). **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre: NORIE/PPGEC/UFRGS, 1999. 27 p.

GRAY, C.; HUGHES, W. **Building Design Management**. 1a. ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. 177 p.

HAMMOND, J. et al. Integrating design planning, scheduling, and control with Deplan. In: ANNUAL CONF. INTL. GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 8., 2000, Brighthon. **Proceedings...** Brighthon: 2000. p.1-11

HUOVILA, P.; KOSKELA, L.; LAUTANALA, M. Fast or concurrent: the art of getting construction improved. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean construction**. Rotterdam: A.A.Balkema, 1997. p. 143-159.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T. A implementação e administração de extranets em empreendimentos complexos de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., 2004, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2004. p.1-15.

JACQUES, J. J. **Contribuições para a gestão da definição e transmissão de informações técnicas no processo de projeto.** 2000. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

KAMARA, J. M. Enablers for concurrent engineering in construction. In: ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11., 2003, Blacksburg, Virginia. **Proceedings...** Blacksburg, Virginia, 2003. p.1-13.

KAMEI, C. G.; FERREIRA, R. C. Estudo sobre duas experiências de uso de sites colaborativos no processo de desenvolvimento de projetos de compatibilização. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002. **Anais...** Porto Alegre: PUC/RS, 2002. p.1-5.

KHALFAN, M. M.; ANUMBA, C. J.; CARRILO, P. M. **An investigation of the readiness of the construction industry for concurrent engineering.** Loughborough: Loughborough University, Department of Civil and Building Engineering, 2002. 20 p. Disponível em: <http://www.servq.info/Servqweb/CIOB_Paper.pdf>. Acesso em: 15/6/2006.

KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction.** 2000. 298 f. Tese (Doutorado) - Helsinki University of Technology, Espoo, Finlândia, 2000.

_____. ; HUOVILA, P. On foundations of concurrent engineering. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCURRENT ENGINEERING IN CONSTRUCTION, 1., 1997, Londres. **Proceedings...** Londres: The Institution of Structural Engineers, 1997. p.22-32.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job?: a critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, Londres, n. 5, p. 243-266, 1987.

MALMSTRÖM, J.; PIKOSZ, P.; MALMQVIST, J. Complementary roles of IDEF0 and DSM for the modeling of information management process. **Concurrent Engineering**, London, v.7, n. 2, p. 95-103, 1999.

MAYER, R.; PAINTER, M. K.; DEWITTE, P. S. **IDEF family of methods for concurrent engineering and business re-engineering applications**. [S.l.]: Knowledge Based Systems, 1992. Disponível em: <<http://www.idef.com/pdf/IDEFFAMI.pdf>>. Acesso em: 5/8/2006.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. 235 f. Tese (Livre-docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

_____. Introdução ao tema. In: _____ (Ed.). **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. p. 11-23.

_____. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994. 295 f. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MENDES, R. et al. Estudo comparativo de sistemas colaborativos de projeto. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2005. p.1-9.

NASCIMENTO, L. A. **Proposta de um sistema de recuperação de informação para extranet de projeto**. 2004. 123 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

_____. ; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, 2003.

NETDICTIONARY. **Internet** 2006. Disponível em: <<http://www.netdictionary.com/i.html>>. Acesso em: 16 jun. 2006.

O'BRIEN, W. J. Implementation issues in project web-sites: a practitioner's viewpoint implementation issues in project web-sites: a Practitioner's viewpoint. **Journal of Management in Engineering**, New York, v.16, n.3, p. 34-39, 2000.

OLOUFA, A. et al. Using DSM for modeling information flow in construction design projects. **Civil Engineering and Environmental Systems**, Amsterdam, v.21, n.2, p. 105-125, 2004.

OTTER, A. F. Design communication within fast-track building projects. In: ADVANCES IN CONCURRENT ENGINEERING, 2002, Lisse. **Proceedings...** Lisse: Swetz & Zeitlinger, 2002. p.585-595.

PEKTAS, S. T.; PULTAR, M. Modelling detailed information flows in building design with the parameter-based design structure matrix. **Design Studies**, Londres, v.27, p.99-122, 2005.

PERALTA, A. C. **Um modelo do processo de projeto de edificações, baseado na engenharia simultânea, em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte.** 2002. 143 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

PICORAL, R. Coordenação de projetos - estudo comparativo entre procedimentos de gerência de documentos: sistema convencional x sistema extranet. In: WORKSHOP NACIONAL GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2., 2002, Porto Alegre. **e-Anais**. Porto Alegre: PUC/RS, 2002. Disponível em: <<http://www.eesc.sc.usp.br/sap/projetar/files/A019.pdf>> . Acesso em: 12 mar. 2005

PINSONNEAULT, A.; KRAEMER, K. L. Survey research methodology in management information systems: an assessment. **Journal of Management Information Systems**, New York, v.10, n.2, p. 75-106, 1993.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **PMBOK**: a guide to the project management body of knowledge. Tradução de: PMIMG. Belo Horizonte, MG, 2000. Disponível em: <<http://www.pmimg.org.br/pmbok.html>>. Acesso em: 7 out. 2004.

RODRIGUEZ, M. A. **Coordenação técnica de projetos: caracterização e subsídios para sua aplicação na gestão do processo de projeto de edificações.** 2000. 172 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** 2003. 381 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, E. T.; NASCIMENTO, L. A. Recuperação de informação em sistemas de informação na construção civil: o caso das extranets de projeto. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 1., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000. p.111-129.

SLACK, N.; CHAMBERS, C. H. S.; ARLAND, C. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1997. 726 p.

SOIBELMAN, L.; CALDAS, C. H. O uso de extranets no gerenciamento de projetos: o exemplo norte americano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 8., 2000, Salvador. **Modernidade e sustentabilidade: anais**. Salvador: ANTAC, 2000. p.588-595.

SOUZA, A. L. et al. O processo de projeto e sua gestão. In: MELHADO, S. B. (Ed.) **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005. p. 27-47.

SOUZA, R.; SILVA, M. A. **Gestão do processo de projeto de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003. 181 p.

SPROULL, L.; KIESLER, S. **Connections, new ways of working in the networked organization**. Cambridge, Massachussets: MIT Press, 1991. 212 p.

SULANKIVI, K.; LAKA, A.; LUEDKE, M. **Project management in the concurrent engineering environment**. Espoo, Finlandia: VTT, 2002. 108 p. (VTT Publications; 470).

THE DESIGN STRUTURE MATRIX (DSM) HOMEPAGE. **DSM Partitioning**. Disponível em: <<http://www.dsmweb.org/tutorial/partioning.htm>>. Acesso em: 30/4/2005.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. 150 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

_____.; FORMOSO, C.T. **Gestão da qualidade na construção civil: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte: relatório de pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS/NORIE, 2001. 354 p.

_____.; LIEDTKE, R. Diretrizes para a modelagem do processo de desenvolvimento de projeto de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7., 1998, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ANTAC, 1998. p. 628-634.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Sistema Integrado de Bibliotecas. Grupo DiTeses. **Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP:** documento eletrônico e impresso. São Paulo: SIBi/USP, 2004. 110 p.

VALERIANO, D. **Gerência em projetos.** São Paulo: Makron Books, 1998. 438 p.

VLOSKY, R.; FONTENOT, R.; BLALOCK, L. **Extranets:** impact on business practices and relationships. Pennsylvania: Institute for the Study of Business Markets, 1998. 49 p. (ISBM Report 20-1998).

WATSON, A.; DAVOODI, M. Transferring project documents and associated metadata between company documents management systems and project extranets. In: EUROPEAN CONFERENCE ON INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGY ADVANCES AND INOVATION IN THE KNOWLEDGE SOCIETY - eSMART 2002, 2002, Salford. **Proceedings...** Salford: University of Salford, 2002. p. 1-11. Disponível em: <<http://www.cae.civil.leeds.ac.uk/papers/eSMART.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2006.

YASSINE, A.; BRAHA, D. Complex concurrent engineering and the design structure matrix. **Concurrent Engineering**, London, v.11, n.3, p. 165-176, 2003.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

ANEXOS

Anexo I - Questionário da pesquisa das Extranets

Função:	
Cargo:	
1	Com relação às ferramentas de colaboração em Projetos, sua empresa:
	É usuária (neste caso, pule as questões 2 e 3 e prossiga a partir da questão 4).
	Não é usuária.
	Já foi usuária e atualmente não é mais.
2	Assinale os principais motivos porque a empresa não é usuária das ferramentas de colaboração:
	Preço.
	Baixo volume de projetos.
	Falta de mais informações.
	Temos o nosso próprio sistema de gestão que funciona normalmente.
	Segurança dos dados.
	Outros (descrever):
3	Assinale os principais motivos porque a empresa deixou de ser usuária das ferramentas de colaboração:
	Usava por imposição do cliente, e não por escolha própria.
	Outros (relacione):

(continua)

(continuação)

4	Atividade mais importante da empresa:
	Construtora.
	Autarquia ou órgão público.
	Gerenciadora.
	Incorporadora imobiliária.
	Projetos.
	Outro (especificar):
5	Em caso de empresas de projeto, assinale a(s) especialidade(s) onde atua:
	Acústica.
	Ar Condicionado.
	Arquitetura.
	Automação.
	Caixilhos.
	Decoração.
	Estrutura.
	Fundações.
	Impermeabilização.
	Instalações Elétricas.
	Instalações Hidráulicas.
	Luminotécnica.
	Paisagismo.
	Segurança.
	Vedações.
	Outros (especificar aqui):
6	No caso de atuar na Coordenação de Projetos, qual modalidade de Coordenação de Projetos é feita pela empresa?
	Externa, com empresa especializada.
	Externa, com o arquiteto autor do projeto.
	Interna, com departamento próprio de Projetos.
	Interna, com o departamento de Obras ou Diretoria.

(continuação)

7	Tempo de atuação da Empresa no mercado:
	Menos de 5 anos.
	De 5 a 10 anos.
	De 10 a 15 anos.
	De 15 a 20 anos.
	Maior que 20 anos.
8	Faturamento bruto anual em Reais <i>(Resposta opcional)</i> :
	Inferior a 500 mil.
	Entre 500 mil e 1 milhão.
	Entre 1 e 2 milhões.
	Entre 2 e 5 milhões.
	Entre 5 e 20 milhões.
	Entre 20 e 50 milhões.
	Entre 50 e 100 milhões.
	Acima de 100 milhões.
9	Qual o número de funcionários diretos da sua empresa?
	1 a 5.
	5 a 10.
	10 a 20.
	20 a 50.
	50 a 100.
	Acima de 100.
10	Composição do quadro de funcionários:
Número	Escolaridade.
	Nível Superior.
	Estudantes universitários.
	Técnicos de nível médio.
	2º grau e demais níveis abaixo.

(continuação)

11	Tipos de empreendimentos onde atua:
	Edifícios Residenciais e comerciais.
	Residências.
	Habitacionais de interesse social.
	Comerciais (lojas, agências bancárias, etc.).
	Públicos institucionais (museus, centros culturais, etc.).
	Hospitais.
	Hotéis e Flats.
	Edifícios Industriais.
12	Principais contratantes:
	Construtoras.
	Incorporadoras.
	Governo.
	Empresas privadas (supermercados, lojas, indústrias, bancos, hospitais, etc.).
	Pessoas físicas.
13	Trabalha com apoio de equipes externas de projeto terceirizadas?
	Sim, sempre.
	Sim, eventualmente.
	Não.
14	Número atual de projetos, em andamento simultâneo:
Número	
15	Com relação a Sistemas de Gestão da Qualidade:
	A empresa possui Sistema de Gestão da Qualidade certificado pelas normas ISO 9000.
	A empresa está em fase de implantação/certificação do Sistema de Gestão da Qualidade segundo as normas ISO 9000.
	A empresa possui sistema próprio de Gestão da Qualidade, porém o sistema não é certificado.
	A empresa não possui Sistema de Gestão da Qualidade..

(continuação)

16	Estrutura de computadores da empresa:
Número	
	Servidores.
	Estações de trabalho.
	Plotters.
17	Plataforma adotada:
	PC.
	Machintosh.
18	Além do espaço de armazenamento proporcionado pela ferramenta, onde ficam armazenados os arquivos de um projeto na etapa de desenvolvimento?
	No servidor interno de nossa rede.
	Disco local da máquina do próprio projetista.
19	Onde ficam armazenados os arquivos de um projeto depois de concluídos?
	No servidor interno de nossa rede.
	Disco local da máquina do próprio projetista.
	Disco virtual na Internet.
	Mídia removível (CD ROM, Zip Drive, Disco ótico).
20	Qual o software de desenho utilizado?
	Autocad (especificar a versão):
	Outros (especificar aqui):
21	Quais são os softwares utilizados em sua especialidade (estrutura, instalações, etc.)?
	(Especificar aqui):
22	Estes aplicativos (<i>mencionados na questão 19</i>) tem integração direta com os programas de desenho?
	Sim, totalmente.
	Sim, parcialmente.
	Não.

(continuação)

23	Modalidade de acesso a Internet adotada na empresa:
	Acesso discado, por linha telefônica comum.
	Banda larga, acesso por <i>ADSL</i> .
	Banda larga, acesso por rádio (tecnologias <i>wireless</i>).
24	O acesso a Internet para a equipe de projeto é:
	Livre, todos os computadores tem acesso.
	Controlado, acesso restrito a alguns equipamentos.
25	O uso de e-mails para comunicação de informações de projeto é:
	Livre, cada usuário é responsável por suas comunicações.
	Controlado, um único usuário opera todas as comunicações do escritório.
	Combinação das formas anteriores.
26	Quais são os funcionários que operam o software de e-mail?
	Secretárias.
	Estagiários.
	Arquitetos ou engenheiros de projeto.
	Titular do escritório.
27	Ferramentas de colaboração utilizadas no escritório ((anotar mais de uma opção caso utilizem mais de uma ferramenta)
	SADP-Sistrut.
	Construtivo.
	Construmanager.
	Outras (especificar aqui):
28	Tempo que vêm utilizando as Ferramentas:
	Menos de 1 ano.
	De 1 a 3 anos.
	De 3 a 5 anos.
	Mais de cinco anos.

(continuação)

29	A decisão de uso da Ferramenta de colaboração foi motivada por:
	Exigência do cliente.
	Decisão do próprio escritório.
30	Etapas do projeto em que a ferramenta é utilizada:
	Estudos preliminares.
	Anteprojetos.
	Projetos legais.
	Projetos executivos.
	Projetos para produção.
	Desenhos e demais materiais de vendas.
31	Os colaboradores terceirizados tem acesso ao sistema?
	Sim.
	Não.
	Não utilizamos serviços terceirizados.
32	Como é feita a operação do sistema?
	Centralizada, uma única pessoa é responsável pelo sistema.
	Descentralizada; cada usuário, em sua máquina, é responsável pela operação do sistema.
33	Quais são os funcionários que operam o sistema?
	Secretárias.
	Estagiários.
	Arquitetos ou engenheiros de projeto.
	Titular do escritório.
34	Relacione as principais dificuldades encontradas na implementação das ferramentas colaborativas.
	Cultura da organização.
	Necessidade de treinamento.
	Interface do sistema.
	Velocidade de acesso.
	Suporte técnico deficiente.
	Formalidade exigida nos procedimentos.
	Outras (comentar a vontade):

(continuação)

35	Relacione as principais vantagens e facilidades encontradas na implementação das ferramentas colaborativas.
	(Relacionar livremente):
36	Como a empresa faz os comentários em suas verificações de projetos?
	Com a própria ferramenta de colaboração para Extranet.
	Eletrônico, gravando os comentários em arquivos de <i>markup</i> através de programas visualizadores.
	Eletrônico, gravando os comentários em arquivos dwg do Autocad.
	Anotações manuais feitas em desenhos plotados.
	Anotações manuais feitas em papel e digitadas para planilhas eletrônicas ou processadores de texto.
37	Assinale em ordem de importância (1- mais importante; 2-...), as formas de comunicação que considera mais eficientes durante o desenvolvimento de um projeto:
	Com a própria ferramenta de colaboração para Extranet.
	Reuniões.
	E-mail.
	Telefone.
	Fax.
	Carta.
38	Dentro das suas necessidades de comunicação, quais ferramentas abaixo são na sua opinião eficientes e indicadas para projeto?
	Fórum com registro das discussões por arquivos.
	Gostaríamos que a ferramenta tivesse o recurso de Chats.
	Seria ótimo que a ferramenta tivesse vídeo conferência, porém precisaríamos conhecer a complexidade e os custos envolvidos.
	Achamos que este tipo de ferramenta não funcionam bem num ambiente de projeto.
	Não temos opinião a respeito.

(continuação)

39	Com relação à Coordenação do projeto, o advento das ferramentas de colaboração propiciou:
	Aumento da integração.
	Diminuição da integração.
	Não alterou em nada.
	Não tenho opinião a respeito.
40	Como a empresa controla as atas de reunião?
	Com a própria ferramenta de colaboração.
	Com sistema próprio, manual, desenvolvido pela empresa.
	Com sistema próprio, desenvolvido pela empresa, em planilhas eletrônicas ou processador de texto.
41	Como a empresa controla os prazos dos projetos?
	Com a própria ferramenta de colaboração.
	Com sistema próprio, manual, desenvolvido pela empresa.
	Com sistema próprio, em planilhas eletrônicas, desenvolvido pela empresa.
	Com Softwares de gestão de projetos (Ms Project ou similares).
42	Com o advento das ferramentas de colaboração, os prazos de projeto:
	Mantiveram-se os mesmos.
	Tiveram pouca redução.
	Tiveram muita redução.
	Os prazos de projeto aumentaram.
43	Com relação ao agendamento de tarefas e controle de etapas de desenvolvimento:
	O sistema poderia auxiliar mais.
	A forma atual oferecida pelo sistema nos atende.
	Achamos que não cabe ao sistema esta atividade, pois temos nossa própria forma.
	O sistema utilizado não tem esta função.

(continuação)

44	O gerenciamento de tarefas concatenadas com outros escritórios:
	Melhorou com a implantação do sistema.
	Piorou com o sistema.
	Indiferente, o sistema não exerce influência neste assunto.
	Não tenho opinião a respeito.
45	Com relação ao número de falhas de desenvolvimento, ocorreu:
	Nenhuma redução.
	Pouca redução.
	Muita redução.
	Não tenho parâmetros para avaliar.
46	Como a empresa controla o conteúdo das revisões de projeto?
	Com sistema próprio, manual, desenvolvido pela empresa.
	Com sistema próprio, em planilhas eletrônicas, desenvolvido pela empresa.
	Com a própria ferramenta de colaboração.
47	O controle de revisões de projeto após a implantação da ferramenta:
	Melhorou.
	Piorou.
	Indiferente.
	Não tenho opinião a respeito.
48	Qual a confiabilidade na segurança da informação, tanto no tráfego quanto no armazenamento?
	Total confiança no tráfego e no armazenamento.
	Confiança somente no tráfego.
	Confiança somente no armazenamento.
	Baixa confiabilidade.
49	O sistema melhorou a rastreabilidade dos arquivos?
	Sim.
	Não.
	Não tenho opinião a respeito.

(continuação)

50	Com relação à padronização da nomenclatura de arquivos:
	A empresa adota a classificação da AsBEA totalmente .
	A empresa adota a classificação da AsBEA parcialmente .
	Temos que atender a diversos padrões diferentes criados pelos clientes.
	Adotamos sistema próprio.
51	O custo com cópias após a implantação do sistema:
	Aumentou.
	Diminuiu.
	Não influenciou.
	Solicitamos as cópias via cliente, não controlamos este custo.
52	Você acharia interessante se o sistema pudesse <i>automaticamente</i> conhecer o conteúdo dos arquivos e perceber as modificações entre revisões?
	Sim.
	Não.
	Indiferente.
53	Com o advento das ferramentas de colaboração, a empresa passou a utilizar as possibilidades de pesquisa e busca de informações dentro do sistema?
	Sim.
	Não.
	Indiferente, o sistema não possui esta função.
54	A existência de visualizadores de arquivos através do próprio sistema é:
	Um bom recurso e estamos satisfeitos com a velocidade.
	Um bom recurso porém estamos insatisfeitos com a velocidade.
	Preferimos baixar o arquivo e usar diretamente o Autocad.
	A ferramenta utilizada não possui esta função automática.
55	O tempo para downloads e uploads é:
	Lento.
	Rápido.

(conclusão)

56	Os relatórios gerados pelo sistema são:
	Suficientes.
	Insuficientes.
	Tenho dificuldades em configurá-los e gostaria que o sistema fosse mais simples nisto.
	Não tenho opinião a respeito.
57	Relacione quais aspectos poderiam ser melhorados na interface:
	Maior analogia com o ambiente Windows.
	Maior facilidade para uso do Help.
	Comandos mais auto-explicativos.
	Possibilidade de impressão de relatórios.
	Outros (mencionar):
58	Grau de satisfação atual com a ferramenta:
	Alto.
	Médio.
	Baixo.
59	Campo livre para comentários, críticas e sugestões.

Anexo II – Roteiro para a realização das entrevistas e observações na Construtora e nas empresas Projetistas.

PARTE A – CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

1. Função e cargo do entrevistado.
2. Especialidade de projeto desenvolvido pela empresa.
3. Tempo de atuação da empresa no mercado.
4. Faturamento anual.
5. Número de funcionários diretos.
6. Tipo de empreendimentos onde atua.
7. Principais contratantes.
8. Trabalho com equipes terceirizadas.
9. Número atual de projetos em desenvolvimento.
10. Verificar se empresa tem um Sistema Geral da Qualidade e se o mesmo é certificado.

PARTE B – ORGANIZAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO

1. Verificar se a empresa possui um processo padronizado de projeto (ver evidências como: existência de um *check list* ou fluxograma).
2. Pedir (mesmo que não exista um processo estruturado e documentado) que a empresa descreva o seu processo de projeto.
3. Existe algum exemplo concreto que possa servir como exemplo para a pesquisa? (por exemplo, um trecho de projeto onde houve uma integração e organização maior?)
4. Como a empresa divide as etapas do projeto? Quais os critérios adotados?
5. Como funciona o processo de projeto na etapa conceitual? Como o cliente e os outros especialistas interagem nesta etapa?
6. Como é feita a divisão interna do trabalho do projeto?
7. Como a empresa avalia o cumprimento das tarefas envolvidas na elaboração do projeto?
8. Quais são as necessidades específicas de informação para cada uma destas etapas e quais são as principais saídas? (pensar em termos de *inputs*, *outputs* e enxergar os processos). Procurar ver “clientes e fornecedores” e entender as interfaces. Como estes *inputs* e *outputs* são validados?
9. Quais são, na opinião da empresa, os principais gargalos existentes e como poderiam ser eliminados?
10. Como a empresa controla as pendências de informações ou de definições que possam afetar o desenvolvimento de seu trabalho?
11. Como a empresa processa as trocas de informações com as outras especialidades?

-
12. Quais são os principais problemas causados pelas especialidades de projeto que são adjacentes ou fornecedores (atrasos, mudanças, indefinições, etc.)?
 13. Como os clientes – contratantes – interferem no fluxo normal do projeto e geram retrabalhos?
 14. Os blocos de informação que são tratados poderiam ser menores ou a empresa espera todo o desenvolvimento para depois enviar seu trabalho?
 15. A empresa trabalha de maneira seqüencial? Procurar entender os motivos que levam a isso.
 16. A empresa conhece (de maneira teórica ou através de participações em pesquisas) as técnicas de projeto utilizadas na engenharia simultânea?
 17. A empresa conhece, ou ouviu falar, de técnicas de modelagem como IDEF0 ou DSM?
 18. Como a empresa elabora o seu planejamento interno de atividades do projeto: qual o modelo que é adotado? (observar o conceito, mesmo que seja um processo pouco estruturado) . Verificar se utilizam softwares de gestão (Microsoft Project, etc.), a própria extranet ou outras modalidades (planilhas eletrônicas, listas manuais, etc.). O importante é verificar como a empresa se organiza para o desenvolvimento de um projeto, controla seu prazo e as tarefas necessárias e como se apropria das ferramentas da Tecnologia da Informação para isso.
 19. Como a empresa concilia o seu planejamento interno de atividades (que leva em conta a existência de diversos projetos em andamento) com o planejamento do projeto (elaborado pela coordenação do empreendimento)?
 20. Como o planejamento interno é retroalimentado? Existe algum indicador de desempenho que avalie o processo de planejamento?