

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Roberto Petrucci Júnior

**MODELO PARA GESTÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE
EDIFICAÇÕES USANDO ENGENHARIA SIMULTÂNEA E ISO 9001**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da
Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para obtenção
do grau de Mestre em
Engenharia de Produção

Orientador: Prof. Osmar Possamai, Dr.

Florianópolis

2003

Roberto Petrucci Júnior

MODELO PARA GESTÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES USANDO
ENGENHARIA SIMULTÂNEA E ISO 9001

Esta dissertação foi julgada e aprovada para a obtenção do grau de **Mestre em Engenharia de Produção** no Programa de Pós-Graduação em **Engenharia de Produção** da Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 11 de julho de 2003.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.
Coordenador do Programa

Banca examinadora:

Prof. Osmar Possamai, Dr.
UFSC

Prof^a. Ana Regina de Aguiar Dutra, Dr^a.
UNISUL

Prof. Fernando Antônio Forcellini, Dr.
UFSC

Resumo

PETRUCCI JR., R. Modelo para Gestão e Compatibilização de Projetos de Edificações Usando Engenharia simultânea e ISO 9001. 2003. 98f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

A Construção Civil, no Subsetor de Edificações, vem passando por algumas mudanças, ocasionadas, entre outros fatores, pela globalização da economia. Estas mudanças serviram de alavanca para o Brasil abandonar alguns modelos de concepção construtiva arcaica, passando para modelos mais aprimorados e mais lucrativos.

O trabalho apresenta um modelo para elaboração e compatibilização de projetos, para o Subsetor de Edificações da Construção Civil, empregando os princípios da Engenharia Simultânea e a norma NBR ISO 9001:2000, para a gestão da qualidade. Contribuindo assim para uma melhoria efetiva na qualidade do produto final, através de um projeto bem elaborado, reduzindo a existência de não-conformidades e minimizando o custo final da obra.

O modelo foi aplicado em uma empresa construtora de porte médio do Subsetor de Edificações, na construção de um edifício de vinte e dois pavimentos e apresentou como principais resultados do desenvolvimento dos projetos simultaneamente a antecipação de conflitos inerentes aos projetos, onde cada membro da equipe contribui, nas reuniões de compatibilização, com informações necessárias ao desenvolvimento dos projetos, reduzindo o retrabalho bem como do cronograma para elaboração dos mesmos, sendo a gestão de todo o processo regulamentado pela NBR ISO 9001:2000.

Palavras chave: Projetos de Edificações, Engenharia Simultânea, NBR ISO 9001.

Abstract

PETRUCCI JR., R. **Management and Compatibilization Model of Edification Projects Using Concurrent Engineering and ISO 9001. 2002. 98f.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

Civil construction, in the edification subsection, is passing through some changes that are caused, among other factors, by the economy globalization. These changes served as a lever that took Brazil to abandon some models of archaic constructive conception, passing to developed and more lucrative models.

The work presents a model for the elaboration and compatibilization of projects, for the Edification subsection of Civil Construction, through the principals of simultaneous engineering and NBR ISO 9001:2000, for the quality management. Thus, contributing to an effective improvement in the quality of the final product, through a project well elaborated, reducing the existence of no-conformities and minimizing the final cost of the work.

The model was applied to a medium load building company of the edification subsection, in the construction of a building of twenty-two pavements. The main results presented from the development of projects in parallel was the anticipation of projects conflicts, in which each member of the team work contributes, in the compatibilization meetings, with the necessary information for the development of the projects, reducing the rework as well as the time of projects elaboration. The management of all process was regulated by NBR ISO 9001:2000.

Key words: Edification Projects, Concurrent Engineering, NBR ISO 9001.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	<u>8</u>
1 INTRODUÇÃO.....	<u>11</u>
1.1 Justificativa do Trabalho	<u>12</u>
1.2 Objetivos do Trabalho.....	<u>14</u>
1.2.1 Objetivo geral	<u>14</u>
1.2.2 Objetivos específicos.....	<u>14</u>
1.3 Hipótese de Trabalho	<u>14</u>
1.4 Estrutura do Trabalho.....	<u>15</u>
2 O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO	<u>16</u>
2.1 O Projeto na Construção Civil, Subsetor de Edificações	<u>16</u>
2.1.1 Conceituação e generalidades.....	<u>16</u>
2.1.2 Importância do projeto na indústria da construção.....	<u>17</u>
2.1.3 Etapas constituintes do processo de projeto	<u>19</u>
2.1.4 A importância da fase de concepção no desenvolvimento do projeto.....	<u>21</u>
2.1.5 Não-conformidades no processo de projeto e suas conseqüências	<u>22</u>
2.2 Importância da Qualidade do Projeto no Processo Construtivo de Edificações	<u>23</u>
2.2.1 Generalidades	<u>23</u>
2.2.2 A ocorrência de falhas e desperdícios na edificação oriundos do projeto.....	<u>24</u>
2.2.3 O projeto segundo a visão da gestão da qualidade	<u>26</u>
2.3 O Desenvolvimento de Projetos (Produtos) de Acordo com a Nova Realidade do Mercado.....	<u>28</u>
2.3.1 Generalidades	<u>28</u>
2.3.2 Agentes do processo de projeto.....	<u>29</u>
2.3.3 Gerenciamento do processo de projeto.....	<u>30</u>
2.3.4 Qualidade do processo de elaboração do projeto	<u>31</u>
2.3.5 Compatibilização de projetos	<u>34</u>
2.4 Considerações	<u>35</u>
3 FERRAMENTAS DE AUXÍLIO À COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS.....	<u>36</u>
3.1 Engenharia Simultânea como Ferramenta	<u>36</u>

3.1.1	Conceituação e generalidades.....	36
3.1.2	Engenharia seqüencial versus Engenharia Simultânea.....	37
3.1.3	Os sete agentes influenciadores da Engenharia simultânea	42
3.1.4	Aspectos e dificuldades para a implantação da Engenharia simultânea.....	43
3.1.5	Integração entre projeto e gerência.....	45
3.1.6	Etapas para implantação da Engenharia simultânea.....	47
3.1.7	Plano para implantação da Engenharia simultânea na modelagem da compatibilização de projetos	48
3.2	A Norma ISO 9001:2000	49
3.2.1	Conceituação e generalidades.....	49
3.2.2	A Série de normas ISO 9000	50
3.3	Considerações	52
4	MODELO PROPOSTO.....	53
4.1	- Apresentação do Modelo.....	53
4.2	- Descrição das Etapas do Modelo	56
4.2.1	- Etapa 1 – Elaboração das diretrizes para o Briefing	56
4.2.2	- Etapa 2 – Contratação da Equipe Multidisciplinar	58
4.2.3	- Etapa 3 – <i>Briefing</i>	59
4.2.4	- Etapa 4 – Estudo Preliminar	61
4.2.5	- Etapa 5 – Anteprojeto	62
4.2.6	- Etapa 6 – Desenvolvimento do Projeto Legal	64
4.2.7	- Etapa 7 – Desenvolvimento do Projeto Executivo	65
4.2.8	- Etapa 8 – Aprovação dos Projetos (concessionárias)	67
4.3	- Considerações	67
5	APLICAÇÃO DO MODELO.....	68
5.1	- Caracterização da Empresa Pesquisada	68
5.2	- Descrição da Aplicação	68
5.2.1	- Etapa 1 – Elaboração das diretrizes para o <i>Briefing</i>	69
5.2.2	- Etapa 2 – Contratação da Equipe Multidisciplinar	69
5.2.3	- Etapa 3 – <i>Briefing</i>	72
5.2.4	- Etapa 4 – Estudo Preliminar	72
5.2.5	- Etapa 5 – Anteprojeto	73
5.2.6	- Etapa 6 – Desenvolvimento do Projeto Legal	88

5.2.7 - Etapa 7 – Desenvolvimento do Projeto Executivo	88
5.2.8 - Etapa 8 – Aprovação dos Projetos (concessionárias)	88
5.3 - Considerações Sobre a Aplicação do Modelo.....	88
6 CONCLUSÕES.	90
5.1 - Caracterização da Empresa Pesquisada	90
5.2 - Descrição da Aplicação.....	91
REFERÊNCIAS.....	92

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1: Nível de influência sobre os custos do empreendimento	<u>18</u>
Figura 2.2: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases	<u>18</u>
Figura 2.3: Distribuição do nível de atividade ao longo do ciclo de vida de um projeto	<u>20</u>
Figura 2.4: Ciclo de vida dos sistemas	<u>20</u>
Figura 2.5: Efeito de escala de custos de mudanças do produto nos diversos estágios de desenvolvimento.....	<u>21</u>
Figura 2.6: Formas de desperdício na construção civil	<u>25</u>
Figura 2.7: O processo de projeto segundo a ótica da gestão de qualidade.....	<u>27</u>
Figura 2.8: Ciclo de atendimento às necessidades do cliente	<u>28</u>
Figura 3.1: O processo de projeto e construção tradicional.....	<u>38</u>
Figura 3.2: Equipe típica de projeto.....	<u>39</u>
Figura 3.3: Interação de etapas no desenvolvimento de um novo empreendimento com Projeto Simultâneo	<u>40</u>
Figura 3.4: Comparação tipo Diagrama Pert entre a metodologia tradicional e a Engenharia simultânea.....	<u>41</u>
Figura 3.5: Integração entre projeto e gerência	<u>46</u>
Figura 3.6: Passos para implantação da Engenharia Simultânea.....	<u>48</u>
Figura 3.7: Estrutura de requisitos da ISO 9001:2000.....	<u>51</u>
Figura 4.1: Fluxograma do Modelo Proposto	<u>55</u>
Figura 4.2: Formulário para <i>Briefing</i>	<u>57</u>
Figura 4.3: Formulário para Avaliação da Equipe Multidisciplinar	<u>58</u>
Figura 4.4: Formulário para Cadastramento do Membro da Equipe Multidisciplinar	<u>59</u>
Figura 4.5: Formulário de Responsabilidade da Equipe Multidisciplinar no Estudo Preliminar	<u>60</u>
Figura 4.6: Formulário de Responsabilidade da Equipe Multidisciplinar no Anteprojeto	<u>63</u>
Figura 4.7: Formulário de <i>check-list</i> de atividades – Projeto Estrutural	<u>64</u>
Figura 4.8: Formulário de <i>check-list</i> de atividades – Projeto Hidro-Sanitário e Prevenção contra Incêndio	<u>65</u>
Figura 4.9: Formulário de <i>check-list</i> de atividades - Projeto Eletricidade e Telefônico.....	<u>66</u>
Figura 5.1: Formulário de <i>Briefing</i> da Obra de Estudo	<u>70</u>

Figura 5.2: Formulário para avaliação da Equipe Multidisciplinar preenchido – Projetista Estrutural	71
Figura 5.3: Formulário para cadastramento do membro da equipe multidisciplinar – Projetista Estrutural	72
Figura 5.4: Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Arquitetônico	74
Figura 5.5: Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Estrutural	75
Figura 5.6: Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Eletricidade – Parte 1	76
Figura 5.7: Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Eletricidade – Parte 2.....	77
Figura 5.8: Planta Parcial do Contendo todas as Prumadas Verticais	78
Figura 5.9: Formulário de <i>check-list</i> de atividades – Projeto Estrutural	79
Figura 5.10: Formulário de <i>check-list</i> de atividades – Projeto Hidro-Sanitário e Prevenção contra Incêndio	80
Figura 5.11: Formulário de <i>check-list</i> de atividades – Projeto Eletricidade e Telefônico.....	81
Figura 5.12: Planta Parcial do Anteprojeto Arquitetônico	82
Figura 5.13: Planta Parcial do Anteprojeto Estrutural	83
Figura 5.14: Planta Parcial do Anteprojeto Eletricidade – Parte 1	84
Figura 5.15: Planta Parcial do Anteprojeto Eletricidade – Parte 2	85
Figura 5.16: Planta Parcial do Anteprojeto Hidro-sanitário – Piso	86
Figura 5.17: Planta Parcial do Anteprojeto Hidor-sanitário – Teto	87

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**Siglas**

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ES	Engenharia Simultânea
FBKF	Formação Bruta de Capital Fixo
PBQP – H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação
PEA	População Economicamente Ativa
PIB	Produto Interno Bruto
PNQ	Prêmio Nacional da Qualidade
SEBRAE-PR	Serviço de Apoio à Pequena Empresa no Paraná
SINDUSCON-PR	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná
SINDUSCON-ES	Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Espírito Santo
QFD	<i>Quality Function Deployment</i> ou Desdobramento da Função Qualidade

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

O baixo custo aliado à Qualidade são considerados fatores decisivos na contratação de um serviço ou aquisição de um bem. Atualmente a qualidade é entendida como um processo, pois prevê a criação de políticas que devem ser seguidas para a sua obtenção. Além disso, a qualidade é uma exigência cada vez maior da sociedade e por isso deve ser buscada pelas empresas.

As empresas que pretendem conseguir manter a sua longevidade no mercado devem procurar a qualidade total dos seus serviços e produtos, do contrário, não conseguirão permanecer por muito tempo em atividade, pois certamente a concorrência as superará.

Nascimento & Macedo-Soares (2001) citam algumas mudanças no cenário produtivo e econômico que contribuíram para valorização desses novos parâmetros balizadores do mercado: a abertura do mercado nacional, a criação do Mercosul, a privatização de empresas estatais, a concessão de serviços públicos, a nova Lei de Licitações e Contratos e a redução nos preços de obras públicas, residenciais, comerciais e industriais. Os mesmos autores reforçam também existir outros fatores significativos na indução destes referenciais: o Código de Defesa do Consumidor, em vigência desde março de 1991, que estabelece uma série de regras para a relação produtor / consumidor; o Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Habitação (PBQP – H), cujo objetivo é apoiar o esforço brasileiro de modernidade através da programação da qualidade e produtividade na construção civil, com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços produzidos no país e o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ), que através de uma auto-avaliação da empresa, busca melhoria da Qualidade aliada ao bom desempenho / resultados.

A indústria da construção civil representa hoje no Brasil um setor que oferece uma contribuição significativa para o desenvolvimento global da sociedade, representando aproximadamente 7% do Produto Interno Bruto (PIB), 65% da Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF), absorve 6,5% da População Economicamente Ativa (PEA), exercendo um forte papel indutor na economia (NASCIMENTO & MACEDO-SOARES, 2001).

A construção civil, segundo Barros Neto (2001), divide-se em três subsetores: Edificações, responsável pela construção de edifícios; Construção Pesada, que tem como objetivo principal a construção da infra-estrutura viária, urbana e industrial; e a Montagem Industrial, responsável pela montagem de sistemas de geração de energia de telecomunicações e de exploração de recursos naturais. O subsetor de Edificações é responsável por 90,29% do número de estabelecimentos da construção civil e 82,28% do total

de empregos do setor, enquanto a construção pesada fica com 8,42% do número de estabelecimentos e 14,56% do total de empregos, ficando a montagem industrial com o restante, 1,29% dos estabelecimentos e 3,16% dos empregos.

O setor de construção civil, mais especificamente o subsetor de Edificações, possui várias particularidades que o tornam especial, dentre elas destaca-se a elaboração de projetos, bem como sua coordenação, onde a falha de comunicação entre os projetos inerentes pode causar, dentre outros fatores, um aumento de custo no produto final e conseqüentemente um descontentamento do cliente, frustrando assim sua expectativa.

1.1 - Justificativa do trabalho

Muitas pesquisas (NOVAES, 1997; ARAÚJO, 2000; MARIA et al., 2001) têm demonstrado que os erros ocasionados por falhas de projeto fazem parte da rotina da maioria das construtoras e normalmente só são descobertos quando da efetiva execução da obra. Esta situação ocorre na medida em que o projeto e a execução têm tratamento dissociado e distinto, embora o mais importante é que houvesse uma simbiose entre estas duas importantes etapas da obra.

Neste sentido, as atividades de projeto de edificações devem ser objeto de ações gerenciais que efetivamente garantam um nível esperado de qualidade como uma ação prévia ao gerenciamento da rotina durante a execução. É nesse contexto que se situa a atividade de revisão de projetos (*design review*) e especificamente a compatibilidade dos distintos projetos parciais (arquitetônico, estrutural, prevenção contra incêndio e de instalações hidráulicas e de eletricidade/telefônico) em edificações.

A compatibilidade de projetos é uma tarefa voltada à execução, e tem de ser considerada como intrinsecamente a ela. Portanto, os projetos devem ser realistas, buscando adoção de medidas de racionalização tanto no projeto como na execução, tendo em vista alcançar a construtibilidade do produto (VANNI et al., 1999).

A partir de uma visão fundamentada pela gestão da qualidade, o projeto de edifícios, enquanto atividade de concepção de produto ou serviço, pode ser entendido como o processo que utiliza um conjunto de dados de entrada e, ao final, deve prover um grupo de soluções que respondem às necessidades dos clientes a quem o edifício se destina. Assim, as necessidades dos clientes devem ser traduzidas em parâmetros que farão parte integrante dos dados de entrada e os dados de saída devem ser verificados face aos primeiros, para passarem após pela sua validação junto aos clientes. As saídas, uma vez validadas, devem ser encaminhadas à

produção, podendo ser arquivadas conforme sua configuração inicial ou após modificações solicitadas pelos clientes ou pela própria produção. As modificações, por sua vez, podem ser de dois tipos: modificações do projeto ou modificações do programa do empreendimento, essas últimas obrigatoriamente resultante de uma alteração dos dados de entrada anteriormente definidos, as quais devem ser devidamente aprovadas pelo empreendedor (MELHADO, 1999).

Os empreendimentos de construção tradicionais têm como característica o caráter seqüencial das intervenções para cada um dos seus participantes. No entanto, os problemas de qualidade surgidos na fase do uso, o aumento das exigências dos clientes, as pressões de custo e a necessidade de inovação, entre outros fatores, têm induzido a práticas diferenciadas de organização de projetos. Nesse contexto de mudanças, a colaboração entre agentes principais que geram os empreendimentos mostra-se como alternativa válida, inspirando-se em modelos adotados pela indústria seriada, como o projeto simultâneo (*concurrent engineering*).

O conceito de projeto simultâneo inclui a consideração antecipada e global das repercussões das decisões de projeto face à eficiência dos processos produtivos e à qualidade dos produtos gerados, levando em conta aspectos como construtibilidade, habitabilidade, manutenibilidade e sustentabilidade das edificações (FABRÍCIO & MELHADO, 1999).

É crescente a preocupação e o interesse das empresas ligadas à construção civil brasileira na busca de novas formas de gestão e melhoria de seus processos. Nos últimos anos, muito tem se evoluído no sentido de diminuir a imprevisibilidade e a pouca organização nas empresas do setor, através de programas de qualidade. Uma das formas de dar suporte a esta busca é o desenvolvimento de Sistemas da Qualidade orientados para a certificação por organismos credenciados, baseados no atendimento aos requisitos exigidos pelas Normas Série ISO 9000:2000.

A série de normas NBR ISO 9000:2000, estabelece requisitos para iniciar/adequar a estruturação e a implementação de um sistema de Gestão da Qualidade, fornecendo os meios para que estes venham a ser utilizados como base para programas de melhoria e prevenção de não-conformidades, a partir de uma visão sistêmica, e, orientados pelos requisitos dos clientes. Vários fatores têm motivado as empresas da construção civil à busca da certificação, entre os quais: assegurar a satisfação dos clientes, adequar-se às exigências do mercado, buscar a melhoria da imagem da empresa e diferenciais perante a concorrência, adequar-se a padrões internacionais, obter ganhos de produtividade e reduzir custos, promover a modernização organizacional e tornar-se mais competitivo. No entanto, de acordo com a grande contribuição da certificação, segundo depoimentos de empresas inseridas neste

processo, é assegurar a satisfação dos clientes através da instalação de um sistema de gestão efetivamente preventivo (FIERGS / CIERGS, 1999).

Em face do exposto, este trabalho busca responder a seguinte pergunta de pesquisa: Como combinar os preceitos da Engenharia Simultânea e da Gestão de Qualidade para reduzir conflitos inerentes aos projetos de edificações?

Assim, com base na pergunta de pesquisa formulada, pode-se estabelecer os objetivos que nortearão o trabalho.

1.2 - Objetivos do Trabalho

1.2.1 - Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo geral desenvolver um modelo de gestão para elaboração e compatibilização de projetos de edificações, com base nos princípios da Engenharia Simultânea e da gestão da qualidade nos processos operacionais - NBR ISO 9001:2000.

1.2.2 - Objetivos específicos

Para a consecução do objetivo geral do trabalho, foram formulados os seguintes objetivos específicos:

- estabelecer mecanismos para a elaboração e compatibilização de projetos de edificações;
- estabelecer pontos críticos do processo de projeto com vistas ao uso da Engenharia Simultânea.
- delimitar padrões para o sistema de elaboração e compatibilização de projetos, com base na NBR ISO 9001:2000;

1.3 - Hipótese de Trabalho

A pesquisa parte das seguintes premissas:

- a fundamentação teórica baseada nos princípios da Engenharia Simultânea e na norma para gestão da qualidade NBR ISO 9001, é adequada para se criar um modelo para a sistematização da elaboração e compatibilização de projetos;
- a visão sistêmica do processo de projeto facilita a identificação das interfaces entre as

diversas disciplinas que compõem o processo de projeto, melhorando, assim, a performance da compatibilização de projetos;

- no processo de projeto auxiliado por computador, a introdução de sistemas especialistas é útil para auxiliar os projetistas nas diferentes etapas, melhorar a troca de informações dentro da equipe de trabalho e a construção automática de modelos de análises.

1.4 - Estrutura do Trabalho

O trabalho está estruturado em seis capítulos como segue.

O Capítulo 2 disserta sobre a elaboração e compatibilização de projeto, suas vantagens e problemas ocorridos na construção de edificações, relacionados às falhas de projeto.

O Capítulo 3 descreve a Engenharia Simultânea e a norma para o processo de gestão NBR ISO 9001:2000.

O Capítulo 4 apresenta o modelo proposto para a elaboração e compatibilização de projetos de edificações.

O Capítulo 5 apresenta a aplicação do modelo proposto em uma edificação composta de vinte e dois pavimentos, bem como apresenta uma análise dos resultados obtidos.

Finalmente, o Capítulo 6 apresenta as conclusões do trabalho e as sugestões para futuros trabalhos.

CAPÍTULO 2 - O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo apresenta-se a revisão bibliográfica relacionada ao processo de projeto. Inicia-se com o projeto, apresentando-se a sua definição e as etapas constituintes do mesmo. O processo de projeto é apresentado com ênfase na construção civil, subsetor de edificações. Apresenta-se ainda o conceito de qualidade aliada ao projeto, com vistas à construtibilidade do produto final, as falhas e desperdícios em edificações oriundos do projeto e a busca pela compatibilização de projetos.

2.1 - O Projeto na Construção Civil, Subsetor de Edificações

2.1.1 - Conceituação e generalidades

Existem inúmeros conceitos e definições de projetos. De acordo com FIERGS / CIERGS (1999), a maioria das conceituações de projeto está ligada ao procedimento ou prática de projetar como criação, sendo possível encontrar definições com um ponto de vista mais voltado aos resultados do mesmo. Outros conceitos podem ser incorporados a esses, mas em relação a edifícios, é necessário extrapolar a visão do produto ou da sua função. Neste caso o projeto deve ser encarado também sob a ótica do processo, ou atividade de construir, principalmente sob a ótica da informação, a qual pode ser de natureza tecnológica ou gerencial.

FIERGS / CIERGS (1999) define o processo de projeto como a reunião de diversas etapas que envolvem o empreendimento, desde a fase de identificação da oportunidade/necessidade do negócio até a avaliação da satisfação do cliente final, garantia e assistência técnica.

Pomeranz (1998) apud Santos & Moccellini (1999, p.4) define projeto como “um conjunto sistemático de informações que serve de base para a tomada de decisões relativas à alocação de um certo montante de recursos”. Destaca também a necessidade de capacidade de gerência, “pois, em caso contrário, a própria elaboração do projeto, concebido como uma atividade racional tendente a maximizar os resultados de uma aplicação de recursos perderia o sentido”.

De acordo com Dinsmore (1992), um projeto é um empreendimento com começo e fim definidos, dirigido por pessoas, para cumprir metas estabelecidas dentro de parâmetros de custo, tempo e qualidade. Melhado (1994) apud Moura (1998), <

<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/danielle/cap3.html#3.4>>) afirma que o projeto deve ser entendido como “uma atividade ou serviço integrante do processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma obra, a serem considerados na fase de execução”.

Conforme a NBR 13.531 (ABNT, 1995), por elaboração de projeto de edificação se entende como a “determinação e representação prévias dos atributos funcionais, formais e técnicos de elementos de edificação a construir, a pré-fabricar, a montar, a ampliar, etc., abrangendo os ambientes exteriores e interiores e os projetos de elementos da edificação e das instalações prediais” (NASCIMENTO & SANTOS, 2002, p.1).

O projeto, portanto, apresenta um caráter abrangente e tem importância fundamental no processo produtivo, definindo, a partir das necessidades do cliente, a estrutura física do produto assim como o processo construtivo a ser empregado na sua construção. O processo de projeto de edificações, de interesse desse estudo, é caracterizado nos itens a seguir, destacando a importância do projeto na indústria da construção, as suas etapas constituintes e as conseqüências oriundas das não-conformidades do projeto

2.1.2 - Importância do projeto na indústria da construção

O setor da construção é considerado por alguns autores como o pulmão da economia, devido ao fato de ser um dos setores mais sensíveis às mudanças. Segundo Picchi (1993) apud Franco (1995), sua participação decresce nos períodos recessivos, enquanto que seu crescimento é maior que a média do país, em épocas de expansão.

É fundamental que o empresário da construção valorize a fase de projeto, pois o projeto pode assumir o encargo fundamental de agregar eficiência e qualidade ao produto se for incorporado adequadamente ao processo construtivo e explorado o seu caráter estratégico de indutor da racionalização do processo construtivo e redutor dos custos dos empreendimentos (MOURA, 1998).

Segundo Picchi (1993) apud Tavares Junior (2001, p. 53), “o projeto exerce uma considerável influência sobre os custos da edificação, devido à grande possibilidade de alternativas existentes nesta fase, na qual poucas despesas foram realizadas. Verifica-se que com a evolução do empreendimento, as possibilidades de influência no custo final do empreendimento diminuem consideravelmente”, conforme mostrado pela Figura 2.1.

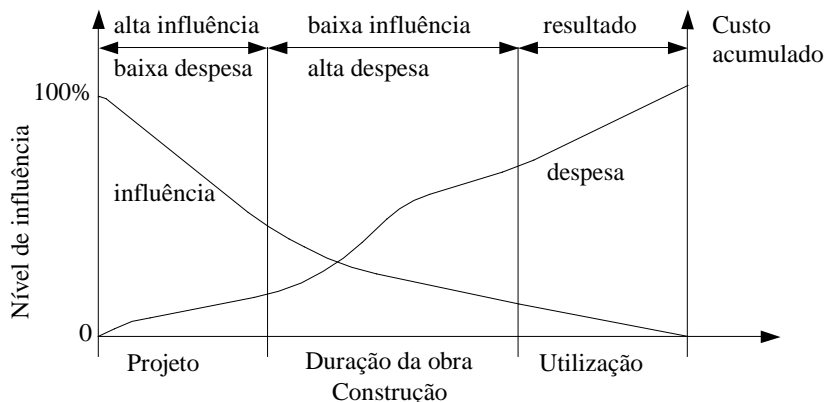


Figura 2.1: Nível de influência sobre os custos do empreendimento. (BARRIE & PAULSON, 1978 apud TAVARES JUNIOR, 2001)

As decisões tomadas nas fases iniciais do empreendimento são importantes, conforme mostrado pela Figura 2.2, podendo-se atribuir a elas a principal participação na redução dos custos de falhas do edifício.

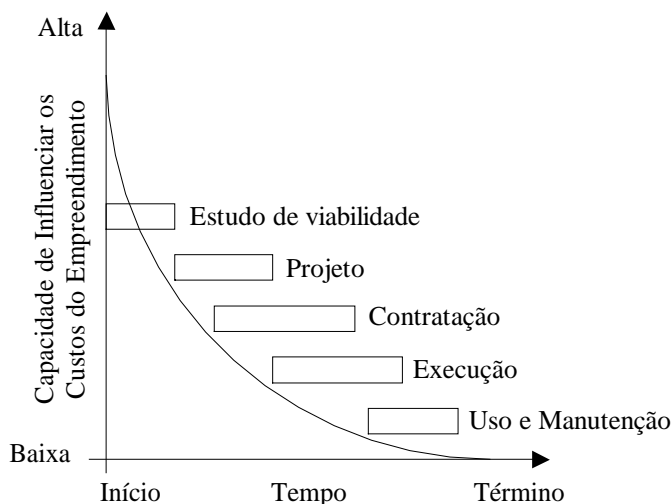


Figura 2.2: Capacidade de influenciar o custo final de um empreendimento de edifício ao longo de suas fases. (CII, 1987 apud RUFINO, 1999)

Picchi (1993) apud Novaes (1997) destaca a importância dos projetos para produção, por constituírem-se, dentre outros, em instrumentos da garantia e controle da qualidade de projetos de edifícios.

Portanto, assegurando a qualidade do projeto, deve-se conseguir minimizar os problemas a serem definidos na obra. Esta melhora pode levar ao aumento da qualidade e redução de custos. Para tanto, é imprescindível conhecer e controlar cada etapa do processo do projeto. Estas etapas do projeto serão melhor discutidas no item a seguir.

2.1.3 - Etapas constituintes do processo de projeto

Para a garantia da qualidade do processo de projeto é fundamental a identificação e o conhecimento de cada etapa deste processo. Entretanto, não há uma padronização na definição das etapas de projeto, sendo que autores apresentam maneiras diversificadas de divisão destas etapas.

De maneira geral, existem duas linhas de conceituação básica de projeto. Uma linha visa o projeto como uma concepção e especificação técnica do produto final, a outra linha que visa o projeto como um serviço. Nesta última, o projeto não é concluído com a entrega do projeto para execução, mas acompanha todo o processo de produção até a entrega ao usuário final, buscando desta forma uma melhoria no processo no qual está inserido (TAVARES JUNIOR, 2001).

Dinsmore (1992) caracteriza os projetos por sua divisão em quatro fases: conceitual; de planejamento; de execução e término. O somatório destas quatro fases é conhecido como o “ciclo de vida do projeto”. O nível de atividade do projeto varia sensivelmente ao longo do curso do ciclo de vida, conforme apresentado na Figura 2.3; o projeto começa lentamente, cresce até atingir o ápice e vai diminuindo até sua conclusão.

Ainda de acordo com Dinsmore (1992), cada fase é caracterizada pelas seguintes atividades:

- a fase conceitual: inclui identificação de necessidades, estabelecimento de viabilidade, procura de alternativas, preparação das propostas, desenvolvimento de orçamentos e cronogramas iniciais e nomeação da equipe do projeto;
- a fase de planejamento: envolve programação de recursos humanos, materiais e financeiros, realização de estudos e análises, desenvolvimento de sistemas, construção e testes de protótipos eventuais, análise de resultados e obtenção de aprovação para a fase de execução;
- a fase de execução: inclui o cumprimento das atividades programadas e a modificação dos planos conforme necessário. Esta fase também inclui a monitoração e o controle das atividades programadas;
- a fase final: inclui encerramento das atividades do projeto, comissionamento, treinamento do pessoal operacional e relocação dos membros da equipe do projeto.

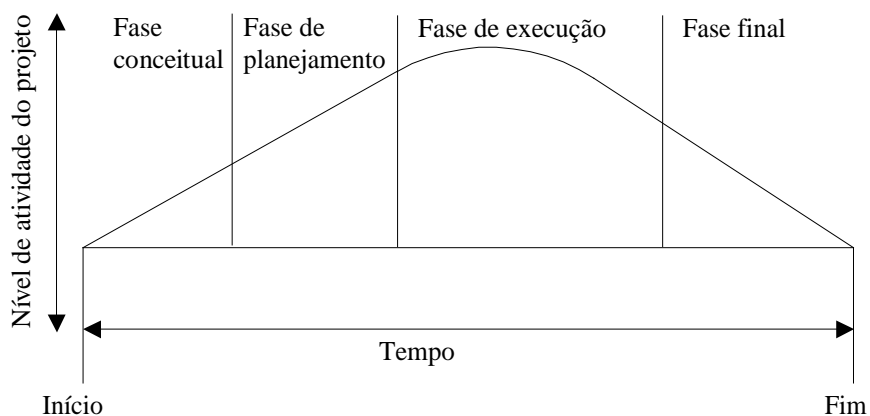


Figura 2.3: Distribuição do nível de atividade ao longo do ciclo de vida de um projeto. (DINSMORE, 1992)

SEBRAE / SINDUSCON – PR (1995), entretanto, apresenta a divisão do projeto em três etapas: estudos preliminares, anteprojeto e projetos definitivos.

A ABNT (1995) sob a norma NBR 13.531 apresenta a divisão do processo de desenvolvimento das atividades técnicas do projeto de edificações em levantamento, programa de necessidades, estudo de viabilidade, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto básico e projeto para execução.

De acordo com Graça et al. (1998) a produção de um projeto, como um produto, passa por duas grandes etapas: etapa de criação e etapa de utilização. A etapa de criação, ou fase de produção de projetos, engloba as fases de projeto conceitual, preliminar, detalhado, de produção e de suporte ao produto; e a etapa de utilização engloba a execução, uso, operação e suporte e manutenção. O conjunto destas etapas caracteriza o ciclo de vida dos sistemas, como representado na Figura 2.4.

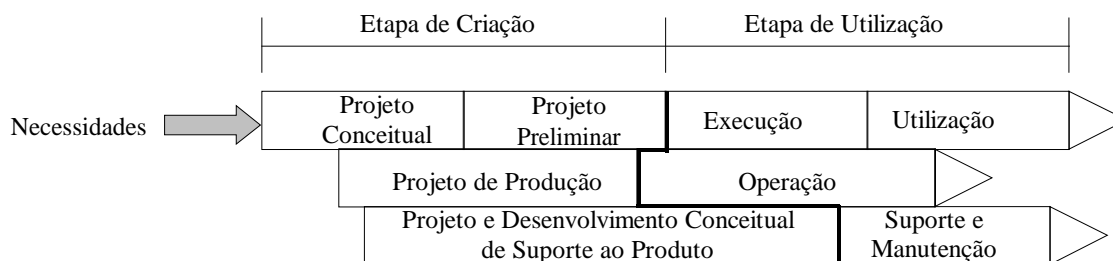


Figura 2.4: Ciclo de vida dos sistemas. (BLANCHARD, 1990 apud GRAÇA, 1998)

De acordo com Lessa et al. (1999), um projeto consta das seguintes etapas: identificação de demanda primitiva, concepção do produto, projeto preliminar ou projeto de engenharia, projeto detalhado ou projeto do produto, avaliação do projeto, manufatura piloto, manufatura normal, distribuição, suporte ao produto e retirada do produto.

Neste trabalho, o foco será concentrado nas etapas de concepção do produto até a manufatura normal, ou seja, nas etapas do processo do projeto até a entrega deste para a execução da edificação, pois as soluções de engenharia a serem analisadas têm a sua aplicação restrita a estas etapas.

2.1.4 - A importância da fase de concepção no desenvolvimento do projeto

Araújo (2000) aponta a fase de concepção como a fase na qual a interação dentro da equipe é mais importante e agrega mais valor ao processo de projeto. O autor ainda destaca que garantindo uma alta qualidade e agilidade no início do projeto, pode-se evitar o efeito escala (ver Figura 2.5), no qual apresenta-se o fator multiplicador de custo de possíveis mudanças necessárias no produto, se a qualidade desejada não foi alcançada.

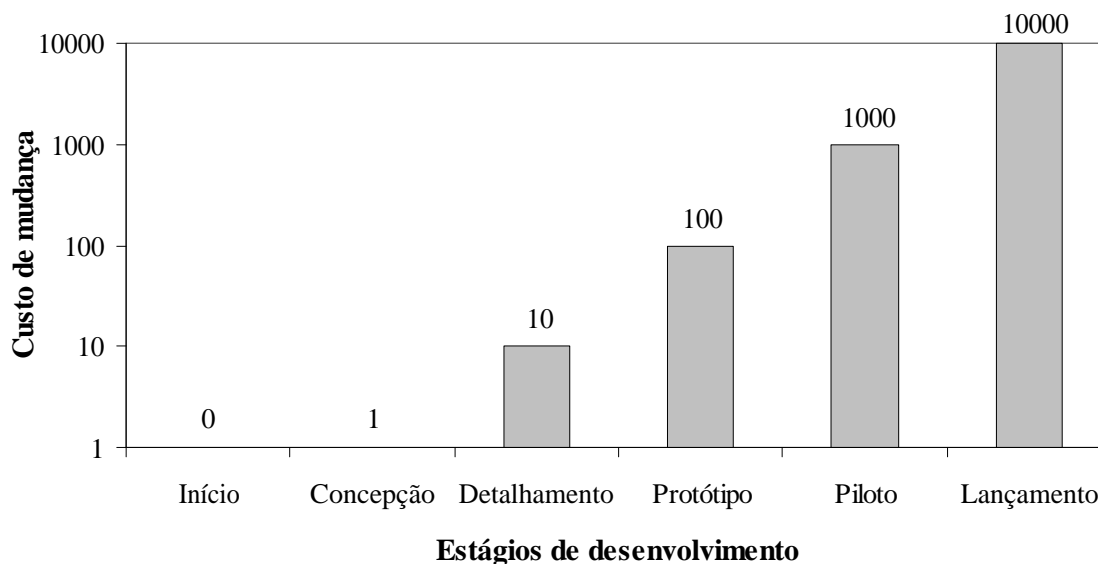


Figura 2.5: Efeito de escala de custos de mudanças do produto nos diversos estágios de desenvolvimento. (HUTHWAITE, 1992 apud ARAÚJO, 2000)

No projeto de um produto pelo sistema tradicional, muitas decisões cruciais são tomadas prematuramente, como as formas básicas, a performance, os materiais e o conjunto como um todo. Essas decisões sobre o produto podem vir a limitar e dificultar importantes decisões e mudanças futuras. Não apenas as modificações tornam-se difíceis de serem realizadas, mas os custos também crescem. Segundo Zangwill (1993) apud Castellano (1996), a fase de desenvolvimento de conceito requer apenas um por cento do custo total do projeto, mas determina 70% do custo do ciclo de vida do produto. Hall (1992) apud Araújo (2000) menciona que, enquanto o desenvolvimento da concepção consome somente 10 a 20% dos recursos totais do projeto, as decisões tomadas nesta fase irão determinar como os 80% restantes serão utilizados. Assim, os benefícios de um projeto competitivo são plenamente obtidos quanto mais cedo se prevêem os problemas que poderiam ocorrer nas etapas posteriores à concepção e ao detalhamento do mesmo.

2.1.5 - Não-conformidades no processo de projeto e suas conseqüências

Em levantamento junto a empresas do segmento de instalações prediais, com o intuito de identificar os principais problemas causadores da baixa qualidade e produtividade, Maria et al. (2001) apontou as falhas de projeto como um dos erros mais comuns que ocorrem no processo de produção, sendo que os principais problemas apontados foram:

- falta da elaboração de documento técnico (normas e especificações técnicas);
- falta de acessibilidade aos estudos iniciais de elaboração;
- falta de análise crítica pelo engenheiro da obra e mestre-de-obras antes da execução ;
- clareza e visualização precária dos projetos;
- falta de coordenação entre projetos.

As informações do mestre de obras são importantes uma vez que é efetivamente a pessoa que manuseia os projetos, entretanto as mesmas devem sempre ser observadas com muito critério para que a prática não comprometa a técnica.

Coles (1990) apud Koskela et al. (1997) afirma que as causas mais significativas dos problemas de projeto são instruções ineficientes e falta de comunicação, conhecimento técnico insuficiente dos projetistas e falta de segurança no planejamento preliminar do trabalho de projeto. Conseqüências comuns incluem baixas aprovações dos clientes, consulta tardia a consultores e tempo inadequado para completar adequadamente os documentos do projeto.

As falhas apontadas pela produção, no caso específico de instalações prediais, de maneira geral, concordam com as falhas apontadas nos projetos por Novaes (1998) apud Tavares Junior (2001). De acordo com este autor, devido à subestimação das etapas do processo de projeto, é possível observar-se um conjunto de procedimentos que tem contribuído para a elaboração de projetos e especificações inadequadas e imprecisas:

- insuficiência de detalhes;
- incompatibilização entre a concepção e o detalhamento;
- falta de integração entre projetos distintos;
- ausência de conformidade entre o projeto e a produção, ou seja, execução diferente do projeto sem prévia consulta ao(s) projetista(s).

Pesquisa realizada por Grilo & Calmon (2001) junto a projetistas, engenheiros de obra e associados ao SINDUSCON – ES, apontou como os tipos de erros mais comuns em projetos do subsetor de construção de edificações, respectivamente, informações incorretas, ausência de detalhamento, ausência de orçamento e incompatibilidade de projetos e, as principais conseqüências dos problemas em projetos foram retrabalhos, atrasos na obra e aumento nos custos. De acordo com Novaes (1997), para a maioria das edificações, a falta de contemplação verificada no conjunto dos projetos, seja na sua composição, considerada a complexidade dos processos construtivos e a heterogeneidade de racionalização construtiva incorporada, seja no detalhamento de cada projeto em particular, tem conduzido a baixos níveis de construtibilidade. Além das representações gráfico-descritivas e especificações técnicas usualmente contidas, muito pouco é contemplado nos projetos, com respeito às tecnologias construtivas das suas soluções, sem o estabelecimento de prescrições orçamentárias com resultados, muitas vezes, distantes da realidade das edificações.

Um modelo eficiente de compatibilização de projetos tem importância fundamental para evitar as não-conformidades no processo de projeto e garantir a qualidade do processo construtivo de edificações. Para estabelecer os mecanismos para a elaboração e compatibilização de projetos, torna-se necessário conhecer o papel do projeto no processo construtivo de edificações, abordado nos itens a seguir.

2.2 - Importância da Qualidade do Projeto no Processo Construtivo de Edificações

2.2.1 - Generalidades

O Brasil devido a motivos econômicos e, principalmente, políticos, encontra-se distanciado da realidade econômica e tecnológica do primeiro mundo. Esta distância aumentou consideravelmente nos últimos anos por falta de incentivo e apoio em pesquisas. De 1990 a 1992, a crise econômica gerou uma retração de 15% no mercado da construção civil. Em 1993 e 1994, o setor registrou um aquecimento devido aos autofinanciamentos, mas não se pode comparar aos índices da década de 70 ou meados dos anos 80. Até 1985, tudo que era produzido pelo mercado imobiliário era consumido e, ainda, havia os financiamentos mantidos pelo governo. Com a redução do mercado, o achatamento da competição nas concorrências públicas, a disputa entre as construtoras tornou-se mais acirrada e o mercado mais seletivo. Hoje, para a construção civil, a qualidade tornou-se uma questão prática para as empresas que querem permanecer competitivas no mercado (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

De acordo com Grilo & Calmon (2001), a etapa de projeto configura um elemento fundamental para a qualidade do processo construtivo. O aperfeiçoamento do processo de projeto constitui um desafio para a modernização tecnológica do subsetor de edificações. Embora possam ser observadas mudanças pontuais, advindas em parte da intensificação das exigências dos contratantes públicos e privados, por meio da introdução de mecanismos formais para qualificação de projetistas e controle de recebimento, o processo de elaboração de projetos ainda se caracteriza pela ausência de procedimentos para controle da qualidade e gerenciamento das interfaces entre os agentes.

Na etapa do projeto são adotadas soluções que têm grandes repercussões no processo da construção e na qualidade do produto final que será entregue ao cliente. Assim, é no projeto que acontece a concepção e o desenvolvimento do produto, que são baseados nas necessidades do cliente em termos de desempenho e custo e das condições de exposição que o edifício será submetido. O projeto desempenha um forte impacto no processo de execução da obra, pois define partidos, detalhes construtivos e especificações que permitem uma maior ou menor facilidade de construir e afetam os custos de produção (MECBEKIAN *et al.*, 1994 apud NASCIMENTO *et al.*, 2000). Dessa forma, a qualidade da solução do projeto tem grande influência na qualidade do produto e condicionará o nível de satisfação dos usuários finais.

2.2.2 - A ocorrência de falhas e desperdícios na edificação oriundos do projeto

Muitas pesquisas têm demonstrado que os erros ocasionados por falhas de projeto fazem parte da rotina da maioria das construtoras e, normalmente, só são descobertos quando da efetiva execução da obra. Dados apresentados por Oliveira et al. (2001) mostram que no Brasil 52% das falhas na construção civil se relacionam a erros de execução, e os 48% restantes se dividem em problemas com projeto e na qualidade do material bem como na má utilização dos equipamentos e dos edifícios. Estes dados deixam evidentes as falhas existentes no processo produtivo da construção e apontam para a importância e a necessidade do setor em tentar melhorar a qualidade das edificações brasileiras.

De acordo com Nascimento & Macedo-Soares (2001), para que uma empresa possa sobreviver no mercado em uma economia com fortes pressões competitivas, torna-se imperativo a necessidade urgente de eliminar desperdícios a fim de que produtos/serviços tenham baixo custo e o mais elevado nível de qualidade. Cambiaghi (1994) apud Nascimento & Macedo-Soares (2001) afirma que o desperdício pode representar de 25% a 30% do custo da obra. A falta de projetos adequados e, principalmente, de planejamento contribui com 70% deste problema, provocando erros, falhas, serviços desfeitos e refeitos, um constante trabalho. Pesquisas realizadas em vários países da Europa, no sentido de apropriação de dados relativos às incidências e causas de falhas em edifícios, indicam que 35% a 50% das falhas têm origem na etapa de projeto, enquanto que 20% a 30% têm origem na execução, 10% a 20% nos materiais, e 10% devido ao uso (NOVAES, 1998 apud RUFINO, 1999).

Meira (1997) faz uma abordagem simplificada sobre as formas de desperdício, classificando-as em desperdício de materiais e desperdício de recursos humanos, onde os desperdícios de materiais podem existir na forma de entulho ou em excesso de materiais incorporados à obra, como mostrado na Figura 2.6.

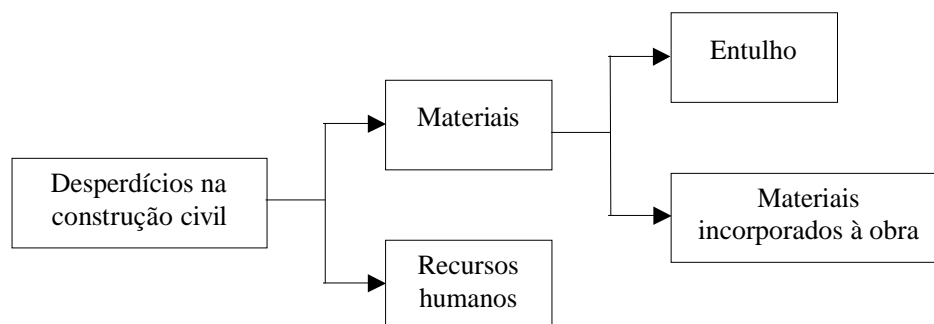


Figura 2.6: Formas de desperdício na construção civil. (MEIRA, 1997)

De acordo com Meira (1997) os desperdícios na construção civil são classificados em:

- Desperdício de materiais na forma de entulho: este desperdício, por si só, representa uma quantidade considerável de materiais, que passa a ser, cada vez mais, indesejável em um canteiro de obra. Na busca da redução deste tipo de desperdício, a padronização desempenha papel significativo, uma vez que, por meio da padronização, os projetistas podem definir em projeto um aproveitamento racional dos materiais;
- Desperdício de materiais que se incorporam à obra: enquadra-se neste tipo de desperdício o excesso de materiais que, ao final da obra, pouco se percebe a sua presença em relação a uma obra construída de forma racionalizada. Esse tipo de desperdício tem uma forte relação com a execução da obra, pautada no emprego de equipamentos inadequados à precisão dos serviços, no emprego de insumos em desacordo com as suas necessidades e no desempenho insatisfatório dos recursos humanos envolvidos na atividade em questão;
- Desperdício de recursos humanos: entende-se aqui como desperdício de recursos humanos o tempo empregado, pelos profissionais de uma empresa, em atividade que não incorporam valor ao produto em elaboração e que podem ser reduzidos ou eliminados. Enquadra-se nesta situação, por exemplo, o tempo empregado em transportes desnecessários, o tempo empregado em retrabalho e o tempo empregado em esperas evitáveis.

Portanto, a falta de qualidade do projeto traz conseqüências para o processo de execução/produção e, conseqüentemente, para o produto final, sendo fonte de geração de falhas e desperdícios. Essas falhas podem ser combatidas por projetos bem coordenados e compatibilizados entre si, sendo evidente a relação intrínseca entre projeto e qualidade.

2.2.3 - O projeto segundo a visão da gestão da qualidade

De acordo com Melhado (1999), o projeto de edifícios, a partir de uma visão fundamentada pela gestão da qualidade, enquanto atividade de concepção de produto ou serviço, pode ser entendido como um processo que utiliza um conjunto de dados de entrada e, ao final, deve garantir como dados de saída um grupo de soluções que respondem às necessidades dos clientes a quem o edifício se destina. A Figura 2.7 exemplifica o processo de projeto segundo a ótica da gestão da qualidade.

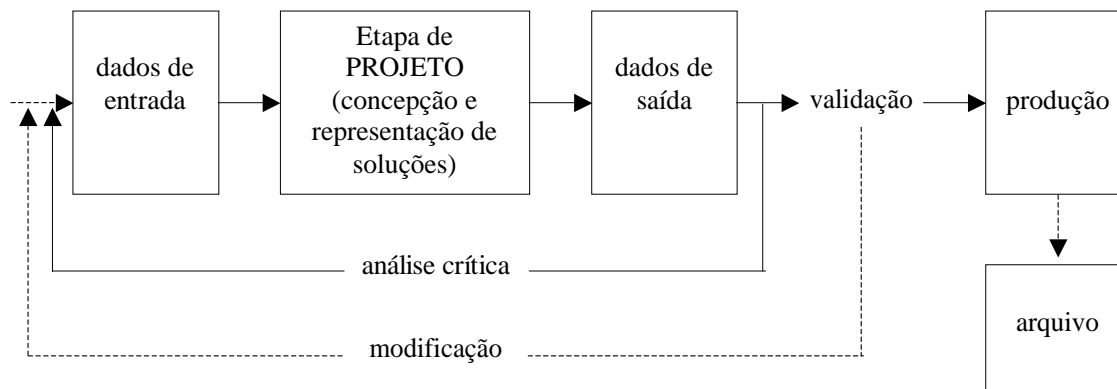


Figura 2.7: O processo de projeto segundo a ótica da gestão de qualidade (MELHADO, 1999).

O processo de projeto apresentado na Figura 2.7 é explicado por Melhado (1999). Segundo o autor, a validação é um elemento essencial e indispensável de todo processo de concepção inserido num sistema de gestão de qualidade. A validação, para ser eficiente, deve ser antecedida de uma análise crítica, a qual tem por objetivo geral avaliar se as soluções propostas pelo projeto correspondem verdadeiramente às necessidades do cliente e levam em conta as restrições que afetam o projeto.

Uma análise crítica pode desencadear um processo de modificação anterior à validação propriamente dita e, portanto, reduzir a possibilidade de que o cliente se decepcione com as soluções apresentadas ou que, mesmo ele as aprovando naquele momento, possa mais tarde identificar pontos de desacordo em relação à mesma.

Esse procedimento não deve ser confundido com o de controle de processo de projeto, o qual deve ter sido feito ao final da produção dos dados de saída. A análise crítica não é uma simples verificação de projeto, ela é essencialmente um questionamento da qualidade das soluções, segundo critérios preestabelecidos. Ela precisa ter um posicionamento independente, não devendo ser conduzida pelos mesmos profissionais pela solução a ser criticada.

As modificações, por sua vez, podem ser de dois tipos: modificações do projeto ou modificações do programa do empreendimento, essas últimas obrigatoriamente resultando de uma alteração dos dados de entrada anteriormente definidos, a qual deve ser devidamente aprovada pelo empreendedor.

Nesse contexto, o processo de projeto é detalhadamente discutido no item seguinte, procurando mostrar as exigências que o mercado atual vem impondo às empresas de projeto, requerendo mecanismos que permita a integração dos diferentes agentes do processo de projeto com o intuito de garantir o atendimento das necessidades do cliente.

2.3 - O Desenvolvimento de Projetos (Produtos) de Acordo com a Nova Realidade do Mercado

2.3.1 - Generalidades

Campos (1992) apud Muniz Junior et al. (1996) aponta que a garantia da sobrevivência da empresa, no atual contexto, está na sua capacidade de se tornar cada vez mais competitiva. Para tanto, ela deve constantemente aprimorar o seu *know how* e completar, de forma cada vez mais ágil, o ciclo da Figura 2.8.

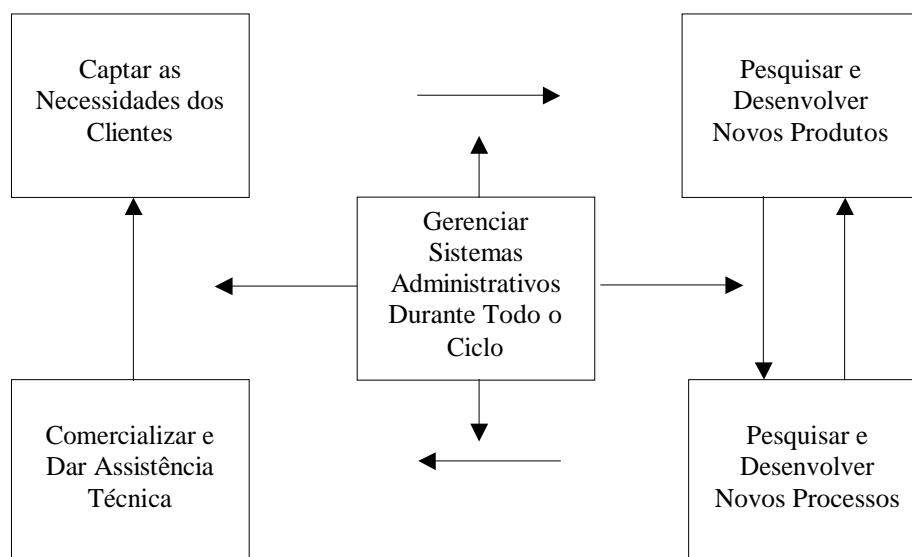


Figura 2.8: Ciclo de atendimento às necessidades do cliente. (CAMPOS, 1992 apud MUNIZ JUNIOR et al., 1996)

Na maioria dos casos, o processo de desenvolvimento de produtos consiste genericamente na detecção das necessidades dos clientes pelo *Marketing*, na tradução dessas necessidades em especificações técnicas e otimização de desempenho pelo Projeto. Já o detalhamento de cada parte para um processo produtivo, em particular, e a transferência

dessas especificações num processo produtivo que as garanta, são feitos pela Manufatura. Só então os produtos são comercializados (MUNIZ JUNIOR et al., 1996).

Para a maioria dos empreendimentos no Subsetor de Edificações, no que diz respeito aos resultados da etapa de projeto, estes, via de regra, resumem-se aos projetos de arquitetura, de estrutura e fundações e de instalações prediais, com relacionamentos e detalhamentos que dependem do grau de organização e de sistematização de procedimentos do conjunto dos agentes envolvidos, no âmbito da coordenação de projetos (NOVAES, 1997).

Martucci (1990) apud Novaes (1997) formula princípios a serem observados na elaboração dos projetos do produto:

- atendimento aos requisitos, condições e parâmetros dados pelas características regionais e pela capacidade tecnológica instalada;
- atendimento aos requisitos funcionais e ambientais;
- atendimento aos princípios de racionalização do produto quanto à sua produção: padronização, modulação, normalização, repetitividade, transportabilidade, etc.

A cada uma das especializações contempladas pelos projetos do produto cabe, ao fim do processo de elaboração, um conjunto de representações gráfico-descritivas que, encaminhadas para a produção, seja para as atividades de planejamento - programações de prazos, recursos e custos, orçamentação e suprimento de materiais e componentes -, seja durante a execução das obras, configuram-se nos meios de tradução das intenções (NOVAES, 1997). Em geral, cada especialidade apresenta semelhanças no detalhamento de seus projetos, mesmo destinados para edificações distintas, quando inseridos em processos construtivos de mesma base tecnológica, independente das particularidades dos processos de trabalho utilizados nas distintas edificações (NOVAES, 1997).

Diversos autores, tais como Novaes (1997) e Souza & Melhado (1998), recomendam a adoção de diretrizes para a elaboração do projeto com fim de se obter a melhoria da qualidade dos mesmos.

2.3.2 - Agentes do processo de projeto

De acordo com Moura (1998), dentre o conjunto de agentes que intervém no processo construtivo de edificações como um todo, alguns interagem mais intensamente na fase de projeto:

- profissionais de projeto, das várias especialidades;

- profissionais das empresas construtoras (engenheiros, pessoal do planejamento ou suprimentos, etc.);
- agentes da promoção do empreendimento;
- órgãos públicos ou empresas incorporadoras, conforme de iniciativa privada ou pública;
- consultores;
- clientes;
- usuários.

A integração dos diferentes profissionais na compatibilização entre os diversos projetos é uma das questões mais importantes durante a fase do processo de projeto. A outra se refere à quantidade e qualidade das informações manipuladas por esses profissionais durante a elaboração de seus projetos. Deste modo, a coordenação do processo de projeto é fundamental, integrando áreas de interesse e construindo o comprometimento de todos os agentes envolvidos. O mecanismo de coordenação do processo de projeto é abordado no item seguinte.

2.3.3 - Gerenciamento do processo de projeto

O gerenciamento do processo de projeto é caracterizado pela atribuição de responsabilidades, conhecimento das interfaces organizacionais e técnicas, elaboração de uma metodologia de desenvolvimento e atualização do processo e definição de uma sistemática de transferência e análise de informações, devidamente documentados (FIERGS / CIERGS, 1999). De acordo com Koskela et al. (1997) não é exagerado dizer que o gerenciamento de projetos é uma das áreas mais negligenciadas no processo de projeto. A maioria das revisões bibliográficas indica que o planejamento e o controle são substituídos por caos e improvisação no projeto.

Segundo Picoral & Solano (1996) apud Moura (1998), por meio de uma coordenação de projetos eficiente consegue-se minimizar problemas a serem definidos na obra, podendo levar a aumento da qualidade e redução de custos, através da racionalização de aspectos na fase de projetos, otimização de soluções de projetos, detalhamento adequado das soluções propostas e busca da construtibilidade. Moura (1998) destaca o papel do coordenador, cujas características são citadas por Marques (1979) apud Melhado (1995), segundo o autor, o coordenador deverá ser um líder, sabendo resolver impasses em áreas de interesse de mais de uma especialidade, deverá ser capaz de conseguir o comprometimento de todos os membros

da equipe, bem como ser um profissional com vivência tanto no campo de projeto como no de execução de obras, de tal forma que possa transmitir à equipe a orientação adequada que promova a integração necessária dessas duas etapas do empreendimento.

Segundo DINSMORE (1992), a gerência do projeto tanto pode ser feita total ou parcialmente por pessoal da firma proprietária do empreendimento, quanto por meio de terceiros (consultores e/ou firmas gerenciadoras).

Dessa forma, não é importante quem exerce o papel de coordenador do processo de projeto, mas sim a forma como essa função é desempenhada, com responsabilidade e liderança, proporcionando mecanismos para a elaboração e compatibilização de projetos dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pela empresa.

2.3.4 - Qualidade do processo de elaboração do projeto

As soluções adotadas na etapa de projeto têm amplas repercussões em todo o processo da construção e na qualidade do produto final a ser entregue ao cliente. É na etapa de projeto que acontecem a concepção e o desenvolvimento do produto, que devem ser baseados na identificação das necessidades dos clientes em termos de desempenho, custos e condições de exposição a que será submetida à construção. A qualidade da solução de projeto determinará a qualidade do produto e, conseqüentemente, condicionará o nível de satisfação dos usuários finais (SOUZA, 1995, p. 127 apud GOZZI & OLIVEIRA, 2001).

De acordo com Melhado (2002), os novos conceitos trazidos pela modernização do setor, ocorrida nos últimos cinco anos, levam a esperar que o processo de projeto seja direcionado a:

- harmonizar relações entre empreendedor, autor do projeto e construtor, respeitadas as exigências do usuário;
- estar voltado às necessidades de informação de todos os clientes internos em um empreendimento;
- ser eficiente e coerente com a atuação de todos os agentes;
- evitar retrabalho na elaboração das etapas de projeto;
- integrar orientações para aumento da racionalização e construtibilidade (eficiência da fase de execução);
- dar vazão à adoção bem fundamentada de inovações tecnológicas.

Assim, e principalmente graças à pressão dos contratantes públicos e privados sobre o setor de projetos, esses novos conceitos ganharam força, pela sua importância para a qualidade e produtividade nos empreendimentos de construção. Não obstante, conceitos anteriormente valorizados ainda se mantêm como exigências a serem atendidas pelos projetos (MELHADO, 2002):

- serem esteticamente atraentes e harmonizados com seu entorno;
- adotarem soluções com a melhor relação custo/benefício;
- conceberem produtos com funcionalidade, durabilidade e manutenibilidade adequadas;
- serem flexíveis face às mudanças de uso das construções;
- adotarem soluções adequadas às restrições operacionais do construtor e do cronograma.

A abordagem da qualidade do projeto envolve o seu desenvolvimento, a comunicação dos resultados (informações), assim como os aspectos técnicos relacionados com a solução adotada. Segundo Picci (1993) e Souza et al. (1994), a qualidade do projeto pode ser dividida em (OLIVEIRA, 1999):

- qualidade do programa e da solução, envolvendo pesquisa de mercado com correta identificação das necessidades do cliente e atendimento ao programa de necessidades de forma otimizada;
- qualidade da apresentação, com informações claras e completas, envolvendo os documentos gráficos e escritos;
- qualidade do processo de elaboração de projetos, considerando a integração e comunicação entre os profissionais, prazos e custos.

De acordo com Oliveira & Freitas (2001), a qualidade da elaboração do projeto se encontra, fortemente, relacionada com o prazo, custo, integração e comunicação entre as pessoas envolvidas. Deve-se observar os seguintes aspectos:

- gerenciar o escritório (arquivamento de documentos; prática de desenho - letras legíveis, escalas apropriadas, terminologia apropriada, símbolos padronizados, colocação clara das cotas, etc.);
- estabelecer procedimentos gerenciais para utilização do projeto (controle de cópias, controle de arquivo, controle de atualização de plantas, etc.);
- promover a coordenação dos projetos;
- formalizar as revisões dos projetos;
- verificar a compatibilização dos projetos;

- estabelecer cronogramas de desenvolvimento dos projetos;
- estabelecer regras de contratação dos projetos;
- definir o fluxograma do processo de projeto;
- estabelecer o fluxo geral de projeto com todas as relações de interface e definição dos momentos de tomada de decisão e concepção conjuntas;
- promover a análise crítica do projeto por especialistas;
- montar um banco de dados de materiais e acabamentos;
- utilizar a tecnologia da informação para o arquivamento dos projetos, controle de cópias, processamento de textos, elaboração das plantas, orçamento e programação;
- controlar as interfaces (necessidade de informações de um determinado especialista; organização do fluxo de informação e da forma de transmissão das informações);
- registrar a falta de informações com a definição de quando será resolvido e de quem depende a solução;
- avaliar indiretamente um projeto através de outro (por exemplo, distância dos banheiros prejudica o projeto de instalações hidráulicas);
- buscar a eficiência na troca de informações com os outros setores da empresa (formalização do fluxo de informação);
- manter a integração com o setor de assistência técnica;
- cumprir prazos;
- elaborar procedimentos gerenciais (qualificação e contratação de projetistas, definição das funções de coordenação de projeto e comunicação aos envolvidos, procedimentos de convocação e coordenação de reuniões, registro das decisões adotadas pelos projetistas em comum acordo com o contratante, elaboração de cronograma de projeto, mapa de acompanhamento de projeto);
- desenvolver procedimentos de controle do projeto (por exemplo, elaborar um *check-list* de recebimento de projetos);
- promover a qualificação dos profissionais de projeto e de serviços de apoio;
- evitar a ocorrência de alterações no projeto durante a execução da obra (as alterações nos projetos durante a etapa de execução da obra podem causar problemas como, por exemplo, aumento no custo, soluções indesejadas, etc.);
- coordenar e integrar os intervenientes;
- respeitar os documentos aprovados nos órgãos oficiais (prefeitura, concessionárias, etc.);
- definir estratégias para a avaliação das alternativas de projeto (inclusão de alternativa de referência, estabelecimento de critérios, etc.);

- padronizar parâmetros para os projetos (dimensionamento de ambientes, altura e largura de elementos estruturais, pé-direito, detalhes construtivos, etc.) e suas interfaces;
- agilizar a circulação de informações;
- desenvolver *check-list* para os projetos;
- desenvolver uma comunicação e integração entre os participantes da fase de projeto e entre as várias fases;
- utilizar indicadores de qualidade.

Evidencia-se, assim, a importância da incorporação da compatibilização no processo de projeto, com base na NBR ISO:2000, para garantir a qualidade tanto do processo de projeto quanto do produto final.

2.3.5 - Compatibilização de projetos

Na construção de edificações, os projetos são geralmente desenvolvidos paralelamente pelos diversos projetistas (arquitetura, estruturas e instalações), sendo reunidos somente na hora da execução dos serviços (na obra). Este procedimento gera uma série de incompatibilidades que comprometem a qualidade do produto final e causam perdas de materiais e produtividade. É fundamental que exista uma coordenação de projetos, que os compatibilize desde os estudos preliminares (GOZZI & OLIVEIRA, 2001).

Marques (1979) apud Novaes (1997) entende caber distinção entre dois conceitos para projeto. Um estático, referente a projeto como produto, constituído por elementos gráficos e descritivos, ordenados e elaborados de acordo com linguagem apropriada, destinado a atender às necessidades da etapa de produção; e outro, dinâmico, que confere ao projeto um sentido de processo, através do qual as soluções são elaboradas e compatibilizadas. A compatibilização de projetos “é a atividade de gerenciar e integrar projetos correlatos, visando o perfeito ajuste entre os mesmos e conduzindo para a obtenção dos padrões de controle de qualidade total de determinada obra. Sendo que seu objetivo é eliminar ou minimizar os conflitos entre os projetos inerentes à determinada obra, simplificando a execução e otimizando a utilização de materiais e da mão de obra, bem como a subsequente manutenção” (SEBRAE / SINDUSCON – PR, 1995, p. 17).

De acordo com Vanni et al. (1999), como princípio norteador do desenvolvimento do método de compatibilidade de projetos, partiu-se da idéia básica de que as incompatibilidades entre os diversos projetos – arquitetônico, estrutural, hidráulico, elétrico, etc., são decorrentes

dos fluxos ineficientes de informação nas diversas etapas de desenvolvimento do projeto. Mais ainda, muitas das atividades desenvolvidas não agregam valor ao produto final, representando, portanto, um desperdício.

Segundo Youssef (1994) apud Vanni et al. (1999), a compatibilidade de projetos é uma tarefa voltada à execução de edificações, e tem de ser considerada como intrinsecamente interligada a ela. Portanto, os projetos devem ser realistas, buscando adoção de medidas de racionalização tanto no projeto como na execução, tendo em vista alcançar a construtibilidade do produto.

2.4 - Considerações

Neste capítulo apresentou-se uma visão geral do processo de projeto, abordando a importância da qualidade do projeto no desenvolvimento do produto, com enfoque na Construção Civil, subsetor de edificações. Dessa maneira, os mecanismos do processo de projeto de edificações abordados procuraram fundamentar os objetivos da pesquisa, propiciando a base teórica necessária para estabelecer mecanismos e delimitar padrões para o sistema de elaboração e compatibilização de projetos. Para isso, o próximo capítulo apresenta as ferramentas a serem utilizadas no processo de projeto, confrontando a visão tradicional de projeto e construção com a visão da Engenharia Simultânea e abordando a influência das normas NBR ISO 9001:2000 no processo de projeto.

CAPÍTULO 3 - FERRAMENTAS DE AUXÍLIO À COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS

Neste capítulo apresenta-se o embasamento teórico relacionado às ferramentas a serem utilizadas no processo de projeto. Inicia-se com a Engenharia Simultânea, discutindo-se brevemente como o seu emprego melhora o processo de projeto e as principais dificuldades em implantá-la. A ISO 9001:2000 como sistema de gestão também é relatada. Incluem-se a sua origem, apresentação e a melhora trazida ao processo do projeto com o seu emprego.

3.1 - Engenharia Simultânea

3.1.1 - Conceituação e generalidades

A Engenharia Simultânea ou também chamada Engenharia Paralela tem origem do inglês *concurrent engineering*, também chamada de *simultaneous engineering* ou *parallel engineering*. Esta tem sido definida por diversos autores, sendo que alguns destes estão apresentados a seguir.

Winner et al. (1988) apud Evbuomwan & Anumba (1998) definem a Engenharia Simultânea como uma abordagem sistemática para o projeto integrado e simultâneo de produtos e seus processos correlatos, incluindo a manufatura e a manutenção. Esta abordagem objetiva a consideração, desde o início, de todos os elementos do ciclo de vida do produto, desde a concepção até o descarte, incluindo qualidade, custo, prazos, e requisitos do usuário.

Broughton (1990) apud Evbuomwan & Anumba (1998) define Engenharia Simultânea como uma tentativa para otimizar o projeto de produtos e processos de manufatura, para reduzir tempos e melhorar a qualidade e o custo, por meio da integração das atividades de projeto e de manufatura e da maximização do paralelismo nas práticas de trabalho.

Evbuomwan & Anumba (1998), por sua vez, a partir dos conceitos anteriores, definem a Engenharia Simultânea como uma tentativa de melhorar a apresentação de projetos e seus processos construtivos para conduzir a tempos reduzidos, e melhorar a qualidade e o custo pela integração das atividades de *design*, fabricação, construção e instalação, e pela maximização simultânea e colaboração nas práticas do trabalho.

Muniz (1995) apud Muniz Junior et al. (1996) define a Engenharia Simultânea como o enfoque no qual grupos interfuncionais trabalham interativamente e formalmente no projeto

do ciclo de vida completo do produto/serviço para encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo e prazo. O termo, formalmente, diz respeito à responsabilidade e autonomia dos grupos, sendo garantidos e sustentados pela própria organização, e ao processo de desenvolvimento de produtos/serviços adotado.

A Engenharia Simultânea é definida por Lugli & Naveiro (1996) como a maneira de conduzir a atividade de projeto de forma que as várias atividades relacionadas à progressão do projeto são integradas e realizadas, sempre que possível, em paralelo ao invés de seqüencialmente. Mais especificamente, “Engenharia Simultânea é a consideração, durante a fase de projeto, dos fatores associados ao ciclo de vida do produto. Eles incluem fabricação, montagem, teste, manutenção, custo e qualidade” (O’GRADY & YOUNG, 1991 apud LUGLI & NAVEIRO, 1996, p.3).

Analisando os conceitos citados, constata-se alguns pontos de concordância que formam os fundamentos da Engenharia Simultânea. Jo et al. (1993) apud Borsato (2001b) descrevem como os fundamentos da Engenharia Simultânea:

- o papel dos processos de fabricação nas decisões do projeto de produto;
- formação de equipes interdisciplinares para a realização do processo de desenvolvimento;
- enfoque no cliente durante o processo de desenvolvimento;
- utilização do *lead time* como fonte de vantagem competitiva.

De acordo com Castellano (1996), a Engenharia Simultânea é embasada em dois pontos fundamentais. O primeiro é que quanto antes puder ser feito mudanças no projeto, mais vantajoso e econômico este se torna. O segundo ponto consiste em realizar as etapas do projeto paralelamente ao invés de realiza-las passo-a-passo. Isso torna o projeto mais rápido.

Assim, a Engenharia Simultânea representa uma evolução da Engenharia tradicional, também chamada de Engenharia seqüencial. A seguir far-se-á uma comparação entre a Engenharia seqüencial e a Engenharia simultânea.

3.1.2 - Engenharia seqüencial versus Engenharia simultânea

Tradicionalmente, a abordagem do desenvolvimento do produto no setor de produção é seqüencial por natureza, conforme apresentado na Figura 3.9. De acordo com EVBUOMWAN & ANUMBA (1998), no processo do projeto os profissionais envolvidos desempenham diversas atividades, começando pelo estabelecimento das necessidades do cliente para uma determinada construção, o projeto da instalação e o ciclo de vida de

manutenção. No desempenho destas atividades, a tendência geral para estes profissionais é trabalhar independentemente um dos outros, tomando decisões que inevitavelmente afetam os demais envolvidos no processo. A consequência desta fragmentação entre os diversos profissionais inclui:

- inadequada estruturação, priorização e implementação das necessidades do cliente;
- fragmentação dos diferentes participantes na maioria dos projetos de construção;
- fragmentação dos dados de projeto, fabricação e construção; dados gerados em um estágio não são prontamente re-utilizados na seqüência do processo;
- desenvolvimento da solução de projeto pseudo-ótima;
- falha na integração, coordenação e colaboração entre as diversas etapas envolvidas no ciclo de vida do projeto;
- falha na análise real do ciclo de vida do projeto, incluindo custos, manutenção, etc.;
- falha na comunicação da intenção e razão dos projetistas que leva a mudanças de projeto não justificadas, reclamações de responsabilidades desnecessárias, aumento no tempo de custo de projeto e inadequadas especificações pré e pós-projeto.

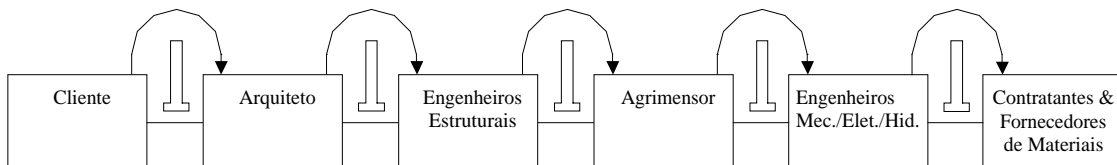


Figura 3.9: O processo de projeto e construção tradicional. (EVBUOMWAN & ANUMBA, 1998)

As principais desvantagens do processo tradicional de desenvolvimento de produtos (EVBUOMWAN & ANUMBA, 1996 apud BORSATO, 2001b):

- eliminação das alternativas viáveis de projeto devido à pressão do tempo;
- caracterização do processo de desenvolvimento por meio de uma seqüência rígida de atividades;
- questões de produtividade e suportabilidade são consideradas muito tarde no processo;
- fragmentação dos dados de projeto e dificuldade em mantê-los consistentes;
- perda de informações sobre intenções de projeto;
- estimativa inapropriada dos custos de produção.

No clima atual de competição, existe uma crescente necessidade para a integração de todos os participantes em qualquer tipo de projeto de construção em uma equipe multidisciplinar, tanto ao nível de gerência quanto de implementação do projeto. Esta integração necessitará de uma grande troca de paradigma na indústria da construção. Pode-se dizer seguramente que se os problemas citados anteriormente fossem adequadamente endereçados, a indústria teria de mudar seu *modus operandi*. Ela teria que adotar um processo *new business* com o objetivo de integrar as disciplinas funcionais logo nas primeiras etapas do projeto de construção, como a equipe típica de projeto apresentada na Figura 3.10 (EVBUOMWAN & ANUMBA, 1998).

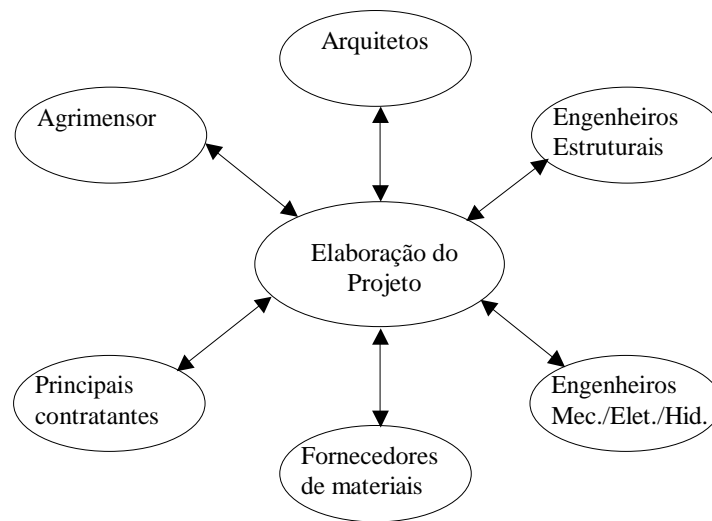


Figura 3.10: Equipe típica de projeto. (EVBUOMWAN & ANUMBA, 1998)

De acordo com Rufino (1999), para a elaboração de um projeto com base na Engenharia Simultânea, denominado de Projeto Simultâneo, é necessário haver um desenvolvimento em conjunto e integrado de todas as fases do produto (projeto), como mostrado na Figura 3.11. Pode-se concluir, a partir desta Figura, que as bases do Projeto Simultâneo são (FABRÍCIO 1998 apud RUFINO, 1999):

- realização em paralelo de várias etapas do processo de desenvolvimento de produto, em especial, desenvolvimento conjunto de projetos do produto para a produção;
- integração no projeto de visões de diferentes agentes do processo de produção, através da formação de equipes multidisciplinares;
- fomento à interatividade entre os participantes da equipe multidisciplinar, com ênfase para o papel do coordenador de projetos como fomentador do processo;

- forte orientação para a satisfação dos clientes e usuários (transformação das aspirações dos clientes em especificações de projeto).

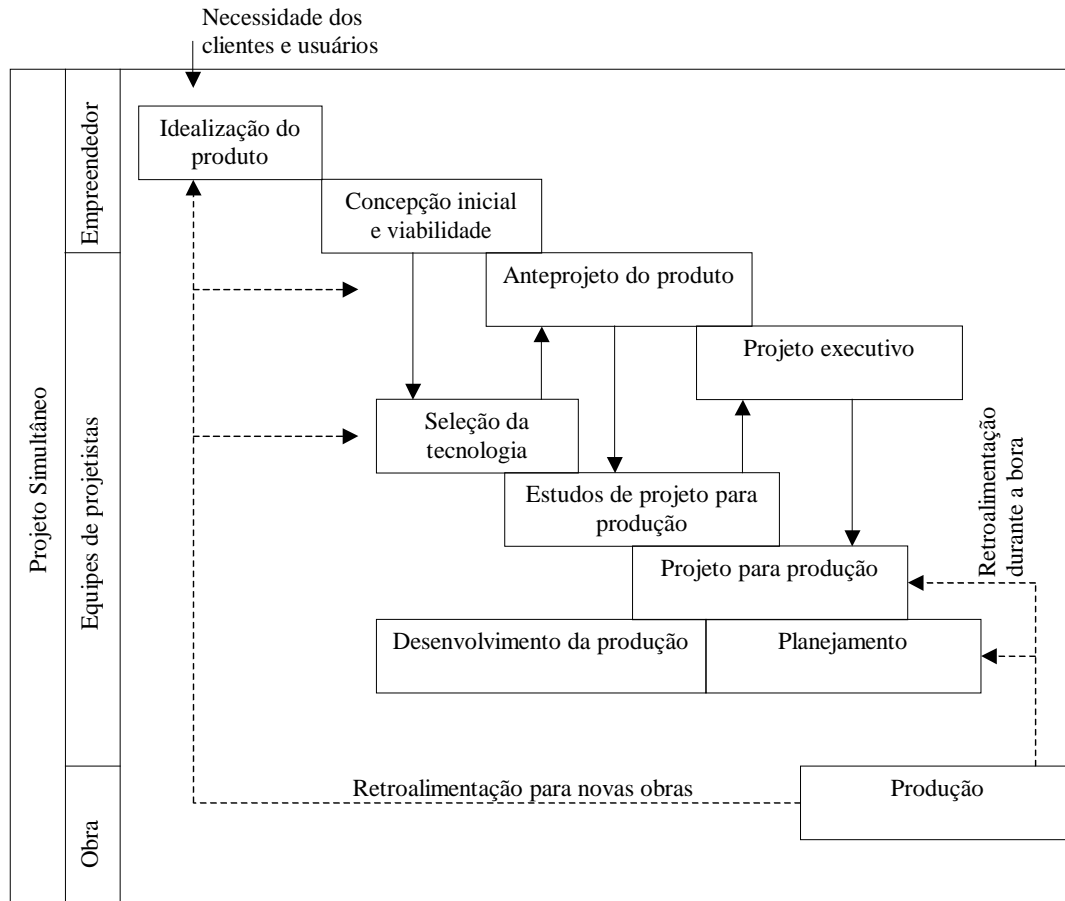


Figura 3.11: Interação de etapas no desenvolvimento de um novo empreendimento com Projeto Simultâneo. (FABRICIO, 1998 apud RUFINO, 1999)

De acordo com CASTELLANO (1996), o desenvolvimento de um produto requer que muitas fases sejam feitas seqüencialmente, tornando o tempo total de projeto muito longo. A Engenharia Simultânea tem como um dos dois conceitos fundamentais, de que muitas dessas etapas podem ser feitas paralelamente, ou simultaneamente. Assim, o tempo total do projeto pode ser reduzido. A Figura 3.12 traz uma comparação entre a metodologia tradicional e a metodologia da Engenharia Simultânea no desenvolvimento de produto. Não são todas as etapas que podem ser realizadas simultaneamente, existem algumas que sempre dependerão da realização de uma outra anterior.

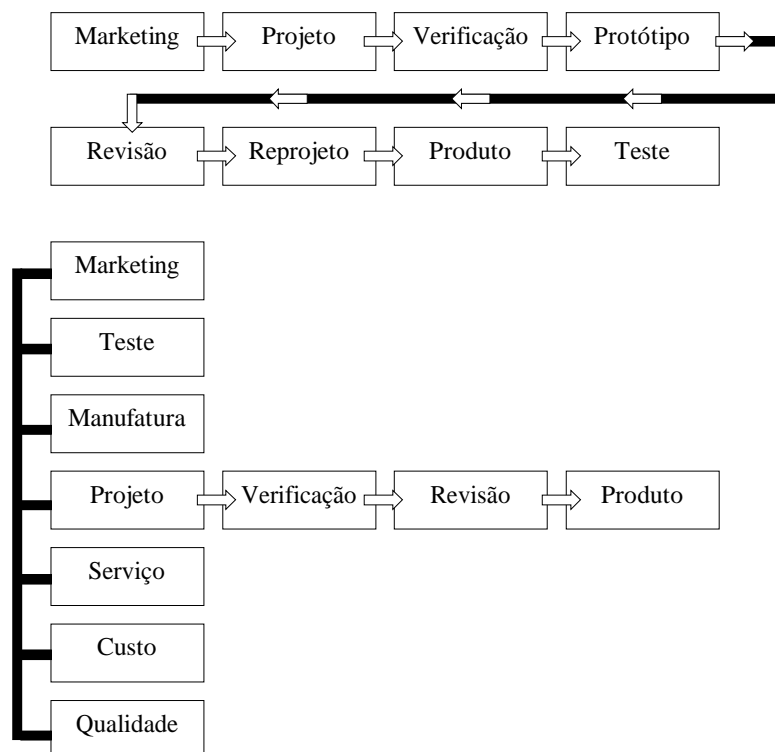


Figura 3.12: Comparação tipo Diagrama Pert entre a metodologia tradicional e a Engenharia Simultânea. (CASTELLANO, 1996)

De acordo com Evbuomwan & Anumba (1996) apud Borsato (2001b), os benefícios trazidos pela Engenharia simultânea são:

- segregação, isolamento e descomprometimento com o sucesso do produto são virtualmente removidos da empresa, de forma que os diversos departamentos possam trabalhar em conjunto e de forma integrada;
- o processo global de desenvolvimento do produto é reduzido à medida que as etapas são realizadas em paralelo;
- capacidade incrementada para a competição global e possibilidade de fornecimento em tempo de produtos de alta qualidade e custos reduzidos aos clientes;
- menos erros e falhas de projeto, e número reduzido de alterações de projeto;
- revisões de projeto e iterações no desenvolvimento do produto são reduzidas e possivelmente eliminadas;
- melhoramento da comunicação e cooperação entre projetistas, gerentes e outros profissionais envolvidos no processo de desenvolvimento do produto;
- maior envolvimento dos funcionários dentro da organização;

- novos produtos desenvolvidos com maior grau de satisfação dos clientes, menores custos e maior nível de qualidade podem ser lançados no mercado;
- empresas podem ser mais solícitas aos clientes.

Dessa forma, a implementação da Engenharia Simultânea no processo de projeto de edificações traz como benefício a integração entre os diferentes agentes envolvidos no processo, facilitando, assim, a compatibilização dos projetos de edificações. Na seqüência, são abordados os agentes influenciadores da Engenharia Simultânea e as etapas e dificuldades para a sua implantação.

3.1.3 - Os sete agentes influenciadores da Engenharia Simultânea

De acordo com Borsato (2001a), diversos autores mencionam que a Engenharia Simultânea possui alguns “agentes influenciadores”. Estes são conhecidos como os sete agentes, ou os sete “Ts” da Engenharia Simultânea, utilizando a sua terminologia na língua inglesa: tecnologia (*technology*), tarefa (*tasks*), trabalho em equipe (*teamwork*), treinamento (*training*), tempo (*time*), talentos (*talents*) e ferramentas (*tools*).

O talento significa recurso humano qualificado, o que significa que o profissional deve estar preparado tanto para a ciência da engenharia quanto possuir as habilidades necessárias para executar o cargo de engenheiro. A introdução de novas tarefas traz a necessidade de formar a equipe multidisciplinar sob o comando de um líder, o qual não possui a função de gerente, mas de um intermediador.

Quanto ao time de trabalho, de acordo com Crow (2001), para o seu bom entrosamento é importante alocar a equipe em uma área de trabalho, uma vez que a proximidade dos membros da equipe traz um grande número de benefícios. Isto permite que as relações interpessoais se desenvolvam mais rapidamente, levando a uma troca de informações mais efetiva e rápida. Esta proximidade traz uma melhor oportunidade de *feedback* e discussões sobre os requisitos e assuntos relacionados ao projeto, facilitando uma melhor coordenação e resultando em uma menor necessidade de infra-estrutura. Finalmente, isto traz uma resposta mais rápida para as questões relacionadas ao projeto e permite que o processo e suas tarefas relacionadas sigam em frente.

De acordo com Borsato (2001a), o treinamento é fundamental para estabelecer um ambiente de Engenharia Simultânea bem sucedido. É necessário que todos os projetistas sejam proficientes nas ciências e nas ferramentas que utilizam. Ferramentas computacionais

são freqüentemente tidas como a solução dos problemas dos projetistas. Pelo contrário, se mal utilizadas podem ser a causa de atrasos e erros. Devem ser consideradas como um agente influenciador da Engenharia Simultânea. Ferramentas computacionais que suportam ambientes de Engenharia Simultânea devem permitir compartilhamento de arquivos, gerenciamento de versões, compatibilidade e consistência de dados e sincronização de trabalhos da rede corporativa.

O projeto tem o objetivo de cumprir metas estabelecidas dentro de parâmetros de custo, tempo e qualidade. Para tanto, torna-se necessário buscar, com o apoio dos gerentes administrativos, novas metodologias e novas tecnologias que otimizem o processo de projeto.

3.1.4 - Aspectos e dificuldades para a implantação da Engenharia simultânea

Um dos desafios básicos da implementação da Engenharia Simultânea é promover a integração, pessoalmente ou por meio de sistemas informatizados, de várias pessoas trabalhando em divisões da mesma empresa ou fornecedores correlacionados, de maneira que a equipe de trabalho possa ser alcançada com sucesso (BORSATO & ERDMANN, 2001).

De acordo com Castellano (1996), o sinal mais visível da Engenharia Simultânea em uma empresa é a mudança para o trabalho em equipe. A Engenharia Simultânea promove explicitamente a formação de equipes multifuncionais. Ela alavanca a perícia de diferentes áreas no projeto e definição de produtos enquanto fomenta a comunicação. Segundo Lugli & Naveiro (1996) a chave para implementação da Engenharia Simultânea é alcançar o mais cedo possível a integração do conhecimento prático da empresa na atividade de projetar um produto.

De acordo com Bradley & Viehweger (1998) apud Borsato (2001b), os fatores-chave para a introdução bem-sucedida de Engenharia Simultânea são:

- implementar sistemas apropriados para a medição de desempenho: estabelecimento de métricas;
- definir apropriadamente as equipes interdisciplinares de desenvolvimento na organização: formação de equipes;
- selecionar de maneira judiciosa e focada os métodos sistemáticos: busca da repetibilidade;
- buscar experiência prática acompanhada de orientação para transformar o comportamento da linha de frente: aprender fazendo.

De acordo com Lugli & Naveiro (1996), existem duas abordagens básicas para implementar a prática da Engenharia simultânea: grupo de projeto e sistemas computacionais. Na realidade, essas duas abordagens não são incompatíveis, ao contrário, o desempenho do grupo de projeto é realçado pelo auxílio computacional, possibilitando aos projetistas considerar vários aspectos do ciclo produtivo no instante do projeto.

A primeira abordagem concentra-se nos aspectos organizacionais e culturais relacionados ao ato de projetar. Seus principais princípios de trabalho resumem-se no seguinte:

- esforçar-se por fazer certo na primeira vez, o que na prática exige conceituar o projeto corretamente desde o início, considerando as necessidades de cada etapa e prevendo as discrepâncias futuras;
- realizar as tarefas de forma simultânea, superpondo atividades que antes seriam realizadas de modo seqüencial. A implementação desse princípio se verifica através da liberação de documentação parcial relativa ao projeto para os membros da equipe que trabalham “a jusante” de forma a permitir a eles que façam avaliações preliminares desde o início do projeto.

A segunda abordagem, os sistemas computacionais de apoio à decisão são as ferramentas utilizadas para implantar o conceito de engenharia simultânea.

Hull et al. (1996) apud Borsato (2001b), sugerem uma abordagem de implementação global, ao invés de uma abordagem por partes, e enfatizam que quanto mais práticas fundamentais forem introduzidas simultaneamente, maior será a melhora de desempenho.

De acordo com Cooper & Kleinschmidt (1993) apud Borsato (2001b), para que seja possível determinar um processo que integre as várias tarefas das diferentes áreas funcionais espalhadas por uma organização (e garantir qualidade de execução), é necessário desenvolver um novo processo sistemático de desenvolvimento de produto - um mapa, *template*, metodologia ou 'plano de jogo' - que atravesse os limites funcionais e force a participação ativa de pessoas de diferentes funções. É necessário fazer com que cada etapa seja interdisciplinar, ou seja, que o plano de jogo estabeleça diferentes tarefas e proponha verificações e balanços que necessitem de alimentação e envolvimento destas várias funções. Outra necessidade igualmente importante reside na estrutura da organização. É necessário associar membros de todas as funções-chave, dividir a autoridade funcional tradicionalmente feudal, e utilizar equipes. Equipes de projeto dedicadas parecem ser mais apropriadas para projetos grandes e complexos, ao passo que a abordagem matricial funciona melhor tanto para

projetos complexos quanto mais simples. Independente de qual estrutura seja aceita, uma liderança de projeto fortalecida - um líder de projeto dedicado e autônomo - parece ser essencial para projetos bem sucedidos e no prazo estabelecido. O líder deve ter autoridade formal (o que significa compartilhar autoridade com chefes funcionais); e o líder e a equipe devem ter autonomia no sentido de tomar decisões, e não serem efetivamente gerenciados por chefes funcionais ou gerência sênior.

Autores como Beckert & Beverly (1991) e Zangwill (1993) apud Castellano (1996), afirmam que nas grandes corporações, a introdução da Engenharia Simultânea pode gerar resistências e conflitos, pois os chefes das unidades envolvidas podem se sentir ameaçados pela perda de poder em favor das equipes de projetos. Por isso, sua implantação exige treinamento dos recursos humanos, inicialmente para a sensibilização da abordagem e posteriormente no adestramento das técnicas requeridas. Os engenheiros, por sua formação, tendem a valorizar o trabalho individual, o que pode dificultar a implantação desta metodologia. Nas pequenas empresas, porém, a introdução da técnica é mais fácil, pois há menos níveis hierárquicos e a perda de poder será menos sentida, a maior diferença está na mudança do trabalho individual para o trabalho em grupo.

A Engenharia Simultânea é uma ferramenta poderosa para aumentar a eficiência do processo de projeto, desde que o principal mecanismo, que gera esta eficiência, seja bem realizado: a seleção e formação das equipes multifuncionais e o livre intercâmbio de informações entre os seus integrantes. Este mecanismo é muito dependente da disponibilidade das pessoas, tanto física quanto psicologicamente, e da capacidade delas em transmitirem informações. Assim muitas equipes de Engenharia Simultânea não utilizam todo o seu potencial, seja por perda de tempo em localizar as informações necessárias, seja para corrigir erros que não foram identificados nas fases iniciais do projeto porque as pessoas certas não foram envolvidas, seja porque as pessoas em momentos de pressão podem esquecer-se de fatos relevantes ou ainda julgar irrelevantes determinados aspectos (ARAÚJO, 2000).

3.1.5 - Integração entre projeto e gerência

Uma empresa é um organismo que, para sobreviver frente à concorrência, deve aproveitar suas oportunidades e monitorar sua situação. O organismo é difícil de controlar e, para isso, deve formular objetivos e definir caminhos - ou estratégias - para atingir seus alvos, ajustando-se rapidamente ao meio ambiente em que se situa para responder a novas situações e circunstâncias (CASTELLANO, 1996).

A integração entre o projeto e a gerência resulta da interdependência entre ambos, como mostra a Figura 3.13. A necessidade de novos negócios por parte da empresa e seu nível de ambição, levam à busca de novas idéias de negócios. Quando uma oportunidade de negócio for identificada - entenda-se aí uma combinação de mercado, produto e processo - inicia-se a fase de desenvolvimento que resulta num novo produto, gerando resultados financeiros favoráveis, o que resulta em poder no mercado. Com isso fecha-se o círculo da Figura 3.13.

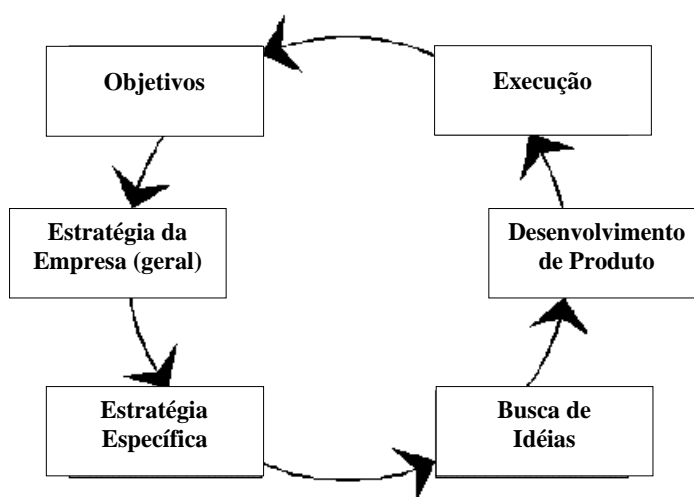


Figura 3.13: Integração entre projeto e gerência. (CASTELLANO, 1996)

O papel da alta gerência é fundamental para a implementação da Engenharia Simultânea. Tibbitts & Keane (1995) apud Borsato (2000) se referem ao gerenciamento como a “força motriz” por trás da implementação da Engenharia Simultânea. Devem, segundo os pesquisadores, exercer um papel proativo e de liderança em efetivar tais mudanças se as organizações perceberem os benefícios da mesma. Tang et al. (1997) apud Borsato (2000) vão além, e definem que a Engenharia Simultânea não seja um processo físico ou um conjunto de procedimentos; é, sim, a responsabilidade em nível gerencial de integrar as equipes em unidades de negócio coesas e eficazes.

Segundo Castellano (1996), a pequena empresa oferece condições favoráveis para obter uma visão geral do seu meio ambiente interno, justamente pelo fato de ser pequena e menos complexa do que a grande, podendo-se adaptar mais rapidamente às circunstâncias. Seus fatores organizacionais, financeiros, operacionais e de marketing, podem ser levantados

sem muita dificuldade, obtendo assim, uma vantagem competitiva. O maior problema é que, na maioria dos casos, a pequena empresa têm reservas apenas para planos de curto prazo, fator limitante para alavancar muitos empreendimentos.

3.1.6 - Etapas para implantação da Engenharia simultânea

Tavares Junior (2001) apresenta algumas sugestões de implantação da Engenharia simultânea, de acordo com autores como Casarotto Filho et al. (1999) e Junqueira (1994), as quais são apresentadas a seguir.

Casarotto Filho et al. (1999) apud Tavares Junior (2001) sugerem a implantação gradual da Engenharia Simultânea em três etapas:

- primeira etapa: adoção das técnicas de gerência de projetos com a utilização de seus elementos básicos que são: a coordenação de projetos e o planejamento e controle integrados. É fundamental nessa etapa o uso de uma matriz tarefa x responsabilidade, na qual é feito o cruzamento do organograma do projeto com os departamentos e/ou empresas participantes. Os autores recomendam também a formação de um grupo *full-time* para assessorar o gerente de projeto nesta etapa;
- segunda etapa: fazer a ampliação do grupo *full-time* para o conceito de força-tarefa ou equipe multidisciplinar, contando com elementos de vários departamentos ou empresas envolvidas, obtendo assim uma maior integração e redução do prazo para tomada de decisões no processo de projeto;
- terceira etapa: utilizar o desenvolvimento simultâneo de tarefas. Para a realização dessa etapa, a equipe multidisciplinar tem que estar bem sintonizada entre si e com os departamentos funcionais ou empresas. Também é exigido o uso de ferramentas do tipo QFD (Desdobramento da Função Qualidade) para a concepção de produtos.

Tavares Junior (2001) destaca um plano para implementação da Engenharia Simultânea, atribuído a Hartley (1990) citado por Junqueira (1994), que é composto do seqüenciamento de etapas que está representado na Figura 3.14.

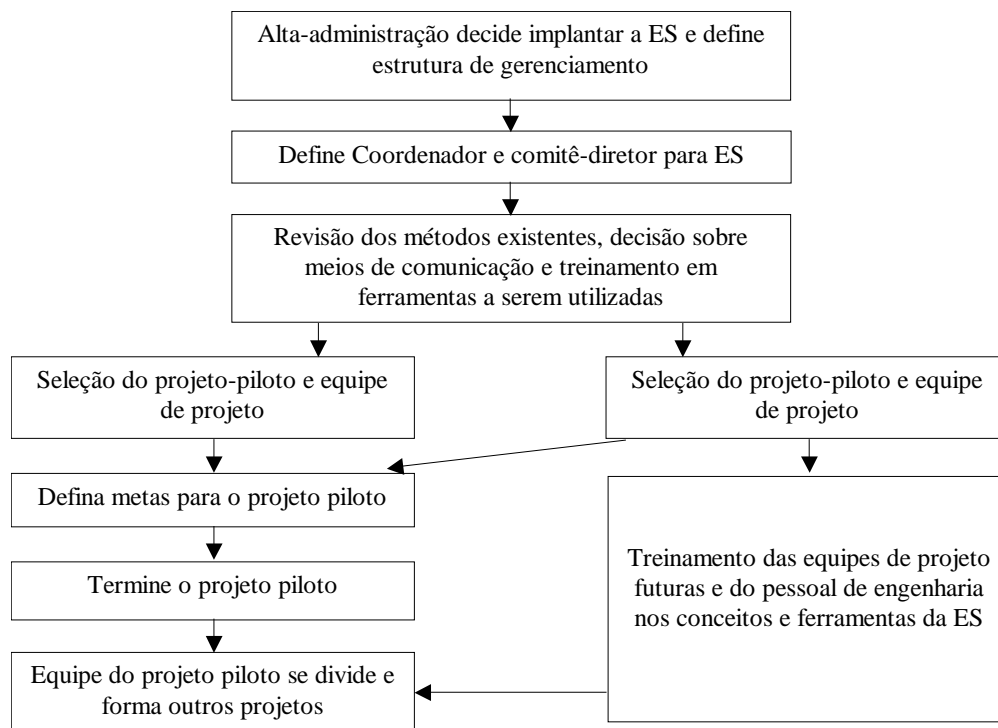


Figura 3.14: Passos para implantação da Engenharia Simultânea. (HARTLEY, 1990 apud JUNQUEIRA, 1994)

3.1.7 - Plano para implantação da Engenharia Simultânea na modelagem da compatibilização de projetos

Com base nos planos de implantação da Engenharia Simultânea propostos pelos diversos autores, fez-se um plano para a implantação da Engenharia Simultânea que será utilizado na modelagem da compatibilização de projetos neste trabalho, levando em consideração as características da indústria da construção civil, subsetor de edificações.

No presente trabalho, a implantação da Engenharia Simultânea será feita por meio da execução das seguintes etapas:

- decisão da administração em implantar a Engenharia simultânea;
- definição de cronograma e estabelecimento de objetivos para a fase inicial de implantação;
- definição do coordenador de projetos da Engenharia simultânea;
- formação da equipe multidisciplinar, envolvendo diversos setores ligados ao processo de projeto;

- treinamento dos profissionais envolvidos no processo, nos conceitos e ferramentas da Engenharia simultânea;
- utilização de desenvolvimento simultâneo de tarefas;
- avaliação pela própria equipe e pelos seus clientes dos resultados obtidos e proposição de adaptações e mudanças em procedimentos de elaboração e de controle;
- consolidação dos procedimentos e critérios adotados.

Tendo como base o plano de implantação da Engenharia Simultânea no processo de projeto, serão utilizadas metodologia e ferramentas desenvolvidas a fim de atender aos requisitos da Norma ISO 9001:2000, conforme apresentado a seguir.

3.2 - A Norma ISO 9001:2000

3.2.1 - Conceituação e generalidades

A ISO foi criada em 1946, na Suíça, com o propósito de facilitar a normalização como forma de promoção do comércio internacional. Antes de 1979, o trabalho da ISO era mais focado em técnicas e questões de segurança. Naquele ano houve uma mudança, criação do *technical committee*, TC 176, que desenvolveu a série de normas da qualidade – a série ISO 9000 – no Brasil, NBR ISO 9000. Já em 1991, o *Strategic Advisory Group on Environment-SAGE*, foi formado para encorajar uma abordagem comum de gerenciamento ambiental, como forma de forçar habilidades empresariais para melhorar e medir sua performance ambiental, de facilitar o comércio internacional e de remover barreiras (BELLO et al., 1998). Surge então a série ISO 14000.

As normas da ISO, tanto as de qualidade quanto as do meio ambiente, passaram a ser padrão de referência. Isto resultou, segundo ISO Technical Committee (2001), na certificação de cerca de 400.000 organizações ao redor do mundo, com muitas mais no processo de implementação do sistema de qualidade.

Em função da necessidade de padronizar os procedimentos do processo produtivo e com o evento da globalização, o que tornou o mercado bastante competitivo, é importante que seus produtos comercializados tenham a qualidade exigida pelos clientes com custos mínimos para as empresas (VASCONCELLOS JUNIOR & MIGUEL, 1999). Este quadro é particularmente importante no processo de projeto devido, principalmente, a necessidade de garantir a qualidade do projeto e, conseqüentemente, do produto final. Dentre os mecanismos existentes,

destaca-se a reformulação das etapas do projeto de forma a adequá-las aos requisitos das normas ISO 9001, e implantação de metodologias que visem, acima de tudo, melhorar a qualidade do produto.

Desta maneira, é abordada na seqüência, a série de Normas ISO 9000:2000.

3.2.2 - A Série de normas ISO 9000:2000

A última versão da série vigente, editada em 15 de dezembro de 2000 e recepcionada pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, é constituída pelas seguintes normas básicas:

- ISO 9000 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Fundamentos e vocabulário;
- ISO 9001 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos;
- ISO 9004 – Sistemas de Gestão da Qualidade – Diretrizes para a melhoria do desempenho;
- ISO 19011 – Diretrizes da Gestão da Qualidade e/ou do Meio Ambiente.

As normas ISO 9000:2000 especificam requisitos de sistemas de qualidade que podem ser utilizados para fins de garantia de qualidade externa, para o fornecedor demonstrar sua capacidade e para a avaliação dessa capacidade por partes externas.

O sistema de gestão da qualidade cobre, com a ISO 9001:2000, todas as atividades da organização, e dá segurança para os consumidores de que os processos de qualidade de uma organização estão sendo endereçados adequadamente. A estrutura da ISO 9001:2000 está apresentada na Figura 3.15. Enquanto que a “melhoria contínua” é desejada para promover a efetividade do sistema de gestão de qualidade, a ISO 9004:2000 pretende melhorar a eficiência da organização. Juntas elas ajudarão a aumentar a vantagem competitiva da organização no mercado, e capacitar a uma melhor resposta às exigências dos clientes. A consistência dos dois padrões ajuda as organizações que desejam ir além da ISO 9001 para seguir a direção dada na ISO 9004:2000 (ISO International Organization of Standardization, 2001b).

A ISO 9000:2000 aplicada à construção civil entende que a qualidade começa no projeto do imóvel, passa pela sua construção e processo de venda e estabelece-se à assistência técnica pós-venda. Ela também estabelece que a empresa deve publicar suas intenções, tanto para seus acionistas como para clientes, fornecedores, funcionários e sociedade (MATTEI, 1998).

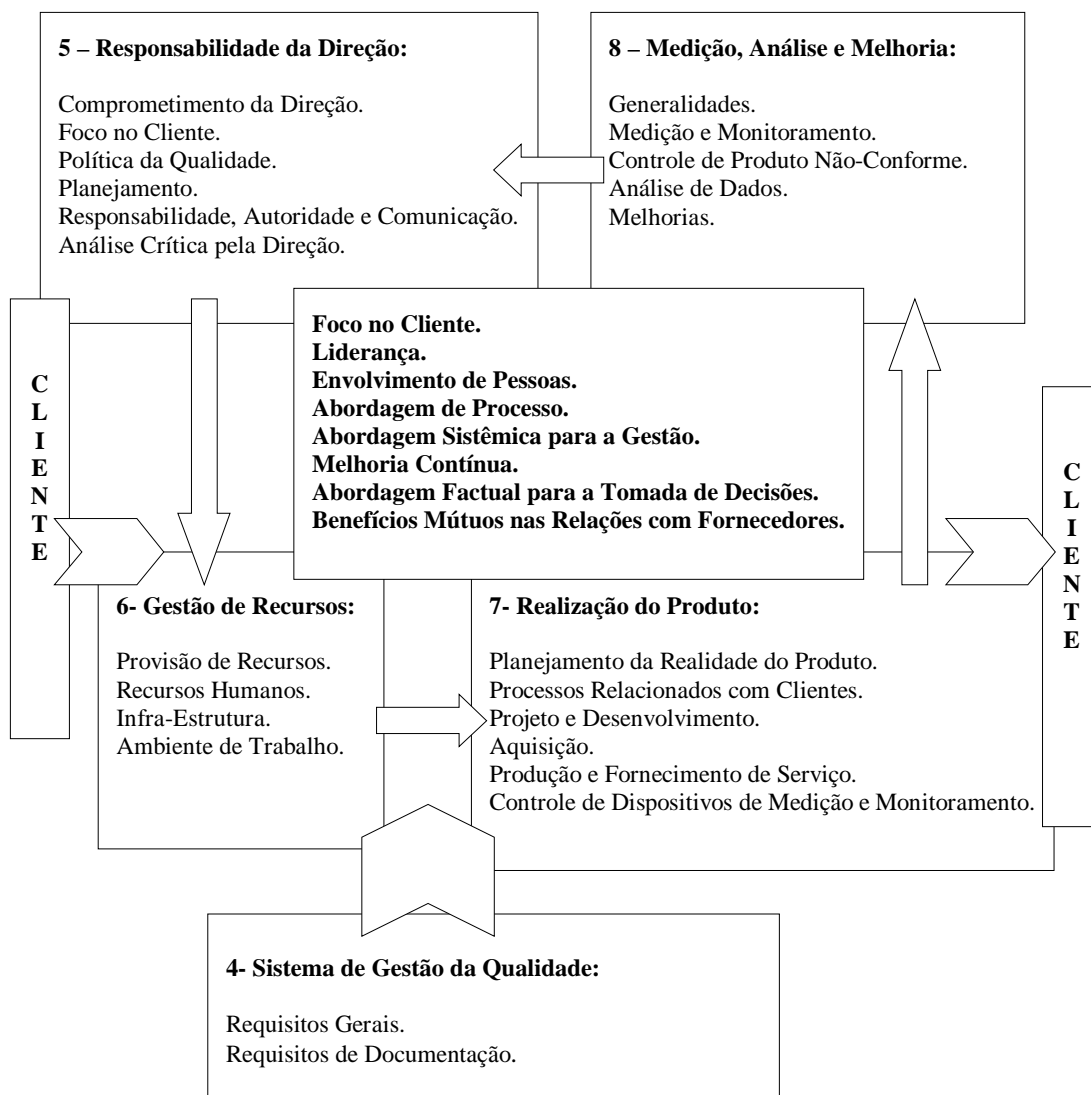


Figura 3.15: Estrutura de requisitos da ISO 9001:2000. (CARVALHO, 2002)

Segundo a FIERGS / CIERGS (1999), vários são os fatores que têm motivado as empresas da construção civil à busca da certificação, entre os quais: assegurar a satisfação dos clientes, adequar-se às exigências do mercado, buscar a melhoria da imagem da empresa e diferenciais perante a concorrência, adequar-se a padrões internacionais, obter ganhos de produtividade e reduzir custos, promover a modernização organizacional e/ou tornar-se mais competitivo.

De acordo com Bello et al. (1998), a série de normas ISO 9000 restringe a flexibilidade à mudança e, portanto, dificultavam o processo de melhoramento contínuo do

processo. Alguns processos certificados, em realidade, podiam ser considerados de baixa eficiência e poucos adequados às necessidades da empresa. Portanto, empresas que obtinham certificação não necessariamente apresentavam um programa de qualidade total funcionando adequadamente. O reconhecimento da norma é como um padrão de produção e não como validação de atingimento/atendimento ao mercado. Portanto, a norma é um indicativo e não uma determinante.

Para o processo de projeto de edificações, aplicam-se as normas NBR ISO 9001:2000, a qual será utilizada como sistema de gestão de qualidade no presente trabalho.

3.3 - Considerações

Neste capítulo abordou-se a visão da Engenharia Simultânea e da NBR ISO 9001:2000 como sistema de gestão para a melhora do processo de projeto na Construção Civil, subsetor de edificações. Nesse contexto, a abordagem à Engenharia Simultânea e às normas NBR ISO 9001/2000, propiciaram a base teórica necessária para estabelecer os pontos críticos do processo de projeto e para delimitar padrões para o sistema de elaboração e compatibilização de projetos.

No próximo capítulo constam os resultados obtidos com a aplicação prática das ferramentas propostas na construção de um edifício de vinte e dois pavimentos, na cidade de Maringá.

CAPÍTULO 4 - MODELO PROPOSTO.

Neste capítulo será desenvolvido o modelo proposto para o setor da construção civil, subsetor de edificação fundamentado nos embasamentos teóricos da Engenharia Simultânea e no Sistema da Garantia da Qualidade, que foram analisados no Capítulo 3.

No próximo item será definido o fluxo do processo de projeto que será utilizado no modelo proposto. Definido o fluxo do processo de projeto, se fará então a modelagem do processo de Engenharia Simultânea com a ISO 9001:2000, como sistema de gestão.

4.1 - Apresentação do Modelo

Para o detalhamento do desenvolvimento do processo da Engenharia Simultânea, optou-se pelo desenvolvimento de um fluxo de processo enfocando especificamente as etapas básicas do processo de projeto.

Baseado em SEBRAE / SINDUSCON-PR (1995), Tavares Junior (2001) e NBR ISO 9001:2000, é apresentado na Figura 4.1 um fluxo de desenvolvimento do modelo empregando Engenharia Simultânea com a ISO 9001:2000 para o setor da construção civil, subsetor edificações, com a finalidade de fornecer uma visão sistêmica do processo.

Na concepção do fluxograma do modelo proposto da Engenharia Simultânea (Figura 4.1), neste trabalho, foram consideradas as seguintes etapas.

- Elaboração das diretrizes para o *Briefing*: têm por finalidade relacionar os elementos decisórios decorrentes do interesse do proprietário, orientados e compilados tecnicamente pela Empresa de Gerenciamento;
- Contratação da equipe multidisciplinar que participará do empreendimento;
- *Briefing*: é o conjunto de informações preliminares, contendo não só as necessidades do cliente com dados informações consideradas primordiais ao sucesso do empreendimento adicionadas pela Empresa de Gerenciamento;
- Estudo preliminar: é a representação gráfica da concepção dos projetos integrantes do empreendimento, em escala adequada e de forma simplificada;
- Anteprojeto: é a solução geral possibilitando clara compreensão do empreendimento, em desenhos elaborados e em escala conveniente;
- Projeto legal: é o projeto elaborado necessário a aprovação em órgãos públicos e concessionárias;

- Projeto executivo: é a solução definitiva oriunda do anteprojeto, já contemplada com a compatibilização, em acordo com as exigências dos órgãos públicos e concessionárias a que serão submetidos;
- Aprovação em órgãos públicos: afim de atender a legislação em vigor que exige a aprovação dos projetos nos órgãos públicos competentes.

No fluxo do modelo proposto, após as etapas de estudo preliminar, anteprojeto e projeto executivo, previu-se a realização de uma reunião de compatibilização, sendo considerado suficiente três compatibilizações de projeto durante o processo.

Concluída a definição do fluxo do modelo proposto, será realizada no próximo item a descrição detalhada de cada etapa do modelo como sistema de gestão baseado na NBR ISO 9001:2000.

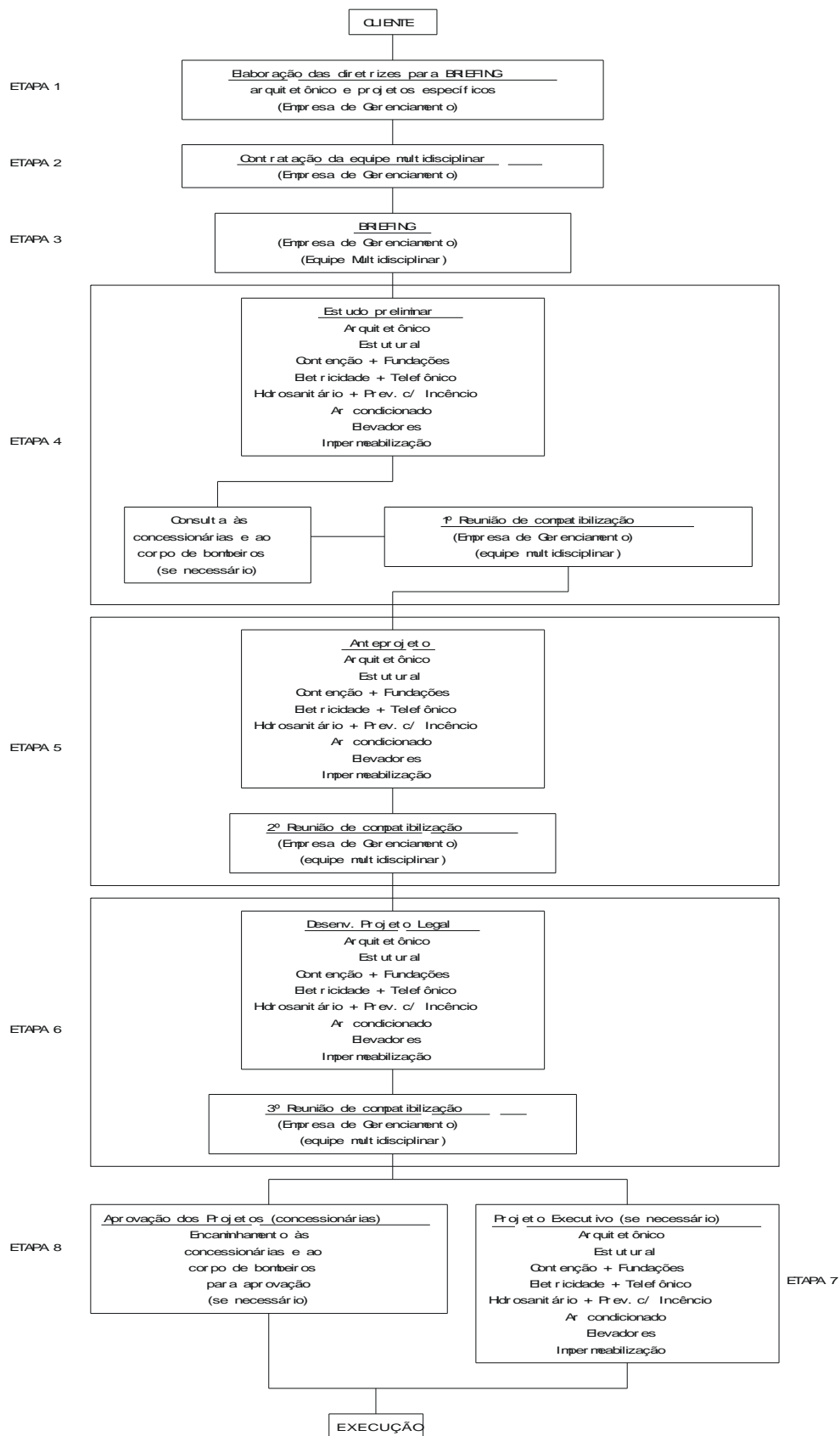


Figura 4.1 – Fluxograma do Modelo Proposto

4.2 - Descrição das Etapas do Modelo

A seguir serão descritas as oito etapas que compõem o modelo, conforme o fluxograma do modelo proposto ilustrado na figura 4.1.

4.2.1 - Etapa 1 – Elaboração das diretrizes para o *Briefing*

Esta etapa têm por finalidade relacionar os elementos decisórios decorrentes do interesse do proprietário, orientados e compilados tecnicamente pela Empresa de Gerenciamento. Este item atende a NBR ISO 9001:2000 – Item 7, subitem 7.2 – Processos Relacionados a Clientes.

A Empresa de Gerenciamento deverá, obrigatoriamente, ser certificada pela NBR ISO 9001:2000 – Sistema de Gestão da Qualidade.

Na compilação de tais dados deverão ser considerados (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.2.1 – Determinação de requisitos relacionados ao produto):

- os requisitos especificados pelo cliente, incluindo os requisitos para entrega e para atividades de pós-entrega;
- os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o desenvolvimento do projeto;
- regulamentos e normas vigentes relacionados ao desenvolvimento do projeto.

Uma vez compilados estas informações a Empresa de Gerenciamento deverá promover uma análise dos mesmos (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.2.2 – Análise crítica dos requisitos relacionados ao produto) quanto a viabilidade de atendimento ao cliente, bem como do desenvolvimento do produto conforme requisitos do cliente.

Estes dados deverão ser compilados em relatório, conforme apresentado na figura 4.2 para, após definição da equipe multidisciplinar, ser distribuído aos seus membros para serem utilizados pelos mesmos na Etapa 3 do modelo proposto.

BRIEFING PARA PROJETO	
Projeto Legal (Prefeitura)	
Área do terreno (escritura)	_____m ²
Área do terreno (real)	_____m ²
Uso (zoneamento)	
Uso (categoria)	
Área total de construção possível de ser aprovada	_____m ²
Taxa de ocupação máxima	
Coeficiente de aproveitamento máximo	
Altura total da edificação máxima	_____m
Outras	
Características do Empreendimento	
Nº de torres	
Nº de pavimentos	
Nº de pavimentos de garagem	
Nº de vagas por unidade	
Nº de unidades de cobertura	
Outras	
Características das unidades	
Área das unidades	_____m ²
Nº de unidades com 1 dormitório	
Nº de unidades com 2 dormitórios	
Nº de unidades com 3 dormitórios	
Nº de suítes	
Nº de banheiros	
Nº de lavabos	
Nº de WC de empregada	
Outras	
Vedação Externa	
<input type="checkbox"/> bloco cerâmico <input type="checkbox"/> bloco concreto <input type="checkbox"/> bloco sical <input type="checkbox"/> outros:_____	
Vedação Interna	
<input type="checkbox"/> bloco cerâmico <input type="checkbox"/> bloco concreto <input type="checkbox"/> bloco sical <input type="checkbox"/> gesso acartonado <input type="checkbox"/> outros:_____	

Figura 4.2 – Formulário para *Briefing*.

4.2.2 - Etapa 2 – Contratação da Equipe Multidisciplinar

Os membros da equipe multidisciplinar devem ser competentes, com base em educação, treinamento, habilidade e experiência comprovada, além de estarem legalmente habilitados a desenvolverem as tarefas a que se propõe.

Como ferramenta para avaliação dos quesitos apresentados anteriormente, pode-se fazer uso do formulário proposto representado na figura 4.3.

Como critério de “ACEITO” e “NÃO ACEITO” estipula-se que no item referente a Avaliação Geral a pontuação mínima será de 1 resposta afirmativa procurando demonstrar um mínimo de envolvimento com o processo de qualidade. A data de participação em curso de aperfeiçoamento não deverá exceder a 2 anos com a intenção demonstrando por parte do entrevistado um interesse por um contínuo de aperfeiçoamento técnico. Quanto ao item referente a Avaliação da Área de Projeto a pontuação mínima será de 3 respostas afirmativas demonstrando que o prestador do serviço proposto está bem estruturado quanto aos aspectos técnico, financeiro e controle de documentos.

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS		
Empresa/Profissional:		
Avaliação Geral:		
Possui certificação ISO 9000?	() Sim	() Não
Caso não, está implantando?	() Sim	() Não
Existe um plano de treinamento / capacitação de pessoal ?	() Sim	() Não
Qual a data do último curso de aperfeiçoamento que participou? (mês/ano)	____/____.	
Avaliação da Área de Projetos:		
Já desenvolveu projeto semelhante ao <i>briefing</i> apresentado?	() Sim	() Não
Não depende de investimentos para desenvolver este trabalho?	() Sim	() Não
Existe um procedimento formal de planejamento e controle de projetos, especificando fases, responsáveis, projetos e itens de verificação ?	() Sim	() Não
São realizados controles formais de revisões de documentos técnicos?	() Sim	() Não
Existe documentação de análise crítica dos projetos verificando dados de entrada e atendimento de objetivos de outras áreas ?	() Sim	() Não

Figura 4.3 – Formulário para Avaliação da Equipe Multidisciplinar.

Estruturada a equipe, será feito o registro dos dados dos membros desta equipe em formulário como ilustrado na figura 4.4. Estes formulários servirão para cadastramento dos

projetistas e servirão de apoio para a transferência de informações, sendo que toda equipe deverá ter acesso a lista completa sendo que estas informações serão distribuídas na Etapa 3 .

CADASTRO PROFISSIONAL		
Empresa:		
Contato:		
Endereço:		
Cep:	Cidade:	Estado:
Email:	Telefone:	Fax:
CGC/CPF:	Insc. Estadual:	Insc. Municipal:

Figura 4.4 – Formulário para Cadastramento do Membro da Equipe Multidisciplinar.

4.2.3 - Etapa 3 – *Briefing*

Nesta fase o Empresa de Gerenciamento promoverá a apresentação da equipe multidisciplinar e a distribuição do formulário da figura 4.4 com os dados de toda a equipe. Será apontado para os mesmos o interesses compilados do cliente no formulário da figura 4.2, e será distribuído também o formulário da figura 4.5, apresentado a seguir, onde estão detalhadas as tarefas e responsabilidades de cada membro da equipe multidisciplinar.

Esta etapa atende a NBR ISO 9001:2000 – Ítem 7, subítem 7.2 – Processos Relacionados a Clientes.

Será verificado o atendimento destas tarefas na primeira reunião de compatibilização.

RESPONSABILIDADE DA EQUIPE MULTIDISCIPLINAR – ESTUDO PRELIMINAR			
Nº	Responsável:	O que fornece:	Para quem:
1	Projetista Arquitetônico	Implantação	2-3-4-5-6-7-8
		Planta dos pavimentos com respectivos mobiliários e equipamentos	2-3-4-5-6-7-8
		Corte(s) esquemático(s)	2-3-4-5-6-7-8
		Estatística de áreas	2-3-4-5-6-7-8
		Perspectiva ou maquete volumétrica	2-3-4-5-6-7-8
2	Projetista Estrutural	Laçamento da estrutura	1-3-4-5-6-7-8
3	Projetista Hidrosanitário e Prevenção Contra Incêndio	Volume dos reservatórios	1-2
		Posição das prumadas, shafts, tubulações horizontais	1-2-4
		Posição de hidrantes	1-4
		Equipamentos hidráulicos com potência elétrica	4
		Barrilete	1
		Válvulas redutoras / reservatório intermediário	1
		Drenagem do solo	1-8
		Posição dos medidores	1-4
4	Projetista Eletricidade e Telefônico	Dimensionamento da demanda.	1
		Definição da entrada de serviço.	1
		Prumadas.	1-2-3
		Posição dos quadros / caixas de passagem.	1-3
		Marcação dos pontos de utilização.	1
		Cálculo de luminotécnica.	1
		Iluminação de emergência.	1-3
		Definição de pára-raios.	1-3
		Sistema de recepção de TV e sistema de segurança.	1
Estudo de aeração ou tratamento de ar (tipo/local).	1-2		
5	Elevadores	Características gerais: dimensões, capacidade, velocidade, tipo de portas, potência elétrica, casa de máquinas.	1
6	Impermeabilização	Características gerais: áreas a impermeabilizar, tipo de impermeabilização, det. construtivos a serem considerados nos projetos.	1-2-3
7	Ar condicionado	Determinação dos espaços para os equipamentos e dutos	1-2-4
		Demanda elétrica (verão/inverno)	4
		Demanda hidráulica	4
8	Fundações	Espessura da contenção	1-2

Figura 4.5 – Formulário de Responsabilidade da Equipe Multidisciplinar no Estudo Preliminar

4.2.4 - Etapa 4 – Estudo Preliminar

Esta etapa tem por objetivo definir o estágio de desenvolvimento que o projeto sofrerá (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.2 – Entrada de Projetos e Desenvolvimento), bem como as responsabilidades de cada membro da equipe multidisciplinar (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.1 – Planejamento do projeto e Desenvolvimento). Um importante controle deste fluxo de informações se fará necessário para que os membros da equipe multidisciplinar recebam as informações mais atuais e confiáveis evitando-se o retrabalho. Esta etapa está na NBR ISO 9001:2000 – Item 7, subitem 7.3 – Projeto e desenvolvimento.

A transmissão destas informações poderá ser feita via email, fax, telefone ou mesmo pessoalmente caso os trabalhos sejam desenvolvidos no mesmo espaço físico. É recomendado a utilização de email, fax ou ata de reunião, pois os mesmos proporcionam o registro da data de envio NBR ISO 9001:2000 – subitem 4.2.4 – Controle de Registros.

Para a maioria dos empreendimentos no Subsetor de Edificações, no que diz respeito aos resultados da etapa de projeto, estes, via de regra, resumem-se aos projetos de arquitetura, de estrutura e fundações e de instalações prediais, com relacionamento e detalhamentos que dependem do grau de organização e de sistematização de procedimentos do conjunto dos agentes envolvidos, no âmbito da coordenação de projetos (NOVAES, 1997).

Conforme observa-se na figura 4.5, existe a presença de profissionais que tradicionalmente não participam das decisões nesta etapa de projeto, tais como os responsáveis pelos elevadores, impermeabilização e fundações. A participação deste profissionais visa caracterizar o modelo simultâneo, uma vez que possibilita a antecipação de soluções, a racionalização e a integração destas soluções.

Cumprida as tarefas definidas para cada membro, deverá ser promovida uma reunião de compatibilização onde a Empresa de Gerenciamento promoverá a conferência dos itens constantes na figura 4.5, conforme previsto na NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.3 – Saídas de projeto e desenvolvimento.

Nesta reunião deverá ser feita uma análise pelos membros da equipe multidisciplinar e a Empresa de Gerenciamento, focando principalmente:

- avaliação da capacidade dos resultados obtidos até o momento em atender aos requisitos expostos no *Briefing*;
- identificação do problema que esteja impedindo o atendimento ao *Briefing*;
- recomendações gerais para melhoria ou complementação do método.

Estas informações compõem um dos requisitos da NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.4 – Análise Crítica de projeto e desenvolvimento.

Ao final da reunião deverá ser lavrada uma ata (NBR ISO 9001:2000 – subitem 4.2.3 – Controle de Documentos e subitem 4.2.4 – Controle de Registros) onde ficarão registrados todos as decisões e pontos conflitantes que se observaram nesta etapa. Feito isso, deverá ser distribuído novo formulário de tarefas conforme modelo da figura 4.6.

4.2.5 - Etapa 5 – Anteprojeto

Nesta etapa, tem-se um novo estágio de desenvolvimento a ser alcançado pelo projeto (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.2 – Entrada de Projetos e Desenvolvimento), bem como novas responsabilidades de cada membro da equipe multidisciplinar (NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.1 – Planejamento do projeto e Desenvolvimento) que constam na ata da primeira reunião de compatibilização e no modelo de formulário da figura 4.6 distribuído no final da primeira reunião de compatibilização, realizada na Etapa 4.

Da mesma forma o controle do fluxo de informações é importante podendo ser feita uma avaliação de qual meio de transmissão de informações tem-se mostrado mais eficiente e adotar o mesmo como padrão.

Após a finalização das tarefas definidas na ata da primeira reunião de compatibilização e constantes no formulário da figura 4.6, será promovida a segunda reunião de compatibilização onde a Empresa de Gerenciamento promoverá inicialmente a conferência dos pontos conflitantes listados na ata da primeira reunião de compatibilização e em seguida procederá a conferência dos itens constantes na figura 4.6, conforme previsto na NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.3 – Saídas de projeto e desenvolvimento.

Da mesma forma, ao final da reunião deverá ser lavrada uma ata onde serão listados os pontos conflitantes observados nesta etapa e serão distribuídos os novos formulários de tarefas para a próxima etapa, que se apresentam nas figuras 4.7, 4.8 e 4.9.

RESPONSABILIDADE DA EQUIPE MULTIDISCIPLINAR – ANTEPROJETO			
	Responsável:	O que fornece:	Para quem:
1	Projetista Arquitetônico	Desenhos cotados	2-3-4-5-6-7-8
		Representação da estrutura pré-lançada	2-3-4-5-6-7-8
		Definição das aberturas definitivas	2-3-4-5-6-7-8
		Mobiliário e equipamentos de finitivos de todos os espaços propostos	2-3-4-5-6-7-8
		Locação definitiva de: cabine de GLP, cabine de transformação (se necessário), reservatórios (volumes), barriletes, shafts/prumadas/enchimento e quadros	2-3-4-5-6-7-8
		Definição de poço(s) de elevadores(s), escada enclausurada conforme norma específica, rampas de acesso	2-3-4-5-6-7-8
2	Projetista Estrutural	Fôrmas de todos os pavimentos, dos reservatórios e rampas de acesso	1-3-4-5-6-7-8
		Seções especiais (se necessário)	1-3-4-5-6-7-8
3	Projetista Hidrosanitário e Prevenção contra incêndio	Confirmação do volume dos reservatórios, prumadas, shafts, enchimentos, hidrantes, abrigos, válvulas redutoras de pressão, potência elétrica e medidores	1
		Detalhes cotados em escala conveniente	1-2-3
		Definição das transições	1-3
4	Projetista Eletricidade e Telefônico	Confirmação da entrada de serviço e prumadas	1
		Distribuição	3
		Dimensionamento dos quadros e caixas de passagens	1-3
		Definição das transições	1-3
		Dimensionamento de dutos, equipamentos e suas potências para tratamento de ar.	1-2-3
5	Elevadores	Confirmação do cálculo de tráfego	1
6	Impermeabilização	Análise dos estudos preliminares para a definição do partido proposto	2
7	Ar condicionado	Filosofia das alimentações elétricas	1-3
		Determinação dos rebaixos para circulação dos dutos	2-3
		Implicações no projeto estrutural (furos e sobre-cargas)	2
		Pontos de alimentação de água	3
		Locais de drenagem	3
		Compatibilização dos difusores de ar com as luminárias /som / detenção	4
		Isolamentos térmicos e acústico	1
		Confirmação da demanda elétrica	1
8	Fundações	Espessura da contenção	1-2-3-4
		Tipo de fundação	2

Figura 4.6 – Formulário de Responsabilidade da Equipe Multidisciplinar no Anteprojeto.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO ESTRUTURAL		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Contenção		
Cotas acumuladas na fundação		
Poço do elevador (verificar dimensões)		
Cota de arrasamento da face superior dos blocos		
Reservatório inferior (verificar alçapão)		
Reservatório superior (verificar alçapão)		
Casa de máquinas (verificar alçapão)		
Escadas (verificar pé-direito livre)		
Rampas (verificar pé-direito livre)		
Piscina / deck		
Floreiras		
Platibandas		
Central de ar condicionado		
Beirais		
Desníveis em lajes		
Furos do hidráulico		
Central de GLP		
Quantitativos / Memorial descritivo / ART		

Figura 4.7 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Estrutural.

4.2.6 - Etapa 6 – Desenvolvimento do Projeto Legal

Cada membro da equipe multidisciplinar segue desenvolvendo os detalhamentos de seus projetos específicos tendo em mente que qualquer alteração deverá ser repassada a Empresa de Gerenciamento que o mais rapidamente possível deverá repassá-la aos outros membros da equipe multidisciplinar. Este item atende a NBR ISO 9001:2000 – Ítem 7, subítem 7.3 – Projeto e desenvolvimento.

Após o desenvolvimento dos projetos legais, será promovida a terceira reunião de compatibilização, onde a Empresa de Gerenciamento verificará se existiram mudanças desde a ultima reunião, salientando para cada membro da equipe multidisciplinar a importância da transmissão de informações atuais e corretas. No controle deste item será utilizado os modelos de documentos propostos nas figuras 4.7, 4.8 e 4.9. Após, deverá ser lavrada uma ata ao final desta reunião.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO HIDRO-SANITÁRIO e PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO		
Hidro-sanitário		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Prumadas em planta		
Detalhes de esgoto		
Detalhes isométricos		
Cobertura e reservatórios		
Detalhes esquemáticos		
Piscina		
Quantitativos / Memorial descritivo e de cálculo / ART		
Protocolo nos órgãos públicos competentes		
Prevenção contra Incêndio		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Prumada em planta		
Extintores em planta		
Isométrico de Incêndio		
GLP		
Quantitativos / Memorial descritivo e de cálculo / ART		
Protocolo nos órgãos públicos competentes		

Figura 4.8 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Hidro-Sanitário e Prevenção contra Incêndio.

4.2.7 - Etapa 7 – Desenvolvimento do Projeto Executivo

O projeto executivo contempla detalhes diversos que não foram necessários à aprovação dos projetos, mas que auxiliam na implantação dos projetos, como por exemplo:

- cortes adicionais;
- detalhes em escala ampliada para melhor visualização de pormenores dos projetos;
- Paginação de piso da área comum da edificação;
- definição dos revestimentos das fachadas quanto a material e cor.

Da mesma forma tais complementos de projetos deverão ser apresentados a Empresa de Gerenciamento que:

- irá avaliar se a capacidade dos resultados obtidos atende aos requisitos expostos no *Briefing*;
- identificar o problema que esteja impedindo o atendimento ao *Briefing*;
- recomendações gerais para melhoria do método.

Este item é uma continuação ao atendimento da NBR ISO 9001:2000 – Ítem 7, subítem 7.3 – Projeto e desenvolvimento.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO ELETRICIDA e TELEFÔNICO		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Iluminação comum		
Tomadas nas paredes		
Tomadas no piso		
Tomadas específicas		
Interfone / Campainha		
Chuveiro		
Ar condicionado		
Piscina		
Quadros elétricos		
Iluminação de emergência		
Lógica		
Tv		
Som ambiente		
Alarme		
Prumadas		
Entrada de Energia		
Quadro de cargas		
Caixas de passagem		
Disjuntores		
Quadros elétricos		
Quantitativos / Memorial descritivo / ART		
Protocolo nos órgãos públicos competentes		

Figura 4.9 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Eletricidade e Telefônico.

4.2.8 - Etapa 8 – Aprovação dos Projetos (concessionárias)

Esta etapa de aprovação dos projetos visa atender disposições legais e tende a assegurar que o projeto será capaz de atender aos requisitos para a aplicação a que se destina.

O ato da Aprovação atende a Norma NBR ISO 9001:2000 – subitem 7.3.6 – Validação de projeto e desenvolvimento. Cada membro da equipe disciplinar é responsável por cuidar da aprovação de seu projeto. Deverá ser encaminhado a Empresa de Gerenciamento cópias dos protocolos para que o mesmo tenha ciência do andamento dos processos frente aos órgãos competentes.

Após a aprovação os projetos encontram-se liberados para a Execução, finalizando-se o modelo proposto.

4.3 - Considerações

Neste capítulo apresentou-se o fluxo de processo do projeto fornecem uma visão sistêmica de todo modelo proposto. Com o desenvolvimento do detalhamento do fluxo de processo do projeto tem-se a integração do processo da Engenharia Simultânea e o Sistema da Garantia da Qualidade, garantindo que as interfaces entre as especialidades de cada projeto sejam verificadas em estágios apropriados, sempre avaliando-se o andamento dos mesmos está em atendimento às necessidades do cliente.

O modelo restringe-se a ampliação por empresas certificadas na NBR ISO 9001:2000.

Toda a modelagem do processo foi realizada em oito etapas, procurando fazer uma integração entre a Engenharia Simultânea e a NBR ISO 9001:2000, como fundamentado nos embasamentos teóricos que foram apresentados no Capítulo 3.

No próximo capítulo será apresentada a aplicação do modelo ora proposto, bem como a análise dos resultados obtidos.

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MODELO.

O presente capítulo apresenta uma aplicação prática do modelo proposto, tendo como objetivo avaliar se o mesmo pode ser uma ferramenta para a compatibilização de projetos em edificações.

O modelo representa um aprimoramento da compatibilização de projetos convencional uma vez que sua proposta refere-se também a agilizar etapas sem perda de qualidade nos serviços desenvolvidos.

O projeto de edificações escolhido para aplicação do modelo proposto foi desenvolvido por uma empresa sediada em Maringá, estado do Paraná.

A fim de não gera-se grande quantidade de documentos anexos a este trabalho o modelo será aplicado apenas ao pavimento tipo do edifício escolhido para o estudo.

No desenvolvimento deste trabalho a Empresa de Gerenciamento pesquisada será sempre referida somente por EMPRESA X.

5.1 - Caracterização da Empresa Pesquisada

A escolha da EMPRESA X deve-se aos seguintes fatores: estar familiarizada com a compatibilização de projetos e ser certificada na NBR ISO 9001:2000.

Esta EMPRESA X foi fundada em 1993 tendo como âmbito de atuação o território nacional e internacional, atuando no mercado de projetos complementares na área de Edificações, Transportes, Saneamento e Eletrificação. É pioneira, no Brasil, na área de elaboração e compatibilização de projetos, proporcionando ao empreendedor / cliente uma maior qualidade na execução e consequentemente maior economia, reduzindo assim o custo final da obra.

Apresentadas as características da EMPRESA X pesquisada, o próximo item destacará a implantação do modelo proposto em todas as suas etapas.

5.2 - Descrição da Aplicação

Antes de iniciar o processo de implementação do roteiro proposto pelo modelo descrito no Capítulo 4, foi desenvolvido um plano de trabalho junto à empresa pesquisada. A seguir é apresentado o plano de trabalho aprovado pela sua diretoria.

A montagem do plano foi feita com base na realização de um conjunto de atividades, visando viabilizar a implantação do modelo proposto. Resume-se basicamente a:

- escolha de um dos clientes da EMPRESA X;
- apresentação do modelo ao cliente, proporcionando ao mesmo uma visão das vantagens de se aliar a Engenharia Simultânea ao que a EMPRESA X já oferece (compatibilização mais certificação ISO 9001:2000)

Uma vez implementado o plano de trabalho, inicia-se a aplicação do modelo proposto no Capítulo 4.

A descrição da aplicação da metodologia será feita seguindo as etapas propostas no Capítulo 4.

5.2.1 - Etapa 1 – Elaboração das diretrizes para o *Briefing*

Nesta fase foram observados os requisitos especificados pelo cliente, incluindo os requisitos para entrega e para atividades de pós-entrega, os requisitos não declarados pelo cliente, mas necessários para o desenvolvimento do projeto e os regulamentos e normas vigentes relacionados ao desenvolvimento do projeto.

Os dados agora são compilados em relatório (ver figura 5.1), conforme modelo apresentado na figura 4.2.

Parte-se agora para a definição da equipe multidisciplinar.

5.2.2 - Etapa 2 – Contratação da Equipe Multidisciplinar

Alguns dos interesses dos clientes da EMPRESA X nem sempre são mensuráveis, tal como o desenvolvimento de um “projeto arrojado” ou “diferente do convencional”. Entretanto estes “interesses” já direcionam para determinados profissionais a avaliação.

Conforme apresentado no Capítulo 4, fez-se uso do formulário proposto representado na figura 4.3 para seleção dos clientes.

BRIEFING PARA PROJETO	
Projeto Legal (Prefeitura)	
Área do terreno (escritura)	1220,90m ²
Área do terreno (real)	1220,90m ²
Uso (zoneamento): centro	
Uso (categoria): residencial / comercial	
Área total de construção possível de ser aprovada	9767,20m ²
Taxa de ocupação máxima	90%
Coeficiente de aproveitamento máximo	8
Altura total da edificação máxima	70m
Outras	
Características do Empreendimento	
Nº de torres	01 ud.
Nº de pavimentos	22 pavtos.
Nº de pavimentos de garagem	02 pavtos
Nº de vagas por unidade	02 vagas
Nº de unidades de cobertura	02 ud.
Outras	
Características das unidades	
Área das unidades	140m ²
Nº de unidades com 1 dormitório	00 ud
Nº de unidades com 2 dormitórios	00 ud.
Nº de unidades com 3 dormitórios	02 ud
Nº de suítes	01 ud.
Nº de banheiros	01 ud.
Nº de lavabos	01 ud.
Nº de WC de empregada	01 ud.
Outras	
Vedação Externa	
<input checked="" type="checkbox"/> bloco cerâmico <input type="checkbox"/> bloco concreto <input type="checkbox"/> bloco sical <input type="checkbox"/> outros: _____	
Vedação Interna	
<input checked="" type="checkbox"/> bloco cerâmico <input type="checkbox"/> bloco concreto <input type="checkbox"/> bloco sical <input type="checkbox"/> gesso acartonado <input type="checkbox"/> outros: _____	

Figura 5.1 – Formulário para *Briefing* da Obra de Estudo.

Na figura 5.2 é apresentado um formulário para avaliação de recursos humanos devidamente preenchido pelo engenheiro de estruturas.

QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS		
Empresa/Profissional: Projetista Estrutural		
Avaliação Geral:		
Possui certificação ISO 9000?	() Sim	(x) Não
Caso não, está implantando?	() Sim	(x) Não
Existe um plano de treinamento / capacitação de pessoal ?	(x) Sim	() Não
Qual a data do último curso de aperfeiçoamento que participou? (mês/ano)	10 / 2000.	
Avaliação da Área de Projetos:		
Já desenvolveu projeto semelhante ao <i>briefing</i> apresentado?	(x) Sim	() Não
Não depende de investimentos para desenvolver este trabalho?	(x) Sim	() Não
Existe um procedimento formal de planejamento e controle de projetos, especificando fases, responsáveis, projetos e itens de verificação ?	(x) Sim	() Não
São realizados controles formais de revisões de documentos técnicos?	(x) Sim	() Não
Existe documentação de análise crítica dos projetos verificando dados de entrada e atendimento de objetivos de outras áreas ?	(x) Sim	() Não

Figura 5.2 – Formulário para Avaliação da Equipe Multidisciplinar preenchido – Projetista Estrutural.

Seguindo os critérios de aceitação expostos no Capítulo 4 na Etapa 2, este profissional é aceito como membro da equipe multidisciplinar uma vez que atingiu a pontuação exigida, ou seja, na Avaliação Geral a pontuação mínima de 1 resposta afirmativa, a data de participação em curso de aperfeiçoamento não excede a 2 anos e na Avaliação da Área de Projeto temos 5 respostas afirmativas sendo a pontuação mínima exigida de 3 respostas afirmativas.

Este procedimento é feito para todas as áreas até que a equipe esteja completa.

Estruturada a equipe, será feito o registro dos dados dos membros desta equipe em formulário como ilustrado na figura 5.3. Estes formulários servirão para cadastramento dos projetistas e servirão de apoio para a transferência de informações, sendo que toda equipe deverá ter acesso a lista completa.

Para o caso em estudo a equipe final era composta por 6 membros.

CADASTRO PROFISSIONAL		
Empresa: Ágape Engenharia Ltda.		
Contato: engº civil Rinaldo Garcia Ramirez		
Endereço: Av. Humaita, 452 – Salas 301 e 302		
Cep: 87050-390	Cidade: Maringá	Estado: Pr.
Email: agape@agapeengenharia.com.br	Telefone: (0**44)3026-7799	Fax: (0**44)3026-7799
CGC/CPF:	Insc. Estadual:	Insc. Municipal:

Figura 5.3 – Formulário para Cadastramento do Membro da Equipe Multidisciplinar – Projetista Estrutural.

5.2.3 - Etapa 3 – *Briefing*

Nesta fase a EMPRESA X promoverá a apresentação da equipe multidisciplinar, apontando para os mesmos os interesses compilados do cliente na figura 5.1 e entregará o formulário das tarefas conforme apresentado na figura 4.5, sendo o mesmo adequada a obra em questão.

5.2.4 - Etapa 4 – Estudo Preliminar

Fundamentados no *Briefing* (ver figura 5.1), cada membro da equipe multidisciplinar segue desenvolvendo suas atividades e transmitindo as informações aos demais membros da equipe multidisciplinar, conforme definido pela figura 4.5.

A presença dos profissionais responsáveis por elevadores, impermeabilização e fundações visa a antecipação de soluções, a racionalização e a integração destas soluções.

Cada membro da equipe desenvolverá suas tarefas em seu escritório e, após desenvolvidas as mesmas, tem-se a primeira reunião de compatibilização onde a EMPRESA X promove a conferência dos itens constantes na figura 4.5. Como aspectos que foram observados nesta reunião pode-se destacar:

- estrutura do pavimento tipo será desenvolvida em sistema de laje plana nervurada protendida com altura total de 22cm na área dos apartamentos. Serão mantidas as vigas na caixa de elevador e escada para contraventamento do edifício quanto a ação do vento;
- o solução estrutural gera uma concentração de esforços na caixa do elevador e da escada, sendo que estes pilares ficarão ressaltados. Esta informação gera consulta junto ao arquiteto e ao projetista do elevador para verificar as dimensões mínimas do mesmo;

- arquiteto irá desenvolver o projeto arquitetônico, prevendo no corte, uma laje acabada com espessura total de 25cm, atentando para a cota máxima;
- a posição das peças hidráulicas devem estar muito bem claras no projeto de formas pois neste tipo de laje não se recomenda a abertura de furos após a concretagem, devido a possibilidade de cortar-se cabos de protensão;
- os projetistas hidráulico e de eletricidade têm como interferência estrutural dentro dos apartamentos apenas os pilares, sendo que os mesmos se localizam no perímetro externo do apartamento;
- a interface hidráulico com estrutura ficou mais simples, pois foi adotado o sistema de medição individual o que gera tubulações dispostas no teto.

Constata-se ao final da reunião que foi muito produtivo o processo pois a tendência para a individualidade foi quebrada. O princípio básico é fazer o possível para atender as necessidades dos membros da equipe multidisciplinar. Isto em princípio parece gerar mais trabalho fato que não constatamos na aplicação. A concepção estrutural em concreto pretendido pode ter gerado um esforço inicial maior por parte do engenheiro responsável, mas eliminou muitas tarefas futuras como o detalhamento de todas as passagens em vigas do projeto hidráulico.

Ao final desta reunião distribui-se as novas tarefas conforme modelo proposto na figura 4.6.

São apresentados a seguir desenhos que representam o estágio de alguns projetos alcançados nesta etapa (ver figuras 5.4 a 5.8).

5.2.5 - Etapa 5 – Anteprojeto

Com os elementos gerados na primeira reunião de compatibilização e as novas responsabilidades especificadas na figura 4.6 os membros da equipe multidisciplinar promovem um avanço no desenvolvimento do projeto, gerando-se desenhos mais detalhados.

Tem-se então a segunda reunião de compatibilização onde a EMPRESA X promove a conferência dos itens constantes na figura 4.6. e ata da primeira reunião Como aspectos observados nesta reunião tem-se:

- mantidas as condições apresentadas na Primeira Reunião para a estrutura;
- mantidos os volumes dos reservatórios superior e inferior. Entretanto para facilitar a execução deverá ser alterada a posição do reservatório inferior;

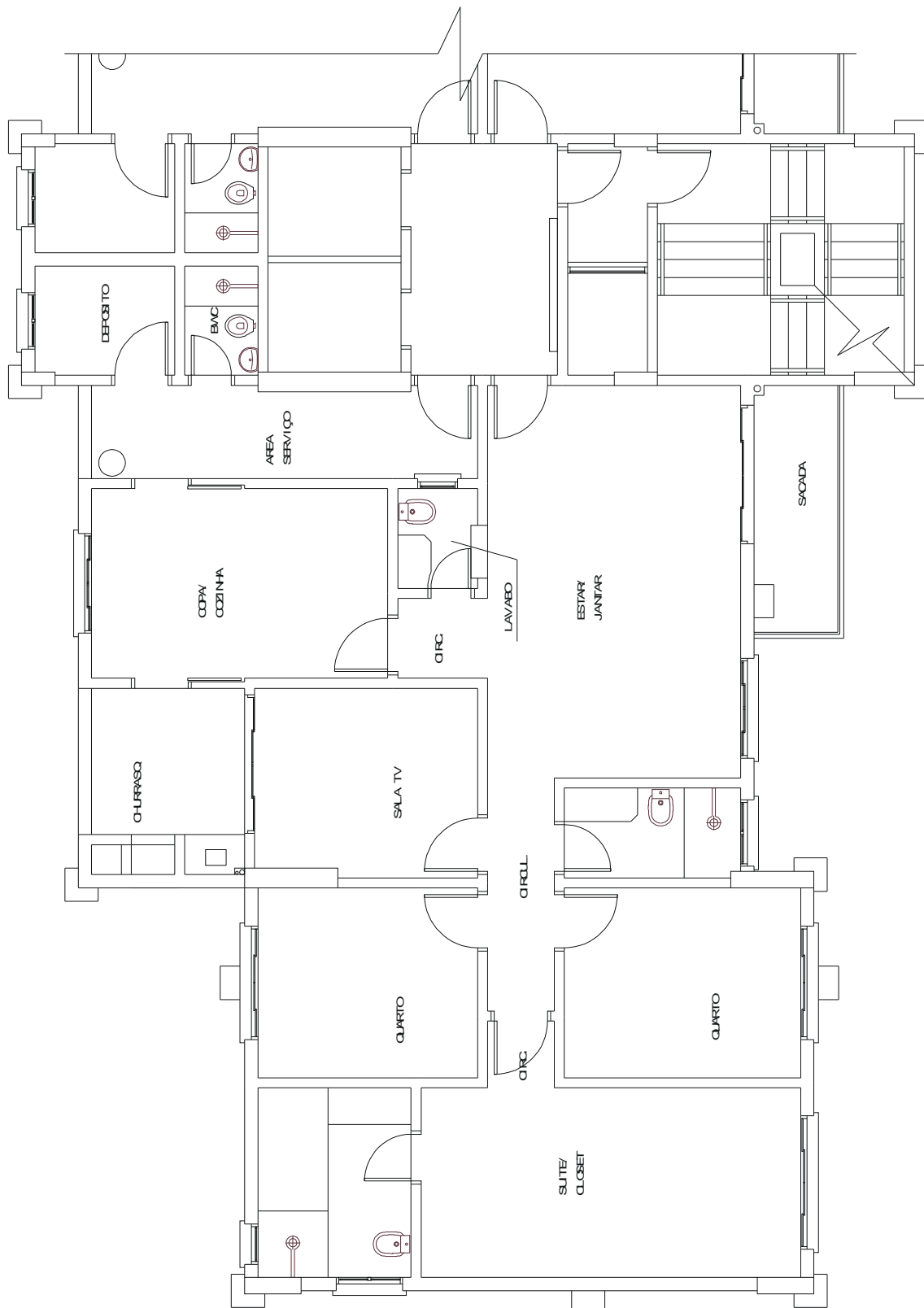


Figura 5.4 – Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Arquitetônico.

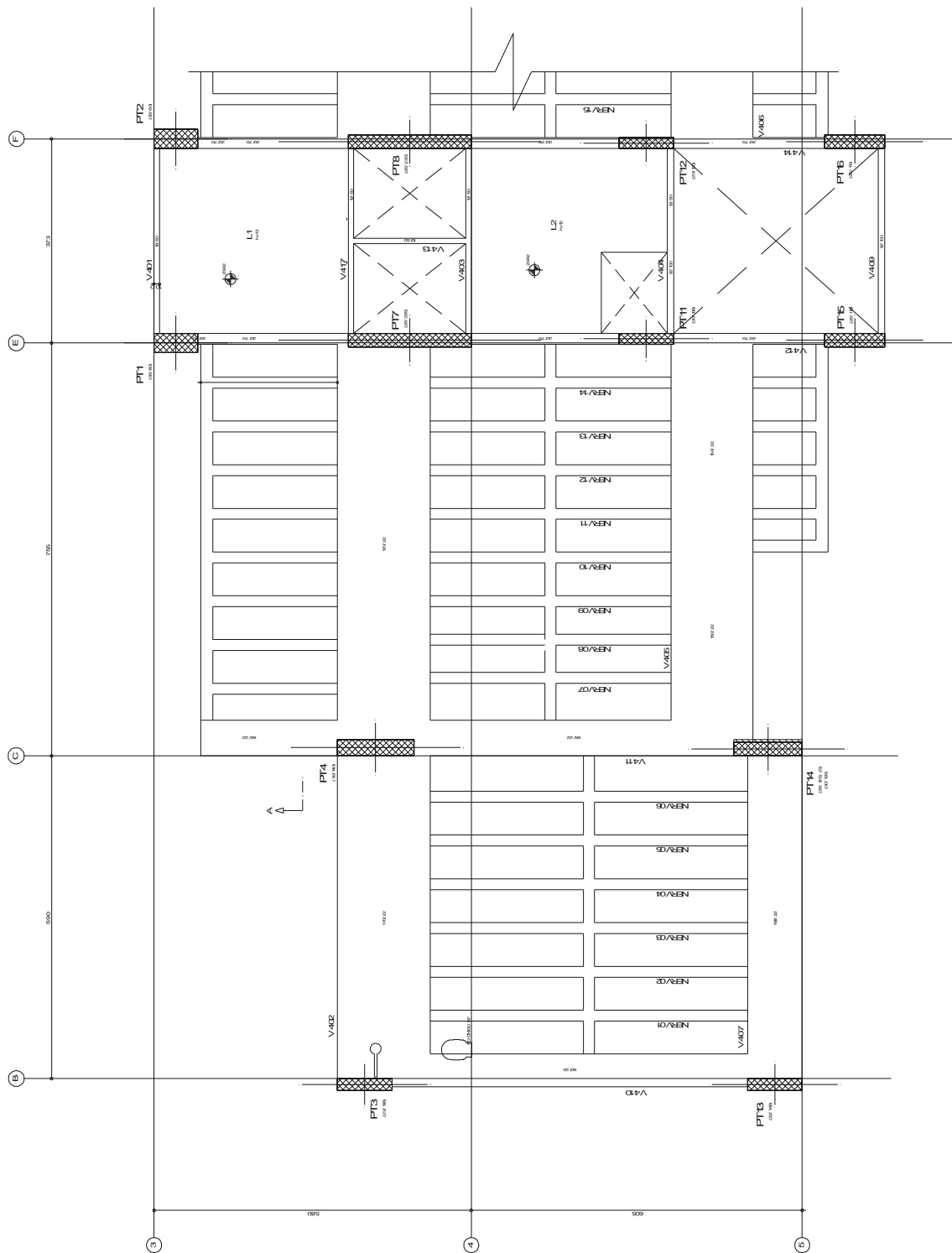


Figura 5.5 – Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Estrutural.

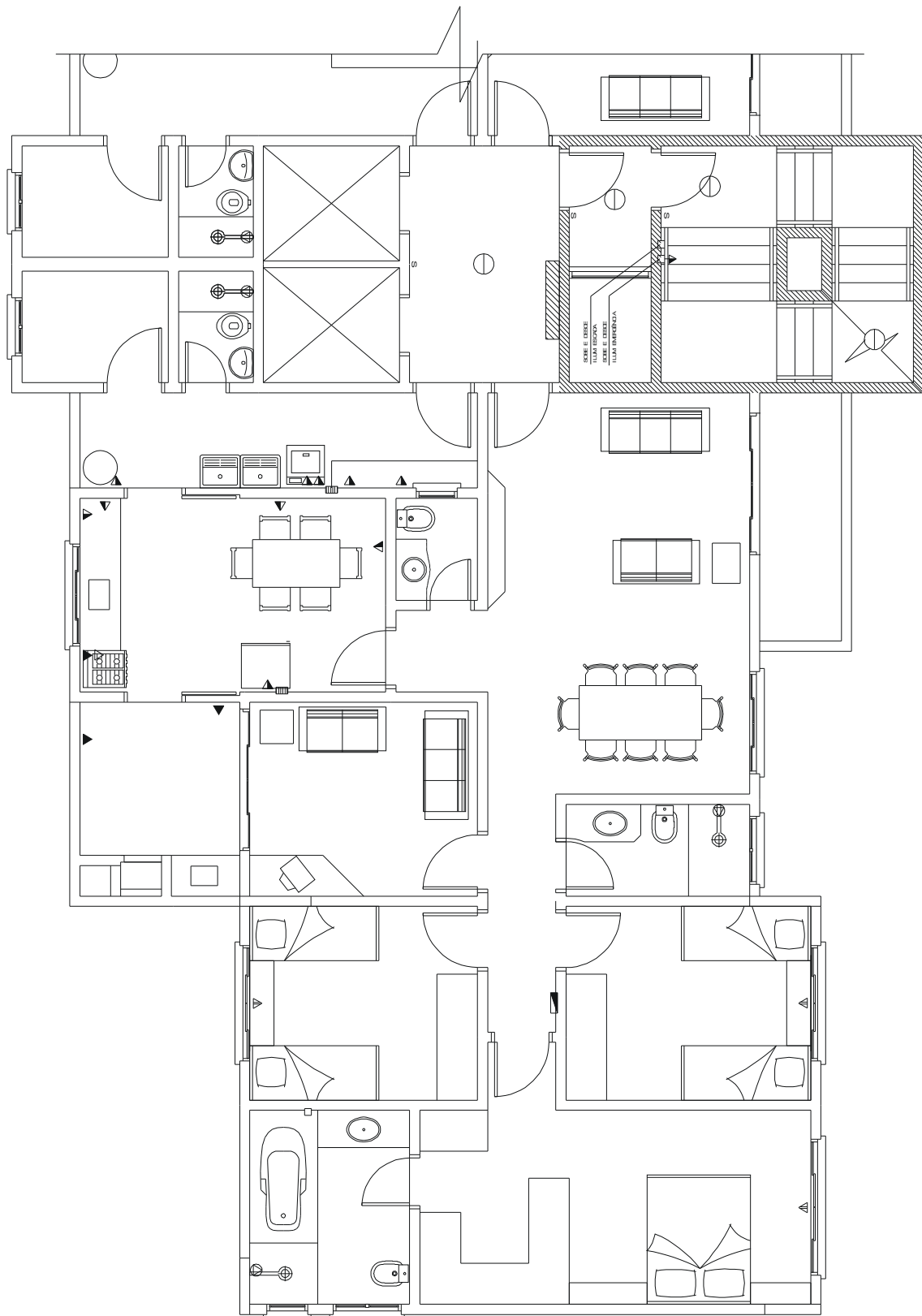


Figura 5.6 – Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Eletricidade – Parte 1.

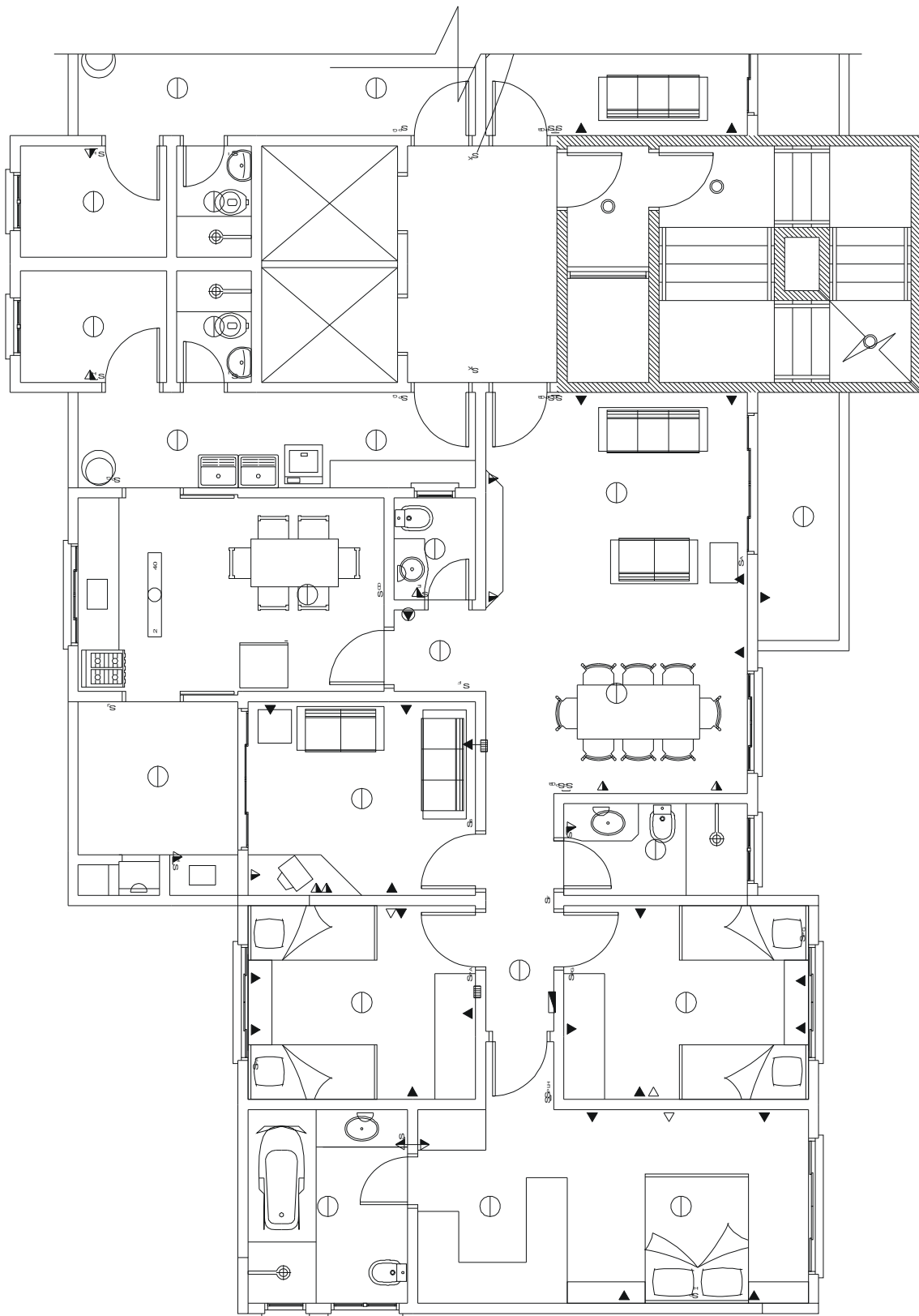


Figura 5.7 – Planta Parcial do Estudo Preliminar do Projeto Eletricidade – Parte 2.

- verificou-se a necessidade de abertura para passagens dos motores do elevador na forma da casa de máquinas – projeto estrutural;
- no projeto estrutural deverá ser deslocada a nervura 7, pois a mesma está sobre a saída do vaso sanitário do banheiro social.

Nota-se que o processo tende a localizar erros que possam ter passado despercebidos em etapas anteriores, bem como minimizar os conflitos a cada etapa.

Ao final deste reunião os membros recebem os modelos de formulários propostos nas figuras 4.7, 4.8 e 4.9 já definidos preenchidos com os itens a serem conferidos na próxima etapa (ver figuras 5.9, 5.10 e 5.11) no desenvolvimento de suas tarefas.

São apresentados os desenhos que representam o estágio alcançado pelos projetos nesta etapa nas figuras 5.12 a 5.17.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO ESTRUTURAL		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Contenção	sim	
Cotas acumuladas na fundação	sim	
Poço do elevador (verificar dimensões)	sim	
Cota de arrasamento da face superior dos blocos	sim	
Reservatório inferior (verificar alçapão)	sim	
Reservatório superior (verificar alçapão)	sim	
Casa de máquinas (verificar alçapão)	sim	
Escadas (verificar pé-direito livre)	sim	
Rampas (verificar pé-direito livre)	sim	
Piscina / deck	sim	
Floreiras	sim	
Platibandas	sim	
Central de ar condicionado	não	
Beirais	sim	
Desníveis em lajes	sim	
Furos do hidráulico	sim	
Central de GLP	sim	
Quantitativos / Memorial descritivo / ART	sim	

Figura 5.9 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Estrutural.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO HIDRO-SANITÁRIO e PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIO		
Hidro-sanitário		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Prumadas em planta	sim	
Detalhes de esgoto	sim	
Detalhes isométricos	sim	
Cobertura e reservatórios	sim	
Detalhes esquemáticos	sim	
Piscina	sim	
Quantitativos / Memorial descritivo e de cálculo / ART	sim	
Protocolo nos órgãos públicos competentes	sim	
Prevenção contra Incêndio		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Prumada em planta	sim	
Extintores em planta	sim	
Isométrico de Incêndio	sim	
GLP	sim	
Quantitativos / Memorial descritivo e de cálculo / ART	sim	
Protocolo nos órgãos públicos competentes	sim	

Figura 5.10 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Hidro-Sanitário e Prevenção contra Incêndio.

CHECK-LIST DE ATIVIDADES – PROJETO ELETRICIDA e TELEFÔNICO		
Atividades:	Se aplica?	Situação atendida?
Iluminação comum	sim	
Tomadas nas paredes	sim	
Tomadas no piso	sim	
Tomadas específicas	sim	
Interfone / Campainha	sim	
Chuveiro	sim	
Ar condicionado	sim	
Piscina	sim	
Quadros elétricos	sim	
Iluminação de emergência	sim	
Lógica	não	
Tv	sim	
Som ambiente	não	
Alarme	não	
Prumadas	sim	
Entrada de Energia	sim	
Quadro de cargas	sim	
Caixas de passagem	sim	
Disjuntores	sim	
Quadros elétricos	sim	
Quantitativos / Memorial descritivo / ART	sim	
Protocolo nos órgãos públicos competentes	sim	

Figura 5.11 – Formulário de *Check-list* de Atividades – Projeto Eletricidade e Telefônico.

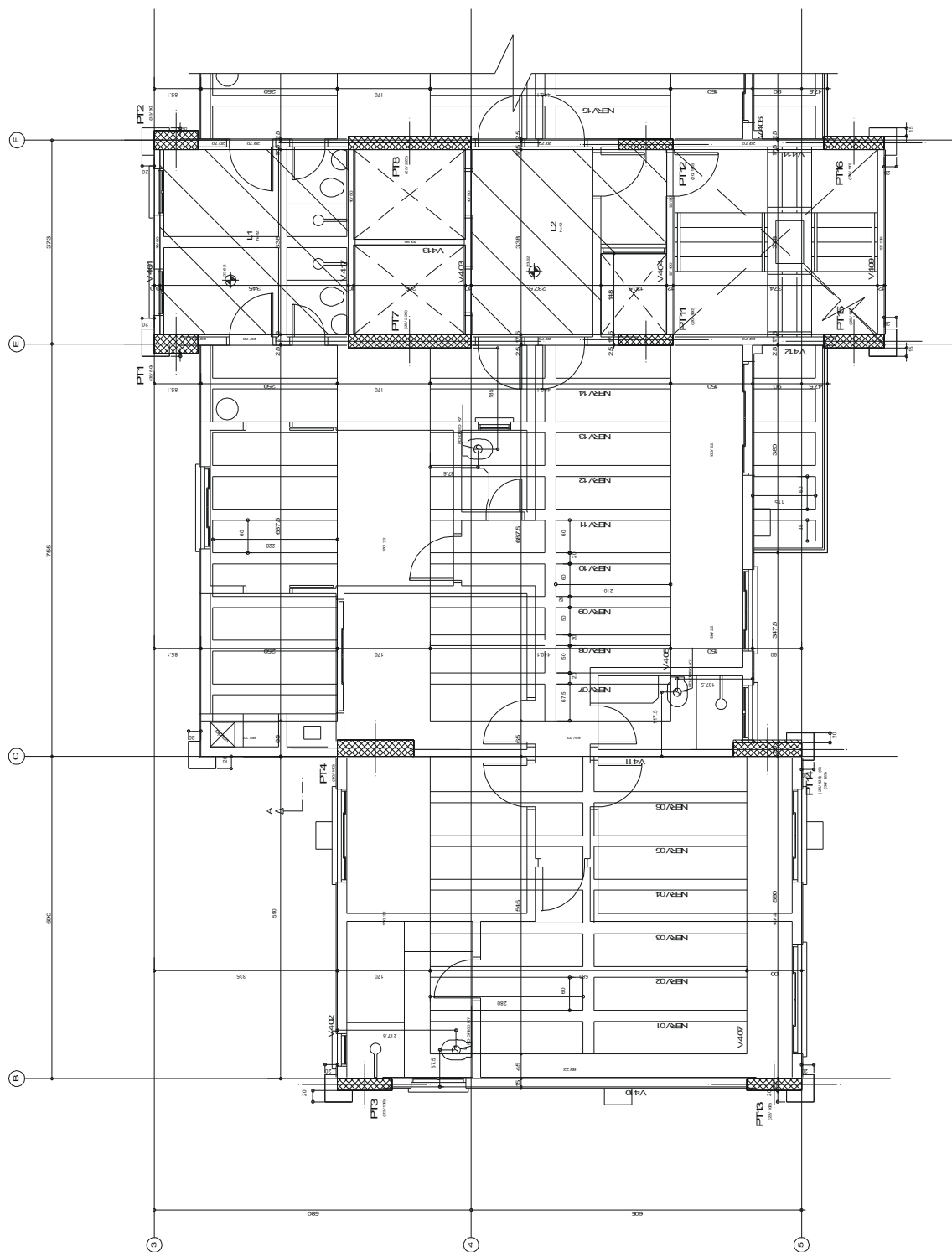


Figura 5.13 – Planta Parcial do Anteprojeto Estrutural

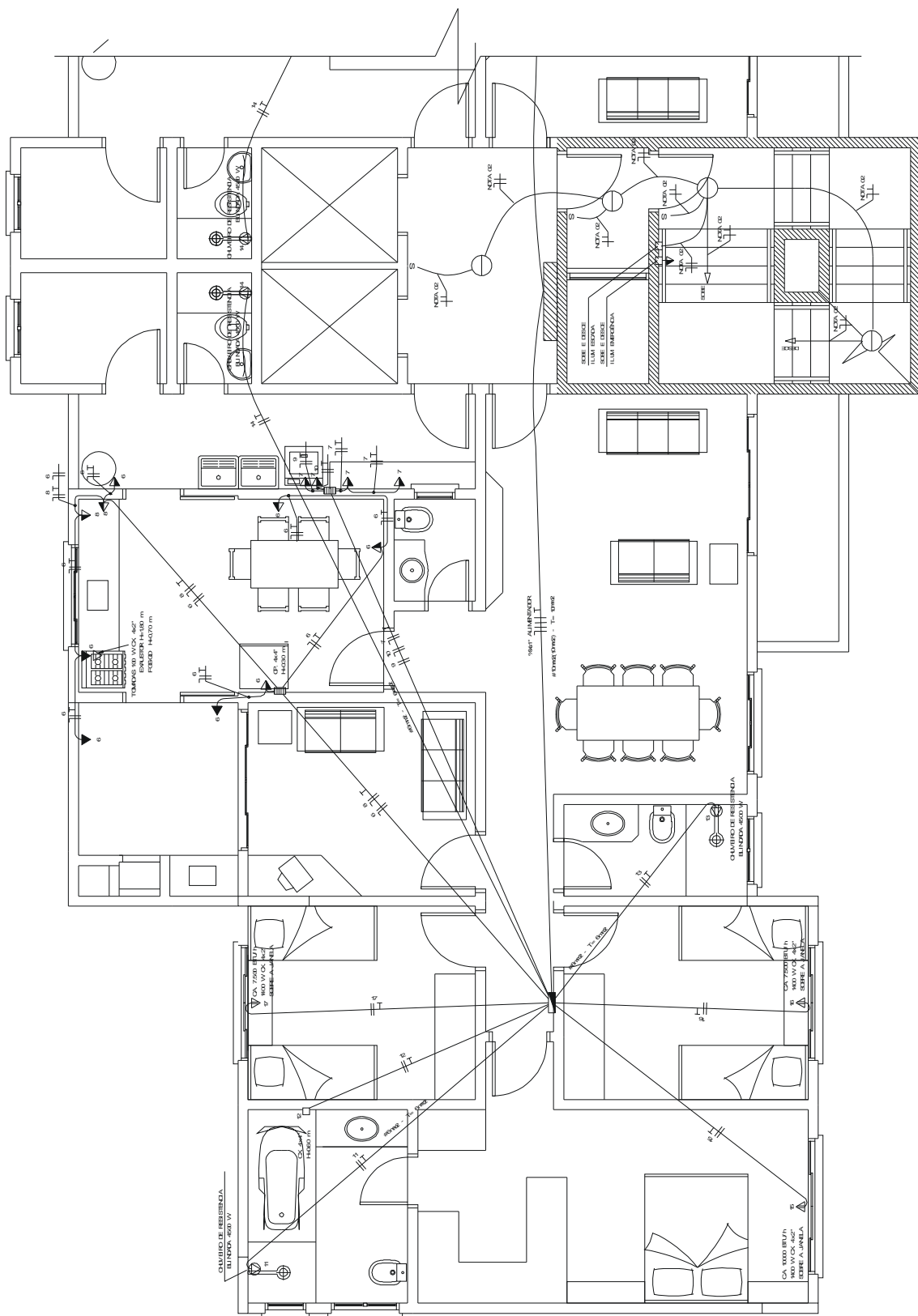


Figura 5.14 – Planta Parcial do Anteprojeto Eletricidade – Parte 1

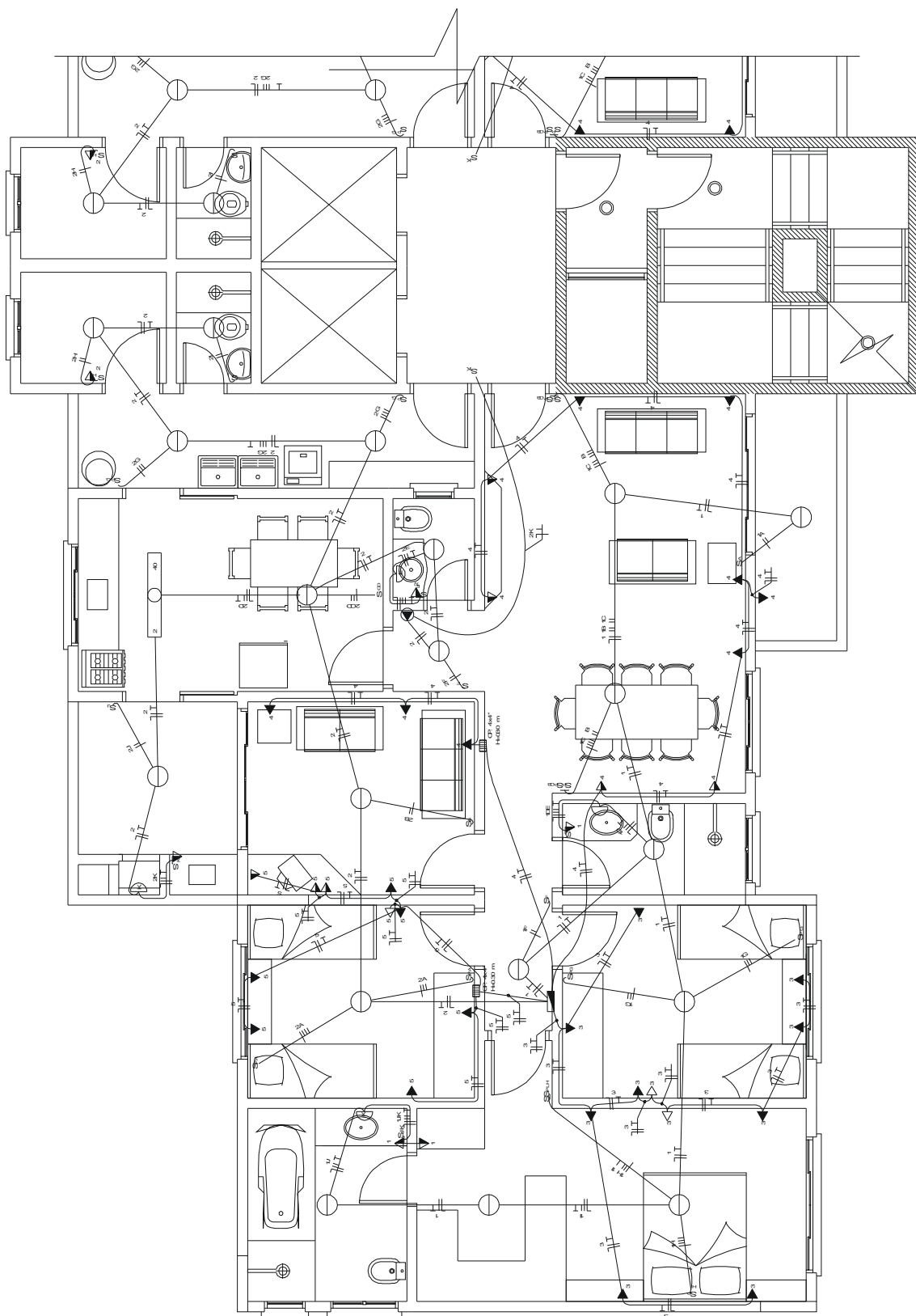


Figura 5.15 – Planta Parcial do Anteprojeto Eletricidade – Parte 2

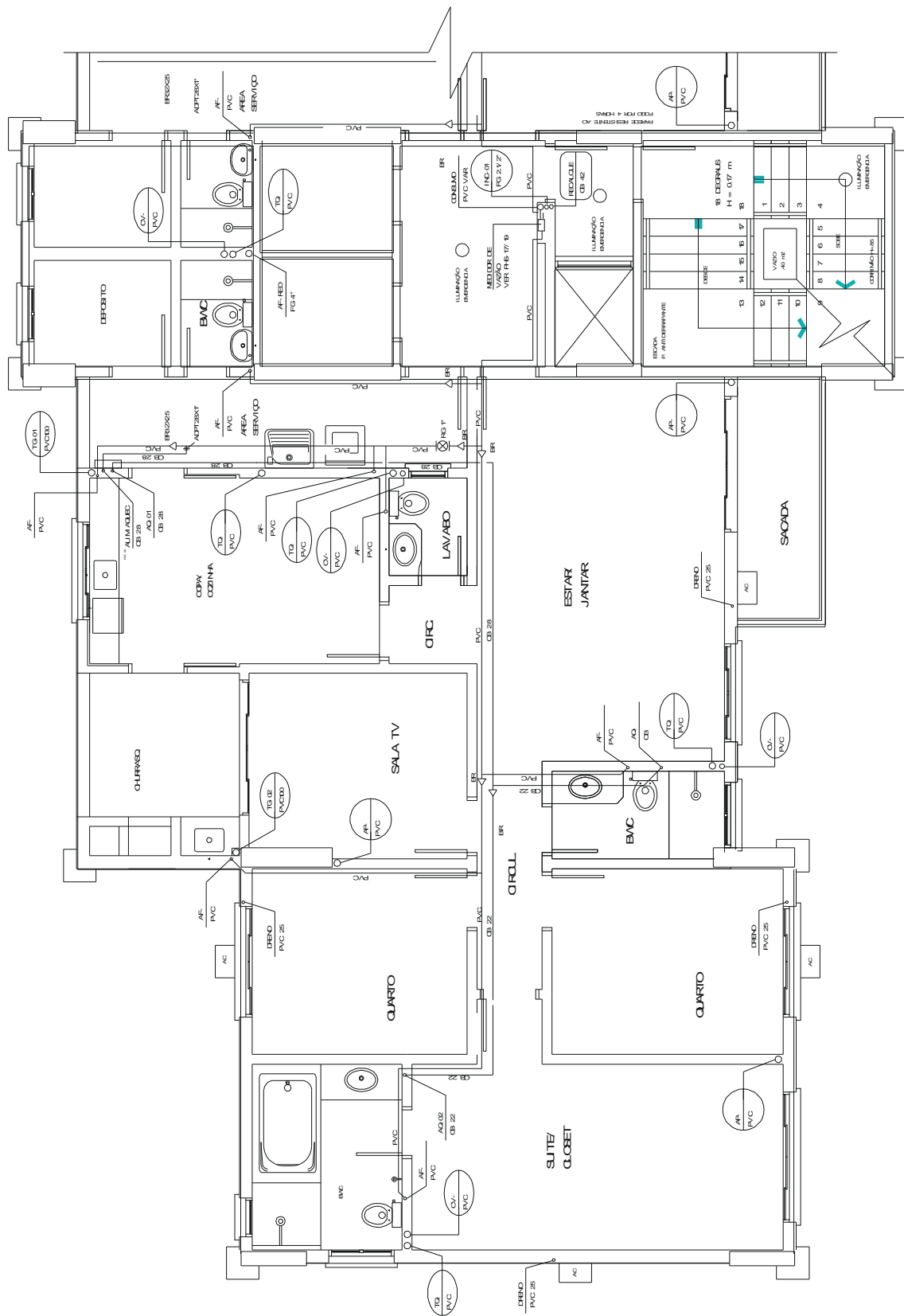


Figura 5.17 – Planta Parcial do Anteprojeto Hidro-sanitário - Teto

5.2.6 - Etapa 6 – Desenvolvimento do Projeto Legal

Prossegue-se o desenvolvimento dos projetos, com os elementos gerados na segunda reunião de compatibilização e as novas responsabilidades especificadas nas figuras 5.9, 5.10 e 5.11.

Uma vez cumprida estas tarefas tem-se a terceira reunião de compatibilização.

Constatou-se o atendimento aos itens especificados nas figuras 5.9, 5.10 e 5.11. Observou-se que na aplicação do modelo proposto, esta terceira reunião de compatibilização tem um caráter mais de confirmação de atendimento aos itens da ata da segunda reunião de compatibilização e das figuras 5.9, 5.10 e 5.11 do que para redução de interferências entre projetos específicos.

5.2.7 - Etapa 7 – Desenvolvimento do Projeto Executivo

Como detalhes complementares não necessários à aprovação dos projetos, mas que auxiliam na implantação dos projetos, temos como exemplo:

- detalhe em escala ampliada do ressalto arquitetônico nas fachadas;
- detalhe em escala ampliada da platibanda;
- paginação de piso da área comum da edificação;
- definição dos revestimentos das fachadas quanto a material e cor.

5.2.8 - Etapa 8 – Aprovação dos Projetos (concessionárias)

Cumprida as etapas anteriores os projetos são encaminhados aos órgãos públicos para aprovação, cumprindo assim esta etapa de aplicação do modelo proposto. Para o caso em análise, os projetos foram aprovados e encaminhados ao proprietário pela EMPRESA X. O proprietário então promoveu a elaboração de um cronograma físico-financeiro da obra e deu-se início a construção do empreendimento.

5.3 - Considerações sobre a Aplicação do Modelo

Neste capítulo apresentou-se os resultados provenientes da aplicação deste modelo a um projeto de um edifício residencial, com o objetivo de validar o processo.

Dos resultados obtidos observaram-se as seguintes vantagens apresentadas pelo modelo proposto:

- definição clara das responsabilidades de cada membro da equipe multidisciplinar;
- o desenvolvimento dos projetos em paralelo a quantidade de retrabalho diminui pois antecipa-se ao detalhamento a verificação de interferências;
- facilidade de acesso às informações de interferências dos projetos da construção civil, pois o sistema de gestão NBR ISO 9001:2000, prevê o registro de todos os assuntos tratados nas reuniões de compatibilização.

Em relação aos limites do modelo, detectou-se os seguintes pontos:

- a falta de padronização quanto a cores e *layers* de desenhos influenciou no rendimento da velocidade de aproveitamento das informações em cada projeto;
- processo é muito condicionado ao envolvimento dos membros da equipe com o mesmo.

As empresas que se propuserem a utilizar este modelo terão como principais vantagens:

- redução no tempo de desenvolvimento dos projetos. No caso em estudo no modelo tradicional seriam necessários 6 meses para desenvolvimento de todos os projetos, no modelo proposto este prazo reduziu para 4 meses.
- no modelo tradicional é comum o seguinte comentário entre os profissionais envolvidos quando da solicitação de alterações: “*O meu projeto já está concluído e aprovado, terá que resolver este problema sem alterar o meu projeto.*”. Tal situação acaba por gerar custos adicionais no pagamento de novos honorários ao profissional que tem que alterar seu projeto já concluído ou, na solução sem a alteração do projeto concluído que com certeza não é a melhor solução para o projeto que está sendo desenvolvido. Isto pode gerar custos muitas vezes repetitivos (se for o caso do pavimento tipo de um edifício). No modelo proposto, como o desenvolvimento dos projetos ocorre de forma simultânea é mais fácil a solução de interfaces entre os projetos.
- a redução destas soluções que envolvem adaptações em projetos já concluídos gera uma maior qualidade e redução de custos.

Nota-se que este modelo proposto pode contribuir para a melhoria do processo de desenvolvimento de projetos na indústria da Construção Civil, Subsetor Edificações.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÃO

Através da aplicação do modelo proposto envolvendo a Engenharia simultânea e a Gestão de Qualidade nos processos operacionais da NBR ISO 9001:2000, aliada a compatibilização de projetos, verifica-se que o modelo proposto contribui para a redução de conflitos entre projetos e conseqüentemente os índices de retrabalho dos mesmos, evitando-se assim desperdícios na indústria da construção civil, subsetor de edificações.

6.1 - Conclusões

No Capítulo 1 deste trabalho elaborou-se a seguinte pergunta: Como combinar os preceitos da Engenharia Simultânea e da Gestão de Qualidade para reduzir conflitos inerentes aos projetos de edificações?

Verificou-se, durante a aplicação do modelo proposto que as reuniões de compatibilização, através das informações trocadas entre os projetistas, proporcionaram uma redução dos conflitos inerentes aos projetos envolvidos no processo da construção do edifício residencial, cada membro da equipe contribuiu com suas informações para o desenvolvimento dos projetos em paralelo, diminuindo assim o retrabalho, eliminando as interferências, sendo a gestão de todo o processo regulamentado pela NBR ISO 9001:2000. A aplicação demonstrou, também, que o modelo proposto possui alguns limites, que podem, através de um trabalho de sensibilização, obter um maior compromisso com a disponibilidade de envolvimento dos membros da equipe, reduzindo ainda mais o tempo de elaboração dos projetos, e já no início da elaboração dos serviços a padronização dos *layers* dos desenhos.

O Objetivo Geral do trabalho, de desenvolver um modelo para elaboração e compatibilização de projetos de edificações com base nos princípios da Engenharia simultânea e da gestão da qualidade nos processos operacionais – NBR ISO 9001:2000 foi atingido, através da elaboração no Capítulo 4 e da aplicação do mesmo no Capítulo 5 a um projeto de um edifício residencial, validando o processo.

Os Objetivos Específicos de estabelecer mecanismos para a elaboração e compatibilização de projetos de edificações, de delimitar padrões para o sistema de elaboração e compatibilização de projetos, com base na NBR 9001:2000 e estabelecer pontos críticos do processo de projeto com vistas ao uso da engenharia simultânea, foram alcançados.

O estabelecimento dos pontos críticos do processo de projeto com vistas ao uso da Engenharia simultânea, foram alcançados, através do *Briefing* e nas reuniões de

compatibilização de projetos.

6.2 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Durante a realização do trabalho foram observados algumas lacunas de conhecimento que podem ser objeto de futuros trabalhos de pesquisa, tais como:

- Relação entre vantagens e desvantagens na substituição das válvulas de descargas por caixas acopadas;
- Padranização dos *layers* de projetos da construção civil, forma para dinamizar as sobreposições de projetos;
- Relação custo benefício para aplicação de concreto de alto desempenho como forma de minimizar ressaltos estruturais nas paredes, reduzindo as interferências nos ambientes e aumentando a área útil dos mesmos.

REFERÊNCIAS

ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) NBR ISO 9001. Sistemas da Qualidade – Modelo para Garantia da Qualidade em Projeto, Desenvolvimento, Produção, Instalação e Serviços Associados. Rio de Janeiro, 1994, 11p.

ARAÚJO, R. H. Decomposição de conhecimento para projeto de produto: abordagem para estruturar sistema especialista como sistema auxiliar de informações em projetos de engenharia simultânea. Florianópolis, 2000. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

BARROS NETO, J. P. Estratégias de Produção e a Construção de Edificações. Disponível em: <<http://guiadeobras.com.br/biblioteca/textos/estrprod.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2001.

BATTAGLIA, T. V.; MARTINS, D. N. O Auxilio da Tecnologia da Informação na Capacitação Tecnológica das Empresas na Construção Civil. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, Maringá, 2000. Anais, UEM, 2000, p. 109-116.

BELLO, C. V. V.; MELO, I. V.; POSSAMAI, O.; SELIG, P. M. Comentários sobre as Normas ISO 9000, ISO 14000 e a Gestão da Qualidade Ambiental. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Niterói, 1998. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Niterói, UFF / ABEPRO, 1998, 8 p.

BORSATO, M.; ERDMANN, R. H. The Concurrent Engineering Laboratory as a Model for Technology and Management Innovation. Disponível em <<http://www.nupes.cefetpr.com/borsato1.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2001.

BORSATO, M. Uma Plataforma de Suporte ao Desenvolvimento Rápido de Produtos Tecnológicos através da Engenharia Simultânea. Florianópolis, 2000. Projeto de tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.nupes.cefetpr.br/~borsato/pdf/qualifica_5.pdf>. Acesso em 18 nov. 2001.

BORSATO, M. A Collaborative Work Between Academy and Industry: The Concurrent Engineering Laboratory. Disponível em <<http://www.nupes.cefetpr.com/borsato.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2001a.

BORSATO, M. Fundamentos de Engenharia Simultânea. Disponível em <www.nupes.cefetpr.br/~borsato/projeto1.htm>. Acesso em: 18 nov. 2001b.

CARVALHO, A. B. M. A ISO 9001:2000 sem segredos. Banas Qualidade, n. 117, encarte especial, pp. 1-15, fev. 2002.

CASTELLANO, S. Proposição de um Modelo para Planejamento e Desenvolvimento de Projetos em Empresas de Alta Tecnologia. Florianópolis, 1996. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta96/castellano>>. Acesso em: 18 nov. 2001.

CROW, K. A. Building Effective Product Development Teams. Disponível em: <<http://www.members.aol.com/drmassoc/bok.html>>. Acesso em: 10 out. 2001.

DINSMORE, P. C. Gerência de Programas e Projetos. São Paulo, Ed. Pini, 1992, 176 p.

EVBUOMWAN, N. F. O.; ANUMBA, C. J. An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction. Advances in Engineering Software, v. 29, n. 7-9, pp. 587-597, 1998.

FIERGS / CIERGS. Controle do Processo de Projeto na Construção Civil. Porto Alegre, 1999, 215 p.

FRANCO, E. M. A Ergonomia na Construção Civil: Uma Análise do Posto do Mestre-de-Obras. Florianópolis, 1995. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta/eliete>>. Acesso em: 18 nov. 2001.

GRAÇA, M. E. A.; FREIRE, C. C. A.; FARINA, H. A Produção de Projetos de Sistemas Prediais: Fase Conceitual e Fase Preliminar. In: XVIII ENCONTRO NACIONAL DE

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Niterói, 1998. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Niterói, UFF / ABEPRO, 1998, 8 p.

GOZZI, S.; OLIVEIRA, O. J. Sistema de Gestão da Qualidade em Empresas de Construção: Um Estudo de Caso, 2001. Disponível em: <<http://www.ead.fea.usp.br/Semead/Operacoes.htm>>. Acesso em: 03 ago. 2002.

GRILO, L. M.; CALMON, J. L. Qualidade no desenvolvimento de projetos segundo a percepção dos intervenientes. Engenharia e Construção, pp. 21-28, mar. 2001.

ISO International Organization of Standardization. ISO releases DIS versions of ISO 9000 Year 2000 revisions. Disponível em: <http://www.iso.ch/iso/en/commcentre/pressreleases/1999/Ref770.html#P10_24>. Acesso em: 11 nov. 2001a.

ISO International Organization of Standardization. **The year 2000 revisions of ISO 9001 and ISO 9004.** Disponível em: <<http://www.iso.ch/iso/en/iso9000-14000/iso9000/2000rev1.html>>. Acesso em: 11 nov. 2001b.

ISO Technical Committee ISO TC/176/SC2. The year 2000 revisions of ISO 9001 and ISO 9004. Disponível em: <<http://isotc176sc2.elysium-ltd.net/Year%202000%20revisions.html>>. Acesso em: 11 nov. 2001.

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUANPÄÄ, V. P. Towards Lean Design Management, 1997. Disponível em: <[http:// web.bham.ac.uk/d.j.crook/lean/iglc4/lauri/tothry4.htm](http://web.bham.ac.uk/d.j.crook/lean/iglc4/lauri/tothry4.htm)>. Acesso em: 28 abr. 2001.

LESSA, A.; FREITAS, A.; WALKER, R. A. Soluções CIM Aplicadas à Engenharia Simultânea. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 19 p.

LUGLI, A. C.; NAVEIRO, R. M. O Uso da Engenharia Simultânea no Projeto de Redes Teleinformatizadas. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Piracicaba, 1996. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Piracicaba, UNIMEP / ABEPRO, 1996, 7 p.

MARIA, S. F.; ZOTES, L. P.; QUELHAS, O. L. G. Os Intervenientes na Cadeia de Produção em Empresas de Instalações Prediais: Identificação de Problemas e Proposições de Soluções. Disponível em: <<http://guiadeobras.com.br/biblioteca/textos/instpred.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2001.

MATTEI, J. A. A ISO 9000 aplicada à construção civil. *Téchne*, n. 34, pp. 24-25, mai./jun. 1998.

MEIRA, G. R. A Padronização como Fator de Redução de Desperdícios na Construção Civil. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Gramado, 1997. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Gramado, UFRGS / ABEPRO, 1997, 7 p.

MELHADO, S. B. Etapas de Desenvolvimento, Coordenação do Projeto e Interface com a Etapa de Execução. Disponível em: <<http://www.pcc.usp.br/Gradua%C3%A7%C3%A3o/PCC2301/pae2002/textos/PCC%202301%202002%20Projeto.pdf>>. Acesso em: 04 ago. 2002.

MELHADO, S. B. O Plano da Qualidade dos Empreendimentos e a Engenharia Simultânea na Construção de Edifícios. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 11 p.

MOURA, D. C. Mudança na Estrutura Organizacional do Processo de Projeto para Alavancagem em Construção de Edificações: Um Estudo Multi-Caso em Pequenas Empresas. Florianópolis, 1998. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://www.eps.ufsc.br/disserta98/danielle>>. Acesso em: 29 nov. 2001.

MUNIZ JUNIOR, J.; PLONSKI, G. A.; LOURENÇÃO, P. T. M. Aspectos Observados no Ambiente de Engenharia Simultânea: Estudo de Caso do Modelo Embraer. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Piracicaba, 1996. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Piracicaba, UNIMEP/ ABEPRO, 1996, 8 p.

NASCIMENTO, L.; DE ANGELIS NETO, G.; SOUSA, L. A. F. Gestão da Qualidade em Empresas Construtoras. In: ENCONTRO TECNOLÓGICO DA ENGENHARIA CIVIL E ARQUITETURA, Maringá, 2000. Anais, UEM, 2000, p. 164-171.

NASCIMENTO, A. M. S.; MACEDO-SOARES, T. D. L. V. A. A Competitividade no Setor de Construção. Disponível em: <<http://guiadeobras.com.br/biblioteca/textos/compet.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2001.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A Contribuição da Tecnologia da Informação ao Processo de Projeto na Construção Civil. Disponível em: <http://www.eesc.sc.usp.br/sap/workshop/artigos/A_CONTRIBUICAO_DA_TECNOLOGIA_INFORMACAO.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2002.

NOVAES, C. C. Um enfoque diferenciado para o projeto de edificações: projetos para produção. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Gramado, 1997. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Gramado, UFRGS / ABEPRO, 1997, 8 p.

OLIVEIRA, C. S. P.; ALTÍSSIMO, J. C.; DENARDIN, C. B. A Influência da Qualidade de Vida no Trabalho nos Programas de Melhoria de Qualidade na Construção Civil. Disponível em: <<http://guiadeobras.com.br/biblioteca/textos/qualvida.htm>>. Acesso em: 28 abr. 2001.

OLIVEIRA, M. Um método para obtenção de indicadores visando a tomada de decisão na etapa de concepção co processo construtivo: a percepção dos principais intervenientes. Porto Alegre, 1999. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

OLIVEIRA, M.; FREITAS, H. Processo de Projeto de Obras de Edificações: Iniciativas para a Melhoria da Qualidade. Disponível em: <<http://read.adm.ufrgs.br/read07/artigo/mohf.html>>. Acesso em: 29 nov. 2001.

PALADINI, E. P. Gestão da Qualidade – Teoria e Prática. São Paulo, Ed. Atlas S.A., 2000, 330 p.

RUFINO, S. Novas Formas Organizacionais na Área de Projetos na Indústria da Construção Civil. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 15 p.

SANTOS, M. T. S.; MOCCELLIN, J. V. O Projeto da Produção e a Programação Integrados a um Sistema de Administração da Produção Voltado para a Construção Civil. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 13 p.

SEBRAE - Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena Empresa no Paraná / SINDUSCON - Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado do Paraná. Diretrizes Gerais para Compatibilização de Projetos. Curitiba, 1995, 116 p.

SMITH, R. P. The historical roots of concurrent engineering fundamentals. Transactions on Engineering Management, v. 44, n. 1, pp. 67-78, 1997.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. O “projeto para produção” como ferramenta de gestão da qualidade: aplicação às lajes de concreto armado de edifícios. Técnica, n. 36, 4 p, set./out. 1998.

TAVARES JUNIOR, W. Desenvolvimento de um modelo para compatibilização das interfaces do projeto de edificações em empresas construtoras de pequeno porte. Florianópolis, 2001. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

VANNI, C. M. K.; GOMES, A. M.; ANDERY, P. R. P. Análise de Falhas Aplicada à Otimização de Projetos de Edificações. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 16 p.

VASCONCELLOS JÚNIOR, J. P. C.; MIGUEL, P. A. C. Implantação de FMEA em uma Empresa de Máquinas-Ferramenta. In: XIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Rio de Janeiro, 1999. Horizontes da Engenharia de Produção: CD – ROM. Rio de Janeiro, UFRJ / ABEPRO, 1999, 13 p.