

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO APLICADAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO OS CONCEITOS DO QFD**

ITAMAR APARECIDO LORENZON

ORIENTADOR: PAULO A. CAUCHICK MIGUEL

SANTA BÁRBARA D'OESTE

JUNHO, 2002

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

**ANÁLISE DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO APLICADAS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO OS CONCEITOS DO QFD**

ITAMAR APARECIDO LORENZON

ORIENTADOR: PAULO A. CAUCHICK MIGUEL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Qualidade

SANTA BÁRBARA D'OESTE

JUNHO, 2002

ANÁLISE DE TÉCNICAS DE PLANEJAMENTO APLICADAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO OS CONCEITOS DO QFD

ITAMAR APARECIDO LORENZON

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada, em 20 de junho de 2002, pela Banca Examinadora constituída pelos Professores:

Prof. Dr. Paulo A. C. Miguel, Presidente

UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Silvio R. I. Pires

UNIMEP - Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Archimedes A. Raia Jr.

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

Aos meus pais, Isabel e Italo, pelo exemplo de vida.

A minha mulher Regina, e meus filhos Italo e Juliana pelo amor, carinho e compreensão em
momentos decisivos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São Carlos, pela liberação de tempo parcial para a realização deste mestrado.

Ao Prof. Dr. Paulo Augusto Cauchick Miguel, pela orientação segura na elaboração desta dissertação e pela forma com que acompanhou o desenvolvimento deste trabalho, sempre demonstrando incentivo e amizade.

Aos colegas de trabalho, Prof^ª Dr^ª Sheyla Mara Batista Serra e Prof. José Carlos Paliari, pelo apoio e amizade.

Ao Eng. Carlos Alberto Ferreira da Silva, pelas constantes discussões e estímulo.

Ao empresário Heitor Tommasini, pelo companheirismo e apreço.

Aos engenheiros

Ernesto César Giantomassi, da Construção Engenharia, José Roberto Fernandes de Oliveira, da Núcleo Engenharia e Omar Maksoud Filho, da Omar Maksoud Engenharia, pela receptividade e interesse no desenvolvimento deste trabalho.

A todos, indistintamente, meu muito obrigado.

“Nada é mais difícil do que realizar, mais perigoso de conduzir, ou mais incerto quanto ao seu êxito, do que iniciar a introdução de uma nova ordem de coisas, pois a inovação tem, como inimigos, todos aqueles que prosperam sob as condições antigas, e como defensores tíbios todos aqueles que podem se dar bem nas novas condições”

Maquiavel, *O Príncipe*

Sumário

Lista de Siglas	IX
Lista de Figura	X
Lista de Tabela	XI
Resumo	XII
Abstract	XIII
Capítulo 1 - Introdução	
1.1. Etapas de um empreendimento ..	3
1.2. Relevância do Tema	5
1.3. Objetivos do Trabalho	5
1.4. Estrutura do Trabalho	5
Capítulo 2 - Referencial Teórico - Desdobramento da Função Qualidade (QFD)	7
2.1 Histórico do Desenvolvimento do QFD	7
2.2 Conceito do QFD	9
2.3 Matriz da Qualidade	16
2.4 Aplicações do QFD	19
2.4.1 O QFD na Indústria da Construção Civil	23
2.5. Considerações finais sobre o QFD	26
Capítulo 3 - Referencial Teórico - Planejamento	27
3.1 Níveis de Planejamento	27
3.2 Características do Planejamento	31
3.3 Processo do Planejamento	33
3.4 Processo de Controle	35
3.5 Histórico dos Sistemas de Planejamento	37
3.6 Técnicas de Planejamento	39
3.6.1. <i>Manufacturing Resource Planning</i> (MRP II) Planejamento dos Recursos de Manufatura	39
3.6.2. <i>JIT - Just in Time</i>	41
3.6.3. <i>Optimized Production Technology</i> (OPT) Tecnologia da Produção Otimizada	45
3.6.4. Gráfico de Gantt ou Método Gráfico de Barra	47
3.7. Técnicas de planejamento a serem comparadas	49
3.7.1. <i>Line-of-Balance</i> (LOB) Método da Linha de Balanço	49
3.7.2. <i>PERT/CPM Program Evaluation and Review Technique</i>	

(Técnica de Avaliação e Controle de Programas) /	
<i>Critical Path Method</i> (Método do Caminho Crítico)	53
3.7.2.1. Rede de Planejamento	55
3.8 Considerações finais sobre o planejamento	61
Capítulo 4 - Método da Pesquisa & Análise Comparativa	
das Técnicas de Planejamento	63
4.1. Pesquisas por Amostragem	65
4.1.1. Amostragem probabilística	66
4.1.2. Amostragem não-probabilística	66
4.2. Elaboração de um questionário para a entrevista	67
4.2.1 Aplicação dos questionários	67
4.3. Entrevista	69
4.3.1. Vantagens e desvantagens na aplicação da entrevista	69
4.3.2. Preparação da entrevista	70
4.3.3. Tipos de entrevista	71
4.4. Critérios para seleção das empresas nesta pesquisa	72
4.5. Caracterização das empresas	74
4.6. Assuntos a serem abordados no questionário	78
4.7. Desenvolvimento da entrevista desta pesquisa	79
4.8. Compilação dos dados da primeira série de entrevista	80
4.9. Grau de Importância - Segunda série de entrevistas	83
4.10. Extração das Características da Qualidade	89
4.11. Montagem da Matriz da Qualidade e Terceira Série de Entrevistas ...	91
4.12. Matriz de Decisão	98
4.13 Considerações finais sobre a pesquisa	104
Capítulo 5 - Conclusões e sugestões	106
5.1 Fatores Positivos da Pesquisa	107
5.2 Principais dificuldades encontradas.....	108
5.3 Recomendações para trabalhos futuros	108
Referências Bibliográficas	110

LISTA DE SIGLAS

- ADM **Arrow Diagram Method** - Diagrama de Flechas.
- CIM **Computer Integrated Manufacturing** - Manufatura Integrada por Computador
- JIT **Just in Time**
- LOB **Line-of-Balance** - Método da Linha de Balanço
- MRP **Material Requirements Planning** - Planejamento das Necessidades de Materiais
- OPT **Optimized Production Technology** - Tecnologia da Produção Otimizada
- PDM **Precedence Diagram Method** - Método do Diagrama de Precedência
- PERT/CPM **Program Evaluation and Review Technique** - Técnica de Avaliação e Controle de Programas / **Critical Path Method** - Método do Caminho Crítico
- QFD **Quality Function Deployment** - Desdobramento da Função Qualidade
- TQC **Total Quality Control** - Controle da Qualidade Total

LISTA DE FIGURA

Figura 1.1 - Caracterização de um empreendimento	04
Figura 2.1 - Desdobramento das informações	10
Figura 2.2 - Exemplo de Diagrama de Afinidades	12
Figura 2.3 - Exemplo de Diagrama de Relações	13
Figura 2.4 - Exemplo de Diagrama de Rede de Atividades	13
Figura 2.5 - Exemplo de Diagrama de Árvore	14
Figura 2.6 - Exemplo de Diagrama da Matriz de Relacionamento	15
Figura 2.7 - Exemplo de Diagrama de Matriz de Priorização	15
Figura 2.8 - Processo de aplicação do QFD	16
Figura 2.9 - Esquema da Matriz da Qualidade	18
Figura 2.10 - Desdobramento sucessivo das características da qualidade	18
Figura 3.1 - Níveis do Planejamento - Estratégico, Tático e Operacional	28
Figura 3.2 - Nível de decisão <i>versus</i> detalhe do planejamento	29
Figura 3.3 - Processo de Planejamento	33
Figura 3.4 - Ciclo do processo do controle	35
Figura 3.5 - Atividades básicas de planejamento e controle da produção	37
Figura 3.6 - Esquema comparativo entre as abordagens tradicional e a JIT	42
Figura 3.7 - Exemplo de Gráfico de Gantt	48
Figura 3.8 - Histograma de recurso "Rec. 1"	48
Figura 3.9 - Diagrama Linha de Balanço ou Diagrama Tempo x Espaço	50
Figura 3.10 - Fluxos rítmicos e sincronizados	51
Figura 3.11 - Fluxos rítmicos e não sincronizados	51
Figura 3.12 - Fluxos não rítmicos e não sincronizados	52
Figura 3.13 - Comparação entre a.) Diagrama Linha de Balanço e b.) Gráfico de Gantt	53
Figura 3.14 - Representação PDM	57
Figura 3.15 - Representação ADM	57
Figura 3.16 - Ligações entre atividades	58
Figura 3.17 - Detalhe de uma rede de atividades	60
Figura 4.1 - Roteiro da Pesquisa	64
Figura 4.2 - Célula da matriz da qualidade	92
Figura 4.3 - Modelo da Matriz da Qualidade	93
Figura 4.4 - Matriz da Qualidade - Empresa: CONSTRUÇÃO Construções	94

Figura 4.5 - Matriz da Qualidade - Empresa: NUCLEO Engenharia	95
Figura 4.6 - Matriz da Qualidade - Empresa: OMAR MAKSOUD Engenharia	96
Figura 4.7 - Comparativo entre os requisitos de maior relevância	97
Figura 4.8 - Exemplo de Matriz de Decisão	98
Figura 4.9 - Matriz da Qualidade e Matriz de Decisão	99
Figura 4.10 - Matriz de Decisão. Empresa CONSTRUÇÃO Construções	100
Figura 4.11 - Matriz de Decisão. Empresa NUCLEO Engenharia	101
Figura 4.12 - Matriz de Decisão. Empresa OMAR MAKSOUD Engenharia	102

LISTA DE TABELA

Tabela 3.1 - Termos relacionado a técnica PERT/CPM	59
Tabela 4.1 - Frases destacas das entrevistas e suas interpretações	81
Tabela 4.2 - Desdobramento da Qualidade Exigida	82
Tabela 4.3 - Grau de Importância. Empresa 1: fabricação e montagem de estrutura metálica	84
Tabela 4.4 - Grau de Importância. Empresa 2: construtora de condomínios residenciais	85
Tabela 4.5 - Grau de Importância. Empresa 3: construtora de edifícios residenciais	87
Tabela 4.6 - Comparação do grau de importância	88
Tabela 4.7 - Desdobramento das Característica da Qualidade	90
Tabela 4.8 - Técnica de planejamento recomendada	105

LORENZON, Itamar Aparecido. **Análise de técnicas de planejamento aplicadas na construção civil utilizando os conceitos do QFD**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Mecânica e de Produção, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste.

Resumo

A construção civil representa uma grande parcela na economia nacional, quer na área social como na geração de empregos, quer na movimentação de capitais como na geração de riqueza. Diferentemente de outros setores produtivos, possui dificuldade em assimilar novas técnicas de gerenciamento que objetivam a racionalização dos recursos, o estabelecimento e cumprimento de prazos e a garantia da qualidade dos seus empreendimentos. Várias técnicas de planejamento possibilitam o atendimento destas necessidades, no entanto é necessário a definição de quais destas técnicas melhor se aplicam a este setor produtivo. Para a análise comparativa destas técnicas, utiliza-se nesse trabalho o QFD (*Quality Function Deployment* ou Desdobramento da Função Qualidade), ferramenta utilizada para o desenvolvimento de produtos e serviços, mas que também encontra utilização no desenvolvimento de negócios. No desenvolvimento deste trabalho, são identificadas, através de entrevistas junto às três empresas selecionadas, as Qualidades Exigidas, ou seja, as principais necessidades dos usuários das técnicas de planejamento. Em seguida, identifica-se as Características da Qualidade, ou seja, quais são os principais indicadores de desempenho em relação às expectativas de performance do planejamento de um empreendimento. O cruzamento destas informações, através da matriz do QFD, apresenta quais são as características de maior relevância. A partir dessas características de maior relevância, uma aplicação em uma matriz de decisão é realizada, possibilitando a comparação entre duas técnicas de planejamento utilizadas na construção civil, definindo-se qual a melhor se adapta a este setor. Os resultados obtidos apontaram a necessidade da aplicação da matriz QFD para cada tipo de empresa definindo então, por meio da matriz de decisão, qual a melhor técnica de planejamento se adapta a cada perfil de empresa. Das três empresas analisadas, duas destas apresentam características que propiciam a implantação da técnica PERT/CPM e a terceira propicia a implantação da técnica Linha de Balanço.

Palavras Chave: Planejamento, QFD, Construção Civil

Abstract

Civil construction is one of the most important Brazilian productive sectors due to both social aspects, as job generator, and economical aspects, as wealth and asset creator. In spite of that, and differently of other major industries, civil construction has difficulties to assimilate new managerial techniques, which rationalize resources utilization, allow good scheduling accomplishment performance, and guarantee quality delivery. Among those managerial techniques, there are many planning techniques that help a contractor to accomplish all of the three above points. However, it necessary to carefully choose which ones is more adaptable to the sector needs. This dissertation will analyze comparatively such planning techniques using the QFD - quality function deployment. This is a very utilized tool for product and services development, but also used for business development. In the course of the progress of this work the Quality Requirements, i.e., main needs of the planner technician, and the Quality Features, i.e., most important performance indicators related to the enterprise (a singular building or any other construction project) results are identified. Therefore, three chosen contractors are interviewed and, then, gotten information are cross-checked into a QFD matrix, showing which requirements are more relevant ones. These requirements are put onto a decision matrix, with different relevance weights, allowing a comparison between two planning techniques and providing information about which one is more adaptable to the civil construction sector or to specific company.

Key words: Planning, QFD, Civil Construction.

Capítulo 1 - Introdução

A construção civil sempre foi objeto de críticas em decorrência principalmente de sua baixa qualidade, seus altos custos (alto índice de desperdício de material e de ociosidade da mão-de-obra) e de baixa produtividade (longo tempo para se construir uma edificação, etc.).

Conforme descreve ZANFELICE (1998), este quadro ocorreu principalmente porque, até a década de 80, não havia concorrência internacional no mercado privado de empreendimentos. Havia um elevado número de obras públicas (com poucas exigências quanto à qualidade) e os clientes particulares eram pouco acostumados e mesmo despreparados para exigir e fazer valer os seus direitos de consumidores. Isto fez com que se permitisse que as construtoras obtivessem grandes lucros que eram facilmente repassados aos consumidores dos produtos da construção. Com a obtenção fácil de lucros, o setor ficou inibido à introdução de novas tecnologias, a processos construtivos mais racionais e mecanizados e a formas de gerenciamento de maior eficiência. Atitudes gerenciais mais eficientes provocariam a diminuição de desperdícios de materiais, diminuição da ociosidade da mão-de-obra e equipamentos e, como consequência, os custos e prazos do empreendimentos certamente diminuiriam.

Para este autor, a construção civil não tem sido alvo de investimentos em tecnologia e processos construtivos racionais. As técnicas de planejamento aplicadas a ela são, em geral, absorvidas e adaptadas de outras indústrias manufatureiras, com características diversas, e enfatiza que a atividade de construção é reconhecida como uma atividade operada e organizada de uma maneira diferente das outras atividades econômicas.

Conforme SOUZA *et al.* (1995), este setor apresenta características próprias, por ser muito tradicional com grande inércia às alterações, e suas atividades notoriamente são de caráter nômade. Uma empresa de construção, continua o autor, raramente consegue planejar trabalho contínuo para os seus recursos humanos, porque é difícil para ela conseguir várias empreitadas geograficamente próximas e escalonadas no tempo. Apresenta ainda poucas possibilidades de aplicação dos conceitos da produção em série (produto passando por operários fixos), mas sim da produção centralizada (operários móveis em torno de um produto fixo), com o agravante de ter suas principais atividades se desenvolvendo sob intempérie.

Outro agravante é que sua mão-de-obra de produção é reconhecidamente desqualificada. Caracteriza-se ainda como ser de alta rotatividade (65% não permanecem empregados em uma mesma empresa), baixo grau de instrução (93% não completam o 1º grau) e possui longa jornada de trabalho (mínimo de 44 horas semanais), sendo que 55% dos operários fazem horas extras, dentre outros fatores (Qualidade na Construção, 1999).

Esses fatores fazem com que o setor da construção civil seja considerado absolutamente significativo para a economia nacional. Na área social, a construção civil é considerada absolutamente significativa para a economia do país, pois absorve cerca de 6,2% da mão-de-obra nacional - aproximadamente 3,5 milhões de pessoas – número semelhante à toda população do Uruguai (Qualidade na Construção, 1999).

Dada a sua importância no cenário nacional, a construção civil necessita ter suas atividades devidamente planejadas e controladas nos moldes comparativos com outros setores das indústrias manufatureiras, a exemplo de outros setores industriais mais organizados. A identificação de um modelo de planejamento evidentemente deve respeitar as características do setor.

Nesse sentido, o foco deste trabalho é inicialmente estudar e analisar as características que um sistema de planejamento deve apresentar de maneira a atender às necessidades de seus usuários, relativo à construção civil. Limitará a identificação destas características do planejamento, baseando-se na literatura e no levantamento de informações sobre as necessidades de um sistema de planejamento, através de entrevistas aplicadas em empresas da construção civil.

O levantamento e tratamento destas informações será baseado no conceito do *Quality Function Deployment* (QFD) ou Desdobramento da Função Qualidade, metodologia usualmente utilizada no desenvolvimento de produtos e serviços, mas com possibilidade de utilização em aplicações não-convencionais, em relação a essas duas citadas, como esta pretendida neste trabalho.

O uso da matriz do QFD será conduzido como forma de cruzamento das informações extraídas de entrevistas e da literatura, de maneira a identificar os requisitos de maior relevância de um sistema de planejamento e, posteriormente, indicar, utilizando de uma matriz de decisão, qual técnica de planejamento potencializa estes requisitos.

A seguir, será apresentado o ciclo de desenvolvimento de um empreendimento, definido em quatro fases. O objetivo dessa apresentação é facilitar o delineamento e abrangência deste trabalho.

1.1. Etapas de um empreendimento

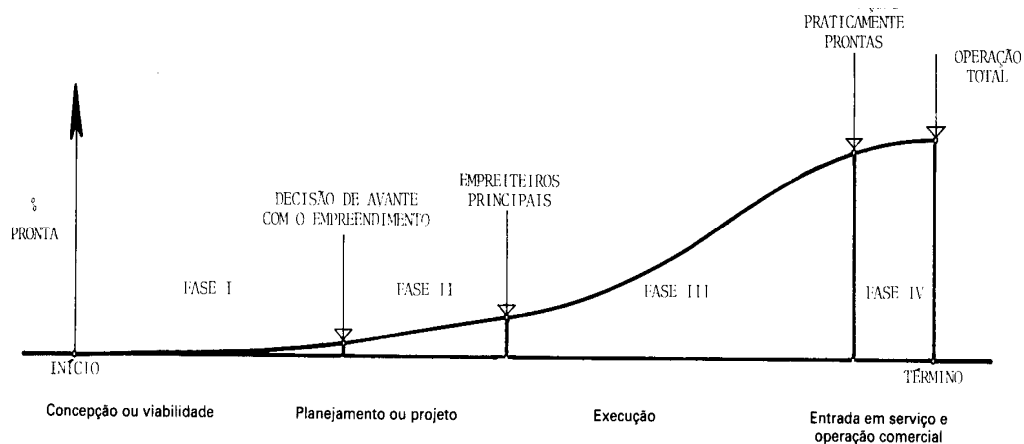
Um empreendimento pode ser apresentado como uma seqüência bem definida de atividades, com um início e um fim, que se destina a atingir um objetivo específico, sendo conduzido dentro de parâmetros de tempo, custo, recurso e qualidade, como explica VIEIRA NETTO (1988).

ZANFELICE (1998) coloca que um empreendimento pode ser dividido em quatro fases:

- a) a primeira fase é a de definição do projeto. Começa com uma idéia incipiente que é explorada e analisada;
- b) a segunda é a fase de concepção do projeto;
- c) a terceira é a fase de construção;
- d) a quarta é a fase da entrega do empreendimento ao seu proprietário e o início de seu funcionamento. Esta fase se entrelaça com o fim da terceira fase e envolve o planejamento das atividades necessárias para a aceitação e a operação do projeto pelo proprietário ou seus usuários.

Para um melhor delineamento deste trabalho que é analisar e definir técnicas de planejamento que atendam as empresas construtoras durante o desenvolvimento de um empreendimento, o período de estudo está compreendido entre o final da Fase II até o início da Fase IV, mostrada na Figura 1.1, ou seja, a partir do final da elaboração do projeto até o início de operação do empreendimento.

Estando portanto fora dos objetivos deste trabalho a Fase I e o início da Fase II e o final da Fase IV, ou seja, as fases que compreendem a concepção e elaboração de projeto e também a fase de ocupação e operação do empreendimento.



Fase I

- a) Formulação do empreendimento;
- b) Identificação das necessidades;
- c) Estabelecimento de prioridades;
- d) Definições de metas;
- e) Identificação de alternativas;
- f) Desenvolvimento de orçamento.

Fase II

- a) Projeto básico;
- b) Definição de subsistemas;
- c) Análise de resultados;
- d) Detalhamento do planejamento;
- e) Detalhamento do orçamento;
- f) Aprovação para execução.

Fase III

- a) Fabricação e fornecimento de materiais e equipamentos;
- b) Montagem dos subsistemas;
- c) Controle de Quantidades;
- d) Controle de Qualidade;
- e) Treinamento de pessoal para manutenção.

Fase IV

- a) Início de operação do empreendimento;
- b) Treinamento de pessoal;
- c) Transferência de responsabilidades;
- d) Operação de manutenção.

Figura 1.1 - Caracterização de um empreendimento

Fonte: VIEIRA NETTO (1988).

Quanto aos níveis hierárquicos da empresa, o foco desta pesquisa será a alta gerência, portanto não participaram as gerências tática e a operacional.

Ainda, o trabalho limitou-se a pesquisar três empresas construtoras, a saber: empresa de fabricação e montagem de estrutura metálica, construtora de condomínios residenciais e construtora de edifícios residenciais.

Os resultados apresentados nesta pesquisa são válidos apenas dentro dos condicionantes apresentados.

1.2. Relevância do Tema

Dentre os vários aspectos que a construção civil apresenta existe três que são marcantes, justificando a relevância do tema.

O primeiro aspecto é a sua importância econômica como fonte de riqueza e de geração de empregos.

A segunda são suas características atípicas deste modo de produção, diferentemente dos demais setores produtivos.

A terceira é que a longevidade do setor não está atrelada a produtividade e qualidade. A milhares de anos que se constrói, no entanto este conhecimento adquirido não é repassado de forma sistematizado para as próximas gerações.

A partir desses aspectos, é de suma importância a identificação de um sistema de planejamento que melhor atenda este setor produtivo, vinculando-se a uma técnica de planejamento apropriada.

1.3. Objetivos do trabalho

O objetivo geral deste trabalho é verificar dentre as técnicas de planejamento usuais qual melhor se adapta ao setor da construção civil.

Como objetivos específicos, a partir do objetivo geral, podem ser citados:

- verificar a utilização do QFD em uma aplicação não-convencional, na determinação dos requisitos de maior relevância de um sistema de planejamento, para a construção civil;
- escolher dentre as técnicas de planejamento mais utilizada na construção civil qual desta melhor se adapta ao perfil de cada empresa.

1.4. Estrutura do Trabalho

Para o desenvolvimento deste trabalho, este foi estruturado em 5 capítulos:

Capítulo 2: Trata-se de referencial teórico sobre a metodologia QFD. Relata ainda, de forma sucinta, o histórico sobre a criação e as primeiras aplicações do QFD

no Japão e posteriormente sua propagação nos Estados Unidos, Europa e demais países, incluindo o Brasil. Cita os principais conceitos do QFD e sintetiza algumas aplicações em várias áreas de atividades produtivas, incluindo algumas aplicações na indústria da construção civil, setor produtivo que é escopo desse trabalho.

Capítulo 3: Trata-se de referencial teórico sobre planejamento. Apresenta os vários níveis em que o planejamento se desdobra e enfoca suas principais características. Relata um breve histórico de técnicas usuais de planejamento, tais como MRP II, JIT, OPT, Gráfico de Gantt, Linha de Balanço e PERT/CPM e as principais características destas técnicas.

Capítulo 4: São abordadas as formas de amostragem, os critérios para a escolha das empresas a serem pesquisadas, e os quesitos necessários para a elaboração de um questionário que funcionará como roteiro durante as entrevistas. Nesse capítulo também é apresentado o desenvolvimento do trabalho e seus resultados. São desenvolvidas a tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida e a tabela Desdobramento das Características da Qualidade. A partir destas tabelas, montou-se as Matrizes da Qualidade (uma para cada tipo de empresa) e, posteriormente através de uma matriz de decisão identificou-se qual técnica que melhor se adapta para cada uma destas empresas. É também apresentado no início deste capítulo, um fluxograma definindo um roteiro para o desenvolvimento desta pesquisa.

Capítulo 5: São apresentadas as conclusões do trabalho, a avaliação sobre o alcance dos objetivos e também as sugestões para trabalhos futuros, a partir desse desenvolvimento.

Capítulo 2 - Referencial Teórico - Desdobramento da Função Qualidade (QFD)

Este capítulo relata, de forma sucinta, o histórico sobre a criação e as primeiras aplicações do Desdobramento da Função Qualidade (QFD) no Japão e posteriormente sua propagação nos Estados Unidos, Europa e outros países. Apresenta, ainda, os principais conceitos da aplicação do QFD. Como exemplo, apresenta a avaliação de serviços hospitalares e também, a possibilidade de propiciar maior satisfação aos associados de cooperativas do setor agropecuário, dentre outras aplicações. Por fim, são destacados algumas aplicações no setor da Construção Civil, que é escopo deste trabalho.

2.1 Histórico de Desenvolvimento do QFD

As primeiras informações sobre o surgimento do QFD remontam a década de 1960, quando, conforme PORTO (1999), o Japão tornava-se o país produtor de aço com o menor custo de mercado mundial. Nessa ocasião o grupo *Mitsubishi Heavy Industries*, ao qual pertencia os estaleiros da cidade de Kobe, solicitou apoio ao governo japonês para o desenvolvimento logístico da construção de navios de maior complexidade. O governo japonês recorreu as universidades para que fosse criado um sistema que assegurasse à cada etapa do processo de construção dos navios fosse incorporada as exigências dos clientes.

Nesse contexto, em 1966, Akao sugeriu a utilização de cartas e matrizes para expressar os pontos críticos da garantia da qualidade, que deveriam ser observadas durante as etapas de projeto e de manufatura. Surgia assim os princípios do *Quality Function Deployment* (QFD) ou Desdobramento da Função Qualidade. O sucesso da utilização do QFD nesta empresa praticamente difundiu a metodologia por todo país. As aplicações nesta época eram pautadas muito mais pela prática do que pelos estudos teóricos.

CHENG *et al.* (1995) informam que o primeiro trabalho sobre o QFD, conforme é hoje utilizado, foi escrito em 1972 por Akao, sob o título "Desenvolvimento e garantia da qualidade de novos produtos: um sistema de desdobramento da qualidade". Seguindo-se a esse, outros trabalhos relevantes foram publicados, tais como: "Desdobramento da Função Qualidade: enfoque para controle da qualidade total", livro

publicado em 1978 por Mizuno e Akao (MIZUNO e AKAO, 1994), e em 1988, Akao e colaboradores publicam "Requisitos dos clientes integrados ao projeto do produto". A publicação do "Manual de aplicação do desdobramento da função qualidade" em 3 volumes, por Akao e outros autores, ocorreu em 1990.

Comprovando a difusão da metodologia no Japão, PORTO (1999) informa que, em meados da década de 1970, o mercado automobilístico era dominado pela *Volkswagen* alemã e os carros da *Toyota* eram considerados veículos baratos e de baixa qualidade. A *Toyota*, procurando modificar esse contexto, estabeleceu o público alvo e pesquisou as necessidades e exigência desses clientes. Descobriu que, o peso de suas portas e o som que estas faziam ao fechar e o número de voltas da manivela necessárias para fechar o vidro eram a principal reclamação dos pesquisados. A *Toyota* utilizou o QFD, para a identificação desses requisitos da qualidade exigidos pelos clientes.

De acordo com FIATES (1995), os Estados Unidos tiveram seu primeiro contato com a metodologia em 1983, quando Ishikawa, dirigindo uma delegação japonesa, explicou a metodologia a alguns integrantes da *Ford Motor Company*. A partir de então, diversas missões técnicas, organizadas pelo *American Supplier Institute* ASI, viajaram para o Japão com o intuito de conhecer de perto as aplicações da nova metodologia que traduzia com nitidez os anseios do cliente. Ainda em 1983, Clausing apresenta nos Estados Unidos a experiência desenvolvida na Fuji-Xerox no Japão, e Akao vai a Chicago ministrar um seminário de quatro dias sobre o Desdobramento da Função Qualidade.

Em 1984, sob a orientação de Donald Clausing, do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), a *Ford Motor Company*, convencida da eficácia dessa metodologia, inicia sua utilização, principalmente como um movimento defensivo em relação à concorrente *Toyota*.

Em 1987, conforme CHENG *et al.* (1995), Akao publica no Japão seu segundo livro *Hinshitsu Tenkai No Jissai*. Nos Estados Unidos este livro é publicado em 1990 (AKAO, 1990). A importância desta obra deve-se por a apresentação de uma vasta coletânea de exemplos de implementação da metodologia em diversos setores de negócios (FIATES, 1995).

Também em 1987, o norte-americano Bob King publica nos Estados Unidos um livro sobre o QDF (KING, 1989). Neste livro são apresentados os resultados de seus estudos com Akao no Japão e introduz umas modificações no método inicialmente proposto.

Ainda na década de 1980 as empresas norte-americanas começaram a implementar o QFD (CARVALHO, 1997). Desde então empresas como a *Cummins Engine, Digital Equipment Corporation, General Motors, Hewlett-Packard, Procter & Gamble* e *Polaroid* têm adotado o QFD.

As primeiras aplicações do QFD no Brasil remontam ao final da década de 1980 e início da década de 1990, em algumas indústrias como a Cômputex do Grupo Brasmotor (PORTO, 1999). Um dos primeiros grupos de QFD é estabelecido na Sadia (CHENG e SATANTOPOULOS, 1995).

2.2 Conceito do QFD

O QFD emprega uma análise matemática simples na qual usa uma série de matrizes que depende de relações funcionais para chegar à qualidade de um produto ou serviço.

Através da análise das várias relações dos componentes funcionais, pode-se quantificar a qualidade e estabelecer suas prioridades. Uma das premissas básicas que balizam a filosofia do QFD é que a qualidade tem uma influência em um projeto quando implementada durante as fases iniciais da elaboração deste.

AKAO (1996) define o QFD como um desdobramento, passo a passo, em funções ou operações que determinam a qualidade, sistematicamente, com procedimentos objetivos.

A Figura 2.1 ilustra as etapas dos desdobramentos necessários a partir das informações extraídas da "voz do cliente", ou seja, identifica suas necessidades e anseios quanto ao desempenho de um certo produto, passando pelas características do produto, pela definição dos parâmetros do processo de fabricação e, no final, estabelecendo as condições de produção deste produto.

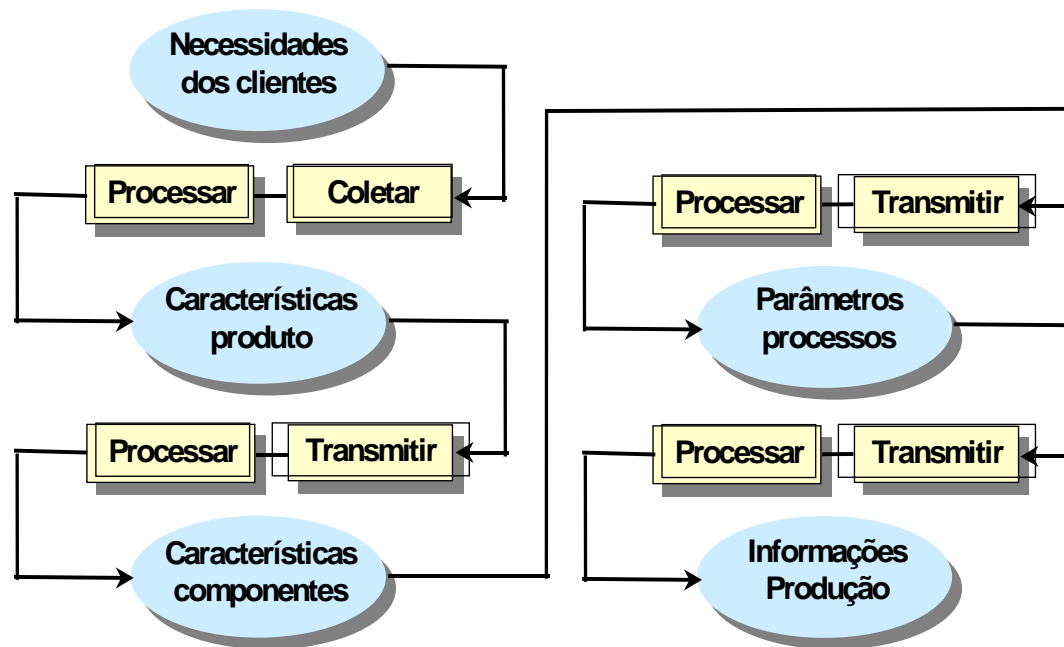


Figura 2.1- Desdobramento das informações

Fonte: NUMA (Núcleo de Manufatura Avançada - USP São Carlos) 2001

Essa metodologia é uma conversão das necessidades de clientes em características objetivas da qualidade, desenvolvendo diretrizes de projeto conforme o produto acabado. Isso é conseguido devido aos relacionamentos desdobrados sistematicamente, começando pela qualidade de cada componente funcional e estendendo o desdobramento para a qualidade de cada componente e para as etapas do processo. Assim, a qualidade do produto como um todo será gerada através de uma rede de relacionamentos.

Para EUREKA e RYAN (1993), o QFD é um sistema que traduz as necessidades dos clientes em requisitos para a empresa, a serem implantados em cada estágio do ciclo de desenvolvimento de um produto ou serviço. Inicia-se na pesquisa e desenvolvimento e prossegue até a engenharia, produção, marketing, vendas e distribuição, sendo que o QFD pode ser aplicado em qualquer parte da cadeia produtiva.

CHENG *et al.* (1995) relatam que os aspectos principais do QFD podem ser descritos através de suas dimensões: o Desdobramento da Qualidade e o Desdobramento da Função. Para esses autores, o Desdobramento da Qualidade é o processo que visa buscar, traduzir e transmitir as exigências dos clientes em

características da qualidade do produto por intermédio de desdobramentos sistemáticos, iniciando-se com a determinação da voz do cliente, e traduzindo para as características de projeto do produto.

O Desdobramento da Função, segundo CHENG *et al.* (1995), é obtido a partir das características do produto, do estabelecimento de suas funções, seus mecanismos e componentes, da definição de seus processos e da matéria prima necessária.

O planejamento dos desdobramentos necessários a cada desenvolvimento é feito através da definição do modelo conceitual. O modelo conceitual é a definição das matrizes e tabelas que farão parte dos desdobramentos, através da elaboração gráfica do “caminho” que o desenvolvimento deve percorrer (CHENG *et al.* 1995). O modelo representa o Desdobramento da Qualidade (QD) por onde o desenvolvimento deve percorrer para que alcance as metas do produto. Um modelo conceitual completo contempla as quatro dimensões de desdobramento da qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade.

O modelo conceitual composto por várias matrizes, a saber matriz do desdobramento das necessidades dos clientes até a matriz da produção, é feito através do uso de matrizes de relacionamento e de priorização. O método é essencialmente baseado na comparação entre dois grupos de itens, para identificar os elementos que se relacionam e a intensidade dessa correlação (forte, média, fraca ou inexistente), a fim de hierarquizar este resultado.

AKAO (1996) enfatiza que essa primeira fase de desdobramentos é denominada de desdobramento da qualidade. Sugere a utilização das quatro dimensões de desdobramentos anteriormente citados (qualidade, tecnologia, custo e confiabilidade), em um estudo abrangente sobre um determinado objeto de estudo.

No entanto, a presença ou não das quatro fases do desdobramento é dependente dos objetivos estabelecidos, ou seja, depende do setor da indústria e da proximidade com o cliente final. É importante frisar que as quatro fases de desdobramento não implicam em quatro matrizes, mas para cada um dos desdobramentos (AKAO, 1996).

Para a elaboração das matrizes pode-se utilizar técnicas como o Diagrama de Afinidades, Diagrama de Relações, Diagrama de Rede de Atividades, Diagrama de Árvore, Diagrama de Matriz de Priorização e Diagrama de Matriz de Relacionamento, obtém-se assim um sistema estruturado para gerenciar o desenvolvimento de produtos e serviços com um enfoque voltado para as necessidades do consumidor.

Sendo assim, segue breve descrição das técnicas citadas, conforme DELLARETTI FILHO (1996).

a) Diagrama de Afinidades

O objetivo desta técnica é o agrupamento de um certo número de idéias, opiniões e informações em conjuntos, conforme a afinidade que possuem entre si. Esta ferramenta parte dos dados obtidos (idéias, opiniões e outras preocupações de um determinado problema), organizando-os em grupos, baseados numa relação natural que exista entre eles. Esta técnica é utilizada em trabalhos de grupos e estimula a criatividade, facilitando o surgimento de novas idéias, novos enfoques ou maior compreensão da situação, além da participação dos membros dos grupos. Um exemplo pode ser visualizado na Figura 2.2.

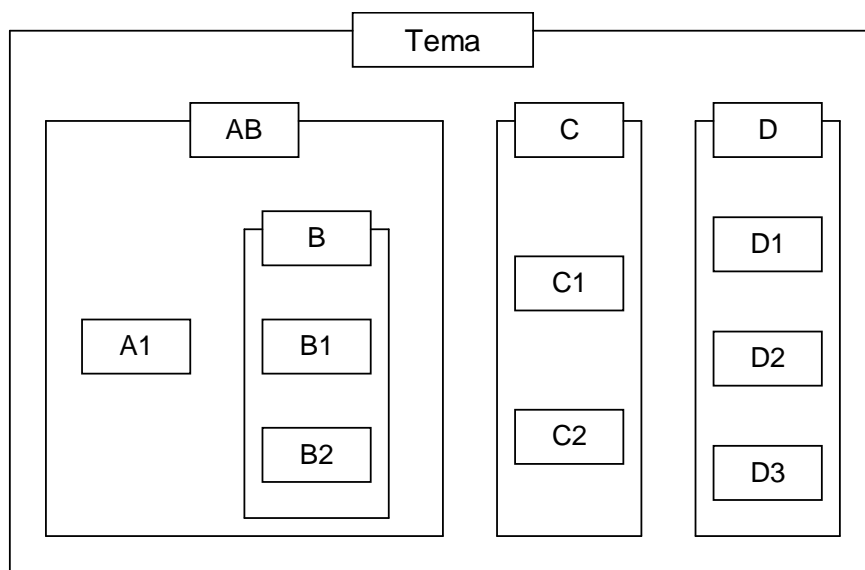


Figura 2.2 - Exemplo de Diagrama de Afinidades

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

b) Diagrama de Relações

Este diagrama visa mostrar os diversos fatores ou itens relevantes que existem em uma situação ou problema complexo, procura indicar as relações lógicas entre os mesmos através de setas, de modo a facilitar o entendimento amplo, a identificação de fatores e a busca de soluções adequadas. Um exemplo pode ser visto na Figura 2.3.

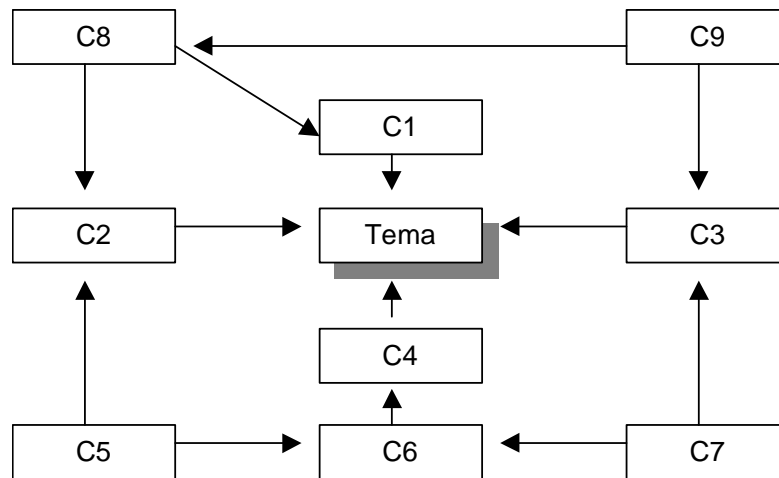


Figura 2.3 - Exemplo de Diagrama de Relações

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

c) Diagrama de Rede de Atividades

Esta ferramenta é também chamada de diagrama de setas. O diagrama detalha o encadeamento das atividades de um plano, além de permitir o acompanhamento do mesmo através da representação do andamento do processo de realização do programa em forma de rede. Possibilita elaborar o programa diário mais adequado e esclarecer os passos críticos no controle do desenvolvimento de projetos. Um exemplo deste diagrama pode ser visto na Figura 2.4.

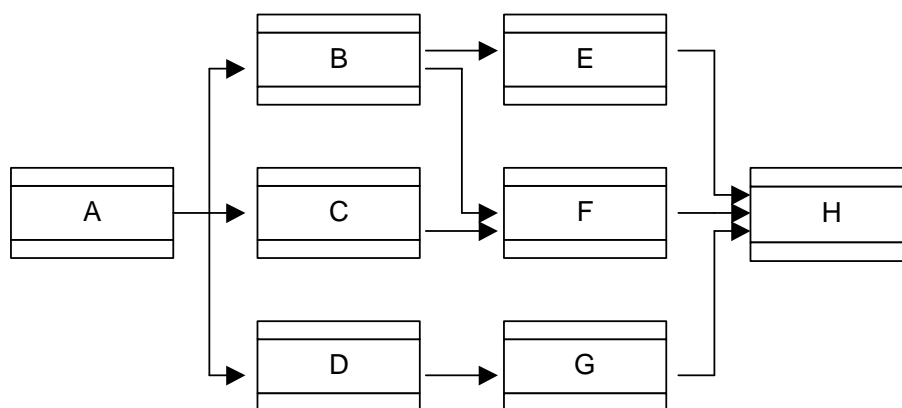


Figura 2.4 - Exemplo de Diagrama de Rede de Atividades

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

d) Diagrama de Árvore

Esse diagrama se assemelha, fisicamente, a uma árvore. Parte-se de um tronco principal, formado pelo objetivo, que se divide em vários ramos primários, que se dividem em ramos secundários, que, por sua vez, dão origem aos ramos terciários e assim sucessivamente. O desdobramento continua até se chegar a ações executáveis ou quando considerar-se que a árvore já está suficientemente detalhada. Os desdobramentos do objetivo se dá respondendo sempre as questões "o que", "como", "por que", "quando", "quem" e "onde". Um exemplo pode ser visualizado na Figura 2.5.

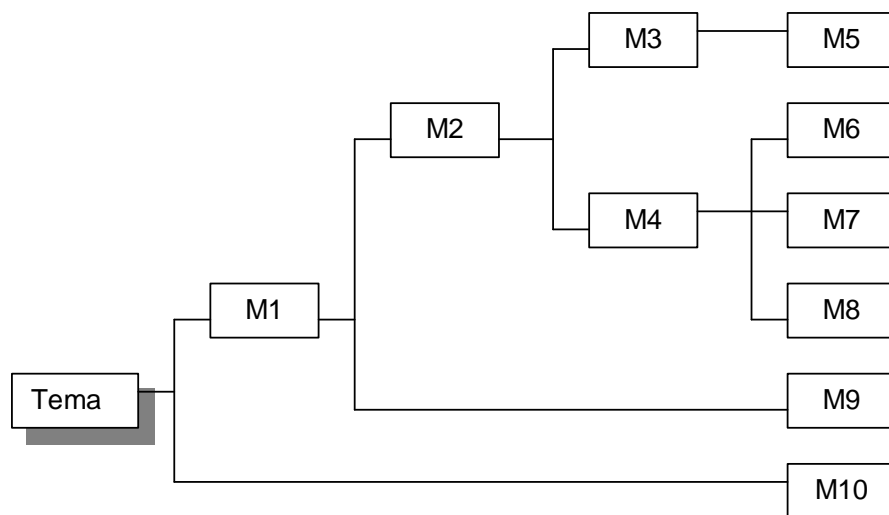


Figura 2.5 - Exemplo de Diagrama de Árvore

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

e) Diagrama da Matriz de Relacionamento

A Matriz de Relacionamento, conhecida também como Diagrama de Matrizes, é utilizada para analisar a existência e o grau de relacionamento entre dois ou mais grupos de dados. Existem vários tipos de diagramas de matriz conforme a quantidade de grupos de dados a serem analisados. A matriz mais utilizada é a bidimensional que analisa apenas dois grupos de dados dispostos um grupo em uma linha e o outro grupo em uma coluna. A matriz gerada é bastante simples. Na maioria das vezes são feitas várias análises com relação aos dados, como por exemplo, utilizar uma única matriz para fazer uma análise de prioridades e de relacionamento, unindo assim as

duas ferramentas em uma só utilização. Um exemplo desta matriz pode ser vista na Figura 2.6, com os seguintes símbolos (Δ = alta correlação, \oplus = média correlação, ∇ = baixa correlação e N = Não há correlação)

Causa	Problemas				
	P1	P2	P3	P4	P5
C1	Δ	Δ	N	\oplus	Δ
C2	N	∇	∇	∇	N
C3	∇	N	Δ	\oplus	\oplus
C4	Δ	\oplus	N	∇	\oplus
C5	\oplus	∇	\oplus	N	∇

Figura 2.6 - Exemplo de Diagrama da Matriz de Relacionamento

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

f) Diagrama de Matriz de Priorização

O Diagrama de Matriz de Priorização é uma matriz especialmente construída para ordenar uma lista de itens. É uma ferramenta para tomada de decisão já que estabelece a priorização, que pode ou não ser baseada em critérios com pesos definidos. Combina as técnicas do Diagrama de Árvore e do Diagrama de Matriz de Relacionamento e é representado pela Matriz de Priorização. Um exemplo desta matriz pode ser visualizada na Figura 2.7.

	A1	A2	A3	A4	Totais	%
A1	0,0	10,0	0,2	1,0	11,2	29,6%
A2	0,1	0,0	5,0	10,0	15,1	39,9%
A3	5,0	0,2	0,0	5,0	10,2	27,0%
A4	1,0	0,1	0,2	0,0	1,3	3,4%
Totais	6,1	10,3	5,4	16,0	37,8	100,0%

Figura 2.7 - Exemplo de Diagrama de Matriz de Priorização

Fonte: DELLARETTI FILHO (1996).

2.3 Matriz da Qualidade

AKAO (1996) explica que a Matriz da Qualidade é resultado da união, em forma de matriz da Tabela de Desdobramento da Qualidade exigida com a Tabela do Desdobramento das Características da Qualidade. É considerada matriz porque os itens das tabelas têm correlação entre si.

Conforme MIGUEL (2001) o processo de aplicação do QFD envolve as diversas etapas ilustradas na Figura 2.8 e detalhadas em seguida.

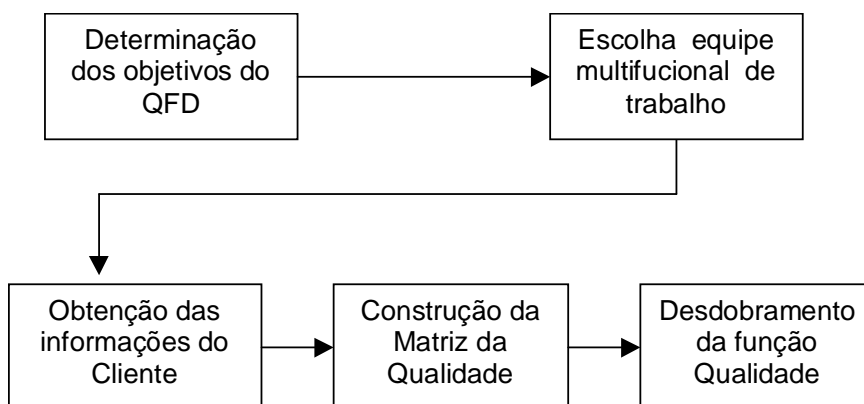


Figura 2.8 - Processo de aplicação do QFD

Fonte: Autor (Baseado em MIGUEL, 2001).

Para MIGUEL (2001), o processo de aplicação do QFD, consiste basicamente em:

- a) determinação do objetivo do QFD: nessa etapa, deve ser definido o que se pretende obter com o QFD, e quais são os clientes-alvos da empresa. Deve ser definido e também qual deve ser a amostra, por exemplo, para qual segmento deve ser dirigida (poder aquisitivo, nível de instrução, tipo de mercado - nacional ou internacional, etc.). É recomendável que o QFD seja implementado através de um projeto piloto, para que o aprendizado sobre a metodologia possa ser gradativo, auxiliando a obtenção de sucesso. Também devem ser definidas metas para o desenvolvimento do produto ou serviço;

- b) escolha da equipe multifuncional de trabalho. A aplicação do QFD depende do pessoal envolvido nas várias funções de organização. Neste sentido, a equipe deve ser formada multifuncionalmente, com membros de diversos setores da empresa. Isso facilita que cada participante, dentro de sua especialidade, possa contribuir com conhecimentos técnicos e experiência, além do processo não ficar centralizado em um único indivíduo ou setor da empresa. Assim, permite-se que as decisões tomadas durante a realização dos trabalhos sejam resultado de um consenso entre os participantes, além de resultar em representatividade das respectivas áreas de atuação de cada membro do grupo;
- c) obtenção das informações do cliente. Essa etapa é muito importante na aplicação do QFD, pois nesse momento deve ser conhecido quais as necessidades, desejos, expectativas e requisitos dos clientes. Através da obtenção dessas informações, se saberá qual é a "voz do cliente" para execução do QFD;
- d) matriz da qualidade: é uma matriz que relaciona os requisitos do cliente (conhecidos como os "o ques") e as características ou especificações de projeto mensuráveis, necessárias para satisfazer os requisitos dos clientes (conhecidos como os "comos"). A partir das informações dos clientes, obtidas na etapa anterior, constrói-se a Matriz da Qualidade. A Figura 2.8 ilustra a Matriz da Qualidade com suas respectivas partes. A parte localizada à esquerda da Figura 2.8 (retângulo A) contém a lista dos requisitos desejados pelos clientes, juntamente com uma pontuação da importância relativa entre cada uma delas, dadas pelos próprios clientes. O parte superior (retângulo B) da Matriz da Qualidade contém a lista das características ou especificações de projetos necessários para atender aos requisitos dos clientes. Cada um dos "o ques" (requisitos do cliente) deve ser relacionado com pelo menos um "como" correspondente. A parte central da Matriz da Qualidade (retângulo de correlação) é formado por um grupo de células que indicam a correlação entre os requisitos dos clientes com as respectivas especificações do projeto do produto. Nesse caso, são usados símbolos para ponderar essa correlação, por exemplo "forte", "moderada", "fraca" e em branco (correlação inexistente).
- e) a parte inferior da Matriz da Qualidade (retângulo D) é formado pelos valores-alvo, ou seja, pelas medidas "quanto" relativas às características de projeto ("comos"), citados anteriormente. Esses valores são determinados pela equipe multifuncional e devem ser mensuráveis de forma a verificar-se se os objetivos foram atingidos.

Essa representação da Casa da Qualidade, mostrada na Figura 2.9 é mais comum e simplificada.

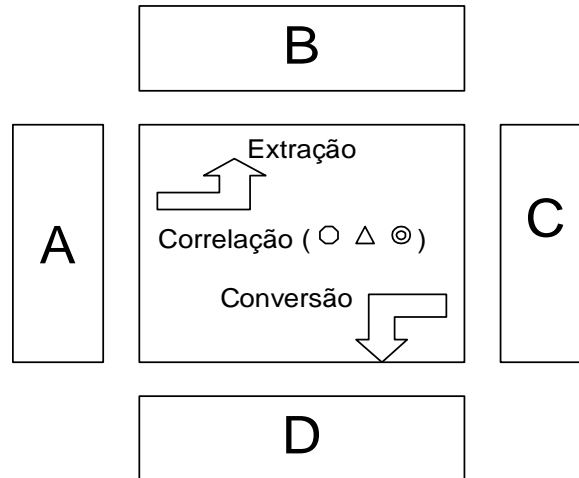


Figura 2.9 - Esquema da Matriz da Qualidade

Fonte: Adaptado de MIGUEL (2001).

- f) Desdobramento da Função Qualidade. A fase seguinte é desdobrar as características de produto ou serviço que estão atendendo às necessidades do cliente, em características de planejamento de processo e, posteriormente, em fatores de controle para planejamento da produção. Então, aquilo que era "como" (características do produto) no primeiro estágio passa a ser "o que" no estágio seguinte, e o "como" passa a ser características de processo e assim sucessivamente (Figura 2.10).

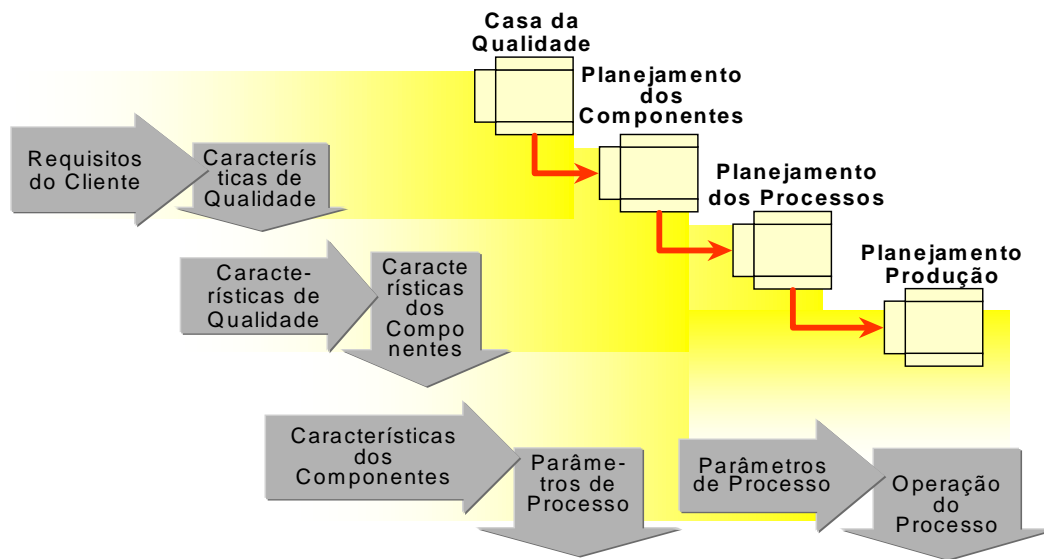


Figura 2.10 - Desdobramento sucessivo das características da qualidade
 Fonte: NUMA Núcleo de Manufatura Avançada - USP São Carlos 2001

Ao se confeccionar uma matriz, deve-se buscar viabilizar as relações entre duas tabelas. CHENG *et al.* (1995) explicam que as relações entre duas tabelas podem ser de três tipos:

- qualitativa: denominada também de processo de extração. Acontece quando é obtida uma tabela a partir da outra ou, quando são obtidos elementos de uma tabela para elementos de outra tabela;
- intensidade: denominada de correlação. A correlação visa identificar as relações entre os elementos desdobrados do último nível das tabelas. O grau ou a intensidade da correlação é indicado por símbolos, que representam: forte, fraca e possível. Outra graduação possível é: certeza absoluta de que se mede, é possível medir, é provável que meça;
- quantitativa: denominada de conversão. O que se deseja é transmitir a importância dos elementos de uma tabela para outros elementos de outra tabela. É importante observar que o processo de conversão só pode ser feito se o processo de correlação entre os elementos já tiver sido efetuado.

2.4 Aplicações do QFD

A seguir, são destacados alguns trabalhos que mostram a aplicação do QFD, em diferentes áreas, como no desenvolvimento de produto, de processo, no aprimoramento de serviços, etc. Observa-se que MIGUEL (2001) elabora um levantamento bibliográfico dessa aplicação em várias áreas. FIANDES (1995) explica a possibilidade de se utilizar o QFD como suporte para a implementação do *Total Quality Control* (TQC) Controle da Qualidade Total em uma empresa do setor de serviços. OLIVEIRA (1999) enfatiza o uso do QFD integrado às ferramentas estatísticas no desenvolvimento de novos produtos. PORTO (1999) propõe uma metodologia de avaliação de serviços hospitalares. KANEKO (1998) descreve um estudo de caso na implementação do QFD no desenvolvimento de serviços de hotelaria. GUAZZI (1999) apresenta a viabilidade da aplicação do QFD em cooperativas do setor agropecuário como forma de se proporcionar maior satisfação dos associados e TAVARES (2000) propõe que o QFD seja utilizado na avaliação do impacto ambiental das atividades de transporte marítimo. Esses casos são apresentados a seguir.

Embora o QFD tenha sido prioritariamente utilizado na elaboração de produtos, esse não se destina exclusivamente para isso, podendo ser extrapolado para o setor de serviços ou até mesmo para a análise de processo de negócios de empresa.

MIGUEL (2001) identifica na literatura que o QFD pode ser usado no desenvolvimento de ampla variedade de produtos. São conhecidos projetos de televisores (JACOBS e DYGERT, 1997)¹, equipamentos de telecomunicações (HRONE *et al.* 1998)², ou produtos alimentícios (CHENG e SANTANTOPOULOS³, 1995; GUEDES⁴ *et al.* 1999). Em aplicações menos convencionais, destaca-se o uso na determinação de estruturas organizacionais (ÖZSIPAHİ e ÜNSAL, 1997)⁵, de necessidades de treinamento (GUINTE e PRAIZLER⁶, 1993; STAMPEN⁷, 1997),

¹ JACOBS, R.A. and DIGERT, C.B. A Non-traditional Use of Quality Function Deployment. *Transactions from the Ninth Symposium on Quality Function Deployment*, Novi, Michigan, 1997.

² HRONES, J. *et al.* Defining Global Requirements with Distributed QFD. <http://europe.digital.com/.i/DTJCO3/DTJCO3SC.TXT>, 18th March, 1998.

³ CHENG, L.C. e SANTANTOPOULOS, I.A. QFD in Brazil: A Successful Diffusion Process into Organizations. *Proceedings of the First International Symposium on Quality Function Deployment*, Tokio, 1995.

⁴ GUEDES, L.B.R. *et al.* Obtaining Countrywide Success through QFD Implementations in the Development Process of a Popular Brazilian Food Product. *Proceeding of the 5th International Symposium on Quality Function Deployment*. Belo Horizonte, 1999.

⁵ ÖZSIPAHİ, T. and ÜNSAL, H. Developing an Integrated Model of Designing the Ideal TV for the Consumer through QFD: A Consumer Electronics Case Study. *Transactions from the Ninth Symposium on Quality Function Deployment*, Novi, Michigan, 1997.

⁶ GUINTE, L.R. e PRAIZLER, N.C. Manual de QFD. Rio de Janeiro: LTC, 1993.

planejamento estratégico (LEONG⁸, 1990; MADUX⁹ et al. 1991; LYMAN¹⁰, 1994; MILLS¹¹ et al. 1995; MIGUEL¹² et al. 1999), serviços de gás e eletricidade (TESSLER¹³ et al. 1999), ou na construção civil (LAKKA¹⁴ et al. 1995; LONDE¹⁵ et al. 1997).

FIATES (1995) mostra um estudo da utilização do QFD como suporte a implementação do *Total Quality Control* (TQC) - Controle da Qualidade Total em empresas do setor de serviços. A obtenção da Qualidade Total através da melhoria contínua é dificultada no setor pelas características inerentes aos serviços. Isto se deve especialmente à necessidade de mensurabilidade dos resultados, e pela produção do serviço ser de forma momentânea normalmente na presença dos clientes. Tendo em vista as dificuldades de mensuração da qualidade em serviços, a implementação de um sistema gerencial que estabeleça a qualidade como prioridade é fundamental para a manutenção da empresa no mercado.

Neste sentido, o TQC apresenta-se como um sistema administrativo bastante abrangente. Para auxiliar o planejamento da qualidade da empresa e fornecer subsídios para impulsionar o processo de implementação, o QFD mostra-se como uma ferramenta eficaz e minimizadora das dificuldades de implantação do TQC no setor de serviços.

O trabalho desenvolvido por OLIVEIRA (1999) identifica que, na busca de maior competitividade, muitas empresas estão se dedicando ao controle e melhoria de seus processos produtivos. Essas ações, no entanto, não são suficientes para que as empresas possam alcançar e manter uma posição privilegiada no mercado. É preciso que elas sejam capazes de desenvolver novos produtos. Isso demanda um processo

⁷ STAMPEN, J.O. Training Function Deployment: Applying QFD to Staff Deployment. *Transactions from the Ninth Symposium on Quality Function Deployment*, Novi, Michigan, 1997.

⁸ LEONG, G.K. et al. Research in the Process and Content of Manufacturing Strategy, *OMEGA, International Journal of MGMT Sci*, vol.18, N.2, 1990.

⁹ MADUX, G.A. et al. Organizations Can Apply Quality Function Deployment as Strategic Planning Tool. *Industrial Engineering*, September issue, 1991.

¹⁰ LYMAN, D. et al. QFD in Strategic Planning. *Quality Digest*, May issue, 1994.

¹¹ MILLS, J. et al. A framework for the Design of Manufacturing Strategy Process: A Contingency Approach, *Int. Journal of Operations & Production Mangement*, vol.15, n. 4, 1995.

¹² MIGUEL, P.A.C. e CARPINETTI, L.R. Some Brazilian Experiences on QFD Application. *Proceeding of the 5th International Symposium on Quality Function Deployment*. Belo Horizonte, August, 1999.

¹³ TESSLER, A. e WADA, N. QFD at PG&E. from the Internet: <http://www.ams-inc.com/Reading/reprint6.htm>, 8 July, 1999.

¹⁴ LAKKA, A. MIKKO, V. e PETRI, L. Quality Function Deployment in Construction. From the Internet: <http://www.vtt.fi/cic/projects/star/star2/qfdabstr.Htm>, 8 July, 1999.

¹⁵ LONDE, E.K.A., COZENZA, A.N. and SALGADO, M.S. Using POE and QFD Techniques to Improve Quality in Building Construction. *Transactions from the Ninth Symposium on Quality Function Deployment*. Novi, Michigan, 1997.

complexo que trata de uma série de informações sobre os problemas observados nas empresas ao desenvolver um produto. Está relacionado às dificuldades em obter, disponibilizar e transmitir as informações geradas neste processo. Essa autora propõe o uso integrado da metodologia QFD e de técnicas estatísticas de planejamento e de análise de experimentos como uma alternativa para minimizar estas dificuldades no desenvolvimento de produtos.

Das várias aplicações encontradas em serviços, pode ser destacada a apresentada por PORTO (1999), que propõe uma metodologia para avaliação de serviços hospitalares. Tendo por base os princípios do QFD, essa aplicação foi desenvolvida a partir das necessidades dos profissionais de saúde, permitindo o aproveitamento de requisitos técnicos existentes em normas vigentes e o desenvolvimento de novos requisitos. Pretendeu-se mostrar as correlações das exigências com os requisitos técnicos e apresentar outra vantagem do método propondo que é a avaliação das características de qualidade através do grau de importância. Assim, pode-se determinar os processos críticos visando posterior melhoria.

Ainda existem as aplicações que podem ser consideradas como mistos de serviços e definição da arquitetura de uma edificação, segundo KANEKO (1998). Esse autor informa que, como gerente de um hotel de pequeno porte no Japão, verificou que a taxa de ocupação de seu hotel teve uma queda acentuada com o aumento da concorrência.

A gerência entendeu que deveriam ser tomadas medidas de maneira a reverter esse quadro. Para isso decidiu reformar suas acomodações, principalmente os quartos. Para direcionar o tipo de reforma a ser executada, elaborou-se um questionário que foi entregue para 200 clientes do hotel. A taxa de resposta obtida foi relativamente alta, na ordem de 81%. Após a compilação dos dados, elaborou-se uma tabela de desdobramento, obtendo como resultado a necessidade de se executar modificações no *lay-out* dos quartos. Os quartos duplos com duas camas de solteiro, não tinha boa aceitação por parte dos hóspedes. Por isso foram transformados em quarto de casal, com peças de mobiliário adicionais aos ambientes, como armários e uma mesa de trabalho. O cliente-alvo das modificações ficaram na faixa etária entre 30 e 50 anos. Alguns meses após a realização dessa reformulação, foi feita uma nova consulta aos clientes e verificou-se que as medidas adotadas foram aprovadas.

Para GUAZZI (1999), as cooperativas do setor agropecuário possuem uma influência muito forte na difusão de novas tecnologias e na produção de alimentos. O

trabalho desenvolvido por esse autor, mostra a viabilidade de se utilizar o QFD aplicado aos clientes internos dessas cooperativas, ou seja, seus cooperados. Apesar do cooperado ser uma espécie de sócio, ele é na verdade um usuário (cliente), e é interno porque faz parte da estrutura interna da cooperativa. Os resultados conseguidos no trabalho ao se desdobrar os requisitos de qualidade dos clientes internos, aliados ao conhecimento do pessoal técnico tornou a cooperativa mais eficaz, proporcionando aos associados com maior grau de satisfação.

O QFD também foi utilizado na avaliação do impacto ambiental das atividades de empresas de transporte marítimo, como informa TAVARES (2000). Nos últimos anos, a poluição do mar por óleo lançado pelas atividades de transporte marítimo tem aumentado em níveis mundiais, cerca de 2,35 milhões de toneladas de óleo são lançadas ao mar, em um ano. Um quarto do total são provenientes de esgoto de resíduos oleosos dos portos, dos acidentes com petroleiros e outros navios.

Em face deste quadro, foi proposto pelo autor uma adaptação da metodologia QFD com o objetivo de orientar o planejamento de tomadas de decisões nos níveis estratégico, tático e operacional referentes a melhoria do desempenho ambiental das empresas de transporte marítimo. Com o intuito de enfatizar o uso não-tradicional desta nova aplicação do QFD sugeriu-se que a denominação Desdobramento da Função Qualidade foi substituída por Desdobramento da Função Ambiental (DFA) e a denominação Casa da Qualidade foi substituída por Casa Ambiental. Após a aplicação da metodologia, os itens de maior relevância identificadas devem ser utilizados como uma contribuição para as empresas de transporte marítimo no desenvolvimento de uma cadeia de transporte ambientalmente sustentável.

A seguir são apresentados alguns trabalhos que mostra a aplicação do QFD na indústria da construção civil, como em LUNA (1998) que apresenta estudo de caso sobre avaliação do desempenho de um produto. ABDUL-RAHMAN *et al.* (1999), apresentam o QFD como uma ferramenta de administração que objetiva aumentar os aspectos de qualidade de produtos e minimizar os custos de conjuntos habitacionais de baixa renda. O trabalho de EVBUOMWAN e ANUMBA (1998) relacionam o QFD como elemento de integração de informações nas obras de construção de empreendimentos.

2.4.1 O QFD na Indústria da Construção Civil

A exemplo de outras metodologias de melhoria da qualidade que inicialmente foram implantadas na indústria seriada de transformação e somente posteriormente adaptadas para outros setores produtivos, como exemplo o setor de serviços, a metodologia QFD basicamente seguiu esse mesmo modelo de implantação. Inicialmente utilizado para o desenvolvimento de produtos, foi em seguida utilizada como ferramenta de melhoria de serviços e finalmente foi utilizado de forma denominada não-convencional que foi, por exemplo utilizado na análise da gestão do negócio de uma empresa.

Na indústria da construção civil, o QFD foi inicialmente utilizado para a verificação do desempenho de produtos (LUNA, 1998). Depois foi também utilizado na verificação de subsistemas de um empreendimento. Exemplos de subsistemas construtivos que são os subsistemas estruturais, subsistemas de vedação, subsistemas de instalações prediais, etc. (ABDUL-RAHMAN *et al.* 1999). Posteriormente, o QFD foi também utilizado na análise de viabilidade de empreendimentos.

LUNA (1998) ressalta a necessidade de que os projetos elaborados para a construção civil contenham informações suficientes para se construir adequadamente. Isto é, na fase de concepção e elaboração dos projetos, os projetistas devem elaborar um levantamento de informações e agregá-las na forma de plantas, memoriais descritivos, etc. Todas as informações necessárias para a construção do empreendimento devem ser contempladas nesse projeto. No entanto, os projetos são poucos valorizados e chegam às obras incompletos, e concebido sem a participação efetiva dos usuários.

Os anseios dos clientes devem nortear o desenvolvimento dos projetos, e com esse objetivo é proposto por essa autora, a aplicação do QFD no subsistema vedação de caixilhos. A metodologia QFD foi aplicada em edificações residenciais unifamiliares com área de construção em torno de 300 m². O estudo apresentou dois tópicos: o primeiro analisou qual o tipo de material a ser empregado nos caixilhos (aço, alumínio, madeira ou PVC) e o segundo analisou as várias funções desempenhadas pelo caixilhos. As principais características dos caixilhos são: estanqueidade, isolante acústico, iluminação, ventilação, facilidade de manutenção, facilidade de pintura, beleza do material, preço de aquisição por m², etc. Após a análise desses requisitos através do QFD, determinou-se que para essa necessidade, os requisitos de maior relevância foram facilidade de manutenção e o tipo de material a ser utilizado foi o alumínio.

O QFD pode ser utilizado na análise de um único produto, bem como na análise de todo um empreendimento, o que demonstra sua grande abrangência. Segundo ABDUL-RAHMAN *et al.* (1999), o QFD é uma ferramenta de administração que objetiva aumentar os aspectos de qualidade de produtos e de serviços. Para esses autores, a utilização do QFD aponta para um importante segmento da construção civil que é a moradia de baixo custo. No desenvolvimento desse trabalho, utilizou-se como base de estudo quatro projetos de moradia de baixo custo localizadas em Selangor, estado na Malásia Ocidental.

Continuando, para levantamento das necessidades dos usuários, a amostra foi dividida em dois grupos para a aplicação de dois tipos distintos de questionários (ABDUL-RAHMAN *et al.* 1999). O primeiro tipo de questionário foi aplicado no grupo formado por pessoas que fomentavam a aplicação do QFD neste tipo de construção. O segundo tipo de questionário foi aplicado no grupo formado por moradores deste tipo de habitação. Após a aplicação dos questionários foram feitas entrevistas com os respondentes, com questões sobre informações adicionais, que não foram abrangidas nos questionários, mas consideradas de relevância para a pesquisa. As análises dos resultados foram apresentadas em um relatório de pesquisa.

Os respondentes dos questionários e das entrevistas foram orientados para atribuírem um valor para os quesitos: "grau de importância" e o "nível de satisfação". A escala estabelecida atribuía entre 1 e 5 pontos as análises: "não importante", "pouco importante", "razoavelmente importante", "importante" e "muito importante", respectivamente. Segundo ABDUL-RAHMAN *et al.* (1999), os itens analisados são:

- a) localização da moradia: proximidade com centros de compra (mercado, loja, etc.), local de lazer (cinemas, clubes, etc.) e como o local de trabalho;
- b) necessidades básicas: fornecimento de água, energia, coleta de lixo, disponibilidade de gás encanado ou de fornecimento a granel, disponibilidade de estacionamento e praça pública;
- c) segurança e estabilidade das moradias: contra os elementos da natureza como vento, chuva, etc.;
- d) materiais utilizados: adequação aos materiais utilizados no telhado, piso, parede, portas, janelas, etc.;
- e) arquitetura: distribuição adequada dos ambientes como sala, cozinha, banheiro, quartos, sacada, etc.;
- f) tipo de acabamento: revestimentos cerâmicos, pintura, etc.;

- g) instalações hidráulicas e elétricas: condições de utilização;
- h) conforto ambiental: condição de ventilação interna, conforto térmico, isolamento acústico, etc.;
- i) elementos estruturais: estabilidade dos elementos como fundação, vigas, pilares, etc.;
- j) segurança durante emergência: porta corta-fogo, extintores, existência rota de fuga, etc.;
- k) tamanho do apartamento: área útil;
- l) condições ambientais: qualidade do ar, emissão de ruídos, congestionamento do trânsito, etc.;
- m) manutenção: excesso de consertos nas instalações hidráulica e elétrica, descolamento dos pisos cerâmicos, etc.

Esses autores concluem seu trabalho apontando para as diferenças que existem na determinação dos itens de maior relevância, classificados como grau de importância e nível de satisfação. Enquanto que o item de maior relevância para o "grau de importância" foi "elementos estruturais" e o item de maior relevância para o nível de satisfação foi a "localização da moradia". Comprovou-se, então, que o item de maior importância nem sempre é o item de maior satisfação.

Outra abordagem do QFD na construção civil diz respeito à integralização das informações, como apontam EVBUOMWAN e ANUMBA (1998). Esses autores verificaram que a indústria da construção civil apresenta algumas características tais como: ineficiência na coleta e estruturação das informações, falta de priorização e implementação das necessidades dos clientes, etc. Conforme já mencionado há uma fragmentação na participação dos projetistas na maioria dos projetos de construção. Essa fragmentação ocorre também entre os participantes da construção (engenheiros de produção, empreiteiros, fornecedores de material, etc.). Assim, informações geradas em uma determinada fase não são utilizadas para retroalimentação do processo. Todos esses fatores colaboram para a diminuição do desempenho dos empreendimentos, com um conseqüente aumento nos custos e no tempo de elaboração dos projetos. Esses autores sugerem que o QFD seja usado como elemento nivelador de informações com o intuito da integração de todos os participantes na concepção do projeto de construção.

2.5. Considerações finais sobre o QFD

A metodologia QFD foi desenvolvida visando o desenvolvimento de novos produtos e a verificação do desempenho de produtos existentes.

Baseando-se nas várias aplicações constante na literatura verifica-se que o QFD além de sua aplicação convencional em desenvolvimento de produtos, pode também ser aplicado no setor de serviços e em outras aplicações considerada como não-convencional, em relação as aplicações anteriores, como a na determinação de estruturas organizacionais, definição do planejamento estratégico, etc.

O QFD permite, com sua metodologia de desdobramentos, realizar não só o planejamento de produtos e serviços como de todo o processo construtivo, ou seja planejamento dos componentes, dos processo e da produção.

Na construção civil, o QFD encontrou utilização na desenvolvimento de produtos, como caixilho de alumínio que apresente baixa índice de manutenção. No entanto as aplicações de maior interesse recaiu sobre a análise de empreendimentos, confirmando a abrangência da metodologia e na integralização das informações no desenvolvimento de um projeto.

Capítulo 3 - Referencial Teórico - Planejamento

Na literatura existe uma grande quantidade de definições para o termo planejamento, sendo igualmente numerosa a quantidade de autores que o define, (MENDES JR, 1998). No entanto, existe pouca literatura que enfoca, especificamente, o processo pelo qual o planejamento é realizado (BERNARDES, 1996). Embora o termo planejamento seja amplamente conhecido, seu significado ainda é objeto de extensas discussões.

Em termos gerais o planejamento é o processo de tomada de decisão que resulta num conjunto de ações necessárias para transformar o estágio inicial de um empreendimento em um desejado estágio final. No caso, as ações de planejamento fixam padrões de desempenho com a qual o progresso do empreendimento é mensurado e analisado durante o controle da fase de produção. A definição apresentada por LAUFER e TUCKER (1987) é bastante similar, onde o planejamento pode ser definido como o processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma desejada ação futura, utilizando, para isso, meios eficazes para concretizá-la.

Neste capítulo são apresentados os níveis hierárquico do planejamento, e enfoca suas principais características. É também apresentado um breve histórico e caracterização de algumas técnicas de planejamento como MRP II, JIT, OPT, Gráfico de Gantt, Linha de Balanço e PERT/CPM.

3.1 Níveis de Planejamento

O planejamento pode ser dividido em três níveis: estratégico, tático e operacional (FORMOSO, 2000). Estes níveis correspondem aos níveis hierárquicos e aos diversos estágios no processo de tomada de decisão e do grau de detalhamento das informações nas empresas. Quanto ao prazo, em geral o planejamento estratégico caracteriza-se por ser de longo prazo, o tático de médio prazo e o operacional de curto prazo.

No nível estratégico são definidos os lançamentos de novos empreendimentos, a defasagem entre o início e o término e a trajetória e ritmo destes serviços favorecendo a estratégia de marketing da empresa, isto é define-se o escopo e as metas a serem alcançadas em determinado intervalo de tempo. No nível tático enumeram-se os recursos e suas limitações para que as metas sejam alcançadas,

incluindo-se a organização destes recursos e estruturação do trabalho. Finalmente, o nível operacional refere-se à seleção dos cursos de ações através das quais as metas são alcançadas. O planejamento operacional está relacionado com as decisões a serem tomadas a curto prazo e às operações de produção da empresa (CHIAVENATO, 1999). A Figura 3.1 ilustra a relação entre estes níveis de planejamento.

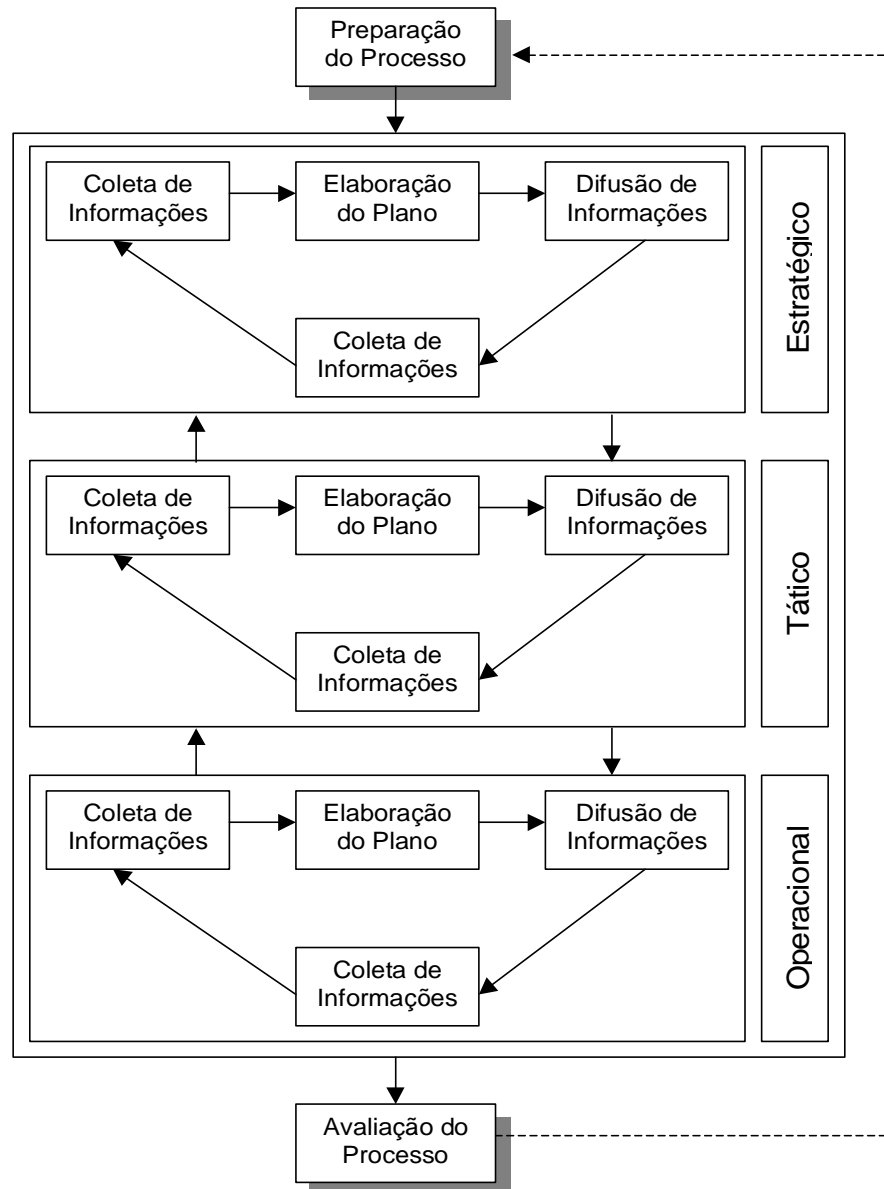


Figura 3.1 - Níveis do Planejamento - Estratégico, Tático e Operacional
 Fonte: FORMOSO (2000).

Esses níveis do planejamento devem ser compatíveis com a função das várias entidades envolvidas no processo de planejamento. Geralmente, o proprietário ou contratante e a alta gerência envolvem-se no planejamento estratégico do empreendimento. Neste nível, os parâmetros mais importantes enfocados são: qualidade, custo e prazos. A média gerência e a alta gerência são as mais envolvidas com a organização dos recursos. A gerência operacional auxilia a média gerência na seleção e escolha de soluções (LAUFER e TUCKER, 1987).

O nível de tomada de decisão é inverso ao grau de detalhamento do planejamento. As decisões fundamentais para o desenvolvimento do empreendimento são tomadas no nível estratégico quando o grau de detalhamento do planejamento é menor quando comparada com os demais níveis. Por exemplo, no nível operacional o grau de detalhamento do projeto é maior que os demais níveis, no entanto o nível de decisão é menor. A Figura 3.2 ilustra este raciocínio mencionado anteriormente.

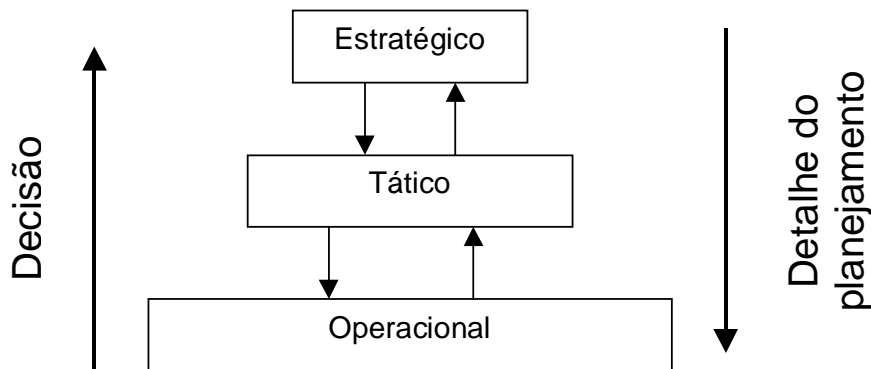


Figura 3.2 - Nível de decisão *versus* detalhe do planejamento

Fonte: Autor.

Para CHIAVENATO (1999), o planejamento é a função administrativa que determina antecipadamente quais os objetivos a serem atingidos e o que deve ser feito para atingi-los da melhor maneira possível. O planejamento está voltado para a continuidade da empresa e as diretrizes que a norteiam para o futuro. A sua importância reside: sem o planejamento a empresa fica sem o balizamento necessário para a sua melhor condução. Assim, partindo da fixação dos objetivos a serem alcançados, o planejamento determina antecipadamente o que se deve fazer, quando fazer, quem deve fazê-lo e de que maneira.

THOMAS (1976) relata que a assistência na resolução de problemas empresariais é um dos maiores benefícios que podem ser proporcionados pelo planejamento a uma empresa. As empresas que encaram seriamente a resolução de seus problemas estão descobrindo que um certo número de importantes benefícios secundários podem advir automaticamente do planejamento. O mais importante deles é, talvez, o impacto do planejamento sobre a tomada de decisões administrativas. O planejamento induz a uma definição mais precisa do que a empresa pretende ser, exigindo o desenvolvimento de tarefas específicas para alcançar seus objetivos.

Esta abordagem abrangente e sistêmica do planejamento é uma reação contra a mentalidade simplista de solução de problemas à medida que eles surgem. Isso faz com que as empresas se tornem mais proativas às ocorrências do que reativas em relação aos eventos que ocorrem em um mundo repleto de mudanças, explica CHIAVENATO (1999).

O planejamento é uma técnica para absorver a incerteza e permitir mais consistência no desempenho das empresas. Existem várias maneiras de se lidar com a incerteza e com a mudança: em um extremo, o planejamento pode levar a um ponto em que as decisões importantes são adiadas ou simplesmente não são tomadas por alguém insensível à situação – atitude denominada “paralisia pela análise”. No outro extremo, os gerentes podem ser levados à preocupação quase exclusiva com problemas imediatos, tomando decisões inadequadas ao futuro da organização – atitude denominada “extinção pelo instinto”. Estes dilemas exigem que o gerente pondere continuamente os custos e benefícios relativos, associados com os diferentes graus de planejamento, enquanto o planejamento estiver lidando com mudança ou criando mudança, enfatiza CHIAVENATO (1999).

Para BELCHIOR¹⁶ *apud* BOITEUX (1985), o planejamento além de dinâmico, deve ser contínuo e realimentado pelas modificações ou por decisões sucessivas. Assim, partindo de decisão do nível de supervisão mais elevado, ele desdobra-se em providências dentro de cada nível, até atingir o nível mais próximo da execução. Depois volta ao ponto inicial e retorna aos escalões inferiores até que, dentro do prazo previsto para sua elaboração, seja obtido um resultado tecnicamente exequível, economicamente viável e socialmente aceitável.

¹⁶ BELCHIOR, P.G.O. **PERT/CPM: Técnica de Avaliação, Revisão e Controle de projetos**. Ed. de Ouro, 1969.

Para STEINER¹⁷ *apud* CHIAVENATO (1999), o planejamento se refere ao exame dos cursos das ações alternativas que se apresentam a uma empresa no futuro. Também examina as cadeias de causas e efeitos que se desenvolvem e das quais resultarão as decisões correntes.

Significa raciocinar sobre a maneira de se efetuar um negócio e seus limites. Na realidade, o trabalho básico do planejamento consiste em tornar a empresa visível tal como os dirigentes a desejam no futuro. Sua essência consiste em ver as oportunidades e problemas do futuro e explorá-los conforme o caso.

3.2 Características do Planejamento

O planejamento é um processo que começa com a determinação de objetivos; definição de estratégias, políticas e detalhamento de planos; estabelecimento de um sistema de decisões e revisão dos objetivos para alimentar um novo ciclo de planificação. Com o intuito de facilitar o entendimento deste processo em CHIAVENATO (1999) encontra-se uma lista das principais características do planejamento:

- a) é um processo permanente e contínuo: deve ser realizado continuamente dentro da empresa e não se esgota na simples montagem de um plano de ação. É mais uma questão de mentalidade e de atitude da administração do que propriamente um elenco de planos e programas;
- b) é sempre voltado para o futuro: está intimamente ligado com a previsão, embora não se confunda com ela. O aspecto de temporalidade e de futuro está implícito no conceito de planejamento. No fundo, o planejamento é uma relação entre coisas a fazer e o tempo disponível para realizá-las;
- c) visa a racionalidade da tomada de decisões: ao estabelecer esquemas para o futuro, o planejamento funciona como um meio de orientar o processo decisório dando-lhe maior racionalidade e subtraindo a incerteza subjacente a qualquer tomada de decisão. Em certo sentido, o planejamento limita as alternativas de decisão e retira razoável parcela de liberdade para decidir. Em compensação, imprime maior dose de segurança e consistência nas escolhas feitas;

¹⁷ STEINER, G.A. **Top Management Planning**. Nova York, The Macmillan Co. 1969

- d) visa selecionar entre várias alternativas de caminhos potenciais: escolhe-se um conjunto de ações descartando as demais alternativas de curto a longo prazo, que foram rejeitadas por algum motivo ou razão. Pode abranger desde a empresa como um todo até uma determinada unidade de trabalho. A escolha deve ser baseada tanto em função das conseqüências futuras como em função das possibilidades de sua execução e realização;
- e) é sistêmico: deve abranger a organização como um todo, se o planejamento for feito ao nível organizacional, ou a unidade, se foi feito ao nível operacional de execução. Isto significa que o planejamento deve considerar a totalidade da empresa ou do órgão para o qual será feito, sem desprezar suas relações internas e externas. O planejamento deve considerar tanto o sistema principal como os subsistemas que o compõem, bem como os compromissos internos e externos;
- f) é iterativo: como o planejamento se projeta para o futuro, ele deve ter informações suficientes e ser prudentemente flexível para aceitar ajustes e correções. O planejamento pressupõe avanços e recuos, alterações e modificações em função de eventos novos e diferentes que ocorram tanto no ambiente interno como no ambiente externo da empresa;
- g) é uma técnica de alocação de recursos: visa a atribuições de recursos humanos e insumos da empresa, de uma forma antecipadamente estudada. O planejamento deverá refletir a otimização na alocação e dimensionamento dos recursos com os quais a empresa poderá contar no futuro para suas operações;
- h) é uma técnica cíclica: conforme vai sendo executado e concluído, o planejamento permite condições de avaliação e mensuração para novos planejamentos, com informações e perspectivas mais abundantes e corretas;
- i) é uma função administrativa que interage dinamicamente com as demais funções administrativas, tais como organização, direção e controle. O planejamento influencia e é influenciado por todos os níveis da organização. Uma organização eficiente pode ocasionar uma correção do planejamento para volumes maiores do que havia sido planejado, enquanto uma direção precária pode levar a uma redução no planejamento para adequá-lo a uma situação não cogitada;
- j) é uma técnica de coordenação: permite a integração de várias atividades no sentido da realização eficaz dos objetivos desejados. É necessário que as diversas

atividades dos diferentes órgãos ou níveis organizacionais sejam integradas e sincronizadas para a consecução dos objetivos finais;

- k) é uma técnica de mudança e inovação: é uma maneira de se introduzir deliberadamente mudança e inovação dentro de uma empresa, sob uma forma previamente definida e escolhida e devidamente programada.

3.3 Processo do Planejamento

Para BOITEUX (1985), o processo de planejamento compreende diversas etapas. A Figura 3.3 ilustra esta seqüência de atividades, sendo cada uma delas detalhadas em seguida.

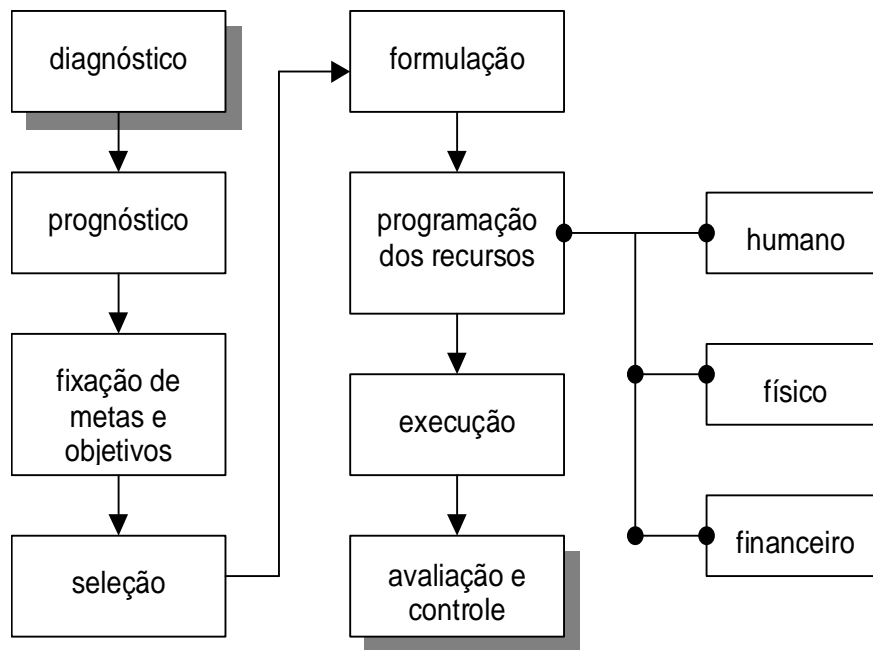


Figura 3.3 - Processo de Planejamento

Fonte: Autor (Baseado em BOITEUX, 1985).

- a) diagnóstico: compreende o estudo do comportamento anterior à data de início do planejamento. O diagnóstico consiste numa análise do potencial de desenvolvimento do empreendimento e dos seus possíveis problemas e restrições. Deve ser o retrato mais atualizado possível da situação presente;
- b) prognóstico: compreende o conjunto de ações possíveis, com a finalidade de fixar metas e objetivos, considerando os recursos e as restrições, o prognóstico é a parte mais importante de um planejamento. Pode-se mesmo dizer que o

prognóstico é o próprio planejamento conduzido pelo correto prognóstico, além disso, é uma previsão do que aconteceria se não se alterassem os diversos fatores ou variáveis envolvidos no processo;

- c) fixação de metas e objetivos: é o estabelecimento das metas que se deseja realizar, fixando seus objetivos. As metas e os objetivos são estabelecidos por comparação entre a projeção do diagnóstico e os desejos do empreendedor. Para que as metas e objetivos possam ser alcançados, deve-se trabalhar com a realidade da empresa;
- d) seleção: deve ocorrer uma escolha bastante criteriosa das metas que se pretende alcançar, bem como dos meios apropriados para alcançá-las. Este trabalho de seleção é a base sobre a qual se assenta a elaboração de qualquer plano. Quando não existem recursos para fazer tudo o que se pretende, é necessário estabelecer critério a fim de alcançar os melhores resultados possíveis;
- e) formulação: estabelecidas as metas e objetivos, completa-se o plano fixando prazos e selecionando projetos para uma correta alocação de recursos;
- f) programação dos recursos: os recursos podem enquadrar-se, de um modo geral, em três categorias:
 - humanos: fixação da mão-de-obra especializada ou não, em todos os níveis administrativos;
 - físicos: a fixação de todos os bens e serviços necessários à implantação do plano;
 - financeiros: a determinação das necessidades e o volume de recursos econômicos, indicando a origem dos mesmos;
- g) execução: consiste na elaboração e na implantação de programas e projetos;
- h) avaliação e controle: deve ser estabelecido um sistema simples e eficaz de avaliação e controle, para permitir uma decisão quanto ao prosseguimento ou abandono do planejamento inicial. O abandono pode ocorrer sempre que o planejamento mostrar-se inviável técnica, econômica e financeiramente.

Para FORMOSO (2000), o entrelaçamento entre o planejamento e o controle é grande, afirmando que não existe a função controle sem planejamento e que o planejamento é praticamente inócuo se não existe controle.

A seguir são apresentados os principais tópicos do processo de controle.

3.4 Processo de Controle

Para FORMOSO (2000), o controle deve ser efetuado em tempo real e sua função deve ser a de orientar na realização das atividades com ações corretivas durante a realização dos procedimentos. Adota-se uma postura pró-ativa, na qual o conceito de controle expande-se para além da atividade de verificação, assumindo a correção das causas estruturais dos problemas. Para que isto ocorra há a necessidade de um ciclo de retroalimentação eficaz em que as informações cheguem num formato adequado aos responsáveis pela decisão.

Para CHIAVENATO (1999), o controle é um processo cíclico dividido em quatro fases. A Figura 3.4, ilustra a disposição destas fases.

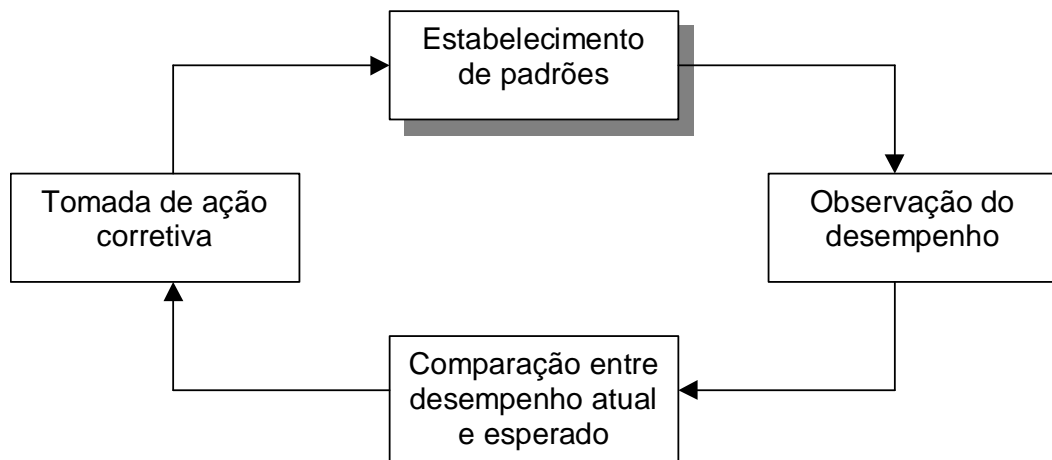


Figura 3.4 - Ciclo do processo do controle

Fonte: CHIAVENATO (1999)

As fases do processo do controle podem ser detalhadas da seguinte forma CHIAVENATO (1999):

- a) estabelecimento de padrões: representam o desempenho desejado. podendo ser tangíveis ou intangíveis, vagos ou específicos, mas sempre relacionados com a compreensão do resultado desejado. O mais importante no controle é determinar quais deveriam ser os resultados desejados de uma determinada ação. A padronização proporciona um método para estabelecer o que se deverá fazer. Por exemplo, o custo padrão é uma técnica que fixa padrões para analisar e controlar os custos empresariais;

- b) Observação do desempenho: para se controlar um desempenho atual deve-se, pelo menos, conhecer algo a respeito desse desempenho no passado. A eficácia de um sistema de controle depende das informações a respeito dos resultados passados, transmitida de maneira a poder gerar mudanças. A unidade desta medida deverá estar de acordo com critérios estabelecidos, devendo ser expressa de forma que facilite uma comparação simples. O grau de exatidão desta medida dependerá das necessidades específicas da aplicação dessa medida;
- c) Comparação do desempenho atual com o esperado: toda atividade ocasiona algum tipo de variação, sendo que nem toda variação exige correções, somente aquelas que ultrapassarem aos limites dos critérios estabelecidos. O controle separa os tipos de variações e separa o que é normal (dentro das especificações) e o que é excepcional (fora das especificações). Deve proporcionar fáceis comparações, podendo mostrar os resultados através de gráficos, relatórios, índices, porcentagens, medidas estatísticas, etc.;
- d) Tomada de ação corretiva: as medidas de controle indicam quando as atividades correntes não estão levando aos resultados desejados e permitem condições para a tomada de ação corretiva. O objetivo do controle é exatamente indicar quando, quanto, onde e como executar a correção. As decisões quanto às correções a serem feitas representam o ponto alto deste processo de controle.

CHIAVENATO (1999) enfatiza que a finalidade do controle é assegurar que os resultados das operações se ajustem tanto quanto possível aos objetivos estabelecidos. Consiste em um processo que guia a atividade exercida por um fim previamente determinado. A essência do conceito de controle reside na determinação de se a atividade controlada está ou não alcançando os resultados desejados. Quando se fala em resultados, pressupõe-se que estes sejam previstos e conhecidos. Em outras palavras, o conceito de controle não pode existir sem o de planejamento.

PIRES (1995), apresenta um fluxograma (Figura 3.5) resumindo as principais atividades de planejamento e controle da produção existentes principalmente, nos setores que trabalham com produção sob encomendas. No caso das empresas que trabalham com estratégia de estoque, essas atividades tendem a ser simplificadas.

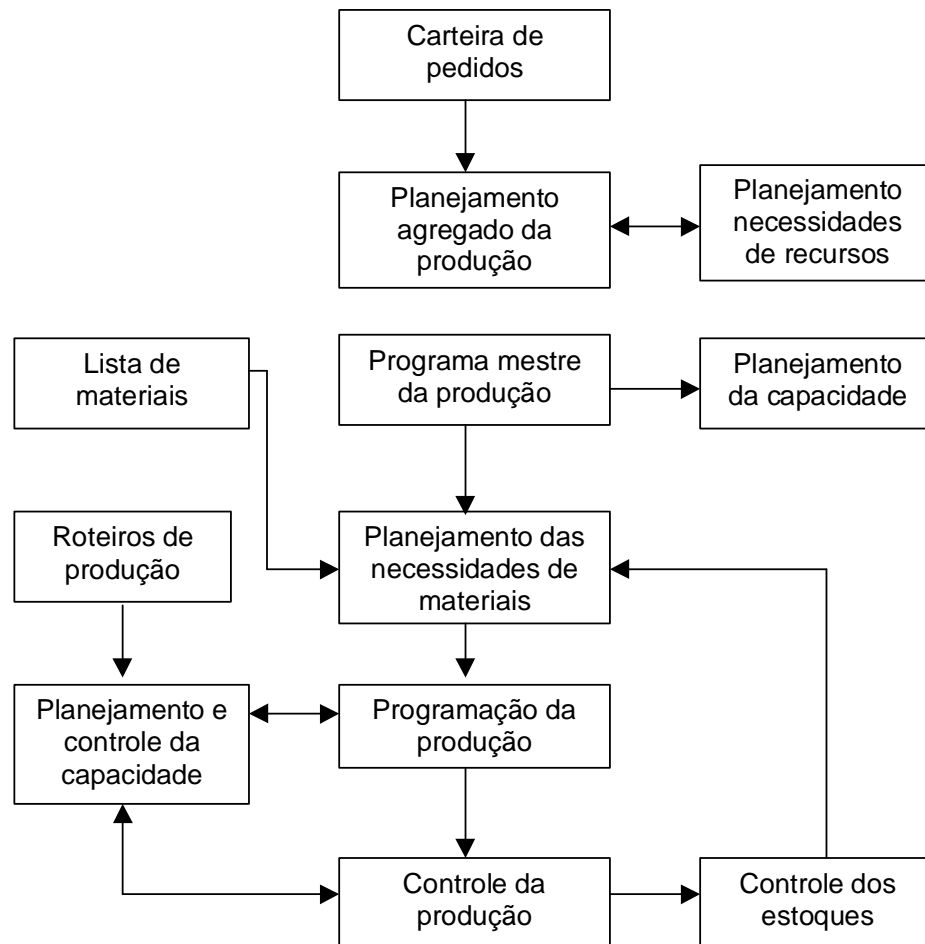


Figura 3.5 - Atividades básicas de planejamento e controle da produção

Fonte: PIRES (1995).

3.5 Histórico dos Sistemas de Planejamento

Segundo MUSETTI (1998), até há pouco mais de um século, a maioria das atividades produtivas eram artesanais. O planejamento, a execução e o controle dos empreendimentos eram informais e realizados através de encontros periódicos entre as partes envolvidas. Eventualmente alguns procedimentos eram documentados em forma de rascunhos. A revolução industrial, iniciada no meio do século XVIII, iniciou o processo de formação das grandes organizações empresariais. Estas foram, aos poucos, evoluindo e se estruturando, criando novas necessidades de administração organizacionais.

Para suprir essas necessidades, por volta de 1900, desenvolveu-se a Escola Administrativa, que contou dentre outros com as colaborações de Frederick Wilslow Taylor (Administração Científica), Henry Ford (Princípios da Intensificação, da Economicidade, e da Produtividade) e Henri Fayol (Princípios Fundamentais da Administração).

Novos enfoques nasceram dessa Escola Administrativa em resposta às condições da época e proporcionaram o avanço econômico para muitos países em processo de industrialização. A administração passou a ser tratada como uma ciência. A improvisação foi substituída pelo planejamento e o empirismo pela ciência.

Há uma divisão entre o capitalismo e o administrador. A figura do proprietário administrador, na maioria dos casos, não reunia atributos (formação) suficientes para exercer ambas as funções. A busca por ferramentas de análise empresarial aumenta, provocando uma diminuição dos riscos.

A gerência anteriormente exercida quase que exclusivamente pelo próprio capitalista, a partir de meados da segunda década do século XX, assume papel fundamental no desenrolar do processo industrial. Conforme AGOSTINHO (1997), enquanto Taylor reforçou os pensamentos de Adam Smith no chão de fábrica, Henry Fayol e outros articularam a mesma idéia para o gerenciamento.

Segundo VARGAS (1985), uma das especificidades do Taylorismo, dentro do desenvolvimento histórico do capitalismo, é a criação de camadas intermediárias de “experts”, denominada de gerência científica, que realiza a mediação entre o capital e o trabalho (capitalista/trabalhador). Em outros termos, fica com a responsabilidade de selecionar e treinar os operários e planejar suas atividades segundo as exigências do novo método racionalizado.

No decorrer do século XX, os empreendimentos tornam-se mais complexos e o número de pessoas envolvidas eleva-se; os avanços tecnológicos ganham velocidade; surgem novas exigências quanto a prazos, recursos e custos, principalmente devido às situações críticas pelas quais passou a humanidade, como as duas grandes guerras.

Dentro desse contexto, consolida-se na década de 1940, uma nova área de conhecimento: a Pesquisa Operacional. Conforme HILLIER e LIEBERMAN (1988), a Pesquisa Operacional pode ser descrita como uma abordagem científica para a tomada de decisões que envolvem as operações entre sistemas organizacionais. A tomada de decisão deve ser mais adequada em modelagem de sistemas determinísticos e probabilísticos que originam em fatos reais. Sua aplicação ocorre em

todas as áreas onde existe a necessidade da alocação recursos limitados. Sua contribuição deriva principalmente da (HILLIER e LIEBERMAN, 1988):

- a) estruturação da situação real num modelo matemático, abstraindo os elementos essenciais. Almeja uma solução relevante para os objetivos do tomador de decisões;
- b) exploração da estrutura de tal solução e desenvolvimento de procedimentos sistemáticos para obtê-la;
- c) desenvolvimento de uma solução, incluindo a teoria matemática, se necessário, que permita um valor ótimo do sistema de medida do que seja desejável (ou possivelmente que compare cursos de ações alternativos através da avaliação de suas medidas do que seja desejável).

Conforme MUSETTI (1998), como decorrência desta nova disciplina (Pesquisa Operacional), aparecem dois desenvolvimentos quase concomitantes na década de 1950, o *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) - Técnica de Avaliação e Controle de Programas e o *Critical Path Method* (CPM) - Método do Caminho Crítico.

A partir de 1950, houve o surgimento de outras técnicas de planejamento, como MRP II, JIT, OPT, etc.

3.6 Técnicas de Planejamento

A seguir serão descritas algumas técnicas de planejamento utilizadas em vários setores produtivos, como na indústria automobilística, metal-mecânica, na construção civil, etc.

3.6.1. *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) Planejamento dos Recursos de Manufatura

Conforme CORREA *et al.* (1997), o conceito de cálculo de necessidade de materiais é simples e conhecido há muito tempo. Baseia-se na idéia de que, se são conhecidos os componentes de determinação do produto e os tempos de fabricação de cada um deles, pode-se, calcular os momentos e as quantidades que devem ser obtidas de cada um dos componentes, no suprimento das necessidades de produção do produto.

Segundo PIREZ (1995), o sistema *Material Requirements Planning* (MRP) - Planejamento das Necessidades de Materiais), versão antecessora do MRP II, surgiu

no começo de 1960 com o objetivo de executar computacionalmente as atividades de planejamento das necessidades de materiais.

Conforme SLACK *et al.* (1996), durante os anos de 1980 a 2000, o sistema e o conceito de planejamento das necessidades de materiais expandiram e foram integradas a outras partes da empresa. Esta versão ampliada do MRP ficou conhecida como *Manufacturing Resource Planning* (MRP II) Planejamento dos Recursos de Manufatura.

O princípio básico do MRP II é o do cálculo de necessidades das quantidades e dos momentos em que são necessários os recursos de manufatura (materiais, pessoas, equipamentos, etc.). Isso é viabilizado pelo uso sistema computacional, para que se cumpram os programas de entrega de produtos, as compras dos itens componentes devem ser planejadas para que ocorram apenas nos momentos e nas quantidades necessárias, com um mínimo de formação de estoques.

O nome MRP II transformou-se em um termo mais amplo, pois passou a visar uma relação integrada com praticamente todas as áreas funcionais da empresa que, conforme SLACK *et al.* (1996), são:

- a) vendas: interage com o sistema através do plano mestre de produção, através da carteira de pedidos dos produtos ou itens finais;
- b) compras: recebe os pedidos de compras através do Planejamento das Necessidades de Materiais e volta com informações relativas ao andamento das aquisições para que se possa cumprir o planejado;
- c) engenharia: alimenta o sistema com informações relativas a concepção do produto, processos de fabricação, capacidade de cada centro de trabalho e perfil de carga de cada produto;
- d) finanças: determinação do custo unitário de produção de cada item, beneficiando a área financeira da empresa, pois a partir do custo unitário e considerando as previsões de vendas e carteira de pedidos, obtém-se o lucro por produto;
- e) *marketing*: investiga o mercado e atualiza a empresa em relação à demanda quantitativa.

Como procedimento de cálculo das necessidades são considerados os seguintes aspectos, de acordo com CORREA e GIANESI (1993):

- a) necessidades de entrega dos produtos finais (quantidades e datas);
- b) as datas em que as etapas do processo de produção devem começar e acabar;

c) determinação dos recursos e respectivas quantidades necessárias para a execução de cada etapa.

Para PIRES (1995), os fatores favoráveis para a implantação do MRP II são: a ampla base de dados propícia à tecnologia *Computer Integrated Manufacturing* (CIM) Manufatura Integrada por Computador, o fato de poder ser aplicada a sistemas produtivos com grandes variações de tipo de produtos e variações na demanda e possibilidade de controle automatizado dos dados abrangendo todas as principais atividades. Os fatores contrários a sua implantação são: a necessidade do uso intenso de computadores com grande volume de dados e implementação, em geral, é complexa, além de possuir alto custo operacional.

Empreendimentos ligados à construção civil com características de repetitividade como obras rodoviárias, ferroviárias, conjuntos habitacionais, etc. podem se beneficiar deste tipo de planejamento.

3.6.2. JIT - *Just in Time*

Conforme PIRES (1995), o sistema JIT (*Just in Time*) surgiu no Japão por volta de 1960 nas linhas de produção da *Toyota Motors Company*. Entretanto, apenas na década de 1970 ele se difundiu amplamente pelo Japão, principalmente nas indústrias automobilística, de autopeças e eletrônica. Durante a década de 1980, o sistema se difundiu pelo mundo ocidental.

Conforme SLACK *et al.* (1996), o aspecto mais básico do *Just in time* é a produção de bens e serviços exatamente no momento em que serão necessários - não antes para que não se transformem em estoque, e não depois para que seus clientes não tenham que esperar. Além desse elemento temporal, pode-se adicionar as necessidades de qualidade e eficiência. A manutenção de estoque amortecedor objetiva manter um isolamento entre os estágios produtivos, de maneira que no caso de haver a interrupção da produção em um estágio o próximo deve continuar trabalhando, ao menos por algum tempo.

Como não há produção para estoque cada operário é responsável por entregar a "qualidade" do produto para a etapa seguinte.

A Figura 3.6, ilustra a diferença entre a abordagem tradicional (que mantém estoque amortecedor) e a JIT (que não trabalha com estoque amortecedor).

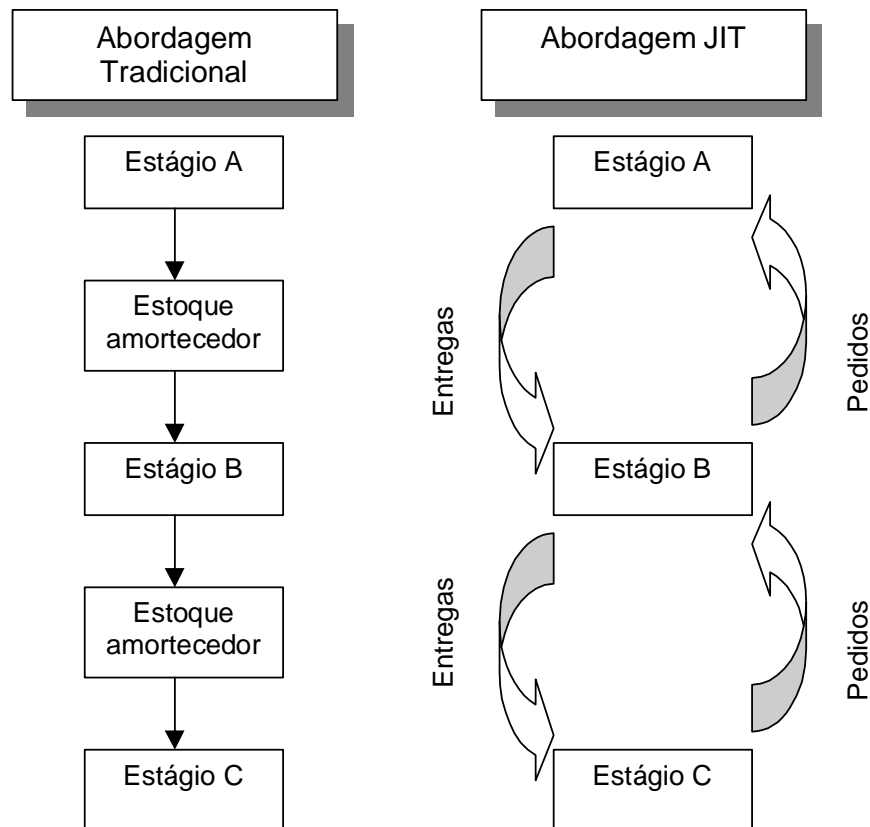


Figura 3.6 - Esquema comparativo entre as abordagens tradicional e a JIT
 Fonte: SLACK *et al.* (1996)

Segundo CORREA e GIANESI (1993), o JIT é muito mais do que uma técnica de administração da produção, sendo considerado como uma completa “filosofia”, a qual inclui aspectos de administração de materiais, gestão de qualidade, arranjo físico, projeto do produto, organização do trabalho e gestão de recursos humanos. Algumas expressões são geralmente usadas para traduzir os conceitos e aspectos da técnica JIT, expostas a seguir:

- a) produção sem estoques;
- b) eliminação de desperdícios;
- c) esforço contínuo na resolução de problemas;
- d) melhoria contínua dos processos.
- e) manufatura de alto valor agregado;
- f) produção com pouco estoque;
- g) manufatura de fluxo contínuo;

- h) manufatura veloz;
- i) manufatura enxuta;
- j) manufatura de tempo de ciclo reduzido.

Conforme PIRES (1995), o sistema JIT tem proporcionado mudanças radicais e positivas dentro do sistema fabril. Algumas dessas importantes contribuições são:

- a) colocação do cliente (representando o mercado consumidor) como elemento orientador da manufatura;
- b) diminuição da mão-de-obra indireta no “chão de fábrica” e, conseqüentemente, envolvimento da mão-de-obra direta nas atividades de controle da produção, controle e manutenção preventiva;
- c) mudança na relação com os fornecedores, através de uma relação de coordenação de longo prazo;
- d) criação da mentalidade de que os tempos improdutivos e os estoques devem ser minimizados ou mesmo eliminados.

O sistema de “puxar” a produção a partir da demanda, produzindo em cada estágio os itens necessários, nas quantidades necessárias e no momento necessário, ficou conhecido no Ocidente como sistema *Kanban*, de acordo com SLACK *et al.* (1996). A palavra *Kanban*, de origem japonesa, significa cartão ou sinal. Algumas vezes é também chamado de “correia invisível”, pois controla a transferência de material de um estágio a outro da operação. Em sua forma mais simples, é um cartão utilizado por um estágio cliente para avisar seu estágio fornecedor de que mais materiais devem ser enviados. Os Kanbans podem também ser divididos em três tipos, segundo SLACK *et al.* (1996):

- a) Kanban de transporte: é usado para avisar o estágio anterior que o material pode ser retirado do estoque e transferido para o destino específico. Neste tipo, normalmente terá detalhes como número e descrição do componente específico, o lugar de onde ele deve ser retirado e o destino para qual ele deve ser enviado;
- b) Kanban de produção: é um sinal para o processo produtivo de que ele pode começar a produzir um item para que seja colocado em estoque. A informação contida neste tipo normalmente inclui número e descrição do componente, descrição do próprio processo, materiais necessários para a produção do componente, além do destino para a qual o componente deve ser enviado depois de produzido;

- c) Kanban do fornecedor: é usado para avisar ao fornecedor que é necessário enviar material ou componentes para um estágio da produção. Neste sentido, ele é similar ao Kanban de transporte, porém é normalmente utilizado para integrar fornecedores externos.

Apesar de muitos pesquisadores atribuírem o sucesso do sistema de administração JIT às características culturais do povo japonês, alguns gerentes e acadêmicos têm divulgado que esta filosofia é composta de práticas gerenciais isentas de regionalismo e que podem ser aplicadas em qualquer parte do mundo (CORREA e GIANESI, 1993).

Para PIRES (1995), os principais fatores favoráveis à implantação desta técnica são: simplicidade na sua aplicação, em geral são conseguidas melhoria da qualidade, há mudanças positivas na organização, há baixa manutenção quanto aos níveis de estoques e praticamente é independente quanto à utilização de sistema computacionais.

Quanto aos fatores contrários à implantação desta técnica, o autor comenta que sua aplicação é restrita a sistemas com pouca variação na demanda e pequena variação nos tipos de produtos, há a necessidade de grandes mudanças na organização e maior dependência dos fornecedores externos.

Na construção civil o JIT pode ser implantado em atividades cujos materiais possibilitem a padronização. O planejamento destes serviços seria via *Kanban*. Neste caso, a produção é acionada pela operação posterior através de um sinal, que pode ser um cartão, ou qualquer outro tipo de acionamento. Se um processo tem por exemplo três operações, a segunda operação só será iniciada se a primeira operação a acionar e assim sucessivamente, quer pelo envio de um cartão, quer pelo envio de um contentor vazio. A padronização dos contentores e o conhecimento das durações de processamento das atividades é fundamental para a otimização deste sistema.

Algumas obras que padronizaram o consumo de materiais como sacos de cimento, blocos cerâmicos, azulejos, etc., isto é, quando há o conhecimento das quantidades de materiais que serão utilizados em cada serviço, estes podem se beneficiar do acionamento *Kanban* e do planejamento *Just in time*. Nestes casos os contentores podem ser, por exemplo, os paletes utilizados no carregamentos destes materiais. Estes paletes ao retornarem vazios para o almoxarifado sinalizam a necessidade do envio de outro carregamento de materiais.

3.6.3. *Optimized Production Technology (OPT)* - Tecnologia da Produção Otimizada

O OPT foi desenvolvida em Israel por um grupo de pesquisadores do qual fazia parte o físico Eliyahu Goldratt (CORRÊA e GIANESI, 1993). A divulgação desta técnica se deu através de publicações de livros¹⁸ e palestras.

Conforme afirmação do próprio Goldratt, o OPT é um produto derivado de uma teoria ampla denominada por ele a *Theory of Constraints* (Teoria das Restrições) (PIRES, 1995). Essa filosofia concentra-se em identificar gargalos ou estrangulamentos no processo produtivo e efetuar sua programação, otimizando a produção e tendo em vista a eliminação do gargalo. A reprogramação considera todas as demais operações.

Segundo SLACK *et al.* (1996), entre os sistemas desenvolvidos que reconhecem a importância de se planejar levando em conta as restrições de capacidade, que não sobrecarregam parte do sistema produtivo, possivelmente a mais conhecido é a Teoria das Restrições.

Conforme CORRÊA e GIANESI (1993), o OPT conceitua que para a empresa ganhar maior quantidade de recurso financeiro, é necessário que no nível operacional, se aumente o fluxo (de produtos feitos e vendidos) e ao mesmo tempo se reduzam os estoques intermediários e finais e as despesas operacionais. Estes termos devem ser definidos para evitar confusão com seus significados semânticos mais usuais. Segundo CORRÊA e GIANESI (1993), esta abordagem, considera:

- a) fluxo (*throughput*): é a taxa segundo a qual o sistema gera recurso financeiro através da venda de seus produtos. Deve-se notar que fluxo refere-se a produtos vendidos. Os produtos feitos, mas não vendidos ainda são classificados como estoques;
- b) estoque (*inventory*): recurso financeiro que a empresa empregou nos bens que pretende vender. Refere-se ao valor apenas das matérias-primas envolvidas. Não se inclui o “valor adicionado” ou o “conteúdo do trabalho”. O tradicional “valor adicionado” pelo trabalho se inclui nas despesas operacionais;

¹⁸ São exemplos: *The Goal - A Process of Ongoing Improvement* (A Meta - Um processo de Aprimoramento Contínuo), publicada em 1984 e *Critical Chain - A Business Novel* (Corrente Crítica) publicada em 1997.

c) despesas operacionais (*operating expenses*): a quantidade de recurso financeiro que o sistema gasta para transformar estoque em fluxo.

Os pesquisadores e usuários do OPT argumentam que, se uma empresa atingir simultaneamente os objetivos de aumentar o fluxo, reduzir o estoque e reduzir a despesa operacional, estará também melhorando seu desempenho em relação aos objetivos de aumentar o lucro líquido e o retorno sobre os investimentos.

Conforme PIRES (1995), os nove princípios básicos do OPT (e da Teoria das Restrições) são:

1. balancear o fluxo e não as capacidades;
2. as restrições determinam o nível de utilização dos centros produtivos não-gargalos, ou seja, o nível de utilização de um centro produtivo não-gargalo não é determinado pelos seus próprios recursos, mas sim por alguma restrição (gargalo) do sistema;
3. ativar nem sempre significa utilizar, ou seja, utilizar um recurso, quando sua produção não puder ser absorvida por um recurso gargalo, pode significar perdas com estoques;
4. uma hora perdida num recurso gargalo é uma hora perdida pelo sistema produtivo total;
5. uma hora economizada num recurso não-gargalo não significa "valor", pois não acrescenta nada à capacidade total do sistema;
6. os recursos gargalos governam os volumes de produção e dos estoques;
7. os lotes de transferência podem ser variáveis, ou seja, não necessitam serem iguais aos lotes de produção;
8. os lotes de produção podem ser variáveis, ou seja, podem atender apenas às necessidades imediatas;
9. a programação da produção deve ser estabelecida examinando-se simultaneamente todas as restrições do sistema produtivo, ou seja, a soma dos ótimos locais não leva ao ótimo global.

SLACK *et al.* (1996) afirmam que o OPT utiliza as terminologias do "tambor", "amortecedores", "corda" para explicar a abordagem de planejamento e controle. O centro do trabalho gargalo transforma-se num "tambor", levando seu ritmo para o restante da fábrica. Esse ritmo determina a programação de todos os setores, puxando o trabalho na linha (na "corda") de acordo com a capacidade do gargalo e não do centro do trabalho. Os amortecedores de estoque devem ser colocados antes

do trabalho gargalo, de modo a garantir que o sistema nunca pare por falha de produção.

Para PIRES (1995) os fatores favoráveis para a implantação do OPT são: sistema de capacidade finita; a capacidade de simulação da produção, aplicável a sistemas produtivos com grandes variações de demanda e de tipos de produtos e mantém o direcionamento dos esforços voltados sobre os recursos gargalos. Dos fatores desfavoráveis o autor relata: a necessidade de implantação em computadores (embora menor que o MRP II) e o desconhecimento de sua sistemática de trabalho.

Na construção civil, a filosofia OPT que preconiza que todo sistema produtivo tem um gargalo ou um recurso com capacidade restrita e que portanto, o sistema deve ser subordinado a esta restrição, pode ser interpretada como uma empresa que tem somente um oficial especializado em determinado serviço vital para o desenvolvimento de todo o empreendimento, para este oficial nada deve faltar para que exerça com distinção suas atividades, mesmo que haja a necessidade da criação de um estoque de material de forma a protegê-lo quanto a paradas não-programadas. A atividade consiste na identificação deste gargalo e na criação de condições que favoreça a otimização do seu desempenho.

3.6.4. Gráfico de Gantt ou Método Gráfico de Barra

O Gráfico de Gantt foi idealizado pelo engenheiro industrial norte-americano Henry Gantt em 1917, e aplicado na área militar durante a primeira guerra mundial. A grande contribuição deste gráfico para o auxílio na tomada de decisão foi a de relacionar os fatos com o tempo (SLACK *et al.* 1996).

Pode-se descrevê-lo como sendo um gráfico plano de barras horizontais, onde cada barra representa uma atividade do projeto. Na direção horizontal encontram-se as durações em escala de tempo, e na direção vertical encontram-se as identificações das atividades (ICHIHARA, 1998).

A principal vantagem desta técnica é a simplicidade e sua fácil compreensão, mesmo por aqueles que tiveram pouco contato com a mesma. Devido a sua facilidade de interpretação pode ser utilizada em conjunto com outras técnicas “traduzindo” os resultados obtidos através dessas outras técnicas. Por exemplo, em conjunto com as técnicas de redes, possibilita a obtenção de diagramas de barra que demonstram as de primeiras e últimas datas (de início e de conclusão).

A Figura 3.7 exemplifica um Gráfico de Gantt elaborado pelo autor, composta por 5 atividades denominadas A, B,C,D e E com suas respectivas durações e ainda como a sua duração total.

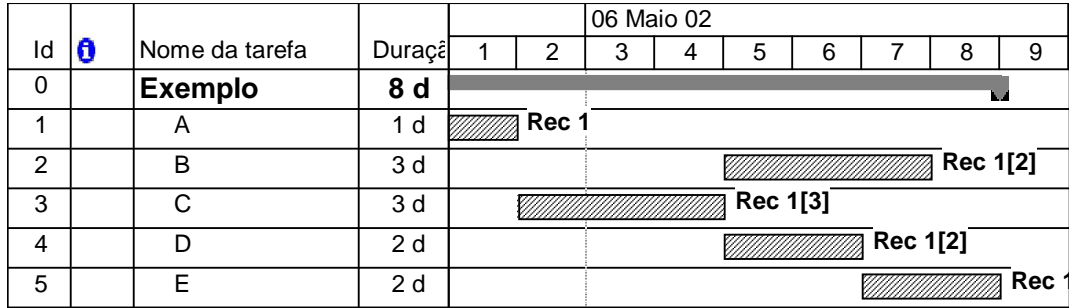


Figura 3.7 - Exemplo de Gráfico de Gantt

Pode-se associar também recursos (financeiro, quantidade de horas trabalhadas, equipamentos, etc.) que possibilitam a visualização de histogramas de recursos, constituindo-se em eficientes mecanismos para nivelamento e otimização destes.

A Figura 3.8, ilustra o histograma de recursos alocados, referente ao Gráfico de Gantt (Figura 3.7).

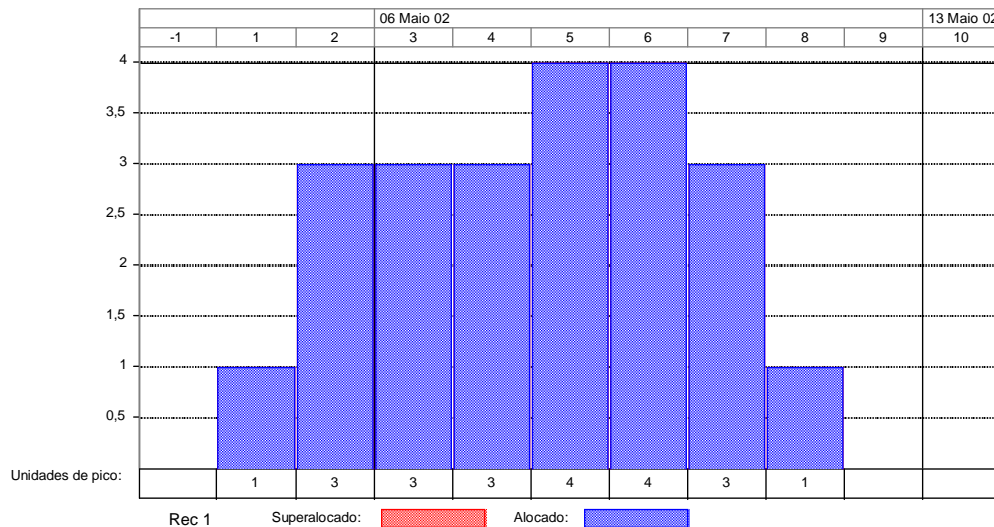


Figura 3.8 - Histograma de recurso "Rec. 1"

Fonte: Autor.

O Gráficos de Barra, com seu poder de comunicação representam também uma importante ferramenta de acompanhamento e controle dos projetos, na medida em que pode-se representar também, através de barras, o desenvolvimento real, comparando-o com o programado.

3.7. Técnicas de planejamento a serem comparadas

A seguir são apresentadas as técnicas de planejamento que serão objetos de comparação para a verificação de qual delas melhor se adapta à construção civil, especificadamente para as empresas participantes desta pesquisa, representantes de uma parcela deste setor produtivo.

Para MUNETTI (1998) a técnica PERT/CPM é o método mais conhecido para o auxílio à administração de projetos, e continua que para uma efetiva administração de projetos requer conhecimentos de técnicas e ferramentas quantitativas - entre as quais se destaca o PERT/CPM.

MENDES JR (1998) afirma que a técnica de Linha de Balanço foi desenvolvida para atender as necessidades de planejamento da indústria de manufatura e posteriormente foi adaptada e utilizada com sucesso por empresas de construção em várias partes do mundo.

A determinação das técnicas Linha de Balanço e PERT/CPM para a comparação baseou-se na utilização consagrada destas na construção civil.

3.7.1. *Line-of-Balance* (LOB) Método da Linha de Balanço

Para ICHIHARA (1998), denominam-se projetos lineares àqueles caracterizados por um número significativo de atividades repetitivas, o método de programação linear (*linear scheduling methods*) é a expressão utilizada para denominar técnicas disponíveis para o planejamento de empreendimento com características repetitivas. Entre estas se destaca a Linha de Balanço ou Programação Tempo-Espaço. Sua origem é derivada da indústria de manufatura na década de 1940 e foi posteriormente desenvolvida pelo *U.S. Navy Department* nos anos de 1950.

Para MENDES JR. (1998), a linha de balanço é uma ferramenta orientada para a programação de recursos, e graficamente revela divergências entre o planejado e o progresso real das atividades, habilitando a administração à avaliação quantitativa.

Como mostrado na Figura 3.9, a linha de balanço é um diagrama que relaciona quantidade "Q" (de itens produzidos) com o tempo "T" necessário para a produção destes itens, isto é, uma curva de produção para todo processo.

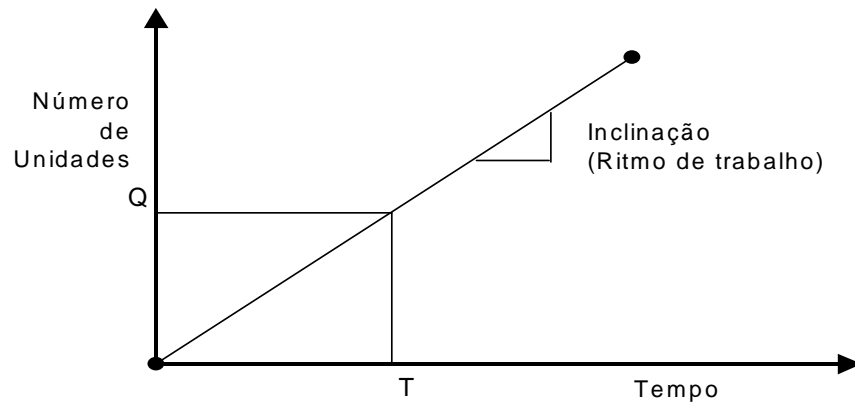


Figura 3.9 - Diagrama Linha de Balanço ou Diagrama Tempo x Espaço
Fonte: MENDES JR. (1998)

Num determinado instante de tempo "T" haverá uma quantidade "Q" de unidades concluídas. A metodologia da linha de balanço enfatiza a conclusão requerida de unidades completas (por exemplo pavimentos, casas, etc.) e está baseada no conhecimento de que como muitos processos de um certo tipo devem ser concluídos num certo momento para atender a conclusão programada destas unidades. O número de unidades de produção concluídas num certo instante será referida como a quantidade de produção. A linha de balanço é determinada a partir do ritmo de fornecimento dos materiais, componentes e processos concluídos que são necessários para a produção de unidades completas. Como estes ritmos são assumidos como sendo lineares, então uma relação linear existe entre a quantidade e o tempo (Figura 3.10).

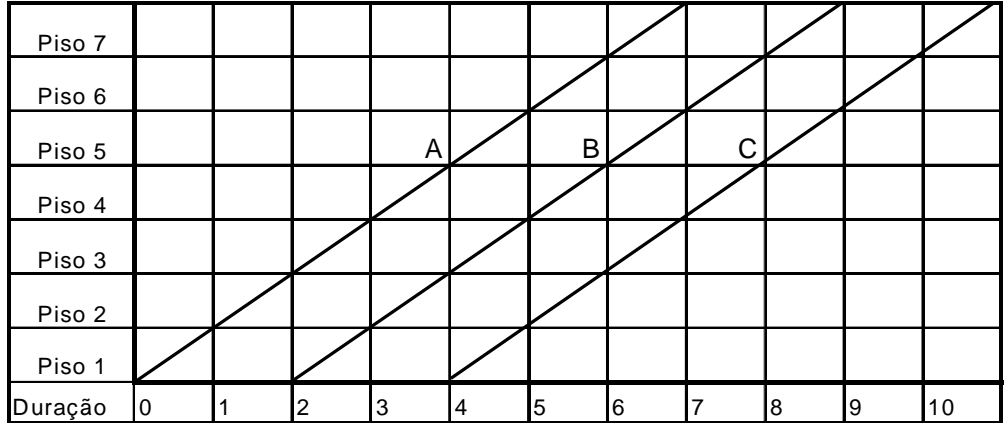


Figura 3.10 Fluxos rítmicos e sincronizados
 Fonte: ASSUMPÇÃO (1988).

Quando as atividades são programadas com ritmo produtivos constantes, no entanto com velocidades de produção diferentes entre si, recebem a denominação de fluxo ritmo não sincronizados (Figura 3.11).

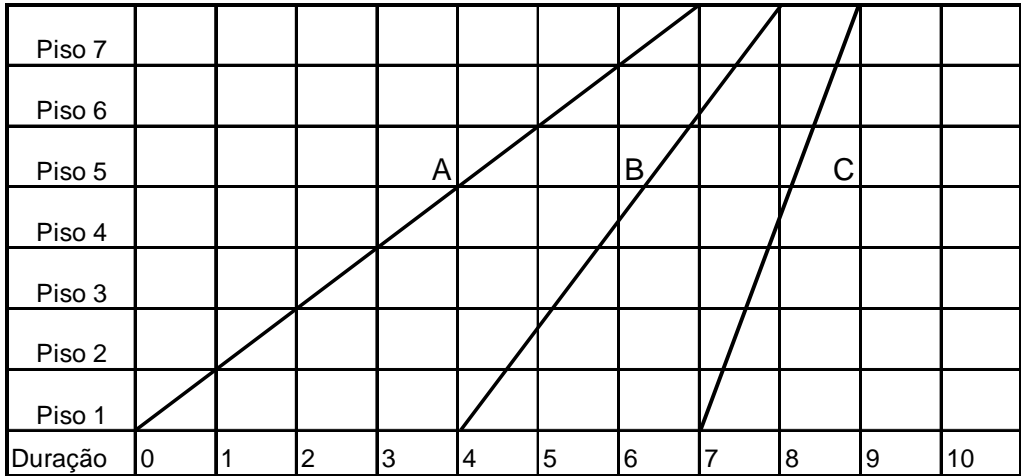


Figura 3.11 Fluxos rítmicos e não sincronizados
 Fonte: ASSUMPÇÃO (1988).

Quando as atividades são programadas com ritmo produtivo onde ocorrem variações e as velocidades de produção diferentes entre si, recebem a denominação de fluxo não ritmo e não sincronizados (Figura 3.12) .

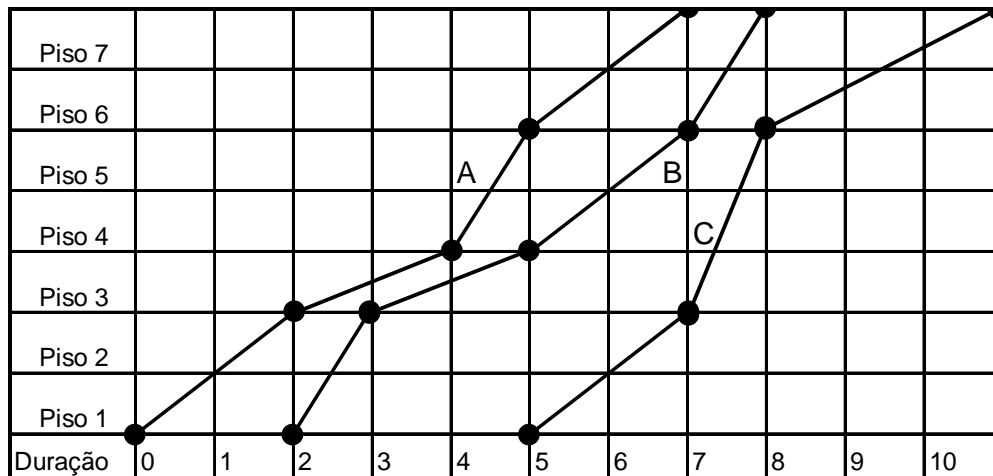


Figura 3.12 Fluxos não rítmico e não sincronizados

Fonte: ASSUMPÇÃO (1988)

O Diagrama de Linha de Balanço pode ser facilmente comparado com o Gráfico de Gantt (Figura 3.13). No Gráfico de Gantt, o eixo vertical apresenta as atividades, cada barra representando uma atividade, e o eixo horizontal apresenta a escala do tempo. No Diagrama de linha de balanço, o eixo vertical apresenta as unidades repetitivas, pavimentos, por exemplo, e cada barra contínua representando uma atividade. Dessa forma cada barra deve ter uma inclinação que indicará o seu ritmo de execução ao longo das atividades repetitivas.

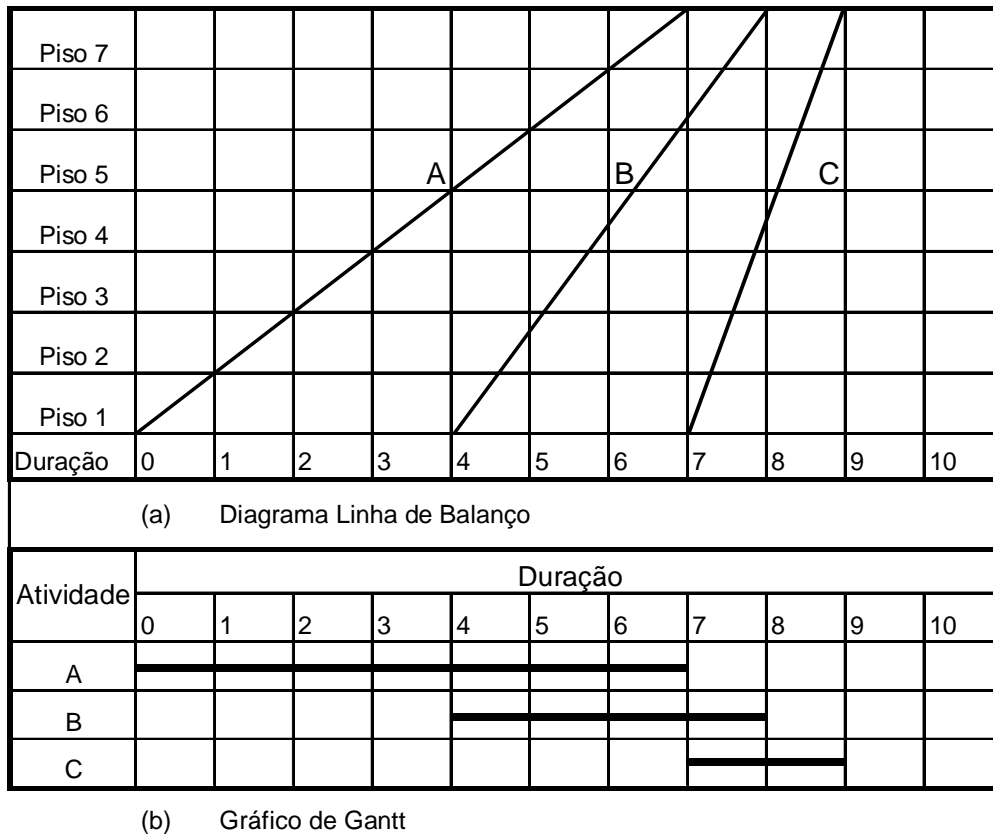


Figura 3.13 - Comparação entre a.) Diagrama Linha de Balanço e b.) Gráfico de Gantt
Adaptação: MENDES JR. (1998).

Segundo MENDES JR. (1998), a vantagem da aplicação da linha de balanço em projetos de construção repetitiva é o seu uso para prever ou analisar facilmente o ritmo de qualquer processo. Como limitação ao uso desta técnica tem-se que esta assume que a produção é linear, isto é, em ritmo de produção constante ao longo do tempo e há falta de adaptação a sistema de computadores.

3.7.2. PERT/CPM

Conforme MENDES JR. (1998), existem muitas técnicas utilizadas para a preparação dos planos de um empreendimento, porém a técnica PERT/CPM *Program Evaluation and Review Technique* (Técnica de Avaliação e Controle de Programas) / *Critical Path Method* (Método do Caminho Crítico) é a mais difundidas, até pelo grande

número de programas computacionais disponíveis no mercado para o seu processamento.

A origem desta técnica deriva da década de 1950, com duas abordagens distintas de desenvolvimentos.

Conforme BOITEAX (1985), em 1956 a empresa *Dupont* dos Estados Unidos formou um grupo de trabalho com a missão principal de estudar a aplicação de novas técnicas de gerenciamento no setor de engenharia. A companhia não conseguia realizar os lançamentos de seus produtos dentro dos prazos previstos e os custos finais jamais correspondiam às previsões. Os técnicos da *Dupont* construíram um modelo teórico que permitia a geração de um sistema de programação admissível para os projetos de construção. Esse sistema era alimentado com as informações relativas às seqüências de trabalho (interdependência de atividades) e à extensão de cada atividade (duração).

Este método foi inicialmente denominado método *Kelley-Walker*. Foi testado em um projeto, que foi comparado com os métodos de planejamento usuais da empresa, aplicados ao mesmo projeto. Verificou-se que ambos gastaram aproximadamente o mesmo tempo de planejamento, contudo, com o replanejamento, observou-se que o grupo que aplicou o método *Kelley-Walker* gastou dez por cento do esforço inicial nessa tarefa. O outro grupo gastou quarenta por cento do mesmo esforço inicial durante o replanejamento.

O objetivo perseguido consistia na determinação da duração de um elenco de atividades do projeto que proporcionasse o menor custo total (direto e indireto). O CPM caracterizou-se pelo tratamento determinístico das durações das atividades.

Conforme MUSETTI (1998), o PERT surgiu em 1957, a partir de um programa da marinha americana denominado *Polaris Weapons System*. Esse programa envolveu um grupo de pesquisadores com representantes da *Lockheed Aircraft Corporation*, da *Navy Special Projects Office* e da consultoria *Booz-Allen and Hamilton*. O projeto era composto por cerca de 250 empreiteiras, 9000 subempreiteiras e, aproximadamente, 70.000 peças diferentes. O prazo para o desenvolvimento do mesmo era três anos de execução. As principais variáveis a serem controladas eram as estimativas de prazos, atrasos e controle do tempo. O programa foi denominado *Polaris*, e caracterizou a técnica PERT com seu tratamento estatístico dado às estimativas de duração das atividades.

MUSETTI (1998) informa também que no início da década 1960, os métodos PERT e CPM basicamente só se diferenciavam pela forma de tratamento dada ao

parâmetro tempo. Assim, passaram a ser tratada de forma integrada e passaram a ser denominados de PERT/CPM.

Para este autor, o modelo PERT/CPM é hoje o método quantitativo mais conhecido para auxílio à administração de projetos. O avanço da informática colaborou para o crescimento e a disseminação da utilização desse modelo, a ponto de poder afirmar-se que, atualmente, é impossível a realização de uma aplicação prática do PERT/CPM desvinculada do recurso computacional.

Há no mercado vários programas de computador conhecidos como "*software* de prateleira" dentre os quais pode-se destacar: *MS Project*, *Primavera Project Planner* e *CA SuperProject*. Estes programas popularizaram a utilização da técnica PERT/CPM, no entanto muitos usuários por desconhecimentos dos conceitos desta técnica utilizam estes *software* de forma aquém esta ferramenta de planejamento.

As informações obtidas através do PERT/CPM são apresentadas em duas formas: de relatórios e de uma rede de planejamento. As características da rede de planejamento serão descritas a seguir.

3.7.2.1. Rede de Planejamento

ASSUMPÇÃO (1996) conceitua que a rede de planejamento é o nome que se dá a representação gráfica de um programa, na qual se apresenta a seqüência lógica do planejamento com as interdependências entre atividades, tendo por fim alcançar um determinado objetivo. Uma rede pode ser analisada com os objetivos de reduzir prazos, recuperar atrasos, distribuir e nivelar recursos.

O diagrama resultante indicará uma série de caminhos, representados por atividades interrelacionadas, que mostram as seqüências de execução. Esses caminhos podem ser diferenciados pelos tempos exigidos para sua realização, sendo que o caminho que exigir o maior tempo de execução é o que definirá a duração total do plano. Este caminho é denominado de Caminho Crítico. Uma rede pode ter mais de um caminho crítico, podendo até ser todos os caminhos da rede caminhos críticos. Quando a rede de planejamento possui esta característica é denominada de rede crítica.

Os demais caminhos - não críticos - são formados por atividades que possuem folgas para a sua conclusão, podendo sofrer atrasos ou ter seus inícios retardados sem prejudicar o prazo final do empreendimento. Estas possibilidades de atrasos ou de deslocamento de datas de inícios das atividades não críticas possibilitam uma

adequação de custos ou recursos do projeto sem prejuízo para a duração final do plano.

Para se estabelecer uma rede de planejamento são necessários, basicamente, das seguintes informações:

- a) relação das atividades: listagem de todas as atividades a serem executadas;
- b) interdependência entre as atividades: definição do relacionamento entre as atividades antecessoras e suas sucessoras, considerando os condicionantes tecnológicos;
- c) duração das atividades: determinação do tempo necessário para a execução das atividades.

A determinação dos tempos (durações das atividades) pode ser realizada por meio de três procedimentos (MUSSETI, 1998):

- a) determinação através de dados históricos: aplicação um tratamento estatístico apropriado;
- b) determinação baseada no empirismo: determinação através do bom senso, da experiência acumulada e da formação teórica e prática;
- c) determinação por cálculos aritméticos: consideração de índices e padrões de produtividade preestabelecidos.

As redes de planejamentos podem serem representadas de duas maneiras distintas, a saber: *Precedence Diagram Method* (PDM) - Método do Diagrama de Precedência e *Arrow Diagram Method* (ADM) - Diagrama de Flechas.

No Método do Diagrama de Precedência as atividades são indicadas por retângulos ou outra figura plana semelhante e as relações de dependência são representadas por segmentos de reta orientados. Essa representação pode ser verificada na Figura 3.14.

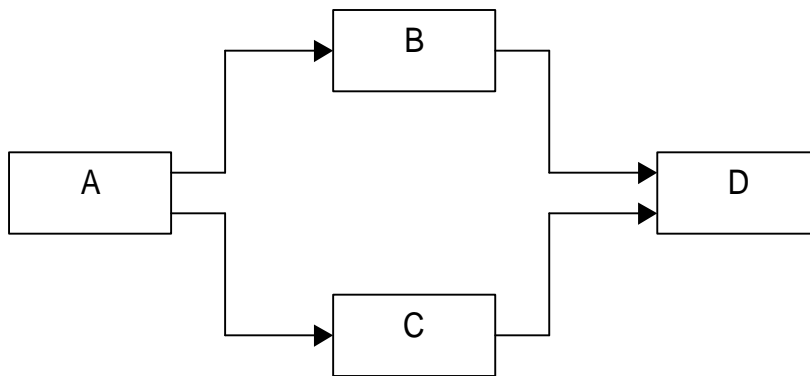


Figura 3.14 - Representação PDM

Fonte: Adaptada de ASSUMPÇÃO (1988).

O Diagrama de Flechas conhecido também como rede de eventos, foi a primeira forma de representação da rede, tornando-se amplamente conhecida. As atividades são representadas por segmentos ou setas e as interligações são feitas por nós, que representam os eventos. Para manter a lógica da rede, este tipo de representação utiliza atividades fictícias, que não consomem quaisquer tipos de recursos. Essas atividades são representadas por setas tracejadas (Figura 3.15).

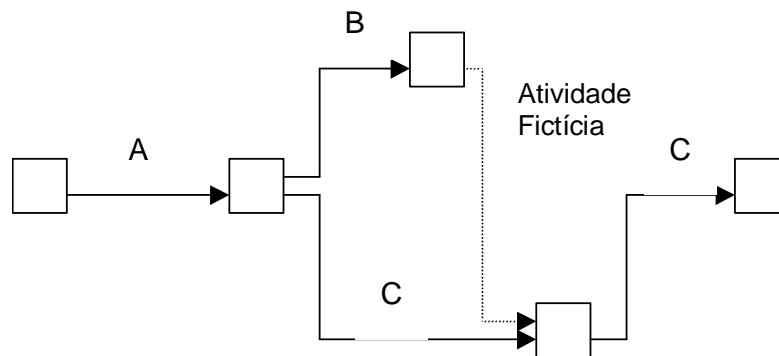


Figura 3.15 - Representação ADM

Fonte: Adaptada de ASSUMPÇÃO (1988).

Quanto as ligações entre atividades podem serem representados por conectores que possibilitam quatro tipo de ligações ou dependências, conforme pode ser observado na Figura 3.16. Esses conectores são:

- a) Fim para Início (FI) - *Finish to Start* (FS): indica que uma atividade só pode ser iniciada quando a sua atividade antecessora estiver totalmente concluída;

- b) Início para Início (II) ou *Start to Start* (SS) indica que uma atividade só pode ser iniciada após o início de sua atividade antecessora;
- c) Fim para Fim (FF) ou *Finish to Finish* (FF): indica que uma atividade só pode ser concluída após a conclusão de sua antecessora;
- d) Início para Fim (IF) ou *Start to Finish* (SF) indica que uma atividade só pode ser iniciada após a conclusão de sua atividade sucessora.

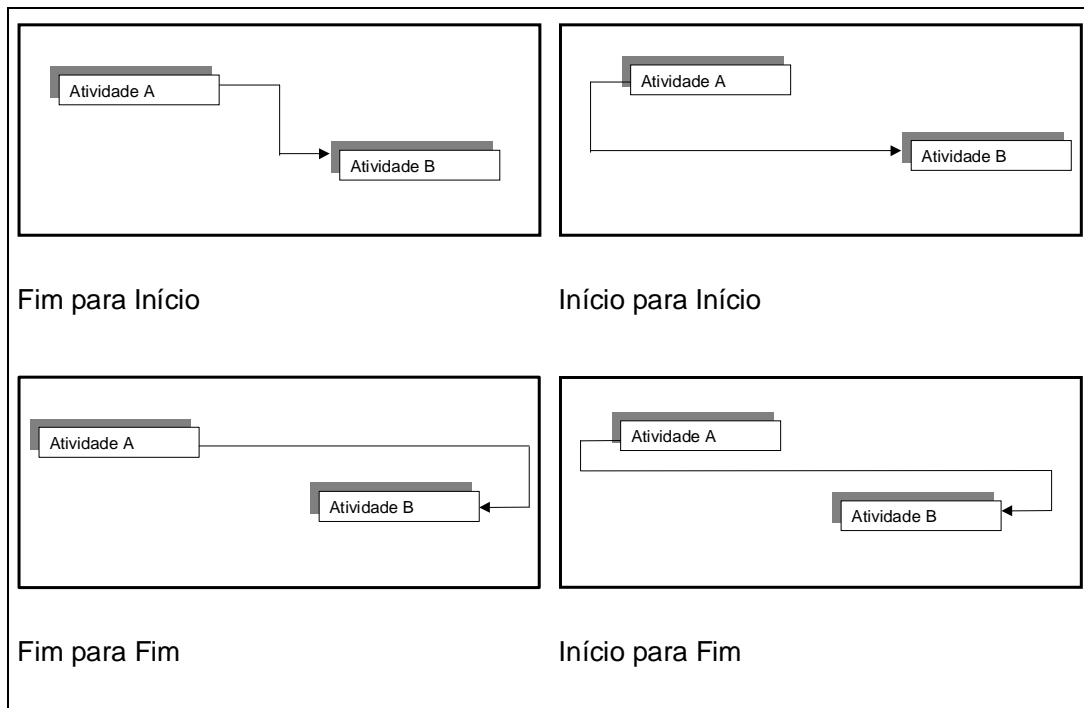


Figura 3.16 Ligações entre atividades
 Fonte: ASSUMPÇÃO (1988)

Para a utilização da técnica PERT/CPM são necessitas informações como: nome, descrição, e duração das atividades, interdependência entre atividades, e resulta uma seqüência lógica de execução, folga de cada atividade, datas mais cedo para início e de término etc. A seguir são relacionados termos relacionados com a técnica PERT/CPM (Tabela 3.1)

Tabela 3.1 Termos relacionado a técnica PERT/CPM

Fonte: BOITEAX (1985).

Nome	Descrição
Número da atividade	É um número único associado a cada atividade, como meio de identificação e controle;
Nome da atividade	Termos que exprimem de forma sintética, o que representa a atividade. Sua colocação dentro do símbolo que representa a atividade, facilita a compreensão da rede;
Descrição da atividade	É a descrição da atividade indicando o processo de trabalho empregado para sua execução;
Atividades sucessoras	São atividades que sucedem uma dada atividade dentro da rede;
Atividades antecessoras	São atividades que antecedem uma dada atividade dentro da rede;
Folga total (FT)	Representa o tempo total que se pode atrasar o início de uma atividade sem afetar a duração total do projeto;
Folga livre (FL)	Representa o período de tempo que pode ser utilizado para completar uma atividade, sem atrasar o início da atividade sucessora de sua programação mais cedo;
Duração	Tempo necessário para a realização de uma atividade;
Data Mais Cedo de Início - DMCI	Data mais cedo para uma atividade iniciar-se, considerando-se o término de suas predecessoras;
Data Mais Cedo de Término - DMCT	Data mais cedo para uma atividade terminar, considerando que seu início ocorreu em sua data mais cedo;

Tabela 3.1 Termos relacionado a técnica PERT/CPM - Continuação

Fonte: BOITEAX (1985).

Nome	Descrição
Data Mais Tarde de Início - DMTI	Última data para uma atividade iniciar-se, sem atrasar o início de suas sucessoras;
Data Mais Tarde de Término - DMTT	Última data que uma atividade pode terminar, sem atrasar a última data de início das atividades que a seguem diretamente;
Caminho Crítico	Representa a seqüência de atividades cujas durações conduzem à maior duração para o projeto. A rede pode possuir um ou mais caminhos críticos.

Essas informações podem ser representadas nas atividades de uma rede de precedência. A Figura 3.17 ilustra uma rede de precedência.

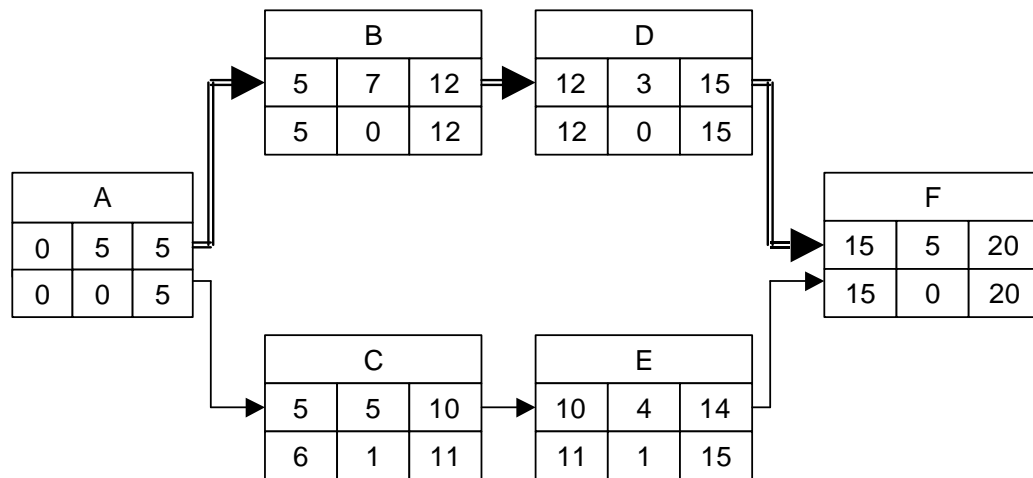


Figura 3.17 - Detalhe de uma rede de atividades

Fonte: BOITEAX (1985).

Nome da atividade			Legenda	
DMCI	D	DMCT	DMCI	Data Mais Cedo Início
DMTI	F	DMTT	DMTI	Data Mais Tarde Início
			DMCT	Data Mais Cedo Término
			DMTT	Data Mais Tarde Término
			D	Duração
			F	Folga Total

Figura 3.17 - Detalhe de uma rede de atividades - Continuação
 Fonte: BOITEAX (1985).

Para MENDES JR. (1998), as principais vantagens na utilização da técnica PERT/CPM são a sua utilidade na determinação a lógica de executiva de um empreendimento e na visualização dos desvios no tempo, durante a execução.

As principais desvantagens apresentadas pelo autor são: a dificuldade dos profissionais do gerenciamento da construção de entender a complexidade das redes; a dificuldade de aplicação da técnica pela variabilidade das durações e falta de precisão na estimativa de atividades e recursos, etc.

3.8 Considerações finais sobre o planejamento

O estudo e a realização do planejamento justifica-se principalmente pelas importantes funções que desempenha no gerenciamento de um empreendimento.

A partir da década de 1940, houve o surgimento de diversas técnicas de planejamento que caracterizam-se pela procura da racionalização dos recursos, a busca pelo melhor caminho de operação, possibilidade de simulações de alternativas, manutenção dos prazos estabelecidos, etc.

No entanto, apesar das várias opções a escolha por uma destas técnicas ou a combinação delas constitui uma tarefa difícil para a empresa (PIRES, 1995).

A diferenciação na aplicação está restrita ao ambiente, ou seja, uma técnica pode ser muito bem sucedida em um tipo de empreendimento, no entanto pode não apresentar os mesmos desempenhos em outros.

Na construção civil existe a possibilidade de aplicação de várias destas técnicas, condicionado-se as características do empreendimento como repetitividade dos serviços, padronização dos materiais, treinamento dos operários, etc.

O conhecimento e a aplicação correta de uma técnica de planejamento apropriada para um setor construtivo, potencializará as vantagens competitivas de uma empresa.

Capítulo 4 - Método da Pesquisa & Análise Comparativa das Técnicas de Planejamento

Após uma introdução conceitual sobre a pesquisa por amostragem, este capítulo relaciona os critérios estabelecidos para a seleção das empresas a serem pesquisadas e sua caracterização.

Descreve também a elaboração do questionário, que servirá de roteiro para a primeira série de entrevistas. Nesta fase da pesquisa o objetivo destas entrevistas é de verificar quais são os tipos de informações desejáveis de se extrair de um sistema de planejamento.

Com as informações extraídas desta primeira série de entrevistas obtém-se uma tabela com as frases destacadas e suas interpretações. Dos desdobramentos destas interpretações formata-se a Tabela de Desdobramento das Qualidades Exigidas.

Na segunda série de entrevistas são apresentadas as informações desdobradas da primeira série de entrevista. Nesta fase os entrevistados atribuíram grau de importância para os itens apresentados.

Baseando-se na literatura são identificados os itens relevantes que um sistema de planejamento deve apresentar. A partir destes itens e seus desdobramentos formata-se a Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade.

Com a Tabela de Desdobramento das Qualidades Exigidas com a atribuição do grau de importância para os seus itens e a Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade, montou-se a matriz QFD, conhecida por matriz da qualidade.

Na terceira série de entrevistas os entrevistados efetuaram a correlação entre a tabela de desdobramento da qualidade exigida e a tabela de desdobramento das características da qualidade. Do cruzamento obteve-se a indicação dos requisitos de maior relevância com a indicação do peso relativo para os itens.

Na quarta série de entrevistas, os requisitos com peso relativo de relevância quando aplicados em uma matriz de decisão possibilitam aos entrevistados efetuarem a comparação entre técnicas de planejamento indicando, dentre duas, a que melhor se adapta a essa empresa.

A Figura 4.1 apresenta um fluxograma do roteiro estabelecido para o desenvolvimento desta pesquisa.

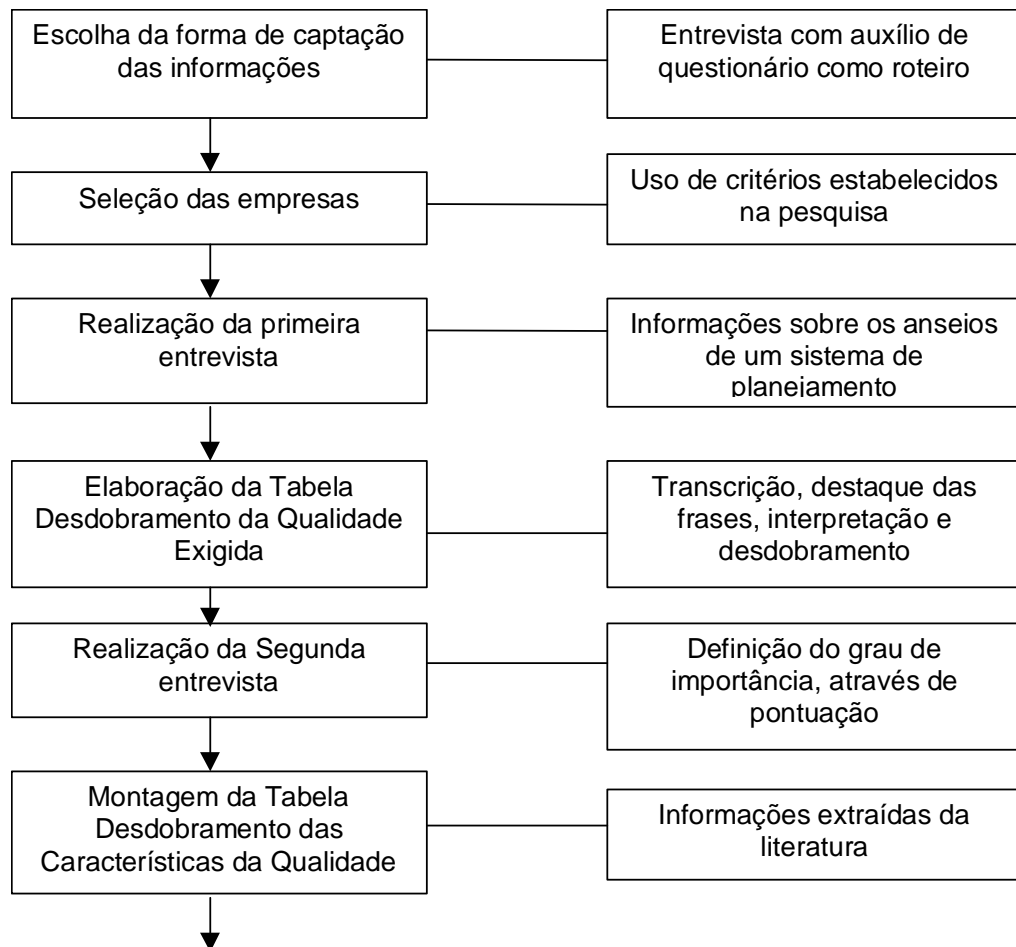


Figura 4.1 - Roteiro da Pesquisa - Continua.

Fonte: Autor

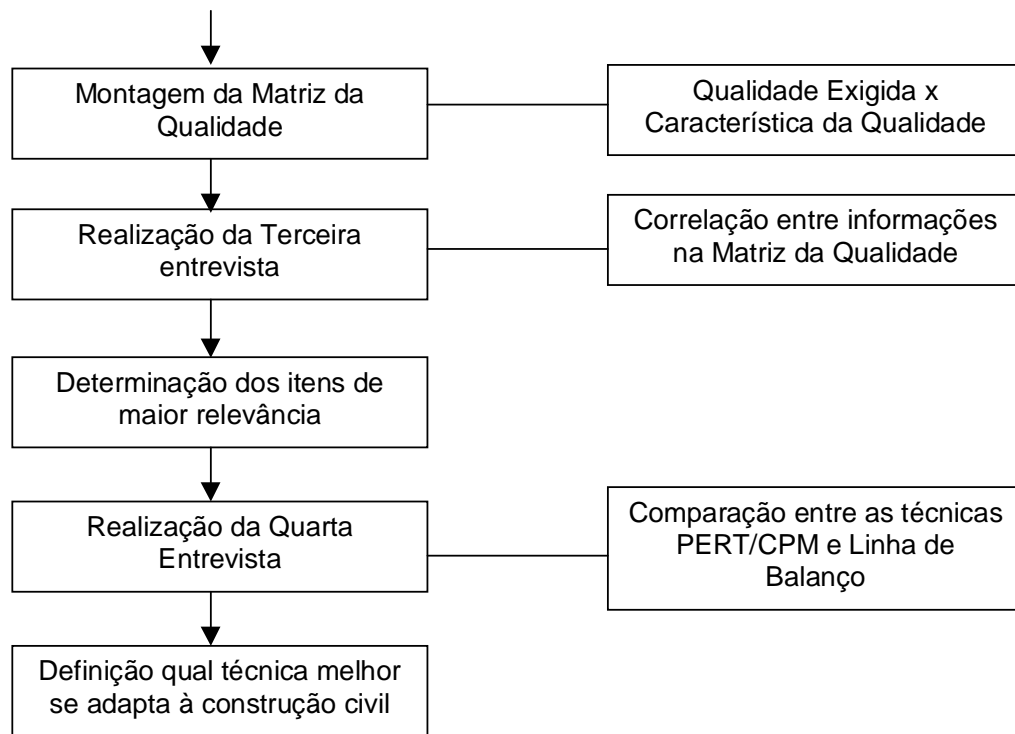


Figura 4.1 - Roteiro da Pesquisa - Continuação.

Fonte: Autor

4.1. Pesquisas por Amostragem

Em geral, as pesquisas são realizadas através da utilização de amostras. Isto se justifica quando se deseja colher informações sobre um ou mais aspectos de um grupo grande e numeroso e verifica-se, muitas vezes, ser praticamente impossível fazer um diagnóstico total. O problema da amostragem é, entretanto, escolher uma parte (ou amostra), de tal forma que ela seja a mais representativa possível do todo. A partir dos resultados obtidos, relativos à análise da parte escolhida, pode-se inferir de forma comprovadamente acertada sobre os resultados da população total, como se esta fosse totalmente verificada. Quando a análise comporta todo o universo, recebe o nome de pesquisa censitária.

Além disso, conforme BARROS e LEHFELD (1986), há uma divisão no processo de amostragem que resulta em amostragem probabilística e em amostragem não-probabilística. Em seguida, serão descritas sucintamente estes dois tipos.

4.1.1. Amostragem probabilística

Conforme MARCONI e LAKATOS (1990), as técnicas de amostragem probabilísticas são aleatórias ou ao acaso. Sua característica primordial é o tratamento estatístico, que permite compensar erros amostrais e outros aspectos relevantes da representatividade e significância da amostra.

Neste tipo de amostragem, confirma BARROS e LEHFELD (1986), os elementos da pesquisa têm a mesma chance de serem escolhidos. Existe uma probabilidade igual para todos os elementos de serem sorteados. Para operacionalizar este princípio é preciso, primeiramente relacionar todos os elementos que formam a população, de tal maneira que a partir desse método se possa selecionar, ao acaso, qualquer elemento para a constituição da amostra. Pode-se usar desde simples sorteio até basear-se em tabelas de números aleatórios criadas cientificamente.

4.1.2. Amostragem não-probabilística

A característica principal das técnicas de amostragem não-probabilística é a de que, não fazendo uso das formas aleatórias de seleção, torna-se impossível a aplicação de fórmulas para o cálculo, por exemplo, de erros de amostragem. De outro modo, a amostragem não-probabilística não pode ser objeto de certos tipos de tratamento estatístico.

Para BARROS e LEHFELD (1986), as amostras não-probabilísticas são compostas muitas vezes de forma acidental ou intencional, ou seja os elementos não são selecionados aleatoriamente. Com o uso desta tipologia, não é possível generalizar os resultados das pesquisas realizadas em termos da população.

O tipo mais comum de amostra não-probabilísticas é a denominada intencional ou seleção racional. Nesta, o pesquisador está interessado na opinião (ação, intenção etc.) de determinados elementos da população que são representativos apesar de uma parcela.

A principal limitação desta técnica é a impossibilidade de generalização dos resultados da pesquisa à população, pois a sua validade é restrita apenas a um contexto específico.

No desenvolvimento desta pesquisa a forma utilizada para a coleta das informações é da amostragem não-probabilísticas, em sua forma mais comum, a denominada intencional ou de seleção racional.

4.2. Elaboração de um questionário para a entrevista

Para a realização desta pesquisa optou-se pela elaboração de um questionário com perguntas abertas, que será utilizado como roteiro durante a realização da primeira série de entrevistas. O intuito da elaboração deste questionário é a procura pela padronização das respostas, no entanto por ser com perguntas abertas possibilita a exploração das especificidade das empresa.

Segundo BARROS e LEHFELD (1986), o questionário é o instrumento mais usado para a obtenção de informações. Não é restrito a uma determinada quantidade de questões porém aconselha-se que não seja muito extenso para não desmotivar seu preenchimento. Pode ser entregue por escrito, e será respondido por escrito ou verbalmente.

O pesquisador deve ter como preocupação, ao elaborar o seu instrumento de investigação, a determinação do tamanho, do conteúdo, da organização e da clareza de apresentação das questões a fim de estimular e esclarecer o informante.

O questionário pode possuir perguntas fechadas ou perguntas abertas e ainda a combinação dos dois tipos. As perguntas fechadas são aquelas questões que apresentam categorias ou alternativas de respostas fixas, como perguntas com alternativas dicotômicas (sim ou não) ou perguntas com respostas múltiplas (escolha de uma ou mais alternativas). As perguntas abertas são aquelas perguntas que levam o informante a responder livremente com frases ou orações.

4.2.1 Aplicação dos questionários

O pesquisador pode aplicar o questionário de duas formas: através do contato direto com o respondente ou através do envio pelo correio (CERVO e BERVIAN, 1983).

Quando o pesquisador entrega os questionários diretamente para serem respondidos, pode explicar os objetivos da pesquisa respondendo dúvidas que os entrevistados encontrem em relação a certas questões.

Os questionários remetidos pelo correio devem trazer todas as instruções para o preenchimento ao pesquisado. A aplicação por correio permite incluir um número maior de pessoas na amostragem, porém apresenta como desvantagem principal a taxa de devolução, que pode ser baixa. Além disso, os questionários respondidos isoladamente podem também trazer dúvidas sobre as respostas por falta de entendimento das perguntas.

Para GIL (1991), na preparação do questionário deve-se observar:

- a) as questões devem ser preferencialmente fechadas, mas com alternativas suficientemente exaustivas para abrigar a ampla gama de respostas possíveis;
- b) devem ser incluídas apenas as perguntas relacionadas ao problema proposto;
- c) não devem ser incluídas as perguntas cujas respostas possam ser obtidas de forma mais precisa por outros procedimentos;
- d) deve-se levar em conta as implicações da pergunta com os procedimentos de tabulação e análise dos dados;
- e) as perguntas devem ser formuladas de maneira clara, concreta e precisa;
- f) deve-se levar em consideração o seu nível de informação;
- g) a pergunta deve possibilitar uma única interpretação;
- h) a pergunta não deve sugerir respostas;
- i) as perguntas devem referir-se a uma única idéia de cada vez;
- j) o questionário deve ser iniciado com as perguntas mais simples e finalizando com as mais complexas;
- k) convém evitar as perguntas que provoquem respostas defensivas, estereotipadas ou socialmente indesejáveis, que acabam por encobrir sua real percepção acerca do fato;
- l) na medida do possível, devem ser evitadas as perguntas personalizadas, diretas, que geralmente se iniciam por expressões do tipo "o que você pensa a respeito de...", "na sua opinião...", etc., as quais tendem a provocar respostas de fuga;
- m) deve ser evitada a inclusão, nas perguntas, de palavras estereotipadas, bem como a menção a personalidade de destaque, que podem influenciar nas respostas, tanto em sentido positivo quanto negativo.

Segundo MARCONI e LAKATOS (1990), o questionário possibilita ao pesquisador abranger um maior número de pessoas e de informações em espaço de tempo mais curto do que outras técnicas de pesquisa. Além disso, facilita a tabulação e tratamento dos dados obtidos, principalmente se o questionário for elaborado com maior número de perguntas fechadas e de múltipla escolha.

Utilizando o questionário, o pesquisador tem o tempo suficiente para refletir sobre as questões e respondê-las mais adequadamente, com garantia do anonimato

e, conseqüentemente, com maior liberdade nas respostas devido ao risco de influência do pesquisador.

Nesta pesquisa, um questionário com dez perguntas abertas foi utilizado como roteiro durante a entrevista. Foi enviado antecipadamente aos entrevistados, facilitando assim, o desenvolvimento da entrevista.

4.3. Entrevista

A entrevista tem como objetivo principal a obtenção de informações do entrevistado sobre determinado assunto ou problema. Quanto ao conteúdo, apresentam seis tipos de objetivos (MARCONI e LAKATOS, 1990):

- a) averiguação de "fatos": descobrir se as pessoas que estão de posse de certas informações e se são capazes de compreendê-las;
- b) determinação das opiniões sobre os "fatos": conhecer o que as pessoas pensam ou acreditam que os fatos sejam;
- c) determinação de sentimentos: compreender a conduta de alguém através de seus sentimentos e anseios;
- d) descoberta de planos de ação: descobrir, por meio das definições individuais dadas, qual a conduta adequada em determinadas situações, a fim de prever qual seria a sua. As definições adequadas da ação apresentam em geral dois componentes: os padrões éticos do que deveria ter sido feito e considerações práticas do que é possível se fazer;
- e) conduta atual ou do passado: inferir que conduta a pessoa terá no futuro, conhecendo a maneira pela qual ela se comportou no passado ou se comporta no presente, em determinadas situações;
- f) motivos conscientes para opiniões, sentimentos, sistemas ou condutas: descobrir quais fatores podem influenciar as opiniões, sentimentos e conduta e por quê.

4.3.1. Vantagens e desvantagens na aplicação da entrevista

Várias são as vantagens na aplicação da entrevista; para MARCONI e LAKATOS, (1990) as que tem maior destaque são:

- a) existe maior flexibilidade: o entrevistador pode repetir ou esclarecer perguntas, formular de maneira diferente uma questão ou especificar algum significado, como garantia de ser compreendido;

- b) pode ser utilizada com todos os segmentos da população: analfabetos e alfabetizados;
- c) oferece maior oportunidade para avaliar atitudes, condutas, podendo o entrevistado ser observado naquilo que diz e como diz: registro de reações, gestos, etc.;
- d) oportunidade para a obtenção de dados que não se encontram em fontes documentais e que sejam relevantes e significativos;
- e) existe possibilidade de conseguir informações mais precisas, podendo ser comprovadas, de imediato, as discordâncias;
- f) permite que os dados sejam quantificados e submetidos a tratamento estatístico.

A entrevista apresenta algumas limitações ou desvantagens, que podem ser superadas ou minimizadas se o pesquisador for uma pessoa com experiência e uso de bom senso (MARCONI e LAKATOS, 1990). De acordo com os autores, as principais limitações são:

- a) dificuldade de expressão e comunicação de ambas as partes;
- b) incompreensão, por parte do informante, do significado das perguntas, da pesquisa, que pode levar a uma falsa interpretação;
- c) possibilidade do entrevistado ser influenciado, consciente ou inconsciente, pelo entrevistador, pelo seu aspecto físico, suas atitudes, idéias, opiniões, etc.;
- d) disposição do entrevistado em dar as informações necessárias;
- e) retenção de alguns dados importantes, receando que sua identidade seja revelada;
- f) pequeno grau de controle sobre a situação de coleta de dados;
- g) ocupa muito tempo e é difícil de ser realizada.

4.3.2. Preparação da entrevista

A preparação da entrevista é uma etapa importante da pesquisa, pois requer tempo (o pesquisador deve ter idéia clara da informação de que necessita) e exige algumas medidas (CERVO e BERVIAN, 1983):

- a) planejamento da entrevista: delimitando cuidadosamente o objetivo a ser alcançado;

- b) conhecimento prévio do entrevistado: obter, sempre que possível, algum conhecimento prévio acerca do entrevistado;
- c) oportunidade da entrevista: marcar com antecedência a hora e o local, para assegurar-se de que será recebido;
- d) condições favoráveis: garantir ao entrevistado o sigilo de seu relato e de sua identidade, facilitando a obtenção de informações confidenciais;
- e) escolha do entrevistado: a escolha deve ocorrer de acordo com a familiaridade ou autoridade em relação ao assunto escolhido;
- f) preparação específica: organizar roteiro ou formulário com as questões importantes.

4.3.3. Tipos de entrevista

Conforme MARCONI e LAKATOS (1990), há diferentes tipos de entrevistas, que variam de acordo com o propósito do entrevistador:

- a) padronizada ou estruturada: é aquela em que o entrevistador segue um roteiro previamente estabelecido, ou seja, as perguntas feitas ao indivíduo são pre-determinadas. Ela se realiza de acordo com um formulário elaborado e é efetuada de preferência com pessoas selecionadas de acordo com um plano. O motivo da padronização é obter dos entrevistados respostas às mesmas perguntas, permitindo que todas elas sejam comparadas com o mesmo conjunto de perguntas e que as diferenças devam refletir diferenças entre os respondentes e não diferenças nas perguntas. O pesquisador não é livre para adaptar suas perguntas a determinada situação, de alterar a ordem dos tópicos ou de fazer outras perguntas;
- b) despadronizada ou não estruturada: o entrevistado tem liberdade para desenvolver cada situação em qualquer direção que considere adequada. É uma forma de poder explorar mais amplamente uma questão. Em geral, as perguntas são abertas e podem ser respondidas dentro de uma conversação informal. Este tipo de entrevista, apresenta três modalidades:
 - entrevista focalizada: há um roteiro de tópicos relativos ao problema que se vai estudar e o entrevistador tem liberdade de fazer as perguntas que quiser, sonda razões e motivos, dá esclarecimentos, não obedecendo, a rigor, a uma estrutura formal; para isso, são necessários habilidade e perspicácia por parte

do entrevistador e em geral, é utilizada em estudos de situações de mudança de conduta;

- entrevista clínica: trata-se de estudar os motivos, os sentimentos, a conduta das pessoas. Para esse tipo de entrevista pode ser organizada uma série de perguntas específicas;
 - não dirigida: há liberdade total por parte do entrevistado, que poderá expressar suas opiniões e sentimentos. A função do entrevistador é de incentivo, levando o informante a falar sobre determinado assunto sem, entretanto, forçá-lo a responder;
- c) painel: consiste na repetição de perguntas, de tempo em tempo, às mesmas pessoas, a fim de estudar a evolução das opiniões em períodos curtos. As perguntas devem ser formuladas de maneira diversa, para que o entrevistado não distorça as respostas com essas repetições.

Com o intuito de se explorar de maneira ampla as questões, foi adotado o tipo de entrevista despadronizada na modalidade focalizada, na qual o questionário é composto por perguntas abertas (roteiro de tópicos). No entanto, o entrevistador tem a flexibilidade de repetir e esclarecer suas perguntas e até mesmo, de refazê-las quando não há total compreensão por parte do entrevistado. Conforme já mencionado, o contato direto propicia a possibilidade de se obter informações mais esclarecedoras, podendo de imediato serem comprovadas ou melhor explicadas.

4.4. Critérios para seleção das empresas nesta pesquisa

Para o desenvolvimento deste trabalho foi utilizado a modalidade de amostragem não-probabilística com seleção intencional ou racional. As empresas que utilizam técnicas de planejamento são geralmente escritórios de engenharia e empresas construtoras. A seleção destas empresas foi realizada baseando-se em uma série de critérios, descritos a seguir:

- a) tempo de atuação da empresa no mercado ou tempo de atuação do responsável técnico no mercado: a longevidade da empresa indica sua estabilidade e atuação no mercado. Neste caso, foi estabelecido o limite mínimo de 15 anos de atuação para as empresas ou o limite mínimo de 10 anos de formação para o responsável técnico;

- b) multiplicidade de empreendimentos: as empresas escolhidas deveriam atuar em pelo menos três empreendimentos simultaneamente, mesmo que estes apresentem características construtivas semelhantes. As dificuldades inerentes à administração de vários empreendimentos indicam a necessidade de um sistema de planejamento para os empreendimentos que viabiliza a interligação das informações entre os empreendimentos e o escritório;
- c) representatividade: dos empreendimentos administrados, ao menos um, deveria situar-se fora do município sede da empresa. A administração à distância dificulta o gerenciamento do empreendimento, necessitando de um eficiente sistema de troca de informações entre o escritório central da empresa e o empreendimento. Esta condição indica a existência de um sistema de planejamento interligando estes setores da empresa (escritório/empreendimento);
- d) características construtivas: empreendimentos quando executados, por exemplo em alvenaria estrutural ou em estrutura moldada no local, em geral são de longa duração, enquanto que empreendimentos em que a tipologia construtiva contempla estrutura pré-moldadas, como por exemplo estrutura de concreto pré-moldado ou estrutura metálicas, estes são, em geral, empreendimentos de curta duração.
- e) forma de contratação: um empreendimento pode ter seu prazo de execução definido baseando-se na modalidade de contrato. Condomínios contratados a preço de custo (acrescidos de percentual para cobrir o BDI - Bônus e Despesa Indireta, da empresa) são empreendimentos notadamente de longa duração, cujos recursos financeiros são providos de seus condôminos em pagamentos em forma homeopáticas. Empreendimentos contratados por empreitada ou global, são, em geral, de curta duração (embora não necessariamente);
- f) proximidade da empresa: para o desenvolvimento da pesquisa há a necessidade de se realizar vários contatos pessoais com a empresa e a proximidade das empresas viabilizaria estes contatos;
- g) receptividade do responsável técnico da empresa: os questionários e entrevistas serão aplicados junto ao responsável pelo desenvolvimento do planejamento da empresa. Havendo portanto a necessidade de conscientização da gerência quanto à disponibilidade de horários e da necessidade de fornecimento das informações necessárias.

O total de oito empresas foram identificadas em função do atendimento dos critérios apresentados anteriormente. O critério preponderante que definiu a escolha

das empresas foi "receptividade do responsável técnico da empresa". Seus representantes mostraram-se interessados e disponíveis à pesquisa disponibilizando os horários necessários para a série de entrevistas e o comprometimento em fornecer as informações necessárias.

Assim, foram selecionadas três empresas para participar desta pesquisa: CONSTRUÇÃO Construções, NÚCLEO Engenharia e a OMAR MAKSOUD Engenharia. Como forma de contemplar a diversidade regional, estas empresas têm os seus escritórios centrais localizados em cidades diferentes São Carlos - SP, Rio Claro - SP e São Paulo - SP, respectivamente.

4.5. Caracterização das empresas

A seguir é feita uma breve caracterização de cada empresa. Esta caracterização consiste em descrever os itens que atenderam aos critérios estabelecidos, principais produtos e ainda uma descrição da atividade produtiva em que a empresa está inserida.

As empresas selecionadas para a pesquisa apresentavam as seguintes características:

Empresa 1:

CONSTRUÇÃO Construção Civil e Metálicas São Carlos Ltda.

Negócio principal: fabricação e montagem de estrutura metálica.

Escritório central: São Carlos - SP

Tempo de atuação da empresa no mercado: 2 anos

Tempo de formatura do responsável técnico: 12 anos

Principais produtos:

- a) projetos, fabricação e montagem de estruturas metálicas para coberturas (galpões, hangares, indústrias, etc.);
- b) edifícios de andares múltiplos;
- c) escadas para saída de emergência, etc.

Multiplicidade: são desenvolvidas, em geral, obras inéditas. No caso das cobertura para galpões e demais edificações, embora tenham a mesma função, são

composta por diversas dimensões e geometria, como por exemplo em formato de arco, de abóbada, *shed* e de duas águas;

Representatividade: são desenvolvidos empreendimentos em várias cidades (uma das principais características deste setor), podendo-se citar as seguintes cidades: São Carlos - SP, São João da Boa Vista - SP e São Paulo - SP.

Forma de contratação: por empreitada ou preço global.

Fonte de recursos para o desenvolvimento dos empreendimentos: contratante.

Principais características desta atividade produtiva:

- a) caracterização do produto: produto por encomenda; por ser em geral produtos individualizados, estes somente são produzidos para um cliente específico;
- b) obra com duração bastante curta. Em geral, para as estruturas de coberturas todo o processo da fabricação até montagem tem a duração de 2 meses;
- c) mão-de-obra relativamente qualificada (muitos dos funcionários operacionais: soldadores, montadores de estruturas etc. possuem cursos técnicos);
- d) da necessidade das estruturas serem montadas o projeto tem que ter um nível melhor de detalhamento;
- e) empreendimento administrado por uma única pessoa (proprietário ou seu representante legal);
- f) pouca utilização de mão-de-obra, tendo sendo as suas atividades mecanizadas, com uso intensivo de equipamentos, tanto no processo de fabricação, como no processo de montagem das estruturas;
- g) processos executivos definidos: a fabricação dos elementos estruturais é desenvolvida em ambiente controlado;

Quadro de funcionários:

- a) Técnico/Administrativo: 2 engenheiros, 1 estagiário de engenharia;
- b) Contabilidade e departamento pessoal: 1 administrador;
- c) Fabricação: 2 montadores, 1 soldador, 3 auxiliares;
- d) Montagem: 2 equipes de com 3 montadores cada.

Empresa 2:

NÚCLEO Engenharia Ltda.

Negócio principal: construção de condomínio residenciais

Escritório central: Rio Claro - SP

Tempo de atuação da empresa no mercado: 17 anos

Tempo de formatura do responsável técnico: 29 anos

Principais Produtos:

- a) Condomínios residenciais horizontais e verticais em alvenaria estrutural (negócio principal);
- b) Ginásios;
- c) Academias de esportes, etc.

Multiplicidade: são desenvolvidos vários empreendimentos como conjuntos habitacionais, academia de ginástica, etc.;

Representatividade: são desenvolvidos empreendimentos em várias cidades, podem ser citadas: Rio Claro - SP, Limeira - SP e Marília - SP;

Forma de contratação: por preço de custo ou por administração;

Fonte de recursos para o desenvolvimento dos empreendimentos: Condôminos (em forma de prestações mensais).

Principais características desta atividade produtiva:

- a) caracterização do produto: são para estoque, por serem produtos semelhantes à indústria seriada, estes em geral, podem atingir ao interesse não apenas de um único indivíduo mas de uma parcela da sociedade, podendo então ser "estocados" até que se obtenha um comprador. No entanto a capacidade de formação de estoque da empresa é limitada em função da sua necessidade de obter recursos para o desenvolvimento dos empreendimentos;
- b) empreendimento de longa duração (média de 4 anos);
- c) empreendimento é administrado por várias pessoas (condôminos);
- d) os recursos provém dos condôminos, portanto o empreendimento está sujeito a aumento ou diminuição do ritmo de trabalho caso a economia regional (fonte dos recursos dos condôminos) esteja em situação favorável ou desfavorável;

- e) mão-de-obra: utilização intensiva, de alta rotatividade, desqualificada, de baixa escolaridade;
- f) modalidade de contrato: preço de custo ou por administração

Quadro de funcionários:

- a) Técnico/Administrativo: 3 engenheiro, 1 estagiário de engenharia;
- b) Contabilidade e departamento pessoal: 1 contador.

Empresa 3:

OMAR MAKSOUD Engenharia Civil Ltda.

Negócio principal: construção de edifícios residenciais;

Escritório central: São Paulo - SP;

Tempo de atuação da empresa no mercado: 41 anos;

Tempo de formatura do responsável técnico: 21 anos;

Principais Produtos:

- a) Condomínios residenciais verticais em concreto armado moldado no local (negócio principal);
- b) Hotéis;
- c) Ginásios;
- d) Hospitais.

Multiplicidade: são desenvolvidos vários empreendimentos como: edifícios residenciais, hotéis, etc.;

Representatividade: são desenvolvidos vários empreendimentos em várias cidade, podem ser citadas: São Paulo - SP, Bauru - SP, Goiânia - GO e Manaus - AM;

Forma de contratação: a empresa produz os edifícios que são comercializados por outra empresa do grupo;

Fonte de recursos para o desenvolvimento dos empreendimentos: em geral os empreendimentos são desenvolvidos com recursos próprios.

Principais características da atividade produtiva:

- a) caracterização do produto: são possíveis de serem estocados. Estes empreendimentos são desenvolvidos com recursos próprios e seus produtos são

produzidos semelhantemente à indústria seriada. Estes, em geral, atingem ao interesse de compra de uma parcela da sociedade consumidor, podendo então ser "estocados" até que se obtenha um comprador;

- b) empreendimento de média a longa duração (variando entre 2 e 3 anos);
- c) empreendimento é administrado por uma única pessoa (o empreendedor);
- d) os recursos provém da própria empresa; no entanto, o empreendimento sempre estará sujeito a uma diminuição em seu ritmo de trabalho caso haja uma alteração brusca no economia nacional, porém é menos vulnerável a este tipo de situação.
- e) A empresa desenvolve programa de qualificação e treinamento de sua mão-de-obra;
- f) mão-de-obra: utilização intensiva, de baixa rotatividade, baixa escolaridade;
- g) modalidade de contrato: por empreitada ou preço global.

Quadro de funcionários:

- a) Técnico/Administrativo: 5 engenheiros, 3 estagiário em engenharia;
- b) Contabilidade e departamento pessoal: 2 contadores, 1 administrativo, 3 auxiliares;
- c) Departamento de compras: 1 comprador, 1 auxiliar.

A seguir são apresentados os tópicos adotados na elaboração do questionário que serviu de roteiro durante a entrevista.

4.6. Assuntos a serem abordados no questionário

Inicialmente, foi elaborado um questionário conforme sugerido na literatura (MARCONI e LAKATOS, 1990). Durante a realização das entrevistas, o questionário serviu como roteiro, pois melhoraria o delineamento nas respostas.

Esse questionário foi elaborado com aproximadamente dez perguntas abertas, abordando os seguintes aspectos:

- a) caracterização da empresa: negócio principal, principais produtos, tempo de atuação no mercado, quantidade e localização dos empreendimentos, modalidades de contratos, etc.;
- b) responsável técnico: tempo de formação, grau de envolvimento no sistema de planejamento, etc.;
- c) caracterização do sistema de planejamento: pessoal técnico envolvido, qualificação técnica dos envolvidos, integração entre o escritório e o

empreendimento, benefícios pretendidos e benefícios atingidos, técnica utilizada, forma de apresentação do planejamento, etc.

Quanto à duração da entrevista, foi observado o que relata TRIVIÑOS (1987). Em geral, a duração da entrevista é flexível e depende das circunstâncias que rodeiam principalmente o informante e o teor do assunto em estudo. Porém, o autor indica que uma entrevista que se prolongue muito além de trinta minutos pode tornar-se repetitiva.

Dessa forma, para esse questionário com dez perguntas estimou-se um tempo médio de três minutos cada série de perguntas e respostas.

As perguntas foram elaboradas de forma a tornar as respostas o mais objetiva possível, no entanto, dado as características do assunto que trata do sistema de planejamento da empresa, optou-se pelo envio antecipado do questionário às empresas, de forma que o entrevistado pudesse fazer uma melhor compreensão das perguntas.

A aplicação do questionário foi feita de forma direta, procurando eliminar suas principais limitações, quais sejam a devolução dos questionários pelas empresas pesquisadas e a dubiedade nas respostas, na medida em que não há um perfeito entendimento das perguntas.

A orientação prescrita em TRIVIÑOS (1987) de que, antes de iniciar a entrevista, o entrevistador deve estar plenamente convencido da necessidade de desenvolver, todos os elementos humanos que permitam um clima de simpatia, de confiança, de lealdade, de harmonia entre ele e o entrevistado, foi observada e, com facilidade, atendida.

4.7. Desenvolvimento da entrevista desta pesquisa

As entrevistas realizadas para o desenvolvimento desta pesquisa ocorreram em data e local previamente agendado. Quanto às limitações da entrevista apresentadas anteriormente (item 4.3.1), estas foram superadas pelas seguintes:

- a) os entrevistados são os responsáveis técnicos pelo planejamento da empresa, possuindo formação profissional semelhante a do entrevistador. Portanto, questões como dificuldade de comunicação entre as partes, incompreensão do significado das perguntas e possível influência pelo entrevistador sobre as opiniões do entrevistado podem ser descartadas, pois ambos, entrevistado e entrevistador, tem

- praticamente o mesmo grau de compreensão sobre os assuntos abordados durante a entrevista;
- b) o envio antecipado do questionário facilitou o desenvolvimento das entrevistas. Este serviu como um roteiro, facilitando uma melhor compreensão das perguntas; conseqüentemente as respostas foram melhor explicitadas;
 - c) as eventuais dúvidas de entendimento das questões apresentadas puderam ser sanadas no desenrolar das entrevistas;
 - d) as empresas selecionadas se dispuseram a fornecer todas as informações necessárias para o desenvolvimento desta pesquisa, inclusive autorizando a divulgação do nome da empresa neste trabalho;
 - e) um dos critérios para a escolha das empresas foi exatamente a disposição das gerências quanto ao fornecimento de informações e a disponibilidade de horário para a realização das entrevistas;

As três entrevistas ocorreram nos escritórios de cada empresa, em data previamente agendada. Estas foram gravadas em fitas cassete e transcorreram em tempo médio de 35 minutos, ultrapassando em alguns minutos a duração estimada de 30 minutos.

4.8. Compilação dos dados da primeira série de entrevista

A orientação prescrita em TRIVIÑOS (1987) de que, se a entrevista tiver sido gravada, não se deve esquecer que esta deve ser imediatamente transcrita e analisada minuciosamente pelo pesquisador antes de se realizar outra entrevista com as mesmas pessoas, foi atendida. A transcrição das entrevistas ocorreu praticamente após o término destas.

A análise desta transcrição compreendeu em destacar as frases de maior relevância para esta pesquisa. As frases destacadas das entrevistas foram agrupadas, passando para uma análise de interpretação. Referem-se à interpretação dada pelo autor aos anseios que os entrevistados tinham sobre um sistema de planejamento.

A montagem da Tabela 4.1. visa facilitar a compreensão das principais frases destacadas das entrevistas e sua correspondente interpretação atribuída pelo entrevistador.

Tabela 4.1 - Frases destacadas das entrevistas e suas interpretações

Frases destacadas	Interpretação - Conforme o QFD
Utilização de software MS-Project.	Disponibilidade de software;
É feito uma programação trimestral e a mesma é aferida mensalmente.	Facilidade de utilização; Facilidade de efetuar o replanejamento;
O engenheiro de planejamento tem que corrigir a programação para os três mês seguintes.	Necessidade de efetuar o controle Necessidade de efetuar o replanejamento;
Tem a necessidade de se fazer o replanejamento de uma maneira rápida.	Facilidade de utilização; Facilidade de efetuar o replanejamento;
Quanto ao acompanhamento dos empreendimentos, o cronograma físico auxilia a visualização dos condôminos e também os proprietários de outros empreendimentos particulares.	Facilidade de visualização; Facilidade de interpretação; Facilitador de integração entre a empresa e os clientes;
A empresa acompanha o desenvolvimento do empreendimento mensalmente, e faz o replanejamento para os próximos três meses.	Necessidade de efetuar o controle; Efetuar o replanejamento;
Existe uma alta rotatividade de mão-de-obra nos empreendimentos, por vários motivos, estas mudanças podem alterar o ritmo dos serviço.	Necessidade de efetuar o replanejamento; Efetuar alocação de recurso: mão-de-obra
O planejamento é associado com o custo. A primeira informação que terá é o custo.	Efetuar alocação de recurso: custo;
Com o planejamento completo, o proprietário vai saber exatamente no mês o que vai gastar, inclusive desembolso.	Atingir metas; Efetuar controle (sobre os gastos);

Tabela 4.1 - Frases destacadas das entrevistas e suas interpretações - Continuação

Frases destacadas	Interpretação - Conforme o QFD
Com o planejamento, o proprietário saberá, desde o início, quanto ele vai gastar, quando vai precisar desembolsar mais dinheiro.	Atingir metas estabelecidas, Previsão (sobre o desembolso);
Para a permanência da empresa no mercado são considerados: preço, prazo e Qualidade. É um tripé difícil de administrar.	Integração de informações
As vezes a obra tem um determinado prazo para ser entregue, por isso deve-se abrir mão do custo para conseguir rapidez na execução	Facilidade de interpretação; Auxilia na tomada de decisão

Com as informações extraídas da primeira série de entrevistas e após a sua interpretação, estas foram consideradas informações primárias. Estas informações foram desdobradas em informações secundárias e, quando possível, em terciárias. A tabela resultante de processo de desdobramento é denominada Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida, que retratam as informações qualitativas das entrevistas, ou seja, "a voz do cliente" (Tabela 4.2)

Tabela 4.2 - Desdobramento da Qualidade Exigida.

Primário	Secundário	Terciário
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software	
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido
	Permitir acompanhamento do custo	
	Conformidade	

Tabela 4.2 - Desdobramento da Qualidade Exigida - Continuação.

Primário	Secundário	Terciário
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha
		Apresentar formato de rede de precedência
		Indicar evolução do empreendimento
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento	
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material
		Permitir alocação de mão-de-obra
Permitir alocação de equipamentos		
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas	
Proporcionar a Integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação	

4.9. Grau de Importância - Segunda série de entrevistas

Com o objetivo de se obter as informações quantitativas, foi realizada a segunda série de entrevistas. Nesta série, foi apresentada aos entrevistados a Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida, ou seja, o resultado das interpretações das frases extraídas da primeira série de entrevistas, quanto aos anseios que os entrevistados têm quanto a um sistema de planejamento.

Solicitou-se aos entrevistados a atribuição do grau de importância das qualidades exigidas, numa escada de pontos. Esta pontuação respeitou a seguinte escala de variação: 1, 3 e 5, pouco importante, relativamente importante e muito importante, respectivamente.

A caracterização do grau de importância de cada item deve ser feita observando relativamente o grau de importância dos demais itens, ou seja, por exemplo, em um primeiro momento um item recebe a pontuação 5 (muito importante) e em seguida um outro item pode ser considerado mais importante que o primeiro. Este segundo item também recebe a pontuação 5 sendo então, necessária uma

revisão na pontuação atribuída ao primeiro item, sem entretanto induzir o respondente. É importante frisar a importância de se manter a relatividade de importância dos itens na atribuição da pontuação.

Em conformidade com a primeira série de entrevistas, esta série também foi gravada em fita cassete para posterior transcrição.

Os resultados para as três empresas de diferentes ramos de atuação: fabricação e montagem de estrutura metálica, construtora de condomínios residenciais e construtora de edifícios residenciais são mostrados, respectivamente, nas tabelas 4.3, 4.4 e 4.5.

Tabela 4.3 - Grau de Importância.

Empresa 1: fabricação e montagem de estruturas metálicas

Primário	Secundário	Terciário	Grau Importância
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software		5
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido	5
	Permitir acompanhamento do custo		5
	Conformidade		5
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de Planilha	3
		Apresentar formato de rede de precedência	1
		Indicar evolução do empreendimento	1
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento		5
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material	1
		Permitir alocação de mão-de-obra	3
		Permitir alocação de equipamentos	3
Facilitar a tomada de decisão	Possibilitar simulação de alternativas		3

Na análise da pontuação atribuída por esta empresa, dada suas características de empreender em obras inéditas e de curta duração, observa-se uma boa pontuação nos itens "ter disponibilidade de software", "ter caminho crítico definido" e "permitir acompanhamento do custo". Este fato pode ser interpretado em função do dinamismo deste tipo de empreendimento, pois é muito importante a utilização de software (que propicia agilidade e flexibilidade no processo de planejamento) e a manutenção e visualização do caminho crítico, bem como a visualização do acompanhamento do custo.

A pontuação baixa de alguns itens, tais como: "apresentar formato de rede de precedência" pode ser interpretada como os empreendimentos são de curta duração estes apresentam poucas atividades podendo ser resumida em comprar o material, fabricar, transportar e montar a estrutura metálica e "indicar evolução do empreendimento", pode ser interpretada como não sendo importante pois a evolução do empreendimento praticamente se confunde com o caminho crítico.

Tabela 4.4 - Grau de Importância.

Empresa 2: construtora de condomínios residenciais.

Primário	Secundário	Terciário	Grau Importância.
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software		3
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido	1
	Permitir acompanhamento do custo		5
	Conformidade		1
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha	5
		Apresentar formato de rede de precedência	5
		Indicar evolução do empreendimento	5
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento		3
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material	3
		Permitir alocação de mão-de-obra	3

Tabela 4.4 - Grau de Importância. - Continuação
 Empresa 2: construtora de condomínios residenciais.

Primário	Secundário	Terciário	Grau Importância.
Facilitar sua utilização	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de equipamentos	3
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas		1
Proporcionar a Integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação		1

A pontuação atribuída pela empresa 2, na tabela anterior, aos itens "facilitar a visualização" e "possibilitar atingir as metas estabelecidas" pode ser compreendida devido à necessidade de se acompanhar a evolução do empreendimento. Estas informações sobre a evolução mensal do empreendimento, além de serem utilizadas por parte da empresa no ajuste do seu cronograma, na programação de aquisição de materiais, da contratação de mão-de-obra, são também utilizadas como forma de apresentação aos condôminos a evolução do empreendimento, sendo que estes também desejam além de fiscalizar a evolução do empreendimento, desejam fiscalizar a aplicação dos seus recursos.

Em reuniões mensais é feita essa apresentação da evolução do empreendimento, do período. A forma de apresentação utilizada é o Gráfico de Gantt ou Diagrama de Barras, pelo fato de ter como principal característica a facilidade de visualização.

A baixa pontuação atribuída ao item "possibilitar simulação de alternativas" pode ser explicada em função das seguintes características deste tipo de empreendimento: ser de longa duração (isto é, o seu desenvolvimento está fortemente atrelado à captação de recursos) e, por serem projetos padronizados, têm poucas possibilidades de se modificar o projeto arquitetônico e conseqüentemente, de se modificar o projeto estrutural.

Portanto, são empreendimentos em que dificilmente há alterações em seu escopo, com poucas necessidades de simulação de alternativas.

Tabela 4.5 - Grau de Importância.

Empresa 3: construtora de edifícios residenciais

Primário	Secundário	Terciário	Grau Importância
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software		5
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido	5
	Permitir acompanhamento do custo		5
	Conformidade		3
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha	3
		Apresentar formato de rede de precedência	3
		Indicar evolução do empreendimento	5
Primário	Secundário	Terciário	Grau Importância
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento		5
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material	3
		Permitir alocação de mão-de-obra	3
		Permitir alocação de equipamentos	3
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas		5
Proporcionar a Integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação		3

A pontuação favorável atribuída pela empresa 3 na tabela anterior aos itens “ter disponibilidade de software”, “ter caminho crítico” e “permitir acompanhamento do custo”, pode ser explicada por vários motivos.

O item “ter disponibilidade de software”, pode ser compreendido como parte do Programa de Desenvolvimento da Qualidade que a empresa desenvolve. Um dos itens deste programa é a informatização dos processos administrativos e do planejamento e controle dos empreendimentos da empresa.

O item "ter caminho crítico" pode ser explicado pelo grande interesse de se conhecer o caminho crítico do empreendimento, por este definir a duração total do empreendimento, uma vez que é desenvolvido com recursos próprios. O item "permitir acompanhamento do custo" pode ser entendido como uma forma de se prever e controlar o desembolso necessário.

A baixa pontuação atribuída ao item "permitir alocação de recurso: material, mão-de-obra e equipamento" é explicada pelo fato dos empreendimentos desenvolvidos pela empresa serem, em geral, de média duração (isto porque são desenvolvidos com recursos próprios) e há poucas modificações no projeto ao longo destes empreendimentos.

A Tabela 4.6 possibilita a comparação das pontuações atribuídas pelas três empresas, quanto ao grau de importância das características da qualidade.

Tabela 4.6 - Comparação do grau de importância

Qualidade Exigida		Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Média
Ter disponibilidade de software		5	3	5	4,3
Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido	5	1	5	3,7
Permitir acompanhamento do custo		5	5	5	5,0
Conformidade		5	1	3	3,0
Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de Planilha	3	5	3	3,7
	Apresentar formato de rede de precedência	1	5	3	3,0
	Indicar evolução do empreendimento	1	5	5	3,7
Permitir replanejamento		5	3	5	4,3
Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material	1	3	3	2,3
	Permitir alocação de mão-de-obra	3	3	3	3,0
	Permitir alocação de equipamentos	3	3	3	3,0
Possibilitar simulação de alternativas		3	1	5	3,0
Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação		3	1	3	2,3

Empresa 1: fabricação e montagem de estruturas metálicas

Empresa 2: construtora de condomínios residenciais

Empresa 3: construtora de edifícios residenciais

Na análise da Tabela 4.6, pode-se verificar que o item "permitir acompanhamento de custo" foi o único a receber pontuação 5, isto é considerada muito importante pelas três empresas, confirmando a tendência de mercado em que as empresas para se tornarem competitivas tem que se preocupar com os custos de seus empreendimentos.

A pontuação "relativamente importante" para praticamente todos os itens referentes a alocação de recurso (material, mão-de-obra e equipamentos) aponta que as empresas embora pratiquem o planejamento, mas o fazem de maneira incipiente, ou seja as informações de alocação de recurso são feitas de forma empirista.

A pontuação divergente do item "possibilitar simulação de alternativas" pode ser interpretada relacionando a simulação de alternativas com a forma de captação dos recursos financeiros necessários para o desenvolvimento dos empreendimentos. A empresa 1 capta os recursos diretamente do contratante, a empresa 2 capta os recursos através de pagamentos mensais dos seus condôminos e a empresa 3 desenvolve os empreendimentos com recursos próprios. Estas diferentes formas de captação de recursos pode gerar também diferentes níveis de interesse em visualizar as possíveis alternativas.

A última coluna da Tabela 4.6 apresenta a média simples das pontuações atribuídas para cada item. As pontuações possíveis são 1, 3 e 5 e a média destes é 3, verifica-se que dos 13 itens listados apenas um está abaixo desta média (8% dos itens), que sete itens (54% dos itens) estão acima desta média mas abaixo da pontuação quatro e que cinco itens (38% dos itens) estão entre quatro e cinco.

O que se conclui por esta coluna da média que mesmo quando solicitado, a atribuição do grau de importância por parte dos entrevistados, estes tem uma tendência em atribuir um peso maior para os itens, não conseguindo classificar os itens de "pouco importante. Isto pode ser melhor notado na empresa 3 que não atribuiu nenhum peso "pouco importante"

4.10. Extração das Características da Qualidade

Conforme apresentado no Capítulo 2, uma das fases do QFD é a extração das Características da Qualidade sendo que esta pode ser apresentadas em forma da

tabela. Para a elaboração da Tabela de Desdobramento das Característica da Qualidade mostrada ma (Tabela 4.7), foram utilizadas algumas das características do planejamento classificada por CHIAVENATO (1999) - (Capítulo 3 - item 3.2) como de 1º nível, desdobrando-as até o 3º nível. O desdobramento do 1º até o 3º nível foi obtido com a seguinte questão: quais indicadores verificam o desempenho de um empreendimento em relação ao desempenho planejado?

Estes indicadores de verificação de desempenho apontam para os resultados encontrados no controle de um empreendimento apresentado no Capítulo 3, item 3.4 Processo de Controle. A Tabela 4.7, ilustra estes itens com as suas respectivas unidades de medição.

Para a definição das unidades de medição adotou-se a forma citada em BOITEUX (1985), que informa a existência de duas maneiras de se aferir o desempenho real em relação ao desempenho planejado. A primeira maneira é subtraindo um índice de outro, ou seja, o desempenho planejado menos desempenho real. Se o resultado for menor ou igual a zero significa que o desempenho real atingiu ou até superou ao esperado. Se o resultado for positivo e, quanto maior este número, significa que o desempenho real ficou aquém do esperado. A segunda maneira é por meio da divisão dos índices. Dividindo o desempenho real pelo desempenho planejado, se o resultado for maior que 1 significa que o resultado ultrapassou a expectativa, se o resultado foi menor que 1 e, quanto mais distante de 1, significa que o resultado não atingiu ao desempenho planejado. Em geral este número é expresso em porcentagem.

Optou-se em definir a Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade da segunda maneira, ou seja, por meio de comparação expressa em porcentagem.

Tabela 4.7 - Desdobramento das Característica da Qualidade

1º. Nível	2º. Nível	3º. Nível	Características da Qualidade
Permanente	Estabelecer padrão	Técnico	Índice produtividade [m^2/hh ou m^3/hh]
		Financeiro	Relação entre o capital investido e o capital de recebido [%]
		Qualidade	Conformidade com o projeto

Tabela 4.7 - Desdobramento das Característica da Qualidade - Continuação

1º. Nível	2º. Nível	3º. Nível	Características da Qualidade
Sistêmico	Alocação de Recurso	Mão-de-obra	Relação entre a quantidade de mão-de-obra utilizada com a quantidade de mão-de-obra planejada [%]
		Equipamento	Relação entre a quantidade de equipamento utilizada com a quantidade de equipamento planejada [%]
		Material	Relação entre a quantidade de material utilizada com a Quantidade material planejada [%]
Iterativo	Flexibilidade	Duração (tempo)	Relação entre da duração executada com a duração planejada [%]
		Recurso	Relação entre a quantidade de recurso utilizado com a quantidade de recurso planejado [%]
		Custo (\$)	Relação entre o custo utilizado com o custo planejado [%]
	Lista de Verificação	Quantidade de item em conformidade	Relação entre os itens em conformidade com o total dos itens listados [%]
		Quantidade de itens sem conformidade ("não-conforme")	Relação entre os itens "sem conformidade" com o total dos itens listados [%]
		Quantidade de item a executar	Relação entre a quantidade de itens a executar com o total dos itens listados [%]

4.11. Montagem da Matriz da Qualidade e Terceira Série de Entrevistas

Com as informações extraídas das Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida, da Tabela de Desdobramento das Características da Qualidade e do grau de importância atribuído pelas empresas à Qualidade Exigida montou-se a Matriz da Qualidade (o procedimento de montagem da Matriz da Qualidade foi explicado no Capítulo 2).

Na terceira série de entrevistas com as empresas foi efetuada a correlação entre os itens das Tabelas Desdobramento da Qualidade Exigida e Desdobramento das Características da Qualidade.

Conforme CHENG *et al.* (1995) a correlação consiste em identificar o grau de influência ou interferência que um item de uma tabela exerce sobre o outro. A correlação é estabelecida entre dois itens provenientes de duas tabelas que formam uma matriz.

Neste trabalho adotou-se os seguintes valores de correlação: 1, 3 e 9 correspondendo a "fraca correlação", "média correlação" e "forte correlação", respectivamente.

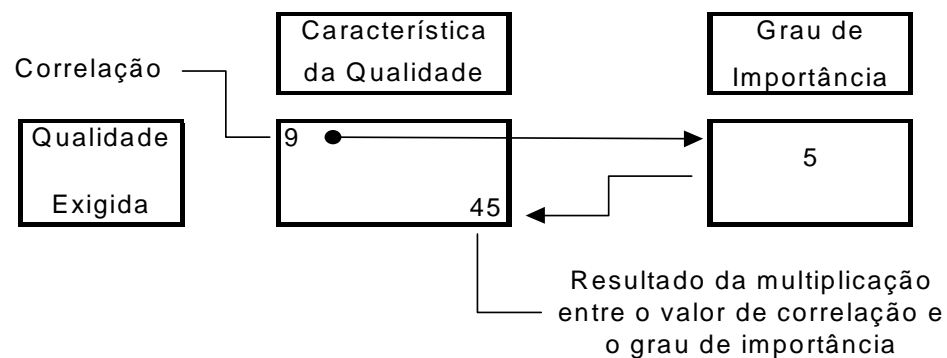


Figura 4.2 - Célula da matriz da qualidade

Fonte: Autor.

A Figura 4.2 ilustra uma célula da matriz da qualidade, onde constam o valor de correlação e o resultado da multiplicação desta correlação com o grau de importância.

Gerou-se três matrizes diferentes em relação ao grau de importância e na correlação (uma para cada empresa). O resultado apresentado destas matrizes indica os itens de maior relevância individualizados por empresa. Estes itens são apresentados na forma de percentual (peso relativo) de forma que a soma de todos os itens é 100%. A Figura 4.3 ilustra a Matriz da Qualidade.

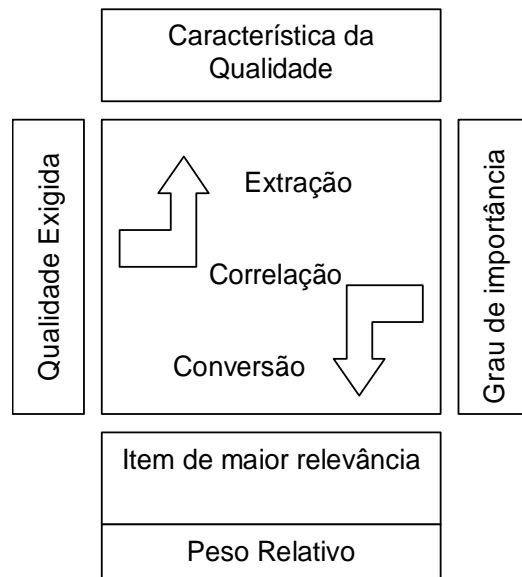


Figura 4.3 - Modelo de Matriz da Qualidade

Fonte: Autor (baseado em CHENG *et al.*, 1995)

A Matrizes da Qualidade das empresas CONSTRUÇÃO Construções, NUCLEO Engenharia, OMAR MAKSOUD Engenharia são mostradas, respectivamente, nas Figuras 4.4, 4.5 e 4.6.

Características da Qualidade		1o. Nível		Permanente			Sistêmico			Iterativo			Grau de Importância						
		2o. Nível		Estabelecer padrão			Alocação Recurso			Flexibilidade		Lista Verificação							
		3o. Nível		Técnico	Financeiro	Qualidade	Mão-de-obra	Equipamento	Material	Duração	Custo	Item em conform		Item s/ conform	Item a executar				
1o. Nível	2o. Nível	3o. Nível																	
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software			9	9				9	3				G I					
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido		9	45	45	9	9	9	9	1			5					
	Permitir acompanhamento do Custo			9	45		45	45	45	45	5			5					
	Conformidade			3	15	9	45			3	15	3	15	9	45	9	45	9	45
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha								9				3					
		Apresentar formato de rede de precedência				1	1	1	3	3				1					
		Indicar evolução do empreendimento		9	9				3	3				1					
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento								9	3				5					
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material						9	9					1					
		Permitir alocação de mão-de-obra				9								3					
		Permitir alocação de equipamentos					27	9					3						
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas		1	9	9				3	3				3					
Proporcionar a integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação			3	27	27				9	9			3					
Peso Absoluto			18	198	117	73	73	55	165	89	45	45	45	923					
Peso Relativo			2,0%	21,5%	12,7%	7,9%	7,9%	6,0%	17,9%	9,6%	4,9%	4,9%	4,9%	100%					

Figura 4.4 - Matriz da Qualidade - Empresa: CONSTRUÇÃO Construções.

Características da Qualidade		1o. Nível		Permanente			Sistêmico			Iterativo			Grau de Importância		
		2o. Nível		Estabelecer padrão			Alocação Recurso			Flexibilidade		Lista Verificação			
		3o. Nível		Técnico	Financeiro	Qualidade	Mão-de-obra	Equipamento	Material	Duração	Custo	Item em conform		Item s/ conform	Item a executar
1o. Nível	2o. Nível	3o. Nível													
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software								9	3				3	
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido				9	9	9	9	3				1	
	Permitir acompanhamento do Custo		1	5	9	45				9	45			5	
Facilitar a visualização	Conformidade		3	3		9	9				9	9	9	9	
	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha								3	15			5	
		Apresentar formato de rede de precedência				3	3	3						5	
		Indicar evolução do empreendimento		9					15	15	15			5	
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento								3	3			3		
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material						9					3		
		Permitir alocação de mão-de-obra				9			27				3		
		Permitir alocação de equipamentos				27	9						3		
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas		9	9	9								1		
Proporcionar a integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação			9									1		
Peso Absoluto				17	108	18	51	51	51	90	81	9	9	9	494
Peso Relativo				3,4%	21,9%	3,6%	10,3%	10,3%	10,3%	18,2%	16,4%	1,8%	1,8%	1,8%	100%

Figura 4.5 - Matriz da Qualidade - Empresa: NUCLEO Engenharia

Características da Qualidade		1o. Nível	Permanente			Sistêmico			Iterativo			Grau de Importância			
		2o. Nível	Estabelecer padrão			Alocação Recurso			Flexibilidade		Lista Verificação				
		3o. Nível	Técnico	Financeiro	Qualidade	Mão-de-obra	Equipamento	Material	Duração	Custo	Item em conform		Item s/ conform	Item a executar	
1o. Nível	2o. Nível	3o. Nível												GI	
Ter sistema computacional	Ter disponibilidade de software								9	3				5	
Possibilitar atingir as metas estabelecidas	Ter bom controle de prazo	Ter caminho crítico definido				9	9	9	9	9				5	
	Permitir acompanhamento do Custo		1	5	9	45				3	15	9	45	5	
	Conformidade		3	9		9	27					9	27	9	27
Facilitar a visualização	Permitir a emissão de relatórios	Apresentar formato de planilha									3			3	
		Apresentar formato de rede de precedência				1	1	3						3	
		Indicar evolução do empreendimento		9			3	3	9					3	
Facilitar sua utilização	Permitir replanejamento								9	3				5	
	Permitir alocação de recurso	Permitir alocação de material						9						3	
		Permitir alocação de mão-de-obra				9								3	
		Permitir alocação de equipamentos					27	9						3	
Facilitar a Tomada de Decisão	Possibilitar simulação de alternativas		9	9	9								5		
Proporcionar a integração das informações	Permitir a compatibilidade com outros sistemas de informação		45	9	45	45							3		
Peso Absoluto			59	162	72	75	75	81	195	129	27	27	27	929	
Peso Relativo			6,4%	17,4%	7,8%	8,1%	8,1%	8,7%	21,0%	13,9%	2,9%	2,9%	2,9%	100%	

Figura 4.6 - Matriz da Qualidade - Empresa: OMAR MAKSOUD Engenharia

A Figura 4.7 apresenta uma síntese dos resultados das matrizes da qualidade das três empresas, enfatizando os itens de maior relevância.

Empresa: CONSTRUÇÃO Construções		Empresa: NUCLEO Engenharia		Empresa: OMAR MAKSOUD Engenharia	
Característica da Qualidade	Peso Relativo	Característica da Qualidade	Peso Relativo	Característica da Qualidade	Peso Relativo
Financeiro	21,5%	Financeiro	21,9%	Duração	21,0%
Duração	17,9%	Duração	18,2%	Financeiro	17,4%
Qualidade	12,7%	Custo	16,4%	Custo	13,9%
Custo	9,6%	Mão-de-obra	10,3%	Material	8,7%
Mão-de-obra	7,9%	Equipamento	10,3%	Mão-de-obra	8,1%
Equipamento	7,9%	Material	10,3%	Equipamento	8,1%
Material	6,0%	Qualidade	3,6%	Qualidade	7,8%
Item em conformidade	4,9%	Técnico	3,4%	Técnico	6,4%
Item sem conformidade	4,9%	Item em conformidade	1,8%	Item em conformidade	2,9%
Item a executar	4,9%	Item sem conformidade	1,8%	Item sem conformidade	2,9%
Técnico	2,0%	Item a executar	1,8%	Item a executar	2,9%
Somatório	100,0%	Somatório	100,0%	Somatório	100,0%

Figura 4.7 - Comparativo entre os requisitos de maior relevância.

Fonte: Autor

As empresas pesquisadas representam vários segmentos na construção civil que sugerem a adoção de estratégias diferenciadas no desenvolvimento de seus empreendimentos. No entanto, estas empresas estão inseridas em um mesmo mercado competitivo que evidentemente influencia suas estratégias.

As matrizes da qualidade das três empresas resultaram nos requisitos “financeiro” e “duração” como os de maiores relevâncias. É indiscutível a afirmação de que estes parâmetros sejam de suma importância para o desenvolvimento de um empreendimento. A administração destes parâmetros é um dos objetivos das empresas, como afirma um dos entrevistados na primeira série de entrevista: "Para a permanência da empresa no mercado são considerados: preço, prazo e qualidade. É um tripé difícil de administrar" (Tabela 4.1).

Portanto é compreendido a necessidade do estabelecimento de um sistema de planejamento que leve em consideração estes parâmetros como de maior relevância, evidentemente levando também em consideração dos demais parâmetros.

A baixa pontuação quanto ao resultado do requisito "lista de verificação" que compreende os sub-itens: “item em conformidade”, “item sem conformidade” e “item a executar” pode ser compreendido por ser estes os requisitos que é preocupação notória do planejamento operacional. O nível operacional, conforme explicado anteriormente, que

apresenta o maior grau de detalhamento dos serviços e conseqüentemente existe, neste nível de planejamento, a preocupação com a verificações de cada serviços que podem serem classificados como em conformidade, sem conformidade e a executar, classificação esta típicas de chão de fábrica.

As entrevistas foram aplicadas na alta gerência que tem como foco principal as questões macros dos empreendimentos, como os valores dos desembolsos mensais, duração total do empreendimento, etc. Sendo possível a compreender que este resultado apresentam estes requisitos como de pouca relevância para este nível de planejamento.

As matrizes da qualidade apresentam seus resultados em forma de peso relativo (%) dos requisitos das Características da Qualidade. Esta atribuição evidencia estes requisitos quanto a sua maior relevância.

A matriz de decisão, descrita a seguir, utilizará desta ponderação dos requisitos como fator determinante na definição de qual técnica de planejamento melhor se adapta ao perfil de cada empresa.

4.12. Matriz de Decisão

O método de utilização desta matriz é a comparar dois ou mais produtos ou serviços através de uma listagem de suas características. Utilizando-se um destes produtos ou serviços como referência para a comparação com o outro produto ou serviço. A comparação consiste verificar em relação a referência as seguintes atribuições (+) positiva, (-) negativa e (=) igual. A Figura 4.7 ilustra a Matriz de Decisão.

Característica da Qualidade		Peso Relativo	Referência	Técnica a ser comparada	Pontuação		
					(+)	(-)	(=)
Item 1	Item 1.1	15,0%	Técnica de Planejamento	(=)			15,0%
	Item 1.2	21,5%		(-)		21,5%	
	Item 1.3	12,7%		(-)		12,7%	
Item 2	Item 2.1	17,8%		(+)	17,8%		
	Item 2.2	20,0%		(+)	20,0%		
	Item 2.3	13,0%		(+)	13,0%		
Somatório		100,0%			50,8%	34,2%	15,0%

Figura 4.8 - Exemplo de Matriz de Decisão

Fonte: Autor

Neste exemplo, as duas técnicas de planejamento tem desempenho iguais para o item 1.1, portanto a técnica comparada recebe atribuição (=), para o item 1.2 a técnica

comparada tem um desempenho inferior a técnica referencial, portanto recebeu a atribuição (-) e para o item 2.1 a técnica comparada tem desempenho superior a técnica referencial, portanto recebeu atribuição (+). O somatório dos pesos relativos de cada item indica a que técnica comparada apresenta as melhores condições de desempenho, com relação a estes itens verificados.

Neste trabalho a comparação deu-se entre as técnicas PERT/CPM e a Linha de Balanço, por serem técnicas consagradas aplicadas na construção civil, conforme visto anteriormente, no entanto, esta comparação poderia ser feita utilizando quaisquer outras técnicas. A Figura 4.7, apresenta um esquema deste processo decisório.

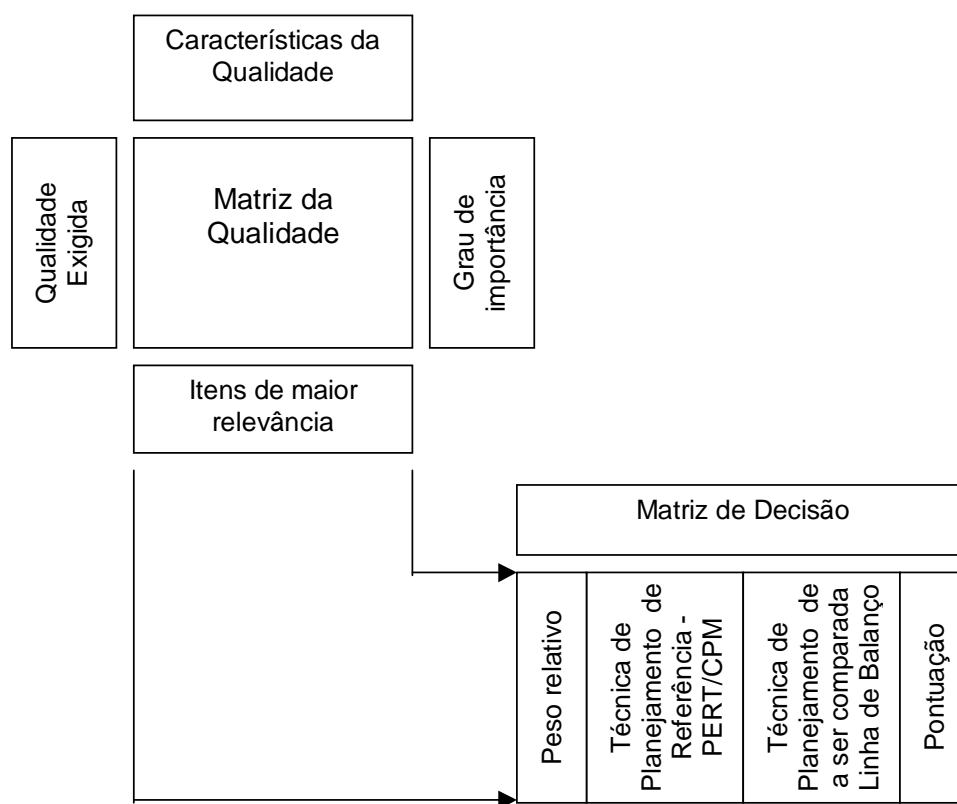


Figura 4.9 - Matriz da Qualidade e Matriz de Decisão

Fonte: Autor

A seguir, são apresentadas os resultados destas comparações individualizadas por empresa CONSTRUÇÃO Construções, NUCLEO Engenharia, OMAR MAKSOUD Engenharia, mostradas nas Figuras 4.10, 4.11 e 4.12, respectivamente.

Característica da Qualidade		Peso Relativo	Referência	Linha de Balanço	Pontuação			
					(+)	(-)	(=)	
Estabelecer padrão	Técnico	2,0%	PERT/CPM	(=)			2,0%	
	Financeiro	21,5%		(-)		21,5%		
	Qualidade	12,7%		(-)		12,7%		
Alocação Recurso	Mão-de-obra	7,9%		(+)	7,9%			
	Equipamento	7,9%		(+)	7,9%			
	Material	6,0%		(+)	6,0%			
Flexibilidade	Duração	17,9%		(-)		17,9%		
	Custo	9,6%		(-)		9,6%		
Lista Verificação	Item em conformidade	4,9%		(-)		4,9%		
	Item sem conformidade	4,9%		(-)		4,9%		
	Item a executar	4,9%		(-)		4,9%		
Somatório		100,0%				21,8%	76,3%	2,0%

Figura 4.10 - Matriz de Decisão para a Empresa CONSTRUÇÃO Construções

Fonte: Autor

Característica da Qualidade		Peso Relativo	Referência	Linha de Balanço	Pontuação		
					(+)	(-)	(=)
Estabelecer padrão	Técnico	3,4%	PERT/CPM	(=)			3,4%
	Financeiro	21,9%		(-)		21,9%	
	Qualidade	3,6%		(=)			3,6%
Alocação Recurso	Mão-de-obra	10,3%		(+)	10,3%		
	Equipamento	10,3%		(+)	10,3%		
	Material	10,3%		(+)	10,3%		
Flexibilidade	Duração	18,2%		(=)			18,2%
	Custo	16,4%		(-)		16,4%	
Lista Verificação	Item em conformidade	1,8%		(-)		1,8%	
	Item sem conformidade	1,8%		(-)		1,8%	
	Item a executar	1,8%		(-)		1,8%	
Somatório		100,0%				31,0%	43,7%

Figura 4.11 - Matriz de Decisão para a Empresa NUCLEO Engenharia

Fonte: Autor

Característica da Qualidade		Peso Relativo	Referência	Linha de Balanço	Pontuação		
					(+)	(-)	(=)
Estabelecer padrão	Técnico	6,4%	PERT/CPM	(=)			6,4%
	Financeiro	17,4%		(-)		17,4%	
	Qualidade	7,8%		(=)			7,8%
Alocação Recurso	Mão-de-obra	8,1%		(+)	8,1%		
	Equipamento	8,1%		(+)	8,1%		
	Material	8,7%		(+)	8,7%		
Flexibilidade	Duração	21,0%		(+)	21,0%		
	Custo	13,9%		(-)		13,9%	
Lista Verificação	Item em conformidade	2,9%		(-)		2,9%	
	Item sem conformidade	2,9%		(-)		2,9%	
	Item a executar	2,9%		(-)		2,9%	
Somatório		100,0%			45,9%	40,0%	14,1%

Figura 4.12 - Matriz de Decisão. Empresa OMAR MAKSOUD Engenharia

Fonte: Autor

A Figura 4.10 indica que a técnica PERT/CPM como a que melhor se adapta a empresa CONSTRUÇÃO Construções.

Esta técnica apresenta vantagens em relação a outra técnica comparada, a Linha de Balanço, nos requisitos considerados de maior relevância para esta empresa, a saber "Financeiro" e "Duração".

Com empreendimentos de curta duração em geral, poucos meses ou até mesmo poucos dias e com características construtivas, em geral de pouca repetitividade, as necessidades desta empresa apontam para uma técnica flexível na definição do caminho crítico e que apresente facilidade no acompanhamento do custo dos seus empreendimentos.

A Figura 4.11 indica a técnica PERT/CPM como a que melhor se adapta para a empresa NUCLEO Engenharia. Seus empreendimentos principais são conjuntos habitacionais compostos por residências e edifícios com 4 pavimentos, estes possuem sistemas construtivos que apresentam características de repetitividade em seus serviços. Como exemplo cita-se as edificações executadas em estrutura de concreto moldada *in loco* com vedação dos ambientes executada em alvenaria revestidas ou nas edificações executadas em alvenaria estrutural em que o grau de repetitividade é ainda maior que a de estrutura de concreto moldada *in loco*. Estas tipologias construtivas repetem-se em todos os pavimentos.

No entanto, a inconstância nos ritmos de trabalho e sua conseqüente influência nas durações das atividades (aumento das durações) pode ser atribuída a também inconstante fonte dos recursos necessário para o desenvolvimento dos seus empreendimentos. Esta fonte de recursos oriunda dos condôminos, é suscetível a oscilações em decorrência da instabilidade e incertezas na economia nacional. Estas oscilações podem provocar uma certa descontinuidade dos serviços. A técnica PERT/CPM possui características de flexibilidade no tratamento de questões como replanejamento do plano inicial.

A Figura 4.12, aponta a técnica Linha de Balanço como que melhor se adapta a empresa OMAR MAKSOUD Engenharia, embora a pontuação atribuída a técnica PERT/CPM esteja muito próxima da atribuída a Linha de Balanço.

Esta técnica, a Linha de Balanço, como dito anteriormente, tem como características principais sua atuação favorável em empreendimentos cujos serviços apresentem repetitividade em suas atividades e as durações comportem-se de maneira constante.

Edifícios residenciais apresentam características construtivas que propiciam esta repetitividade e constância na duração. São, em geral, compostos pela periferia onde se localizam a garagem, depósitos, reservatório inferior, casa de máquinas, etc. e a torre onde localiza-se o saguão de entrada e os demais andares. A periferia não se caracteriza como repetitiva e nem com constância em suas durações. No entanto, na torre após a execução do primeiro andar (primeira série de apartamentos) os demais são executados praticamente com duração constante, com um pequeno decréscimo na duração em relação ao primeiro com os demais, beneficiados pelo efeito aprendido. Estas características de repetitividade confirmaram a indicação da técnica Linha de Balanço como a que melhor se adapta a esta empresa.

4.13 Considerações finais sobre a pesquisa

A partir do estabelecimento de um roteiro (Figura 4.1 - Roteiro da Pesquisa) para este trabalho, pode-se fazer o seu desenvolvimento proposto, que foi o de selecionar empresas através de determinados critérios, como representatividade da empresa no mercado, longevidade, as características construtivas dos seus empreendimentos, etc. A partir daí, efetuar uma série de entrevistas (total de quatro séries) objetivando estabelecer os requisitos desejáveis em um sistema de planejamento, como por exemplo, facilidade de replanejamento, facilidade de visualização, etc., e a conseqüente determinação de uma técnica de planejamento que melhor atende-se a estes requisitos.

A matriz da qualidade, utilizando-se das informações extraídas das entrevistas, apresentou os requisitos de maior relevância em um sistema de planejamento como: "financeiro" (relação entre o capital investido e o capital recebido) e "duração" (relação entre a duração executada com a duração planejada).

A técnica de planejamento a ser utilizada deve ter capacidade de analisar, acompanhar, simular, visualizar e interpretar o desempenho destes requisitos durante o desenvolvimento de um empreendimento, de forma prioritária. A observância aos demais requisitos também é importante e esta ponderação foi equacionada através da utilização da matriz de decisão.

A matriz de decisão determinou através dos requisitos desejáveis em um sistema de planejamento e seus pesos relativos de maior relevância, qual técnica de planejamento atende de forma mais abrangente a estes requisitos.

Perfil da empresa	Técnica de planejamento recomendada
Empresa de fabricação e montagem de estrutura metálica	PERT/CPM
Construtora de condomínio residenciais	PERT/CPM
Construtora de edifícios residenciais	Linha de Balanço

Tabela 4.8 - Técnica de planejamento recomendada.

Fonte: Autor

A Tabela 4.8 apresenta os resultados das matrizes de decisão (Figuras 4.10, 4.11 e 4.12), com as empresas e as correspondentes técnicas de planejamento recomendadas para a implantação, tendo em vista o atual perfil das empresas e as características dos seus empreendimentos.

Capítulo 5 - Conclusões e sugestões

Pode-se concluir que, a partir da proposta inicial de desenvolvimento deste trabalho, que este alcançou os objetivos propostos que foi identificar qual técnica de planejamento melhor se adapta a uma empresa da construção civil.

As três empresas selecionadas a partir de critérios estabelecidos, que participaram desta pesquisa, saber:

A primeira é uma empresa de fabricação e montagem de estruturas metálicas que apresenta as seguintes características: os seus produtos são feitos por encomendas e em geral, são obras inéditas, apresentando durações, relativamente curtas, variando em poucos meses. São empreendimentos normalmente administrados por uma única pessoa (o contratante). Suas atividades são realizadas com uso intenso de equipamentos e a mão-de-obra é relativamente qualificada.

A segunda empresa é uma construtora de condomínios residenciais que apresenta as seguintes características: seus produtos (casas e apartamentos) podem ser fabricados para estoque e os empreendimentos são de longa duração atingindo até de 4 anos. São administrados (embora de forma indireta) por várias pessoas, os seus condôminos e é destes que provém os recursos necessários para o desenvolvimento dos serviços e utiliza mão-de-obra de produção de forma intensiva.

A terceira é a empresa construtora de edifícios residenciais que apresenta as seguintes características: os produtos (apartamentos) são fabricados para serem comercializados depois de prontos, os seus empreendimentos são de média a longa duração (variando entre 2 e 3 anos). É administrado por uma única pessoa (o empreendedor) e os recursos provém da própria empresa. Utiliza mão-de-obra de produção de forma intensiva.

O desafio foi a utilização do QFD como metodologia de definição dos requisitos de maior relevância de um sistema de planejamento desejado pelas empresas, dada a existência de farta literatura de suas aplicações em produtos e serviços, sendo estas aplicações denominadas como convencionais. No entanto, não foram encontradas muitas publicações de aplicações não-convencionais, como a que foi realizada nesta pesquisa. Por exemplo, durante o levantamento bibliográfico não foi encontrado nenhuma citação da utilização do QFD na avaliação de sistemas de planejamento.

A partir de uma série de entrevistas onde as informações foram levantadas e tratadas conforme a metodologia QFD, que apontou como de maior relevância os

requisitos "financeiro" e de "duração", isto é, o sistema de planejamento pretendido deverá prioritariamente facilitar o acompanhamento destes requisitos.

A utilização de uma matriz de decisão finalizou o trabalho. O método utilizado nesta matriz é o de comparação. Basicamente estabelece-se um elemento, dentre dois como referencial, por exemplo um produto ou um serviço ou o que se queira comparar e o outro elemento que será comparado ao referencial. A comparação será através de uma listagem das características destes elementos e consiste verificar em relação ao referencial as seguintes atribuições: (+) positiva, (-) negativa e (=) igual.

A matriz de decisão possibilitou a comparação entre duas técnicas de planejamento, a PERT/CPM e a Linha de Balanço, através dos requisitos de maior relevância definidos na matriz do QFD, apontando qual destas técnicas de planejamento melhor se adapta ao perfil de cada empresa.

Das três empresas que participaram desta pesquisa, duas delas apresentam características de produção que propiciam a implantação da técnica PERT/CPM, a empresa de fabricação e montagem de estruturas metálicas e a construtora de condomínios residenciais e a terceira empresa por suas características propicia a implantação da técnica Linha de Balanço, a construtora de edifícios residenciais.

5.1 Fatores Positivos da Pesquisa

A primeira vista parece complicado utilizar o QFD, mas a medida em que se domina o metodologia, pode-se perceber sua coerência.

A empresa que utilizar o QFD deve saber que esta ferramenta requer gerenciamento multifuncional. Neste tipo de gerenciamento, as metas de qualidade e satisfação dos clientes são estabelecidas em conjunto, garantindo, desse modo, um maior comprometimento de todos para com os resultados da aplicação do QFD. Este é, talvez, um dos maiores benefícios do QFD, fazer com que a empresa seja focada para a satisfação dos clientes e trabalhe em grupos, pensando e trabalhando juntos num mesmo sentido. É portanto, uma forma de integração da empresa.

A determinação de uma técnica de planejamento que melhor se adapte ao perfil de uma empresa é de suma importância, para que esta se mantenha competitiva neste mercado. Evidentemente, que este processo de determinação desta técnica por si só não apresenta nenhum ganho prático se não for acompanhado de um eficiente processo de implantação desta técnica nas empresas.

Este estudo proporcionou aos entrevistados fazerem um questionamento quanto a eficiência do sistema de planejamento praticado por suas empresas.

5.2 Principais dificuldades encontradas

No desenvolvimento deste trabalho as principais dificuldades encontradas são descritas a seguir, bem como a forma como foram contornadas:

- a) escassez de bibliografias relacionadas com o tema de utilização do QFD em aplicações não-convencionais, neste caso houve a necessidade de realizar analogias com as aplicações convencionais que são mais facilmente encontradas na bibliografia;
- b) em virtude das características desta pesquisa, os entrevistados apresentaram dificuldades em efetuar a correlação das informações entre as tabelas Qualidade Exigida e Características da Qualidade, nas matrizes da qualidade. Neste caso, apesar das dificuldades de compreensão, estes mostraram-se disponíveis às explicações, que foram pacientemente assimiladas;
- c) a matriz de decisão mostrou-se como uma eficiente ferramenta de comparação das técnicas de planejamento, no entanto, houve a necessidade dos entrevistados conhecerem as duas técnicas comparadas. Das duas técnicas apresentadas para comparação: PERT/CPM e Linha de Balanço, os entrevistados conheciam com maior grau de profundidade a PERT/CPM, mais pela associação aos software disponíveis no mercado do que pela técnica propriamente dita. Houve então a necessidade de uma explicação das principais características destas técnicas de maneira que facilitasse as comparações. Um dos entrevistados tem um bom conhecimento das duas técnicas que facilitou as comparações.

5.3 Recomendações para trabalhos futuros

Durante a execução deste trabalho, foram observados alguns aspectos que, sem dúvida, se aprofundados trariam contribuições científicas e práticas. Por limitações de tempo e sem querer desvirtuar o trabalho de sua proposta original, estes aspectos não foram abordados, mas são deixados aqui como sugestões para temas de futuros trabalhos.

- a) aumentar a amostra. Esta pesquisa limitou-se analisar três empresas ligadas à construção civil, no entanto estas empresas apresentam características diversas,

conforme visto anteriormente. Um estudo envolvendo um número maior de empresas com características com maior grau de semelhança, evidenciaria uma maior exatidão quanto a definição de uma técnica de planejamento;

- b) envolver os demais setores da empresa na pesquisa. O QFD preconiza o trabalho multifuncional, portanto envolver os demais setores da empresa afetado pelo sistema de planejamento, entrevistando um número maior de pessoas numa mesma empresa atingido todos os setores, como departamento de compras, de contabilidade, departamento de pessoal, estes considerados no escritório. Ainda, envolver os funcionários locados nas obras, como engenheiro coordenador, engenheiro residente, mestre-de-obra, encarregados, etc. Isto é, realizar uma pesquisa que envolve-se todos os níveis de planejamento, estratégico, tático e operacional;
- c) um dos casos descritos dos exemplos de utilização no QFD no Capítulo 2, foi os benefícios da utilização da metodologia do QFD como suporte à implementação do TQC (Controle da Qualidade Total) em empresas do setor de serviços (FIATES, 1995). Baseando-se neste exemplo, seria interessante um estudo de avaliação da implantação de um sistema de planejamento em uma empresa da construção civil, através do QFD;
- d) O estudo de técnicas como MRP II, JIT e OPT propiciou a possibilidade de averiguação das possibilidades de aplicações destas técnicas na construção civil. No entanto, durante o levantamento bibliográfico não foi encontrada nenhuma publicação descrevendo a utilização destas técnicas neste setor, apontando para a carência de estudos neste sentido. Propostas de estudo neste sentido viabilizariam a implantação destas técnicas de planejamento, neste setor produtivo;
- e) verificar a utilização de aplicação em conjunto de duas ou mais técnicas de planejamento, por exemplo PERT/CPM e MRP II.

Referências Bibliográficas

ABDUL-RAHMAN, H; KWAN, C.L.; WOODS, P.C. **Quality Function Deployment in construction design: application in low-cost housing design**. International Journal of Quality & Reliability Management, vol. 16 n. 6, p. 591-605, 1999.

AGOSTINHO, O.L, **Sistemas de manufatura**. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica. Vols. I e II, 1997

AKAO, Y (Ed.) **Hinshitsu Tenkai Katsuyo No Jissai**. Tokyo: JSA, 1988. O seu correspondente é AKAO, Y (Ed.) **QFD: Integrating Customer Requirements into Product Design**. Cambridge: Productivity Press, 1990.

AKAO, Y. **Introdução ao Desdobramento da Qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1996.

AKAO, Y; OHFUJI, T; ONO, M. **Hinshitsu Tenkai Katsuyo Manuaru**. Tokyo: JUSE Press, 3^o vol. 1990

ASSUMPÇÃO, J.F.P. **Programação de obras - Uma abordagem sobre técnicas de programação e uso de softwares**. 1988. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Planejamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ASSUMPÇÃO, J.F.P., **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. 1996. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

BARROS, A.J.P. e LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de metodologia - Um guia para a iniciação científica**. São Paulo: McGraw-Hill, 1986.

BERNARDES, M.M.S., **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através do estudo de seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso**. 1996. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BOITEUX, C.D. **Pert/CPM/ROY e outras Técnicas de Programação e Controle**. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científico Editora S.A., 1985.

CARVALHO, M.M. **QFD - Uma ferramenta de tomada de decisão em projeto**. 1997. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CERVO, A.L. e BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários**. 3ª ed. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHENG, L.C. e SATANTOPOULOS, I.A. **QFD in Brazil: Successful Diffusion Process into Organizations**. Proceedings of the First Internacional Symposium on Quality Function Deployment, Tokyo, 1995.

CHENG, L.C. *et al.* **QFD Planejamento da Qualidade**. Belo Horizonte: Ed. Littera Maciel Ltda., 1995.

CHIAVENATO, I. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Editora Campus, 1999.

CORREA, H.L. e GIANESI, I.G.N. **Just in Time, MRP II e OPT - Um Enfoque Estratégico**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1993.

CORREA, H.L. *et al.* **Planejamento, Programação e Controle da Produção - MRP II/ERP Conceitos, Uso e Implantação**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1997

DELLARETTI FILHO, O. **As Sete Ferramentas do Planejamento da Qualidade (7FPQ)**. Belo Horizonte: Ed. Littera Maciel Ltda., 1996.

EUREKA, W.E. e RYAN, N.E. **QFD Perspectives Gerenciais do Desdobramento da Função Qualidade**. Rio de Janeiro: QualityMark Editora, 1993.

EVBUOMWAN, N. F.O. e ANUMBA, C.J. **An integrated framework for concurrent life-cycle design and construction**. Elsevier Science Ltd and Civil-Comp Ltd. Advances in Engineering Software Vol. 29, No. 7–9, pp. 587–597, 1998.

FIATES, G.G.S. **A Utilização do QFD como suporte a implementação do TQC em Empresas do setor de serviços**. 1995. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FORMOSO, C.T. **Planejamento da produção como processo**. Programa de Capacitação. SindusCon. Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000.

- GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- GUAZZI, D.M. **Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes internos uma aplicação em cooperativas agropecuárias**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia De Produção, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- HILLIER, F.S. e LIEBERMAN, G.J., **Introdução à Pesquisa Operacional**. Rio de Janeiro, Editora Campus São Paulo - EDUSP, 1988.
- ICHIHARA, J.A, **Um método de solução heurístico para a programação de edifícios dotados de múltiplos pavimentos-tipo**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- KANEKO, N. **QFD Implementation in Hotel Service**. 5th International Symposium on Quality Function Deployment, 1998.
- KING, B. **Better designs in half the time - Implementing QFD Quality Function Deployment in America**. Metheven: Goal/QPC, 1989.
- LAUFER, A. e TUCKER, R.L. **Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process**. Constrution Management and Economics, 1987.
- LUNA, M.M.M. **Avaliação e incorporação do valor dado pelo usuário ao projeto de caixilhos de uma residência**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- MARCONI, M.A. e LAKATOS, E.M. **Técnicas de Pesquisa : planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, análise e interpretação de dados**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1990.

MENDES JR, R. **Programação da Produção da Construção de Edifícios de Múltiplos pavimentos usando Linha de Balanço**. 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

MIGUEL, P.A.C. **Qualidade: Enfoques e Ferramentas**. São Paulo: Artliber Editora, 2001.

MIZUNO, S; AKAO, Y. **Hinshitsu Kino Tenkai** Tokyo: JUSE Press, 1978. O seu correspondente com alguns acréscimos é MIZUNO, S., AKAO, Y (Eds.) **QFD: The Customer-Driven Approach to Quality Planning and Deployment**. Tokyo: APO, 1994

MUSETTI, M.A. **Planejamento e Controle de Projetos**. *In*: Gerenciamento na Construção Civil. São Carlos: EESC/USP, 1998.

NUMA - Núcleo de Manufatura Avançada. **QFD Quality Function Deployment**. USP - São Carlos. Disponível em: <http://tigre.prod.eesc.sc.usp.br/producao/qualidade>, acesso em: 5.out.2001.

OLIVEIRA, L.C. **Uso Integrado do Método QFD e de Técnicas Estatísticas de Planejamento e Análise de Experimentos na etapa do Projeto do Produto e do Processo**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PIRES, S.R.I. **Gestão Estratégica da Produção**. Piracicaba: Editora Unimep, 1995.

PÔRTO M.B.S. **Avaliação De Processos Em Hospitais: Uma Abordagem Pelos Princípios do QFD**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro Tecnológico, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

Qualidade na Construção. **Quem é a mão-de-obra da Construção Civil**. Revista Qualidade na Construção. SESI SindusCon-SP, nº 15, ano II, p. 23-29, 1999.

SLACK, N. *et al.* **Administração da Produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

SOUZA, R. *et al.* **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Centro de Tecnologia de Edificações, SEBRAE, SindusCon. Ed. Pini, 1995.

TAVARES, M. **Aplicando o QFD à Gestão Ambiental**. Banas Ambiental. p. 24. 2000.

THOMAS, C.E.S. **A Prática do Planejamento Empresarial**. Recife: Editora McGraw-Hill do Brasil, Ltda., 1976.

TRIVIÑOS, A.N.S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais**. São Paulo: Atlas, 1987.

VARGAS, N. **Gênese e difusão do Taylorismo no Brasil**. Ciências Sociais Hoje, 1985.

VIERIA NETTO, A. **Como gerenciar construções**. São Paulo: Ed. Pini, 1988.

ZANFELICE, J.C. **Uso de métodos da Engenharia de Produção na modernização da Construção Civil**. Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 1998.