

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ALEXSANDRO AMARANTE DA SILVA

PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MÚLTIPLOS EMPREENDIMENTOS EM
EDIFICAÇÕES

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia.



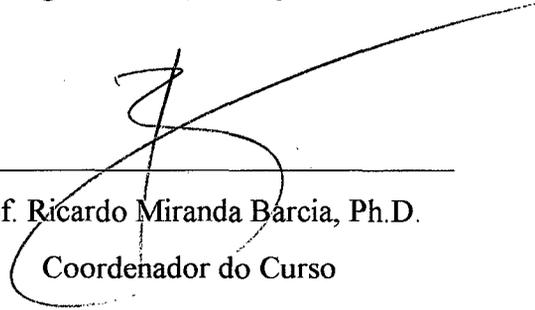
03473348

Florianópolis, Maio de 2001.

ALEXSANDRO AMARANTE DA SILVA

**PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MÚLTIPLOS EMPREENDIMENTOS EM
EDIFICAÇÕES**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de "Mestre em Engenharia", Especialidade em Engenharia de Produção e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.



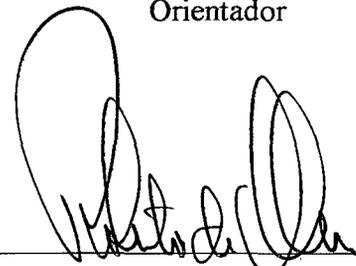
Prof. Ricardo Miranda Barcia, Ph.D.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

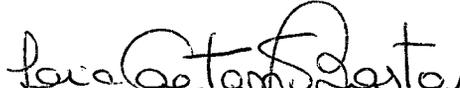


Prof. Gregório Jean Varvakis Rados, Ph.D.

Orientador



Prof. Roberto de Oliveira, Ph.D.



Profa. Lia Caetano Bastos, Dr.

DEDICATÓRIA

Aos que desafiaram a navegação além linha do horizonte;

Aos que desafiaram normas "inquestionáveis" das classes dominantes ao longo dos séculos;

Aos que desafiaram respostas convenientes, tais como "se o homem devesse voar, teria nascido com asas";

Aos que desafiaram a ausência da democracia no Brasil;

Aos que desafiam o conhecimento existente para criar novas soluções e realidades.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda sua misericórdia, demonstrada através de cada situação vivida, sempre tão cheia de sua graça, onde com o tempo, ao olhar para trás, sempre pude vislumbrar sua mão generosa e paciente.

Aos meus pais, que me permitiram a experiência de viver;

À minha esposa e minha filha, que compartilharam tão intimamente os sofrimentos e realizações inerentes a essa empreitada;

Ao professor Gregório, que demonstrou maturidade e serenidade em sua orientação;

Ao engenheiro e empresário Giovanni Brígido, que disponibilizou as informações de sua empresa e de seus negócios, para a realização do primeiro estudo de caso;

Ao Superintendente, Coordenador de Engenharia, Chefe do Núcleo de Edificações e demais engenheiros do Departamento de Edificações, Estradas e Rodagem do Estado do Ceará, que acreditaram na aplicação do método como solução do complexo construtivo do segundo estudo de caso;

A todos os profissionais que contribuíram pessoalmente, por telefone ou e-mail para o êxito desta empreitada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE QUADROS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Justificativa.....	2
1.3 Objetivo geral.....	4
1.4 Objetivos Específicos.....	4
1.5 Estrutura do Texto.....	5
CAPÍTULO 2 – PLANEJAMENTO E CONTROLE.....	7
2.1 O Planejamento e Controle na Era Moderna.....	7
2.2 Planejamento e Controle da Produção.....	8
2.2.1 Planejamento e Controle da Produção sob Encomenda.....	9
2.3 Planejamento e Controle de Projetos.....	11
2.3.1 Programação de Projetos com Limitações de Recursos.....	13
2.3.2 Nivelamento de Recursos.....	16
2.3.3 Múltiplos Projetos.....	16
2.3.3.1 Planejamento Descentralizado.....	21
2.3.3.2 Planejamento Centralizado.....	22
2.3.3.3 Delegação.....	23
2.4 Técnicas de Planejamento.....	24
2.4.1 Gráfico de Gantt.....	24
2.4.2 Técnicas de Rede.....	25
2.4.2.1 CPM (Critical Path Method).....	27
2.4.2.2 PERT (Program Evaluation and Review Technique).....	29
2.4.2.3 PDM (Precedence Diagram Method).....	30
2.4.3 LOB (Line of Balance).....	32
2.4.4 Método do Valor do Trabalho Feito.....	34

CAPÍTULO 3 – A CONTRUÇÃO CIVIL E O SUB-SETOR EDIFICAÇÕES.....	38
3.1 A Indústria da Construção Civil.....	38
3.2 A Construção Civil e a Atual Economia.....	39
3.3 O Sub-Sector Edificações.....	43
3.4 Planejamento e Controle em Edificações (PCE).....	45
3.5 Gerenciamento de Projetos em Edificações.....	49
3.6 Gerenciamento de Recursos em Edificações	51
3.6.1 Materiais.....	52
3.6.2 Recursos Humanos.....	52
3.6.3 Equipamentos e Ferramentas.....	53
3.6.4 Instalações	54
3.6.5 Alocação de Recursos	55
3.7 Tecnologia de Informação	56
3.7.1 Tecnologia de Informação no Sub-Sector Edificações.....	59
3.7.2 Bancos de dados	60
3.7.3 Gerenciadores de Projetos.....	61
CAPÍTULO 4 – PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MÚLTIPLOS EMPREENDIMENTOS EM EDIFICAÇÕES (PCME)	63
4.1 O Método PCME.....	63
4.2 Etapa 1 : Estruturação.....	67
4.2.1 Definir os grande grupos de informação	68
4.2.2 Identificar as características comuns dos produtos.....	68
4.2.3 Escalonar os grupos ou subgrupos de tarefas.....	69
4.3 Etapa 2 : Parametrização.....	70
4.3.1 Determinar os parâmetros estratégicos do empreendimento.....	71
4.3.2 Determinar os parâmetros operacionais e dimensionar os recursos.....	72
4.3.2.1. Vinculação dos índices de produtividade aos pacotes de trabalho.....	73
4.3.2.2. Determinação das durações das tarefas.....	73
4.3.2.3. Seqüenciamento do fluxo construtivo	74
4.3.2.4. Dimensionamento das equipes de cada tarefa.....	74

4.4 Etapa 3 : Programação do Complexo Construtivo	76
4.4.1 Programação	77
4.4.2 Avaliar se a programação foi satisfatória.....	78
4.4.2.1. Verificar o prazo de entrega	79
4.4.2.2. Verificar a demanda em função da disponibilidade permitida.....	79
4.4.2.3. Avaliar mais de uma solução que atenda as verificações anteriores.....	79
4.4.3 Simulação	81
4.4.4 Definir a gestão de recursos.....	81
4.5 Etapa 4 : Controle	83
4.5.1 Avaliar a infra-estrutura de comunicação	84
4.5.2 Definir e testar procedimento	85
4.6 Etapa 5 : Avaliações.....	86
4.6.1 Levantar os custos e o avanço físico.....	87
4.6.2 Calcular indicadores de desempenho e projeções	88
4.6.3 Avaliar resultados e definir ações.....	89
4.7 Resumo.....	91
CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MÉTODO PCME.....	93
5.1 As Empresas	93
5.1.1. GBC Engenharia Ltda	93
5.1.2. Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes (DERT)	94
5.1.3. Considerações sobre o Método e as Necessidades Empresariais.....	95
5.2 Os Complexos Construtivos	96
5.2.1. Conjunto Residencial Cely Loureiro	96
5.2.2. Unidade Sócio-Educacional Pantanal.....	97
5.2.3. Considerações sobre os Complexos Construtivos	98
5.3 Os Planejamento Anteriores ao Método PCME	98
5.3.1. Planejamento Anterior do Conjunto Residencial Cely Loureiro	99
5.3.2. Planejamento Anterior da Unidade Sócio-Educacional Pantanal.....	100
5.3.3. Considerações sobre os Planejamentos Anteriores	101
5.4 A Aplicação do Método PCME.....	101

5.5. Etapa 01 – Estruturação	102
5.5.1. Estruturação do Conjunto Residencial Cely Loureiro	102
5.5.2. Estruturação da Unidade Sócio-Educacional Pantanal	105
5.5.3. Considerações sobre a Etapa de Estruturação	107
5.6. Etapa 02 – Parametrização	107
5.6.1. Parametrização do Conjunto Residencial Cely Loureiro	108
5.6.2. Parametrização da Unidade Sócio-Educacional Pantanal	109
5.6.3. Considerações sobre a Parametrização	110
5.7. Etapa 03 – Programação	111
5.7.1. Programação do Conjunto Residencial Cely Loureiro	112
5.7.1.1. Simulações variando a disponibilidade máxima de mão-de-obra	116
5.7.1.2. Definição da gestão dos recursos	120
5.7.2. Unidade Sócio-Educacional Pantanal	120
5.7.3. Considerações sobre a Programação	122
5.8. Etapa 04 – Controle	123
5.8.1. Definições de Controle do Conjunto Residencial Cely Loureiro	124
5.8.2. Definições de Controle da Unidade Sócio-Educacional Pantanal	124
5.8.3. Considerações sobre as Definições de Controle	125
5.9. Etapa 05 – Avaliações	125
5.9.1. Avaliações do Conjunto Residencial Cely Loureiro	126
5.9.2. Avaliações da Unidade Sócio-Educacional Pantanal	126
5.9.3. Considerações sobre as Avaliações da Unidade Sócio-Educacional Pantanal ...	130
5.10. Análise dos Resultados dos Estudos de Caso	131
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES	135
6.1 - O Método PCME e seu Emprego em outros Sub-Setores	136
6.2 - Dificuldades Encontradas nos Estudos de Caso	138
6.3 - Análise das Soluções Computacionais Utilizadas	139
6.4 - Outros Resultados Adicionais do Trabalho	142
6.5 - Sugestões para Trabalhos Futuros	143
6.6 - Conclusões Finais	144

ANEXO A - Planilha Elaborada para os Parâmetros Operacionais do Primeiro Estudo de Caso	145
ANEXO B - Seqüenciamento dos Pacotes de Trabalho do Primeiro Estudo de Caso	146
ANEXO C - Dimensionamento dos Recursos por Pacote de Trabalho do Primeiro Estudo de Caso	147
ANEXO D - Análise das Soluções do Primeiro Estudo de Caso	148
ANEXO E - Cronograma de Contratação de Recursos do Primeiro Estudo de Caso.....	162
ANEXO F - Planilha de cálculo do desempenho de prazo do segundo estudo de caso	164
ANEXO G - Quadrantes de Desempenho em 01/12/00 do Segundo Estudo de Caso.....	165
BIBLIOGRAFIA	166

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral das atividades do PCP.....	9
Figura 2 – Representação gráfica das folgas de atividades.....	26
Figura 3 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas	28
Figura 4 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas com Inserção Errada de Uma Atividade Paralela	28
Figura 5 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas com Inserção Correta de Uma Atividade Paralela	29
Figura 6 – Histórico da Origem e Implantação do PERT	30
Figura 7 – Diagrama de Blocos para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas	31
Figura 8 – Diagrama de Blocos para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas e Uma Atividade Paralela.....	31
Figura 9 – Tipos Possíveis para Detalhamento de Dependências entre Atividades	31
Figura 10 – Curvas Acumuladas de um Projeto	36
Figura 11 – Fórmulas para o cálculo do valor do trabalho feito e projeções ao término	37
Figura 12 – Gráfico do Crescimento das Vendas	41
Figura 13 – Gráfico da Análise Conjunta da Liquidez, Margem das Vendas e Rentabilidade .	41
Figura 14 - O fluxo do método PCME	64
Figura 15 - Roteiro para elaboração ou identificação da estrutura de informação	67
Figura 16 - definição dos parâmetros e dimensionamento de equipes	70
Figura 17 - Programação do complexo construtivo.....	77
Figura 18 - Análise Gráfica da Distribuição de Recurso e sua Ociosidade	80
Figura 19 - Roteiro para definição da estrutura de controle.....	83
Figura 20 - Roteiro para avaliação de desempenho	86
Figura 21 - Gráfico da análise dos quadrantes de performance do empreendimento.....	89
Figura 22 – Método PCME, etapa Estruturação	102
Figura 23 - Ilustração do processo de integração entre <i>softwares</i>	106
Figura 24 – Método PCME, etapa Parametrização	108
Figura 25 – Método PCME, etapa Programação	111
Figura 26 - Caixa de diálogo Redistribuição de recursos do Ms-Project 98	112

Figura 27 - Tela do Ms-Project com o resultado inicial da inserção dos parâmetros	115
Figura 28 - Demanda de recursos antes da programação.....	115
Figura 29 - Programação das edificações da primeira solução	117
Figura 30 - Demanda dos recursos da primeira solução	117
Figura 31 - Programação das edificações da segunda solução	118
Figura 32 - Demanda dos recursos da segunda solução.....	118
Figura 33 – Método PCME, etapa Controle	124
Figura 34 – Método PCME, etapa Avaliações	126
Figura 35 - Análise gráfica da ociosidade dos recursos da solução 01 do primeiro estudo de caso.....	153
Figura 36 - Análise gráfica da ociosidade geral da solução 01 do primeiro estudo de caso ..	154
Figura 37 - Análise gráfica da ociosidade dos recursos da solução 02 do primeiro estudo de caso.....	160
Figura 38 - Análise gráfica da ociosidade geral da solução 02 do primeiro estudo de caso ..	161
Figura 39 - Quadrante de Desempenho da Administração e do Dormitório 01 em 01/12/00	165

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre a gestão de múltiplos projetos e projetos individuais.....	18
Tabela 2 – Especificidades da Construção Civil.....	38
Tabela 3 – Características e tendências dos aplicativos para banco de dados.....	61
Tabela 4 – Características e tendências dos aplicativos para gerenciamento de projetos.....	62
Tabela 5 – Exemplos de grupos de produtos para elaboração de estruturas padrões de informação.....	69
Tabela 6 - Considerações para o planejamento em função dos parâmetros estratégicos.....	71
Tabela 7 - limitações de telecomunicação e transporte e a periodicidade de controle e comunicação sugerida.....	84
Tabela 8 - Resultado do dimensionamento de mão de obra do planejamento anterior do primeiro estudo de caso.....	100
Tabela 9. Estrutura de informação do primeiro estudo de caso.....	104
Tabela 10 - Avaliação dos parâmetros estratégicos de planejamento da empresa do primeiro estudo de caso.....	109
Tabela 11 - Configuração da caixa redistribuição de recursos para o primeiro estudo de caso	114
Tabela 12 - Resumo da análise das soluções 01 e 02 do primeiro estudo de caso.....	119
Tabela 13 - Resumo de desempenho do segundo estudo de caso em 01/12/00.....	129
Tabela 14 - Aplicativos escolhidos por categoria.....	140
Tabela 15 - Planilha com os parâmetros operacionais do complexo construtivo do primeiro estudo de caso.....	145
Tabela 16 - Seqüência de execução dos pacotes de trabalho do primeiro estudo de caso em função das precedências.....	146
Tabela 17 - Dimensionamento dos recursos do primeiro estudo de caso com utilização do Ms- Excel.....	147
Tabela 18 - Demanda periódica dos recursos resultante da solução 01 do primeiro estudo de caso.....	148
Tabela 19 - Perfil calculado do início ao término da solução 01 do primeiro estudo de caso	149
Tabela 20 - Perfil calculado do término ao início da solução 01 do primeiro estudo de caso	150

Tabela 21 - Perfil projetado utilizando o maior valor entre as tabelas 18 e 19 da solução 01 do primeiro estudo de caso.....	151
Tabela 22 - Cálculo da ociosidade percentual da solução 01 do primeiro estudo de caso.....	152
Tabela 23 - Demanda periódica dos recursos resultante da solução 02 do primeiro estudo de caso.....	155
Tabela 24 - Perfil calculado do início ao término da solução 02 do primeiro estudo de caso	156
Tabela 25 - Perfil calculado do término ao início da solução 02 do primeiro estudo de caso	157
Tabela 26 - Perfil projetado utilizando o maior valor entre as tabelas 23 e 24 da solução 02 do primeiro estudo de caso.....	158
Tabela 27 - Cálculo da ociosidade percentual da solução 02 do primeiro estudo de caso.....	159
Tabela 28 - Cronograma de contratação dos recursos do primeiro estudo de caso	163
Tabela 29 - Planilha de cálculo do desempenho de prazo do segundo estudo de caso.....	164

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Indicadores da Construção Civil	40
Quadro 2 – Empregos Gerados por Tipo de Empresa do Sub-Sector Edificações.....	44
Quadro 3 – Número de Estabelecimentos e Empregos do Sub-Sector Edificações.....	44
Quadro 4 – Tipos de Informações	54

RESUMO

As mudanças contínuas do mercado, da economia e das tecnologias de informação, exigem novas respostas das organizações.

As empresas que atuam em edificações necessitam gerir as informações referentes aos empreendimentos, planejando e controlando de modo sistêmico.

Este trabalho tem como objetivo propor um método de planejamento e controle sistêmico para múltiplos empreendimentos de edificações.

O método desenvolvido permite o planejamento sistêmico de obras, através da programação das atividades, considerando o compartilhamento de recursos e os prazos de entrega.

Suas características principais são baixo custo e fácil aplicação.

ABSTRACT

The continuous changes of the market, economy and information technology, need new answers of the organizations.

The companies that work in edifications building, need to manage the information about the constructions, systemic planning and control.

This document has as a purpose the systemic planning and control methodology to multiple edifications building.

The methodology developed allows the systemic planning of the constructions, through the schedule of tasks, considering the sharing resources and deadlines.

Its main features are low cost and easy working,

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

A Indústria da Construção Civil é um ramo de atividade bastante abrangente, englobando em si várias especialidades, tais como edificações, portos, aeroportos, estradas, pontes, redes hidráulicas de abastecimento, redes de saneamento, etc.

O Governo Federal, através da Secretaria de Política Industrial, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior [MDIC, 1999], segmenta a Construção Civil nos Sub-Setores de Materiais de Construção, Edificações e Construções Pesadas, agregando ainda os Sub-Setores de Serviços de Imobiliária, Serviços Técnicos de Construção e Atividades de Manutenção de Imóveis. A Indústria assim definida gera expressivo efeito multiplicador na economia e se revela importante componente do Produto Interno Bruto nacional, representando em 1995 cerca de 13,5 % do PIB [MIDC, 1999].

Corroborando com essa afirmação Araújo e Meira (1998) ao citar uma pesquisa realizada pela Trevisan Consultores e Rosemberg & Associados para a Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) que detectou os mesmos valores para dados levantados com relação ao ano de 1996.

A Indústria da Construção Civil apresenta também diversas características que a distingue das demais áreas industriais, dentre as quais destacamos :

- a fábrica da construção é móvel, ou nômade, fazendo-se necessário deslocar fisicamente os recursos para o local (ou trechos) onde o bem será produzido, exigindo além do entendimento de como devem fluir os recursos ao longo dos diversos empreendimentos, a criação de uma estrutura de coleta de dados, processamento dos mesmos e disseminação de informações que acompanhe a dinâmica da construção, e
- os fatores climáticos que em diversas situações, como por exemplo quando da realização dos serviços associados às estruturas de concreto, podem inclusive impedir a execução desses serviços.

Os fatores acima listados são utilizados por diversos empresários e profissionais que militam na área como motivo para resistir ao emprego de técnicas de planejamento e controle de produção e de gestão empresarial já consagradas em outras Indústrias, inibindo assim avanços nas aplicações de novas soluções para o setor.

Com a abertura da Indústria da Construção Civil para novas tecnologias construtivas, surgiu a possibilidade do emprego de materiais, ferramentas e equipamentos mais avançados, iniciando uma alteração dos antigos processos de construção artesanal.

Nos últimos anos, aspectos diversos da sociedade, da economia brasileira e da economia global tem feito com que essa Indústria passasse por profunda reestruturação, obrigando empresas e instituições públicas que atuam na área a discutir não apenas suas tecnologias de produção, como também seus métodos de gestão.

Para Soares e Cosenza (1998) as empresas construtoras estão cada vez mais submetidas às flutuações resultantes das inovações tecnológicas e do mercado consumidor, criando um ambiente repleto de pressões e expectativas.

Por outro lado, Muniz et. al. (1998) lembram que a busca para superar ou se adaptar a esse ambiente, faz com que a competição entre empresas se eleve constantemente pelo incremento do número de desafios e desafiantes dentro do mercado.

1.2 Justificativa

Apesar do tema planejamento e controle de empreendimentos ser bastante explorado, percebe-se ultimamente maior insistência de diversos autores na busca de instrumentos para viabilizar a aplicação de modernas técnicas de gestão na produção civil [VARGAS, 1998a].

O Sub-Sector Edificações se posiciona destacadamente dentro da Indústria da Construção Civil, onde apresenta expressiva participação, representando 90,3 % das empresas constituídas e 82,3 % dos empregos gerados, quando se consideram os Sub-Sectores Edificações, Construção Pesada e Construção Industrial, conforme levantamentos realizados pelo SENAI (1991) apud MDIC (1999).

Mesmo sendo considerado como um segmento mais protegido dos efeitos da globalização, indiretamente o Sub-Sector Edificações foi rapidamente atingido pelos novos

níveis de exigência dos clientes do mercado imobiliário, principalmente no que se refere aos serviços de atendimento e assistência técnica, exigindo tratamento similar ao dispensado por outros segmentos da economia, fazendo com que os gestores de empresas e empreendimentos percebam a necessidade de investir em sistemas complementares como qualidade, gestão profissional e novas tecnologias de informação.

A chamada “Nova Economia” ou “Economia Virtual” também iniciou sua influência sobre esse Sub-Sector, com diversas empresas de construção ofertando seus empreendimentos via Internet, inclusive tendo como concorrentes empresas internacionais que também vendem imóveis, em Miami por exemplo, por meios eletrônicos. Vários projetistas que atuam na área também prestam serviço através da Internet, possibilitando que uma construtora contrate profissionais geograficamente distantes.

Para LEMOS (1998b), as empresas estão passando por transformações no processamento, difusão, capacitação e interpretação da informação, implicando em mudanças comportamentais e culturais nos profissionais produtores ou usuários das informações nas mesmas.

NASCIMENTO e SCHOLER (1998), lembram que a utilização de tecnologias de informação não pode ser considerada como “solução mágica”, muito menos se pode ignorar a necessidade de estudos sobre o processo a informatizar, visando seu aprimoramento. Ao mesmo tempo, ressalta-se que o emprego dessas tecnologias oferecem oportunidades estratégicas quanto aos ganhos de competitividade e produtividade.

Observa-se, no entanto, que a maioria das empresas não consolida as informações referentes ao planejamento e controle de seus diversos empreendimentos. Conseqüentemente, essas não conseguem uma visualização global de seu sistema de produção e desta forma, a tomada de decisão não considera com antecedência a melhor solução para as limitações de prazos, para contratação e utilização de seus recursos.

Em geral as empresas de construção do Sub-Sector Edificações encontram dificuldades para definir qual método será empregado para contemplar o fluxo de informação nas etapas de planejamento e controle entre os níveis estratégico, tático e operacional, quando se considera o desdobramento das atividades e o grau de prioridade entre os diversos recursos envolvidos nos empreendimentos.

Outra limitação observada é a construção de uma estrutura móvel de troca de informação que acompanhe a dinâmica dos empreendimentos a um custo acessível.

Neste trabalho, mais especificamente, busca-se a identificação das condições para consolidar os planejamentos individuais das obras, possibilitando um gerenciamento mais abrangente, que envolva os múltiplos empreendimentos de modo integrado e respeitando as especificidades de cada um.

Para tanto, faz-se necessário a identificação dos recursos mais requisitados e seu perfil de demanda, em processos produtivos distribuídos entre empreendimentos (projetos) distintos e não necessariamente vinculados, programando o emprego desses recursos através de tecnologias com mobilidade e baixo custo.

As dificuldades para solução desta problemática estão centradas em primeiro lugar no grande número de recursos envolvidos na produção de cada edificação, estando os mesmos distribuídos em dezenas de operações e contratados por modos variados, e em segundo lugar na identificação da melhor distribuição dos recursos para atendimento dos prazos que podem ser diferentes entre as várias obras do complexo construtivo.

1.3 Objetivo geral

O objetivo geral do trabalho é propor um método de planejamento e controle de múltiplos empreendimentos no Sub-Sector Edificações, através da programação de tarefas de complexos construtivos em função da identificação das restrições de prazos e de recursos distribuídos entre os empreendimentos, empregando tecnologias de informação acessíveis.

1.4 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são :

- verificar quais técnicas de planejamento e controle, para seqüenciamento de atividades em função de seus recursos, mais se adapta às características dos fluxos de produção em edificações, e

- determinar um método programação de atividades com recursos distribuídos dentro de um complexo construtivo de múltiplos empreendimentos, que seja possível operacionalizar com ferramentas computacionais acessíveis.

1.5 Estrutura do Texto

Com o intuito de elaborar o presente trabalho, inicialmente (capítulo 1), realiza-se uma rápida exposição dessa dissertação apresentando sua justificativa, objetivos e estrutura.

Em seguida, no capítulo 2, apresenta-se o planejamento e controle, abordando sua relação com os avanços da era moderna, suas características na gestão da produção, de projetos e de programas (múltiplos projetos), assim como as técnicas de planejamento e controle mais utilizadas no ambiente de produção sob encomenda e de projetos.

Estuda-se posteriormente no capítulo 3, as características da Indústria da Construção Civil e seu comportamento perante a atual economia, analisa-se em seguida o Sub-Sector Edificações, o estágio das funções de planejamento e controle, a gestão de projetos, a gestão de recursos e o emprego de tecnologias móveis de informação em seu ambiente.

Como consolidação dos assuntos abordados, propõe-se no capítulo 4 o método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações (PCME), descrevendo suas fases e apresentando seu processo de aplicação.

Em continuidade ao estudo, apresenta-se no capítulo 5 a aplicação do método em duas empresas que atuam no segmento de construção de edificações, onde cada empresa possui uma estratégia própria de negócio e de produção.

Finalizando o trabalho, lista-se no capítulo 6 as considerações e restrições relevantes para o entendimento dos resultados do estudo, assim como a conclusão e as sugestões para futuros trabalhos.

Visando esclarecer aspectos do desenvolvimento do trabalho, apresentam-se, ao término do mesmo, anexos com informações mais detalhadas sobre a solução desenvolvida para operacionalizar o primeiro estudo de caso, tais como a planilha com os parâmetros operacionais (Anexo A), o seqüenciamento dos pacotes de trabalho (Anexo B), o

dimensionamento dos recursos por pacote de trabalho (Anexo C), as análises das soluções encontradas (Anexo D), o cronograma de contratação de recursos (Anexo E).

Para o segundo estudo de caso são apresentadas as informações mais detalhadas na planilha de cálculo do desempenho de prazo (Anexo F) e o gráfico dos quadrantes de desempenho em 01/12/00 (anexo G).

CAPÍTULO 2 – PLANEJAMENTO E CONTROLE

2.1 O Planejamento e Controle na Era Moderna

A evolução da humanidade vem ocasionado o surgimento de momentos históricos em que a capacidade da sociedade para gerar riquezas altera significativamente seu próprio modo de vida, resultando em mudanças de comportamento e ampliação do potencial humano, nas suas diversas dimensões (pessoal, familiar, profissional e comunitária).

Acompanhando e permitindo a difusão dessa evolução humana, estão as funções empresariais de comercialização, produção e logística, que ao longo do tempo vem assumindo formas inovadoras, propelidas pela criatividade humana e sustentadas pela tecnologia.

Mais especificamente, as formas (ou meios) de produção de bens e serviços são profundos sinalizadores dos grandes momentos e oportunidades históricas criadas pela humanidade, desde a produção artesanal que acompanhou a formação das primeiras nações da era moderna, passando pela Revolução Industrial, impulsionada pela máquina a vapor aperfeiçoada por James Watt e posteriormente pela eletricidade de Thomas Edson, marcando o início da extrapolação sustentada e definitiva das fronteiras e da movimentação comercial global.

Com o surgimento de novas condições estruturais, a genialidade de grandes empreendedores encontra campo aberto para questionar conceitos estabelecidos para os cenários passados, surgindo a primeira revolução da administração da produção impetrada por Taylor e encarnada por Ford, assim como o surgimento dos grandes empreendimentos da era moderna como a conquista da Lua.

Alimentada por suas próprias realizações, pela capacidade de criar e pela insatisfação constante do ser humano, o planejamento e o controle vem conseguindo se reinventar diversas vezes, mudando sempre consigo os conceitos e métodos de criação e disseminação de riquezas através dos bens e serviços. Desta forma a antiga linha de produção cede sua vez ao conceito de manufatura flexível e a administração empírica abre espaço para o gerenciamento científico.

A seqüência dos acontecimentos nos traz hoje para mais um momento ímpar, em que as modernas tecnologias de informação e comunicação, ascendem o desejo de socialização e ao

mesmo tempo de individualidade do ser humano. Por esse motivo as empresas começam a buscar conceitos e condições para entender a fundo seus clientes, chegando ao ponto de entre um público de milhões, conseguir identificar um único indivíduo e buscar atender a seus anseios específicos, inclusive transportando esse entendimento ao longo de toda a cadeia produtiva.

Em meio a tudo isso se encontram as funções de planejamento e o controle, acompanhando a evolução da humanidade através de sua própria evolução, alterando seus paradigmas, filosofias e técnicas sempre na busca da perpetuação das empresas, assim como o atendimento do cliente.

2.2 Planejamento e Controle da Produção

Para TUBINO (1997), o Planejamento e Controle da Produção (PCP) é exercido em três níveis (dimensões) hierárquicos: estratégico, tático e operacional, conforme a figura 1.

O nível estratégico trata da definição de políticas de longo prazo para a organização, e envolve decisões como por exemplo área de atuação, parcerias, alterações na capacidade produtiva, disponibilidade de recursos humanos e de equipamentos, contratações, subcontratações, identificação do tipo de produto a manufaturar, utilização de novas tecnologias, etc.

O nível tático estabelece os parâmetros de médio prazo, definindo a formulação do Planejamento-mestre da Produção e tendo como resultado o Plano-mestre da Produção, que considera número de turnos, recursos envolvidos e busca equacionar a capacidade produtiva para a programação da produção.

O nível operacional especifica as ações de curto prazo e desenvolve o acompanhamento dessas ações. Como resultado provê a programação das operações, administração dos estoques, emissão e liberação das ordens de compra (OC), de fabricação (OF) e de montagem (OM) quando for o caso, assim como os relatórios de desempenho das atividades empreendidas.

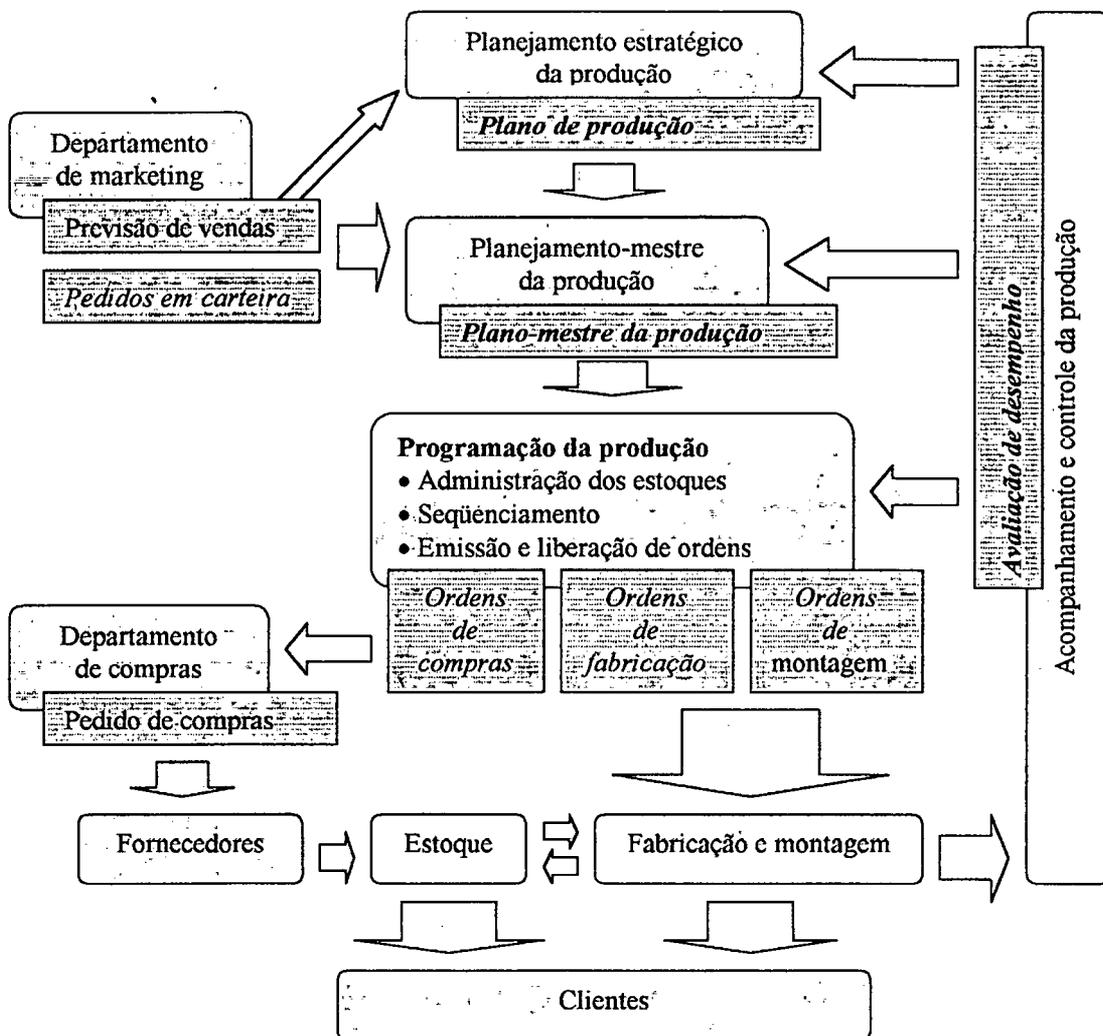


Figura 1 - Visão geral das atividades do PCP

Fonte : Manual de Planejamento e Controle da Produção. TUBINO, Dálvio Ferrari. 1997.

2.2.1 Planejamento e Controle da Produção sob Encomenda

O ambiente externo à empresa atua diretamente sobre o Planejamento e Controle da Produção, representado em especial pelos fornecedores e clientes. Sob esse aspecto, convém destacar o Planejamento e Controle da Produção sob Encomenda, tendo em vista que esse apresenta profunda sensibilidade aos pedidos de clientes, resultando em alta variabilidade dos roteiros de produção [QUEZADO, 1999].

Tubino (1997) destaca as seguintes características operacionais da produção sob encomenda:

- baixo volume de produção;
- pequena variedade de produtos;
- alta flexibilidade;
- alta qualificação da mão de obra;
- *layout* por processo;
- alta capacidade ociosa;
- alto *lead times*;
- impossibilidade de estocar;
- alto fluxo de informações, e
- produtos unitários.

Desta forma, destacam-se as seguintes dificuldades na Produção sob Encomenda:

- a variabilidade dos fluxos produtivos e a limitação dos recursos disponíveis criam disputas e conflitos de prioridade de processamento nas operações, assim como de entrega do produto final;
- há pouca confiabilidade nos dados históricos, tanto para a previsão de demandas quanto para a previsão do prazo de entrega dos pedidos

Em geral as empresas que produzem sob encomenda buscam estabelecer um plano de produção tão longo quanto seu entendimento do cenário em que está inserida permite, através de estimativas de venda e em função de sua capacidade produtiva e financeira. O detalhamento do planejamento é implementado a medida que as oportunidades de negócios vão se tornando mais concretas até chegarem ao nível de pedido.

O Planejamento e Controle da Produção sob Encomenda deve se preocupar em seu nível mais detalhado com a seqüenciação das atividades nos diversos postos de trabalho, tendo em vista o prazo de entrega contratado e a utilização eficiente dos recursos disponíveis, sendo a técnica mais empregada para planejar, seqüenciar e acompanhar a produção sob encomenda (ou projetos) denominada PERT/CPM [TUBINO, 1997].

A Produção sob Encomenda, na ótica do empreendedor global, pode ser também entendida como um dos elementos da implementação de empreendimentos. Tomemos como exemplo a implantação de um moinho de trigo, no qual a manufatura dos equipamentos processadores de trigo para essa fábrica (por definição uma produção sob encomenda [QUEZADO, 1999]) é para o empreendedor apenas uma das etapas que devem ser geridas.

2.3 Planejamento e Controle de Projetos

Segundo CUKIERMAN (1993), Projeto é um conjunto de atividades e recursos em busca da realização de um objetivo específico, a partir de um início (origem) definido, submetido a diretrizes prefixadas de prazo, custo, desempenho e risco.

Para DINSMORE (1992), a Gerência de Projetos é o estudo da coordenação de pessoas, materiais, equipamentos e técnicas indispensáveis para o alcance do êxito de empreendimentos que possuam início e objetivos definidos, sempre que possível avaliando os parâmetros mensuráveis de custo, tempo, risco e qualidade.

Segundo o *Project Management Body of Knowledge* do *Project Management Institute* (2000), o gerenciamento de projetos consiste em nove áreas :

1. **gestão da integração** : define os processos necessários para assegurar a adequada coordenação dos elementos do projeto;
2. **gestão do escopo** : especifica os limites de atuação do projeto, para que o mesmo se mantenha conforme seu objetivo;
3. **gestão do tempo** : determina o ritmo dos trabalhos e a seqüência das atividades, visando garantir o prazo previsto;
4. **gestão do custo** : identifica as limitações orçamentárias e dimensiona as atividades para garantir a viabilidade do projeto;
5. **gestão da qualidade** : especificações dos insumos e processos, para permitir que a necessidade que criou a demanda do projeto seja atendida;
6. **gestão de recursos humanos** : planejamento, organização, coordenação e acompanhamento das diversas pessoas envolvidas, buscado seu melhor emprego;

7. **gestão de comunicações** : define as normas que regem a geração, captura, distribuição, armazenamento e apresentação das informações, e determina os níveis de segurança e acesso entre todos os elementos do projeto;
8. **gestão do risco** : referente à identificação, análise e resposta a riscos que afetam as probabilidades de sucesso ou fracasso do empreendimento, com suas causas e conseqüências, e
9. **gestão de contratos e fornecimento** : administração de clientes e fornecedores (materiais e serviços).

O planejamento é a chave do sucesso na administração de empreendimentos [DINSMORE, 1992]. É no planejamento que se determinam as metas, programam-se os suprimentos, visualizam-se antecipadamente os gargalos (ou dificuldades) e sugere-se as possíveis soluções.

Dentro do planejamento, pode-se observar dois enfoques definidos e complementares, que envolvem ações e atores muitas vezes distintos. São os planejamentos de cunho técnico e gerencial.

O **Planejamento Técnico** envolve diversos passos para a execução do processamento dos dados necessários à implementação :

- conhecer a situação (levantamento de dados);
- definir objetivos (delimitação dos parâmetros e metas a alcançar);
- fixar estratégia (definir o plano base do empreendimento);
- identificar atividades (escalonar os trabalhos do projeto até atingir serviços simples para programação, custo e controle);
- seqüenciar atividades (definir o fluxo de execução dos serviços após o escalonamento);
- identificar recursos (determinar os recursos humanos para as tarefas gerenciais, administrativas e operacionais);
- definir durações (determinar os prazos limites de execução de cada serviço escalonado);

- fixar datas (definir os marcos de referência ou limites do projeto), e
- rever tudo (avaliar e ajustar os resultados os prazo e o custo global do empreendimento).

O **Planejamento Gerencial** envolve a coordenação entre os participantes do projeto :

- executar a articulação política (ajustar e mediar as diversas partes envolvidas);
- selecionar os membros-chave da equipe (determinar os profissionais com capacidade e confiança para os cargos chave);
- definir o esquema de comunicação (procedimentos, relatórios, reuniões, entrevistas, fluxo e meios de transmissão de informações);
- levantar necessidades de treinamentos e executá-las (capacitação e atualizações);
- realizar auditoria gerencial (estado de espírito da equipe, grau de conflitos e sistemas de comunicação);
- tomar medidas corretivas (corrigir falhas encontradas na auditoria);
- monitorar aspectos comportamentais (avaliar a interação da equipe), e
- realizar “*coaching*” – acompanhamento (realizar intervenções ao detectar desvios).

2.3.1 Programação de Projetos com Limitações de Recursos

As programações efetuadas por técnicas de grafos (CPM, PERT e PDM) são definidas pressupondo a oferta ilimitada de recursos [QUEZADO, 1999], [ICHIHARA, 1998 c] [TUBINO, 1997], possuindo unicamente limitações quanto ao fluxo de execução do projeto.

No entanto, uma realidade percebida quando da elaboração do planejamento de empreendimentos é a escassez de recursos ou limitação da oferta. Surge portanto uma situação denominada de Problema de Programação de Projetos com Limitações de Recursos, que tem como objetivo programar atividades em um ou mais projeto com limitações quanto a dependências (tecnológicas, burocráticas ou legais) e por oferta limitada de recursos.

Considerando-se a complexidade da análise, surge a necessidade de aplicação de processos computacionais suportados por métodos científicos de modelagem e análise da problemática, denominada como Pesquisa Operacional.

A Pesquisa Operacional teve seu início pela sinergia entre dois eventos marcantes para a história da humanidade, o desenvolvimento matemático e computacional das décadas de 50 a 60 e a II Guerra Mundial [SALTORATO e MOCCELLIN, 1998] [PRADO, 1999a] [SILVA et. al., 1998], o seu maior objetivo foi a identificação de respostas para questões sobre como distribuir esforços ou realizar trabalhos sujeitos a variadas restrições.

Como método de Pesquisa Operacional empregados na busca de soluções para o nivelamento de recursos, é possível encontrar segundo Ichihara (1998 c) :

- Técnicas heurísticas;
- Otimização analítica;
- Programação Dinâmica;
- Otimização linear inteira, e
- Programação dinâmica não serial.

Diversas características interferem na programação das atividades em projetos com restrições de recursos :

- **Tipo de dependências** – inter-relações entre atividades, duas a duas;
- **Retardo na dependência** – prazo obrigatório de espera, antes que se efetue a realização da programação definida pela dependência, por questões tecnológicas, legais ou burocráticas;
- **Restrições sobre datas de início ou término** – limitações impostas às datas que determinam o início ou término das atividades;
- **Duração** – prazo total de execução de cada atividade, podendo este ser determinístico (CPM) ou probabilístico (PERT);
- **Prioridade** – grau de importância ou urgência de cada atividade;
- **Criticidade** – valor da folga total de cada atividade, sendo que quanto menor a folga maior a criticidade;
- **Oferta de recursos** – quantidade limite dos recursos à disposição do(s) projeto(s);
- **Permissão de interrupção de atividades** – quando a solução adotada possibilita a interrupção do período de realização das atividades;

- **Tipos de recursos** – características do emprego dos recursos envolvidos;
- **Quantidade e compartilhamento de recursos** – número de recursos envolvidos no(s) projeto(s), e a definição de quais são compartilhados para atuar em mais de um projeto, e quais são privados por projeto;
- **Objetivos da programação** – podendo ser a minimização de prazo, minimização de custo, a maximização do valor presente, ou ainda suas combinações.

Saltorato e Moccellin (1998) despertam a atenção para a necessidade de se ajustar ao método de emprego de técnicas de Pesquisa Operacional, quando o ambiente de aplicação está em países em desenvolvimento, lembrando que “*a Pesquisa Operacional ... envolve não só a ciência, mas também estruturas culturais, éticas, comportamentais e burocráticas que influenciam profundamente a tomada de decisões, às vezes até inviabilizando seu uso*”.

Uma estratégia eficiente para a superação destes obstáculos é a aproximação da Universidade à realidade da sociedade brasileira, estreitando o relacionamento teórico-prático da P.O., sendo que essa estratégia, está sujeita a três padrões básicos de comportamento e resultado[SALTORATO e MOCCELLI, 1998], conforme dados obtidos em pesquisa :

- quando a pesquisa é realizada dentro de um **ambiente tecnológico já existente**, a técnica foi transferida rapidamente e ocorreu sucesso na obtenção dos resultados;
- quando a pesquisa exigiu a **substituição de tecnologia existente** por outra totalmente nova, os resultados só foram obtidos nos casos em que a empresa se empenhou para concluir os trabalhos;
- quando a **pesquisa utiliza um software** só ocorrem os resultados com rapidez e sucesso ao se criar na empresa competências técnicas novas e significativas, ou quando se criou mecanismos para facilitar a sua comercialização.

Observa-se portanto a necessidade da busca do método mais adequado para realização do trabalho em cada organização, aproximando esse método ao máximo do conhecimento já existente na organização, assim como também buscar o emprego de ferramentas computacionais que sejam de fácil entendimento e assimilação por parte dos colaboradores da organização, e que ainda apresente um bom desempenho custo-benefício.

Basicamente, os algoritmos para reprogramação de projetos com limitação de recursos avaliam as diversas características de cada atividade, determinando um indicador para classificar as atividades em uma lista de verificação. Além disso convém buscar equilibrar o perfil de demanda dos recursos envolvidos, evitando assim picos e vales em sua distribuição, resultando em redução de esforço gerencial técnico e financeiro. Essa análise é denominada nivelamento de recursos.

2.3.2 Nivelamento de Recursos

Segundo Ichihara (1998 c) quando ocorrem flutuações no perfil dos recursos e os mesmos se encontram fora da situação de Sobrecarga, pode-se buscar ainda reprogramações de atividades com objetivo de nivelar (uniformizar) as demandas individuais de cada recurso.

Tal solução estabiliza os valores da disponibilidade, permitindo a redução da oferta individual e da rotatividade de aquisições (compras, aluguéis, terceirizações e contratações).

Segundo Caldas (1990) o processo do nivelamento pode ser desenvolvido com técnicas de Pesquisa Operacional, exigindo o emprego de computadores (problemas complexos) ou por processo manual (pequenos projetos com número reduzido de recursos).

Tendo em vista que um atraso do prazo de término para o projeto, a priori, é indesejável, pois o projeto já seria factível nas condições correntes (anterior ao nivelamento), a reprogramação objetivando o nivelamento de recursos não deve atuar sobre atividades críticas, mas somente sobre aquelas atividades com folga superior a zero.

2.3.3 Múltiplos Projetos

As organizações que atuam gerando serviços ou produtos com as características da Administração de Projetos (Construção Civil, Construção Naval, Construção Mecânica, Manufatura sob Encomenda, Prestadores de Serviço Público, etc.), tendem a desenvolver vários empreendimentos paralelamente.

Projetos que ocorrem simultaneamente podem ser classificados em função da existência ou não de inter-relações entre suas atividades, assim como pela necessidade de compartilhamento de recursos:

- **Projeto dependente** : ocorre quando uma ou mais atividade do projeto está vinculada a outra(s) atividade(s) de outro(s) projeto(s);
- **Projeto independente** : ocorre quando não existe atividade do projeto vinculada a atividade de outro projeto;
- **Projeto com recurso compartilhado** : ocorre quando um ou mais recurso do projeto também é demandado por outro(s) projeto(s), e
- **Projeto com recursos privados** : ocorre quando todos os recursos do projeto são ofertados exclusivamente para sua realização.

Os gerentes de projetos anteriormente trabalhavam em geral com empreendimentos extensos e isolados, sendo que nos últimos anos esses mesmos gerentes estão tendendo a coordenar empreendimentos de menor porte, porém inter-relacionados, que por sua vez exigem o emprego de ferramentas apropriadas para esse ambiente específico, também denominado de Gerenciamento do Programa [HYDRA, 2000a], [STRANGE, 1998], [RUSSELL, 1998] e [REISS, 1997].

O Gerenciamento do Programa pode ser implementado como metodologia de planejamento quando a organização trabalha dentro de um dos exemplos expostos a seguir [HYDRA, 2000b]:

- **Vários empreendimentos simultâneos**: diversos empreendimentos ocorrem ao mesmo tempo, mesmo que em etapas defasadas;
- **Empreendimento complexo**: um empreendimento de grande porte, que em geral demanda muito tempo, grande quantidade de recursos e várias disciplinas (especialidades) envolvidas;
- **Vários empreendimentos para um cliente**: vários empreendimentos realizados para um mesmo cliente da organização.

As diferenças entre a gestão de múltiplos projetos e a gestão de projetos individuais podem ser mais claramente observadas na tabela 1.

A gestão de múltiplos projetos pode ser segmentada em sete etapas [REISS, 1997]:

1. **Planejamento**: efetua-se o planejamento de cada projeto em função de suas características, similar ao planejamento de projetos individuais, porém seguindo

- critérios padronizados para estruturação do projeto, definição de dependências, cadastro e atribuição de recursos;
2. **Comunicação:** transmissão das informações de cada projeto à central de gerenciamento, e com os demais projetos;
 3. **Consolidação:** processo de aglutinação das informações dos projetos individuais, em função do escopo do programa ou da cultura das organizações envolvidas;
 4. **Avaliação:** monitoramento de possíveis conflitos entre os projetos, identificação de sobrecargas em recursos compartilhados e acompanhamento do desempenho dos projetos;
 5. **Simulação e Decisão:** análise de alternativas para determinação da melhor estratégia para a programação dos futuros trabalhos;
 6. **Disseminação:** difusão das decisões tomadas, que consideraram os vários projetos e suas implicações, retornando-as aos gestores de cada projeto individual, objetivando o ajuste de cada projeto, e
 7. **Realização de medições:** retorno via planilhas ou sistemas específicos para medir o esforço realizado ou monitorar o progresso dos projetos, ou ainda ambos.

Múltiplos Projetos	Projetos Individuais
Gestão de vários projetos simultâneos	Gestão de um projeto por vez
Gestão voltada para os recursos	Gestão voltada para o prazo ou processo
Recursos compartilhados transversalmente	Recursos exclusivamente disponibilizados
Os projetos tendem a ser similares entre si	Os projetos tendem a ser diferenciados entre si
Os projetos tendem a ser mais simples	Os projetos tendem a ser mais complexos
Maximização da utilização dos recursos	Minimização da demanda dos recursos
Busca a continuidade do trabalho	Possui uma carga de trabalho estabelecida
Possui diferentes objetivos entre os projetos	Possui em geral um único objetivo

Tabela 1 – Diferenças entre a gestão de múltiplos projetos e projetos individuais

Quando da consolidação dos projetos, faz-se necessário um processo de análise e avaliação tendo em vista o ajuste de todos ao planejamento global.

Obviamente, quando se define a programação geral para os projetos em busca de uma solução satisfatória, é possível que alguns planejamentos individuais sejam afastados de suas melhores soluções. Esta observação é análoga ao que ocorre em sistemas de produção onde existem restrições de recursos e restrições dos fluxos produtivos, fazendo com que o ótimo global do sistema não implique necessariamente na obtenção dos ótimos locais desse mesmo sistema produtivo [ANTUNES Jr e RODRIGUES, 1998], [PRADO, 1999].

Goldratt apud Antunes Jr e Rodrigues (1998) propõe cinco passos para planejamento em sistemas produtivos sujeitos a restrições de precedências e oferta de recursos:

1. **Identificar a(s) restrição(ões) do sistema:** denomina-se gargalo o recurso para o qual a demanda de trabalho total em determinado período é superior a disponibilidade desse recurso ao se avaliar o sistema globalmente;

2. **Utilizar da melhor forma possível a(s) restrição(ões) do sistema:** busca da maximização do emprego dos gargalos anteriormente identificados;

3. **Subordinar todos os demais recursos à utilização da(s) restrição(ões):** programar os demais recursos de tal forma que esses se ajustem à(s) programação(ões) já definidas para o(s) gargalo(s);

4. **Elevar a capacidade da(s) restrição(ões):** criar condições para que o(s) gargalo(s) possam operar mais produtivamente, em maior número ou com maior disponibilidade de tempo, elevando assim sua capacidade produtiva, e

5. **Reavaliar a(s) restrição(ões) do sistema:** tendo em vista que as medidas anteriores podem alterar as configurações do mesmo eliminando ou criando novos gargalos.

O processo de consolidação de informações do planejamento de múltiplos projetos pode enfrentar algumas dificuldades dentre as quais se destacam [REISS, 1997]:

- **Complexidade:** a aglutinação de vários projetos individuais cria um complexo diagrama para análise e acompanhamento;

- **Sincronismo:** sincronização do planejamento e acompanhamento do ciclo de vida dos projetos individuais, a análise de estratégias que devem ser propagadas, partindo da avaliação global do sistema até cada projeto individual, e o acompanhamento da evolução dos diversos projetos em sincronismo;
- **Ajuste Organizacional:** a ausência de um eficaz sistema de normas e comunicação interfere na consolidação das informações, criando um esforço adicional para o gerente *master* e sua equipe, que consistirá em ordenar as informações à luz das diretrizes da organização;
- **Consistência:** integridade dos dados que trafegam pelo sistema de planejamento e controle dos múltiplos projetos, garantindo a ausência de ambigüidades, principalmente na denominação e alocação de recursos, e
- **Gestão dos Recursos Compartilhados:** a coordenação dos recurso transversais aos projetos é complexo por necessitar avaliar às características de logística interna e externa a cada projeto, restrições legais e comunicação. Em projetos individuais os recursos tendem a ser empregados totalmente (exclusivo no decorrer da atividade) a cada atividade, sendo que em múltiplos projetos tende a ocorrer o emprego parcial (compartilhado no decorrer da atividade) e ainda se faz necessário que os recursos humanos sejam bem informados de suas atribuições e da expectativa de seu trabalho.

Metodologias diferentes podem ser empregadas para a consolidação do planejamento e controle de múltiplos projetos. Tendo em vista a magnitude do trabalho, em geral, as estratégias empregadas por organizações são desenvolvidas em função das ferramentas computacionais disponíveis, já que o emprego das mesmas é maciço na operacionalização das funções de planejamento e controle.

As organizações possuem diferentes metodologias para coordenação e acompanhamento de seus vários empreendimentos, sempre buscando determinar padrões para o trânsito e modelagem das informações, em função das tecnologias disponíveis.

Estudo recente realizado no Reino Unido [HYDRA, 2000a], apresentou estratégias diferentes para a consolidação do planejamento e controle de múltiplos empreendimentos, todas buscando um aumento de eficiência nesse processo.

A seguir, apresenta-se um resumo dessas estratégias.

2.3.3.1 Planejamento Descentralizado

Nessa estratégia cada gerente de projeto desenvolve seu próprio planejamento, delimitando seu trabalho em função das diretrizes definidas para o empreendimento global ou pelos padrões adotados pela organização. Posteriormente, este planejamento é remetido ao escritório central de gestão de projetos (através de disquetes, redes locais, internet ou intranet). Para essa estratégia, em geral a organização elege uma ferramenta computacional e a mesma é empregada tanto pelos planejadores individuais como pela equipe central de consolidação.

As avaliações de desempenho dos projetos individuais em geral são realizadas em ferramentas computacionais específicas (aplicativos elaborados para a área específica de atuação da empresa ou para o programa), sendo posteriormente consolidadas para o entendimento do desempenho global.

Este processo apresenta os seguintes benefícios:

- maior flexibilidade e liberdade atribuída a cada gerente e equipe individual;
- maior domínio dos gerentes individuais sobre seus empreendimentos específicos;
- maior capacidade e velocidade na resolução de problemas individuais;
- uso de especialista(s) na área de atuação da organização (ou do projeto principal) e especialista(s) na ferramenta computacional adotada;
- capacidade de se implementar a estratégia aos poucos e a cada novo projeto;
- facilita a entrada de novas cargas de trabalho e de novos profissionais.

Uma atenção especial deve ser dada quanto ao emprego de recursos compartilhados entre projetos, onde se faz necessário a definição de critérios para a alocação, movimentação e

avaliação desses recursos, podendo como exemplo ser adotadas uma das opções abaixo para tomada de decisão :

- o gerente geral define a programação para os recursos compartilhados, não delegando essa atribuição para profissionais fora do escritório central;
- uso de critérios de prioridade, para definição de qual projeto empregará em primeiro lugar um recurso compartilhado em situação de sobrecarga, causada por projetos individuais distintos, e
- emprego de ferramenta computacional para a programação de projetos com restrições de recursos, considerando as interferências entre os diversos projetos que disputam um ou mais recursos compartilhados.

Essa estratégia, necessita ainda de um eficiente sistema de informação e comunicação que permita o fluxo descendente das deliberações tomadas pela alta gerência, assim como o fluxo ascendente de idéias, sugestões e dificuldades encontradas pela gerência operacional dos projetos individuais.

2.3.3.2 Planejamento Centralizado

Nessa estratégia a organização adquire um sistema de gestão de projetos que atua como servidor de dados dos vários projetos. Cada gerente de projeto individual acessa o sistema através de terminais, onde planeja localmente seu empreendimento, e o próprio sistema se encarrega de consolidar os dados automaticamente.

Neste ambiente o gerente geral e sua equipe (que tende a ser mais reduzida) avalia os resultados referente às programações e perfis de recursos e assinala os conflitos. As decisões são tomadas à luz da carga total de trabalho, para todos os recursos, ponderando-se as dependências transversas entre os diversos projetos. A comunicação das decisões podem ser eletrônicas, por documentos em papel ou verbais, em função da situação específica, urgência e complexidade.

Este processo apresenta os seguintes benefícios:

- qualquer gerente que tenha sido capacitado a operar o sistema, pode adicionar novos empreendimentos;
- utilização de modelos pré-definidos;
- os projetos tendem a ser de baixa complexidade, porém já devem considerar as restrições dos recursos;
- o gestor individual visualiza as informações atualizadas diretamente em seu terminal;
- fluxo facilitado de informações.

O sistema central tende a ser mais oneroso e apresenta maior complexidade quanto a sua operacionalização, sendo necessária a definição de níveis de acesso e autorizações dos gestores responsáveis pelo fluxo das informações.

As medidas de desempenho em geral são executadas empregando sistemas manuais, ou desenvolvidos conforme as especificidades da organização, onde as equipes de apoio administrativo inserem os detalhes das informações sobre os vários projetos.

2.3.3.3 Delegação

Várias organizações conduzem seus empreendimentos por delegação, em outras palavras, quando a alta gerência identifica um novo projeto, a mesma seleciona um gerente e para esse é repassado o projeto, sendo que esse gestor tem liberdade para planejar e detalhar o empreendimento de acordo com as necessidades por ele identificadas.

O gerente normalmente necessita do emprego de recursos da organização (compartilhamento), sendo nesse momento ponderada essas necessidades juntamente com os demais projetos através de análises dos recursos disponíveis por matrizes (ou histogramas) de oferta e demanda, matrizes (ou histogramas) de subcontratação.

Tendo em vista o alto grau de autonomia dos projetos individuais, torna-se fundamental que os processos de acompanhamento e avaliação estejam bem normalizados e o mais automatizados possível, de tal forma que facilite a coordenação dos diversos trabalhos

pelo gerente geral, que precisa definir e gerir as prioridades e restrições individuais dos projetos, em função dos objetivos estratégicos da organização.

Com essa estratégia é possível para o gerente geral definir simplesmente os dados gerais, e por sua vez os gerentes individuais ficam responsáveis por determinar os detalhes, em função de suas necessidades específicas.

Uma das grandes vantagens dessa metodologia é que o gestor e sua equipe individual participa ativamente dos processos de planejamento, com a identificação de problemas e análise de alternativas, assim como também do processo de implementação, podendo avaliar as decisões operacionais tomadas na etapa anterior, facilitando o redirecionamento do projeto quando necessário e garantindo um maior domínio sobre o empreendimento.

As desvantagens dessa metodologia é a maior dificuldade para estabelecimento de padrões, baixa interação entre os empreendimentos, dificuldade de análise de desempenho e avaliação entre projetos e conseqüente dificuldade de otimizar os recursos envolvidos.

2.4 Técnicas de Planejamento

2.4.1 Gráfico de Gantt

O Gráfico de Gantt mais conhecido como cronograma (gráfico de barras horizontais) foi criado em 1918 pelo Engenheiro Industrial Henry Gantt [QUEZADO, 1999].

É um método simples que consiste basicamente em definir o conjunto de tarefas a realizar, indicando seu nome, duração, o início e o término, representando posteriormente estes períodos graficamente em uma escala de tempo.

A maior vantagem dessa ferramenta é sua facilidade de assimilação e fácil entendimento da programação dos trabalhos. Permite ainda a exibição de várias informações como recursos associados ao trabalho, responsáveis pelas tarefas, custos por atividade, etc.

A maior desvantagem se encontra no fato de não ser possível, através da técnica, visualizar o impacto de alterações na programação tanto na fase de planejamento (simulações) como também da fase de execução (dados reais de início e término). Por tanto é uma solução

estática não representando um método fácil para o acompanhamento da realidade dinâmica dos empreendimentos.

2.4.2 Técnicas de Rede

Por serem métodos de representação de projetos através de gráficos, a Técnica de Revisão e Avaliação de Programas - PERT, o Método do Caminho Crítico - CPM e o Método do Diagrama de Precedências - PDM, podem ser aplicados a diversas áreas e com variados enfoques na busca de soluções para problemas distintos, como por exemplo :

- melhor distribuição de recursos humanos e equipamentos;
- minimização de custos totais do empreendimento;
- maximização do valor presente, e
- localização de gargalos em processos.

As principais vantagens são :

- proporciona uma visão geral do empreendimento;
- permite uma coordenação transversa aos departamentos da organização;
- facilita a extrapolação dos processos para além das fronteiras da empresa (suprimentos e distribuição);
- permite a concatenação dos trabalhos das áreas gerenciais de apoio, e
- possibilita análises com cenários variados.

Os métodos utilizam a representação do fluxo de atividades do projeto (ou empreendimento) como base de trabalho, processando as informações de duração de cada tarefa e suas interdependências (fluxo) para desta forma identificar diversos atributos de cada atividade do projeto:

- **Data mais cedo** : representa as datas de início ou término mais breve possível de cada atividade do empreendimento;
- **Data mais tarde** : representa as datas de início ou término mais retardada possível de cada atividade, considerando a data de finalização do empreendimento constante;

- **Folga total** : representa a disponibilidade de tempo que cada tarefa possui (ou não), para ser retardada, considerando a diferença entre as datas mais cedo de início e a data mais tarde de término, subtraindo-se a duração (figura 2);
- **Folga livre** : representa a disponibilidade de tempo que cada tarefa possui (ou não), para ser retardada, considerando a diferença entre as datas mais cedo de início e a data mais cedo de término, subtraindo-se a duração (figura 2);
- **Folga dependente** : representa a disponibilidade de tempo que cada tarefa possui (ou não), para ser retardada, considerando a diferença entre as datas mais tarde de início e a data mais tarde de término, subtraindo-se a duração (figura 2);
- **Folga independente** : representa a disponibilidade de tempo que cada tarefa possui (ou não), para ser retardada, considerando a diferença entre as datas mais tarde de início e a data mais cedo de término, subtraindo-se a duração (figura 2);
- **Atividade crítica** : atividade cuja folga total é igual a zero, ou a um valor mínimo especificado;
- **Caminho crítico** : caminho composto por um conjunto de atividades críticas.

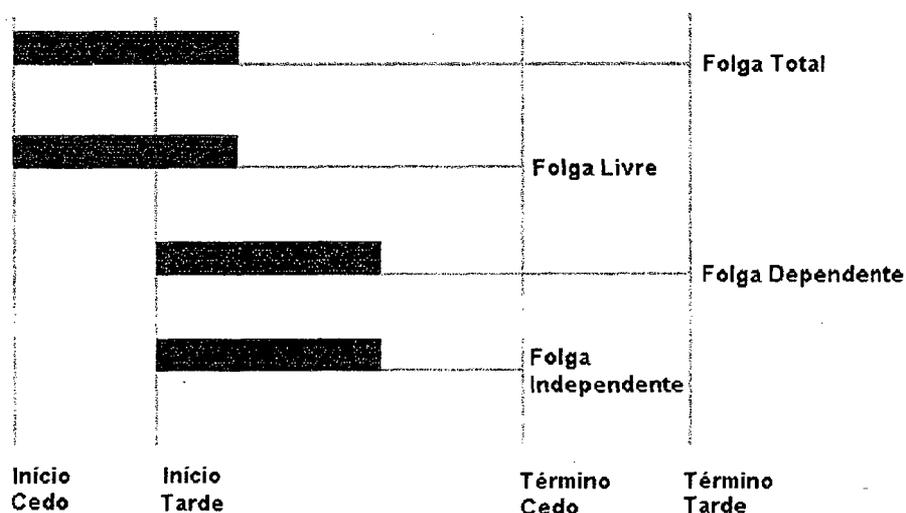


Figura 2 – Representação gráfica das folgas de atividades

Fonte : Sistemas de Planejamento e Controle Operacionais em Empreendimentos : A Integração Tempo, Custo e Recursos. CALDAS, Carlos Henrique Siqueira. Universidade Federal Fluminense. 1990.

2.4.2.1 CPM (Critical Path Method)

O CPM, foi o “*termo inicialmente empregado por caracterizar o tempo determinístico como atributo de cálculo*” [ABNT 1972 apud CUKIERMAN 1993].

O método teve origem em 1956 na Companhia E.I. Du Pont de Nemours [QUEZADO, 1999] [ICHIHARA, 1998 c], com objetivo de reduzir as deficiências de planejamento, programação e controle nas áreas de projetos, construção e instalação.

Em 1957, associada à UNIVAC *Applications Resarch Center* e à *Remington Rand*, foi implantado o método, então denominado *Method Kelly-Walter*, ao projeto e construção de fábrica química, sendo que paralelamente, um grupo de controle realizou o mesmo trabalho com método convencional.

Como resultado, o método convencional resultou em acréscimo de cerca de 40% (quarenta por cento) sobre o esforço previsto inicialmente, e o então já denominado CPM, culminou em acréscimo de aproximadamente 10 % (dez por cento) sobre o esforço definido no início dos trabalhos.

O CPM apresentou originalmente a representação do fluxo do projeto empregando o diagrama de flechas, onde as atividades são exibidas através de flechas ou arcos, sendo esses delimitados por nós (eventos). Em geral a flecha é identificada por letra e os nós por número, empregando-se também a identificação da atividade pelo conjunto da numeração dos nós de início e término da mesma.

O nó que origina uma atividade é denominado de evento de início, para essa mesma atividade, e por sua vez, o nó que a finaliza é o evento de término. Denomina-se atividade predecessora aquela que ao ser finalizada, desencadeia uma ou mais atividades posteriores. As atividades desencadeadas por uma predecessora são denominadas de sucessoras.

Para um trecho de projeto, onde três atividades (A, B e C) sejam linearmente seqüenciadas teremos a representação que segue.

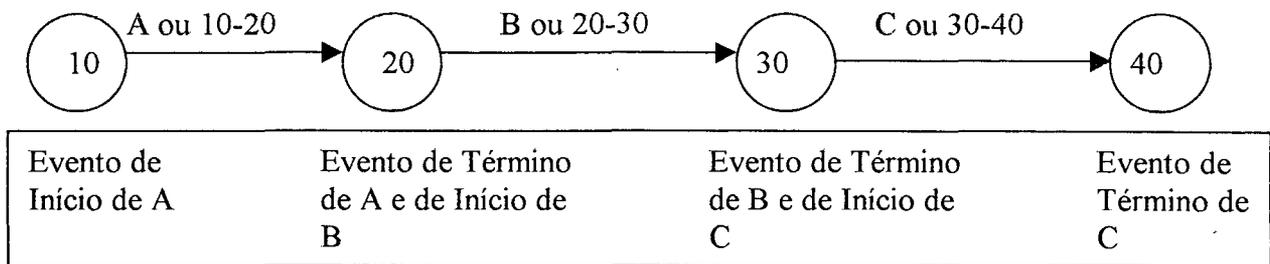


Figura 3 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas

Quando existem atividades que podem ser realizadas paralelamente, precisa-se observar a integridade da numeração dos nós para identificação das atividades evitando duplicidade como vemos a seguir.

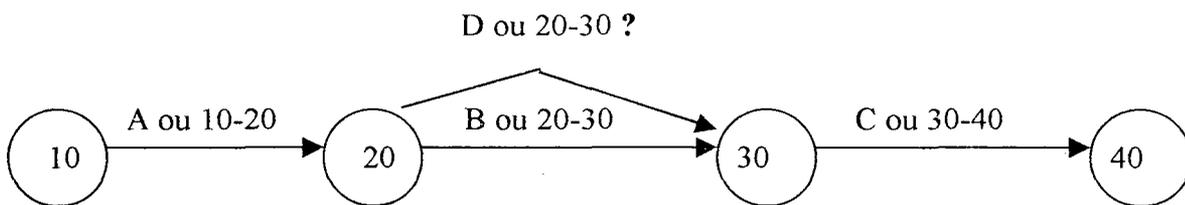


Figura 4 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas com Inserção Errada de Uma Atividade Paralela

Para evitar a duplicidade, torna-se necessária a inclusão de uma nova atividade, desprovida de duração e recursos, criada apenas para corrigir o erro de ambigüidade, sendo esta denominada de Atividade Fantasma. A figura 5 exhibe o mesmo trecho anterior, porém com a inclusão da Atividade Fantasma.

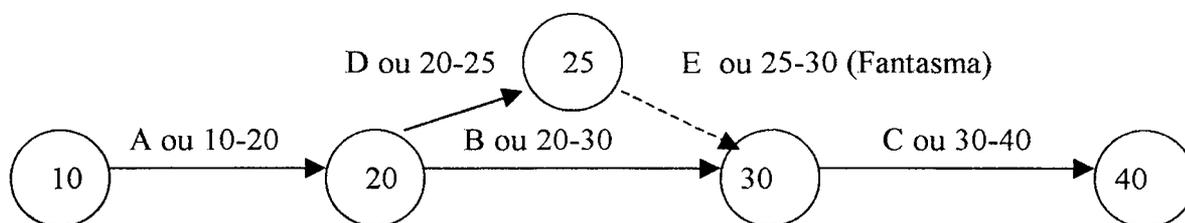


Figura 5 – Diagrama de Flechas para Três Atividades Linearmente Sequenciadas com Inserção Correta de Uma Atividade Paralela

A simbologia do diagrama de flechas cria um esforço adicional que não agrega valor ao processo de planejamento e controle dos empreendimentos, em função da necessidade da criação de atividades fantasmas. Segundo Prado (1998), essas representam em geral de 20% a 40% do número total de atividades de um projeto.

2.4.2.2 PERT (Program Evaluation and Review Technique)

O PERT, foi o “*termo inicialmente empregado para caracterizar o tempo probabilístico como atributo de cálculo*” [ABNT 1972 apud CUKIERMAN 1993].

O método teve origem a partir da necessidade de planejamento, programação e controle do sistema de defesa *Fleet Ballistic Missile*, denominado Projeto Polaris pela Marinha Americana. [QUEZADO, 1999] [ICHIHARA, 1998 c]. Sua representação seguiu a mesma simbologia apresentada pelo CPM.

Torna-se possível avaliar a complexidade do empreendimento em função dos números de seus componentes. Foi necessária a coordenação sobre 250 empreiteiros, 9.000 subempreiteiros, diversas agências governamentais e cerca de 70.000 peças diferentes.

Em 1958 uma associação entre a *Navy's Special Projects Office* e a *Lockheed Inc.*, iniciou trabalhos objetivando a elaboração de um método de planejamento, programação e controle para emprego no Projeto Polaris. Tendo em vista a existência de diversas atividades nunca antes realizadas e a magnitude do empreendimento, a técnica exigiu tratamento estatístico para definição de durações e da probabilidade de risco quanto a sua conclusão.

A previsão inicial de realização era de 8 anos (1955 – 1963), com a introdução da técnica ao empreendimento em outubro de 1958, foi possível uma antecipação de 3 anos (1955 – 1960), fato esse bastante citado quando se relata sobre o método PERT.

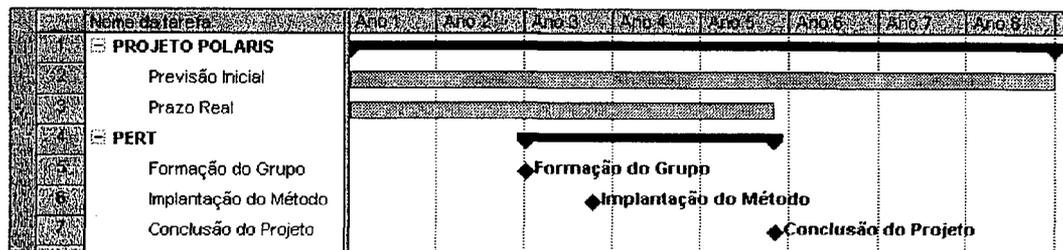


Figura 6 – Histórico da Origem e Implantação do PERT

2.4.2.3 PDM (Precedence Diagram Method)

O PDM teve origem em 1964, na Universidade de Sorbone, desenvolvido pelo professor Bernard Roy, recebendo inclusive a denominação também de ROY ou sistema francês, em homenagem ao autor.

Seu desenvolvimento teve como objetivo a simplificação da representação e do método de cálculo do CPM. [CALDAS, 1990], [LIMMER, 1997].

O PDM utiliza a representação das atividades através de nós (ou blocos), sendo por esse motivo também conhecido como Diagrama de Blocos.

O fluxo do projeto é exibido pelas flechas que conectam as atividades, as flechas são denominadas de dependências.

A atividade (bloco) onde é originada uma dependência é denominada de predecessora, por sua vez, a atividade (bloco) onde é finalizada uma dependência é denominada de sucessora.

Para o mesmo trecho de um projeto exibido com Diagrama de Flechas, podemos observá-lo através do Diagrama de Blocos (utilizando na simbologia blocos ou nós), percebendo que se torna desnecessária a introdução de atividades fantasmas, o que reduz significativamente o esforço envolvido tanto nos cálculos, quanto no desenho.



Figura 7 – Diagrama de Blocos para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas

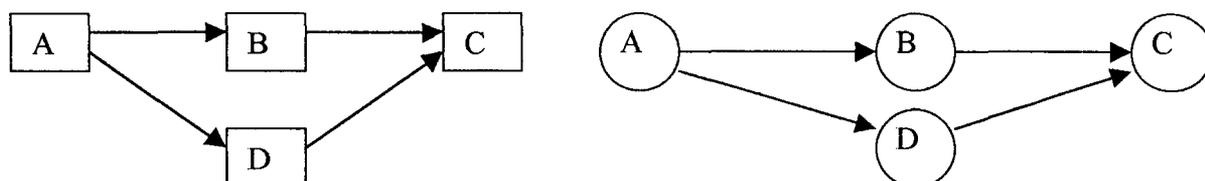


Figura 8 – Diagrama de Blocos para Três Atividades Linearmente Seqüenciadas e Uma Atividade Paralela

Uma vantagem adicional do Diagrama de Blocos é a facilidade de detalhamento do tipo de dependência entre duas atividades pela combinação dos eventos de início e término de ambas.

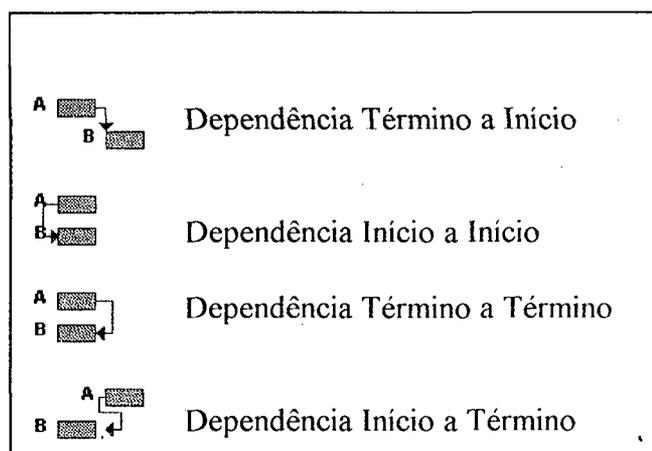


Figura 9 – Tipos Possíveis para Detalhamento de Dependências entre Atividades

2.4.3 LOB (Line of Balance)

O método da Linha de Balanço surgiu na década de 40, na empresa Goodyear, sendo desenvolvido posteriormente pela Marinha Americana durante a Segunda Grande Guerra. Conforme Mendes Jr (1999) a "*Linha de Balanço é nada mais que um diagrama quantidade-tempo (i.e., uma curva de produção) para todo o processo.*".

Inicialmente, a técnica foi utilizada pelas Indústrias com sistema de produção contínua e em série, em função da facilidade de visualização de taxas ou razões de produção, para os diversos estágios do processo de fabricação.

Segundo Maziero (1990) apud Ichihara (1998 c), as características da LOB são :

- determinar uma razão de produção;
- manter a produção uniforme;
- aumentar a produtividade;
- obter benefícios da repetitividade;
- otimizar o emprego dos recursos, e
- encurtar a duração do projeto.

Convém salientar que o gráfico representante do balanceamento amplia o entendimento da programação do empreendimento para os profissionais que compõem os grupos operacionais mais básicos, permitindo que os líderes ou componentes de cada grupo operacional possam coordenar os esforços inter-grupo ou entregrupos, quando devidamente orientados, evitando o conflito de equipes.

Para a Divisão de Engenharia de Produção e Gerenciamento de Operações da Universidade de Nottingham (1999) a Linha de Balanço atual combina o Gráfico de Gantt e a técnica PERT/CPM, sendo empregada por empresas européias e americanas, de grande e pequeno porte, consistindo sua aplicação em quatro etapas :

- programação das necessidades das operações em função da demanda dos clientes;
- elaboração do plano de produção, analisando a seqüência e os tempos de produção de todos as atividades dos produtos;

- definição dos gráficos e relatórios de acompanhamento do desempenho das operações, e
- cálculo e representação da Linha de Balanço para exibir a correlação do progresso e da programação das operações.

Mendes Jr. et. al. (1999) propõem os seguintes passos para empresas construtoras mais especificamente:

- escolha da unidade básica de programação;
- construção, quando for o caso, da rede de precedência (PERT/CPM) para as unidades básicas;
- determinar as equipes operacionais e as durações de cada etapa da unidade básica;
- calcular o ritmo de trabalho para cada atividade, e
- desenhar as linhas representantes das atividades por unidades.

Mendes Jr e Heineck (1998) lembram o pouco emprego da técnica no Brasil, em especial pela ausência de maior difusão da mesma e carência de ferramentas computacionais que facilitem seu emprego.

Para esses autores o objetivo maior da ferramenta é propiciar um sincronismo, ou balanceamento entre as diversas atividades, em busca de um mesmo ritmo, evitando-se tempos desperdiçados entre as tarefas.

Diversos pesquisadores tem procurado encontrar métodos que viabilizem um uso mais prático e constante da LOB.

Mendes Jr. e Heineck (1998) propõem três sugestões para o emprego da LOB:

- agrupamento de atividades em fases;
- programação de todas as atividades seqüencialmente, e
- programação inicial pelo caminho crítico em rede de atividades.

Vargas et. al. (1996) sugere ainda o emprego do conceito de subprojetos, quando ocorrer a combinação da Linha de Balanço com o Método do Caminho Crítico (LOB/CPM),

lembrando que o modelo ideal de programação para a técnica é um formato linear, direcionando as atividades para frente, sem retornos para decisões, avaliações e reformulações.

Corroborando com essa afirmação Mendes Jr et. al. (1999) quando afirma que “*a Lob ideal pressupõe que todas as atividades são executadas em seqüência*”, no entanto em qualquer empreendimento essas atividades poderão ser executadas paralelamente, resultando na necessidade do emprego inicial de uma rede de precedência PERT/CPM [LIMMER, 1997].

Observa ainda que a técnica facilita a determinação de quais atividades ou processos estão aquém do esperado e necessitam de ritmo mais acelerado, ou ainda aquelas com desempenho superior ao planejado permitindo a redistribuição de recursos.

A previsão do número e da velocidade de entrega das unidades ou produtos, assim como o acompanhamento do ritmo de suprimento de materiais e suas conseqüências são outros benefícios ressaltados.

2.4.4 Método do Valor do Trabalho Feito

O conceito Earned Value, também denominado Valor do Trabalho Feito, surgiu em 1962, tendo como objetivo a análise conjunta do prazo e do custo de empreendimentos [PRADO, 1998].

Foi apresentado inicialmente no manual do governo norte-americano *DOD and NASA Guide : PERT COST System Design*, com o objetivo de auxiliar na gestão física e orçamentária de projetos, sendo aprimorado e representado em 1967 com a denominação de *C/SCSC - Cost / Schedule Control Systems Criteria* (critérios para sistemas de controle de custo e programação) conforme Fleming apud Prado (1998).

O método está estruturada em função da análise do avanço físico e dos custos, para os parâmetros planejados, quanto para os reais [LIMMER, 1997]. Para a implementação do método, fazem-se necessários os seguintes passos :

- Definição dos custos para as atividades e setores envolvidos, e
- Elaboração da rede de precedência.

O Valor do Trabalho Feito, também é denominado em alguns *softwares* de gerenciamento de projetos como Custo Orçado do Trabalho Realizado (*Budgeted Cost of Work Performed*) [PYRON, 1999], e representa uma solução para comparar o custo efetivo de um empreendimento (ou de suas atividades).

Sua operacionalização ocorre com a coleta periódica dos custos reais do empreendimento (ou das atividades), como também do percentual acumulado do trabalho realmente desenvolvido para o empreendimento (ou para as atividades).

Desta forma surgem três curvas de evolução que podem ser comparadas entre si. A primeira curva se refere ao custo total planejado acumulado, a segunda representa o custo previsto acumulado em função do volume de trabalho realizado, e a terceira se refere ao custo real acumulado, conforme a figura 10.

O ponto central do método é a avaliação do valor monetário referente ao volume de trabalho realizado no empreendimento, com os custos efetivamente realizados para esse volume de trabalho. Em função disso, é possível dimensionar o desempenho percentual dos custos e do prazo, e conseqüentemente projetar previsões para o término do empreendimento, tanto para o custo total, quanto para sua duração total.

Para tanto, faz-se necessário que exista um método de apuração dos custos, não obrigatoriamente por atividades, mas que consolide o custo realizado no empreendimento, distribuído nos períodos de análise (semanas, quinzenas, meses, etc).

Em função dos valores acumulados, pode-se definir dois indicadores, sendo um para o desempenho de custo e outro para o desempenho do prazo.

O Indicador de Desempenho de Custo é calculado pela razão entre o custo previsto acumulado em função do volume de trabalho realizado e o custo real acumulado, conforme exibido na figura 11.

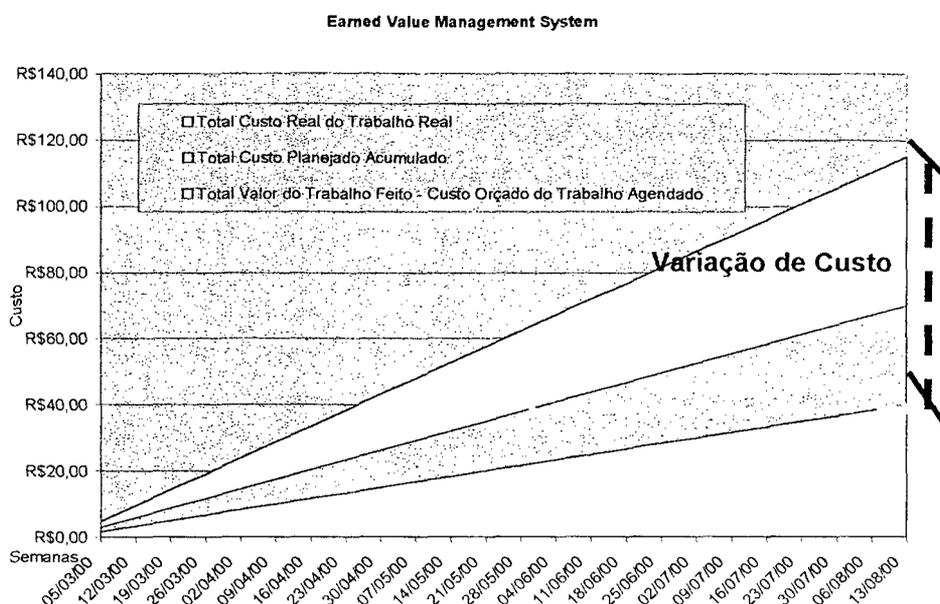


Figura 10 – Curvas Acumuladas de um Projeto

O Indicador de Desempenho de Prazo é calculado pela razão entre custo previsto acumulado em função do volume de trabalho realizado e o custo total planejado acumulado, conforme figura 11.

O desempenho atual do custo é determinado pela adição do custo planejado com a variação de custo, e o desempenho atual do prazo é determinado pela adição do prazo planejado com a variação de prazo.

A projeção ao término do empreendimento para o desempenho de custo é definido pela razão entre o custo total planejado e o indicador de desempenho de custo. Por sua vez, o desempenho ao término do empreendimento para o prazo é definido pela razão entre o prazo total planejado e o indicador de desempenho de prazo.

Como se pode observar, a área de planejamento e controle é vasta, coexistindo diversas abordagens que são empregadas em função das necessidades específicas do cenário produtivo.

Em organizações que combinam aspectos diversos desses cenários (produção sob encomenda, limitações de recursos, empreendimentos simultâneos repetitivos ou não e a necessidade de avaliações periódicas de desempenho), torna-se até natural a conclusão de que

a combinação apropriada de conceitos e ferramentas desses cenários, produzirá resultados operacionais mais efetivos para essas empresas.

<p>Índice de Desempenho de Custo : $IDC = (\text{Custo previsto acumulado}) / (\text{Custo real acumulado})$</p> <p>Índice de Desempenho de Prazo : $IDP = (\text{Custo previsto acumulado}) / \text{Custo total planejado acumulado}$</p> <p>Desempenho de Custo : $DC = \text{Custo planejado} + \text{variação do custo}$</p> <p>Desempenho do Prazo : $DP = \text{Prazo planejado} + \text{Variação do prazo}$</p> <p>Projeção de Custo ao Término : $PCT = \text{Custo total planejado} / \text{Índice de Desempenho de Custo}$</p> <p>Projeção de Prazo ao Término : $PPT = \text{Prazo total planejado} / \text{Índice de Desempenho de Prazo}$</p>
--

Figura 11 – Fórmulas para o cálculo do valor do trabalho feito e projeções ao término

O capítulo seguinte apresenta as características da Indústria da Construção Civil, com ênfase no Sub-Sector Edificações.

Para tanto serão verificados os efeitos das novas condições econômicas sobre essa Indústria através da análise do Sub-Sector Edificações, como são abordadas as funções de planejamento e controle em seu ambiente, com ênfase na gestão de projetos e recursos, assim como o emprego de tecnologias móveis de informação.

CAPÍTULO 3 – A CONTRUÇÃO CIVIL E O SUB-SETOR EDIFICAÇÕES

3.1 A Indústria da Construção Civil

A Indústria da Construção Civil possui características próprias quanto a elaboração dos bens que produz, sendo que esse fato a diferencia sobretudo dos demais segmentos industriais. Essas diferenciações durante muito tempo foram utilizadas como motivo para que não se buscasse implementar novas condições tecnológicas e gerenciais aos tradicionais métodos empregadas no setor.

Ao analisarmos as características intrínsecas dessa indústria, podemos entender melhor as dificuldades encontradas pelos profissionais que nela trabalham.

Característica	Influência sobre a elaboração de bens pelo setor
O bem é produzido no próprio local onde será utilizado.	A fábrica da construção é móvel, ou nômade. Para a produção de qualquer bem (estrada, aeroporto, porto, edifícios, etc), faz-se necessário deslocar fisicamente os recursos para o local (ou trechos) onde será executada a obra.
Emprega intensamente recursos humanos	É uma indústria que apesar de ter buscado caminhar em direção a racionalização e automação de processos, utiliza maciçamente recursos de humanos, inclusive não especializado. Resultando em prazos mais elevados de produção e maior dificuldade na manutenção da qualidade.
É exposta às intempéries e as variações atmosféricas.	A influência dos fatores climáticos como a incidência solar, as precipitações pluviométricas e as variações climáticas em diversas situações reduzem os níveis de produtividade, influenciando a disposição dos operários e por vezes até impede a execução de serviços.
Os fluxos de produção tendem a ser convergentes dentro dos canteiros ou trechos.	Como os meios e recursos movem-se em direção ao produto, faz-se necessário um maior esforço de planejamento para evitar interferências entre os serviços.

Tabela 2 – Especificidades da Construção Civil

A Construção Civil é uma área da Engenharia com enorme gama de segmentos de atuação, sendo que alguns tem conseguido empregar soluções tecnológicas mais avançadas e outros não.

Em geral os segmentos de Portos, Aeroportos, Pontes, Barragens e Túneis encontram-se mais a frente no que se refere ao emprego de modernas tecnologias de produção. Isto ocorre por serem obras que envolvem um número grande de processos e profissionais técnicos de variadas especialidades.

Por outro lado um dos segmentos da Construção Civil onde se pode observar uma maior resistência ao emprego de novas tecnologias, tanto de produção quanto de gestão, é o de Edificações. Torna-se fácil entender o motivo quando observa-se que nesse segmento, o número de profissionais técnicos de engenharia envolvidos por projeto é muito reduzido, sendo que nesse caso, os referidos profissionais tendem ser mais generalistas que especialistas.

3.2 A Construção Civil e a Atual Economia

Desde o início do plano real, a Construção Civil se beneficiou da manutenção dos custos dos insumos de um modo geral, tanto que no final do primeiro ano, diversos levantamentos apontavam que os custos de construção mantinham-se dentro da média da inflação, com poucas exceções em contrário.

O mercado imobiliário, segundo a análise de consultores e empresários, vivia um clima de euforia inicial, tendo posteriormente começado a se estabilizar em patamares de comercialização mais baixo. A causa dessa euforia inicial se deveu ao desejo de compra de imóveis represado pela população durante o período de instabilidade econômica.

No entanto, como reflexo desta situação, os consumidores começaram a adquirir diversos bens de modo desordenado, pelas facilidades que as empresas ofertavam e devido a falta de experiência de grande parte da população no planejamento familiar, resultando, em um segundo estágio pós-real, no aumento dos índices de inadimplência.

Posteriormente, em um terceiro estágio, a instabilidade dos mercados econômicos no mundo globalizado (Ásia e Rússia) desestabilizou as condicionantes da economia nacional, entre elas, taxas de juros, investimentos governamentais, câmbio, expectativas de inflação e

crescimento do PIB etc., tendo agravado as dificuldades e adiado as soluções estruturais para o setor.

Observa-se também que na fase inicial o empresariado incentivado pela demanda elevada, também lançou diversos empreendimentos baseados em cenários financeiros mal elaborados e sem planejamento estratégico apropriado para o novo momento político, econômico e social do Brasil.

A síntese de todos esses eventos foi o surgimento de uma situação na qual transparece a necessidade de se repensar as técnicas de gestão para a melhoria de qualidade e produtividade no setor.

Estudos publicados pela revista Exame – Melhores e Maiores (julho de 1999), que avalia anualmente o desempenho de vários setores da economia brasileira, demonstra a evolução dos indicadores setoriais da Indústria da Construção Civil, a partir do Plano Real, conforme podemos observar no quadro 1 (Indicadores da Construção Civil – Medianas do Setor), assim como nos gráficos constantes das figuras 12 e 13.

Indicadores da Construção Civil – Medianas do Setor				
Indicadores	1995	1996	1997	1998
Crescimento das Vendas (Vendas do último exercício sobre as do anterior já descontada a inflação – em %)	-35,2	29,6	4,6	21,5
Rentabilidade do Patrimônio (Lucro líquido ajustado depois do imposto de renda sobre o patrimônio líquido ajustado – em %)	\	2,4	3,0	3,4
Margens das Vendas (Lucro líquido ajustado depois do imposto de renda sobre vendas – em %)	3,3	3,1	1,9	4,2
Liquidez Corrente (Ativo circulante sobre o passivo circulante – em n.º índice)	2,89	3,23	3,06	3,66
Investimento no Imobilizado (Aquisições do imobilizado sobre o imobilizado do ano anterior – em %)	-	25,7	20,7	37,0
Valor Adicionado por Emprego (Classificação dos valores adicionados por empregado – em US\$)	-	-	32.650	39.098

Quadro 1 – Indicadores da Construção Civil

Fonte : Revista Exame – Melhores e Maiores – julho de 1999

Observa-se que conforme citado anteriormente, ocorreu uma expansão repentina do mercado imobiliário nos dois primeiros anos, explicando a má previsão mercadológica nos cenários para os seguintes.

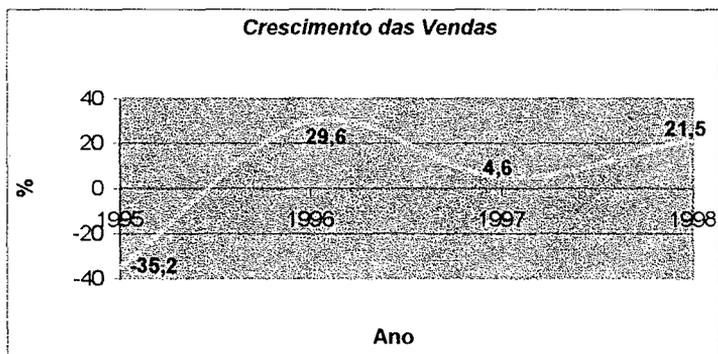


Figura 12 – Gráfico do Crescimento das Vendas
 Fonte : Revista Exame – Melhores e Maiores – julho de 1999

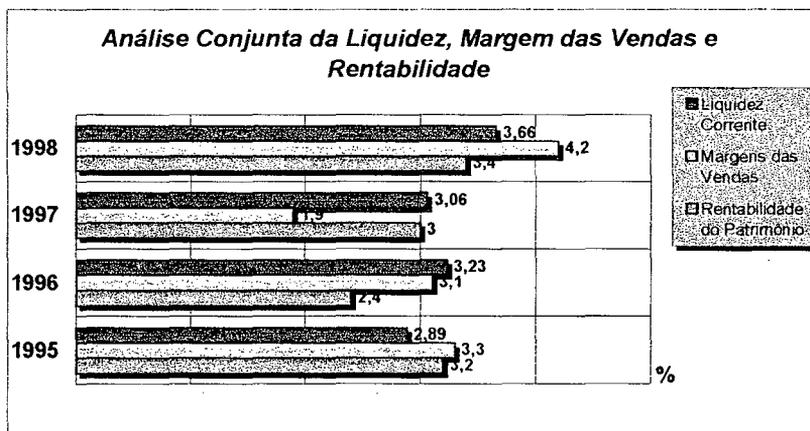


Figura 13 – Gráfico da Análise Conjunta da Liquidez, Margem das Vendas e Rentabilidade
 Fonte : Revista Exame – Melhores e Maiores – julho de 1999

Destaca-se no entanto que não se obteve nos três primeiros anos melhorias quanto a rentabilidade, liquidez e margens das vendas, surgindo uma melhora de desempenho apenas em

1998. No âmbito associativo, o setor através de seus sindicatos patronais, tem buscado alternativas que atuem estruturalmente como a reestruturação do SFI – Sistema Financeiro Imobiliário e a criação de securitizadoras para melhor oferta de crédito imobiliário.

As flutuações dos parâmetros econômicos nacionais, o aprendizado do mercado imobiliário quanto ao planejamento financeiro familiar, as novas estruturas de políticas para o setor e as restrições orçamentárias definidas pelo Governo Federal obrigam as empresas a desenvolverem estratégias empresariais de curto, médio e longo prazo eficientes e flexíveis às possibilidades e restrições ofertadas pelo mercado, pela globalização e pelo sistema financeiro imobiliário.

A Indústria da Construção Civil é reconhecida como poderosa geradora de empregos, sendo um segmento econômico que cria empregos com baixo custo, até hoje agregando inclusive profissionais menos qualificados e socialmente mais carentes. Segundo o diagnóstico do Governo Federal [MDIC, 1999] a Construção Civil participa com mais de 6% da População Economicamente Ativa, representando em 1995 cerca de 4 (quatro) milhões de trabalhadores.

De acordo com dados fornecidos nas Ações Setoriais para o Aumento da Competitividade da Indústria Brasileira, publicação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior [MDIC, 1999], cerca de 70% de todos os investimentos feitos no País passam pela cadeia produtiva da Indústria da Construção Civil. Em 1995 esse valor atingiu a cifra de US\$ 83 bilhões.

A atividade definida como “*construbusiness*” participa na formação do Produto Interno Bruto (PIB) do País com cifras significativas da ordem de 13,5%, dos quais 8% são da construção propriamente dita.

Destaca-se que essa Indústria está dividida pela MDIC (1999) em Materiais de Construção, passando pela construção propriamente dita de Edificações e Construções Pesadas, e terminando pelos diversos serviços de Imobiliária, Serviços Técnicos de Construção e Atividades de Manutenção de Imóveis, o que representa uma Indústria com expressiva participação na economia nacional.

3.3 O Sub-Setor Edificações

Segundo a Secretaria de Política Industrial do MDIC (1999), o Sub-Setor edificações possui características bem definidas :

- produto heterogêneo;
- demanda correlacionada com a renda;
- intensivo em mão-de-obra;
- possui diversidade tecnológica;
- abrange obras habitacionais, comerciais, industriais, obras do tipo social (escolas, creches e hospitais) e obras destinadas a atividades culturais, esportivas e de lazer;
- baixa qualificação profissional;
- pouca mecanização, e
- uso de processos convencionais e técnicas simples.

Um dos aspectos da sociedade brasileira mais relevante para o Sub-Setor edificações é a problemática habitacional, para a qual a mesma Secretaria exhibe em sua publicação estimativa de que a demanda por moradia de curto e médio prazos, identificando um déficit total de 12 milhões de unidades habitacionais, adicionando-se as sub-habitações (favelas, palafitas, etc.).

O Sub-Setor edificações apresenta uma grande concentração de empresas de pequeno porte, conforme pode ser analisado no quadro 2 que segue.

Analisando-se os dados referentes às empresas de construção, pode-se observar que o Sub-Setor de Edificações as representa sobremodo, tanto em quantidade de empresas, quanto em concentração de colaboradores. Novas tecnologias que resultem em ganhos de produtividade e competitividade, além de incidirem sobre milhares de organizações, auxiliam na redução do déficit habitacional e na manutenção ou elevação de centenas de milhares de empregos, como se pode observar no quadro 3.

Tipo	Nº de empregados	Participação
Microempresa	0 a 9	58%
Pequena empresa	10 a 99 empregados	33%
Outras	acima de 100 empregados	9%

Quadro 2 – Empregos Gerados por Tipo de Empresa do Sub-Setor Edificações
Fonte : Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (MDIC 1999)

Sub-Setor	Nº Estabelecimentos	%	Nº Empregos	%
Edificações	115.939	90.3	723.981	82.3
Construção Pesada	10.811	8.4	128.100	14.6
Construção Industrial	1.660	1.3	27.810	3.1
TOTAL	128.410	100.0	879.891	100.0

Quadro 3 – Número de Estabelecimentos e Empregos do Sub-Setor Edificações
Fonte: RAIS - 1991/SENAI apud MDIC (1999)

Percebe-se claramente que existe um momento ímpar quanto a oportunidade para o desenvolvimento de tecnologias, não apenas para materiais, métodos e processos construtivos, assim como também para novos conceitos e métodos de planejamento e controle, que possibilite elevação nos níveis de eficiência e eficácia, em busca de soluções para se atingir a demanda observada de 62% do déficit habitacional brasileiro, que abrange a parcela da população com renda máxima de 2 salários mínimos, totalizando cerca de 3,5 milhões de moradias.

3.4 Planejamento e Controle em Edificações (PCE)

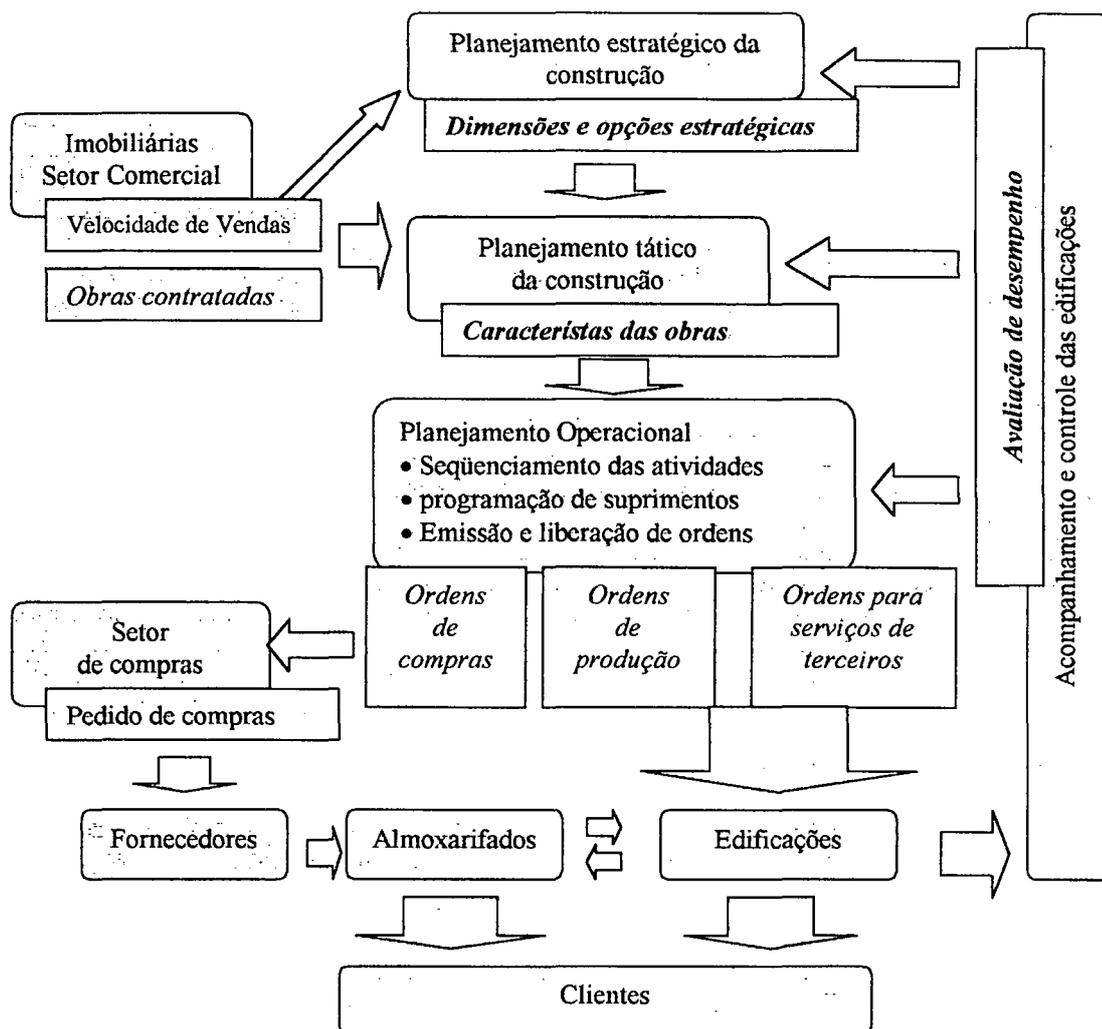


Figura. 14- Adaptação da visão geral das atividades do PCP ao PCE
 Fonte : Adaptado do Manual de Planejamento e Controle da Produção. TUBINO, Dálvio
 Ferrari. 1997.

O planejamento de obras em edificações, assim como nos demais sistemas produtivos, objetiva estruturar as condições de atuação dos recursos sobre as tarefas componentes dos produtos, voltando-se ao atendimento das políticas, metas e estratégias definidas pela organização, visando garantir a eficácia da produção, com maior grau possível de eficiência.

Tendo em vista as especificidades do Sub-Sector Edificações anteriormente apresentadas, pode-se perceber a similaridade das funções de planejamento e controle de organizações que produzem sob encomenda e de empresas de construção civil, sendo que para sua aplicação nesse ambiente empresarial, faz-se necessário adaptações que possam aproximar as funções de PCP aos requerimentos do gerenciamento da construção (*Construction Management*).

Essas adaptações no entanto, não afetam a estruturação e a interação entre os elementos que atuam no sistema geral de atividades do planejamento e controle da produção, assim como também não interferem em sua lógica de atuação, ocorrendo simplesmente ajustes às características do processo produtivo de edificações.

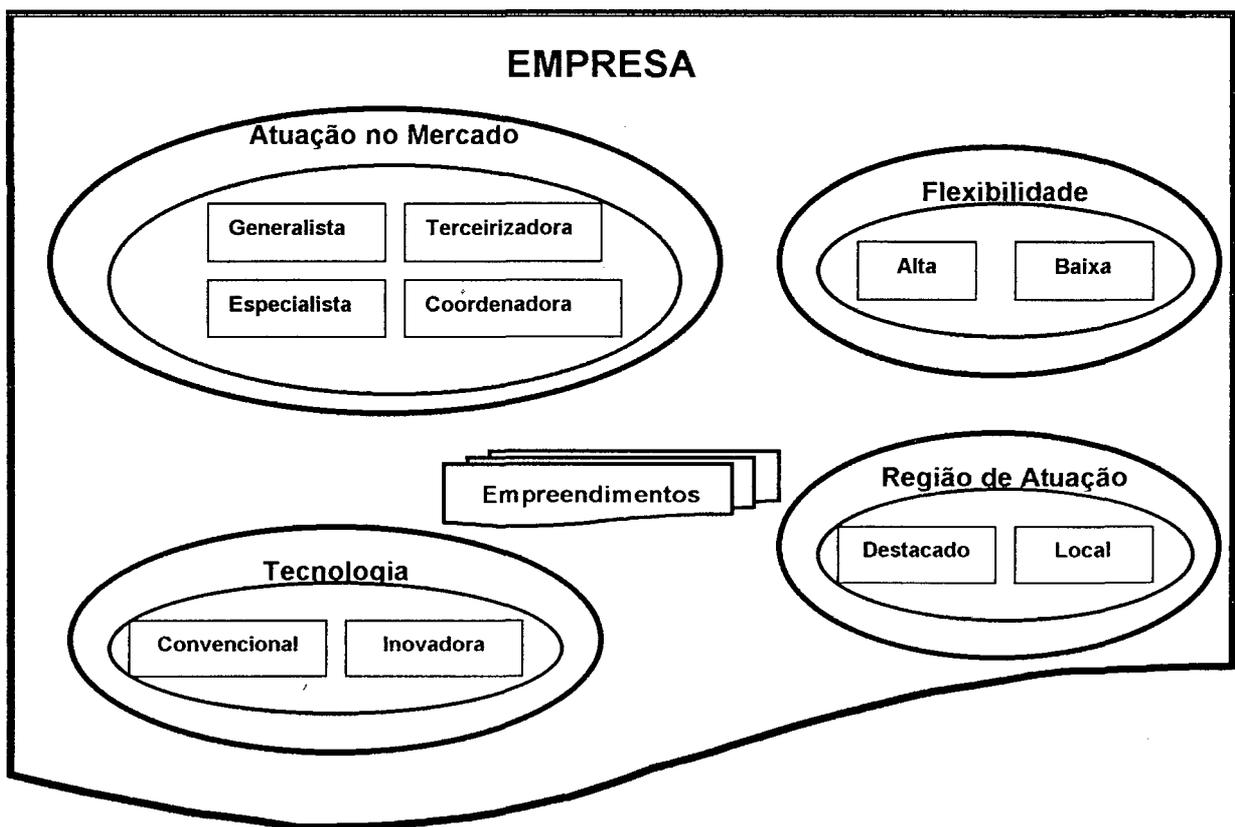


Figura 15 - Dimensões do Planejamento Estratégico e suas opções para a empresa construtora

A figura 14 apresenta uma ilustração que exhibe uma sugestão de adaptação das funções do PCP ao PCE.

As funções que compõem o Planejamento e Controle em Edificações são o Planejamento Estratégico, o Planejamento Tático e o Planejamento Operacional.

O **Planejamento Estratégico da Construção** se volta para políticas organizacionais e produtivas de longo prazo, dentre as quais se pode destacar quatro dimensões básicas com suas respectivas opções, conforme a figura 15.

1. **Estratégia de atuação da empresa no mercado:**
 - a. **generalista:** a organização executa todas as etapas da edificação sem repasses a terceiros;
 - b. **terceirizadora:** a organização executa a maioria das etapas construtivas, porém repassa alguns serviços, em geral especializados, para terceiros;
 - c. **especialista:** a organização atua somente em um segmento ou etapa construtiva da edificação, sendo fornecedora de serviços para outra empresa construtora, e
 - d. **coordenadora:** a organização nada executa, porém coordena as ações e interações do(s) executor(es) no empreendimento.
2. **Flexibilidade da capacidade produtiva da empresa:**
 - a. **alta:** a organização flutua sua capacidade produtiva em função dos negócios realizados, através de contratações, aluguéis de equipamentos e demissões com frequência;
 - b. **baixa:** a organização evita flutuar sua capacidade produtiva, mantendo um núcleo básico de recursos, admitindo eventuais oscilações anteriormente planejadas.
3. **Área de atuação da empresa:**
 - a. **local:** a organização por limitações estruturais restringe sua atuação à região onde se encontra a sede da empresa;
 - b. **destacado:** a organização implanta canteiros de obras em locais afastados de seu centro administrativo.
4. **Tecnologia construtiva adotada :**
 - a. **convencional:** a organização emprega técnicas usuais de construção;

- b. **inovadora**: a organização procura empregar processos construtivos modernos ou inovadores.

O **Planejamento Tático da Construção** se volta para políticas organizacionais e produtivas de médio prazo (nível tático), avaliando a necessidade individual de cada empreendimento e considerando os seguintes parâmetros:

1. **Características dos empreendimentos**: tipo de edificação, suas dimensões e público alvo; localização e características de acessibilidade e comunicação; soluções técnicas adotadas na elaboração do projeto.
2. **Velocidade de vendas**: capacidade de absorção do mercado para empreendimentos com características similares e para a região de construção.
3. **Fontes de recursos**: disponibilidade de recursos humanos, facilidade de suprimento e origem dos recursos financeiros.
4. **Legislações pertinentes ao tipo do empreendimento ou região**: dispositivos legais que interferem na concepção dos projetos (formas, áreas, alturas, ocupação de solo, etc) e os cuidados durante a execução (movimentação de veículos de carga, ruído, disposição de materiais e entulhos, etc).

O **Planejamento Operacional** através das Ordens de Compra, Ordens de Produção e Ordens para Serviços de Terceiros, está dirigido para ações de curto prazo (nível operacional) definindo os períodos, prazos e recursos envolvidos nas tarefas construtivas (produtivas e logísticas), considerando os seguintes parâmetros:

1. **Seqüenciamento das atividades**: considera a data de início e prazo contratual de entrega do empreendimento, relação de atividades produtivas e logísticas, duração de cada atividade e fluxo de construção.
2. **Identificação de recursos**: avalia os recursos (materiais, ferramentas, equipamentos, mão-de-obra e terceiros) envolvidos para cada atividade do empreendimento.

3. **Distribuição dos recursos:** determina a necessidade de reprogramação das atividades onde seja verificado o excesso de demanda de recursos, considerando ainda o prazo contratual de entrega.
4. **Custos operacionais:** verifica se as soluções encontradas são compatíveis com as metas financeiras traçadas pelos níveis estratégico e tático para o empreendimento.

Segundo Quezado (1999), o Acompanhamento e Controle da Produção objetiva garantir a realização mais próxima possível da programação da produção elaborada, para tanto necessita identificar rapidamente problemas e sugerir soluções corretivas. O controle se responsabiliza ainda pela coleta de dados referentes a índices de produtividade, ocorrências de defeitos, consumos de materiais, verificação de falhas em processos, etc.

Para Araújo e Meira (1998) o controle é a função encarregada de balizar a tomada de decisão empresarial, ao longo do período de execução do empreendimento através da identificação dos desvios ocorridos em relação ao planejamento inicial. O controle pode ser realizado abrangendo três dimensões do empreendimento: físico, econômico e financeiro.

Pode-se destacar os seguintes impactos da implementação de atividades de controle integradas ao planejamento para empresas construtoras :

- maior previsibilidade do empreendimento;
- emissão de relatórios evidenciando a posição do empreendimento;
- maior probabilidade do cumprimento dos prazos;
- acompanhamento mais eficaz do desempenho de materiais, recursos humanos, equipamentos e instalações;
- maior domínio sobre os processos e métodos construtivos, e
- melhor suporte para decisões empresariais.

3.5 Gerenciamento de Projetos em Edificações

Para VARGAS (1998c), pode-se classificar as organizações de um modo simplificado em baseadas ou não em projetos.

As organizações não baseadas em projetos possuem estrutura departamental, que orienta ou responde por aspectos específicos de cada empreendimento, dificultando a condução do trabalho por parte do gerente do empreendimento.

Por sua vez as organizações ditas baseadas em projetos procuram criar estruturas administrativas flexíveis, que se moldem às necessidades dos empreendimentos, essas são moldadas visando os processos, facilitando as atividades dos gerentes dos projetos.

As empresas construtoras do Sub-Sector Edificações não estão, em geral organizadas para projetos. Observa-se que nessas empresas, prioriza-se os departamentos de apoio administrativos em detrimento dos departamentos de planejamento e de execução dos empreendimentos.

As pequenas e médias empresas apresentam ainda, outro aspecto agravante sobre sua forma de gestão dos projetos, representada pela influência da personalidade de seus sócios-proprietários, que em variados casos não são profissionais com formação técnica na área. Corroboram com essa observação Araújo e Meira (1998), quando afirmam ser “em particular, esta a realidade vivida pelas pequenas empresas de construção de edifícios de João Pessoa”.

Para que os empreendimentos sejam planejados e controlados, faz-se necessário um escalonamento das etapas, até que se encontre um volume de trabalho, com dimensão que permita ser realizado pelos profissionais atribuídos a esse serviço na fase de execução, sem que o mesmo perca relevância, VARGAS (1998c).

Basicamente, o objetivo é dividir o empreendimento hierarquicamente em frações mensuráveis e controláveis, denominado de Estrutura de Divisão do Trabalho (EDT) ou *Work Breakdown Structure* (WBS).

A EDT se assemelha a um organograma onde apresenta-se os elementos de trabalho e não os elementos da organização. Segundo CALDAS (1990), pode-se classificar a estruturação em três tipos de informações distintas, conforme exemplificado abaixo.

- **Estrutura Analítica do Projeto:** elementos físicos do empreendimento onde podem ser atribuídos trabalhos e conseqüentemente custos;
- **Estrutura de Tipos de Custos:** elementos de trabalho que consome matéria-prima, mão-de-obra, equipamentos, serviços de terceiros, encargos sociais e impostos, resultando em custos diretos para esse elemento, e

- **Estrutura Analítica de Operação:** definição dos responsáveis pelas etapas diversas do empreendimento.

Os tipos de informação são mesclados na elaboração da EDT, conforme o modo mais conveniente para cada empresa e em função do tipo ou porte do empreendimento.

A estruturação do empreendimento parece uma etapa simples e de menor importância, no entanto, por se tratar de uma ferramenta gerencial que permite o entendimento bem definido do escopo dos trabalhos no projeto, é crucial para que as demais etapas de planejamento e controle sejam executadas com resultados satisfatórios.

Após a estruturação do projeto em elementos mensuráveis e controláveis, esses devem ser programados de modo que se distribuam ao longo do prazo total do projeto, em função do método e tecnologia de execução.

3.6 Gerenciamento de Recursos em Edificações

O planejamento e controle dos recursos envolvidos no empreendimento são fatores preponderantes para seu êxito [CALDAS, 1990], tendo em vista que o gerenciamento da oferta e dos custos associados aos recursos, tornam-se a cada dia mais complexos e decisivos.

Segundo Ichihara (1998 c), os recursos podem ser classificados em :

- **Renovável** - Quando o recurso em análise é limitado em quantidade, mas reutilizado em períodos diferentes. Ex: mão-de-obra, quando não há nova contratação durante a vida do projeto.
- **Não-renovável** - Quando a soma do recurso analisado é limitada para o projeto como um todo, não havendo reutilização do mesmo em período posterior. Ex: Materiais.

Os empreendimentos desenvolvidos pelo Sub-Sector Edificações são compostos por recursos que podem ser subdivididos em quatro tipos básicos :

- materiais;

- recursos humanos;
- equipamentos e ferramentas, e
- instalações.

Tendo em vista a necessidade de determinar quais recursos são relevantes ao Planejamento e Controle em Múltiplas Edificações, convém analisar mais detalhadamente os tipos de recursos.

3.6.1 Materiais

Os recursos materiais possuem características específicas dentro do ambiente dos empreendimentos do Sub-Setor Edificações, tendo em vista que esses empreendimentos são fisicamente bem definidos, as necessidades de materiais não flutuam em função de alterações de prazo ou reprogramações dos períodos de atividades, ou seja, esses recursos não são variáveis pelo tempo de execução, possuindo quantidades e custos diretos de aplicação fixos.

A flutuação desses recursos ocorre devido a problemas de desperdícios ou ausência de qualidade nos processos em que estão envolvidos, como por exemplo a aquisição, o transporte, o preparo e a aplicação.

Os materiais também podem ser classificados como não renováveis, em outras palavras, a soma dos recursos denominados como materiais é limitada ao empreendimento como um todo, não ocorrendo renovação ou reutilização periódica.

3.6.2 Recursos Humanos

Os recursos humanos são os componentes mais complexos de qualquer atividade, sendo que sua gestão envolve diversos fatores como por exemplo legislação, ética, ergonomia, psicologia e instrução. Sua gestão tem como objetivo dimensionar corretamente as necessidades de profissionais para a perfeita execução do empreendimento, reduzindo sobrecargas de trabalho e distribuindo o mais uniforme possível os perfis de demanda de trabalho [CALDAS, 1990].

Os recursos humanos possuem algumas características que precisam ser consideradas pelos gerentes :

- não é desejável (e por vezes impraticável) grandes concentrações de profissionais em períodos isolados;
- a rotatividade de recursos humanos interfere na qualidade e produtividade, na capacidade de realização de treinamentos e eleva os custos do empreendimento;
- o agrupamento de funções similares e a repetição de atividades (não puramente mecânicas) aumenta a qualidade e produtividade, e
- a produtividade e o domínio sobre as operações das atividades aumentam ao longo do tempo.

Os recursos humanos podem ser classificados como renováveis, em outras palavras, sua quantidade é limitada, mas está novamente disponível no próximo período, respeitada a ocorrência de demissões ou contratações.

3.6.3 Equipamentos e Ferramentas

Os recursos equipamentos e ferramentas são os componentes que se agregam aos recursos humanos, e por esses são operados. A necessidade dos equipamentos e ferramentas são definidas pelo tipo de trabalho a ser realizado, pela tecnologia disponível, pelo volume de trabalho, pelo prazo disponível e pelas condições físicas do local.

Os custos dos equipamentos e ferramentas são variáveis em função do tempo, sendo que sua distribuição deve considerar as fontes de recursos monetários para o empreendimento, assim como sua durabilidade:

- recursos monetários próprios – quando a organização possui condições de adquirir os equipamentos e as ferramentas sua distribuição de custo deve ser avaliada em função de toda a expectativa de vida desses recursos, e os mesmos flutuam em função do tempo disponível para o empreendimento, e
- recursos monetários externos – quando a organização necessita de equipamentos que não pode adquirir com suas próprias fontes, nesse caso a gestão do

empreendimento deve considerar o custo total desses equipamentos e ferramentas e distribuir os valores referentes aos financiamentos contratados.

Os recursos equipamentos e ferramentas também podem ser classificados como renováveis, em outras palavras, sua quantidade é limitada, mas está novamente disponível no próximo período, respeitada sua expectativa de vida útil.

3.6.4 Instalações

Os recursos instalações são as áreas físicas limitadas em quantidade e demandadas por determinadas atividades, em geral são locais onde se realizam atividades de apoio, preparação, verificação ou capacitação como por exemplo laboratórios, salas de aula, auditórios, etc.

Os custos das instalações são variáveis em função do tempo.

Esses recursos também podem ser classificados como renováveis, em outras palavras, sua quantidade é limitada, mas está novamente disponível no próximo período.

	Técnica	Financeira	Humana
Mão-de-Obra	Capacidade técnica	Custo do Trabalhador	Perfil do Trabalhador
Material	Condições Técnicas	Custos dos Materiais	Influência na Produtividade
Equipamento	Influência na Produtividade	Custo de Utilização	Ergonomia

Quadro 4 – Tipos de Informações

Fonte : Gestão da Informação no Canteiro de Obra e sua Influência no Planejamento Estratégico. Freitas, Maria do Carmo Duarte; Pozzobon, Cristina Eliza; Heineck, Luiz Fernando M. Enegep 1998.

Existem diferentes tipos de informação em função de cada categoria de recurso que devem ser avaliadas para a tomada de decisões técnicas, financeiras e humanas, que interagem entre si [FREITAS e POZZOBON, 1998]. O levantamento correto destas informações conduz o gestor a uma melhor gerenciamento do empreendimento (quadro 4).

3.6.5 Alocação de Recursos

Denomina-se atribuição ou alocação a relação de quais recursos serão requisitados para uma determinada atividade, tendo em vista a sua realização. A quantidade requisitada sempre que possível é determinada em função do prazo de execução, volume de trabalho da atividade e dos níveis de produtividade ou de demanda dos recursos envolvidos.

Para projetos que envolvem atividades de produção (corte, moldagem, construção, estampagem, pintura, etc), pode-se calcular as quantidades de recursos a alocar; por sua vez em projetos que envolvem atividades burocráticas, legais ou de serviço (protocolo de documentos, aprovação de normas, desenvolvimento de solução técnica, etc) em geral se estimam os recursos necessários.

O seqüenciamento das atividades e suas atribuições originam um perfil da demanda total para cada recurso do empreendimento ao longo de seu prazo de execução [ICHIHARA, 1988 c].

Tal perfil pode gerar três situações para cada recurso demandado:

- a) **Disponibilidade** – ocorre quando a oferta do recurso para o empreendimento é superior à demanda gerada pelo seqüenciamento e alocação;
- b) **Utilização Total** – ocorre quando a oferta do recurso e a sua demanda são iguais, e
- c) **Sobrecarga** – ocorre quando a oferta do recurso é inferior à sua demanda

Considerando-se a ocorrência da situação de Sobrecarga, conclui-se que nessas condições o empreendimento não logrará êxito, pois as atividades que originam a(s) sobrecarga(s) do(s) recurso(s) não poderão ser executadas como fora programado.

Desta forma, fazem-se necessárias medidas que permitem a alteração da condição de sobrecarga. Abaixo estão três possíveis grupos de soluções:

- **Elevar a oferta do(s) recurso(s) sobrecarregado(s):**
 - Compra ou contratação de recursos (material, equipamento e recurso humano);
 - Acréscimo da disponibilidade de horas de trabalho por período (recurso humano, equipamento e instalação);
 - Aluguel (equipamento e instalação), e

- Terceirização (recurso humano, equipamento e instalação).
- **Substituir o(s) recurso(s) sobrecarregado(s):**
 - Identificar outro(s) recurso(s) com disponibilidade no mesmo período, que possua capacidade de desempenhar as função exigidas pela tarefa com iguais condições técnicas e temporais (recurso humano, equipamento e instalação).
- **Reprogramar as atividades que em conjunto com a alocação geram o(s) recurso(s) sobrecarregado(s):**
 - Alterar o período de execução da(s) atividade(s) que origina(m) a(s) sobrecarga(s) de tal modo que seja alterado o perfil do(s) recurso(s) para as situações de Utilização Total ou Disponibilidade;
 - Alterar a duração da(s) atividade(s) que origina(m) a(s) sobrecarga(s) e por conseqüência o valor da alocação individual do(s) recurso(s) envolvido(s), ajustando o perfil do(s) mesmo(s), e
 - Interrupção da(s) atividade(s) que origina(m) a(s) sobrecarga(s), fracionando-a(s) em etapas e desse modo ajustando o perfil do(s) recurso(s) envolvido(s).

3.7 Tecnologia de Informação

A constante evolução da humanidade ao longo dos séculos, pode ser avaliada pelos artefatos ou registros, deixados desde os ancestrais pré-históricos até os tempos modernos.

As manifestações humanas referentes ao conhecimento de um povo ou civilização, está ligada diretamente ao seu potencial de absorver, processar e recriar informação.

Percebe-se portanto que a informação sempre formou um ciclo “virtuoso” com a tecnologia, desde a descoberta de que alguns produtos naturais tinham a propriedade de formatar figuras e símbolos em rocha, passando pela imprensa de Gutemberg e chegando aos hipertextos da atual Internet.

Lemos (1999b) lembra que os grandes momentos históricos, associados a complexas mudanças tecnológicas, revelam que o conhecimento sempre é o elemento central do desenvolvimento, e que a maior característica das atuais tecnologias é sua velocidade e acessibilidade.

As modernas tecnologias de informação (TI), em especial a Internet, com o passar do tempo vem influenciando um número cada vez maior de organizações, envolvendo as mais variadas dimensões da empresa.

Gomes (1999) relata exemplos de empresas que inovaram a gestão nas áreas de finanças, vendas, recursos humanos e marketing, exibindo claramente que os processos relacionados à decisão empresarial estão passando por substanciais alterações, inclusive de conceitos, abrangências, interatividade e integração (Lemos, 1999b).

O impacto causado pelo desenvolvimento e emprego das novas TI tem estimulado não apenas a criatividade de empreendedores, assim como de vários estudiosos, propiciando um terreno fértil para a difusão de muitas suposições, dúvidas e exercícios de “futurologia”. Em meio a isso, renomados profissionais de instituições com projeção no cenário internacional, tem apresentado seus pareceres, buscando orientar melhor sobre os eventos oriundos do atual momento histórico. Para Dertouzos apud Cohen (1999) *“O Mercado da Informação vai transformar nossa sociedade no século 21 tão significativamente quanto as duas revoluções industriais, estabelecendo-se como a terceira revolução da história moderna. Não devemos temê-la nem mais nem menos que as outras foram temidas, porque ela carrega promessa e ameaça similares”*.

Lahóz (1999) observa que estudos realizados por universidade americana revelou que a economia da Internet tem crescido a uma taxa anual média de 175%, desde 1995, representando 1,2 milhões de empregos em 1998, e que por sua vez o governo americano estima que metade dos trabalhadores por volta do ano de 2006 estarão locados em empresas do setor de tecnologia, ou em grandes usuárias desse setor.

Com relação às cadeias industriais, diversos conceitos já considerados modernos, vêm expandido sua abrangência com a aplicação das TI. A possibilidade de se receber, monitorar e acompanhar eletronicamente o fluxo ao longo das cadeias, entre as diversas empresas envolvidas e a visualização da posição real das ordens de produção, permitem que modernas filosofias gerenciais possam ser estendidas e aproximem as empresas, integrando os elementos estratégicos do negócio, nas cadeias logísticas ou de valor.

Molina apud Nascimento e Schoeler (1998) explica quais os fatores devem ser considerados na decisão de informatização do fluxo de informação:

- **qualidade** – ampliação dos retornos da informação, representada pela melhoria de desempenho dos sistema de informação, com a redução de tempos de planejamento e diminuição de informações incorretas ou atrasadas;
- **flexibilidade** – capacidade de reação rápida às mudanças dos cenários internos e externos do empreendimento, reduzindo os tempos e estágios de processamento dos dados propiciando maior agilidade à organização;
- **Produtividade** – aumento da eficiência dos recursos produtivos por facilitar a tomada de decisão para os profissionais de nível estratégico, tático e inclusive operacional, e
- **Viabilidade Técnica** – identificação das reais necessidades da organização e avaliação criteriosa dos custos e dos benefícios envolvidos em cada solução tecnológica possível, tanto em *hardware* quanto em *software*.

A mobilidade da informação tem sido um dos temas mais estudados atualmente no setor telemática. Percebe-se que a Indústria da Alta Tecnologia (*hardware* e *software*), movimenta-se rapidamente nesse sentido, agregando inclusive áreas afins como por exemplo telecomunicações.

Para Gates III (1999) os aparelhos digitais portáteis manterão as pessoas constantemente conectadas com sistemas e outras pessoas, permitindo complexas combinações de *softwares* sob medida às necessidades específicas de cada um, no entanto lembra que as adaptações sociais necessárias levarão alguns anos em função da infra-estrutura que deve ser construída.

A dinâmica do desenvolvimento de produtos para gestão de informações tem evoluído para soluções móveis, que possibilite maior controle e eficiência de profissionais que desempenham seus trabalhos fora do ambiente central da organização, com por exemplo vendedores, consultores, engenheiros, etc.

Algumas das atuais ferramentas existentes para trabalho remoto podem operar inclusive nos pequenos computadores de mão (*handheld*), mas por questões de limitações diversas, não

são aplicativos (programas de computador) completos, no entanto é possível a conexão com os servidores corporativos para remotamente receber e transmitir informações.

3.7.1 Tecnologia de Informação no Sub-Setor Edificações

Observa-se porém, que o Sub-Setor de Edificações tem aproveitado de modo insuficiente as ferramentas computacionais para a comunicação de conceitos, de projetos e de problemas entre disciplinas. Segundo Galle apud Schmitt (1998), observa que a grande resistência ao uso de tecnologia da informação, resulta em conseqüências que afetam o desempenho das empresas.

A dificuldade em analisar o retorno efetivo sobre os investimentos aplicados na tecnologia da informação, fomenta a resistência dos empresários em manter atualizadas suas ferramentas computacionais ao longo do tempo.

A necessidade da gestão da informação, no âmbito da Construção Civil, surge das mais diversificadas origens, tipos de processamento, utilização e destino, carecendo de maior estudo e integração dentro das empresas construtoras e ao longo da cadeia do *Construbusiness*. [NASCIMENTO & SCHOLER, 1998].

Freitas et al (1998), ressaltam que "*atualmente, as empresas de construção precisam contar com um novo profissional com conhecimento sistêmico em todas as áreas que envolvem um empreendimento*". Essa afirmação encontra maior eco, quando se observam as rápidas evoluções das tecnologias móveis de informação e comunicação.

Cosenza e Soares (1998) destacam que as inovações tecnológicas auxiliam a administração a executar suas atribuições empresariais com maior eficiência e eficácia.

Desta forma, pode-se afirmar que existe um grande vácuo quanto a aplicações eficientes de tecnologia de integração e comunicação, contemplando sempre os aspectos de custo, mobilidade, facilidade de crescimento da capacidade de processamento e facilidade de implantação, que acolham as especificidades da Indústria da Construção Civil e mais ainda do Sub-Setor de Edificações.

3.7.2 Bancos de dados

Bancos de dados são ferramentas computacionais que agregam coleções de informações relacionadas em assuntos pré-determinados. Esses bancos de dados podem estar armazenados totalmente em um único computador (*stand-alone*), ou distribuído em vários equipamentos onde se pode controlar informações de uma variedade de fontes, tendo que coordená-las e organizá-las em função do trabalho específico de cada operador ou usuário (*client/server*).

Existem ferramentas disponíveis, que se adequam às organizações, independente de suas características (porte, número de usuários, tipo de informação, localização física dos usuários, níveis de acessibilidade, etc), com as mais variadas opções de preços, desde o *software* gratuito para pessoas físicas e pequenas empresas até *softwares* corporativos para comércio eletrônico.

Os mais recentes bancos de dados (pequeno porte ou corporativos) estão sendo desenvolvidos aproveitando a tecnologia da Internet [MILITELLO, 1999], permitindo que os usuários do sistema do banco de dados possam acessá-lo dinamicamente (inserindo e recebendo informações) de uma ferramenta de navegação na Internet (*Browser*).

Além da facilidade de acesso, outro benefício identificado é a redução de custo total de propriedade (aquisição, operação e manutenção) para o emprego desses bancos de dados.

Com o avanço da tecnologia nas área de informática e telecomunicações, a cada dia se tornam maiores as condições para que as pequenas e médias organizações possam elevar sua qualidade e eficácia na gestão da informação e tomada de decisão, em função das características dos bancos de dados e de suas tendências exibidas na tabela 3.

Característica	Tendência
Preço do programa	Redução, já existindo soluções gratuitas com bom desempenho técnico
Preço do equipamento	Redução quando considerado o custo em função da capacidade de processamento de dados
Custo com profissionais	Redução do custo hora e quantidade de hora alocada por trabalho
Disponibilidade de pessoal	Aumento do número de profissionais
Integração entre programas	Aumento da facilidade de utilização conjunta e integrada das ferramentas
Ambiente de trabalho	Gráfico e baseado na Internet

3.7.3 Gerenciadores de Projetos

Gerenciadores de projetos são ferramentas computacionais que auxiliam o seqüenciamento de atividades através do emprego de Diagramas de Blocos. Esses aplicativos são empregados em organizações que necessitam gerir empreendimentos (projeto, construção e fabricação) avaliando de modo integrado as características tempo, disponibilidade de recursos e custo.

Existem várias soluções de sistemas para o gerenciamento de projetos, que atendem às mais variadas empresas (porte, número de empreendimentos simultâneos, nível de acesso dos colaboradores internos e externos, localização física dos colaboradores, estratégia da organização, etc), variando também seu custo, que pode ser zero (programa gratuito) ou não (programa licenciado).

As novas soluções desenvolvidas para gestão informatizada de projetos também estão buscando empregar a tecnologia Internet, com o principal objetivo de facilitar e garantir a segura e eficaz colaboração entre os mais diversos envolvidos nos empreendimentos, permitindo ao gerente geral definir critérios de acesso e flexibilidade para os demais participantes [MICROSOFT, 1999b] [PYRON, 1999], [MARMEL, 2000].

Quanto a soluções para a Programação de Projetos com Limitações de Recursos, é possível encontrar programas de computador que realizam essa operação, com a possibilidade de serem definidos diversos critérios em função da necessidade do projeto, do gerente ou da organização.

Para o emprego em organizações que atuam em segmentos específicos (construção civil, construção naval, metal-mecânico, moveleiro, etc), as soluções permitem ainda a adequação do sistema às especificidades do setor (ou da organização), através de recursos de programação e integração a bancos de dados.

Contudo, observa-se que a integração necessária para a disponibilização de uma ferramenta operacional que possa atender às necessidades dos gestores de segmentos específicos (construção civil, construção naval, metal-mecânico, moveleiro, etc.), encontram

sua real dificuldade na determinação do método adequado, sendo que o fator tecnológico (computacional) não cria impedimentos.

Característica	Tendência
Programa	Redução de preço (já existem soluções gratuitas)
Equipamento	Redução de preço e aumento de capacidade
Profissional capacitado	Redução do custo hora e quantidade de horas necessárias
Disponibilidade de pessoal	Aumento do número de profissionais
Soluções específicas	Aumento da facilidade de desenvolvimento pela facilidade de integração com bancos de dados variados
Gestão de múltiplos empreendimentos	Maior facilidade para definição de níveis de acesso e emprego de ambiente Internet
Programação por recursos	Maior acesso à definição dos critérios dos algoritmos

Tabela 4 – Características e tendências dos aplicativos para gerenciamento de projetos

A tendência para as organizações que necessitam empregar sistemas de gerenciamento de projetos, é dispor continuamente de condições melhores para o aumento da eficácia das funções de planejamento e controle de seus empreendimentos, em função dos fatores relacionados na tabela 4.

Considerando os estudos realizados sobre as diversas abordagens e técnicas de planejamento e controle, assim como as análises sobre o Sub-Sector de Edificações, a seguir será apresentado o método proposto que combina elementos variados com o objetivo de propiciar um planejamento e controle de vários empreendimentos de edificações.

CAPÍTULO 4 – PLANEJAMENTO E CONTROLE DE MÚLTIPLOS EMPREENDIMENTOS EM EDIFICAÇÕES (PCME)

O método descrito no capítulo 4 consolida os estudos realizados, orientando os conhecimentos apresentados nos capítulos 2 e 3, em função dos objetivos geral e específicos expostos no capítulo 1.

Sua operação contempla os conceitos de Programação de Projetos com Limitações de Recursos, Técnicas de Planejamento e Acompanhamento da Produção, Gerenciamento de Programas e de Projetos, características específicas do Sub-Sector Edificações e Tecnologias de Informação.

Para sua elaboração também foram consideradas as observações e discussões ocorridas em trabalhos de consultoria e treze treinamentos realizados nos anos de 2000 e 2001, para diversas empresas e profissionais da área de construção civil, tendo como tema o planejamento da construção, incluindo a questão do planejamento e controle de múltiplos empreendimentos no Sub-Sector Edificações.

4.1 O Método PCME

O método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações é um processo que considera as implicações conjuntas, quando são programados mais de um empreendimentos simultaneamente. O emprego do método pode ser executado para a programação de obras não iniciadas e para o planejamento de novos empreendimentos dentro de um sistema que já possua obras em execução.

Sua implementação consiste inicialmente na definição da estrutura de informação (itens e subitens) que organizará e agrupará o conjunto de tarefas, em seguida são determinados os parâmetros de programação (duração, quantidade de serviço, produtividades dos recursos e redes de precedência), permitindo o cálculo da necessidade de recursos para cada tarefa.

Posteriormente, simula-se em função do(s) prazo(s) de conclusão a programação do conjunto de tarefas que minimize a necessidade distribuída de cada recurso e atenda às restrições de prazo.

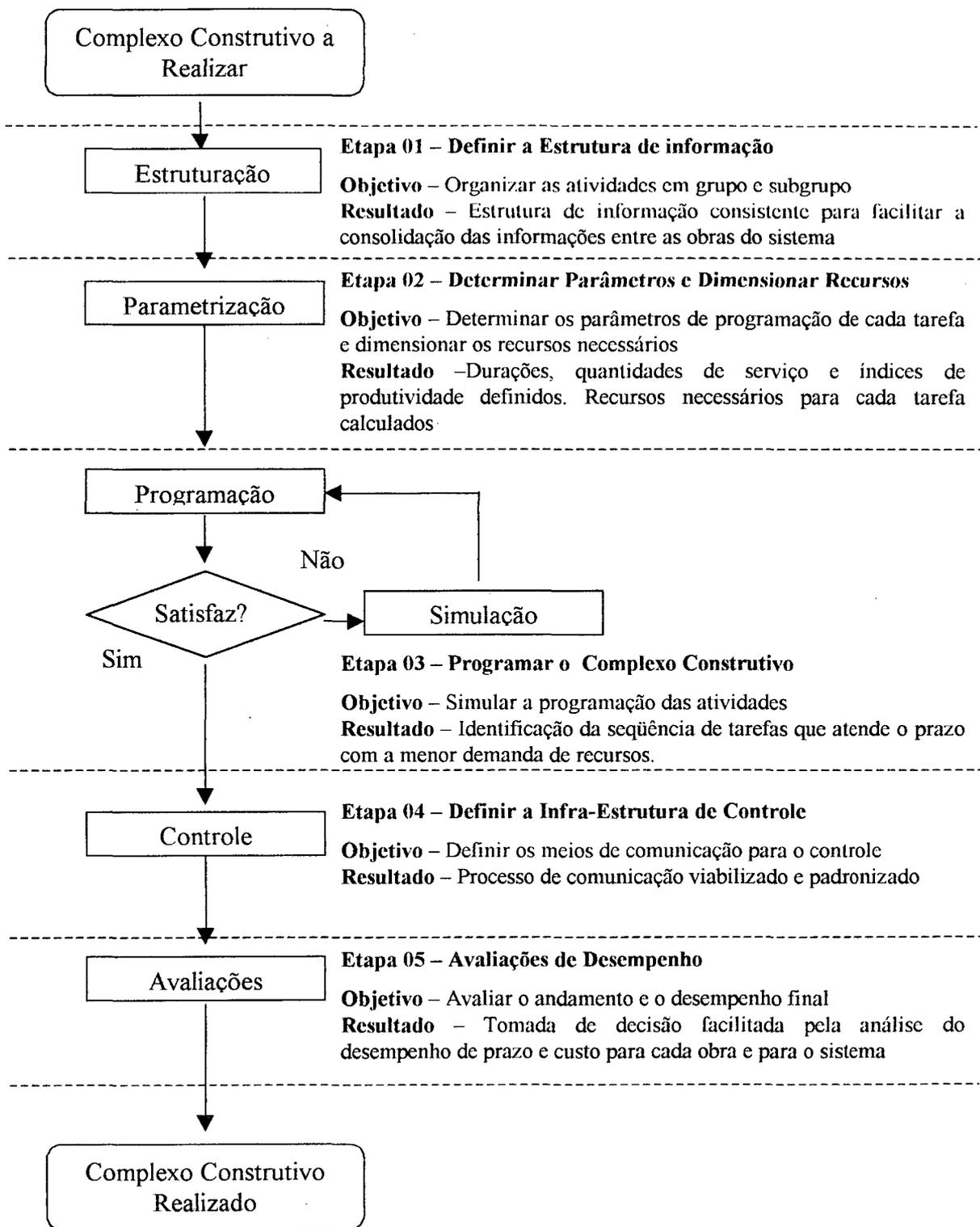


Figura 14 - O fluxo do método PCME

Para finalizar, define-se a infra-estrutura de comunicação e realiza-se o acompanhamento periódico dos empreendimentos, avaliando seu desempenho quanto aos parâmetros prazo e custo até a conclusão de cada obra.

No decorrer do capítulo será detalhada cada etapa, explicando seus passos e observando os critérios que devem ser considerados pelos gerentes responsáveis pela realização do planejamento e controle dos empreendimentos nas empresas de construção do Sub-Sector Edificações.

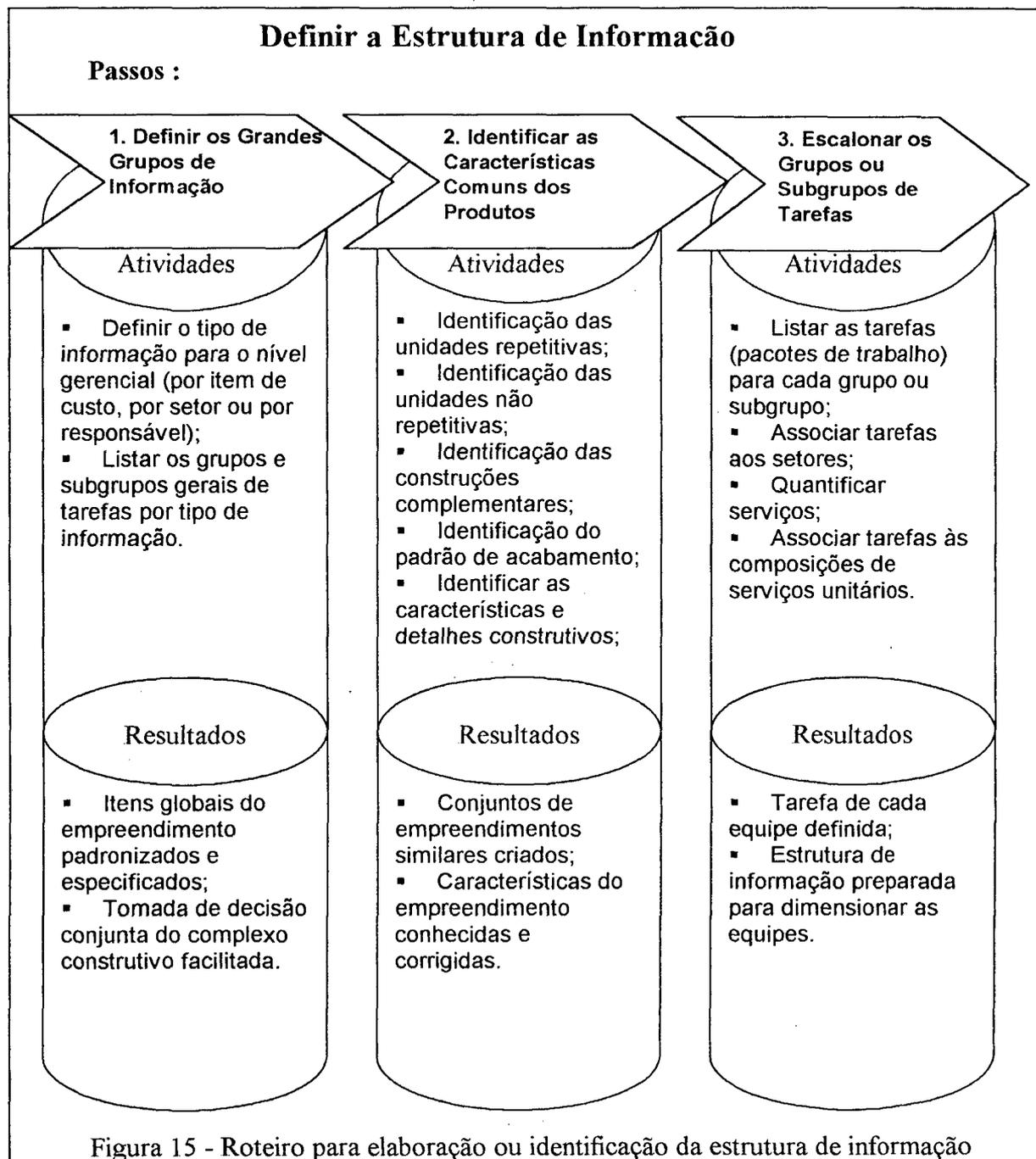
Antes de iniciar a apresentação detalhada do método, deve-se esclarecer as premissas que caracterizam como é definido conceitualmente o produto denominado edificação para a programação de atividades repetitivas [ICHIHARA, 1998 c] ou programação de atividades não repetitivas:

- Conjunto de diferentes tarefas que possuem fluxo determinado de execução;
- As restrições de precedências das atividades são conhecidas e não podem sofrer modificações durante o processamento;
- Os tipos de precedências podem ser término a início, início a início, término a término e início a término;
- Podem ser definidos tempos de espera (defasagens) que adiantem ou retardem a execução das dependências;
- Todas as informações temporais que alimentam a programação, são de natureza determinística;
- A taxa de progresso (ou ritmo de produção) dentro dos pacotes de trabalho é admitida constante, porém pode variar entre os pacotes de trabalho, em função do volume total de trabalho, da produtividade e número de recursos alocados;
- As datas de início e término de cada empreendimento poderá ser informada como restrição, ou indicada como sugestão da programação;
- Existem restrições espaciais que limitam a quantidade total de recursos para cada atividade;
- Existem restrições de recurso monetário à cada período de tempo;

- Os tempos de preparação podem estar em tarefas específicas, considerados desprezíveis ou incluídos nas durações;
- As despesas ligadas à cada atividade, são de natureza direta e são constantes durante todo o processamento.

4.2 Etapa 1 : Estruturação

Inicialmente se faz necessário a determinação da estrutura que a organização utilizará para decompor as informações relativas ao planejamento dos empreendimentos [CALDAS, 1990], [LIMMER, 1997].



4.2.1 Definir os grande grupos de informação

Esse escalonamento padronizado do trabalho, visando atender a questões formuladas pela alta e média gerência, não pode prejudicar a adaptabilidade do planejamento operacional, ou seja, a estrutura de informação para as etapas ou grupos de tarefas, deverão ser elaboradas para abrigar os pacotes de trabalho [VARGAS, 1998c].

Em função das dimensões estratégicas da empresa ou das características do empreendimento, existem três estruturas básicas denominadas Estrutura Analítica do Projeto (EAP), Estrutura de Tipos de Custo (ETC) e Estrutura Analítica de Operação (EAO) [CALDAS, 1990], [LIMMER, 1997].

Os gerentes táticos e operacionais serão os responsáveis pelo detalhamento da estrutura, considerando deste modo as características do empreendimento, submetendo sempre às definições táticas da organização, criando deste modo as condições propícias para comparar o desempenho entre os diversos empreendimentos, através de informações sobre custo, tempo, produtividades e resposta ao prazo de clientes.

4.2.2 Identificar as características comuns dos produtos

Tendo em vista que a variabilidade dos produtos de edificações em uma mesma empresa em geral não é alta, quando se observam as características comuns dos empreendimentos, torna-se possível criar modelos que atendam a padrões, sempre considerando as estratégias de atuação de cada empresa perante o mercado, conforme exemplificado na tabela 5.

A determinação dessa estrutura deve avaliar diversos aspectos dos empreendimentos, seguindo os três passos descritos na figura 17.

Para a criação de modelos, é suficiente que os gerentes de nível tático (planejadores), executem os passos 1 e 2.

Na inserção de novos empreendimentos, caso o modelo já exista, será acrescido o passo 3, tendo nesse passo a presença do gerente operacional (engenheiro residente ou responsável técnico). Em caso de empreendimentos sem modelo prévio de estrutura de

informação, o roteiro proposto tanto irá permitir a criação do novo modelo, até então ausente, quanto a definição da estrutura do novo empreendimento.

Atuação no Mercado	Exemplo de Grupos de Produtos
Generalista e Terceirizadora	Conjuntos residenciais; Condomínios Residenciais; Edifício de 4 pavimentos sem elevador; Edifício de 15 pavimentos, 2 apartamentos por andar, acabamento médio e com elevador; Edifício de 15 pavimentos, 1 apartamento por andar, acabamento alto e com elevador.
Especialista	Estruturas de concreto armado; Estruturas mistas de concreto armado e protendido; Sistemas prediais.
Coordenadora	Edificações Residenciais; Hotéis.

Tabela 5 – Exemplos de grupos de produtos para elaboração de estruturas padrões de informação

Com esse procedimento os gerentes poderão identificar dentro do sistema geral de produção os subsistemas onde se poderá compartilhar mais facilmente os recursos e adotar soluções específicas para cada subsistema, similar ao que é realizado nas fase de identificação das características físicas e construtivas no planejamento de edifícios de múltiplos pavimentos [MENDES Jr, 1999], [ASSUMPCÃO, 1996].

4.2.3 Escalonar os grupos ou subgrupos de tarefas

Para finalizar a primeira fase, faz-se necessária a listagem das tarefas ou pacotes de trabalho dentro de cada grupo ou subgrupo com todas as características necessárias ao processamento da programação.

Para tanto, deve-se definir e detalhar as precedência e as defasagens, associar as tarefas aos seus locais de execução, quantificar os serviços e vincular as tarefas às composições unitárias de serviço (fichas técnicas).

Nesta operação o ideal é que a ferramenta utilizada para gerenciamento dos empreendimentos seja integrada ao banco de dados disponível pela organização. Essa medida

evita o desperdício de tempo com operações aritméticas que não agregam valor ao processo, permitindo maior aproveitamento dos gestores do processo.

4.3 Etapa 2 : Parametrização

O planejamento do complexo construtivo dos empreendimentos deve ser norteado em função das definições da organização quanto ao mercado, flexibilidade da capacidade produtiva, região de atuação e da tecnologia construtiva empregada.

Ao mesmo tempo, cada empreendimento deve ser estudado individualmente, verificando suas condições específicas quanto a restrições de prazo, quantidades de serviço a executar, durações de tarefas e restrições espaciais para alocação de recursos.

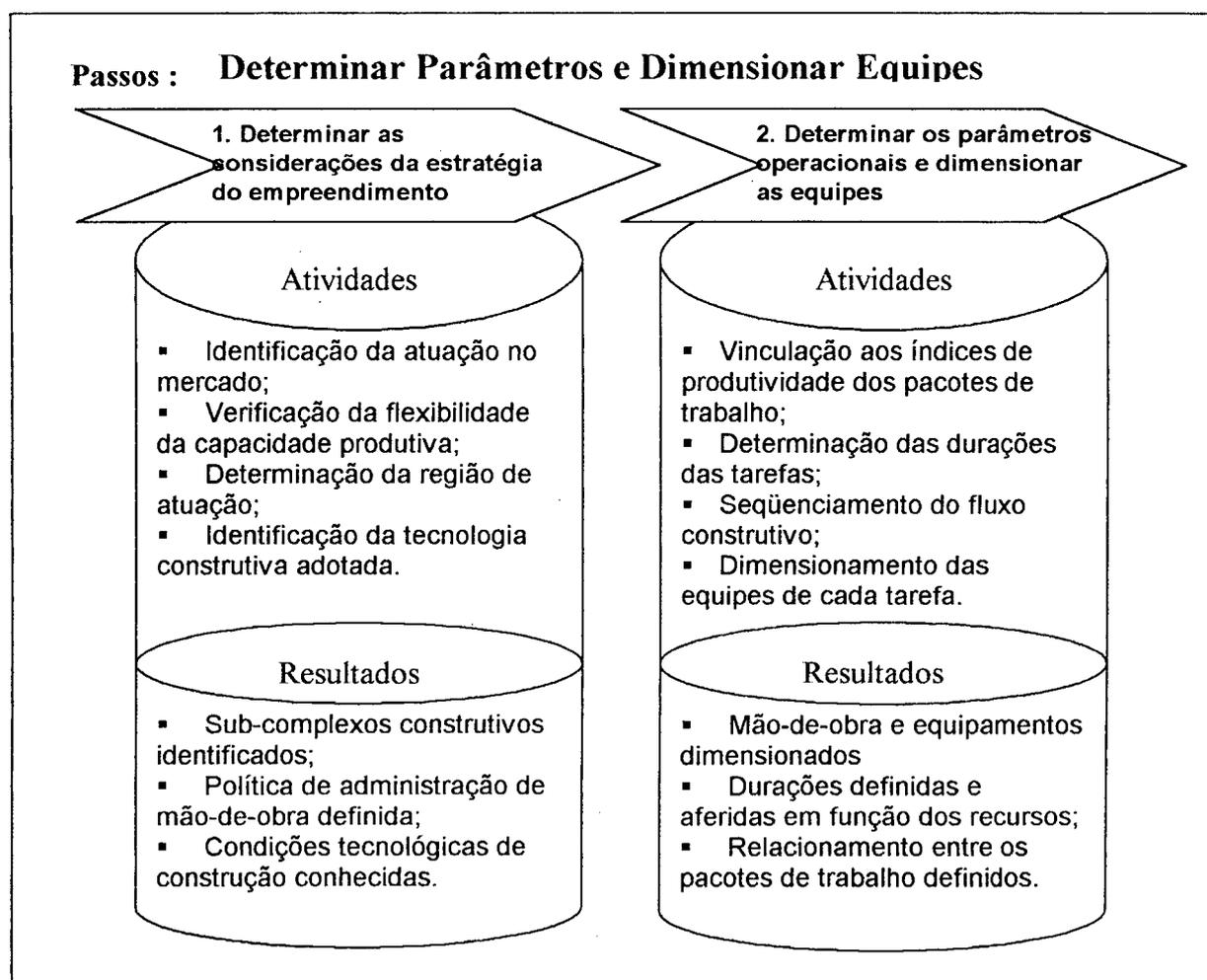


Figura 16 - definição dos parâmetros e dimensionamento de equipes

Com a compreensão desses parâmetros, o gerente de planejamento poderá dimensionar os recursos de cada pacote de trabalho, possibilitando ainda a verificação de durações e índices de produtividade, conforme detalhado no item 4.3.2.

4.3.1 Determinar os parâmetros estratégicos do empreendimento

O conjunto de obras que será planejado, não obrigatoriamente deverá contemplar todos os empreendimentos da empresa. Para que empreendimentos sejam agrupados deverão satisfazer às seguintes condições :

- Empregar os mesmos recursos comuns;
- Encontrarem-se dispostos geograficamente de tal modo que a movimentação dos recursos seja viável;
- As legislações e acordos trabalhistas da região onde estão (ou serão) encravados os empreendimentos devem permitir a mobilização de recursos humanos entre os mesmos.

Estratégias		Considerações
Tipo	Opção	
Atuação no Mercado	Generalista	Detalhar todas as tarefas; Programar em função de todos os recursos
	Especialista	Submeter-se à programação do contratante; Detalhar e programar suas tarefas específicas.
	Terceirizadora	Detalhar e programar suas atividades específicas; Orientar as tarefas de terceiros em função das suas
	Coordenadora	Detalhar todas as tarefas; Programar em função de todos os recursos coordenados
Flexibilidade	Alta	Detalhar e programar todas as suas tarefas; Contratar recursos em função das quantidades e períodos
	Baixa	Detalhar e programar todas as suas tarefas; Avaliar o perfil de demanda visando redução de rotatividade
Tecnologia	Convencional	Especificar o fluxo construtivo de modo convencional e em função do método empregado
	Inovadora	Especificar o fluxo construtivo em função das novas técnicas, seqüências, produtividades e tarefas de apoio
Região de Atuação	Destacado	Disponibilidade local, transporte e legislação trabalhista
	Local	Facilidade em movimentação e legislação trabalhista

Tabela 6 - Considerações para o planejamento em função dos parâmetros estratégicos

No caso da Construção Civil, em especial no Sub-Setor Edificações, deve-se verificar as estratégias de atuação no mercado, a área geográfica de atuação da empresa, a flexibilidade da capacidade produtiva e a tecnologia construtiva adotada.

Para o Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações, lista-se na tabela 6 um conjunto de considerações que deverão ser observadas em função das estratégias definidas.

4.3.2 Determinar os parâmetros operacionais e dimensionar os recursos

Para Goldratt e Fox (1992), os recursos que possuem menor capacidade para a produção em determinado mix de produtos são classificados como Recursos com Restrições de Capacidade (RRC), também conhecidos como gargalos, sugerindo o seqüenciamento das operações produtivas em função desses recursos especiais.

Em complexos construtivos que contemplam mais de uma obra de edificações, é necessário identificar o comportamento da distribuição de recursos, que em função do dimensionamento individual para cada tarefa, das durações e dos fluxos construtivos, interferem no resultado da programação de outros recursos e no atendimento das restrições de prazo.

Os recursos que devem ser considerados nessa avaliação são aqueles classificados como renovável, ou seja, quando sua quantidade disponível é limitada, porém esse recurso pode ser novamente empregado no próximo período [ICHIHARA, 1998 c].

Como estudado no capítulo 3, enquadram-se nessa definição os recursos humanos, equipamentos, ferramentas e instalações. Portanto, não se torna necessário avaliar os recursos materiais, que são definitivamente aqueles que resultam em maior número de itens entre os diversos insumos na construção de edificações.

Após observar as considerações sobre os parâmetros estratégicos do empreendimento, para atender as definições da estratégia empresarial, será possível ao gerente de planejamento selecionar quais recursos serão utilizados para a programação compartilhada das tarefas.

Os parâmetros operacionais a serem definidos são:

- Os índices de produtividade de cada recurso envolvido, para cada pacote de trabalho, através da vinculação do pacote de trabalho com a composição unitária de serviço (ficha técnica dos pacotes de serviço);
- Duração de execução do pacote de trabalho em função do ritmo natural de execução esperado;
- Seqüência de execução dos pacotes de trabalho em função da identificação dos pacotes predecessores.

4.3.2.1. Vinculação dos índices de produtividade aos pacotes de trabalho

O cálculo do dimensionamento das equipes em função da produtividade dos recursos necessita de grande esforço operacional, tendo em vista a quantidade de tarefas e o número de recursos envolvidos.

Além disso, outra dificuldade é a pouca tradição do setor em aferir essas informações, utilizando em geral tabelas de produtividades disponibilizadas em publicações técnicas, ou através de comparação com outras empresas [MENDES Jr, 1999].

O uso de ferramentas computacionais é uma solução para reduzir a primeira dificuldade, ou seja, reduzir o esforço operacional envolvido, que está inversamente relacionado com o grau de automatização do processo.

A segunda dificuldade pode ser minimizada através de um processo facilitado e devidamente padronizado, do acompanhamento da execução dos pacotes de trabalho no empreendimento, permitindo assim, aferir os índices de produtividade.

Para Assumpção [1996], conseguir essas informações com qualidade não é uma tarefa fácil, considerando a dificuldade na obtenção e a precariedade da organização dos sistemas de produção de diversas empresas.

A automação do processo será mais detalhado no item 4.3.2.4 e o processo de acompanhamento físico das tarefas no item 4.6.

4.3.2.2. Determinação das durações das tarefas

Em geral, os empreendimentos do Sub-Sector Edificações tem restrições quanto a sua data de conclusão, como por exemplo prazos contratados em função de obras públicas ou devido a contratos comerciais com investidores ou clientes de unidades habitacionais ou comerciais, além das limitações ou indefinições orçamentárias.

Nessa situação as durações das tarefas serão definidas de tal forma que atendam ao prazo total disponível, e sejam coerentes com o volume de trabalho a executar em cada tarefa.

No entanto, caso o planejamento esteja em andamento para identificar as melhores condições quanto ao prazo de término dos empreendimentos, as durações poderão ser definidas de tal forma que possibilitem sua execução nas condições técnicas-operacionais mais favoráveis possível, também conhecido como ritmo natural [MENDES Jr, 1999]

4.3.2.3. Seqüenciamento do fluxo construtivo

A definição da seqüência de construção é necessária para a montagem correta do cronograma físico do empreendimento, inerente à natureza e demais características do sistema [PMI, 2000].

Esse seqüenciamento também influencia a simulação das melhores condições de programação das tarefas em função das restrições e das disponibilidades dos recursos, considerando cada pacote de trabalho.

Para tanto, recomenda-se o emprego de técnica de redes de precedência, conforme apresentado no capítulo 2.

Tendo em vista o grande número de pacotes de trabalho e os tipos possíveis de relação entre os mesmos, sugere-se o emprego de ferramenta computacional capaz de processar os cálculos de redes do tipo PERT, CPM ou PDM, que permita a análise da demanda periódica de recursos e também o emprego de algoritmos de nivelamento em função das restrições de disponibilidade de recursos e restrições de prazo.

4.3.2.4. Dimensionamento das equipes de cada tarefa

O dimensionamento da equipe é uma operação matemática, podendo ser traduzida como uma função onde os parâmetros de entrada são a quantidade de serviço a executar no pacote de trabalho, a duração definida para a realização da tarefa (considerada uma taxa constante) e a produtividade de cada recurso envolvido [LIMMER, 1997], conforme ilustrado a seguir.

$$\text{Dimensionamento} = f(\text{quantidade de serviço; duração; produtividade})$$

A função pode ser descrita como a quantidade de recurso necessário em uma determinada tarefa para executar o volume de serviço definido pelo projeto, dentro do prazo permitido pela duração, considerando constante a taxa de execução (produtividade). A expressão geral do dimensionamento é :

$$\text{Qtde de Recurso (Rec)} = \frac{\text{Qtde de Serviço (UN)}}{\text{Duração (H)} \times \text{Produtividade (UN / (H \times \text{Rec}))}}$$

Este processamento pode ser realizado manualmente, porém, considerando mais uma vez o número de pacotes de trabalho e de recursos envolvidos, sugere-se o emprego de ferramentas computacionais que podem ser planilhas eletrônicas ou rotinas de programação especificamente desenvolvidas para esse fim.

Empresas construtoras sem ferramentas computacionais específicas (sistemas de orçamento de obras) podem operar o método através do uso de planilha eletrônica, estruturada para receber a descrição das tarefas e processar as informações relativas ao cálculo.

Essa solução, traz como benefício menor investimento em tecnologia, porém implica em baixo nível de segurança, gerência limitada ao acesso às informações e difícil “escalabilidade”, em outras palavras, a capacidade de atender à empreendimentos complexos.

Resulta ainda em maior esforço operacional para a equipe de planejamento traduzido no ajuste de células da planilha para cada empreendimento, tornando esse processo problemático para empreendimentos complexos e com alto grau de diferenciação.

Por sua vez, empresas construtoras com ferramenta computacional específica (sistema de orçamento), podem empregar recursos mais automatizados como programação que integre

os bancos de dados desses sistemas e os *softwares* de gerenciamento de projetos, reduzindo sobremodo o esforço humano nas atribuições basicamente operacionais, libertando o tempo dos técnicos de planejamento para as análises necessárias às simulações da programação das tarefas e identificação das soluções, permitindo ainda configuração de acessos, níveis de segurança e capacidade para atender empreendimentos complexos.

Com a conclusão dessa etapa, os planejadores estão em condição de realizar as programações das tarefas entre os empreendimentos.

4.4 Etapa 3 : Programação do Complexo Construtivo

A etapa de programação do complexo construtivo representa o emprego dos conceitos e ferramentas de programação de projetos com limitações de recursos, avaliando as condicionantes de durações dos pacotes de trabalho, dependências do fluxo construtivo entre os pacotes de trabalho, os limites de disponibilidade de cada recurso demandado e o(s) prazo(s) de entrega dos empreendimento.

Tendo em vista o número de restrições e suas complexas interações, o processo de programação se transforma em uma seqüência de simulações, onde a cada resultado, caso a avaliação não seja positiva, o gerente de planejamento deverá sugerir alterações nas condições que se encontram sob sua alçada de competência e de crítica, ou seja, as durações, as dependências e as disponibilidades de recursos.

Passos :

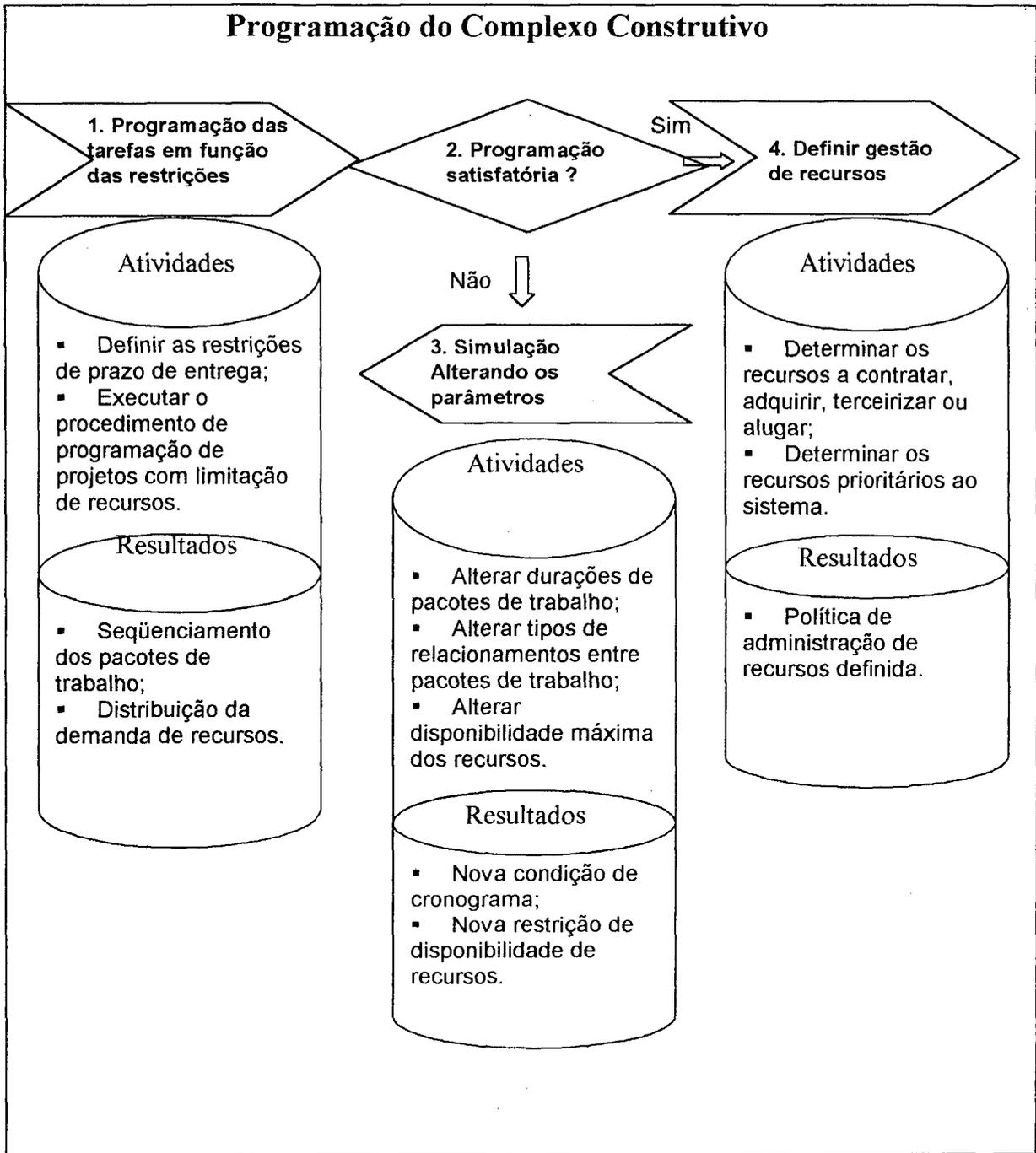


Figura 17 - Programação do complexo construtivo

4.4.1 Programação

Conforme estudado anteriormente, quando a complexidade de processamento cresce demasiadamente, faz-se necessária a utilização de técnicas de Pesquisa Operacional executadas através de computadores [CALDAS, 1990].

Visando atender ao objetivo geral proposto no início desse trabalho, a realização desta etapa está vinculada ao uso de ferramenta computacional que seja acessível ao maior número de empresas e empreendedores, e que facilite o trânsito de informações, permitindo a mobilidade necessária à esse segmento econômico.

Caso a empresa ou o empreendedor já disponha de alguma solução computacional, é suficiente empregar suas capacidades na programação de projetos com limitação de recursos.

A ferramenta computacional selecionada deverá atender a pré-requisitos mínimos, garantindo assim o atendimento dos objetivos especificados e dos resultados esperados, conforme listado abaixo :

- Utilizar o método de programação de atividades através de diagramas de precedências;
- Listagem de pacotes de trabalho com suas durações;
- Cadastramento de recursos;
- Alocação de recursos aos pacotes de trabalho;
- Consolidação e exibição da demanda dos recursos por período;
- Algoritmo que avalie, no mínimo, as seguintes informações em cada tarefa :
 - ✓ Folga total;
 - ✓ Dependências;
 - ✓ Durações;
 - ✓ Recursos alocados, e
 - ✓ Restrições de datas.

4.4.2 Avaliar se a programação foi satisfatória

Faz-se necessário ao término de cada programação do complexo construtivo, verificar se seu resultado foi satisfatório ou não. Para tanto, algumas análises devem ser realizadas.

4.4.2.1. Verificar o prazo de entrega

Caso o *software* empregado não tenha condição de garantir que o prazo de entrega não será desrespeitado, o gerente de planejamento deverá verificar se ao término do processamento aquele foi mantido.

Se o prazo de entrega resultante da programação não é satisfatório, deve-se trabalhar sobre os parâmetros que influenciam os resultados conforme descrito no item 4.4.3.

4.4.2.2. Verificar a demanda em função da disponibilidade permitida

Ao término do processamento e após validar o prazo de entrega, o gerente de planejamento deve avaliar a distribuição e verificar as seguintes condições :

- Ocorrência de picos na distribuição que exceda ao limite especificado para cada recurso;
- Alto grau de oscilação no perfil de demanda, mesmo não excedendo aos limites especificados.

Caso alguma das condições anteriores se manifestem, cabe ao gerente de planejamento tentar outra solução, ajustando os parâmetros de programação conforme o item 4.4.3.

4.4.2.3. Avaliar mais de uma solução que atenda as verificações anteriores

Dado o conjunto de tarefas, recursos, relacionamento e alocações, é possível ao gerente de planejamento encontrar mais de uma solução para atender os procedimentos descritos até o momento.

Neste caso, convém avaliar as soluções verificando a ociosidade periódica e total para cada recurso, assim como para o conjunto de recursos, optando pela solução que resultar em menor ociosidade geral, ou menor ociosidade para os recursos mais onerosos.

O cálculo da ociosidade pode ser realizado em planilhas eletrônicas, através da comparação entre o perfil resultante da programação e o perfil projetado pela demanda programada sem admitir vales de ociosidade conforme ilustrado na figura 18.

Análise da Solução de Distribuição do Recurso

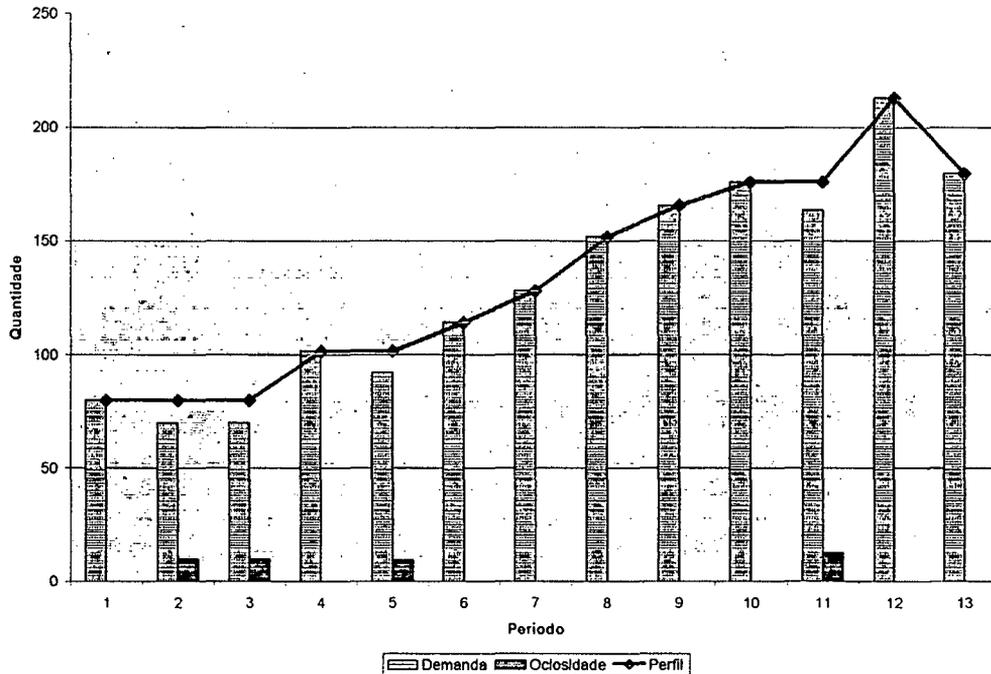


Figura 18 - Análise Gráfica da Distribuição de Recurso e sua Ociosidade

A análise da ociosidade pode ser operacionalizada em planilha eletrônica, seguindo os passos descritos a seguir.

- **Demanda calculada:** cadastrar para cada período a demanda calculada do recurso;
- **Cálculo do perfil do início ao término:** calcular para cada período a partir do início o maior valor entre o período atual e o anterior;
- **Cálculo do perfil do término ao início:** calcular para cada período a partir do término o maior valor entre o período atual e o seguinte;
- **Cálculo do perfil:** calcular para cada período o valor mínimo entre o perfil do início ao término e o perfil do término ao início;
- **Cálculo da ociosidade:** calcular para cada período a diferença entre o perfil e a demanda.

Após definir a ociosidade por período, calcula-se a ociosidade total e o percentual que essa ociosidade representa sobre o perfil. O planejador poderá optar pela solução que acusar o menor percentual de ociosidade.

4.4.3 Simulação

Diversos parâmetros influenciam no resultado da programação das tarefas, e alguns podem ser ajustados pelo gerente de planejamento em sua busca de soluções.

Caso opte por ajustar as durações dos pacotes de trabalho, faz-se necessário revisar o dimensionamento da quantidade de recursos necessários, conforme descrito no item 4.3.2.4.

O gerente de planejamento também pode, se julgar conveniente, alterar o tipo de precedência entre os pacotes de trabalho, antecipando ou postergando os períodos de execução.

Por fim, pode-se alterar os limites de disponibilidade dos recursos, de tal forma que o gerente encontre para cada um seu nível mínimo, gerando soluções de menor ociosidade e atendendo ao prazo contratado.

4.4.4 Definir a gestão de recursos

Tendo a demanda definitiva de cada recurso, o gerente de planejamento tem condições de identificar a melhor política individual de aquisição (utilização).

Para que haja contratação definitiva de mão-de-obra ou compra de equipamento, a demanda resultante da solução escolhida deve ser contínua e ter possibilidade de aproveitamento em outros complexos construtivos.

No caso de muita oscilação ou períodos descontínuos de demanda, o gerente de planejamento poderá sugerir um cronograma de terceirização, contratação por prazo determinado para mão de obra, um cronograma de subcontratação de mão-de-obra ou aluguel de equipamentos

Com o emprego do método, as empresas construtoras poderão avaliar as necessidades dos recursos humanos com maior precisão para o conjunto planejado de obras, obtendo

claramente os períodos e as quantidades demandadas, desta forma, é possível a utilização de dispositivos legais apropriados para esta situação.

A legislação constituiu um instrumento denominado Contrato de Trabalho por Prazo Determinado, que especifica as datas de início e término antecipadamente entre empregado e empregador, tendo como objetivo ampliar o número de postos de trabalho, estimular os empregadores a contratar com carteira assinada e fortalecer a negociação coletiva entre a empresa e o sindicato dos trabalhadores, conforme a Lei n.º 9.601/98 de 21/01/1998.

A legislação possui as seguintes características :

- Prazo máximo de dois anos;
- Após o término do contrato a empresa deverá aguardar seis meses para recontratar o mesmo funcionário por esse dispositivo;
- Proibição de substituição de empregados permanentes através dessa modalidade de contrato;
- Deve ser autorizado por convenção ou acordo coletivo que também estabelecerá a indenização para rescisão antecipada;
- Dispensa a obrigação do pagamento de aviso prévio.

As vantagens para a empresa são :

- Dispensa do pagamento de aviso prévio;
- Dispensa do pagamento de multa rescisória equivalente a 40% sobre o FGTS;
- Evita a presença de trabalhadores sem carteira assinada, que pode ocasionar além de multas, processos na justiça do trabalho movido pelo próprio trabalhador.

4.5 Etapa 4 : Controle

A fase de definição da estrutura de controle está totalmente envolvida pelas condições de comunicação de cada empreendimento e da tecnologia de informação disponível, portanto, deve-se considerar um tratamento que se adeque a todas as obras e organizações que tiverem que se relacionar entre si.

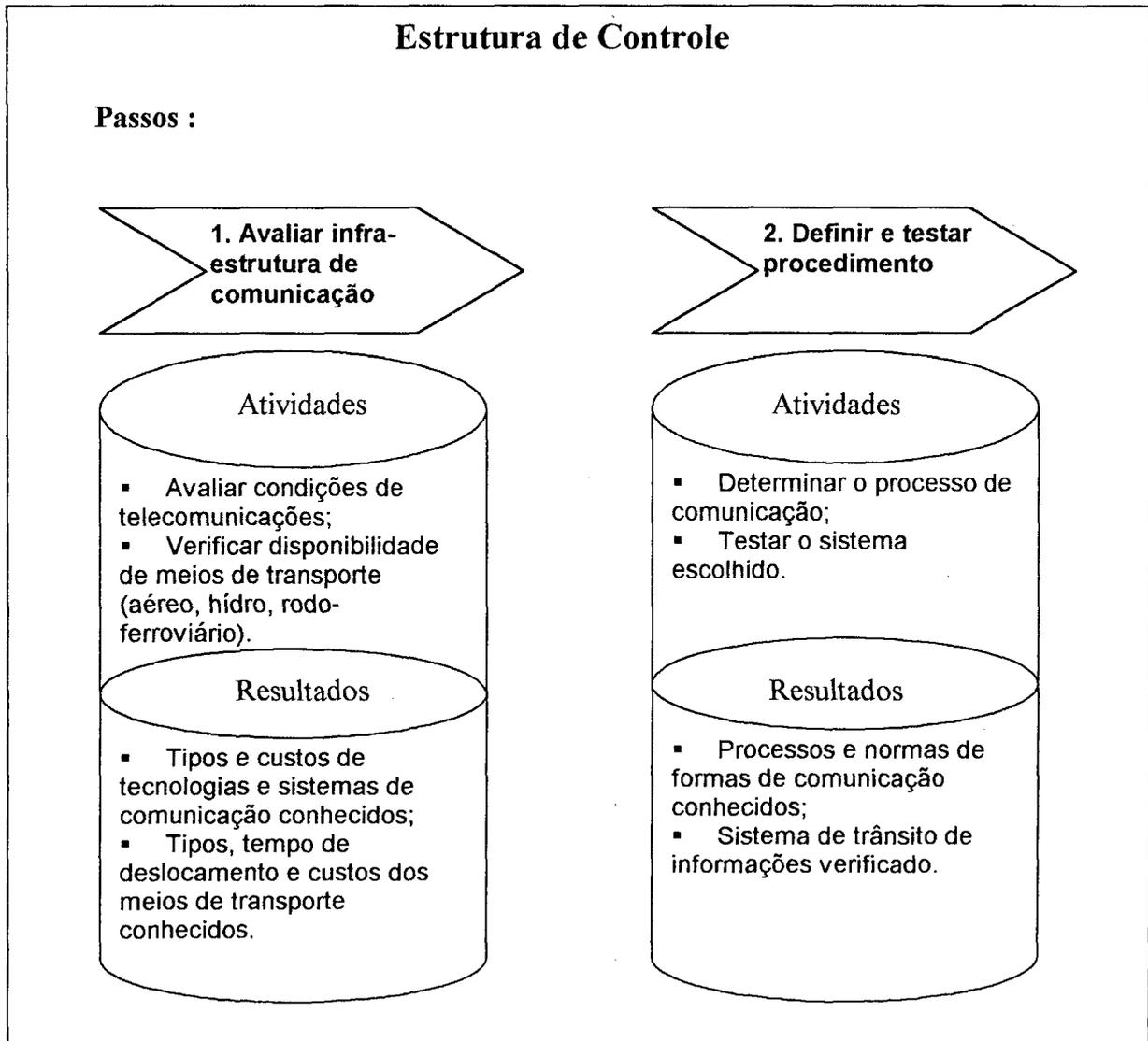


Figura 19 - Roteiro para definição da estrutura de controle

Uma das vantagens da criação de uma estrutura que possa coordenar e orientar o controle e a comunicação entre os diversos empreendimentos, é o surgimento de um ambiente propício para a determinação de soluções convergentes para eventuais conflitos, sem que o objetivo global seja distorcido.

4.5.1 Avaliar a infra-estrutura de comunicação

As limitações locais quanto a telecomunicações e meios de transporte, influenciarão em cada empreendimento sua periodicidade de controle e forma de comunicação.

A tabela 7 exhibe uma lista de características, assim como a estrutura de comunicação e a periodicidade de controle possível.

Característica	Estrutura de comunicação	Periodicidade de controle
Linha telefônica, computador e acesso à internet	Atualização das informações sobre tarefas realizadas e novas programações através de <i>softwares</i> gerenciadores de projetos baseados em WEB, ou via correio eletrônico	Semanal
Linha telefônica e computador	Atualização das informações sobre tarefas realizadas e novas programações através de fax.	Quinzenal
Linha telefônica e serviço de correio convencional	Atualização das informações sobre tarefas realizadas através de fax. Novas programações com uso de correio convencional	Quinzenal
Correio convencional	Atualização das informações sobre tarefas realizadas e novas programações através de correio convencional	Quinzenal
Apenas meio de transporte próprio	Atualização das informações sobre tarefas realizadas e novas programações através do emprego do meio de transporte próprio da organização	Mensal

Tabela 7 - limitações de telecomunicação e transporte e a periodicidade de controle e comunicação sugerida

Percebe-se facilmente que quanto mais avançado o recurso de comunicação disponível mais curto pode ser o período de controle recomendável, pois o mesmo não implica

necessariamente em trabalho excessivo aos gestores dos empreendimentos, possibilitando tempo para análise das situações e tomada de medidas corretivas ou preventivas

A situação ideal, que vem sendo difundida rapidamente, é o uso de ferramenta apropriada para o gerenciamento de projetos baseada na *World Wide Web*, possibilitando ganhos no processo de gestão de competências distribuídas entre os participantes de cada empreendimento, pois garante alto grau de gerenciamento sobre a acessibilidade, colaboração, visualização de interferências dos trabalhos e facilidade de consolidação da informação com baixo custo de implantação, manutenção e capacitação.

4.5.2 Definir e testar procedimento

Com a definição dos procedimentos, a tendência é a redução de eventuais atritos, criando condições favoráveis para o bom desempenho das tarefas entre os empreendimentos que necessitam compartilhar recursos.

O objetivo do teste da implantação e operacionalização dos sistemas de controle e comunicação é a realização em tempo hábil, dos preparativos que irão garantir que ao iniciar o empreendimento, este não fique sem o devido monitoramento, verificando possíveis problemas operacionais e azeitando o sistema para seu emprego completo.

4.6 Etapa 5 : Avaliações

É fundamental para o sucesso dos vários empreendimentos, que periodicamente sejam realizadas avaliações, onde se possa visualizar a real condição de cada um, assim como do conjunto, resultando em ações para o período seguinte.

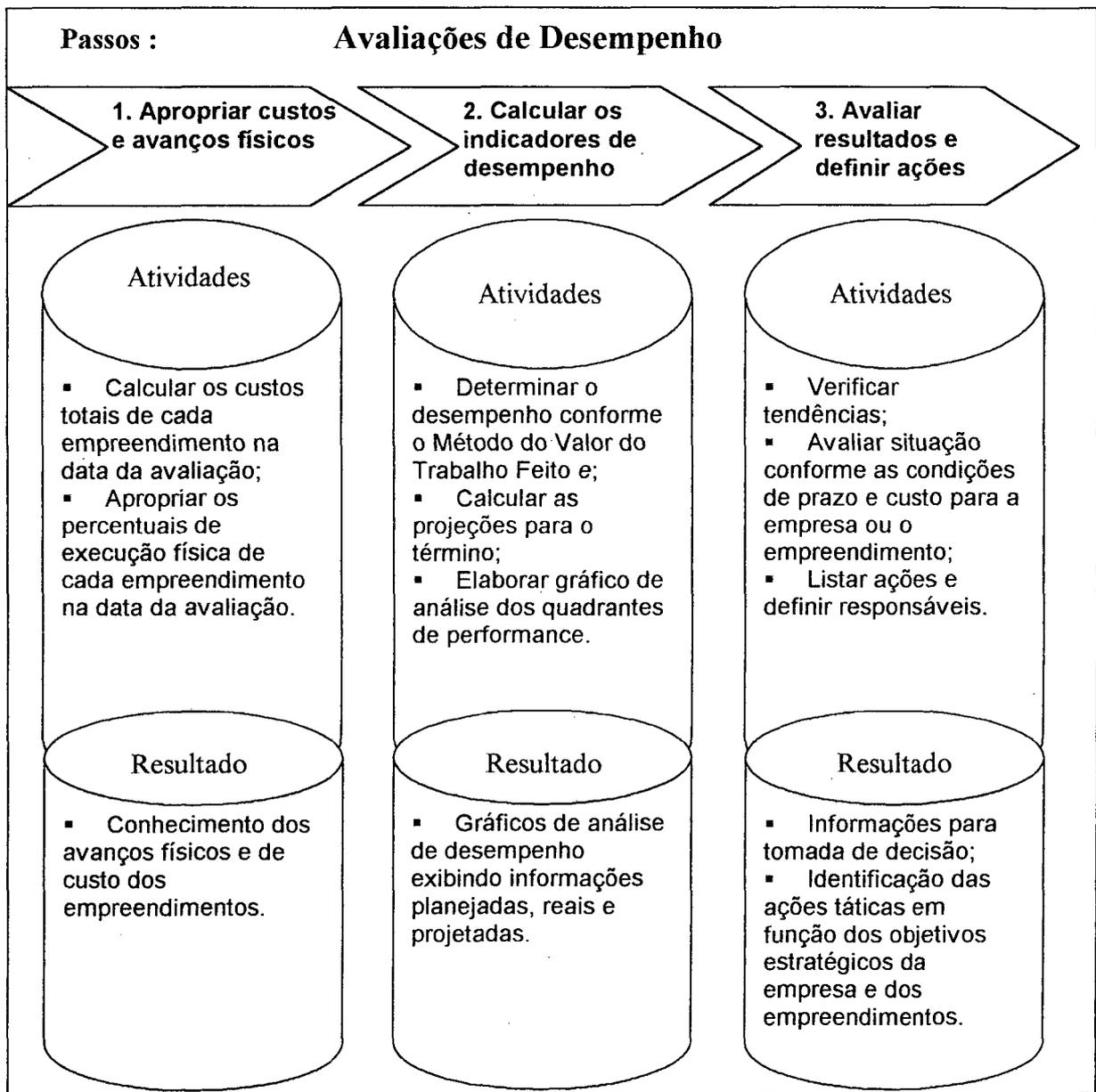


Figura 20 - Roteiro para avaliação de desempenho

Convém salientar que a gerência de programas necessita de soluções específicas e preparação correta das estruturas organizacionais de informação e comunicação, sempre adequando os parâmetros de planejamento ao complexo construtivo [ASSUMPÇÃO, 1996].

Em muitas organizações a gestão de custos tem se apresentado como primícia estratégica, porém em geral as análises financeiras empregam técnicas contábeis e não se relacionam mais profundamente com a evolução física dos empreendimentos.

Por esse motivo, foi adotado como base para a avaliação de desempenho de múltiplos empreendimentos em edificações, o Método do Valor do Trabalho Feito, por ter em sua essência a avaliação do valor monetário referente ao volume de trabalho realizado no empreendimento [PRADO, 1998].

Para o método PCME, foram utilizadas as seguintes fórmulas para o cálculo do desempenho:

- Índice de Desempenho de Custo:

$$IDC = \text{Custo Total Planejado (CTP)} / \text{Custo Real Acumulado (CRA)};$$

- Índice de Desempenho de Prazo:

$$IDP = \text{Custo Previsto Acumulado (CPA)} / \text{Custo Total Planejado (CTP)}$$

- Desempenho de Custo:

$$DC = \text{Custo Previsto Acumulado (CPA)} / \text{Custo Total Planejado (CTP)}$$

- Desempenho de Prazo:

$$DP = \text{Prazo Planejado (PP)} + \text{Variação do Prazo (VP)}$$

- Projeção de Custo ao Término:

$$PCT = \text{Custo Previsto Acumulado (CPA)} / \text{Índice de Desemp Custo (IDC)}$$

- Projeção de Prazo ao Término:

$$PPT = \text{Desempenho de Prazo (DP)} / \text{Índice de Desemp Prazo (IDP)}$$

4.6.1 Levantar os custos e o avanço físico

A primeira etapa da fase de avaliação, independente de ser periódica ou final, é a apuração dos custos realizados até o momento da avaliação. Uma vantagem do método é permitir que a organização utilize o sistema de custeio que julgar apropriado.

Como a informação necessária sobre o custo se refere ao empreendimento como um todo, e não obrigatoriamente por tarefa, mesmo organizações que empregam sistemas de custeio mais simplificados podem realizar as avaliações de desempenho.

Além da informação sobre custos, faz-se necessário a quantificação do percentual físico acumulado executado de cada empreendimento, que por sua vez pode ser identificado pela relação da quantidade de trabalho realizada pela quantidade total de trabalho do empreendimento, segmentado por tarefa.

Também nesse caso a empresa poderá empregar sua sistemática de medição dos avanços físicos de seus empreendimentos. Mesmo aquelas que empregam sistemáticas simples, poderão realizar a avaliação de desempenho, pois a informação percentual necessária é para o empreendimento como um todo.

4.6.2 Calcular indicadores de desempenho e projeções

Em função dos valores acumulados referentes ao custo e ao percentual físico executado, pode-se definir os indicadores de desempenho para custo e prazo conforme apresentado anteriormente.

Como instrumento de análise de desempenho, propõe-se o emprego do gráfico denominado de Análise dos Quadrantes de Performance do Empreendimento, desenvolvido pelo autor para o presente trabalho, que permite aos gerentes rapidamente visualizar as situações planejada, real e projetada com relação aos parâmetros de custo e prazo.

A análise do desempenho do empreendimento através de quadrantes facilita o entendimento imediato da verdadeira situação de cada obra, com maior rapidez e precisão.

O gráfico é composto de 4 quadrantes onde os eixos se encontram na situação planejada, formada pelo par ordenado (prazo, custo).

Em seguida, são exibidos dois pontos adicionais, o ponto 1 representa o desempenho apontado quando da realização da apropriação de custos e percentual físico acumulado.

Por sua vez o ponto 2 representa o par ordenado da projeção para o término do empreendimento, caso não ocorram ações que desviem o ritmo de desempenho ao qual o empreendimento está submetido .

Desta forma, pode-se ter o entendimento correto de desempenho do empreendimento, do grau de variação (ponto 1) e da real possibilidade de agravamento da situação (ponto 2).

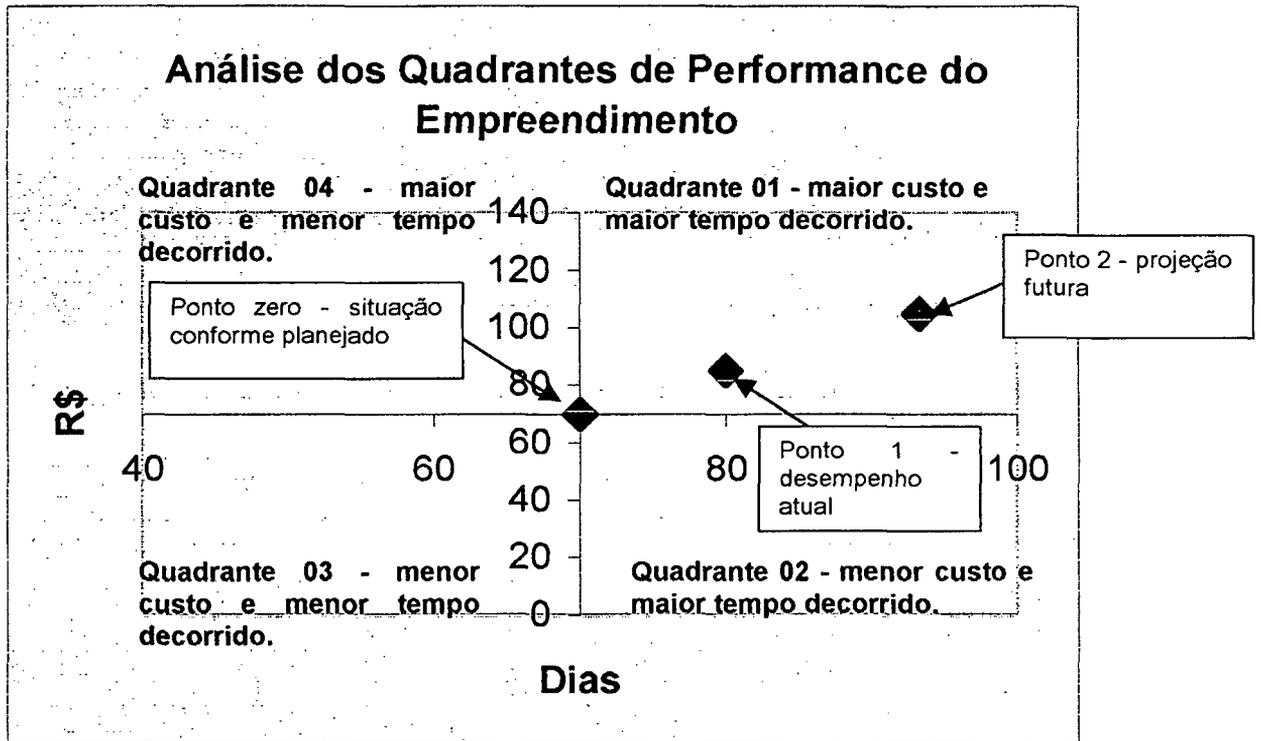


Figura 21 - Gráfico da análise dos quadrantes de performance do empreendimento

Com o posicionamentos dos eixos relativos a custo e prazo, surgem 4 regiões (quadrantes) que apresentam características bem definidas que serão discutidas a seguir.

4.6.3 Avaliar resultados e definir ações

A implementação do método de análise de desempenho através dos quadrantes de performance do empreendimento, cria condições diferenciadas para os gestores, além das vantagens observadas, sua implantação pode atender inclusive a micro e pequenas organizações, pois suas informações básicas se encontram nos levantamento que usualmente já são realizados por estas.

Com a visualização dos quadrantes, é possível aos gestores tomar medidas fundamentadas na situação real e na determinação da organização com relação aos parâmetros prazo e custo para cada empreendimento.

Em função do quadrante atingido pelo empreendimento, poder-se-á tomar as seguintes conclusões:

Quadrante 01: representa uma área crítica que compromete o empreendimento independente da estratégia adotada pela empresa, pois demonstra que o empreendimento se encontra acima das expectativas iniciais de custo e prazo. Neste caso os gestores deverão avaliar com mais profundidade quais os grupos, subgrupos ou pacotes de trabalho estão causando esse desempenho e determinar as ações corretivas apropriadas.

Quadrante 02: representa uma área em que o prazo supera a expectativa inicial, porém o mesmo não ocorre para o custo. Nesse caso, se a estratégia da empresa for reduzir custos em detrimento de um possível atraso na finalização do empreendimento, torna-se possível ao gestor ponderar os limites de redução de custo e acréscimo de prazo, mantendo através de monitoramento contínuo um controle sobre a viabilidade dessa estratégia. Caso contrário, deverão ser estudados com mais detalhes os grupos, subgrupos ou pacotes de trabalho que causam o desempenho avaliado.

Quadrante 03: representa uma área em que o custo supera a expectativa inicial, porém o mesmo não ocorre para o prazo. Nesse caso, se a estratégia da empresa for antecipar a finalização do empreendimento em detrimento de custo total, torna-se possível ao gestor ponderar os limites de acréscimo de custo e redução de prazo, mantendo através de monitoramento contínuo um controle sobre a viabilidade da estratégia. Caso contrário, deverão ser estudados com mais detalhes os grupos, subgrupos ou pacotes de trabalho que causam o desempenho avaliado.

Quadrante 04: representa uma área em que, independente da estratégia da empresa, o projeto estará apresentando resultados melhores que as expectativas iniciais tanto para o custo,

quanto para o prazo. Convém aos gestores avaliar até que ponto esse desempenho é aceitável ou ainda criticar a veracidade das informações que serviram de base para a análise de desempenho.

4.7 Resumo

Como fora apresentado, o método PCME pode ser entendido como um fluxo que passa pelos seguintes momentos:

- Estrutura de informação que levará em consideração as definições estratégicas e táticas, que envolvem os gestores, as demais organizações e os empreendimentos;
- Determinar os parâmetros que influenciam a programação dos pacotes de trabalho do complexo construtivo, considerando as produtividades conhecidas e as características físicas dos empreendimentos, informando as durações, precedências e necessidade de recursos para cada pacote de trabalho (dimensionamento de recursos);
- Programação do complexo construtivo, verificando dentre as soluções em seqüenciamento de tarefas, as que atendem aos parâmetros de programação e restrições estabelecidas de prazo de entrega e disponibilidade máxima de recursos, e ainda resulte em menor ociosidade;
- Estruturação dos mecanismos de controle e comunicação que está intimamente relacionada com as condições de telecomunicação e de transporte no local onde estiver encravado cada empreendimento, e
- Avaliações de desempenho periódicas e final, que consideram a relação prazo e custo para uma análise conjunta e organizada, permitindo a rápida visão da real situação de cada empreendimento assim como sua tendência ao término.

Convém ressaltar algumas restrições do método apresentado, em função de seus objetivos geral e específicos:

- i) Não tem a intenção de se adaptar a todos os empreendimentos de Construção Civil, mas sim aos do Sub-Sector Edificações;

- ii) Não se aprofunda em outras áreas gerenciais existentes nas organizações construtoras, como por exemplo comercial e financeira;
- iii) Os aplicativos empregados na solução apresentada nessa dissertação são de fácil obtenção e em muitos casos já existentes nas organizações, porém requerem que os usuários sejam treinados, sendo que esses treinamentos são amplamente ofertados nas capitais, grandes cidades e à distância;
- iv) Não verifica ou avalia a qualidade do produto final em estágios intermediários, ou no final dos processos.

CAPÍTULO 5 - APLICAÇÃO DO MÉTODO PCME

Os estudos de caso apresentados no capítulo 5 apresentam a aplicação prática do método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações, as considerações relativas a cada etapa da aplicação e os resultados obtidos.

Os ambientes nos quais foi implantado o método, são empreendimentos de duas empresas distintas em diversos aspectos, sendo que a escolha dessa diversidade teve gênese no objetivo de verificar a aplicabilidade do método em condições extremadas quanto às características de estratégia empresarial, porte da organização e presença de ferramentas computacionais.

Outro aspecto relevante da aplicação descrita nesse capítulo, foi a possibilidade de verificar as limitações operacionais e implementar melhorias nos processos computacionais da primeira para a segunda aplicação, o que permitiu elevar a qualidade e produtividade do uso do método.

5.1 As Empresas

5.1.1. GBC Engenharia Ltda

A empresa construtora GBC Engenharia Ltda foi criada em 05 de agosto de 1995 com sede em Fortaleza-Ce, tendo dois sócios proprietários.

A área administrativa (escritório) é composta de 5 (cinco) profissionais, incluindo técnicos. O número de funcionários em obra na ocasião do estudo de caso era de 63 (sessenta e três) operários próprios, alcançando um total de 100 (cem) ao serem inclusos os operários de terceiros.

A empresa ao longo de sua existência já realizou 22 (vinte e duas) obras de edificações entre construções e reformas, executando, quando do estudo, 3 (três) empreendimentos.

Quanto a sua atuação no mercado a empresa se posiciona como terceirizadora, executando a maioria das etapas construtivas, porém repassa alguns serviços, em geral especializados, para terceiros.

Por ser uma empresa em que as obras possuem grande inconstância, sua flexibilidade da capacidade produtiva é alta, flutuando o número e tipo de recursos humanos conforme a necessidade, através de contratações, aluguéis de equipamentos e demissões com frequência.

Quanto à área de atuação, não possui regiões específicas e previamente definidas, podendo realizar empreendimentos em locais diversos quando julgar conveniente, o próprio estudo de caso se refere a obras fora de seu Estado de origem.

A tecnologia construtiva adota para as obras estudadas é convencional, utilizando portanto técnicas usuais de construção.

5.1.2. Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes (DERT)

Criado pelo Decreto - Lei n.º 1.847, de 19 de outubro de 1946, então denominado DER - Departamento de Estradas de Rodagem do Ceará, passou em 06 de fevereiro de 1948 através da Lei n.º 120 a DAER - Departamento Autônomo de Estradas de Rodagem, tendo assumido pela Lei n.º 11.731/90 de 14 de setembro de 1990 a política de transportes rodoviários de passageiros da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF) e intermunicipais, passando a ser denominado DERT - Departamento de Estradas de Rodagem e Transportes.

Através da Lei n.º 12.694, de 20 de maio de 1997, uniram-se os Órgãos SOEC e DERT, passando o DERT a se chamar Departamento de Edificações, Estradas e Transportes, então vinculado a Secretaria de Transportes, Energia, Comunicação e Obras - SETECO.

Mais recentemente, o Governador do Estado sancionou a Lei n.º 12.961, de 3 de novembro de 1999, criando a Secretaria da Infra-Estrutura do Estado do Ceará (SEINFRA), ao qual atualmente o DERT se encontra vinculado.

A SEINFRA é responsável por aproximadamente 70% dos investimentos realizados pelo Governo do Estado nas mais diversas áreas e pelos grandes empreendimentos estratégicos tais como Açude Castanhão, Trem Metropolitano de Fortaleza - METROFOR e o Complexo Industrial e Portuário do Pecém.

O DERT é a empresa "executora" nas áreas de edificações, rodovias e transportes, tendo no exercício de 2000, até o mês de outubro, coordenado um total de 49 obras de edificações entre concluídas, em andamento ou em licitação [DERT, 2000], representando

investimentos até então no valor de R\$ 34.227.111,62 (trinta e quatro milhões, duzentos e vinte e sete mil, cento e onze reais e sessenta e dois centavos) somente na área de edificações.

Tendo em vista que os recursos financeiros necessários para a realização dos empreendimentos, são assegurados através de convênios e receitas do Governo do Estado, não é necessário considerar a velocidade de absorção das edificações pelo público alvo.

Quanto a sua atuação no mercado se posiciona como coordenadora, administrando as ações das empresas contratadas em função das definições dos processos licitatórios, ocorrendo portanto alta oscilação das capacidades produtivas, sendo prioritários os prazos de conclusão, cabendo à empresa construtora buscar conciliá-los com seus desempenhos econômicos.

Quanto à área de atuação, realiza obras estritamente dentro dos limites do Estado do Ceará.

A tecnologia construtiva adota nos empreendimentos é o emprego de processos e materiais convencionais.

Seu corpo técnico é formado por um conjunto superior a cem profissionais, entre engenheiros, arquitetos e técnicos de edificações e estradas, distribuídos na sede do Órgão ou nas dez residências do interior do Estado.

Seu trabalho inclui a coordenação das etapas de elaboração dos projetos básicos e executivos, definição das especificações técnicas e memoriais descritivos, elaboração de orçamentos preliminares, realização de licitações e fiscalização da execução dos empreendimentos.

Sua estrutura tecnológica conta com 198 computadores interligados em rede cliente \ servidor baseado em tecnologia Microsoft Windows NT, empregando bancos de dados variados como SQL Server, Access ou proprietários de soluções específicas conforme o caso.

Utiliza um sistema comercial para orçamento e planejamento de obras denominado Volare 4.0, da empresa Pini Sistemas, que emprega para obras de edificações o conceito de composições unitárias de serviços. Emprega ainda o *software* para gerenciamento de projetos Microsoft Project 98.

5.1.3. Considerações sobre o Método e as Necessidades Empresariais

Observa-se portanto, que a realidade empresarial e operacional das duas organizações são bastantes distintas, apesar de ambas atuarem dentro do Sub-Sector Edificações.

Como poderá ser acompanhado a seguir, o método PCME permeia as características individuais das empresas por se tratar de uma seqüência de procedimentos orientados às características dos empreendimentos do Sub-Sector, viabilizando o atendimento à questões gerenciais específicas.

Finalmente, a capacidade de atuar independente do porte da organização contempla os objetivos traçados para o presente trabalho ainda no capítulo inicial.

5.2 Os Complexos Construtivos

O primeiro estudo de caso se refere ao planejamento de cinquenta residências unifamiliares de baixo padrão de acabamento voltada para a população de baixa renda do Estado de Alagoas, esse complexo construtivo representa a primeira etapa de um projeto maior com um total de cem residências.

A empresa construtora GBC Engenharia Ltda participou do processo de seleção para a execução desse complexo construtivo e necessitava apresentar além do orçamento para o conjunto de obras, o planejamento detalhado do cronograma de execução das residências, o cronograma de desembolso monetário e a programação relativa à necessidade periódica de mão de obra, inclusive indicando a presença de profissionais contratados ou de terceiros.

O segundo estudo de caso se refere a um empreendimento do Governo do Estado do Ceará na área social, denominado Unidade Sócio-Educacional Infantil do Pantanal.

Esse empreendimento foi concebido para atender às demandas crescentes da Secretaria da Ação Social do Estado do Ceará, estando sua construção a cargo da Secretaria da Infra-Estrutura, sendo operacionalmente coordenado pelo DERT - Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes.

5.2.1. Conjunto Residencial Cely Loureiro

O complexo construtivo planejado no estudo de caso, é composto pela primeira etapa de um conjunto residencial com 100 (cem) residências unifamiliares, perfazendo um total de 2.700,00 m² (dois mil e setecentos metros quadrados) de área construída, com baixo padrão de acabamento, voltado para a população carente do Estado de Alagoas, situada em região sem maiores dificuldades de acessibilidade, sendo servida por estradas, possuindo linhas regulares de transporte interurbano, atendida por linha telefônica e sem acesso à Internet.

Tendo em vista que os recursos financeiros necessários para a realização do empreendimento estavam assegurados através de programa específico da Caixa Econômica Federal, não se tornou um fator relevante a velocidade de absorção das edificações pelo público alvo.

Mesmo sendo diversas obras individuais, juridicamente, todas estão sob a guarda de um único empreendimento, o que facilita o movimento de recursos humanos entre as edificações.

As principais dificuldades encontradas pelo empreendedor eram :

- Definir a seqüência de tarefas no universo das cinquenta residências;
- Identificar a demanda de operários ao longo do empreendimento;
- Selecionar os recursos a terceirizar.

5.2.2. Unidade Sócio-Educacional Pantanal

O complexo construtivo do segundo estudo de caso, é composto por 09 edificações (Administração, Corpo-da-Guarda, Casa de Força, Dormitório 01, Dormitório 02, Dormitório 03, Educacional 01, Educacional 02 e Templo Ecumênico), além das obras complementares de urbanização, muros, duas quadras e dois campos de futebol.

A área total ocupada pelo empreendimento é de 40.000,00 m², com área construída de 5.336,00 m² somente em edificações, sem considerar pavimentação externa entre as mesmas, a área de urbanização e os equipamentos complementares.

Mesmo sendo diversas obras, juridicamente, todas estão sob a guarda de um único empreendimento, o que permite o movimento de recursos humanos entre as edificações.

As principais dificuldades apontadas pelos gestores do Órgão para com o complexo construtivo foram :

- Não era possível prever com segurança a data de conclusão do complexo construtivo;
- Não ser possível identificar o desempenho individual de cada obra componente do complexo construtivo;
- Não conseguir criticar a distribuição e a quantidade de mão-de-obra alocada no complexo construtivo, o que não permite questionar se os esforços realizados pela empresa construtora são suficientes;
- Inexistência de relatórios que permitisse orientar com clareza a empresa construtora quanto à sua programação de serviços.

5.2.3. Considerações sobre os Complexos Construtivos

A aplicação do método PCME a esses complexos construtivos teve como objetivo avaliar sua capacidade de responder a questões gerenciais diferentes, porém comuns aos empreendedores desse Sub-Sector da Indústria da Construção Civil.

Convém observar que em ambos os casos tratam-se de conjuntos de obras similares a outros normalmente empreendidos por organizações que atuam no Sub-Sector, assim como os questionamentos apontados pelos gestores também apresentam grande frequência nas organizações que militam na área, ratificando a necessidade do emprego de métodos que permitam o planejamento e controle mais eficiente dos complexos construtivos, conforme definido nos objetivos iniciais do presente trabalho.

5.3 Os Planejamento Anteriores ao Método PCME

Inicialmente serão avaliados os planejamentos realizados em cada organização para os complexos construtivos, verificando os métodos empregadas e seus resultados, em seguida será aplicado o método PCME e verificado o resultado obtido.

5.3.1. Planejamento Anterior do Conjunto Residencial Cely Loureiro

O planejamento inicial do empreendimento foi realizado por profissional autônomo especializado em serviços de orçamento e planejamento de obras de construção civil, notadamente no Sub-Setor de edificações.

Fora empregado um sistema comercial para orçamento e planejamento de obras, de propriedade desse profissional, denominado Tron-Orc, da empresa nacional Tron-Sistemas, através da estruturação de uma unidade residencial e sua posterior multiplicação por cinquenta, como complemento a empresa utilizou o *software* Ms-Project para determinação de um cronograma inicial com baixo grau de detalhamento.

Ao término do planejamento realizado, o sistema apontou uma necessidade de horas de trabalho total para os profissionais envolvidos em função das quantidades de serviços a realizar e as produtividades definidas pelas composições unitárias de serviços.

Em seguida, foi calculada a quantidade média de cada recurso, considerando que para o prazo de 90 dias de empreendimento (três meses), cada mês poderia ser considerado com 22 dias úteis e que cada dia útil seria definido com 8 horas úteis de trabalho.

Tanto o profissional de planejamento, quanto o empreendedor tinham consciência de que os valores médios calculados não apontavam as quantidades periódicas ao longo do empreendimento, também estavam cientes que esse cálculo não atendia à necessidade de programação das atividades individuais de cada empreendimento.

Outra limitação desse método é a impossibilidade de determinar um cronograma de contratação de operários ou de terceirização de tarefas.

A tabela 8 apresenta o resumo do planejamento da necessidade de operários a partir do método utilizado pela empresa, e calculada através da média dos dias disponíveis para o empreendimento.

Recurso	Horas	Número Médio de Profissionais [Total de Hr/(8 Hr úteis por dia x 66 dias úteis)]
Pedreiro A	2.361,00	4,98
Pedreiro B	858,20	1,63
Pedreiro C	7.829,54	14,83
Servente	29.445,10	55,77
Carpinteiro	6.185,65	11,72
Ajudante	2.839,00	5,38
Pintor	1.673,40	3,17
Ajudante de Pintor	651,60	1,23
Eletricista	200,00	0,38
Bombeiro	400,00	0,76

Tabela 8 - Resultado do dimensionamento de mão de obra do planejamento anterior do primeiro estudo de caso

5.3.2. Planejamento Anterior da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

Por não ser o executor direto dos empreendimentos, a organização realiza em sua rotina de trabalho a exigência aos licitantes da apresentação de cronograma (Gráfico de Gantt) físico e financeiro, para ser utilizado como mecanismo de controle e de liberação dos recursos monetários.

O acompanhamento é realizado através de planilhas eletrônicas no Microsoft Excel, onde o fiscal responsável informa as quantidades realizadas em cada período de fiscalização.

Como as ferramentas utilizadas são estáticas, tanto o cronograma quanto as planilhas, não era possível prever com clareza as flutuações no prazo de conclusão das obras.

No empreendimento em questão por se tratar de múltiplas obras, a dificuldade de acompanhamento se agravou pelo fato da estrutura de informação, adotada no processo de elaboração dos documentos da licitação pública, consolidar todos os serviços, não permitindo uma visão individual de cada obra específica.

O fato que motivou a organização a buscar um novo método de gerenciamento, foi a imposição do Governo do Estado em antecipar a conclusão do empreendimento de fevereiro de 2001 para 16 de dezembro de 2000.

Para os gestores, tornou-se imperativo portanto, prover o conjunto de informações para assegurar o atendimento dessa determinação.

5.3.3. Considerações sobre os Planejamentos Anteriores

Pode-se perceber em ambos os casos, que os métodos tradicionalmente empregados por empresas de pequeno ou grande porte, sejam públicas ou privadas, mesmo quando apoiadas em recursos informatizados, são extremamente limitadas para o planejamento e controle de complexos construtivos, resultando em informações que não auxiliam a tomada de decisão da alta e média gerência das organizações.

Tais métodos, demonstrando-se estáticos não exibindo os relacionamentos existentes nos processos de planejamento e controle de prazos e exigem grande esforço operacional para prover dados mais detalhados, limitando a dinâmica do fluxo de informação para os tomadores de decisão.

Convém ressaltar que métodos de trabalho similares são comuns no Sub-Setor Edificações, fato esse que pode ser constatado ao longo da realização do presente trabalho, através de visitas, treinamentos, consultorias e troca de informações via telefone ou Internet.

5.4 A Aplicação do Método PCME

A aplicação do método de Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações no primeiro construtivo, visou suprir com dados mais precisos quanto a programação das tarefas e demanda periódica de recursos, permitindo assim uma melhor tomada de decisão por parte do empreendedor.

A aplicação do método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações no segundo complexo construtivo, teve por finalidade orientar o DERT e a empresa construtora, quanto a viabilidade de atendimento do prazo determinado, monitorar o desempenho do empreendimento e determinar ações corretivas ou preventivas para garantir o êxito da empreitada.

5.5. Etapa 01 – Estruturação

A definição da organização e escalonamento da informação, que resulta na estruturação, está relacionada com as questões gerenciais impostas pelas dimensões estratégicas da organização e das necessidades do complexo construtivo.

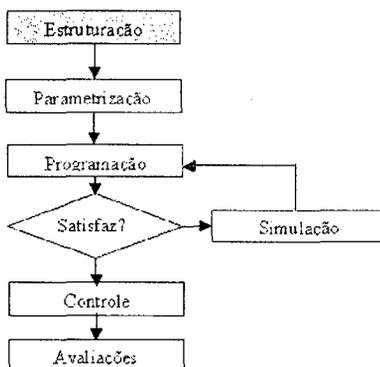


Figura 22 – Método PCME, etapa Estruturação

A seguir, estão descritos os procedimentos adotados para cada complexo construtivo.

5.5.1. Estruturação do Conjunto Residencial Cely Loureiro

Para o complexo construtivo estudado, houve a obrigatoriedade imposta pelo agente financiador, em utilizar a sua estrutura de informação. Essa estrutura já havia sido cadastrada no sistema de orçamento de obras utilizado pelo profissional contratado.

Como o referido sistema de orçamento não é adaptado às características do método PCME, fez-se necessário um novo cadastro dos dados do complexo construtivo em planilha eletrônica Excel.

A planilha foi então suprida com a lista dos serviços a realizar em uma unidade de habitação padrão, as durações estabelecidas de cada serviço, as quantidades de serviço a realizar para cada etapa da unidade habitacional e dos índices de produtividade de mão-de-obra relativos a cada serviço especificamente.

Após o cadastro dos dados, procedeu-se a elaboração das fórmulas para o cálculo das necessidades de mão-de-obra conforme descrito pelo método PCME.

Deste modo, finalizou-se a preparação da planilha para os cálculos necessários às demais etapas como será observado posteriormente.

Tendo em vista que as cinquenta edificações unifamiliares são idênticas, o passo 2 - Identificar as características comuns dos produtos, foi facilitado pois todas as características puderam ser consideradas iguais.

Para o passo 3 - Escalonar os grupos ou subgrupos de tarefas, foi admitido o nível de detalhe já constante na planilha disponibilizada pelo agente financiador, que também fora empregada no sistema de orçamento de obras.

O detalhamento da estrutura de informações foi considerado satisfatório, tendo em vista que todas as edificação do complexo construtivo são iguais e de pequeno porte, sem variações de projeto arquitetônico, com um único pavimento e a mesma disposição de ambientes.

No decorrer do processo de cadastramento de todas as unidades habitacionais no *software* gerenciador de projetos, foi possível observar que em empreendimentos de grande ou médio porte, com menor repetitividade de unidades básicas, o esforço operacional requerido para o cadastro da estrutura de informação consumirá muito tempo do profissional responsável pelo trabalho.

Essa observação motivou da tecnologia envolvida para realizar a integração automática das informações entre esses sistemas de orçamento de obra e o gerenciador de projetos.

Após a análise do formato eletrônico de armazenamento de dados e da “linguagem” de programação envolvida, foi possível ao autor desenvolver uma solução informatizada de integração, capaz de efetuar o intercâmbio de dados entre o sistema de orçamento de obras e o Microsoft Project.

Item	Tipo	Descrição
1	Obra	CASA 1
2	Grupo	Produção
3	Subgrupo	Trabalhos em Terra
4	Tarefa	Limpeza do Terreno
5	Tarefa	Escavação Manual até 2m
6	Tarefa	Reaterro sem Aquisição
7	Tarefa	Locação da Obra
8	Subgrupo	Fundações
9	Tarefa	Alvenaria de Pedra Argamassada
10	Tarefa	Alvenaria de Tijolo Cer 20x20 e=20 (externa)
11	Tarefa	Cinta Inferior (18x9cm)
12	Subgrupo	Supra Estrutura
13	Tarefa	Laje Volterrana para Forro
14	Subgrupo	Paredes e Painéis
15	Tarefa	Alv. de Tijolo Cer 20x20 e=10 (Externa)
16	Tarefa	Contra-vergas (10x7cm)
17	Tarefa	Vergas (10x7,5cm)
18	Subgrupo	Esquadrias
19	Tarefa	Esquadrias de Madeira Tipo Veneziana
20	Tarefa	Porta 0,60x2,10 cm incl forramento/ferragens (wc)
21	Tarefa	Porta 0,70x2,10 cm incl forramento/ferragens (int)
22	Subgrupo	Coberta
23	Tarefa	Madeiramento para Telha Colonial
24	Tarefa	Telhamento c\ Telha Colonial
25	Subgrupo	Revestimentos
26	Tarefa	Chapisco Interno 1:4
27	Tarefa	Chapisco em Placa
28	Tarefa	Emboço Interno
29	Tarefa	Reboco Interno Parede c\ Aditivo
30	Tarefa	Reboco de Placa
31	Tarefa	Emestramento de Reboco \ Emboço Interno
32	Tarefa	Ponteamto de Cerâmica
33	Tarefa	Cerâmica Interna 20x20 cm Revest.
34	Tarefa	Rejuntamento de Cerâmica Interna e=5 mm
35	Tarefa	Chapisco Externo 1:3
36	Tarefa	Emestramento de Reboco \ Emboço Externo
37	Tarefa	Reboco Externo
38	Subgrupo	Pinturas
39	Tarefa	Hidracor três Demãos
40	Tarefa	Esmalte Acetinado 2D c\ Emass sobre Madeira
41	Subgrupo	Pavimentação
42	Tarefa	Cimentado p\ Assent Cerâmica
43	Tarefa	Cerâmica Interna 20x20 cm
44	Tarefa	Rejuntamento de Cerâmica
45	Tarefa	Cimento Liso
46	Tarefa	Piso Morto 8 cm
47	Subgrupo	Instalações
48	Tarefa	Tubos e Conexões Elétricas
49	Tarefa	Tubos e Conexões Hidráulicas
50	Tarefa	Louças, Metais e Acessórios
51	Grupo	Apoio
52	Subgrupo	Complementação \ Limpeza
53	Tarefa	Limpeza Permanente da Obra
54	Tarefa	Limpeza de Pisos e Revestimentos Internos
55	Tarefa	Retirada de Entulho (Expurgo)

Tabela 9. Estrutura de informação do primeiro estudo de caso

Seguindo as definições gerais do método PCME, esse novo programa realiza as seguintes operações:

- Cadastro de todos os serviços definidos no sistema de orçamento no Ms-Project;
- Organização automática em grupos de serviços e serviços associados;
- Registro dos insumos e das quantidades, custos e das composições dos serviços
- Dimensionamento das necessidades dos insumos por serviços conforme PCME.

Por isso, já no segundo estudo de caso, foi possível uma análise comparativa de produtividade operacional da etapa de Estruturação ao se utilizar o referido programa.

A tabela 9 apresenta a estrutura empregada para o primeiro estudo de caso.

5.5.2. Estruturação da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

Ao avaliar os relatórios iniciais que estavam sendo utilizados para o controle do complexo construtivo do segundo estudo de caso, foi possível constatar que a segmentação da estrutura de informação criou um agrupamento dos diversos pacotes de trabalho, independente das edificações a serem realizadas.

De fato, essa é uma prática comum, que visa reduzir o esforço operacional dos profissionais técnicos responsáveis pela elaboração dos editais das licitações, tendo em vista que esses quantificam os totais de serviços a realizar, e em seguida os ordenam em função da opção mais conveniente do sistema de orçamento de obras.

Tendo em vista a existência de alguns conjuntos similares de edificações, foi possível determinar padrões, em função da necessidade estratégica e da restrição de prazo, o que permitiu a evolução mais rápida dessa fase do trabalho de planejamento.

Em virtude dos objetivos definidos para esse estudo de caso, fez-se necessária a reestruturação da informação, porém como as obras já estavam em fase de execução, a segmentação dos pacotes de trabalho foi realizada através da identificação de quais já haviam sido concluídos, ou estavam em execução para cada etapa de cada obra, com todas as

características necessárias ao processamento da programação, precedências, defasagens, associação aos locais de execução, quantificação dos serviços restantes e vinculação com as composições unitárias de serviço do sistema de orçamento existente.

A solução que atendeu a urgência da etapa de Estruturação desse estudo de caso foi o emprego da solução informatizada citada anteriormente, desenvolvido em Microsoft Visual Basic, sobre a plataforma de gerenciamento Microsoft Project.

Os benefícios resultantes do emprego da solução informatizada foram:

- Inserção automática da estrutura cadastrada no sistema de orçamento de obras;
- Vinculação às composições unitárias de serviço;
- Registro das quantidades de serviço cadastradas no sistema de orçamento de obras;
- Capacidade de calcular a necessidade prevista de mão-de-obra.

Os resultados obtidos pela aplicação da solução informatizada foram:

- Redução de 96% (noventa e seis por cento) do tempo necessário para digitação e estruturação dos tópicos;
- Garantia da padronização das descrições dos serviços;
- Registro automático dos códigos das composições unitárias e das quantidades de cada serviço, evitando a realização manual dessa operação.

A figura abaixo ilustra o processo de integração entre os *softwares*.

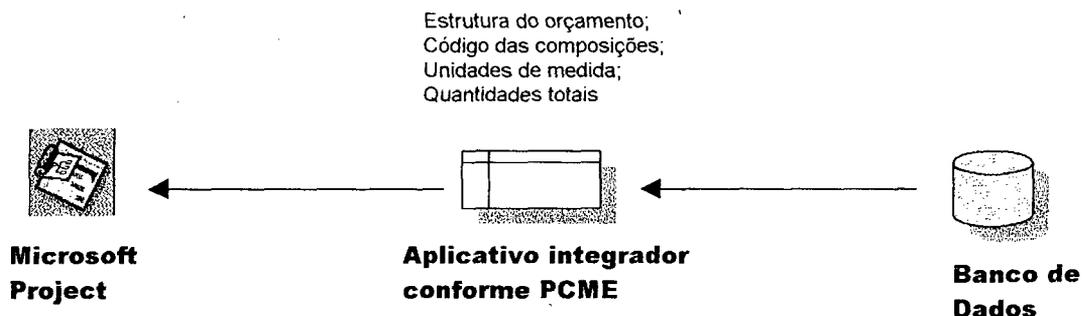


Figura 23 - Ilustração do processo de integração entre *softwares*

5.5.3. Considerações sobre a Etapa de Estruturação

No primeiro estudo de caso, pode-se perceber que a imposição do emprego de uma estrutura de informação pré-definida, limita as opções do planejador, como também a limitação da possibilidade de adaptar melhor a segmentação das informações do empreendimento aos processos operacionais da empresa.

O segundo estudo de caso, por sua vez, ratifica essa informação através do fato de ter sido necessário segmentar a organização das informações usada na licitação do complexo construtivo, de modo a adequá-las ao método PCME e desta forma responder às questões exigidas pelos gestores do Órgão.

Convém destacar que devido ao emprego intenso de sistemas de orçamentos de obras em empresas públicas e privadas, para atender a elaboração de orçamentos cada vez mais rápidos, o método de trabalho usualmente empregado não segue as definições sugeridas para a estruturação de complexos construtivos segundo o método PCME.

Uma alternativa de solução sugerida é a elaboração da estrutura de informação destinada ao planejamento e controle dos complexos construtivos, a partir da estrutura de orçamento dos mesmos, vinculando ainda dinamicamente ambas as estruturas, de tal forma que, as informações básicas sejam as mesmas, garantindo a confiabilidade e integridade dos resultados de planejamento, e principalmente permitir que durante o processo de controle e análise de desempenho, essas informações possam ser comparadas com os dados do orçamento original.

5.6. Etapa 02 – Parametrização

A parametrização das informações delimitam as condições que permite a programação inicial do complexo construtivo, inclusive no caso da existência de empreendimentos já em execução. As informações inseridas nessa etapa influenciam diretamente os resultados da programação dos pacotes de trabalho e da distribuição dos recursos.

O entendimento das características da organização e do complexo construtivo, por parte do profissional responsável pelo planejamento é fator fundamental para o melhor resultado da aplicação do método.

A seguir, estão descritos os procedimentos adotados para cada complexo construtivo.

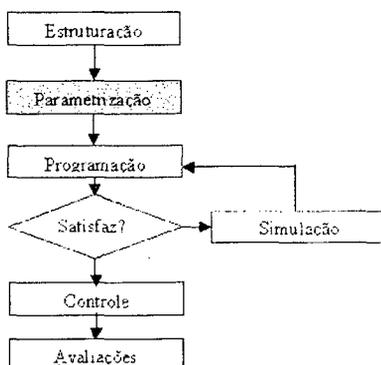


Figura 24 – Método PCME, etapa Parametrização

5.6.1. Parametrização do Conjunto Residencial Cely Loureiro

O primeiro complexo construtivo corresponde à cinquenta edificações iguais dispostas em área compacta e contratualmente definido como um único empreendimento, apesar de ser composto por um conjunto de obras, permitindo assim a movimentação dos recursos entre as edificações, inclusive mão-de-obra.

A tabela 10 apresenta o posicionamento da empresa construtora quanto aos parâmetros estratégicos de planejamento.

Os parâmetros operacionais para esse complexo construtivo foram cadastrados através das ferramentas computacionais Microsoft Excel® e Microsoft Project®, por serem *software* já disponíveis na empresa.

A listagem dos pacotes de trabalho, dos recursos a serem utilizados, dos índices de produtividade de cada recurso para cada pacote de trabalho e das durações esperadas, foram originadas dos dados do sistema de orçamento de obras e organizadas em uma matriz na planilha Excel, conforme está apresentado no anexo A.

Estratégias		Observação
Tipo	Parâmetro	
Atuação no Mercado	Terceirizadora	A empresa atua nos empreendimentos assumindo o máximo de serviços, repassando para terceiros apenas itens de alta especialização, ou com mão-de-obra de curta permanência.
Flexibilidade	Alta	Por se tratar de uma empresa de médio porte e tendo em vista a localização das obras, a empresa optou por contratar a maioria da mão-de-obra necessária na própria região, utilizando apenas alguns profissionais da sede.
Tecnologia	Convencional	Em função do tipo de edificação, materiais e tecnologias construtivas especificadas pelo agente financiador.
Região de Atuação	Destacado	Complexo construtivo localizado em outro Estado

Tabela 10 - Avaliação dos parâmetros estratégicos de planejamento da empresa do primeiro estudo de caso

A seqüência de execução dos pacotes de trabalho de cada obra foi definida no Ms-Project, assim como os valores relativos às durações e aos recursos dimensionados, conforme pode ser observado no Anexo B.

No Ms-Excel foi realizado ainda o cálculo e a organização dos recursos necessários para a alocação em cada pacote de trabalho, conforme descrito no item 4.3.2.4., como apresentado no Anexo C

Pode-se perceber, que a planilha criada para a realização dos cálculo sobre os parâmetros operacionais é especificamente elaborada para o complexo construtivo em questão, obrigando construção quase integral de outra planilha para o emprego em um complexo construtivo diferente.

Essa constatação, reforça a necessidade, já apontada na etapa anterior, do emprego de uma ferramenta computacional que facilite a troca de dados e permita o processamento dos cálculo que envolvem sistemas de orçamento de obras e o Microsoft Project.

5.6.2. Parametrização da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

O planejamento do segundo complexo construtivo considerou a necessidade maior da organização em atender à urgência do prazo de conclusão, admitindo uma extrema flexibilidade da capacidade produtiva, incluindo o uso de turnos extraordinários de trabalho.

Ao mesmo tempo, cada obra componente do sistema foi estudada individualmente, observando-se suas especificidades quanto a lista e quantidade de serviços restantes, durações das tarefas e restrições espaciais para alocação de mão-de-obra.

Os seguintes parâmetros operacionais foram utilizados para o planejamento :

- Os índices de produtividade empregados foram aqueles definidos nas composições existentes no sistema de orçamento e de conhecimento dos profissionais do Órgão;
- As durações de execução dos pacotes de trabalho foram definidas em função da capacidade de alocação de mão-de-obra e do prazo limite de conclusão;
- A seqüência de execução dos pacotes de trabalho buscou representar o fluxo normal de construção, criando paralelismo de serviços quando possível.

Como previsto na descrição do método PCME para a etapa de Parametrização, foi constatada a dificuldade da atualização dos coeficientes dos insumos das fichas de composição dos serviços, inclusive para os dados de produtividade, fato esse, que implicou em resultados do dimensionamento de mão-de-obra divergentes da realidade do canteiro de obras, servindo esse cálculo apenas como orientação para a crítica sobre a alocação de mão-de-obra.

A rapidez de realização da etapa de Parametrização foi possível através do uso da solução informatizada, que dispensou a construção de uma planilha, que demandaria um grande esforço operacional em virtude do número de serviços, implicando negativamente na velocidade e qualidade dos resultado dessa etapa.

5.6.3. Considerações sobre a Parametrização

Inicialmente destacamos que no primeiro estudo de caso, as informações básicas da parametrização do complexo construtivo se encontravam disponíveis, em sua maioria, cadastradas em um sistema informatizado, no entanto organizadas de modo sintetizado.

Essa observação corrobora com a justificativa do presente trabalho, quando citou a evolução das empresas do Sub-Sector Edificações no planejamento de obras individuais e sua carência de um método de trabalho para a consolidação de informações em complexos construtivos.

O segundo estudo de caso, exibe claramente outra problemática também citada na justificativa, quanto a visualização global de um complexo construtivo, planejado nos moldes convencionais, dificultando a eficácia das tomadas de decisões.

Observa-se ainda, ao se avaliar ambos os casos, que a parametrização das informações de planejamento a partir das informações já definidas no processo de orçamento, é uma alternativa para atender a exigência de confiabilidade do conjunto de dados envolvidos, e ainda viabilizar o trânsito eficiente do fluxo de informação, necessário nas etapas de planejamento e controle entre os níveis estratégico, tático e operacional das organizações.

5.7. Etapa 03 – Programação

A etapa de programação consiste na determinação e escolha de alternativas que possibilite ao planejador avaliar a melhor opção para os empreendimentos envolvidos, avaliando as diversas condições anteriormente estabelecidas. Desta forma, é possível encontrar respostas às questões elaboradas pela alta e média gerência da organização.

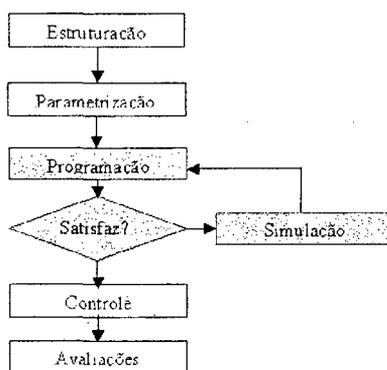


Figura 25 – Método PCME, etapa Programação

A seguir, estão descritos os procedimentos adotados para cada complexo construtivo.

5.7.1. Programação do Conjunto Residencial Cely Loureiro

Para realizar a programação do primeiro complexo construtivo, foi utilizada a operação computacional denominada Redistribuição de Recursos do Microsoft Project.

O objetivo dessa etapa é determinar a programação das diversas tarefas de todas as obras do complexo construtivo, de tal forma que, ao considerar todos os parâmetros informados, atenda às restrições estabelecidas de prazo e disponibilidade de mão-de-obra.

Portanto, a ferramenta utilizada para programação de projetos com limitações de recursos, procura identificar uma seqüência de tarefas que atenda aos parâmetros folgas totais, durações, precedências, alocação de recursos, disponibilidade de recurso e prazos pré-definidos.

Como a informação de alocação de recursos (Anexo A), é resultado do processamento das quantidades de serviço a executar, assim como das produtividades dos recursos envolvidos em cada tarefa, todos os parâmetros sugeridos pelo método PCME foram atendidos para essa etapa da sua implementação.

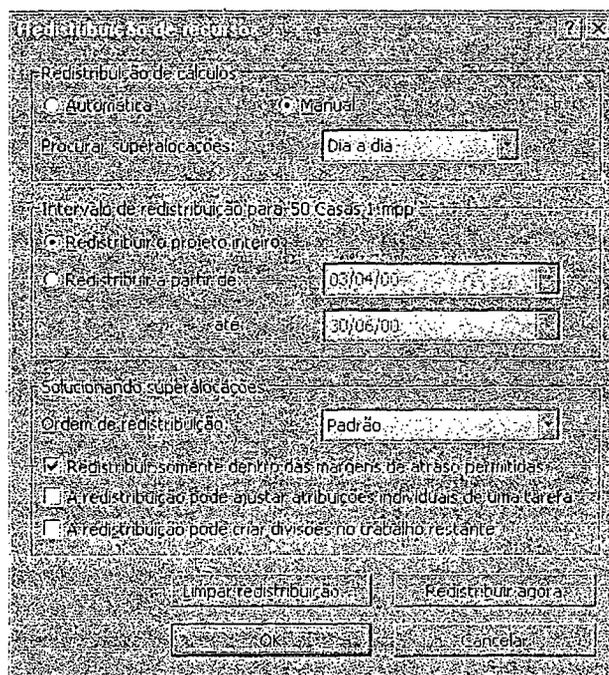


Figura 26 - Caixa de diálogo Redistribuição de recursos do Ms-Project 98

Na figura 26 é exibida a tela que define o processo de cálculo da programação de projetos com restrições de recursos do aplicativo utilizado.

Para um melhor entendimento do processo de programação dos complexos construtivos através desse aplicativo foi elaborada a tabela 11, para que possam ser compreendidas as opções dessa ferramenta exibidas na tela da figura 26, assim como justificar quais dessas opções foram escolhidas, visando atender as definições do método PCME.

O resultado inicial da conclusão do processo de inserção dos parâmetros no Ms-Project, antes da programação do complexo construtivo está exibido nas figuras 27 e 28.

O cronograma apresentado na figura 27, esclarece que, individualmente, cada edificação poderia ser executada em dezoito dias úteis.

Por consequência, a demanda inicial de cada recurso envolvido, exigiria uma concentração excessiva no período de execução, conforme figura 28.

A restrição de prazo para o primeiro estudo de caso, havia sido definida em 90 dias corridos a partir da liberação prevista dos serviços em Abril de 2000. A necessidade da organização portanto era identificar um cronograma de execução dos serviços das diversas unidades habitacionais, de tal forma que atendesse o prazo estipulado e resultasse em baixa necessidade de mão-de-obra, permitindo ainda verificar quais operários contratar diretamente e quando contratá-los, assim como orientar os serviços a terceirizar.

Para tanto, o procedimento operacional no aplicativo gerenciador de projetos, iniciou com o estabelecimento da data limite de conclusão do empreendimento, através da criação de um marco (ou evento) denominado “Entrega das obras”, tendo sua finalização restrita ao dia previsto de recebimento do complexo construtivo.

Opções de configuração	Opção escolhida	Justificativa
Redistribuição de cálculos Automática - executa a programação imediatamente, quando a necessidade periódica dos recursos exceda à disponibilidade Manual - executa a programação somente após a ordem do usuário	Manual	O gerente de planejamento deve avaliar a situação inicial antes de realizar a programação
Procurar superalocações - especifica qual a unidade de tempo será utilizada para a procura de excessos da demanda sobre a disponibilidade, podendo ser em minutos, horas, dias e semanas.	Dia a dia	A unidade de medida das durações dos pacotes de trabalho do complexo construtivo é dia.
Intervalo de redistribuição : Redistribuir projeto inteiro - considera todo o período de execução do projeto para os cálculos. Redistribuir a partir de - considera um período especificado para os cálculos	Redistribuir projeto inteiro	Como o prazo total de execução já está determinado e todas os pacotes de trabalho são conhecidos, pode-se processar os cálculos para todo o complexo construtivo
Solucionando superalocações Ordem de redistribuição: Padrão - considera precedências, folga total, restrições de datas e prioridades entre tarefas. Ordem de redistribuição: Prioridade, padrão - considera inicialmente a prioridade, em seguida precedências, folga total e restrições de datas. Ordem de redistribuição : Somente identificação - considera apenas o número identificador exclusivo de cada tarefa.	Padrão	Todos os parâmetros necessários para o método PCME estão contemplados nessa opção.
Redistribuir somente utilizando as margens de atraso permitidas - se selecionado permite a realização dos cálculos até atingir os limites existentes de folga total, em caso contrário executa o cálculo e pode exceder o limite das folgas totais.	Ligado	O cálculo não pode exceder às folgas totais, pois isso implicaria na não observância da restrição do prazo de conclusão do complexo construtivo.
A redistribuição pode ajustar atribuições individuais de uma tarefa - se selecionado o cálculo poderá alterar a quantidade de trabalho dos recursos dentro da tarefa	Desligado	O método pré-dimensiona a quantidade de trabalho e considera uma taxa de execução constante.
A redistribuição pode criar divisões no trabalho restante - se selecionado o cálculo pode interromper a execução de tarefas	Desligado	A sistemática de construção em edificações busca evitar a interrupção de pacotes de trabalho.

Tabela 11 - Configuração da caixa redistribuição de recursos para o primeiro estudo de caso

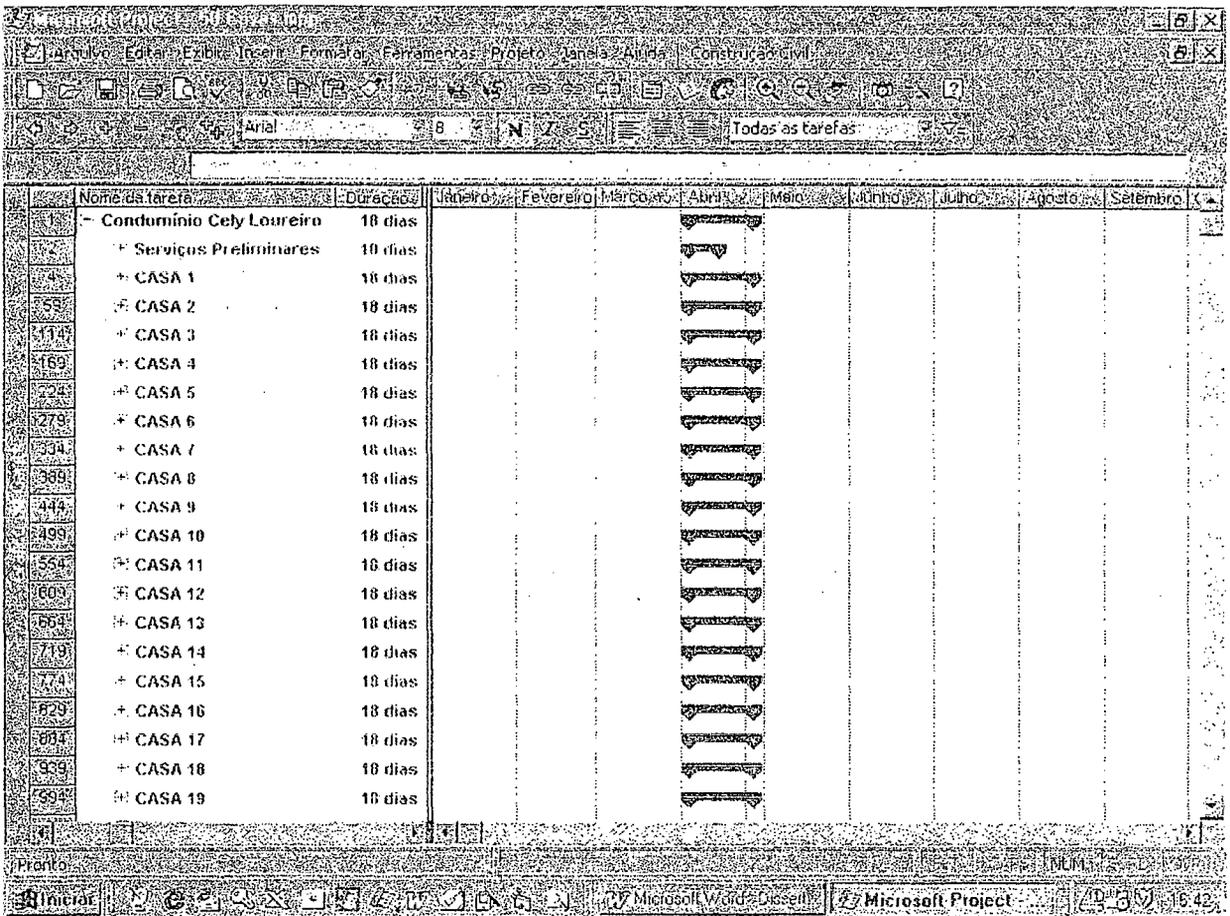


Figura 27 - Tela do Ms-Project com o resultado inicial da inserção dos parâmetros

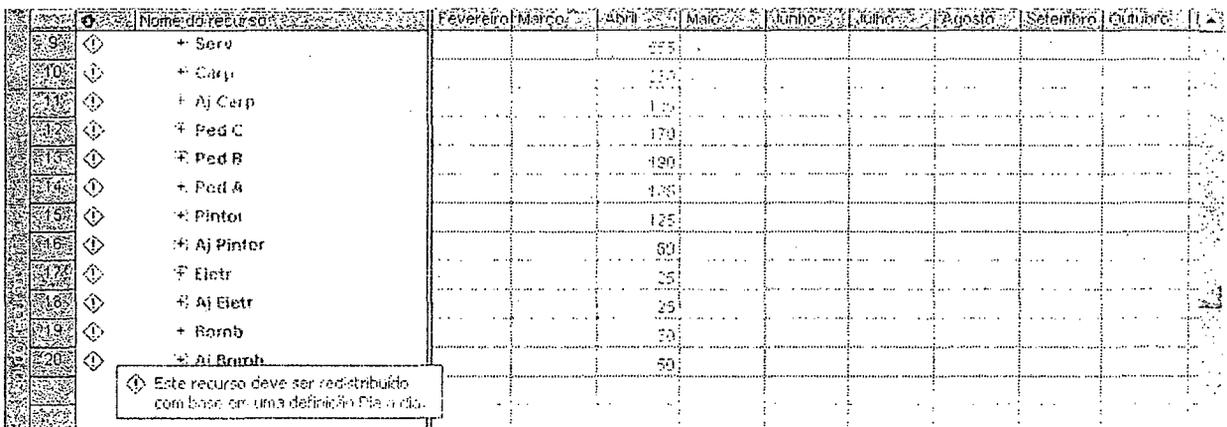


Figura 28 - Demanda de recursos antes da programação

Em seguida foram realizadas diversas simulações variando a disponibilidade máxima de mão-de-obra.

Cada simulação envolvia a alteração da quantidade limite dos recursos e um novo cálculo da programação resultante, sempre buscando uma quantidade inferior àquela anteriormente utilizada.

O processo de simulação segue os passos abaixo relacionados:

- Cadastro da quantidade limite de cada recurso na tela “Planilha de recursos”, no valor da metade da quantidade ilustrada na figura 28;
- Realização do cálculo denominado de “Redistribuição de recursos”;
- No caso da ocorrência da observação denominada “Superalocação”, que significa uma quantidade insuficiente do recurso para cumprimento da programação, é fornecida uma nova quantidade, no valor da média da anteriormente cadastrada e da solicitada pelo aplicativo até a eliminação de todas as ocorrências;
- Redução gradual da quantidade disponível de um recurso por vez, sempre seguida de cálculos de “Redimensionamento de recursos”, até que para cada recurso não se torne mais possível reduzir sua quantidade limite, sem alterar o prazo de entrega do complexo construtivo.

A etapa 3 do método PCME observa que, tendo em vista as diversas relações entre os parâmetros de planejamento, tais como fluxo de execução, quantidade de recursos alocados a cada tarefa, duração das tarefas e a disponibilidade máxima, é natural a existência de diversas soluções, tendo em vista que a pouca disponibilidade de um recurso pode influenciar na programação de outro recurso cujo trabalho é realizado em conjunto com o primeiro ou dela e dependa.

Por esse motivo, optou-se pela busca de pelo menos duas soluções e escolha da melhor baseada nos resultados de utilização dos recursos.

5.7.1.1. Simulações variando a disponibilidade máxima de mão-de-obra

Tendo sido realizadas diversas simulações variando a disponibilidade máxima dos recursos como descrito anteriormente, surgiu a primeira solução.

O cronograma resultante atendeu o prazo total do conjunto de obras como pode ser observado na figura 29. Por sua vez, a demanda periódica dos recursos, apresentou sensível redução, como pode ser observado na figura 30.

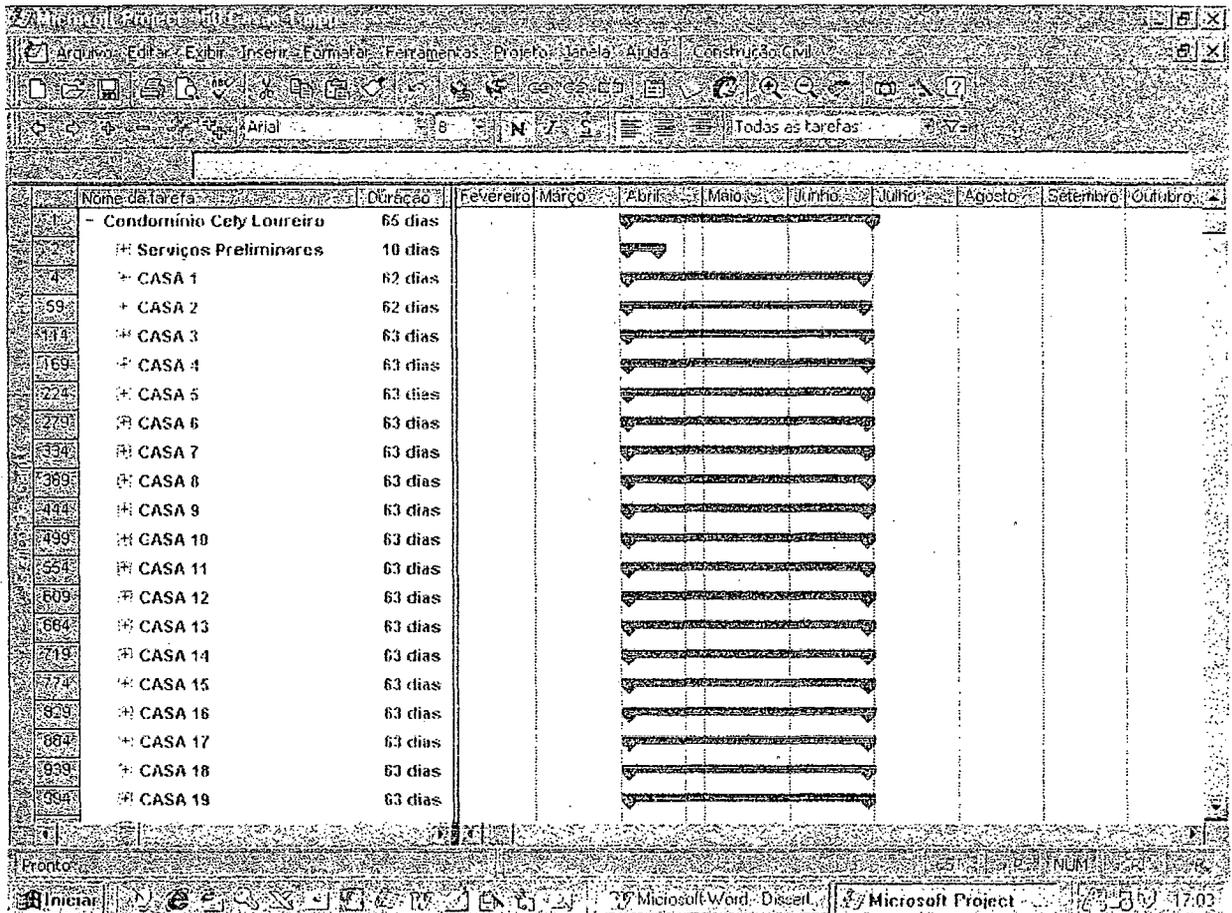


Figura 29 - Programação das edificações da primeira solução

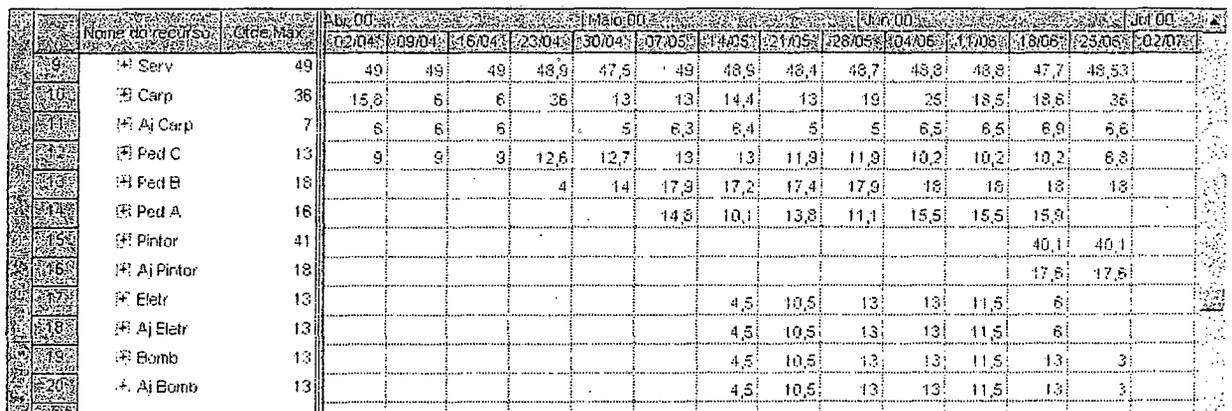


Figura 30 - Demanda dos recursos da primeira solução

Ao pesquisar uma segunda solução, simulando outros limites de disponibilidade máxima de recursos, a programação apresentou o resultado da figura 31, que também atende o prazo estipulado, resultando em outra distribuição da demanda dos recursos, como pode ser visto na figura 32.

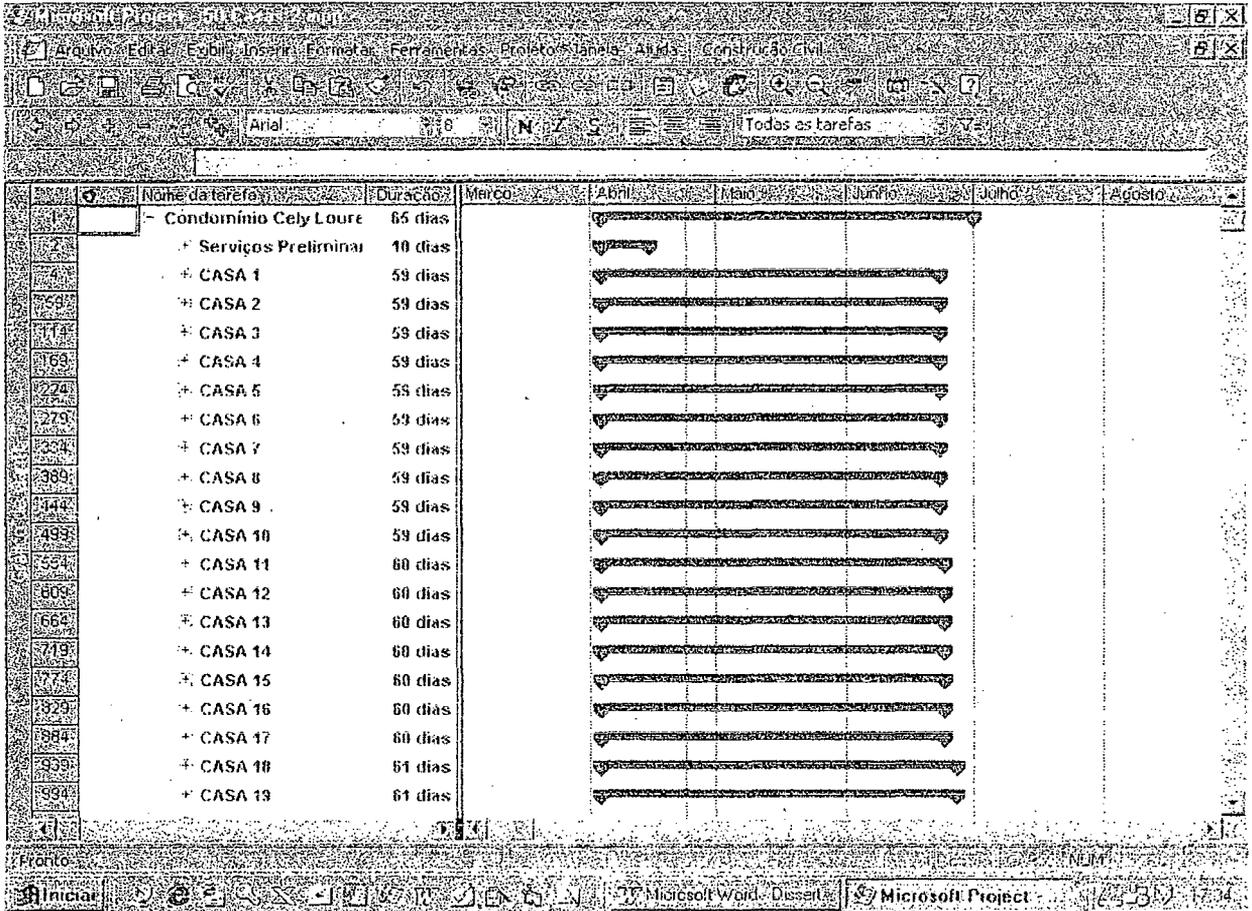


Figura 31 - Programação das edificações da segunda solução

Nome do recurso	Cód. Max.	Abr 00			Maior			Jun 00			Jul 00			Ago 00	
		02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06	02/07
Serv	49	49	49	49	49	48,3	48,5	48,5	48,9	48,7	48,8	49	48,95	49,45	
Carp	36	15,8	6	6	36	15	15	11	9	15	16,5	30,5	34,5	36	
Aj Carp	7	6	6	6		5	5	5	5	5	6,5	6,5	7	6,6	
Ped C	14	9	9	9	14	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	13,6	6,8		
Ped B	20				4,7	18,1	19,6	19,9	19,9	19,5	19,5	20	20	2,8	
Ped A	16					4,7	15,5	11,1	4,7	15,5	15,5	15,5	16		
Pintor	23											10	22,5	21,2	
Aj Pintor	12												11,2	11,2	
Eletr	10						1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	
Aj Eletr	10						1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	
Bomb	10						1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	
Aj Bomb	10						1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	

Figura 32 - Demanda dos recursos da segunda solução

Para a avaliação das soluções encontradas, foram considerados os seguintes critérios :

- Quanto ao prazo de conclusão do complexo construtivo, ambas as soluções atenderam à essa exigência, inclusive pelo fato do Ms-Project permitir o uso dessa restrição;
- Quanto à demanda máxima de recursos, as duas soluções resultaram em distribuições aceitáveis na avaliação do responsável técnico da empresa construtora, tendo em vista a extensão total do canteiro de obras;
- Quanto a análise da ociosidade periódica e total para cada recurso, assim como para o conjunto de recursos, as soluções resultaram nos valores apresentados no anexo D e resumidos na tabela 12.

SOLUÇÃO 01		SOLUÇÃO 02	
Recurso	Ociosidade	Recurso	Ociosidade
Serv	0,46%	Serv	0,37%
Carp	42,49%	Carp	39,52%
Aj Carp	11,95%	Aj Carp	13,65%
Ped C	0,00%	Ped C	0,28%
Ped B	0,74%	Ped B	0,24%
Ped A	8,86%	Ped A	13,37%
Pintor	0,00%	Pintor	0,00%
Aj Pintor	0,00%	Aj Pintor	0,00%
Eletr	0,00%	Eletr	0,00%
Aj Eletr	0,00%	Aj Eletr	0,00%
Bomb	2,14%	Bomb	0,00%
Aj Bomb	2,14%	Aj Bomb	0,00%
Geral	2,37%	Geral	1,16%

Tabela 12 - Resumo da análise das soluções 01 e 02 do primeiro estudo de caso

Como podemos observar a segunda solução apresenta menor ociosidade geral, e apenas nos recursos denominados Pedreiro A e Ajudante de Carpinteiro, ocorreu ociosidade superior à primeira solução, nos demais casos os valores foram inferiores.

Portanto a segunda solução de programação do complexo construtivo foi selecionada.

5.7.1.2. Definição da gestão dos recursos

Para o gestor do empreendimento, foi possível após avaliar a demanda resultante das etapas anteriores do planejamento, definir sua política de gerenciamento dos recursos avaliados.

O primeiro passo foi elaborar um cronograma de contratações dos recursos humanos, em função das quantidades periódicas necessárias, resultantes da solução de programação escolhida.

Em seguida, procurou-se determinar a quantidade de cada recurso a contratar, de tal forma que esses permaneçam atuando pelo maior período possível sem ociosidade, conforme pode ser observado no anexo E - Cronograma de contratação de recursos do primeiro estudo de caso.

Após essa avaliação do cronograma de contratação, o gestor tomou as seguintes decisões:

- Recursos humanos a contratar: servente, pedreiro c, pedreiro b, pedreiro a, eletricitista, ajudante de eletricitista, bombeiro hidráulico e ajudante de bombeiro hidráulico.
- Equipes a terceirizar (subcontratar): carpinteiro, ajudante de carpinteiro e pintor.

O critério escolhido para avaliar os recursos a contratar ou terceirizar foi a visualização da rotatividade de cada recurso possibilitada pelo cronograma de contratação.

5.7.2. Unidade Sócio-Educacional Pantanal

O segundo complexo construtivo estudado exigiu um esforço operacional superior ao primeiro, fato esse devido ao número de serviços envolvidos, tendo ainda como agravante a necessidade de rápidas respostas ao gerenciamento do mesmo, sob pena de não atender à principal necessidade gerencial, ou seja, atender à antecipação do prazo exigida.

Portanto para a programação das obras do segundo complexo construtivo, foi utilizada a ferramenta computacional denominada “Dimensionamento de Equipes”, que fora

desenvolvida a partir da experiência adquirida do primeiro estudo de caso. Essa ferramenta tem como finalidade processar as informações do banco de dados do sistema de orçamento de obras e proceder o cálculo do número de recursos necessários conforme definido pelo método PCME.

Inicialmente a etapa de programação do segundo estudo de caso, teve por função atestar a viabilidade de atender o novo prazo (16/12/00), conforme pode ser visto na figura 33.

Em virtude do curto prazo para aplicação do métodos PCME, sendo que o início dos trabalhos ocorreu em 16/10/00, resultando em apenas dois meses para estruturar, parametrizar e programar o complexo construtivo, não foi possível avaliar alternativas para a programação inicial encontrada.

Outro fato importante é que na ótica dos profissionais do Órgão para o qual foi aplicado o método PCME, a análise de alternativas para minimizar a ociosidade de mão-de-obra; e por consequência seu custo, não lhes interessava, pois o custo total do empreendimento já havia sido previamente acordado com a empresa executora, inclusive os valores decorrentes da aceleração do complexo construtivo para o novo prazo.

Desta forma, a conclusão dessa etapa da aplicação do método PCME ao segundo complexo construtivo, possibilitou constatar a viabilidade operacional quanto ao cumprimento do prazo estabelecido, como já exibido na figura 33, apesar de diversos profissionais envolvidos na fiscalização das obras se mostrarem céticos quanto aos resultados apresentados.

Uma limitação identificada na etapa de programação, foi no dimensionamento das equipes envolvidas, visando criticar se a mão-de-obra existente no canteiro tem condições de atender ao novo cronograma estabelecido.

Essa limitação ocorreu quando foi constatado que os índices de produtividade estavam abaixo do ritmo de trabalho real no canteiro de obras. Essa conclusão fez com que a informação de necessidade total de mão-de-obra calculada fosse utilizada apenas como orientação para verificar o efetivo periódico no canteiro.

Para superar essa problemática, foi sugerido um trabalho adicional de monitoramento de uma amostra de tarefas do complexo construtivo, para as informações de número real de operários envolvidos e a carga de trabalho real, porém, como o foco das atenções era o prazo de entrega e em virtude de sua iminência, optou-se pela realização desse estudo em outra oportunidade.

Por todos esses motivos a análise de distribuição de mão-de-obra não foi realizada no segundo estudo de caso.

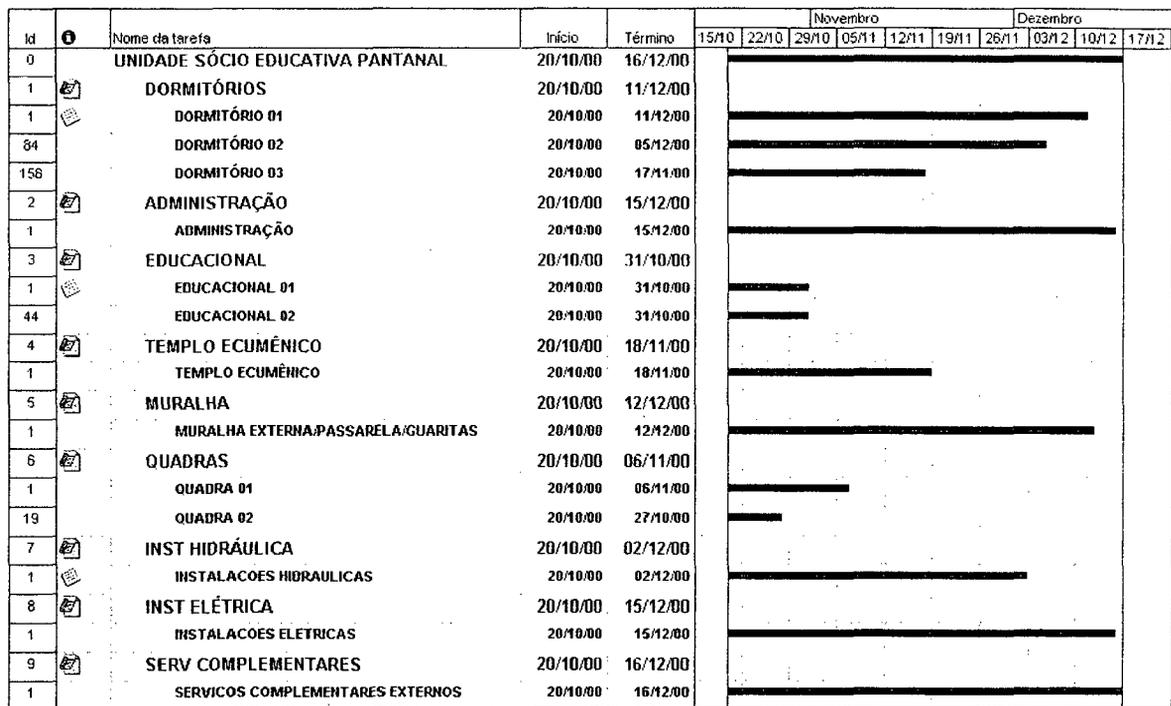


Figura 33 - Programação do complexo construtivo para a data de conclusão em 16/12/00

5.7.3. Considerações sobre a Programação

Diversas observações resultaram da aplicação da etapa de programação dos complexos construtivos avaliados.

Inicialmente se destacam os claros benefícios de realizar essa etapa antes do início dos trabalhos no canteiro de obras, fato esse observado pela riqueza de detalhes e de análises no

primeiro estudo de caso, contrapondo-se com a simples obtenção de um cronograma de atendimento ao prazo de conclusão do complexo construtivo do segundo estudo de caso.

Outro benefício é a possibilidade de utilizar as definições do método PCME também para programar complexos construtivos em execução, o que atesta a sua aplicabilidade no planejamento e controle, inclusive no caso do complexo construtivo for composto por todas as obras de uma empresa, que em geral possui obras em execução e outras a iniciar.

Apesar da elevação da capacidade de simular situações de programação de obras, os estudos de caso revelaram a vinculação da qualidade dos resultados dessa etapa com a postura da organização em planejar previamente seus empreendimentos.

A limitação observada no segundo estudo de caso, quanto ao emprego do dimensionamento de equipes para criticar a quantidade de mão-de-obra no canteiro, revela a baixa aferição das informações utilizadas inclusive para a elaboração de orçamentos das obras. Considerando que esses dados são básicos para a gestão de prazo e custo no Sub-Sector Edificações.

Mister se faz portanto, buscar procedimentos que permitam melhorar a qualidade dessa informação, tais como a sugestão de monitorar pelo menos uma amostra das tarefas ao longo da aplicação do método, que infelizmente não foi realizada nessa oportunidade.

Alguns cuidados se mostraram necessários para a informação correta das dependências entre tarefas, exigindo a verificação das tarefas predecessoras e sucessoras, assim como a análise das condições espaciais do local onde essas tarefas serão executadas.

Finalizando, o método dentro da etapa de programação respondeu às questões iniciais necessárias à tomada de decisão dos gestores de ambos os estudos de caso.

5.8. Etapa 04 – Controle

A etapa de controle determina os procedimentos e normas para a comunicação entre os diversos envolvidos no processo de acompanhamento. Considerando o fluxo de informação existente, quanto maior o porte do complexo construtivo, não somente o planejador, como também outros profissionais da organização, tais como gerentes dos empreendimentos, supervisores e gerentes de informática.

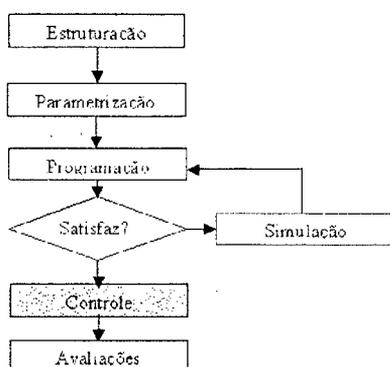


Figura 33 – Método PCME, etapa Controle

A seguir, estão descritos os procedimentos adotados para cada complexo construtivo.

5.8.1. Definições de Controle do Conjunto Residencial Cely Loureiro

Ao avaliar as condições do local de realização do primeiro complexo construtivo, considerando os aspectos de telecomunicações e os meios de transporte, verificou-se que o processo de comunicação contemplava linha telefônica e serviço de correio convencional.

Por esse motivo, optou-se então pelo emprego do correio para o envio das programações das tarefas, inclusive após as revisões, e para o envio das informações de execução, a transmissão das planilhas de acompanhamento via fax.

Em função do curto prazo de conclusão e da densa concentração de atividades ao longo do empreendimento, foi definido um período semanal de periodicidade de controle.

5.8.2. Definições de Controle da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

Quando avaliadas as condições da infra-estrutura de comunicação, o local de realização das obras do segundo complexo construtivo apresentava diversos aspectos favoráveis, tais como linha telefônica, boas vias de acesso e proximidade (22 km) de distância ao centro de planejamento e controle, permitindo assim a periodicidade semanal do acompanhamento com extrema facilidade.

O passo seguinte foi a definição dos procedimentos de controle, que constou da elaboração dos relatórios de acompanhamento, dos procedimentos de apuração da execução

dos pacotes de trabalho e das datas recorrentes de visita e elaboração de relatórios de desempenho.

Como o complexo construtivo já estava em execução, utilizou-se da primeira visita de acompanhamento realizada como teste de implantação e operacionalização do processo de controle e comunicação, permitindo o ajuste de alguns detalhes tais como profissionais envolvidos, horário de visita às obras, etc.

5.8.3. Considerações sobre as Definições de Controle

A aplicação da etapa de controle no segundo estudo de caso, constatou a importância em se planejar e testar previamente o processo de apuração e fluxo de informações entre o canteiro de obras e o local de planejamento e análise de desempenho.

Tendo em vista as pequenas distâncias envolvidas e as condições de trânsito, a solução foi bastante simplificada.

No entanto, mesmo em condições mais adversas, o contínuo surgimento de novos produtos e serviços de comunicação e distribuição de energia, além da expansão ou evolução dos existentes, tende a facilitar cada vez mais tanto a definição de soluções eficientes e de baixo custo, como também sua implementação.

Outro aspecto que deve contribuir para essa melhoria são os investimentos anunciados ou planejados pelas esferas públicas federal, estaduais e municipais, quanto ao provimento de acesso à Internet em localidades distantes dos grandes centros urbanos.

5.9. Etapa 05 – Avaliações

As avaliações periódicas de desempenho possibilitam efetivamente o monitoramento contínuo e fácil visibilidade da evolução de cada empreendimento e do complexo como um todo. Desta forma, a alta e média gerência podem atuar em conjunto permitindo rápida resposta à dinâmica natural dos empreendimentos.

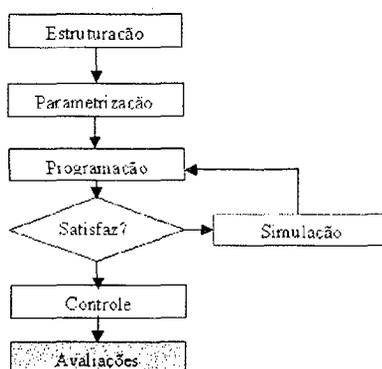


Figura 34 – Método PCME, etapa Avaliações

A seguir, estão descritos os procedimentos adotados para cada complexo construtivo.

5.9.1. Avaliações do Conjunto Residencial Cely Loureiro

Segundo o gestor do empreendimento, todas as condições técnicas do processo de realização do negócio foram avaliadas pelo cliente e consideradas satisfatórias.

O cliente havia solicitado diversas análises aos pretendentes do empreendimento, tais como cronogramas e relatórios que demonstrassem a capacidade de planejamento e cumprimento do prazo estabelecido, que foram plenamente atendidas com a aplicação do método PCME, no entanto, por motivos alheios às competências técnicas, o empreendedor foi forçado a desistir da participação do negócio, o que impossibilitou a realização dos procedimentos referentes às avaliações de desempenho para esse complexo construtivo.

5.9.2. Avaliações da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

Para essa etapa, os passos apresentados pelo método PCME são a apropriação de custos e do avanço físico, o cálculo dos indicadores de desempenho, a avaliação dos resultados e definição das ações corretivas ou preventivas.

Como explicado na descrição da etapa de programação, o Órgão trabalha limitado a um custo de execução previamente acordado e regido por legislação específica que trata das licitações públicas e de suas flutuações de custo, a apropriação de informações de avanço do complexo construtivo portanto, limitaram-se aos aspectos de evolução física, ou seja, às

quantidades de serviço executadas até a data de cada visita de controle realizada, para a partir dessas informações proceder as análises de desempenho de prazos.

As avaliações semanais ocorreram nas datas de 27/10/00, 03/11/00, 10/11/00, 17/11/00, 24/11/00, 01/12/00 e 08/12/00.

Os procedimentos adotados pelo autor e pela equipe do Órgão, durante as avaliações periódicas de desempenho seguiam a seguinte rotina :

- Encontrar-se com o engenheiro fiscal responsável no Órgão às 08:00h
- Deslocar-se com esse profissional ao canteiro de obras;
- Levantar os percentuais físicos acumulados de cada pacote de trabalho da estrutura de informação em cada obra em conjunto e de comum acordo com o profissional do Órgão;
- Identificar oportunidades de melhorias quanto a organização ou logística dos trabalhos;
- Levantar a quantidade de operários total e por obra;
- Retornar ao Órgão;
- Digitar o levantamento realizado no computador;
- Identificar os atrasos ocorridos e mudanças no caminho crítico;
- Localizar as tarefas críticas;
- Determinar as tarefas de maior duração ou consideradas de maior complexidade;
- Verificar as alternativas para correção ou prevenção de atrasos;
- Elaborar o relatório.

Convém detalhar que o levantamento dos percentuais físicos de evolução do empreendimento eram determinados empiricamente através de simples observação, sem a medição efetiva das quantidades de serviços realizadas, o que obviamente implicava em uma margem de erro que não pode de ser mensurada.

Optou-se por esse processo, novamente em função da quantidade limitada de pessoas envolvidas e do pouco tempo disponível.

O relatório final elaborado possuía as seguintes informações para cada obra do complexo construtivo:

- Datas de término planejada, atual e projetada (tendência);
- Citação de quais pacotes de trabalho (denominados serviços) deveriam ser priorizados;
- Considerações sobre oportunidades de melhorias observadas na organização ou logística dos trabalhos;
- Comparações, quando conveniente, com relatórios anteriores;
- Quadro resumo de desempenho das obras e gráficos de desempenho.

A cada entrega de relatório, os gestores do Órgão, envolvidos com o complexo construtivo, debatiam as orientações citadas e decidiam quais adotar e como. Posteriormente realizava-se nova reunião, com a presença dos representantes da empresa executora, para acertar detalhes operacionais relativos a implementação das recomendações e observações adotadas do relatório naquela semana ou nas posteriores, conforme o caso, para cada obra do complexo construtivo.

Semanalmente os relatórios apresentavam os desempenhos de cada obra e do sistema como um todo, listando serviços atrasados ou críticos que deveriam ter atenção especial.

Convém destacar que a maioria dos profissionais técnicos do Órgão, envolvidos no processo de fiscalização do empreendimento afirmavam, em função de suas experiências em obras anteriores, que apenas no final de janeiro de 2001, seria possível concluir o complexo construtivo.

O ceticismo demonstrado por esses profissionais foi um fato ocorrido na etapa de avaliações que merece ser registrado, tendo em vista que é realmente grande a experiência acumulada dos mesmos no acompanhamento de obras do Sub-Sector Edificações, destacando-se ainda o ambiente de obras públicas que difere do ambiente da iniciativa privada.

Outro fato que merece ser registrado foi a influência da data de entrega do complexo construtivo sobre a agenda do Governador do Estado, o que gerava em todos os envolvidos de alto escalão do Órgão a preocupação com as informações advindas da aplicação do método, tendo em vista as implicações políticas decorrentes.

A medida que o complexo construtivo foi sendo executado seguindo as determinações dos relatórios das visitas de avaliação, foi possível observar que a conclusão do mesmo iniciava uma tendência de aproximação às datas calculadas por esses relatórios.

A partir do início do mês de dezembro de 2000, mesmo os profissionais mais céticos quanto ao êxito da aplicação do método, começaram a reconhecer a viabilidade da entrega do complexo construtivo no prazo determinado.

Em 01/12/00, ocorreu a reunião para definir a data oficial de conclusão a ser apresentada ao Governador. Estavam presentes além do autor, o Chefe do Núcleo de Edificações, o Coordenador de Engenharia e o Superintendente.

A reunião teve como objetivo uma última análise do desempenho do complexo construtivo, tendo como base o relatório de mesma data. Essa análise envolveu questionamentos sobre os riscos e condições reais de cumprimento das datas apresentadas no relatório e inclusive suas antecipações.

Aspectos operacionais como chegada dos últimos materiais solicitados pela empresa executora, a organização e disposição de operários, novo posicionamento do almoxarifado da obra e cronologia de execução de serviços críticos foram discutidos.

UNIDADE SÓCIO-EDUCACIONAL PANTANAL			
Quadro Resumo		Data de Avaliação : 01/12/00	
OBRA	PLANEJADO	ATUAL	PROJETADO
Dormitório 01	11/12/00	15/12/00	17/12/00
Dormitório 02	05/12/00	14/12/00	15/12/00
Dormitório 03	17/11/00	06/12/00	09/12/00
Administração e Corpo da Guarda	15/12/00	05/12/00	15/12/00
Educacional 01	31/10/00	08/12/00	14/12/00
Educacional 02	31/10/00	04/12/00	09/12/00
Templo Ecumênico	18/11/00	08/12/00	09/12/00
Muralha Externa	12/12/00	06/12/00	07/12/00
Quadra 01	06/11/00	02/12/00	10/12/00
Quadra 02	27/10/00	02/12/00	04/12/00
Inst. Hidráulicas	02/12/00	10/12/00	15/12/00
Inst. Elétricas	15/12/00	10/12/00	22/12/00
Serv. Complementares	16/12/00	10/12/00	15/12/00

Tabela 13 - Resumo de desempenho do segundo estudo de caso em 01/12/00.

Ao término da reunião foi definido oficialmente o dia 15/12/00 como data de inauguração do complexo construtivo, representando antecipação em um dia da meta inicialmente definida.

A tabela 13 lista o resumo da avaliação de desempenho de todas as obras para a reunião de 01/12/00. A tabela completa do cálculo do desempenho e os gráficos de Quadrantes de Desempenho para as obras Administração e Dormitório 01, estão exibidos nos anexo F e G.

5.9.3. Considerações sobre as Avaliações da Unidade Sócio-Educacional Pantanal

A aplicação da etapa de avaliação do método PCME no segundo estudo de caso, representou um teste do método que deve destacar diversas observações.

Inicialmente para a gestão empresarial, especificamente no aspecto de atendimento ao prazo, a aplicação do método conduziu a organização de uma situação sem qualquer visibilidade de longo prazo e com uma meta considerada impossível de ser atingida, para uma outra situação em que se sagrou vitoriosa, não apenas pelo cumprimento da supracitada meta, como também por superá-la.

Outro aspecto relevante da etapa de avaliação foi o pequeno número de visitas, um total de sete, devido ao curto prazo de aplicação do método, de praticamente dois meses, e que mesmo assim conseguiu atender às questões levantadas pelos gestores do Órgão quando da decisão de aplicar o método.

O fato de não ter sido necessária nenhuma aquisição adicional à infra-estrutura de tecnologia de informação existente, comprova o baixo custo de implementação do método em empresas do Sub-Setor Edificações.

Finalmente, destaca-se a constatação de que, mesmo com os índices de produtividade pouco aferidos, não retratando precisamente o ritmo de evolução dos trabalhos, e o processo empírico de coleta da evolução física das obras do complexo construtivo do segundo estudo de caso, foi possível lograr êxito em sua utilização na organização.

Essa última observação não pode ser nunca utilizada como escusa para não proceder a resolução das problemáticas identificadas e que, como se acredita estão presentes em um grande número de organizações. Pelo contrário, deve ser tida como estímulo para suas

resoluções, tendo em vista os potenciais benefícios que agregarão a uma organização que, além do emprego do método de Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimento em Edificações, tenha essas informações corretamente apuradas.

No próximo capítulo serão apresentadas as conclusões e considerações gerais sobre o método e os resultados de sua aplicação, como também algumas realizações decorrentes e sugestões para futuras iniciativas.

5.10. Análise dos Resultados dos Estudos de Caso

A função da citação dos estudos de caso no corpo deste trabalho, foi verificar no ambiente corporativo real a utilização do método PCME.

O fato de terem sido realizados dois estudos, justifica-se pelos seguintes motivos :

- Necessidade de verificar todas as etapas componentes do método;
- Necessidade de verificar a validade do método em organizações de características díspares, como porte e forma de atuação;
- Avaliar a capacidade do método em responder necessidades gerenciais distintas.

No primeiro estudo de caso, pode-se observar que o objetivo preliminar da organização estava definido no seguinte contexto:

- Compreender qual deveria ser o seqüenciamento dos diversos pacotes de trabalho do complexo construtivo, em função da restrição de data de conclusão estabelecida;
- Identificar a necessidade de operários, por categoria funcional e ao longo do empreendimento;
- Selecionar entre os operários dimensionados, quais e quando terceirizar.

O método PCME apresentou um conjunto de respostas gerenciais, oriundas inclusive da realização de duas alternativas (simulações), o que permitiu a escolha daquela com menor ociosidade, assim como o cumprimento do prazo total.

As informações gerenciais que resultaram da aplicação foram:

- Posicionamento claro da empresa quanto aos parâmetros estratégicos de planejamento para o complexo construtivo;
- Seqüência de execução dos pacotes de trabalho da unidade básica de construção;
- Cálculo dos recursos humanos necessários para cada pacote de trabalho da unidade básica;
- Programação de duas alternativas (simulações) para o complexo construtivo;
- Cronograma de necessidade periódica de recursos humanos por categoria funcional;
- Identificação da alternativa (simulação) com menor ociosidade esperada;
- Cronograma de contratação e liberação de recursos humanos em função da necessidade calculada por período;
- Análise organizada da infra-estrutura de comunicação.

Tendo em vista as necessidades reais apontadas pela empresa e as respostas apresentadas pelo método PCME, considera-se eficaz sua aplicação por ter propiciado um incremento considerável à qualidade das informações de planejamento do complexo construtivo.

No segundo estudo de caso, pode-se observar que a necessidade principal da organização estava caracterizada pelo seguinte contexto:

- Definir com alto grau de precisão a data de conclusão do complexo construtivo para validar a solicitação do Governo do Estado;
- Identificar o desempenho (avanço físico) individual de cada obra durante sua execução;
- Criticar a organização e distribuição dos recursos humanos alocados nas obras;
- Impossibilidade de orientar com clareza a empresa executora sobre as prioridades na programação dos serviços, em função do prazo estipulado.

Novamente o método PCME tornou possível a apresentação de um conjunto de respostas gerenciais, oriundas de sucessivas análises de desempenho, que permitiu não apenas cumprir o prazo de conclusão estipulado, como também antecipá-lo em 1 dia.

As informações gerenciais foram :

- Reorganização da estrutura de informação do complexo construtivo para representar cada obra;
- Identificação clara dos parâmetros estratégicos e operacionais de planejamento e controle para o complexo construtivo;
- Dimensionamento de mão-de-obra, baseada nas tabelas de produtividade do Órgão, como orientação para a crítica à alocação no canteiro;
- Programação do complexo construtivo e confirmação da viabilidade do atendimento do prazo estipulado pelo Governo do Estado;
- Análise organizada das condições de infra-estrutura de controle do complexo construtivo;
- Avaliações periódicas do desempenho físico do complexo construtivo, com a visualização das datas de conclusão planejadas, pontuais e projetadas, oportunidades de melhorias nos pacotes de trabalho (organizacional e logística) e identificação dos pacotes de trabalho a priorizar.

Devido às características intrínsecas da empresa do segundo estudo de caso, a análise de custo não apresentou variação, por ser um múltiplo empreendimento cujo montante fora acertado previamente, através de processo regido por legislação específica das licitações públicas.

No entanto, pode-se afirmar que por sua intensa carga de aplicação no aspecto de controle do método PCME, o segundo estudo de caso complementou o primeiro que fora intenso na aplicação do aspecto planejamento.

Tendo em vista o resultado prático obtido no segundo estudo de caso, quando comparado com as necessidades apontadas pelo Órgão, considera-se altamente eficaz sua

aplicação por ter propiciado a correta visibilidade do desempenho do múltiplo empreendimento e a antecipação em 1 dia a inauguração do mesmo.

CAPÍTULO 6 – CONCLUSÕES

Os diversos trabalhos pesquisados sobre planejamento e controle, sejam na Indústria de Construção Civil ou em outras Indústrias, procuram em seus desenvolvimentos definir novas soluções técnicas, metodológicas, operacionais e estratégicas, com explícito objetivo de contribuir com a melhoria da qualidade e da produtividade dentro do segmento estudado.

As diversas soluções propostas para o Sub-Sector Edificações, tem ainda procurado apresentar, além da resolução teórica do problema proposto, meios de viabilizar sua aplicação prática da melhor maneira possível, dentro de diversos limites, tais como:

- Condições de infra-estrutura de tecnologia de informação das empresas construtoras e canteiros de obra;
- Organização da forma de trabalho das organizações públicas e privadas que atuam no setor;
- Conhecimento técnico nas ferramentas de planejamento e controle pelos engenheiros das empresas;
- Importância dada pelos empresários ao planejamento e controle de empreendimentos.

Tendo em vista ainda os objetivos geral e específicos que nortearam o presente trabalho, o caminho idealizado para a concepção do método apresentado, foi o estudo de diversos conceitos já consagrados, adaptando-os à realidade observada para planejamento e controle, em escritórios de empresas públicas e privadas, assim como nos canteiros de obra.

Após a realização das disciplinas do Mestrado em Engenharia de Produção e da pesquisa bibliográfica, foi possível ao longo do desenvolvimento do método, discuti-lo em oportunidades diversas (cursos, consultorias, visitas, aplicações práticas, reuniões, e-mail e telefone) com engenheiros atuantes como empresários, executivos, planejadores e executores de obras em quatro Estados do Nordeste e Sul do Brasil, no setor público e privado.

Ainda dentro dos objetivos do trabalho, empregando conhecimentos em sistemas de orçamento e planejamento de obras, banco de dados, planilhas eletrônicas, gerenciador de projetos e programação por objeto, foi possível a criação das soluções computacionais para

cada caso específico, utilizando ou automatizando o emprego de recursos já existentes nas organizações, confirmando por consequência o baixo custo de implantação do método no aspecto tecnológico.

O método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimentos em Edificações é portanto inovador, em função da aglutinação obtida dos seguintes aspectos:

- Permitir o planejamento e controle de um conjunto de obras, denominado de Complexo Construtivo, como resposta à necessidade de planejamento e controle da produção global de empresas construtoras ou de empreendimentos formados por várias obras, repetitivas ou não;
- Possibilitar o uso da técnica de planejamento operacional mais apropriada às características específicas da empresa ou do empreendimento;
- Considerar as dimensões estratégicas da organização como diretriz das ações operacionais;
- Implicar em visão de longo, médio e curto prazo do desempenho tempo x custo para toda a área de produção de empresas, assim como de sub-complexos construtivos;
- Capacidade de ser aplicado em organizações de pequeno e grande porte, e em empresas públicas e privadas.

A seguir são abordados mais detalhes sobre o método proposto, os resultados obtidos nos estudos de caso, as dificuldades encontradas para a realização desses estudos, análise das soluções computacionais utilizadas para viabilizar cada caso estudado, a citação de outros resultados que surgiram ao longo da evolução do método, sugestões para trabalhos futuros e considerações finais.

6.1 - O Método PCME e seu Emprego em outros Sub-Setores

O método apresentado foi elaborado para atuar no Sub-Sector de Edificações da Indústria da Construção Civil, para tanto foram definidas algumas considerações sobre sua aplicabilidade ao segmento econômico envolvido.

- O método atua sobre os parâmetros tempo e custo, como informações já consolidadas, ou seja, a forma de apuração do avanço físico e da apropriação dos custos não está no escopo deste trabalho, podendo então cada empresa utilizar a que melhor lhe aprouver;
- Pode ser empregado por empresas independente de seu porte ou atuação no segmento privado ou público;
- O complexo construtivo não é necessariamente formado por todas as obras da empresa;
- As obras do complexo construtivo a ser modelado podem ser repetitivas ou não;
- Todos os pacotes de trabalho devem ser avaliados dentro de um fluxo determinado de execução;
- Os tipos de precedências entre pacotes de trabalho, os tempos de espera obrigatório (defasagem) e as restrições são conhecidas;
- Os tipos de precedências entre pacotes de trabalho, os tempos de espera obrigatório (defasagem) e as restrições não podem ser alteradas no processo de cálculo de uma programação do complexo construtivo;
- Os tipos de precedências entre pacotes de trabalho, os tempos de espera obrigatório (defasagem) e as restrições podem ser alteradas para novos processos de cálculo em um mesmo complexo construtivo, caracterizando simulações;
- Todas as informações temporais relativas à programação, são de natureza determinística;
- A taxa de progresso (ou ritmo de produção) dentro dos pacotes de trabalho é admitida constante, porém pode variar entre os pacotes de trabalho;
- As datas de início e término de cada empreendimento e do complexo construtivo como um todo, poderá ser informada como restrição ou ser produto da programação;
- Existem restrições espaciais que limitam a quantidade total de recursos humanos e equipamentos para cada pacote de trabalho;
- Podem ser consideradas restrições de recurso monetário à cada período de tempo;

- Os tempos de preparação podem estar inclusos no prazo do pacote de trabalho, serem desprezados ou constar como atividades específicas;
- As despesas ligadas à cada atividade (pacote de trabalho ou grupo de tarefas), são de natureza direta e constantes durante todo o processamento.

Essas características são aplicáveis a um conjunto abrangente de obras, não exclusivamente às de edificações.

Exemplos são rodovias, ferrovias, túneis, redes de abastecimento e distribuição diversas, onde também se faz necessário definir estruturas de informação, determinar parâmetros estratégicos e operacionais da programação de pacotes de trabalho e dimensionamento de recursos, definir infra-estrutura de comunicação e por fim avaliar o desempenho das obras.

Por conseqüência, pode-se admitir a aplicabilidade do método proposto também para essas obras, contribuindo assim também para a melhoria do planejamento e controle sistêmico dos demais Sub-Setores.

6.2 - Dificuldades Encontradas nos Estudos de Caso

O primeiro estudo de caso apresentou dificuldades que, pode-se supor, deverão ser novamente observadas em outras construtoras de pequenos portes, como por exemplo, a ausência de uma equipe ou profissional técnico especializado nos processos de orçamento das obras da empresa.

Como conseqüência da dificuldade anterior, a empresa não possuía uma listagem ou tabela de produtividade que representasse a sua realidade, o que implicou na utilização dos índices das fichas de composição de serviços unitários, usadas pelo profissional autônomo que orçou o complexo construtivo.

Ainda em decorrência dessa limitação, não foi possível repassar o método PCME a nenhum profissional da empresa.

Por sua vez, o segundo estudo de caso apresentou as dificuldades já esperadas e citadas na apresentação do método, como por exemplo a definição de uma estrutura de informação elaborada conforme a conveniência do processo orçamentário e não ajustada aos processos de planejamento e controle.

Outra dificuldade que limitou a ação do método foi o emprego das tabelas de produtividade do próprio Órgão, elaboradas a partir de modelos pré-definidos de um sistema de orçamento de obras comercial, que apresentaram divergência com o verificado no canteiro de obras.

A implantação do método PCME após o início das obras, inclusive pelo curto prazo para a conclusão estipulada (dois meses), resultou em dificuldades na realização de reuniões conjuntas de coordenação dos trabalhos envolvendo o autor, o Órgão e a construtora, ocasionando freqüentemente o desdobramento dessas reuniões, ou seja, Órgão e autor, posteriormente Órgão e construtora ou ainda autor e construtora.

Além do curto prazo, a presença de poucos profissionais envolvidos, resultou em concentração, principalmente dos procedimentos de controle, nas mãos do autor, e impediu um repasse mais estruturado da tecnologia aos profissionais do Órgão durante a realização do estudo de caso.

Finalmente, não foi criada na estrutura de controle, condições para uma verificação dos reais índices de produtividade para ajuste das tabelas empregadas na etapa de dimensionamento de mão-de-obra, fato justificado por não ser, para esse complexo construtivo, um prioridade por parte do Órgão, tão pouco da construtora.

6.3 - Análise das Soluções Computacionais Utilizadas

As soluções computacionais que viabilizaram operacionalmente a aplicação do método PCME nas duas organizações estudadas, seguiram os objetivos geral e específicos do presente trabalho, visando permitir uma operação simples da solução desenvolvida de forma acessível financeiramente.

Optou-se portanto pelo emprego integrado de aplicativos que apresentassem as seguintes características:

- Uso nas organizações dos mais variados portes;
- Presença nos computadores pessoais da maioria dos profissionais da construção civil;
- Presença em laboratórios de Universidades e cursos técnicos da área;
- Fácil acesso a cursos de capacitação para usuários;
- Fácil acesso a material didático em português;
- Baixo custo de aquisição;
- Apresentar ou prever integração com a Internet;
- Visual gráfico;
- Capacidade de abrir arquivos através de redes;
- Capacidade de integração com sistemas existentes utilizados pelas construtoras.

A escolha, portanto, foi para os seguintes aplicativos comerciais disponíveis :

Categoria	Escolha
Planilha Eletrônica	Microsoft Excel
Gerenciador de Projetos	Microsoft Project
Linguagem de Programação	Microsoft Visual Basic

Tabela 14 - Aplicativos escolhidos por categoria

O uso conjunto desses *softwares*, sempre obedecendo os procedimentos de trabalho definidos no método PCME, permitiu a operação dos dois estudos de caso, sendo o primeiro de modo interativo (sem necessidade de programação computacional) e para o segundo estudo de caso de modo mais automatizado (com emprego de programação computacional), representado pelo aplicativo desenvolvido para integração do sistema de orçamento e o Ms-Project.

A seguir, destaca-se os fatores relacionados com as causas de falhas na implantação de métodos baseados em computador, para melhor compreender os procedimentos adotados da aplicação do método PCME.

1. Planejamento gerencial inadequado

- a. modelagem inadequada do problema a resolver por falta de conhecimento dos executivos da empresa;
- b. ausência de dados relevantes para a operacionalização dos modelos;
- c. escassez de recursos para o desenvolvimento e implementação do modelo;
- d. ausência de flexibilidade do modelo para se adequar à futuras modificações dos parâmetros considerados;
- e. falta de avaliação sobre o modelo, e
- f. ausência de documentação do modelo limitando o entendimento e acessibilidade por parte de outros profissionais, além dos envolvidos diretamente na elaboração do modelo.

2. Equipe de gerenciamento inadequada

- a. pouca participação efetiva dos gerentes da empresa durante a fase de concepção do modelo, e
- b. desconhecimento das técnicas de modelagem em computador e de suas aplicações.

3. Má coordenação gerencial

- a. monitoramento insuficiente da elaboração do modelo por parte dos gerentes da empresa, e
- b. ausência de coordenação dos esforços do analistas pelos gerentes da empresa.

Por esses motivos, em ambos os casos, o pesquisador realizou praticamente todos os trabalhos envolvidos em cada etapa do método PCME, e interagiu constantemente com os gestores técnicos das empresas estudadas, criando assim a participação mais efetiva desses profissionais, e assumindo para si (pesquisador) a coordenação operacional necessária durante os estudos de caso.

O primeiro estudo de caso utilizou a planilha eletrônica Ms-Excel e o gerenciador de projetos Ms-Project, ambos já disponível na empresa, sem uso de programação computacional.

Apenas as 28 horas de trabalho referentes a elaboração das tabelas e fórmulas, assim como digitação das informações, processamento e análises do método PCME poderiam, em outra situação, ser consideradas como investimento por parte da empresa, tendo em vista que a mesma não possuía profissional para planejamento e controle. Empresas com departamento, equipe ou profissional de planejamento e controle, apenas investiriam na capacitação desses no método.

O segundo estudo de caso, utilizou o sistema de orçamento Volare (empregado anteriormente no processo de orçamento do complexo construtivo), o gerenciador de projetos Ms-Project (já utilizado na organização) e o aplicativo de integração desenvolvido em Ms-Visual Basic pelo autor.

Neste caso, apenas o aplicativo de integração e as horas relativas ao planejamento e controle, incluindo levantamento e digitação das informações, processamento e análises do método PCME, em outra situação, poderiam ser caracterizadas como investimento por parte da organização, que certamente implicaria em custos irrisórios para uma empresa do porte daquela estudada no segundo caso.

6.4 - Outros Resultados Adicionais do Trabalho

Convém ressaltar que outros resultados surgiram no desenvolvimento do trabalho:

- Desenvolvimento de soluções computacionais, para o aumento de produtividade e qualidade da aplicação das etapas do método PCME;
- Elaboração e aprovação de monografia de conclusão de curso de Engenharia Civil, abordando a aplicação da solução proposta pelo autor no corpo do método e denominada de Quadrante de Desempenho em uma obra de construção de um hotel em Fortaleza - Ce.

6.5 - Sugestões para Trabalhos Futuros

Em função da dinâmica e complexidade inerente à Indústria da Construção Civil, tendo ainda como base as limitações estabelecidas para o método e as dificuldades encontradas durante sua aplicação, é possível definir sugestões de trabalhos, que poderiam agregar profundo valor ao que fora pesquisado, desenvolvido e aplicado nesse trabalho.

Citam-se as seguintes sugestões :

- Estudar as dificuldades envolvidas com as formas de apropriação de custos nas empresas e sua correlação com o planejamento financeiro;
- Identificar quais os melhores critérios de medição de serviços a adotar durante a execução de obras, considerando as características do empreendimento e do próprio serviço a ser quantificado;
- Estudar as interferências do emprego do método nos demais setores das organizações, como por exemplo administração de suprimentos, resultados financeiros e resultados comerciais;
- Comparar os resultados de planejamento no método, empregando como técnica de programação a Linha de Balanço;
- Estudar o incremento de resultado no método com uso de informações temporais probabilísticas;
- Verificar a aplicação do método em complexos construtivo de outros Sub-Setores;
- Avaliar a adequação das produtividades usadas nas composições unitárias de serviços para elaboração de orçamento com a realidade dos canteiros;
- Estudar a deficiência de comunicação e de retorno da atualização das informações de produtividade da obra, para escritórios em empresas construtoras.

6.6 - Conclusões Finais

Pode-se afirmar portanto que os objetivos traçados inicialmente, foram plenamente atingidos, disponibilizando assim o método Planejamento e Controle de Múltiplos Empreendimento em Edificações, como uma alternativa de trabalho acessível para as empresas e profissionais que militam no setor, independente do porte da organização ou dos empreendimentos.

ANEXO A - Planilha Elaborada para os Parâmetros Operacionais do Primeiro Estudo de Caso

ITEM	TAREFAS	Qtde	Dias	Horas	Ped. A	Ped. B	Ped. C	Serv	Carp	Ajd	Pintor	Ajd Pint	Marc	Elet	Bomb
0	Instalações Provisórias	1	10	80											
1	Limpeza do Terreno	36	1	8				0,9675							
2	Escavação Manual até 2m	5,38	1	8				6,67793							
3	Reatero sem Aquisição	9	1	8				3,375							
4	Locação da Obra	28	1	8					1,225						
5	Alvenaria de Pedra Argamassada	3,38	1	8			1,79	3,1325							
6	Alv. de Tijolo Cer 20x20 e=10 (Externa)	81,24	3	24			1,68	1,68235							
7	Cunha Inferior (18x9cm)	22,4	1	8				1,424	0,8708						
8	Laje Voletrana para Forro	3,02	1	8				0,0755							
9	Alvenaria de Tijolo Cer 20x20 e=20 (externa)	11,2	1	8			1,4	1,498							
10	Contra-vergas (10x7cm)	3	1	8				0,3675	0,21						
11	Vergas (10x7,5cm)	5,1	1	8				0,39079	0,360188						
12	Esquadrias de Madeira Tipo Veneziana	6,66	1	8					2,4975	2,4975					
13	Porta 0,60x2,10 cm incl forramento/ferragens (we)	1	1	8					0,625	0,625					
14	Porta 0,70x2,10 cm incl forramento/ferragens (int)	2	1	8					1,25	1,25					
15	Madramento para Telha Colonial	55,25	2	16				2,10641	2,106406						
16	Telhamento c/ Telha Colonial	55,25	1	8				4,21281	4,212813						
17	Chapisco Interno 1:4	146,56	1	8				2,748							
18	Chapisco em Placa	2,52	1	8				0,07875							
19	Emboço Interno	10,92	1	8			0,50505	0,59578							
20	Reboço Interno Parede c/ Aditivo	131,64	2	16			3,291	3,70238							
21	Reboço de Placa	2,52	1	8			0,1638	0,16065							
22	Emestramento de Reboço \ Emboço Interno	146,56	1	8			2,0152	2,0152							
23	Pontamento de Cerâmica	8,1	1	8			0,567	0,2835							
24	Cerâmica Interna 20x20 cm Revest	10,92	1	8			1,092	0,546							
25	Rejuntamento de Cerâmica Interna e=5 mm	10,92	1	8				0,4914							
26	Chapisco Externo 1:3	70,2	1	8				1,16708							
27	Emestramento de Reboço \ Emboço Externo	70,2	1	8			0,96525	0,96525							
28	Reboço Externo	70,2	2	16			2,6325	2,72025							
29	Hidraçor três Demãos	204,36	1	8							2,5545				
30	Esmalte Aveludado 7D c/ Enmass sobre Madeira	32,58	1	8							1,629	1,629			
31	Cimentado pl. Assent. Cerâmica	2,52	1	8			0,126	0,2205							
32	Cerâmica Interna 20x20 cm	2,52	1	8			0,2205	0,11025							
33	Rejuntamento de Cerâmica	2,52	1	8				0,1134							
34	Cimento Liso	29,05	1	8			1,4525	2,54188							
35	Piso Monto 8 cm	31,057	1	8			1,125816	3,39298							
36	Tubos e Conexões Hidráulicas	1	10	80										0,05	
37	Tubos e Conexões Elétricas	1	10	80										0,05	
38	Louças, Metais e Acessórios	1	1	8										0,5	
39	Limpeza Permanente da Obra	0,24	1	8				13,2							
40	Limpeza de Pisos e Revestimentos Internos	14,784	1	8				0,7392							
41	Retirada de Entulho (Expurgo)	6	1	8				0,3							

Tabela 15 - Planilha com os parâmetros operacionais do complexo construtivo do primeiro estudo de caso

ANEXO B - Seqüenciamento dos Pacotes de Trabalho do Primeiro Estudo de Caso

	Nome das Tarefas	Predecessores
4	CASA 1	
5	Produção	
6	Trabalhos em Terra	
7	Limpeza do Terreno	
8	Escavação Manual até 2m	10
9	Reaterro sem Aquisição	12
10	Locação da Obra	7
11	Fundações	
12	Alvenaria de Pedra Argamassada	8
13	Alvenaria de Tijolo Cer 20x20 e=20 (externa)	14
14	Cinta Inferior (18x9cm)	9
15	Supra Estrutura	
16	Laje Volterrana para Forro	18
17	Paredes e Painéis	
18	Alv. de Tijolo Cer 20x20 e=10 (Externa)	13;19;20
19	Contra-vergas (10x7cm)	
20	Vergas (10x7,5cm)	
21	Esquadrias	
22	Esquadrias de Madeira Tipo Veneziana	18
23	Porta 0,60x2,10 cm incl forramento/ferragens (wc)	22
24	Porta 0,70x2,10 cm incl forramento/ferragens (int)	23
25	Coberta	
26	Madeiramento para Telha Colonial	18
27	Telhamento c\ Telha Colonial	26
28	Revestimentos	
29	Chapisco Interno 1:4	18
30	Chapisco em Placa	16
31	Emboço Interno	29
32	Reboco Interno Parede c\ Aditivo	34
33	Reboco de Placa	30
34	Emestramento de Reboco \ Emboço Interno	29
35	Ponteamto de Cerâmica	36
36	Cerâmica Interna 20x20 cm Revest.	31
37	Rejuntamento de Cerâmica Interna e=5 mm	35
38	Chapisco Externo 1:3	18
39	Emestramento de Reboco \ Emboço Externo	38
40	Reboco Externo	39
41	Pinturas	
42	Hidracor três Demãos	40;48
43	Esmalte Acetinado 2D c\ Emass sobre Madeira	22;23;24
44	Pavimentação	
45	Cimentado p\ Assent Cerâmica	
46	Cerâmica Interna 20x20 cm	36;45
47	Rejuntamento de Cerâmica	46
48	Cimento Liso	"32;49"
49	Piso Morto 8 cm	
50	Instalações	
51	Tubos e Conexões Elétricas	18II
52	Tubos e Conexões Hidráulicas	18II
53	Louças, Metais e Acessórios	46
54	Apoio	
55	Complementação \ Limpeza	
56	Limpeza Permanente da Obra	12II;57;58
57	Limpeza de Pisos e Revestimentos Internos	
58	Retirada de Entulho (Expurgo)	

Tabela 16 - Seqüência de execução dos pacotes de trabalho do primeiro estudo de caso

em função das precedências

ANEXO C - Dimensionamento dos Recursos por Pacote de Trabalho do Primeiro Estudo de Caso

Nº	TAREFAS	Qtde	Dias	Horas	Dimensionamento
0	Instalações Provisórias	1	10	80	
1	Limpeza do Terreno	36	1	8	Serv[0,9675]
2	Escavação Manual até 2m	5,38	1	8	Serv[6,677925]
3	Reaterro sem Aquisição	9	1	8	Serv[3,375]
4	Locação da Obra	28	1	8	Carp[1,225];Ajd[1,225]
5	Alvenaria de Pedra Argamassada	3,58	1	8	Ped C[1,79];Serv[3,1325]
6	Alv. de Tijolo Cer 20x20 e=10 (Externa)	81,24	3	24	Ped C[1,675575];Serv[1,682345]
7	Cinta Inferior (18x9cm)	22,4	1	8	Carp[0,8708];Serv[1,1424]
8	Laje Volterrana para Forro	3,02	1	8	Serv[0,0755]
9	Alvenaria de Tijolo Cer 20x20 e=20 (externa)	11,2	1	8	Ped C[1,4];Serv[1,498]
10	Contra-vergas (10x7cm)	3	1	8	Carp[0,21];Serv[0,3675]
11	Vergas (10x7,5cm)	5,1	1	8	Carp[0,3601875];Serv[0,3907875]
12	Esquadrias de Madeira Tipo Veneziana	6,66	1	8	Carp[2,4975];Ajd[2,4975]
13	Porta 0,60x2,10 cm incl forramento/ferragens (wc)	1	1	8	Carp[0,625];Ajd[0,625]
14	Porta 0,70x2,10 cm incl forramento/ferragens (int)	2	1	8	Carp[1,25];Ajd[1,25]
15	Madeiramento para Telha Colonial	55,25	2	16	Carp[2,10640625];Serv[2,10640625]
16	Telhamento c\ Telha Colonial	55,25	1	8	Carp[4,2128125];Serv[4,2128125]
17	Chapisco Interno 1:4	146,56	1	8	Serv[2,748]
18	Chapisco em Placa	2,52	1	8	Serv[0,07875]
19	Emboço Interno	10,92	1	8	Ped C[0,50505];Serv[0,593775]
20	Reboco Interno Parede c\ Aditivo	131,64	2	16	Ped C[3,291];Serv[3,702375]
21	Reboco de Placa	2,52	1	8	Ped C[0,1638];Serv[0,16065]
22	Emestramento de Reboco \ Emboço Interno	146,56	1	8	Ped C[2,0152];Serv[2,0152]
23	Ponteamto de Cerâmica	8,1	1	8	Ped B[0,567];Serv[0,2835]
24	Cerâmica Interna 20x20 cm Revest.	10,92	1	8	Ped A[1,092];Serv[0,546]
25	Rejuntamento de Cerâmica Interna e=5 mm	10,92	1	8	Serv[0,4914]
26	Chapisco Externo 1:3	70,2	1	8	Serv[1,167075]
27	Emestramento de Reboco \ Emboço Externo	70,2	1	8	Ped C[0,96525];Serv[0,96525]
28	Reboco Externo	70,2	2	16	Ped A[2,6325];Serv[2,72025]
29	Hidracor três Demãos	204,36	1	8	Pintor[2,5545]
30	Esmalte Acetinado 2D c\ Emass sobre Madeira	32,58	1	8	Pintor[1,629];Ajd Pint[1,629]
31	Cimentado pl Assent Cerâmica	2,52	1	8	Ped B[0,126];Serv[0,2205]
32	Cerâmica Interna 20x20 cm	2,52	1	8	Ped A[0,2205];Serv[0,11025]
33	Rejuntamento de Cerâmica	2,52	1	8	Serv[0,1134]
34	Cimento Liso	29,05	1	8	Ped B[1,4525];Serv[2,541875]
35	Piso Morto 8 cm	31,057	1	8	Ped C[1,12581625];Serv[3,39297725]
36	Tubos e Conexões Hidráulicas	1	10	80	Bomb[0,05];Ajd[0,05]
37	Tubos e Conexões Elétricas	1	10	80	Elet[0,05];Ajd[0,05]
38	Louças, Metais e Acessórios	1	1	8	Bomb[0,5];Ajd[0,5]
39	Limpeza Permanente da Obra	0,24	1	8	Serv[13,2]
40	Limpeza de Pisos e Revestimentos Internos	14,784	1	8	Serv[0,7392]
41	Retirada de Entulho (Expurgo)	6	1	8	Serv[0,3]

Tabela 17 - Dimensionamento dos recursos do primeiro estudo de caso com utilização do Ms-Excel

ANEXO D - Análise das Soluções do Primeiro Estudo de Caso

Inicialmente foi criada uma planilha, com o perfil da demanda resultante da programação, gerada pela primeira solução encontrada, confor a tabela 17.

PERFIL DA DEMANDA DOS RECURSOS DA SOLUÇÃO 01															
Recurso	Qtde Max	02/Abr	09/Abr	16/Abr	23/Abr	30/Abr	07/Mai	14/Mai	21/Mai	28/Mai	04/Jun	11/Jun	18/Jun	25/Jun	Total
Serv	49	49	49	49	48,9	47,5	49	48,9	48,4	48,7	48,8	48,8	47,7	48,53	632,2
Carp	36	15,8	6	6	36	13	13	14,4	13	19	25	18,5	18,6	36	234,
Aj Carp	7	6	6	6		5	6,3	6,4	5	5	6,5	6,5	6,9	6,6	72,
Ped C	13	9	9	9	12,6	12,7	13	13	11,9	11,9	10,2	10,2	10,2	6,8	139,
Ped B	18				4	14	17,9	17,2	17,4	17,9	18	18	18	18	160,
Ped A	16						14,8	10,1	13,8	11,1	15,5	15,5	15,9		96,
Pintor	41												40,1	40,1	80,
Aj Pintor	18												17,6	17,6	35,
Eletr	13							4,5	10,5	13	13	11,5	6		58,
Aj Eletr	13							4,5	10,5	13	13	11,5	6		58,
Bomb	13							4,5	10,5	13	13	11,5	13	3	68
Aj Bomb	13							4,5	10,5	13	13	11,5	13	3	68,
Total	250	79,8	70	70	101,5	92,2	114	128	151,5	165,6	176	163,5	213	179,63	1.704,7

Tabela 18 - Demanda periódica dos recursos resultante da solução 01 do primeiro estudo de caso

Essa demanda periódica é usada então para determinar um perfil projetado pela demanda programada que não admite períodos de ociosidade através de duas planilhas auxiliares que calculam, uma o perfil a partir do início até o término (tabela 18), e outra o perfil a partir do término até início (tabela 19).

Desta forma, encontra-se o perfil desejado através do maior valor entre as duas planilhas, por período e por recursos, conforme tabela D4.

ANÁLISE DO PERFIL DO INÍCIO AO TÉRMINO DA SOLUÇÃO 01													
Recurso	02/Abr	09/Abr	16/Abr	23/Abr	30/Abr	07/Mai	14/Mai	21/Mai	28/Mai	04/Jun	11/Jun	18/Jun	25/Jun
Serv	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
Carp	15,8	15,8	15,8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Aj Carp	6	6	6	6	6	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,9	6,9
Ped C	9	9	9	12,6	12,7	13	13	13	13	13	13	13	13
Ped B	0	0	0	4	14	17,9	17,9	17,9	17,9	18	18	18	18
Ped A	0	0	0	0	0	14,8	14,8	14,8	14,8	15,5	15,5	15,9	15,9
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,1	40,1
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	17,6
Eletr	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	13
Aj Eletr	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	13
Bomb	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	13
Aj Bomb	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	13
Geral	79,8	79,8	79,8	101,5	101,5	114	128	151,5	165,6	176	176	213	213

Tabela 19 - Perfil calculado do início ao término da solução 01 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DO PERFIL DO TÉRMINO AO INÍCIO DA SOLUÇÃO 01													
Recurso	02/Abr	09/Abr	16/Abr	23/Abr	30/Abr	07/Mai	14/Mai	21/Mai	28/Mai	04/Jun	11/Jun	18/Jun	25/Jun
Serv	49	49	49	49	49	49	48,9	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	48,53
Carp	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Aj Carp	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,9	6,6
Ped C	13	13	13	13	13	13	13	11,9	11,9	10,2	10,2	10,2	6,8
Ped B	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Ped A	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	15,9	0
Pintor	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1	40,1
Aj Pintor	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6	17,6
Eletr	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11,5	6	0
Aj Eletr	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	11,5	6	0
Bomb	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	3
Aj Bomb	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	3
Geral	213	213	213	213	213	213	213	213	213	213	213	213	179,63

Tabela 20 - Perfil calculado do término ao início da solução 01 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DO PERFIL DA SOLUÇÃO 01														
Recurso	02/Abr	09/Abr	16/Abr	23/Abr	30/Abr	07/Mai	14/Mai	21/Mai	28/Mai	04/Jun	11/Jun	18/Jun	25/Jun	Total
Serv	49	49	49	49	49	49	48,9	48,8	48,8	48,8	48,8	48,8	48,53	635,16
Carp	15,8	15,8	15,8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	407,4
Aj Carp	6	6	6	6	6	6,3	6,4	6,4	6,4	6,5	6,5	6,9	6,6	82
Ped C	9	9	9	12,6	12,7	13	13	11,9	11,9	10,2	10,2	10,2	6,8	139,5
Ped B	0	0	0	4	14	17,9	17,9	17,9	17,9	18	18	18	18	161,6
Ped A	0	0	0	0	0	14,8	14,8	14,8	14,8	15,5	15,5	15,9	0	106,1
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,1	40,1	80,2
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,6	17,6	35,2
Eletr	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	11,5	6	0	58,5
Aj Eletr	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	11,5	6	0	58,5
Bomb	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	3	70
Aj Bomb	0	0	0	0	0	0	4,5	10,5	13	13	13	13	3	70
Geral	79,8	79,8	79,8	101,5	101,5	114	128	151,5	165,6	176	176	213	179,63	1746,13

Tabela 21 - Perfil projetado utilizando o maior valor entre as tabelas 18 e 19 da solução 01 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DA OCIOSIDADE DA SOLUÇÃO 01

Recurso	Total	02/Abr	09/Abr	16/Abr	23/Abr	30/Abr	07/Mai	14/Mai	21/Mai	28/Mai	04/Jun	11/Jun	18/Jun	25/Jun	% Óci
Serv	2,93	0	0	0	0,1	1,5	0	0	0,4	0,1	0	0	0,83	0	0,46
Carp	173,1	0	9,8	9,8	0	23	23	21,6	23	17	11	17,5	17,4	0	42,49
Aj Carp	9,8	0	0	0	6	1	0	0	1,4	1,4	0	0	0	0	11,95
Ped C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Ped B	1,2	0	0	0	0	0	0	0,7	0,5	0	0	0	0	0	0,74
Ped A	9,4	0	0	0	0	0	0	4,7	1	3,7	0	0	0	0	8,86
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Eletr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Aj Eletr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Bomb	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	2,14
Aj Bomb	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	2,14
Geral	41,4	0	9,8	9,8	0	9,3	0	0	0	0	0	12,5	0	0	2,37

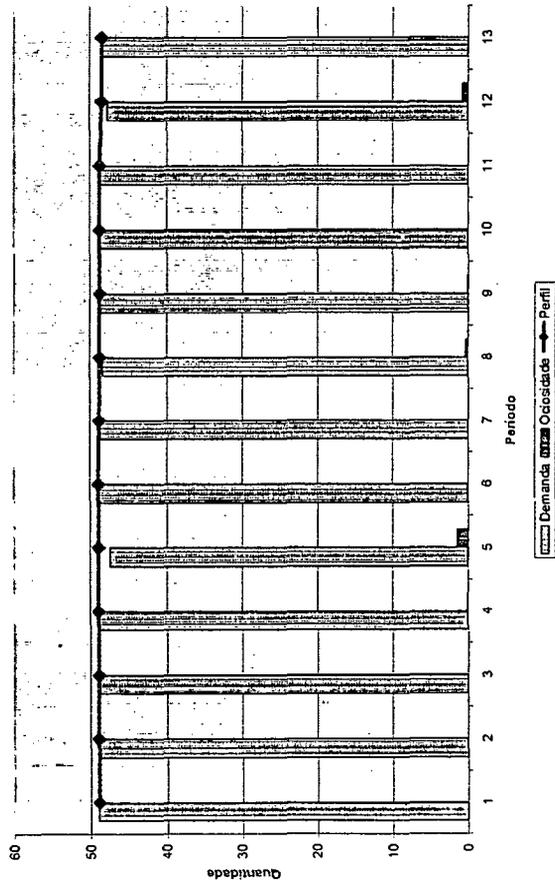
Tabela 22 - Cálculo da ociosidade percentual da solução 01 do primeiro estudo de caso

Os valores absolutos periódicos de cada recurso, assim como do resultado geral da programação, são determinados pela diferença entre perfil projetado e o perfil demandado.

Para o cálculo da ociosidade, determina-se a percentagem do total da ociosidade em relação ao total do perfil projetado.

O emprego de planilhas também permite a criação de gráficos que facilitam o entendimento conjunto dos perfis demandados, projetados se ociosidade e da ociosidade esperada, tanto para os recursos individualmente (figura 38) e para o resultado geral da programação (figura 39).

Análise do Recurso Servente da Primeira Solução do Caso 01



Análise do Recurso Carpinteiro da Primeira Solução do Caso 01

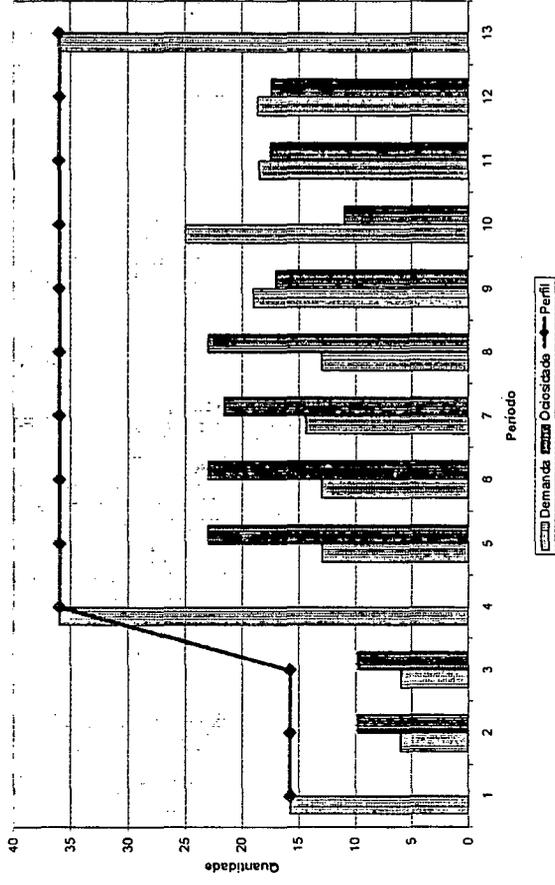


Figura 35 - Análise gráfica da ociosidade dos recursos da solução 01 do primeiro estudo de caso

Análise Geral da Primeira Solução do Caso 01

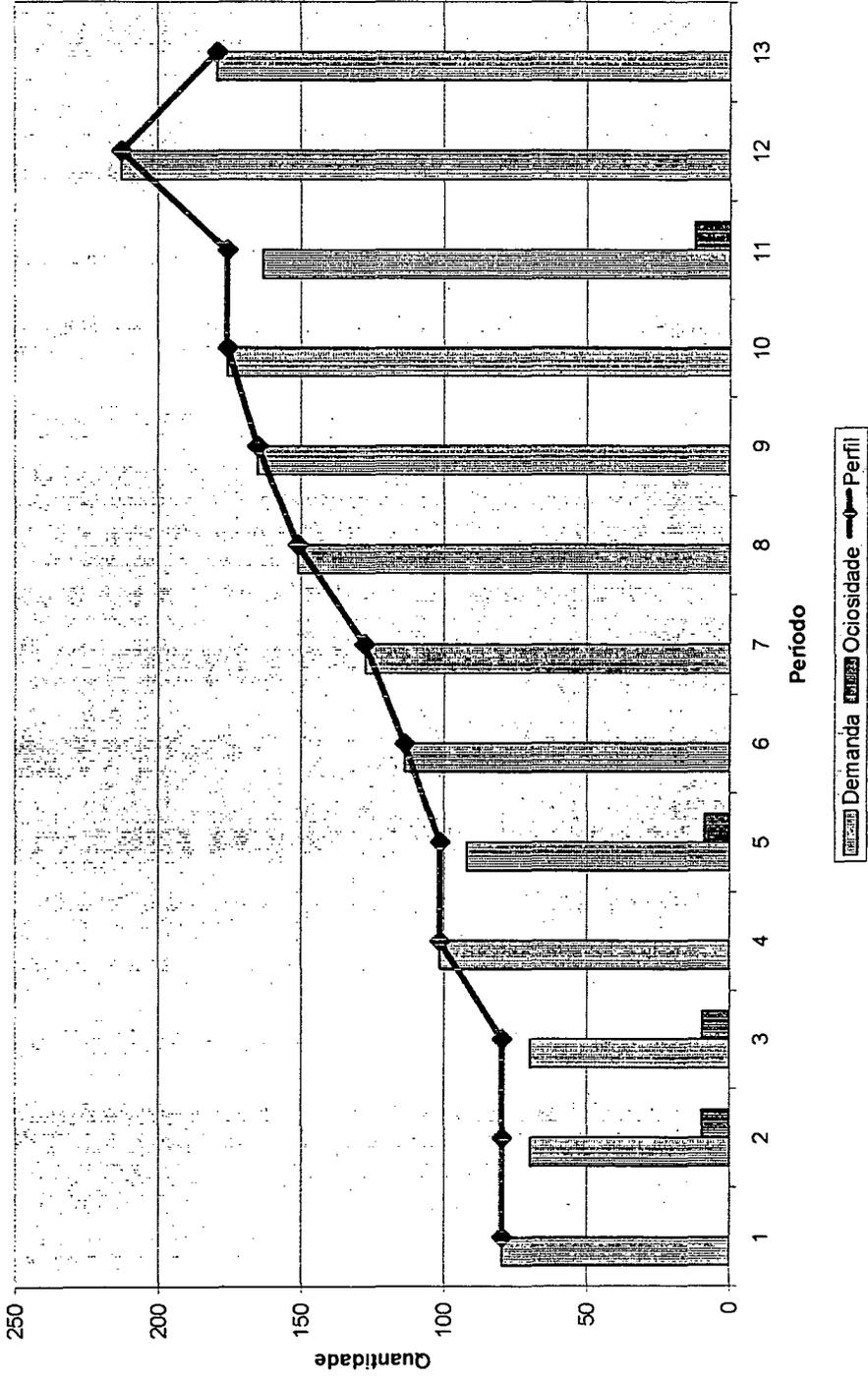


Figura 36 - Análise gráfica da ociosidade geral da solução 01 do primeiro estudo de caso

Para a análise da segunda solução, também foi criada uma planilha, com o perfil da demanda resultante da programação, gerada pela segunda solução encontrada, conforme a tabela 22.

PERFIL DA DEMANDA DOS RECURSOS DA SOLUÇÃO 02																
Recurso	Qtde Max	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06	Total	
Serv	49	49	49	49	49	48,3	48,5	48,5	48,9	48,7	48,8	49	48,95	39,45	625	
Carp	36	15,8	6	6	36	15	15	11	9	15	16,5	30,5	34,6	36	246	
Aj Carp	7	6	6	6		5	5	5	5	5	6,5	6,5	7	6,6	69	
Ped C	14	9	9	9	14	13,6	13,6	13,8	13,6	13,6	13,6	13,6	6,8		143	
Ped B	20				4,7	18,1	19,6	19,9	19,9	19,9	19,5	20	20	2,8	164	
Ped A	16					4,7	15,5	11,1	4,7	15,5	15,5	15,5	16		98	
Pintor	23											10	22,5	21,2	53	
Aj Pintor	12												11,2	11,2	22	
Eletr	10						1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	10	
Aj Eletr	10						1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	10	
Bomb	10						1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	10	
Aj Bomb	10						1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	10	
Total	217	79,8	70	70	103,7	104,7	123,2	123,3	141,1	157,7	160,4	185,1	206,05	144,25	1.669,5	

Tabela 23 - Demanda periódica dos recursos resultante da solução 02 do primeiro estudo de caso

A demanda periódica da segunda solução também é usada para determinar um perfil projetado pela demanda programada que não admira períodos de ociosidade, através de duas planilhas auxiliares que calculam, uma o perfil a partir do início até o término (tabela 23), e outra o perfil a partir do término até o início (tabela 24).

Desta forma, encontra-se o perfil desejado através do maior valor entre as duas planilhas, por período e por recursos, conforme tabela 25.

ANÁLISE DO PERFIL DO INÍCIO AO TÉRMINO DA SOLUÇÃO 02															
Recurso	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06		
Serv	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49		
Carp	15,8	15,8	15,8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36		
Aj Carp	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6,5	7	7		
Ped C	9	9	9	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14		
Ped B	0	0	0	4,7	18,1	19,6	19,9	19,9	19,9	19,9	20	20	20		
Ped A	0	0	0	0	4,7	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	16	16		
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	22,5	22,5		
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,2	11,2		
Eletr	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10		
Aj Eletr	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10		
Bomb	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10		
Aj Bomb	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10		
Geral	79,8	79,8	79,8	103,7	104,7	123,2	123,3	141,1	157,7	160,4	185,1	206,05	206,05		

Tabela 24 - Perfil calculado do início ao término da solução 02 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DO PERFIL DO TÉRMINO AO INÍCIO DA SOLUÇÃO 02													
Recurso	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06
Serv	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	48,95	39,45
Carp	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Aj Carp	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6,6
Ped C	14	14	14	14	13,8	13,8	13,8	13,6	13,6	13,6	13,6	6,8	0
Ped B	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	2,8
Ped A	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	0
Pintor	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	21,2
Aj Pintor	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2	11,2
Eletr	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	3,5
Aj Eletr	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	3,5
Bomb	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Aj Bomb	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Geral	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	206,05	144,25

Tabela 25 - Perfil calculado do término ao início da solução 02 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DO PERFIL DA SOLUÇÃO 02														
Recurso	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06	Total
Serv	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	49	48,95	39,45	627,4
Carp	15,8	15,8	15,8	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	407,4
Aj Carp	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,5	6,5	7	6,6	80,6
Ped C	9	9	9	14	13,8	13,8	13,8	13,6	13,6	13,6	13,6	6,8	0	143,6
Ped B	0	0	0	4,7	18,1	19,6	19,9	19,9	19,9	19,9	20	20	2,8	164,8
Ped A	0	0	0	0	4,7	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	16	0	113,7
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	22,5	21,2	53,7
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11,2	11,2	22,4
Eletr	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	58
Aj Eletr	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	9,5	3,5	58
Bomb	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	65
Aj Bomb	0	0	0	0	0	1,5	3,5	10	10	10	10	10	10	65
Geral	79,8	79,8	79,8	103,7	104,7	123,2	123,3	141,1	157,7	160,4	185,1	206,05	144,25	1688,9

Tabela 26 - Perfil projetado utilizando o maior valor entre as tabelas 23 e 24 da solução 02 do primeiro estudo de caso

ANÁLISE DA OCIOSIDADE DA SOLUÇÃO 02															
Recurso	Total	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06	% Ócio
Serv	2,3	0	0	0	0	0	0,7	0,5	0,5	0,1	0,3	0,2	0	0	0,37%
Carp	161	0	9,8	9,8	0	21	21	25	27	21	19,5	5,5	1,4	0	39,52%
Aj Carp	11	0	0	0	6	1	1	1	1	1	0	0	0	0	13,65%
Ped C	0,4	0	0	0	0	0,2	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0,28%
Ped B	0,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	0	0	0,24%
Ped A	15,2	0	0	0	0	0	0	4,4	10,8	0	0	0	0	0	13,37%
Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Aj Pintor	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Eletr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Aj Eletr	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Bomb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Aj Bomb	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00%
Geral	19,6	0	9,8	9,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,16%

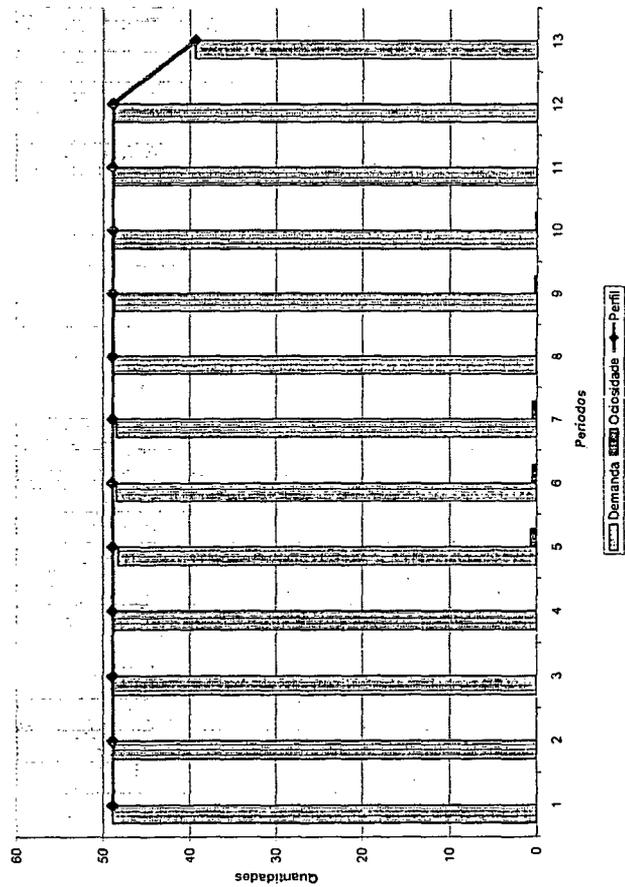
Tabela 27 - Cálculo da ociosidade percentual da solução 02 do primeiro estudo de caso

Os valores absolutos periódicos de cada recurso, assim como do resultado geral da programação, são determinados pela diferença entre perfil projetado e o perfil demandado.

Para o cálculo da ociosidade, determina-se a percentagem do total da ociosidade em relação ao total do perfil projetado.

O emprego de planilhas também permite a criação de gráficos que facilitam o entendimento conjunto dos perfis demandados, projetados se ociosidade e da ociosidade esperada, tanto para os recursos individualmente (figura D3) e para o resultado geral da programação (figura D4).

Análise do Recurso Servente da Segunda Solução do Caso 01



Análise do Recurso Carpinteiro da Segunda Solução do Caso 01

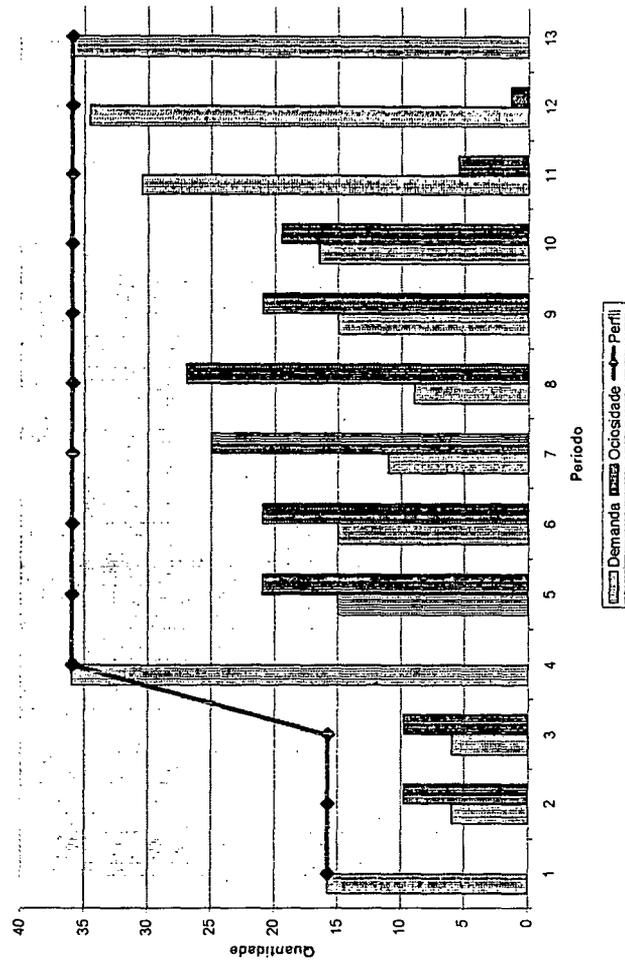


Figura 37 - Análise gráfica da ociosidade dos recursos da solução 02 do primeiro estudo de caso

Análise Geral da Segunda Solução do Caso 01

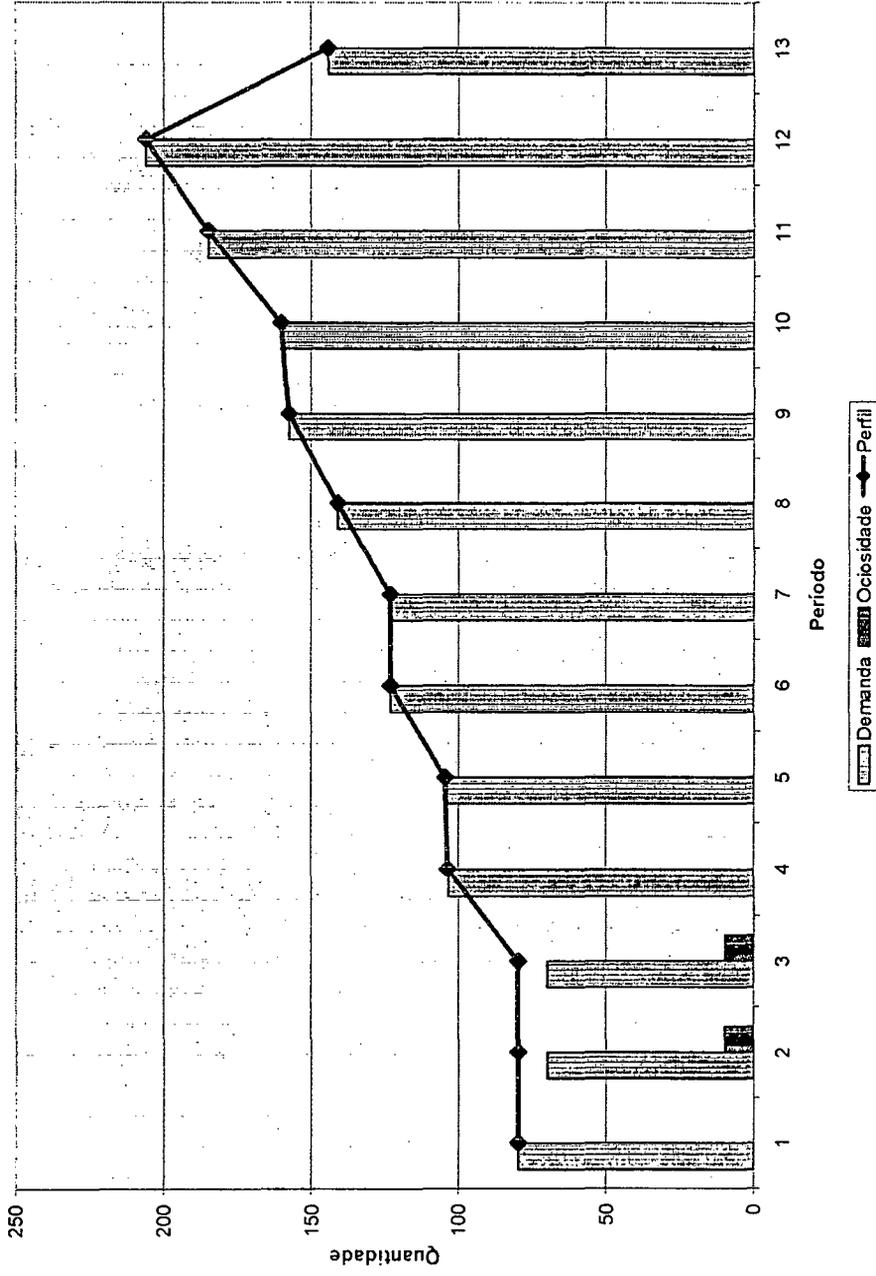


Figura 38 - Análise gráfica da ociosidade geral da solução 02 do primeiro estudo de caso

ANEXO E - Cronograma de Contratação de Recursos do Primeiro Estudo de Caso

		CRONOGRAMA DE CONTRATAÇÃO DE RECURSOS DO PRIMEIRO ESTUDO DE CASO													
Recurso	Obs	02/04	09/04	16/04	23/04	30/04	07/05	14/05	21/05	28/05	04/06	11/06	18/06	25/06	
Serv	Total	49	49	49	49	48,3	48,5	48,5	48,9	48,7	48,8	49	48,95	39,45	
	1ª Contratação	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	2ª Contratação	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	
Carp	Total	15,8	6	6	36	15	15	11	9	15	16,5	30,5	34,6	36	
	1ª Contratação	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	2ª Contratação	9,8			3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	3ª Contratação				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	4ª Contratação				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Aj Carp	Total	6	6	6	21	5	5	5	5	5	6,5	6,5	7	6,6	
	1ª Contratação	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	2ª Contratação										2	2	2	2	
Ped C	Total	9	9	9	14	13,6	13,6	13,8	13,6	13,6	13,6	13,6	6,8		
	1ª Contratação	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	
	2ª Contratação	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Ped B	Total				4,7	18,1	19,6	19,9	19,9	19,9	19,5	20	20	2,8	
	1ª Contratação				3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	2ª Contratação				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Ped A	Total				4,7	15,5	11,1	4,7	15,5	15,5	15,5	15,5	16		
	1ª Contratação				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
	2ª Contratação				6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
	3ª Contratação				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	

ANEXO F - Planilha de cálculo do desempenho de prazo do segundo estudo de caso

Nome da Tarefa	PP	IP	TP	TA	VP	CTP	CPA	CRA	IDP	DP	PPT	DTP
DORMITÓRIOS	45	20/10/00	11/12/00	15/12/00	3,7	1.954.804,49	1.877.872,81	1.942.790,42	0,960645	48,7	50,70	17/12/00
DORMITÓRIO 01	45	20/10/00	11/12/00	15/12/00	-2,3	739.611,82	712.641,84	733.518,66	0,963535	42,7	44,32	17/12/00
DORMITÓRIO 02	40	20/10/00	05/12/00	14/12/00	2,32	737.165,80	720.573,33	739.816,29	0,977492	42,32	43,29	15/12/00
DORMITÓRIO 03	25	20/10/00	17/11/00	06/12/00	16	478.034,05	444.657,64	469.455,47	0,93018	41	44,08	09/12/00
ADMINISTRAÇÃO E CORPO GUARDA	49	20/10/00	36875,8	05/12/00	-9	917.490,35	738.664,85	894.613,41	0,805093	40	49,68	15/12/00
EDUCACIONAL	10	20/10/00	31/10/00	08/12/00	33	206.953,77	183.358,92	200.971,21	0,88599	43	48,53	14/12/00
EDUCACIONAL 01	10	20/10/00	31/10/00	08/12/00	33	109.110,86	96.570,96	106.557,42	0,885072	43	48,58	14/12/00
EDUCACIONAL 02	10	20/10/00	31/10/00	04/12/00	28,4	97.842,91	86.787,96	94.413,79	0,887013	38,4	43,29	09/12/00
TEMPLO ECUMÊNICO	26	20/10/00	18/11/00	08/12/00	17	89.704,75	87.406,46	87.406,46	0,974379	43	44,13	09/12/00
MURALHA EXTERNA/PASSARELA/GUARITAS	46	20/10/00	12/12/00	06/12/00	-5	439.165,45	435.177,78	437.827,40	0,99092	41	41,38	07/12/00
QUADRAS	15	20/10/00	06/11/00	02/12/00	22,75	175.094,77	150.895,05	169.831,18	0,861791	37,75	43,80	08/12/00
QUADRA 01	15	20/10/00	06/11/00	02/12/00	22,75	122.699,59	101.718,77	118.941,89	0,829007	37,75	45,54	10/12/00
QUADRA 02	7	20/10/00	27/10/00	02/12/00	30,14	52.395,17	49.176,28	50.889,29	0,938565	37,14	39,57	04/12/00
INSTALACOES HIDRAULICAS	38	20/10/00	02/12/00	10/12/00	6	107.648,09	96.485,15	96.485,22	0,896302	44	49,09	15/12/00
INSTALACOES ELETRICAS	49	20/10/00	15/12/00	10/12/00	-5	544.245,99	427.383,56	428.576,14	0,785276	44	56,03	22/12/00
SERVICOS COMPLEMENTARES EXTERNOS	50	20/10/00	16/12/00	10/12/00	-6	167.893,24	150.139,06	149.320,19	0,894253	44	49,20	15/12/00

LEGENDA :

PP - Prazo Planejado (em dias)	CPA - Custo Previsto Acumulado
IP - Inicio Planejado	CRA - Custo Real Acumulado
TP - Término Planejado	IDP - Índice de Desempenho de Prazo
TA - Término Atual	DC - Desempenho de Custo
VP - Variação do Prazo (em dias)	PPT - Projeção do Prazo ao Término
CTP - Custo Total Planejado	DTP - Data de Término Projetada

Tabela 29 - Planilha de cálculo do desempenho de prazo do segundo estudo de caso

ANEXO G - Quadrantes de Desempenho em 01/12/00 do Segundo Estudo de Caso

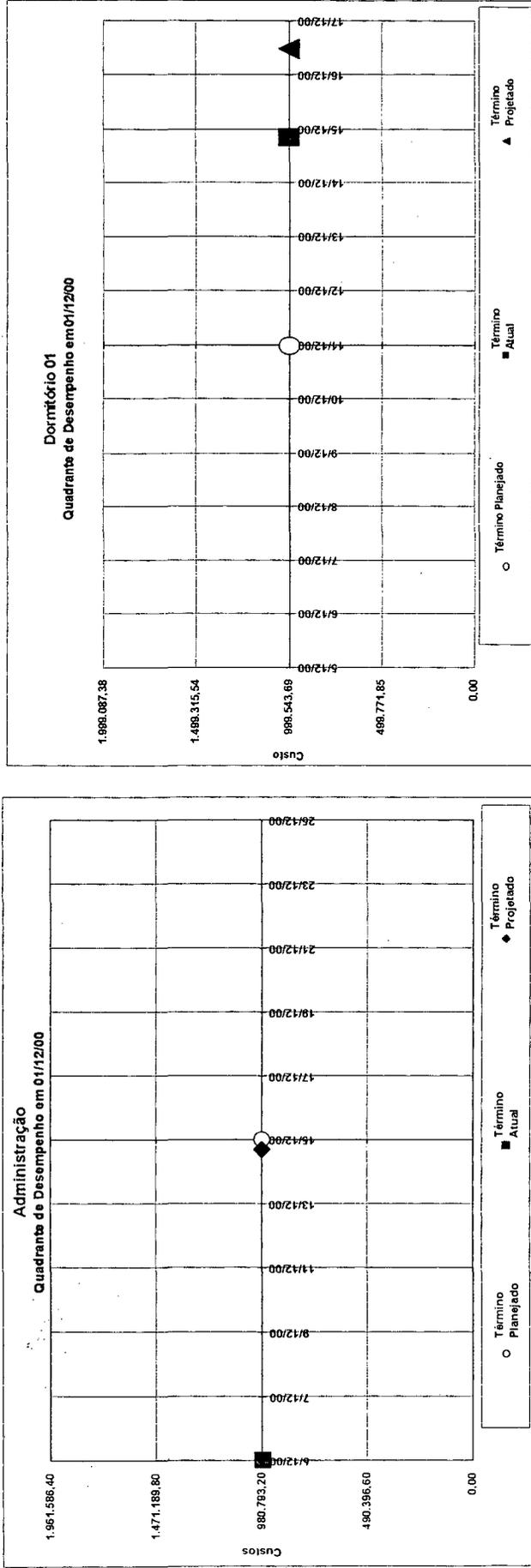


Figura 39 - Quadrante de Desempenho da Administração e do Dormitório 01 em 01/12/00

BIBLIOGRAFIA

1. ABREU, Aline França de Abreu. **Sistemas de Informações Gerenciais – Uma abordagem orientada aos negócios**. Instituto para Gestão de Tecnologia e Informação, 1998.
2. ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Gibson Rocha. **O Papel do Planejamento, Interligado a um Controle Gerencial, nas Pequenas Empresas de Construção Civil**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
3. ASSUMPÇÃO, José Francisco Pontes. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil : Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios**. Tese de Doutorado, USP. 1996.
4. BARRELLA, Wagner Däumichen. **Sistemas Flexíveis de Informação**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
5. BUIAR, Denise Rauta. **Flexibilidade como Vantagem Competitiva no Novo Paradigma Tecnológico**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
6. CALDAS, Carlos Henrique S. **Sistemas de Planejamento e Controle Operacionais de Empreendimentos: a integração tempo, custo e recursos**. Dissertação de Mestrado, UFF. 1990.
7. CARVALHO, Sandra. **Pacotes de Gestão – Uma Revolução da Ordem**. Editora Abril – Info Exame n.º 149 jan\1999.
8. CARVALHO, Márcio Santana de. **Método de Intervenção no Processo de Programação de Recursos de Empresas Construtoras de Pequeno Porte Através do seu Sistema de Informação: Proposta Baseada em Estudos de Caso**. Dissertação de Mestrado, UFRGS. 1998.
9. COSENZA, Orlando; SOARES, Carlos Alberto Pereira. **Modelo de Sistema de Gestão Aplicado a Empresas de Construção Civil**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.

10. CRESPO, Rose. **Os Pedidos Vão pela Internet**. Editora Abril, Info Exame N° 159, jun/99, pág 114-115.
11. CRESPO, Rose. **Pós-Venda Virtual**. Editora Abril, Info Exame N° 156, mar/99, pág 108-109.
12. CRUZ, Sybele Maria Segala; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo César; BONATTI, Rogério Fortes. **Gerenciamento dos Sistemas de Informações**. Anais do 18° Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
13. CUKIERMAN, Zigmundo Salomão. **O Modelo PERT/CPM Aplicado a Projetos**. Qualitymark Editora Ltda, 1993.
14. DINSMORE, Paul Campbell. **Gerência de Programas e Projetos**. PINI Editora, 1992.
15. ENSSLIN, Leonardo; MONTIBELLER, Gilberto. **Quais Critérios deve-se Considerar em uma Avaliação**. Anais do 18° Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
16. FIGUEIREDO, Francisco Constant de. FIGUEIREDO, Helio Carlos Maciel. **Ms-Project 98 – Utilização na Gerência de Projetos**. Livraria e Editora Infobook S.A, 1999.
17. FREITAS, Maria do Carmo Duarte; POZZOBON, Cristina Eliza. HEINECK, Luiz Fernando M. **Gestão da Informação no Canteiro de Obra e sua Influência no Planejamento Estratégico**. Anais do 18° Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
18. GATES III, Willian H. **A Estrada do Futuro**. Editora Schwarcz Ltda, 1995.
19. GRECO, Maurício. **Raio X do Office 2000**. Editora Abril, Info Exame n.º 159 jun\1999.
20. HYDRA Development Corporation Limited. **Multi Project Scheduling and Management** [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000a.
21. HYDRA Development Corporation Limited. **Programme Management Definitions** [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000b.

22. ICHIHARA, Jorge de Araújo. **A Base Filosófica da Linha de Balanço**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998 a.
23. ICHIHARA, Jorge de Araújo. **O Nivelamento da Linha de Balanço**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998 b.
24. ICHIHARA, Jorge de Araújo. **Um Método de Solução Heurístico para a Programação de Edifícios Dotados de Múltiplos Pavimentos-Tipo**. Tese de Doutorado, UFSC. 1998 c.
25. LAUFER, Jaime. **A Intranet como Instrumento de Gestão dos Sistemas de Informações Gerenciais**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
26. LAURINDO, Fernando José Barbin; SHIMIZU, Tamio. **Benchmarking de Estratégias de Tecnologia de Informação**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
27. LEMOS, Paulo. **A Economia da Informação e do Conhecimento e as TI** [online] Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.revista.unicamp.br/navegacao/index.html>. Arquivo consultado em 23 de outubro de 1999a.
28. LEMOS, Paulo. **Decisão empresarial e Internet** [online] Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.revista.unicamp.br/navegacao/index.html>. Arquivo consultado em 23 de outubro de 1999b.
29. LEMOS, Paulo. **Desenvolvimento e aplicação das novas TI** [online] Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.revista.unicamp.br/navegacao/index.html>. Arquivo consultado em 23 de outubro de 1999c.
30. LEMOS, Paulo. **O conhecimento mais perto do usuário** [online] Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.revista.unicamp.br/navegacao/index.html>. Arquivo consultado em 23 de outubro de 1999d.
31. LIMER, Carl V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1997.
32. MARMEL, Elaine. **Microsoft Project 2000 Bible**. IDG Books Worldwide, inc. 2000.
33. MENDES Jr, Ricardo. **Programação da Produção na Construção de Edifícios de Múltiplos Pavimentos**. Tese de Doutorado, UFSC. 1999.

34. MENDES Jr, Ricardo; HEINECK, Luiz Fernando M. **Dados Básicos para Programação de Edifícios com Linha de Balanço – Estudos de Casos**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
35. MICROSOFT Corporation. **Microsoft Project 2000 for Windows - Product Enhancements Guide**. Outubro 1999a. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.microsoft.com/office/project/default.htm>. Arquivo consultado em 25 de dezembro de 1999a.
36. MICROSOFT Corporation. **Microsoft Project Central – The collaborative companion to Microsoft Project 2000**. Novembro 1999b. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.microsoft.com/office/project/default.htm>. Arquivo consultado em 25 de dezembro de 1999b.
37. MILITELLO, Kátia. **Dados flutuam na Web...** Editora Abril, Info Exame n.º 159 jun\1999.
38. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - SECRETARIA DE POLÍTICA INDUSTRIA. **Ações Setoriais para o Aumento da Competitividade da Indústria Brasileira** [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.mdic.gov.br>. Arquivo consultado em 25 de outubro de 1999.
39. MUNIZ, Ana Paula Kiguti; CARVALHO, Anna Cristina Barbosa Dias de; IANAMASU, Ricardo Yassushi; PORTO, Arthur José Vieira. **Simulação na Implementação Tecnológica: Solução ou Problema?** Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
40. NASCIMENTO, Verônica de Menezes e SCHOELER, Sadi Luís. **A Contribuição do Estudo do Fluxo de Informações para a Integração da Gerência de Canteiro de Obras e Gerência Central : Uma abordagem teórica para o Sub-Sector Edificações**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
41. NASPOLINI, Graziela; FILHO, Paulo José de Freitas. **Simulação com Base na WEB**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.

42. NAURI, Miguel Heriberto Caro. **As Medidas de Desempenho como Base para a Melhoria Contínua de Processos : O Caso da Fundação de Amparo à Pesquisa e Extensão Universitária (FAPEU)**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1998.
43. NUNES, Fernando Ribeiro de Melo. **Planejamento e Controle da Produção - Apostila**. Departamento de Engenharia Mecânica e Produção UFC. 1998
44. OLIVEIRA, William Chrispim de; FILHO, José Rodruigues de Farias. **Sistema de Administração da Produção para a Construção Civil**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
45. PEREIRA, Érica Cristiane Ozório; ERDMANN, Rolf Hermann. **Tendências em Tecnologia de Gestão com Vistas à Competitividade**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
46. PMI - Project Management Institute, Chapter Minas Gerais . **PMBOK - Project Management Body of Knowledge - Português**. 1999. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : <http://www.pmimg.org.br>. Arquivo consultado em 10 de dezembro de 2000.
47. PRADO, Darci. **PERT/CPM**. EDG, Minas Gerais. 1998.
48. PRADO, Darci. **Programação Linear**. EDG, Minas Gerais. 1999a.
49. PRADO, Darci. **Teoria das Filas e da Simulação**. EDG, Minas Gerais. 1999b.
50. PYRON, Tim. **Using Project 2000 Special Edition**. Que Corporation, 1999.
51. PYRON, Tim. **Using Project 98 Special Edition**. Que Corporation, 1998.
52. QUEZADO, Paulo Cesar Augustus Mendes. **Programação do Fluxo Produtivo de Máquinas e Equipamentos Para Moinhos Sob Encomenda Utilizando PERT/CPM e Heurísticas**. Dissertação de Mestrado, UFSC, 1999.
53. REISS, Geoff. **Programme Planning and Control**. 1997. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000.
54. ROSENBERG, Cynthia. **Ligação Direta**. Editora Abril, Exame n.º 8, abr/99, pág 134-137.

55. RUSSELL, Eric Glen. **Programme Management – A new management technique**. 1998. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000.
56. SANTOS, Carlos A. B.; FILHO, José Rodrigues de Farias Filho. **Construção Civil : Um Sistema de Gestão Baseado na Logística e na Produção Enxuta**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
57. SCHMITT, Carin Maria. **A Integração de Informações e o uso da Tecnologia da Informação no Sub-Sector de Edificações : Aplicação dos conceitos de CIC – Computer Integrated Construction**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
58. SILVA, Ermes Medeiros da; et. al. **Pesquisa Operacional**. Editora Atlas, São Paulo. 1998.
59. SOARES, Carlos Alberto Pereira; COSENZA, Orlando. **Modelo de Sistema de Gestão Aplicado a Empresas de Construção Civil**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998.
60. STRANGE, Glen. **Examination of Linkage Concepts in Programme Management**. 1998. [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000a.
61. STRANGE, Glen. **Understanding Programme Management** [on line]. Disponível na Internet via WWW. URL : http://www.e-programme.com/articles_site.htm. Arquivo consultado em 08 de janeiro de 2000b.
62. TUBINO, Dalvio Ferrari. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. Editora Atlas, 1997
63. TUBINO, Dalvio Ferrari. **Sistemas de Produção : A Produtividade no Chão de Fábrica**. Editora Artes Médicas Sul Ltda, 1999.
64. VARGAS, Carlos Luciano Sant’Ana. **Desenvolvimento de Modelos Físicos Reduzidos como Simuladores para a Aplicação de Conceitos de Produtividade, Perdas, Programação e Controle de Obras de Construção Civil**. Dissertação de Mestrado, UFSC. 1998a.

65. VARGAS, Luciano Sant'Ana; COELHO, Renato de Quadros; HEINECK, Luiz Fernando M. **Utilizando Programas de Computador de Gerenciamento de Projetos para Estruturar a Programação de Atividades Repetitivas em Obras de Construção Civil com a Técnica da Linha de Balanço**. Anais do 18º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1998b.
66. VARGAS, Luciano Sant'Ana; HEINECK, Luiz Fernando M. **Cálculo do Balanço entre Atividades Repetitivas para uso em Programas de Gerenciamento de Projetos**. Anais do 17º Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP, 1997.
67. VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos com o Ms-Project 98 – Estratégia, planejamento e controle**. Brasport Livros e Multimídia Ltda, 1998c.