

VALDIR DA PAZ

**PLANEJAMENTO DE OBRA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS EM
PERÍODO DE GRANDE DEMANDA DE SERVIÇOS DE
CONSTRUÇÃO**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Especialista – MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios.

Orientador: Professor Mestre Alexandre Amado Brites

São Paulo

2011

A todos que contribuíram para a realização de mais uma etapa da minha vida.

À minha esposa Elza pela paciência e amor dedicados a mim.

Em especial aos meus pais, pela perseverança e determinação em tornar possíveis meus ideais, me fizeram chegar até aqui.

A toda a minha família e amigos por tornarem meus dias muito mais felizes.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e amigo Alexandre Amado Britez pela orientação, confiança, e, principalmente, pelo incentivo durante todo o desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas de turma, aos professores e aos engenheiros que contribuíram com ajuda técnica para realização desse trabalho.

A todos os profissionais que colaboraram de alguma forma na construção do Edifício Reserva Jardim Gravatá.

RESUMO

O crescimento do mercado imobiliário, no final da primeira década de 2000, aumentou o volume de negócios e lançamentos, porém criou dificuldades para se entregar as obras nos prazos estipulados. Embora muitas dessas situações sejam de difícil controle, o desafio das construtoras é, por meio de planejamento, entregar as obras com pontualidade, sendo o planejamento um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los. O objetivo deste trabalho é apresentar diretrizes para a melhoria do sistema de planejamento de obras em período de grande demanda por serviço de construção civil. O trabalho teve como metodologia uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso. Como resultados do trabalho, são apresentadas diretrizes para combate aos principais problemas que prejudicaram a entrega da obra no prazo referentes a uso de mão de obra própria; inovações tecnológicas; contratação de subempreiteiro; investigação do solo; integração entre projetistas; e manutenção de equipamentos.

ABSTRACT

The growth of the real state market at the end of the first decade of 2000, increased turnover and launch real estate, but it was difficult to deliver the works on schedule. Although many of these situations are difficult to control, the challenge for homebuilders is, through planning, delivers works on time, being planning a management process that involves setting objectives and procedures needed. The aim of this study is to present guidelines for improving the planning system of works in times of high demand for construction services. The study had as a bibliographic research methodology. As a result of this work, are presented guidelines to tackle the main problems that have undermined the delivery of work deadline referring to use of own labor, technological innovations, hiring subcontractors, soil investigation, integration of designers, and equipment maintenance.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – WBS de uma obra em quatro níveis (ASSUMPÇÃO, 1996). | 27 |
| Figura 2 – Histograma de recurso (ASSUMPÇÃO, 1996). | 28 |
| Figura 3 – Curva S (ANDRADE, 2005)..... | 29 |
| Figura 4 – Diagrama de Gantt (ASSUMPÇÃO, 2009). | 30 |
| Figura 5 – Diagrama de precedência com parte de uma rede CPM (BERNARDES, 2003)..... | 32 |
| Figura 6 – Linha de balanço..... | 33 |
| Figura 7 – Ciclo de Planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987 apud CODINHOTO, 2003)..... | 35 |
| Figura 8 – Características de obras de edifícios (ASSUMPÇÃO, 1996). | 37 |
| Figura 9 – Processo de controle de planejamento..... | 45 |
| Figura 10 – Organograma Diretoria Técnica. | 52 |
| Figura 11 – Edifício do Condomínio Reserva Jardim Gravatá | 53 |
| Figura 12 – Entrada social | 53 |
| Figura 13 – Piscina adulto e infantil..... | 54 |
| Figura 14 – Perspectiva ilustrada do Fitness..... | 54 |
| Figura 15 – Planta da implantação do Condomínio Reserva Jardim Gravatá..... | 54 |
| Figura 16 – Desmontagem do estande de vendas. | 61 |
| Figura 17 – Serviço de escavação com interferência do estande de vendas..... | 61 |
| Figura 18 – Execução de estaca Strauss próximo ao estande de vendas..... | 62 |
| Figura 19 – Terreno encharcado após a movimentação de terra. | 62 |
| Figura 20 – Equipamento de perfuração do terreno para instalação de tubos de dreno para rebaixamento do lençol freático..... | 63 |
| Figura 21 – Terreno após o rebaixamento do lençol freático e detalhe do equipamento de bombeamento de água. | 63 |
| Figura 22 – Operação de retirada de terra da escavação de tubulação realizada manualmente. | 64 |
| Figura 23 – Bombeamento de água de dentro do furo do tubulão..... | 65 |
| Figura 24 – Sapata de fundação | 65 |
| Figura 25 – Detalhe da escavação manual de baldrames. | 66 |
| Figura 26 – Solo amontoado próximo ao local de escavação..... | 67 |
| Figura 27 – Volume de terra proveniente da escavação das sapatas..... | 67 |
| Figura 28 – Fôrma dos blocos com madeira serrada. | 68 |
| Figura 29 – Detalhe da execução dos baldrames..... | 68 |
| Figura 30 – Edifício com destaque do acesso pela Avenida Luiz Inácio de Anhaia Mel. | 69 |
| Figura 31 – Rampa de acesso ao canteiro de obras. | 69 |

| | |
|---|----|
| Figura 32 – Instalação hidráulica com corte na alvenaria para embutimento das instalações | 73 |
| Figura 33 – Instalação hidráulica com sistema racionalizado de kits e fechamento de gesso acartonado..... | 74 |
| Figura 34 – Vista geral do canteiro de obras..... | 77 |
| Figura 35 – Elevador Cremalheira..... | 78 |
| Figura 36 – Sistema de fôrma com uso madeira..... | 79 |
| Figura 37 – Execução de estrutura de periferia..... | 79 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Sistema de Indicadores para controle do planejamento | 47 |
| Tabela 2 – Proposta de WBS..... | 56 |
| Tabela 3 – Atrasos ocasionados por problema no fornecimento do concreto..... | 71 |
| Tabela 4 – Períodos das equipes na obra..... | 72 |
| Tabela 5 – Subempreiteiros que apresentaram dificuldades para contratação de mão de obra..... | 75 |
| Tabela 6 – Quantidade de apartamentos modificados | 76 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | Objetivos do Trabalho..... | 18 |
| 1.2 | Metodologia da Pesquisa..... | 18 |
| 1.3 | Estrutura do Trabalho | 19 |
| 2 | PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS | 20 |
| 2.1 | Definições sobre Modelo e Sistema de Planejamento..... | 20 |
| 2.2 | Níveis Hierárquicos do Planejamento..... | 20 |
| 2.2.1 | Nível estratégico..... | 21 |
| 2.2.2 | Nível tático..... | 21 |
| 2.2.3 | Nível operacional..... | 21 |
| 2.3 | Horizontes de Planejamento..... | 23 |
| 2.3.1 | Planejamento de longo prazo..... | 23 |
| 2.3.2 | Planejamento de médio prazo..... | 24 |
| 2.3.3 | Planejamento de curto prazo | 24 |
| 2.4 | Outras Nomenclaturas de Planejamento | 24 |
| 2.4.1 | Planejamento do empreendimento | 25 |
| 2.4.2 | Planejamento Lookahead..... | 25 |
| 2.4.3 | Planejamento de comprometimento..... | 25 |
| 2.5 | Instrumentos de Apoio ao Planejamento..... | 26 |
| 2.5.1 | WBS - Work Breakdown Structure | 26 |
| 2.5.2 | Histogramas | 28 |
| 2.5.3 | Curva S..... | 29 |
| 2.6 | Técnicas de Preparação de Planos | 29 |
| 2.6.1 | Gráfico de Gantt | 30 |
| 2.6.2 | Técnicas de Rede..... | 31 |
| 2.6.3 | Linhas de Balanço | 33 |
| 2.7 | Etapas do Sistema de Planejamento..... | 34 |
| 2.7.1 | Preparação do processo de planejamento | 35 |
| 2.7.1.1 | Decisões preliminares do processo | 35 |
| 2.7.1.2 | Definição de padrões de planejamento..... | 35 |
| 2.7.1.3 | Identificação de restrições..... | 37 |
| 2.7.1.4 | Definição do plano de ataque..... | 39 |
| 2.7.2 | Coleta de informações | 40 |
| 2.7.3 | Elaboração dos planos..... | 41 |
| 2.7.4 | Programação de Recursos..... | 42 |
| 2.7.5 | Difusão das informações..... | 44 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 2.7.6 | Avaliação do processo de planejamento | 44 |
| 2.7.7 | Ciclo de preparação e avaliação do processo | 44 |
| 2.7.8 | Ciclo planejamento e controle | 44 |
| 2.8 | Diretrizes para Melhoria do Processo de Planejamento | 47 |
| 3 | ESTUDO DE CASO | 50 |
| 3.1 | Apresentação da Empresa..... | 50 |
| 3.2 | Características do Empreendimento Estudado..... | 52 |
| 3.3 | Características do Sistema Construtivo | 55 |
| 3.4 | Sistema de Planejamento | 55 |
| 3.4.1 | Preparação do processo de planejamento | 55 |
| 3.4.2 | Coleta de informações | 57 |
| 3.4.3 | Elaboração dos planos..... | 57 |
| 3.4.3.1 | Planejamento macro..... | 57 |
| 3.4.3.2 | Planejamento detalhado..... | 58 |
| 3.4.4 | Programação dos recursos | 58 |
| 3.4.5 | Difusão das informações..... | 59 |
| 3.4.6 | Ciclo planejamento e controle | 59 |
| 3.5 | Principais Causas do Atraso na Entrega da Obra..... | 60 |
| 3.5.1 | Desmontagem do estande de vendas | 60 |
| 3.5.2 | Rebaixamento do lençol freático..... | 62 |
| 3.5.3 | Projeto de fundações | 64 |
| 3.5.4 | Escavação manual | 66 |
| 3.5.5 | Uso de fôrmas de madeira serrada..... | 68 |
| 3.5.6 | Dificuldade de acesso ao canteiro | 69 |
| 3.5.7 | Atraso no fornecimento de concreto | 70 |
| 3.5.8 | Rotatividade da equipe da obra | 71 |
| 3.5.9 | Greves | 72 |
| 3.5.10 | Alteração no projeto de instalações hidráulicas..... | 72 |
| 3.5.11 | Uso de mão de obra própria para as instalações hidráulicas | 74 |
| 3.5.12 | Problemas com falência do subempreiteiro..... | 74 |
| 3.5.13 | Falta de mão de obra para execução dos serviços | 75 |
| 3.5.14 | Personalização dos apartamentos | 75 |
| 3.5.15 | Fluxo de materiais e pessoas..... | 76 |
| 3.5.16 | Outros problemas | 78 |
| 3.6 | Diretrizes para Melhoria do Sistema de Planejamento | 80 |
| 4 | CONCLUSÃO | 83 |
| | REFERÊNCIAS | 85 |
| | ANEXO A – CRONOGRAMA MACRO..... | 88 |
| | ANEXO B – CRONOGRAMA DETALHADO | 89 |

1 INTRODUÇÃO

Em uma análise sobre o ano de 2010, Prates (2010) ressalta o ciclo positivo de crescimento da construção civil no Brasil, que passa por com um incremento do PIB setorial da construção próximo a 13% no ano.

O crescimento expressivo do número de obras teve início no ano de 2007, em um período que ficou conhecido como “boom da construção”. Para Gonçalves (2008), os principais fatores que permitiram o mercado entrar em uma fase positiva foram a estabilidade econômica e a recuperação da renda da população.

O crescimento do mercado imobiliário, no final da primeira década, aumentou o volume de negócios e lançamentos, porém criou dificuldades para se entregar as obras nos prazos (NETTO, 2010).

Segundo Prates (2010), o crescimento da construção civil pressiona a demanda por mão de obra, que vem apresentando taxas de crescimento de emprego acima de toda a indústria de transformação. Esse aumento da demanda, num contexto de insuficiente investimento – público e privado – na formação e aperfeiçoamento da mão de obra, torna-se um gargalo produtivo.

Além da escassez de mão de obra, Netto (2010) aponta outras dificuldades de gestão, em um momento de forte expansão do número de obras, como a demora para se obter licenciamentos e aprovações em órgãos públicos e a indisponibilidade de equipamentos.

Essas dificuldades são geralmente apontadas como possíveis causadoras de atrasos na data de entrega das obras, cada vez mais frequentes no segmento residencial.

Em razão destes atrasos, algumas construtoras têm adotado um prazo de carência nos contratos de compra e venda que consiste em um período de tolerância que se pode estender a data de entrega, assim os atrasos começariam a ser contados apenas após o vencimento da carência (REIS, 2010).

Não há lei que regulamente a questão da carência, em um processo judicial, caso a decisão seja favorável ao consumidor, o construtor pode ter o prazo de carência anulado e, nesse caso, responderá pelos danos causados desde a data originalmente prevista de entrega.

No final de 2010, tramitavam no congresso legislativo brasileiro dois projetos de lei que visam penalizar financeiramente as construtoras e incorporadoras caso ocorram atrasos na data de entrega do imóvel (REIS, 2010).

Um primeiro projeto de lei, estabelece que as construtoras devam pagar aos clientes, por mês de atraso, o valor equivalente ao aluguel de uma unidade semelhante à adquirida.

O segundo projeto limita a carência em até 90 dias. Depois disso, obriga a construtora a arcar com todos os encargos mensais relativos ao imóvel em construção, inclusive impostos, até a data efetiva da entrega. Se o consumidor já houver quitado, a construtora terá de pagar-lhe mensalmente 1% do valor de aquisição do imóvel.

Os atrasos na data de entrega das obras podem desencadear uma série de prejuízos para empresas da construção civil.

De acordo com Reis (2010), em levantamento feito por meio de entrevistas com especialistas do setor, os atrasos na entrega das obras geram uma série de problemas para as construtoras e incorporadoras, como: aumento de custos; dificuldade no fluxo de caixa; indisponibilidade de equipes; perda de credibilidade; perda de clientes; devolução de pagamento de parcelas; e indenizações.

Para Villas Boas (2010), é difícil conter as perdas financeiras em uma obra com atraso, pois se acaba pagando hora extra para a mão de obra e assumindo-se custos maiores para conseguir um insumo mais rápido.

As principais causas de atrasos na entrega das obras de edificações, segundo Nakamura (2010), são os fenômenos meteorológicos, os imprevistos técnicos, as greves e as falhas no abastecimento de suprimentos.

De acordo com Egle (2010), em levantamento realizado por meio de entrevistas a consultores da área de planejamento, algumas das principais causas de atrasos são as mudanças de escopo dos serviços; a falta de qualificação da mão de obra; o excesso de chuva; os problemas com fornecedores de materiais; problemas com o projeto de arquitetura; limitações quanto às condições de segurança do trabalho.

Embora muitas dessas situações sejam de difícil controle, o desafio das construtoras e incorporadas é entregar as obras com pontualidade. É possível evitar que esses inconvenientes adquiram proporções maiores por meio de planejamento.

Para Britez (2007), a construção civil é marcada pela falta de planejamento, caracterizada pela tomada de decisão no canteiro de obras, fato que já é aceitável ou, simplesmente, considerado normal na realidade da construção civil brasileira.

O planejamento é definido como um processo gerencial que envolve o estabelecimento de objetivos e a determinação dos procedimentos necessários para atingi-los, sendo eficaz somente quando realizado em conjunto com o controle (FORMOSO, 2001).

Segundo Limmer (1997), o planejamento permite: definir a organização para execução da obra; tomar decisões; alocar recursos; integrar e coordenar esforços de todos os envolvidos; assegurar boa comunicação entre os participantes da obra; suscitar a conscientização dos envolvidos para prazos, qualidade e custos; caracterizar a autoridade do gerente; estabelecer um referencial para controle; e definir uma diretriz para o empreendimento.

Varalla (2003) lista as principais atividades que caracterizam o processo de planejamento das obras em:

- a) definição das pessoas envolvidas e as suas responsabilidades;
- b) definição e coleta das informações a serem utilizadas (projetos das diferentes disciplinas envolvidas, especificações técnicas, orçamento);
- c) estabelecimento do prazo para realizar o planejamento;
- d) definição do grau de detalhe que se deseja atingir;
- e) definição dos recursos necessários para realizar o planejamento (técnicas e ferramentas para executar o planejamento).

Ao implantar o processo de planejamento, a empresa tem como objetivo visualizar cenários futuros que subsidiem a tomada de decisão (AKKARI, 2009).

Formoso (2001) destaca que um dos objetivos do planejamento é minimizar os efeitos nocivos da incerteza e variabilidade, que são inerentes à atividade de construção.

Para Santos (2001), o ambiente da indústria da construção é possuidor de grande incerteza e variabilidade, tornando os processos difíceis de planejar e controlar, evidenciando a necessidade de quantificar e gerenciar a incerteza. Esta natureza incerta das atividades faz com que demandas imprevisíveis de recursos sempre existam, associando um risco às decisões dos gerentes.

Ainda para este autor, a variabilidade e a incerteza da construção civil são decorrentes de alguns motivos como:

- produção demorada (15 a 18 meses, no mínimo) e de produtos únicos, fazendo com que parte das informações referentes ao produto não sejam conhecidas;
- utilização intensiva de mão de obra; → TEC. TRABALH. IC
- especificação incorreta do trabalho a ser executado;
- mudanças na legislação;
- levantamento de quantitativos impreciso;
- falta de informações em geral;
- falhas gerenciais e de execução.

Para lidar com a variabilidade, é necessário que exista planejamento visando à antecipação aos problemas com base em dados e fatos coletados da produção e da cadeia de fornecedores que trabalham com a organização. Deste modo, pode-se preparar o ambiente produtivo para conviver com a incerteza, de forma que as atividades não sejam prejudicadas (ALVES, 2000).

A falta de planejamento tende a tornar o processo de produção muito vulnerável à incerteza e variabilidade, resultando na ocorrência de interrupções na execução dos serviços, mudanças bruscas de ritmo, e outros problemas que tendem a afetar a sua eficiência e a eficácia (FORMOSO, 2001).

Segundo Akkari (2009), para empreendimentos imobiliários, é comum a transferência de responsabilidade do planejamento para consultores especializados, ao mesmo tempo em que se transferem as programações mais detalhadas para os próprios fornecedores (serviço e/ou mão de obra).

Bernardes (2001) alerta para o fato de que o planejamento tem se resumido, em geral, na produção de orçamentos, programações e outros documentos referentes às etapas a serem seguidas durante a execução do empreendimento.

Para o autor supracitado, isso se deve, em parte, ao fato de que na indústria da construção, o termo planejamento é, em geral, interpretado como o resultado da geração de planos, denominado por programação ou cronograma geral da obra.

Mattos (2004) alerta para outro problema, relacionado à popularização dos softwares de planejamento. Para ele, a facilidade de entrar com dados e conceber um cronograma, fez eclodir um boom de planejadores em todos os setores produtivos. Como se pode constatar, os resultados foram notórios avanços convivendo lado a lado com graves distorções.

De acordo com Mattos (2007), mesmo em uma obra que possua um processo de planejamento consistente podem ocorrer atrasos. O autor cita as principais causas de erros nos planejamento que podem gerar atrasos em projetos de construção civil:

- a) falta de consideração de recursos;
- b) ausência de contingência de tempo;
- c) atualização do cronograma sem geração de relatórios;
- d) estrutura de planejamento mal definida;
- e) falta de utilização do cronograma para gerenciar o projeto;
- f) falta de interpretação das modificações do cronograma após as atualizações.

Portanto, ressalta-se a importância de se estudar o planejamento de obra de edifícios residenciais, principalmente em uma época em que ocorre expansão do setor gerando maiores incertezas quanto à oferta de recursos (mão de obra, materiais e equipamentos).

1.1 Objetivos do Trabalho

Este Trabalho tem o objetivo de apresentar diretrizes para a melhoria do sistema de planejamento de obras em período de grande demanda por serviço de construção civil.

Tais diretrizes poderão auxiliar os responsáveis pelos sistemas de planejamento a combaterem as restrições típicas impostas em momentos de grande demanda por serviços de construção civil como: falta de mão de obra, materiais e equipamentos.

1.2 Metodologia da Pesquisa

A metodologia de pesquisa utilizada para se atingir os objetivos desta monografia possui duas partes distintas, uma com base em pesquisa bibliográfica e, outra, por meio da realização de um estudo de caso.

Na pesquisa bibliográfica, buscou-se conhecer as definições e as características dos sistemas de planejamento de empreendimentos de construção civil, procurando identificar fontes com o tema relacionado ao cumprimento de prazo.

Após a realização da pesquisa bibliográfica, foi realizado um estudo de caso em que se buscou avaliar um sistema de planejamento de uma empresa de construção civil em um de seus empreendimentos.

Este estudo foi realizado por meio de entrevistas com o engenheiro de obra, responsável pela execução, pelo relato do coordenador de obras, que no caso é o autor desse trabalho, e por pesquisa documental (documentos internos da empresa, documentos da obras etc.).

A obra estudada foi executada entre 2007 e 2009, em um período que ficou conhecido como boom da construção, em razão da forte expansão do mercado imobiliário.

No estudo de caso, foram levantados os principais problemas relacionados ao atraso ocorrido na obra. De posse do conhecimento desses problemas, procurou-se listar diretrizes para a melhoria do sistema de planejamento como forma de combater as restrições identificadas.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho está dividido em introdução e três capítulos além desta introdução. Nesta introdução são apresentados os objetivos, as metodologias e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, consta a revisão bibliográfica sobre sistemas de planejamento para empreendimento de construção civil, principalmente os residenciais.

No capítulo 3, será apresentado um Estudo de Caso em que se buscou, em uma obra executada durante um período de grande demanda de serviços de construção civil, levantar os principais problemas responsáveis por causar atraso na entrega da obra.

Concluindo, no capítulo 4, são apresentadas as considerações finais sobre o trabalho.

2 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS

Neste capítulo serão apresentadas definições e recomendações sobre os sistemas e modelos de planejamento de obra de edifícios para empresas de construção civil.

2.1 Definições sobre Modelo e Sistema de Planejamento

De acordo com Bernardes (2001), sistema de planejamento é a denominação dada à implantação de um determinado modelo de planejamento em uma empresa de construção.

Para este mesmo autor, o modelo de planejamento é definido como uma descrição abstrata da forma pela qual o processo de planejamento deve ser realizado, através da apresentação deste nos níveis de planejamento de longo, médio e curto prazo.

2.2 Níveis Hierárquicos do Planejamento

Em função da complexidade típica de empreendimentos de construção e da variabilidade de seus processos, existe, em geral, a necessidade de dividir o planejamento e controle da produção em diferentes níveis hierárquicos. De acordo com Formoso (2001), podem-se definir três grandes níveis hierárquicos na gestão de processos estratégico, tático e operacional:

Dentro de cada nível hierárquico, pode haver a necessidade de se subdividir em outros níveis, dependendo da natureza do empreendimento. Em cada um destes níveis são necessárias informações com grau de detalhamento específico.

Para Barbosa (2005), se as informações são excessivamente detalhadas, o tomador de decisão tem dificuldade em compreendê-las, podendo gastar muito tempo assimilando-as e atualizando-as. Outra análise diz respeito a quando o plano é gerado sem o nível de detalhe necessário, atrapalhando conseqüentemente sua utilização e sua função básica de orientação à execução.

2.2.1 Nível estratégico

De acordo com Formoso (2001), no planejamento estratégico a alta direção da empresa tem como meta analisar alternativas de investimento para atingir seus objetivos de médio e longo prazo. Este planejamento é responsável pela definição dos objetivos do empreendimento, a partir do perfil do cliente. Envolve o estabelecimento de algumas estratégias para atingir os objetivos do empreendimento, tais como a definição do prazo da obra, fontes de financiamento, parcerias etc.

Para Assumpção (1996), as decisões que são tomadas no nível estratégico têm objetivo de estabelecer políticas de ação da empresa frente ao mercado. Para isto, são definidos objetivos de longo prazo, relacionados com a missão da empresa e seu comportamento juntamente ao mercado.

2.2.2 Nível tático

Para Bernardes (2003), o planejamento tático refere-se à identificação de recursos, estruturação do trabalho, além do recrutamento e treinamento de pessoal.

De acordo com Formoso (2001), este planejamento envolve, principalmente, a seleção e aquisição dos recursos necessários para atingir os objetivos do empreendimento (por exemplo, tecnologia, materiais, mão de obra, etc.), e a elaboração de um plano geral para a utilização destes recursos.

Para Assumpção (1996), no planejamento tático são subsidiadas as decisões que levam à escolha dos empreendimentos a serem implantados.

2.2.3 Nível operacional

Para Assumpção (1996), no planejamento operacional são discutidas as estratégias e metas de produção, sendo responsável pelo planejamento ou ordens de produção.

De acordo com Formoso (2001), o planejamento operacional está relacionado, principalmente, à definição detalhada das atividades a serem realizadas, seus recursos e momento de execução.

Segundo Assumpção (1996), o planejamento operacional, envolve definições que são tomadas no sentido de equacionar os meios e procedimentos que serão utilizados para executar a obra. As principais definições são:

- datas de início e de conclusão das principais etapas da obra;
- plano de ataque à obra, com a definição das sequências e trajetórias de execução;
- localização do canteiro e plano para sua movimentação;
- estratégia para suprimento de mão de obra para produção – execução de serviços com mão de obra própria ou de empreiteiros;
- estratégia para suprimento de materiais – compras por lote, estoque mínimo;
- estratégia para compra de equipamentos especiais – elevadores, ar condicionado, instrumentação e outros.

Segundo Mendes Júnior (1999), o planejamento operacional é a chave do sistema desenvolvido, por serem nele geradas todas as informações que disparam a tomada de decisões e que são distribuídas para os outros departamentos da empresa e fornecedores. Os usuários do planejamento operacional são a equipe de administração da obra e os supervisores de produção ou empreiteiros. As informações devem ser geradas pelo pessoal de produção (supervisores) de modo a garantir a confiabilidade necessária ao sistema.

Para Knolseisen (2003), no planejamento operacional o nível de detalhamento tende a ser bastante alto, uma vez que as incertezas tendem a serem bem menores. As decisões tomadas nesse nível envolvem o controle de materiais e a delegação de tarefas.

As decisões de caráter operacional, segundo Mendes Júnior (1999), englobam as ações diárias no ambiente de produção do canteiro de obras e são tomadas no sentido de liberar as ações de produção, juntamente com providências que possibilitem que estas ações sejam executadas a contento na programação de curto prazo. Estas ações envolvem definições sobre:

- alocação de equipes e ritmos de produção;
- uso de equipamentos;
- suprimento de materiais.

Coelho (2003) destaca, ainda, a importância de um planejamento final como o produto. Este planejamento final, de curto prazo, é um plano que quase não possui

flexibilidade e é suficientemente detalhado para que não ocorram dúvidas de como este plano deverá ser executado, sendo direcionado diretamente aos responsáveis pela execução das tarefas. Neste plano, gerado durante a reunião de Planejamento de Curto Prazo, constam pacotes de trabalho designados especificamente a determinadas equipes de execução.

Entende-se por pacotes de trabalho a quantidade de trabalho definida por três elementos essenciais (ação, elemento, local), cuja terminalidade deve ser facilmente identificada (MARCHESAN, 2001).

2.3 Horizontes de Planejamento

Os níveis de planejamento (estratégico, tático e operacional) dependem do tipo de obra a ser executada, do horizonte de tempo necessário à execução, bem como da maneira pela qual o processo de planejamento e controle da produção será desenvolvido. Para Bernardes (2001), as terminologias referentes aos níveis de planejamento podem gerar confusões, sendo melhor optar por terminologia segundo os horizontes (longo, médio e curto prazo).

Para este autor, isto pode ser explicado porque a apresentação por meio dos horizontes de planejamento está mais relacionada à discussão realizada sobre a incerteza existente no ambiente produtivo e sua influência no grau de detalhe dos planos.

2.3.1 Planejamento de longo prazo

Para Bernardes (2001), o planejamento de longo prazo, também denominado de plano mestre (*master plan*) deve ser utilizado para facilitar a identificação dos objetivos principais do empreendimento. O plano gerado neste nível destina-se à alta gerência, de forma a mantê-la informada sobre as atividades que estão sendo realizadas.

Segundo Formoso (2001), o planejamento de longo prazo consiste no primeiro planejamento a nível tático. Neste nível são definidos os ritmos em que deverão ser executados os principais processos de produção. Em conjunto com os dados do orçamento, o ritmo define um fluxo de despesas que deve ser compatível com o

estudo de viabilidade, realizado ainda na fase do planejamento estratégico do empreendimento.

2.3.2 Planejamento de médio prazo

Para Formoso (2001), o planejamento de médio prazo constitui-se num segundo nível de planejamento tático, que faz a vinculação entre o plano mestre e os planos operacionais. Neste nível, o planejamento tende a ser móvel, sendo, por esta razão, denominado de *lookahead planning* ("planejamento visto para frente"). Os serviços definidos no plano mestre são detalhados e segmentados nos lotes em que deverão ser executados, de acordo com o zoneamento estabelecido.

Este plano é considerado como um elemento essencial na melhoria de eficácia do plano de curto prazo e, conseqüentemente, para a redução de custos e durações. Isto pode ser explicado porque é através dele que os fluxos de trabalho são analisados, visando a um sequenciamento que reduza a parcela das atividades que não agregam valor ao processo produtivo (BERNARDES, 2001).

2.3.3 Planejamento de curto prazo

O planejamento de curto prazo ou operacional tem o papel de orientar diretamente a execução da obra (FORMOSO, 2001).

Em geral, é realizado em ciclos semanais, sendo caracterizado pela atribuição de recursos físicos (mão de obra, equipamentos e ferramentas) às atividades programadas no plano de médio prazo, bem como o fracionamento dessas atividades em pacotes menores.

Para Bernardes (2001), no nível de curto prazo, o planejamento deve ser desenvolvido através da realização de ações direcionadas a proteger a produção contra os efeitos da incerteza.

2.4 Outras Nomenclaturas de Planejamento

Alves (2000), com base nas diretrizes de Tommelein e Ballard (1997 apud ALVES, 2000) sugere que o processo de planejamento da produção da construção civil envolva três níveis com a nomenclatura de: planejamento do empreendimento, planejamento *lookahead* e planejamento de comprometimento.

2.4.1 Planejamento do empreendimento

A etapa de planejamento do empreendimento deve estabelecer da marcos, indicando início e fim de grandes etapas da obra, tais como: conclusão da superestrutura, início da execução das vedações externas, entre outras (ALVES, 2000).

A programação resultante deste nível do planejamento é um plano mestre que contém de forma geral todo o trabalho que será realizado na obra, no qual aparecem os grandes grupos de atividades, tais como: fundações, superestrutura, alvenaria.

2.4.2 Planejamento *Lookahead*

Para Alves (2000), o *lookahead* consiste em um elo entre o planejamento do empreendimento e o planejamento semanal (ou de comprometimento) e tem as funções de detalhar e ajustar o que foi programado no planejamento do empreendimento procurando manter essa programação em dia.

O planejamento *lookahead* é elaborado para permitir que o administrador possa identificar quais os trabalhos que deverão ser realizados nas próximas semanas (normalmente entre quatro e seis semanas), e tome as providências necessárias para que os mesmos possam ser executados ou, realize uma reprogramação daqueles que não estão prontos para serem conduzidos (ALVES, 2000).

Esse plano tem um caráter móvel, ou seja, a cada semana inclui-se uma nova semana no horizonte de planejamento em questão e, o plano referente à semana atual serve de base para a preparação do plano de comprometimento.

Neste nível do planejamento são preparados os pacotes de trabalho, os quais definem uma determinada quantidade de trabalho a ser realizada com base em informações de projeto e recursos. Esses pacotes de trabalho tornar-se-ão tarefas quando atenderem a requisitos de qualidade especificados e forem designados a uma equipe de trabalho

2.4.3 Planejamento de comprometimento

Para Alves (2000), o planejamento de comprometimento ou plano de curto prazo é responsável pela designação dos pacotes de trabalho às equipes da produção, informando-as onde as tarefas devem ser conduzidas e disponibilizando materiais,

ferramentas e equipamentos necessários para a execução das tarefas. O horizonte de tempo adotado neste nível é, em geral, considerado em dias ou semanas.

2.5 Instrumentos de Apoio ao Planejamento

Ao longo dos anos, várias ferramentas foram desenvolvidas para auxiliar o planejador na visualização do projeto e na tomada de decisões. A padronização de alguns elementos do planejamento facilita o entendimento externo acerca do processo, bem como tende a diminuir a ocorrência de desvios ocasionados pela introdução de intervenientes não familiarizados com os procedimentos.

A seguir, são apresentadas algumas técnicas de planejamento utilizadas em empreendimentos de construção, como estas influenciam no processo de produção, suas vantagens e desvantagens no auxílio ao planejamento e controle da produção.

2.5.1 WBS - Work Breakdown Structure

O WBS (*Work Breakdown Structure*) fornece a base de definição do trabalho (figura 1), com isso relaciona os objetivos do empreendimento ao seu escopo e estabelece a estrutura gerencial do início até a conclusão do projeto (PMI, 2006).

Para Assumpção (2009), o WBS também é denominado de PBS (*Project Breakdown Structure*) e em português EAP (Estrutura Analítica do Projeto).

Este procedimento, que antecede à programação, estabelece regras para análise do empreendimento/obra, dividindo-a em subsistemas que caracterizam suas etapas, fases, serviços e atividades, definindo uma estrutura analítica que é utilizada por todos os setores e elementos da empresa envolvidos em sua realização (ASSUMPÇÃO, 2009).

De acordo com o PMI (2006), este procedimento permite que se estabeleça uma linguagem comum sobre a divisão do empreendimento, de modo que, ao se referir a uma de suas partes ou subsistemas, todos dentro da empresa (setores técnicos, administrativos, financeiro, etc.) terão o mesmo entendimento sobre o que este subsistema representa. A partir desta divisão, definem-se responsabilidades e estabelece-se a estrutura para controle.

| | |
|---------|--|
| nível 0 | 01 - CONJUNTO HABITACIONAL |
| nível 1 | 01.01 - INFRA-ESTRUTURA |
| nível 2 | 01.01.01 - SISTEMA DE ÁGUAS PLUVIAIS 01.01.02 - SISTEMA DE COLETA DE ESGOTOS 01.01.03 - SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA 01.01.04 - SISTEMA VIÁRIO |
| | 01.02 - EDIFICAÇÕES BLOCOS DE APARTAMENTOS |
| | 01.02.01 - CONJUNTO A (8 Blocos) 01.02.02 - CONJUNTO B (8 Blocos) 01.02.03 - CONJUNTO C (8 Blocos) |
| | 01.03 - EDIFICAÇÕES MANUTENÇÕES UNIFAMILIARES |
| | 01.03.01 - CASAS SETOR NORTE (100 un) |
| nível 3 | 01.03.01.01 - Tipo 1 (40 un) 01.03.01.02 - Tipo 2 (40 un) |
| | 01.03.02 - CASAS SETOR SUL (120 un) |
| | 01.03.02.01 - Tipo 1 (40 un) 01.03.02.02 - Tipo 2 (40 un) |

Figura 1 – WBS de uma obra em quatro níveis (ASSUMPÇÃO, 1996).

A utilização do WBS, segundo Assumpção (2009), possibilita:

- auxiliar na compreensão do escopo do empreendimento ou obra (conhecer o todo através de suas partes ou subsistemas);
- definir matriz de responsabilidades (atribuir responsabilidades para os diferentes níveis de decisão);
- estabelecer sistema de codificação, permitindo a apropriação e condensação de informações nos vários níveis (estabelecimento do plano de contas, área de responsabilidades, centros de custos, por exemplo);
- auxiliar na organização e administração do empreendimento (permite estabelecer uma linguagem comum sobre a divisão e estrutura de responsabilidades, que é utilizada por todos os setores da organização);
- preparar a lista de atividades e serviços para a programação e controle do empreendimento ou obra.

2.5.2 Histogramas

Para Assumpção (2009), os histogramas são gráficos que mostram a demanda de um recurso (mão de obra, materiais ou equipamentos) ou de custos, para os diferentes períodos de programação (Figura 2).

Esta representação é feita através de um sistema de coordenadas X-Y, onde, no eixo X, são indicados os períodos de programação (dias, semanas, meses, etc.) e no eixo Y, a demanda do recurso (recurso/tempo, recurso ou % do recurso em relação ao total programado).

Os histogramas não devem ser considerados, propriamente, uma técnica de programação, mas uma forma de apresentar a necessidade de recursos de um programa.

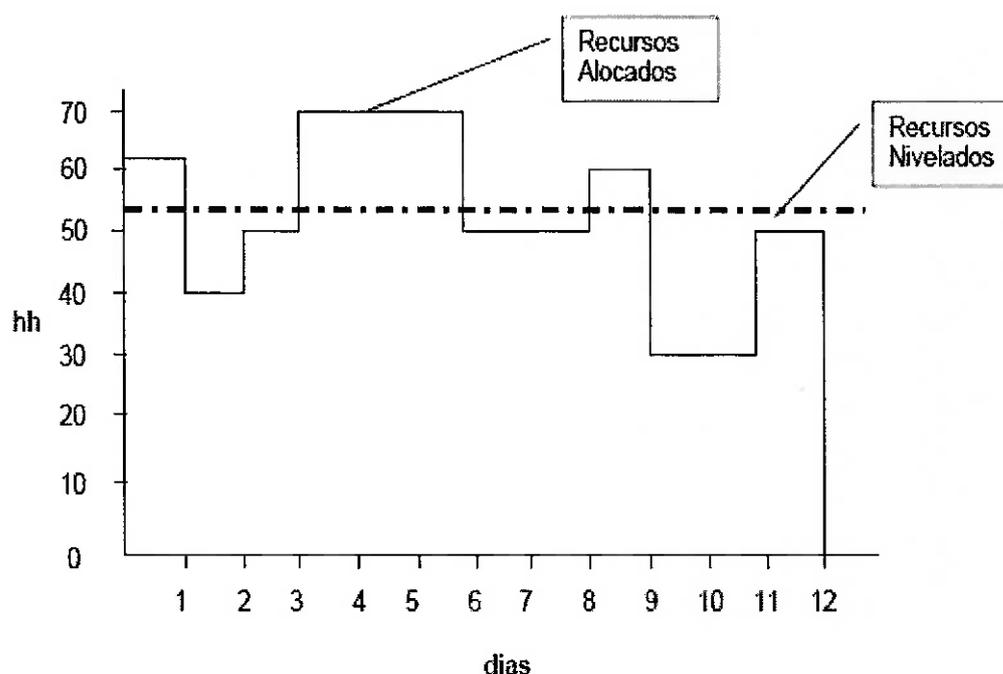


Figura 2 – Histograma de recurso (ASSUMPÇÃO, 1996).

Os histogramas possibilitam a análise da distribuição do recurso ou dos custos ao longo do empreendimento, permitindo a identificação de períodos onde esta distribuição pode não estar adequada.

2.5.3 Curva S

Para Fachini (2005), a curva S mostra a distribuição de recursos, custos e quantidade de trabalho ao longo do tempo, de maneira cumulativa (Figura 3).

Para Assumpção (1999), a curva S é a denominação que se dá a um histograma acumulado de recursos, quando as necessidades de recursos são crescentes até aproximadamente o meio da obra e decrescentes até o final. O histograma, ao ser acumulado, passa a mostrar o consumo total de recursos ou o custo acumulado até cada período da programação.

Assim sendo, para o último período da programação, a curva "S" indica o total de recursos, ou de custos, necessários à concretização do empreendimento como um todo.

Este instrumento de programação pode ser utilizado tanto para retratar o progresso de uma única atividade da obra, quanto para representar o progresso, ou a desempenho, da obra como um todo.

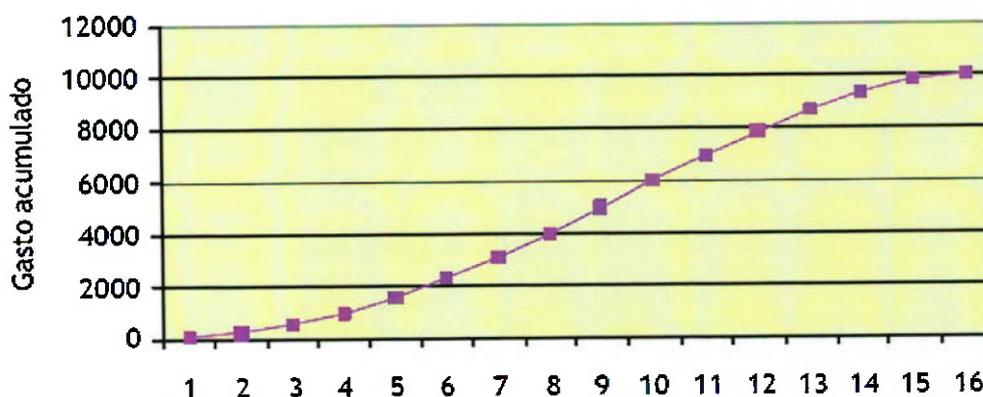


Figura 3 – Curva S (ANDRADE, 2005).

2.6 Técnicas de Preparação de Planos

Para Alves (2000), a programação resultante dos métodos de planejamento é um plano que contém de forma geral todo o trabalho que será realizado na obra, no qual aparecem os grandes grupos de atividades, tais como: fundações, superestrutura, alvenaria.

Para a preparação do plano, resultado do planejamento do empreendimento, podem ser utilizadas diferentes técnicas de programação tais como: gráficos de Gantt, redes de precedência, linhas de balanço.

Para Assumpção (1996), dentre as técnicas de programação utilizadas em construção civil, e em particular na construção de edifícios, duas se destacam: as linhas de balanço e as técnicas de rede.

2.6.1 Gráfico de Gantt

O método de Gráfico de Gantt foi desenvolvido pelo americano Henry L. Gantt em 1917 e consiste em marcações de segmentos de reta em barras de um gráfico. Gantt criou este método visando a produção fabril, porém, na década de 30, a construção civil passou a utilizá-lo em seu planejamento de obras (LIMMER, 1997).

Para Fachini (2005), este diagrama é formado por linhas paralelas horizontais e verticais, onde, nas abscissa, são indicados os tempos gastos pelas atividades (anos, meses, semanas, etc.), e na ordenada são indicadas as atividades da obra (Figura 4).

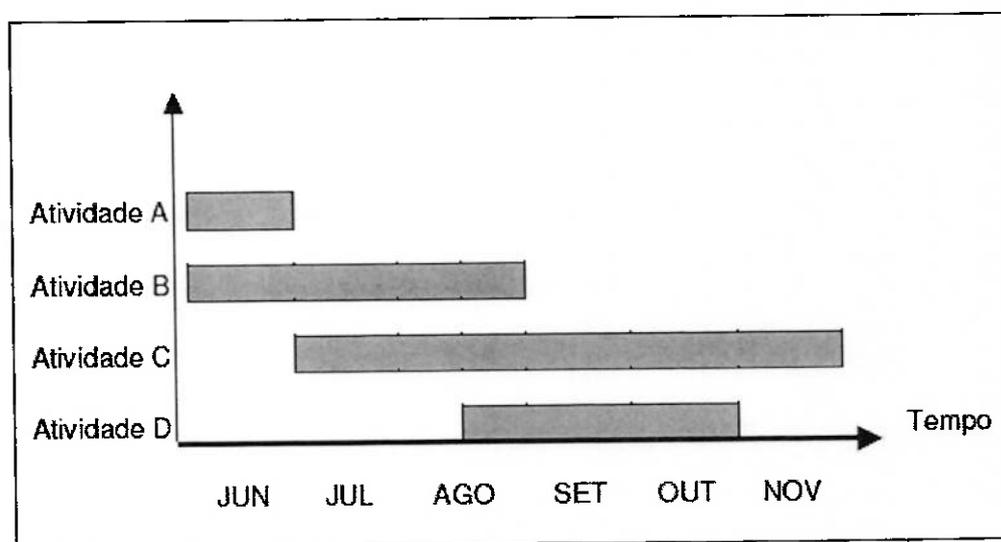


Figura 4 – Diagrama de Gantt (ASSUMPÇÃO, 2009).

O gráfico de Gantt é muito utilizado para se representar cronogramas de mão de obra, de materiais e de equipamentos, sendo muito importante quando se utiliza a técnica de alocação e nivelamento de recursos. Com ela pode-se avaliar o

progresso da execução em relação ao planejado, além de prever efeitos nas atividades posteriores.

Para Mendes Júnior (1999), o gráfico de Gantt é o mais simples método de planejamento e ainda o mais utilizado na construção civil tanto para planejamento quanto para controle de obras.

O gráfico de Gantt é uma técnica muito conhecida e utilizada, pois pode ser um complemento de outras técnicas de programação (LIMMER, 1997).

Para Fachini (2005), a maior deficiência desta técnica está na impossibilidade de se representar, no gráfico, as sequências e interdependências entre as atividades, pois, muitas vezes, estas atividades estão programadas para períodos simultâneos. Portanto, o cronograma de barras, na maioria das vezes, é considerado útil como um complemento a outras técnicas.

2.6.2 Técnicas de Rede

Na maioria das situações, as durações das atividades não podem ser precisamente previstas, e qualquer estimativa de tempo estará sujeita a dúvidas.

Em um projeto de construção civil, onde existem centenas de atividades, a duração do projeto e a programação de todas as atividades dependentes são afetadas pela incerteza de uma atividade. Por este motivo, a incerteza deve ser levada em conta nos cálculos da rede.

O método PERT (*Program Evaluation Review Technique* – Técnica de Avaliação e Revisão de Programação) surgiu em 1957 e foi, então, desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos.

No método PERT as durações das atividades são estimadas através de um tratamento estatístico, e a técnica é chamada de probabilística (FACHINI, 2005). Com a informação do tempo de duração das atividades, produz-se então o diagrama.

O método CPM (*Critical Path Method*) foi criado em 1957 pela Dupont de Neymours, para expandir seu parque fabril. A empresa se valeu de seu banco de dados, para determinar a duração das atividades semelhantes, o que possibilitou a criação de uma rede com uma única determinação do prazo de duração para cada atividade.

Para Fachini (2005), o método CPM é conhecido como um método determinístico, por basear-se em uma única determinação, do prazo de duração.

Essencialmente, o Método do Caminho Crítico é a representação do plano de um projeto por um diagrama ou rede esquemática, que retrata a sequência e o inter-relacionamento de todas as suas partes componentes, e que realiza a análise lógica e a manipulação dessa rede para a determinação do melhor programa de operações.

Para realizar o planejamento através do método CPM, inicialmente prepara-se um diagrama na forma de uma rede esquemática, a qual mostrará todas as atividades que compõem o projeto, e a relação entre elas, bem como suas durações (Figura 5).

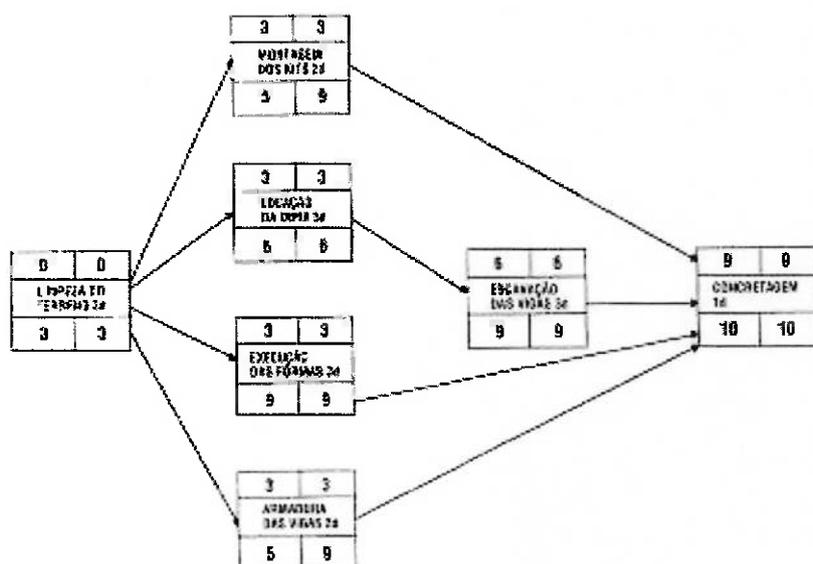


Figura 5 – Diagrama de precedência com parte de uma rede CPM (BERNARDES, 2003).

Considerando que a duração de cada atividade está diretamente relacionada ao seu custo, o apressamento de uma operação aumentará o seu custo e encurtará o seu tempo de execução, mas poderá não decrescer o tempo total do projeto, a menos que a tarefa acelerada esteja no caminho crítico das atividades.

2.6.3 Linhas de Balanço

Para Fachini (2005), a técnica de linha de balanço é uma ferramenta utilizada para macro programação, que apresenta meios de visualização para que os engenheiros de obras tirem maior proveito da repetição de atividades (Figura 6).

De acordo com Assumpção (2009), a construção do diagrama tempo-espaco é feita com a representação em escala, no eixo Y, das seções ou trechos onde são desenvolvidas as atividades, enquanto que no eixo X são indicadas as durações das atividades para cada uma das seções ou trechos nas quais elas se desenvolvem.

As atividades são representadas através de segmentos, cuja inclinação representa a velocidade ou ritmo com que as atividades serão desenvolvidas.

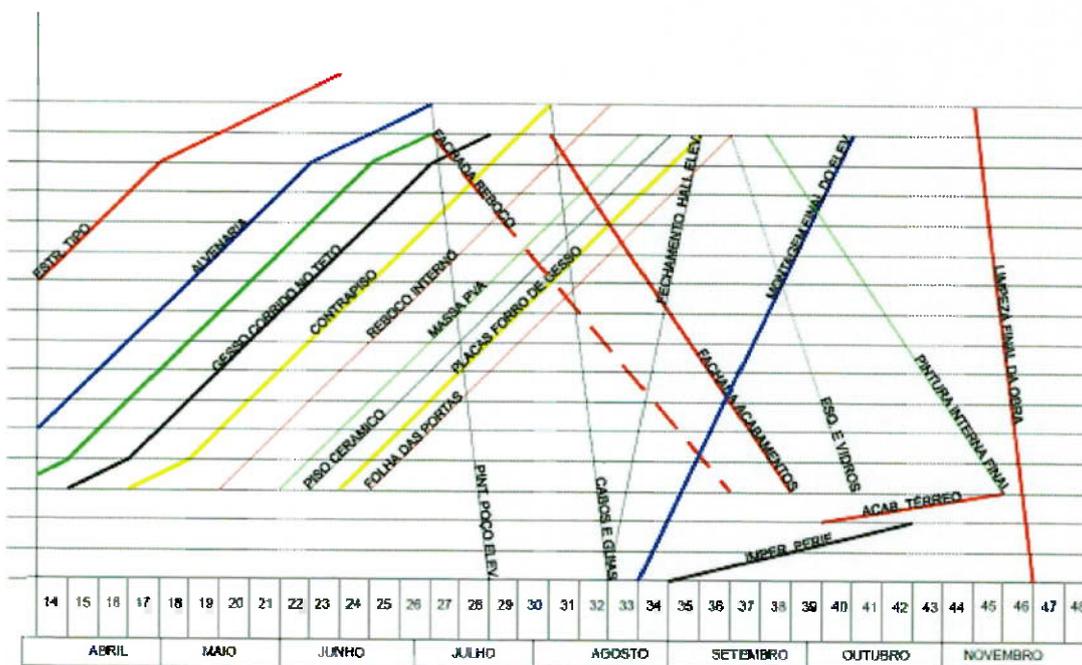


Figura 6 – Linha de balanço

Para Mendes Júnior (1999), a técnica da Linha de Balanço enfatiza a conclusão requerida de unidades completas (p.ex. pavimentos, seções, casas, etc.) e está baseada num conhecimento de como muitos processos de certo tipo devem ser concluídos num certo momento para atender a conclusão programada das unidades.

Para este mesmo autor, um dos grandes benefícios da técnica de Linha de Balanço é que esta fornece ritmos de produção e informações de duração em forma gráfica de fácil interpretação.

2.7 Etapas do Sistema de Planejamento

Para o PMI (2006), o planejamento inclui os processos necessários para assegurar que o projeto seja implantado no prazo previsto, considerando como principais os seguintes processos:

- a) definição das atividades: identificar as atividades específicas que devem ser realizadas para produzir os diversos subprodutos do projeto;
- b) sequenciamento das atividades: identificar e documentar as relações de dependência entre as atividades;
- c) estimativa da duração das atividades: estimar a quantidade de períodos de trabalho que serão necessários para a implementação de cada atividade;
- d) desenvolvimento do cronograma: analisar a sequência e as durações das atividades, e os requisitos de recursos para criar o cronograma do projeto;
- e) controle do cronograma: controlar as mudanças no cronograma do projeto.

Para Akkari (2009), independentemente da técnica utilizada, da capacitação dos seus recursos humanos (mão de obra própria ou externa), e das ferramentas de suporte, o sistema de planejamento deve possuir as seguintes etapas:

- identificação e definição do escopo;
- definição de ciclos de implantação (durações), suas fases e etapas;
- definição da modelagem de redes lógicas contemplando: sequência lógica e restrições tecnológicas do processo produtivo selecionado;
- alocação e nivelamento de recursos.

De acordo com diversos autores (FACHINI, 2005; CODINHOTO, 2003; FORMOSO, 2001; BERNARDES, 2001;), o sistema de planejamento pode ser compreendido por meio do modelo proposto apresentado na figura 7, segundo o qual o planejamento é dividido em cinco etapas principais.



Figura 7 – Ciclo de Planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987 apud CODINHOTO, 2003).

A seguir serão apresentadas as principais etapas do sistema de planejamento de obras.

2.7.1 Preparação do processo de planejamento

Para Formoso (2001), na preparação do processo de planejamento é que são definidos procedimentos e padrões a serem adotados na execução do processo de planejamento. Das inúmeras definições feitas nesta etapa do processo advém a necessidade de uma análise profunda das condições que influenciam as atividades do processo.

2.7.1.1 Decisões preliminares do processo

Para Bernardes (2001), decisões preliminares são inerentes ao processo de planejamento e controle, tais como a quantidade de níveis hierárquicos, a frequência de replanejamento em cada nível, o formato de planos, indicadores a serem coletados, o papel dos diferentes intervenientes, bem como ajustes no fluxo de informações que respalda o processo.

2.7.1.2 Definição de padrões de planejamento

Segundo Formoso (2001), a etapa de definição de padrões de planejamento envolve a definição de alguns padrões a serem empregados na realização do planejamento e controle. Entre os principais padrões destacam-se o WBS e o zoneamento da obra em áreas de trabalho.

Para Akkari (2009) um passo inicial para a elaboração de um planejamento é desdobrar um projeto em um número independente de partes ou de componentes reconhecíveis e estabelecer a ordem ou sequência na qual serão executados.

Formoso (2001) destaca que cada empresa pode definir critérios para a segmentação do trabalho em atividades e em zonas de trabalho, os quais dependem do tipo de obra a ser executada; da natureza do trabalho das equipes envolvidas; do grau de controle que a empresa pretende imprimir à produção.

Para Assumpção (1996), os edifícios para empreendimentos imobiliários são construídos, na sua maioria, com processos construtivos tradicionais, que permitem que se estabeleçam relações entre as obras, no que se refere à padronização de serviços e de sequências entre serviços, bem como a possibilidade de se parametrizar indicadores de produção.

Os edifícios de múltiplos pavimentos são, em geral, executados a partir de duas frentes de trabalho, que se desenvolvem através de dois subsistemas de produção (ASSUMPÇÃO, 1996). Estes subsistemas são mostrados na figura 8.

O primeiro, de progressão vertical, atua na região da Torre, ou no corpo principal da edificação. O segundo, de desenvolvimento horizontal, atua na região do Térreo ou na sua Periferia (ASSUMPÇÃO, 1996).

Estes subsistemas se relacionam quando as sequências de serviços de acabamento passam da Torre para o Térreo, e quando são estabelecidas restrições para a execução simultânea de serviços na fachada e de impermeabilização do Térreo (ASSUMPÇÃO, 1996).

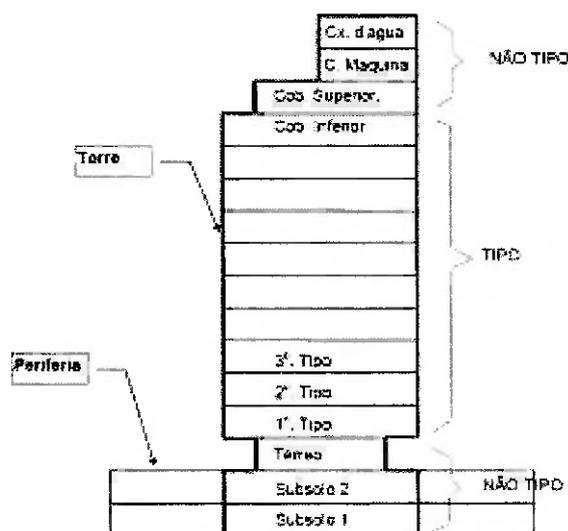


Figura 8 – Características de obras de edifícios (ASSUMPÇÃO, 1996).

De acordo com Barbosa (2005), para um melhor entendimento do planejamento, um dos primeiros procedimentos a ser realizado é a identificação das etapas, serviços, atividades e tarefas necessárias para a execução da obra. Esses podem ser subdivididos em:

- etapas: grandes fases em que uma obra pode ser dividida (estrutura, obra bruta, obra seca, obra fina etc.);
- serviços: compreendem um conjunto de operações necessárias para executar uma parte específica da construção (estrutura, alvenaria, revestimento, pintura, etc.);
- atividade: refere-se às subdivisões dos serviços em pavimentos (estrutura: execução do 1º ao 17º pavimento; alvenaria: do 1º ao 17º pavimento; pintura: do 17º ao 1º pavimento tipo, etc.);
- tarefa: são as operações, envolvendo homens, equipamentos e materiais, que através de um processo, executam um determinado trabalho dentro da construção (estrutura: armação, fôrma, concretagem; alvenaria: marcação, elevação, fixação; pintura: massa PVA, 1ª demão, pintura final).

2.7.1.3 Identificação de restrições

Para Formoso (2001), as restrições dizem respeito a dificuldades de acesso à obra e arranjo físico, limitações de recursos físicos, como, por exemplo, materiais, mão de

obra e equipamentos, ou financeiros, e comprometimento dos recursos da empresa em outros empreendimentos.

Para Santos (2001), antes de identificar uma restrição é necessário saber o seu significado. Há dois tipos de restrições:

- políticas: são políticas que continuam atuando quando já deviam ter sido substituídas, ou seja, são definidas como regras que permanecem em vigor após suas causas terem sido extintas;
- físicas: também chamados de gargalo, são recursos que não têm capacidade suficiente para atender a demanda.

De acordo com Santos (2001), com base em uma pesquisa realizada com gerentes de obras, o tipo de restrição mais comum é a restrição política ao invés da física. Isso ocorre em parte pelo fato destas políticas ditarem a maneira como as coisas devem ser feitas, e em parte pela visão limitada dos gerentes a respeito das boas políticas e procedimentos, que apóiam as metas locais em detrimento das globais.

No que se refere às máquinas e equipamentos, a produção no canteiro de obras não difere muito da manufatura, pois é perfeitamente aceitável que um guincho ou betoneira não tenha capacidade suficiente para atender a demanda.

Entretanto, no tocante a mão de obra a situação é diferente, pois a construção civil apresenta processos dependentes da mão de obra e a manufatura não (SANTOS, 2001).

Esta particularidade da construção civil faz com que as equipes se tornem um dos principais fatores responsáveis por uma atividade ser ou não ser um gargalo, quer seja pela disponibilidade, quer seja pelo ritmo de trabalho (SANTOS, 2001).

Outra situação comum é encontrar sistemas produtivos sem gargalos, mas com recursos que têm restrições de capacidade (RRC), isto é, recursos que em média têm capacidade ociosa, mas não têm capacidade suficiente para atender aos picos de demanda, se tornando o gargalo do sistema naquele período. Na construção civil, os equipamentos de transporte vertical são um exemplo claro de RRC, pois em alguns períodos apresentam sobrecarga e em outros, ociosidade.

Para Santos (2001), uma vez identificado o gargalo, existem duas maneiras para a sua solução:

- adicionando mais capacidade ao recurso (por ex.: contratando mais funcionários ou adquirindo mais máquinas): neste ponto a questão passa a ser o tempo consumido para adicionar mais capacidade ao gargalo, por exemplo: uma máquina pode levar meses para ser entregue;
- gerenciar melhor o recurso: visando tirar o máximo possível dele na forma em que ele se encontra, com todas as suas limitações e problemas.

Para Formoso (2001), uma forma de combater as restrições é alocar recursos redundantemente. Ou seja, se necessário, pode haver a alocação de recursos acima do mínimo necessário (por exemplo, equipamentos cuja quebra tem um impacto muito negativo na produção). Perde-se em eficiência, mas se ganha em confiabilidade, o que pode tornar a operação envolvida probabilisticamente mais econômica.

2.7.1.4 Definição do plano de ataque

Para Bernardes (2001), esta atividade é desenvolvida em paralelo com a identificação de restrições existentes no ambiente da obra. Ela consiste na definição dos fluxos de trabalho das principais atividades da produção.

Por exemplo, em empreendimentos residenciais, algumas empresas iniciam a obra pela construção das torres de baixo para cima (estrutura e alvenaria), executam revestimentos de cima para baixo e depois realizam os serviços relativos à periferia (pilotis, entrada do prédio, garagens, etc.).

Neste momento é importante também a definição dos principais fluxos de materiais, os quais devem ser devidamente representados numa planta de leiaute do canteiro.

Para Assumpção (1996), as sequências tecnológicas são impostas por condicionantes físicos ou técnicos e são características de cada processo.

Por exemplo, na construção de edifícios pelo processo tradicional de construção, alvenarias só podem ser feitas após a execução das estruturas; revestimentos após alvenarias, assentamento de portas após pisos etc.

Na elaboração do programa de execução podem ser definidas sequências não tecnológicas, definidas por conveniência. Como regra geral, as sequências definidas por conveniência não podem se sobrepor às tecnológicas, ou por impedimento físico

ou por implicarem em quebra de qualidade ou geração de retrabalho (ASSUMPÇÃO, 1996).

Barbosa (2005) lista algumas estratégias de execução, considerando diferentes trajetórias de obra para a execução da torre do edifício vertical:

- sem inversão: estratégia em que todas as etapas de serviços na região da torre são executadas de baixo para cima, utilizando a mesma trajetória em que a estrutura é executada, com a execução partindo do primeiro pavimento tipo e seguindo para os demais pavimentos superiores;
- inversão total: estratégia na qual, geralmente a partir da etapa de obra seca (onde se executam serviços de gesso acartonado, ramais de esgoto, impermeabilizações em geral) ou da etapa de obra fina (onde são executados serviços como colocação de cerâmica, instalação de porta-pronta, instalação de louças e metais e pintura interna), os serviços são executados de cima para baixo, ou seja, são iniciados a partir do último pavimento tipo em direção ao primeiro pavimento tipo;
- inversão parcial: estratégia em que quando a execução da estrutura encontra-se na metade do total de pavimentos do edifício, executa-se uma impermeabilização provisória e inicia-se, a partir daí, a execução dos serviços das etapas de obra seca e fina de cima para baixo, ou seja, da metade do edifício para baixo, enquanto a estrutura ainda continua sendo executada da metade do prédio para cima. Ao término da estrutura, as equipes de execução de obra seca e fina transferem-se para o último pavimento e executam os serviços a partir deste até o pavimento onde existe a impermeabilização provisória. Esta estratégia, geralmente é utilizada para edifícios muito altos, com prazos apertados.

2.7.2 Coleta de informações

Segundo Formoso (2001), a qualidade do processo de planejamento e controle depende fortemente da disponibilidade de informações para os tomadores de decisão.

Para Assumpção (1996), considerando a semelhança entre as obras de edificações, construídas com o mesmo processo construtivo, indicadores como custos médios de construção, produtividade global da mão de obra, e custos e consumos de insumos

por serviço; podem ser parametrizados – a partir de empreendimento protótipo, e utilizados para compor cenários para análises de comportamento da produção.

Através destes indicadores, podem-se gerar informações sobre as principais variáveis de produção dos empreendimentos que tiverem a mesma tipologia que a do empreendimento protótipo (ASSUMPÇÃO, 1996).

2.7.3 Elaboração dos planos

Segundo Bernardes (2001), esta etapa é a que, geralmente, recebe maior atenção dos responsáveis pelo planejamento. Esta atenção está ligada ao fato de que, neste momento, é forjado o produto do processo de planejamento, ou seja, o plano de obra.

Para Akkari (2009), após determinar a relação entre as atividades, modela-se uma rede lógica que expresse a inter-relação das atividades e respectivo sequenciamento a ser observado para que uma determinada estratégia construtiva seja implementada.

A modelagem da rede lógica a partir das dependências das atividades é usada para representar uma importante parte da lógica da programação dos empreendimentos da construção, por exemplo, estratégica geral de construção, sequenciamento das atividades, e suas ligações (AKKARI, 2009),

Ao longo do tempo, o gerenciamento de empreendimentos da Construção Civil tem focado sua atenção na programação de atividades, com ênfase em métodos suportados por redes lógicas como o CPM, o mais disseminado no setor da construção, e eventualmente o PERT.

Para Akkari (2009) vários modelos de planejamento têm evidenciado problemas, principalmente por considerarem, índices de produtividade baseados em manuais de orçamentação como o TCPO e a experiência dos gerentes de obra, para definir: as durações; os recursos (mão de obra, equipamento, dinheiro); a dependência das atividades.

A estimativa da duração da atividade envolve avaliar o período de trabalho que provavelmente será necessário para implementar cada atividade. Uma pessoa ou grupo da equipe que estiver mais familiarizada com a natureza de uma atividade específica deve fazer ou, no mínimo, aprovar a estimativa (PMI, 2006).

A duração das atividades, segundo PMI (2006), pode também ser estimada, utilizando ferramentas e técnicas como:

- a) avaliação especializada – é frequentemente requerida para avaliar entradas desse processo. Tal habilidade pode ser provida por um grupo ou indivíduo com conhecimento especializado ou treinamento, e está disponível em várias fontes;
- b) estimativas por analogias – usam-se os valores reais das durações de projetos anteriores ou similares para estimar a duração de uma atividade futura. Isto é frequentemente utilizado na estimativa de duração de uma atividade quando existe uma quantidade limitada de informações detalhadas sobre o projeto;
- c) simulações – calcular múltiplas durações com diferentes conjuntos de premissas.

Para Fachini (2005), para se sair de uma postura de atribuição mais arbitrária de duração das atividades, é importante conhecer a razão que regula, conjuntamente, a relação entre duração, número de operários alocados e quantidade de serviço a executar. Tal razão, nada mais é que a produtividade no uso da mão de obra.

Abaixo, apresenta-se algumas razões para uso de indicadores de produtividade na definição da duração e alocação de equipe:

- uma melhoria de produtividade faz com que uma mesma equipe execute uma mesma quantidade de serviço numa duração menor;
- uma mesma produtividade, associada a um aumento de equipe, teria, para uma mesma quantidade de serviço a executar, o efeito de redução da duração da atividade.

2.7.4 Programação de Recursos

De acordo com Formoso (2001), a programação de recurso de médio prazo envolve recursos cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo. Caracterizam-se, geralmente, por longo ciclo de aquisição e pela baixa repetitividade deste ciclo, tais como elevadores, cerâmica para revestimento e esquadrias de madeira. O lote de compra, geralmente, corresponde ao total da quantidade de recursos a serem utilizados.

Para curto prazo, refere-se àqueles recursos cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio

prazo. Caracterizam-se, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo. Os lotes de compra são, geralmente, frações da quantidade total do recurso. Tipicamente enquadram-se nesta categoria os seguintes insumos: blocos cerâmicos, vidros, tubos e conexões de PVC, etc. (FORMOSO, 2001).

Bernardes (2001) destaca que a programação de recurso pode se dar em três níveis de planejamento. Nesse caso, os recursos podem ser programados em momentos específicos durante a execução do empreendimento, podendo ser classificados em três classes distintas:

- recursos classe 1: são aqueles cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deve ser realizada a partir do planejamento de longo prazo.
- recursos classe 2: aqueles cuja programação de compra, aluguel e/ou contratação deverá ser realizada a partir do planejamento tático de médio prazo e que se caracterizam, geralmente, por um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e por uma média frequência de repetição deste ciclo.
- recursos classe 3: são aqueles cuja programação pode ser realizada em ciclos relativamente curtos (similares ao horizonte do plano de curto prazo).

Akkari (2009) alerta que as técnicas de programação apresentam algumas limitações relevantes, sendo que a principal limitação refere-se ao modo como os recursos são considerados. Segundo esta autora, nenhuma das técnicas faz qualquer consideração quanto ao uso dos recursos necessários à execução das atividades.

Os principais softwares para processamento de rede lógica dispõem de algoritmos tanto para nivelamento como para alocação de recursos. São aplicados a partir de um conjunto de regras de priorização atribuídas a cada atividade, como critérios para disputa e alocação dos recursos demandados (AKKARI, 2009).

O software provê a identificação das situações de conflito e tem capacidade para prover soluções de re-arranjo da demanda simulada, só que são pouco usados, pouco divulgados e de difícil aplicação (AKKARI, 2009).

2.7.5 Difusão das informações

Para Formoso (2001), as informações geradas a partir da elaboração dos planos precisam ser difundidas entre os seus usuários, tais como diferentes setores da empresa, projetistas, subempreiteiros e fornecedores de materiais.

2.7.6 Avaliação do processo de planejamento

O processo de planejamento deve ser avaliado de forma a possibilitar a melhoria do processo para empreendimentos futuros, ou para um mesmo empreendimento, quando for relativamente longo o período de execução (BERNARDES, 2001).

Para tornar possível tal avaliação, é necessária a utilização de indicadores de desempenho, não só da produção propriamente dita, mas também do próprio processo de planejamento.

É necessário definir a periodicidade dos ciclos de avaliação, de forma a detectar falhas nas diversas etapas, criando-se, assim, possibilidades de melhorias. Ciclos muito curtos podem definir tomadas de decisão pouco amadurecidas, enquanto ciclos muito longos podem resultar numa inércia que tende a gerar desmotivação nos envolvidos.

As características próprias da empresa, da obra e dos intervenientes precisam ser avaliadas para o dimensionamento destes ciclos.

2.7.7 Ciclo de preparação e avaliação do processo

O ciclo de preparação e avaliação do processo tem um caráter intermitente e refere-se às definições do processo de planejamento e controle, que são realizadas no início do empreendimento, e às avaliações deste processo, parciais ou ao final de cada empreendimento (FORMOSO, 2001).

Este ciclo acontece de forma muito deficiente nas empresas de construção, na medida em que a grande maioria dedica pouca atenção à sua realização.

2.7.8 Ciclo planejamento e controle

O ciclo do planejamento e controle repete-se várias vezes durante a realização de um empreendimento, em diferentes níveis hierárquicos, baseado nas definições formuladas a partir do ciclo anterior. Assim, com base nos parâmetros e

procedimentos já estabelecidos, realizam-se atividades mais operacionais, tais como a coleta de dados, a elaboração de planos e a difusão de informações.

Para Formoso (2001), a função controle deve ser efetuada em tempo real, ou seja, seu papel é orientar a realização de ações corretivas durante a realização dos processos. Assim, muda-se o papel do controle de uma postura reativa para uma postura pró-ativa, na qual o conceito de controle expande-se para além da idéia de inspeção ou verificação, para, efetivamente, assumir o papel de correção das causas estruturais dos problemas. Para que isto ocorra é necessário que o ciclo de retroalimentação seja rápido e que as informações cheguem num formato adequado aos tomadores de decisão.

O controle é o acompanhamento contínuo da execução e a contínua comparação do realizado com o previsto no planejamento, apontando-se discrepâncias aos responsáveis pelas ações corretivas, caracterizando um ciclo de retroalimentação entre os níveis de gerência do projeto (Figura 9) que recebe informações sobre seu andamento, e o de execução, que recebe instruções sobre como prosseguir na implementação do projeto (LIMMER, 1997).

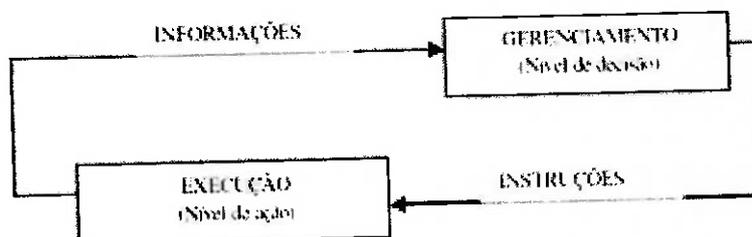


Figura 9 – Processo de controle de planejamento.

Dentro do possível, é importante que a empresa procure integrar os sistemas de controle. Por exemplo, os mesmos ciclos de controle nos quais se avalia o atingimento de metas físicas da produção poderiam envolver também o gerenciamento de custos, fluxos físicos e segurança do trabalho. Este tipo de integração reduz os custos dos sistemas de informação e, ao mesmo tempo, facilita a manutenção da consistência dos dados referentes a diferentes aspectos da produção.

Outra necessidade de avanço para a função controle é a utilização de indicadores, de forma a evitar que as decisões sejam tomadas com base apenas na intuição e experiência. Devem ser utilizados tanto indicadores referentes ao processo de

planejamento quanto ao desempenho da produção, visando à identificação precisa da origem do problema encontrado. É importante também que existam indicadores relacionados a diferentes níveis gerenciais, sendo alguns expressos em metas físicas, mais voltados ao controle a nível operacional, e outros em termos de custo. A diversidade da natureza destes indicadores é fundamental para a motivação e envolvimento dos vários níveis gerenciais no processo de planejamento.

Fachini (2005) cita com indicadores de avaliação da programação o PPC (percentual de programação concluída); o desvio de prazo; o avanço físico; e a produtividade da mão de obra.

Para Novais (2000), a utilização de indicadores em nível operacional, possibilita a identificação de oportunidades de melhorias na programação de curto prazo e na detecção de aspectos importantes para a eficácia do mesmo, pois identificando problemas com antecedência, a solução deles se torna mais fácil.

Na Tabela 1 apresenta-se uma proposta de sistema de Indicadores para controle do planejamento de Formoso (2001).

Tabela 1 – Sistema de Indicadores para controle do planejamento

| N | Identificação dos desejos dos clientes | Requisitos de desempenho | Atributos mensuráveis | Indicador |
|---|---|--|--|---|
| 1 | Proteção da Produção | Cumprir as metas estipuladas | Número de metas semanais cumpridas dividido pelo número total de metas semanais planejadas | Porcentagem do planejamento concluído (PPC) |
| 2 | Comprometimento | Cumprir as metas estipuladas pelo subempreiteiro | Número de metas semanais cumpridas pelo subempreiteiro dividido pelo número de metas semanais planejadas | Porcentagem do planejamento concluído (PPC) pelo subempreiteiro |
| 3 | Confiabilidade de término da obra | Entregar a obra no prazo planejado | Média ponderada das atividades que estão em desenvolvimento na obra | Projeção de prazo |
| 4 | Transparência no desenvolvimento dos serviços | Evitar interferências desenvolvimento dos serviços | Ritmo executado pelo planejado da atividade | Percentual de atividades no ritmo planejado |
| 5 | Consistência dos planos | Os ritmos estabelecidos pelo cronograma geral sejam cumpridos pelo semanal | Número de tarefas no ritmo planejado dividido pelo número total de tarefas | Desvio de ritmo |
| 6 | Consistência hierárquica dos planos | Não ter incoerência entre os níveis de planejamento | Número de tarefas iniciadas na data prevista dividido pelo número total de tarefas planejadas no plano de médio prazo | Percentual de atividades iniciadas na data prevista |
| 7 | Eficácia do planejamento de médio prazo | Cumprir as metas estipuladas na duração prevista | Número de tarefas completadas na duração prevista dividido pelo número total de tarefas planejadas no plano trimestral | Percentual de atividades concluídas na duração prevista |
| 8 | Eficácia do processo de programação de recursos | Não ter solicitação irregular de material no | Número de lotes solicitados fora do período regular estabelecido e/ou lotes solicitados com prazo de entrega menor daquele especificado pelo departamento de compras dividido pelo número total de lotes | Percentual de solicitações irregulares de material |

Fonte: Formoso (2001).

2.8 Diretrizes para Melhoria do Processo de Planejamento

Nota-se que vários os fatores responsáveis por insucessos dos empreendimentos de construção civil têm origem na deficiência do sistema de planejamento.

O impacto econômico da deficiência do planejamento envolve custos associados a ociosidade da mão de obra e a retrabalhos.

Boa parte desses custos não é contabilizada pelas construtoras e incorporadoras, seja pela falta de controle de custos, ou pelo fato de ser absorvido pelos prestadores de serviço (subempreiteiros).

Entretanto, sabe-se que as dificuldades financeiras dos subempreiteiros são repassadas aos contratantes, seja de forma direta, a partir do aumento do custo dos serviços, ou de forma indireta, com a deficiência de execução, atrasos, ou mesmo, repassando passivos trabalhistas.

Conclui-se, então, que cabe às construtoras investirem na melhoria do sistema de planejamento.

Com base na revisão bibliográfica, serão apresentadas, neste item, algumas diretrizes para melhoria do processo de planejamento de empreendimentos de construção civil.

Bernardes (2001), em pesquisa sobre deficiências dos sistemas de planejamento realizado, apresenta um conjunto de ações necessárias para a melhoria dos sistemas de planejamento:

- melhorar a organização do tempo de trabalho;
- estabelecer padrões de segmentação da obra que auxiliem na coerência entre os níveis de planejamento;
- implementar um plano de médio prazo;
- implementar uma técnica de preparação do plano de curto prazo;
- verificar a disponibilidade financeira antes da preparação dos planos;
- considerar as reais necessidades do sistema produtivo;
- envolver o mestre na preparação do plano de curto prazo;
- implementar um sistema de indicadores para o controle do planejamento e da produção
- reformulação do sistema de programação de recursos

Formoso (2001), também lista algumas diretrizes e recomendações para a melhoria dos sistemas de planejamento de obras:

- nível de detalhamento de um planejamento mais adequado depende também do grau de incerteza envolvido;
- envolvimento de diferentes departamentos e responsáveis pelo processo de planejamento e controle;
- definição de alguns padrões técnicos para o processo de planejamento;
- a elaboração dos planos de obra deve ser baseada na definição de pacotes de trabalho, ao invés de definir metas através de percentuais de serviços executados;
- fluxo de informações seja descrito formalmente, através de uma representação gráfica;
- o processo de planejamento e controle da produção deve ser um processo compartilhado por vários setores da empresa, em diferentes níveis gerenciais;
- fazer uso mais adequado de tecnologia da informação;
- o processo de planejamento e controle da produção deve considerar a necessidade de gerenciar os fluxos de montagem, materiais e/ou informações e trabalho, focando na eliminação das atividades que não agregam valor.

3 ESTUDO DE CASO

O objetivo deste estudo de caso é levantar diretrizes para melhoria do sistema de planejamento. Essas diretrizes foram levantadas a partir da identificação dos principais problemas que ocasionaram atrasos na data de entrega do empreendimento estudado.

O caso escolhido trata-se de um empreendimento de dois edifícios residenciais localizados na zona leste da cidade de São Paulo. O empreendimento é de responsabilidade da Construtora Cyrela Ltda.

A construção do empreendimento ocorreu no período conhecido com “boom da construção”, em que houve grande demanda por serviços de construção causando falta de mão de obra, materiais e equipamentos.

3.1 Apresentação da Empresa¹

O Grupo Cyrela Brazil Realty foi fundado em 1.962, atuando inicialmente no segmento de incorporação imobiliária. A partir de 1.981, foram criadas a construtora Cyrela e a Imobiliária Seller, para construção e venda de seus empreendimentos respectivamente.

Em 2005, foi criada a Facilities para atuar no segmento de administração de imóveis residenciais com serviços de facilidades para seus moradores. Em 2007, o grupo instituiu a CCP (Cyrela Comercial Properties) atuando na gerência de imóveis comerciais construídos pelo grupo.

No final de 2010, o grupo possuía mais de 3.200 funcionários distribuídos em:

- Cyrela Brazil Realty: mais de 3000 no escritório e obras de São Paulo e Rio de Janeiro;
- Seller: 121 corretores de imóveis;
- Facilities: 12 funcionários;
- CCP: 36 funcionários.

¹ Os dados apresentados no item 3.1 foram obtidos na página eletrônica da empresa www.cyrela.com.br. Acessado em 20/01/2011.

O grupo atua hoje em 66 cidades, distribuídos em 16 estados e recentemente entrou no mercado estrangeiro com uma parceria com a empresa IRSA para incorporação de imóveis residenciais na Argentina.

No final de 2010, a empresa apresentava um total de 35 mil unidades entregues, mais de 150 canteiros de obras em execução e aproximadamente 9 milhões m² de terreno em estoque, para lançamentos futuros.

Dos terrenos em estoque, uma área de 2 milhões m² será destinada para a construtora Living, empresa criada pelo grupo para atender ao mercado de imóveis econômicos.

A Cyrela Construtora Ltda tem seu Sistema de Gestão da Qualidade certificado de acordo com a norma ISO 9001 na versão do ano 2008 pela *Lloyd's Register Quality Assurance*.

A construtora foi desmembrada em unidades de negócios (UN), com objetivo de descentralizar as tomadas de decisão sob aspecto gerencial: São Paulo, Rio de Janeiro, Norte-Nordeste, Centro Oeste e Sul.

Em cada unidade de negócio, há um presidente, que está auxiliado por três diretores, sendo: um da área de terrenos e novos negócios; um da área comercial e o outro da diretoria de engenharia.

Os departamentos sob a responsabilidade da diretoria de engenharia são divididos, conforme figura 10, em gerências: de Planejamento; de Projetos; de Suprimentos e Geral de Obras; de Qualidade; de Assistência Técnica; de Obras de Terceiros e de Instalações.

Em relação à coordenação de obras, estão os profissionais: engenheiros de obra; arquitetos responsáveis pelas personalizações de unidades dos respectivos empreendimentos; Administrativos de Obras; Mestres; Encarregados e Estagiários.



Figura 10 – Organograma Diretoria de Engenharia.

3.2 Características do Empreendimento Estudado

A caracterização do empreendimento Reserva Jardim Gravatá é a seguinte:

- condomínio vertical de apartamentos residencial formado por dois edifícios;
- Torre A – 24 pavimentos-tipo com quatro apartamentos por andar;
- Torre B – 23 pavimentos-tipo com quatro apartamentos por andar;
- 188 apartamentos;
- terreno com área de 8.326,00 m² ;
- área construída total de 39.279,89 m²;
- arquitetura em estilo Neoclássico, com fachada revestida com textura acrílica;

Características dos apartamentos:

- apartamentos tipo com área privativa de 130,50 m² com: terraço social; área de serviços; dependência de empregada; sala de estar e jantar; galeria; lavabo; cozinha/copa; três dormitórios e uma suíte.

O condomínio possui em suas áreas comuns (figuras 12 a 15):

- playground, praça de leitura, praça central, espelho d'água, portaria social e portaria de veículos; piscina adulta e infantil, salão de festas, fitness, salão de

jogos, descanso com ofurô e sauna, solarium, acesso para deficientes físicos, vestiários masculino e feminino, quadra poliesportiva, casa de bombas, depósito de lixo.



Figura 11 – Edifício do Condomínio Reserva Jardim Gravatá



Figura 12 – Entrada social



Figura 13 – Piscina adulto e infantil

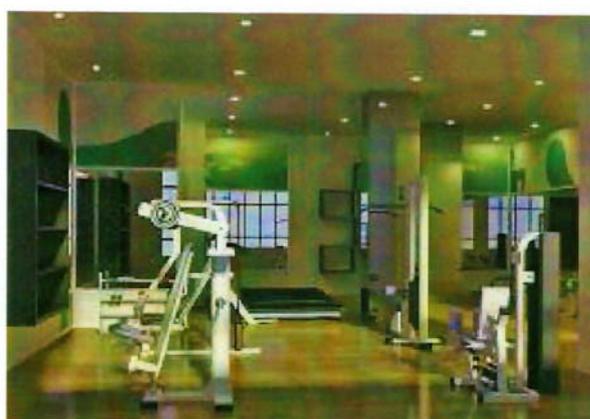


Figura 14 – Perspectiva ilustrada do Fitness



Figura 15 – Planta da implantação do Condomínio Reserva Jardim Gravatá

3.3 Características do Sistema Construtivo

A construção dos edifícios estudados pode ser classificado como sistema construtivo tradicional e caracterizado por:

- subsistema de fundações: tubulões, estaca Strauss e sapatas;
- subsistema estrutural: estrutura reticulada (pilares, vigas e lajes) de concreto armado moldado “in loco”;
- subsistema de vedações: vedações externas e internas de bloco cerâmico;
- subsistema de revestimento de fachadas: revestimento composto por chapisco e emboço para pintura;
- subsistema instalações: instalações embutidas na laje, externa à laje, embutida na vedação, com material flexível ou rígido.

3.4 Sistema de Planejamento

Neste item, serão descritas as etapas do sistema de planejamento identificadas no estudo de caso de acordo com as etapas relacionadas no Capítulo 2.

3.4.1 Preparação do processo de planejamento

O Sistema de Planejamento da empresa é formalizado por meio de procedimento do Sistema de Gestão da Qualidade da construtora (SGQ).

Em geral, as obras da construtora têm características semelhantes, e em razão de a empresa já ter vários anos de experiência, o Departamento de Obras já possui uma proposta de WBS com as principais etapas da obra (Tabela 2).

Tabela 2 – Proposta de WBS

| Item | Etapas | Item | Etapas |
|------|--|------|----------------------------------|
| 1.1 | Perfil / Parede Diafragma | 1.16 | Contrapiso Áreas frias |
| 1.2 | Escavação | 1.17 | Revest. Azulejo |
| 1.3 | Tirantes | 1.18 | Forro de gesso |
| 1.4 | Fundação - Estacas / Tubulões | 1.19 | Piso Cerâmico |
| 1.5 | Fundação - Blocos / Sapatas | 1.20 | Tampos |
| 1.6 | Fundação - Blocos / Sapatas | 1.21 | Portas de Madeira |
| 1.7 | Estrutura da Torre - Subsolos ao teto Térreo | 1.22 | Pintura - 1ª Demão |
| 1.8 | Estrutura da Periferia - 3 Subsolos e Térreo | 1.23 | Interruptores e Tomadas (miolos) |
| 1.9 | Estrutura da Torre - Tipo | 1.24 | Caixilhos e vidros |
| 1.10 | Alvenaria tipo | 1.25 | Louças e metais |
| 1.11 | Contrapiso Acústico | 1.26 | Pintura - 2ª Demão |
| 1.12 | Contramarco ou Gabarito | 1.27 | Limpeza |
| 1.13 | Emboço Áreas Frias | 1.28 | Fachada / Emboço |
| 1.14 | Distribuições Hidr. - Ramais Embutidos | 1.29 | Fachada / Colocação de Gradil |
| 1.15 | Revest. Gesso | 1.30 | Fachada / Pintura |

O sistema de planejamento é constituído de dois níveis. No primeiro nível, com um carácter mais estratégico denominado de planejamento “Macro” é elaborado pelo Gerente de Planejamento.

No segundo nível, é elaborado um planejamento de maior detalhe chamado de planejamento “detalhado”, de responsabilidade da equipe de obra.

A identificação de restrições não é documentada, ou seja, não se sabe quais as considerações quanto à identificação e combate as restrições durante a elaboração do planejamento macro.

O planejamento detalhado, em suas revisões, é adaptado de forma a combater as restrições encontradas durante a execução da obra. As principais restrições e problemas durante a execução da obra serão apresentados em item específico deste trabalho.

A trajetória de obra para a execução da torre é definida pelo Gerente de Planejamento e não pode ser alterada, sendo considerada no planejamento. De acordo com a nomenclatura proposta por Barbosa (2005), a estratégia de execução pode ser considerada sem inversão, em que todas as etapas de serviços na região da torre são executadas de baixo para cima.

Para a maior parte da execução dos serviços, são contratadas empresas especializadas de serviços engenharia e subempreiteiros. Na execução da estrutura é utilizado pessoal próprio da construtora.

3.4.2 Coleta de informações

O planejamento macro é com base em informações obtidas durante a elaboração do estudo de viabilidade com projetos preliminares e diretrizes quanto aos indicadores urbanísticos.

O planejamento detalhado, em sua primeira versão, é realizado com base em projetos legais de aprovação na prefeitura e nos primeiros projetos executivos a ficarem prontos (fundações e estrutura).

As atualizações do planejamento detalhado são com base nos projetos executivos que vão sendo desenvolvidos (instalações, vedação, revestimento etc.) além das restrições identificadas pelo engenheiro responsável pela obra.

Durante a elaboração da primeira versão do planejamento detalhado, são realizados: laudo de vizinhança, seguro da obra, execução de serviço de contenção, movimentação de terra e fundação.

3.4.3 Elaboração dos planos

Conforme descrito anteriormente, o planejamento é realizado em dois níveis, portanto, também são apresentados dois planos, um cronograma macro e o cronograma detalhado.

3.4.3.1 Planejamento macro

O cronograma macro (Anexo A) é elaborado pelo gerente do Departamento de Planejamento durante o estudo de viabilidade do empreendimento.

Para confecção do cronograma macro é utilizado o software Project, e o produto final é um diagrama de Gantt, em que são indicadas as etapas da obra (WBS).

A validação do cronograma macro inicia-se após a incorporação confirmar a realização do empreendimento e lançamento para vendas.

No cronograma macro são definidas a data de início e término da obra, das principais etapas; define-se também o prazo para execução da obra e o caminho crítico das atividades.

O gerente de Planejamento elabora o cronograma macro com base em sua experiência profissional e em indicadores do banco de dados da empresa.

A duração das etapas é definida levando em consideração o tipo de fundação, quantidade de apartamentos, a quantidade de andares, a quantidade de torres, condições e serviço de periferia, condições específicas do produto, etc.

O departamento de planejamento também informa o uso de equipamentos e histograma com a quantidade de mão de obra do pessoal de apoio e administração.

3.4.3.2 Planejamento detalhado

A equipe de obra deve fazer o planejamento detalhado (Anexo B) com a elaboração de um cronograma do tipo Gráfico de Gantt utilizando o software Project. O detalhamento deve ser feito por meio da divisão das etapas em atividades.

A primeira versão do cronograma detalhado deve ser apresentada e aprovada pelo Departamento de Planejamento na data de início das atividades de obra.

Nesse caso a equipe de obra iniciou a elaboração do cronograma detalhado dois meses antes da data de início da obra.

Observando-se também que, a equipe de obra tem como limitação não poder programar nenhuma etapa terminando após a data prevista no cronograma macro.

O cronograma detalhado deve ser validado com o Gerente do Departamento de Planejamento responsável pelo controle da obra, juntamente com o Coordenador de Obras.

A partir da validação da primeira versão, a equipe de obra deve efetuar revisões para serem apresentadas ao Departamento de Planejamento a cada quatro meses.

3.4.4 Programação dos recursos

Os recursos são programados também em dois níveis, sendo o primeiro elaborado junto com o cronograma macro.

O programa macro de recursos é feito por meio do uso de indicadores e da experiência profissional do Gerente de Planejamento.

O segundo nível de programação de recursos ocorre com o planejamento detalhado. Neste nível, o engenheiro de obra programa a necessidade de mão de obra, materiais e equipamentos com base em levantamentos efetuados em projetos executivos.

O engenheiro de obra tem o desafio de programar os recursos de forma detalhada para atender as datas de término das etapas definidas no cronograma macro. Muitas vezes, o engenheiro de obra teve de programar os recursos para atender o prazo de atividades que ficou comprimido em razão de atrasos em atividade predecessoras.

3.4.5 Difusão das informações

As informações geradas a partir da elaboração do cronograma detalhado são difundidas para o pessoal da obra por meio de reuniões com a equipe e por e-mails aos subempreiteiros.

Para o comprometimento da equipe administrativa da obra com o planejamento, foi estipulado um prêmio no valor adicional de 20% do salário. Esse prêmio é pago, caso a obra atinja uma série de indicadores, sendo que o principal indicador é o atendimento aos prazos estabelecidos no cronograma.

3.4.6 Ciclo planejamento e controle

Como descrito em 3.4.3.2 o cronograma deve ser revisado no mínimo a cada quatro meses.

O cronograma detalhado é atualizado com a inserção de datas realizadas e reprogramação das atividades necessárias.

Os desvios e atrasos identificados pela equipe da obra na execução dos serviços são comunicados ao Coordenador da Obra e à Diretoria Técnica, para que sejam avaliadas quais providências devem ser tomadas para evitar o atraso na entrega do empreendimento.

Para o controle do planejamento são utilizados indicadores que são monitorados mensalmente pela Diretoria Técnica.

Esses indicadores são apresentados em reuniões mensais aos gestores dos departamentos de engenharia.

3.5 Principais Causas do Atraso na Entrega da Obra

Com base no cronograma macro, a data de início da obra era de abril de 2007 com término em julho de 2009, ou seja, um prazo de execução de vinte e oito meses.

A entrega das chaves dos apartamentos para os clientes era prevista para o mês de agosto de 2009. Os contratos de vendas dos apartamentos estabeleciam uma carência de seis meses.

O início da obra ocorreu conforme a data planejada. A entrega das chaves ocorreu em novembro de 2009, em assembléia realizada no dia 25/11/2009, ou seja, com um atraso de três meses.

A obra apresentou um custo 6% superior ao estimado no orçamento. Essa diferença foi causada principalmente em razão do atraso na execução.

A seguir, serão apresentadas as principais causas citadas pelo coordenador de obras em relação ao atraso identificado de três meses.

3.5.1 Desmontagem do estande de vendas

Após o lançamento das vendas, o empreendimento fica sob a responsabilidade da equipe de Incorporação até o início da obra. A montagem e desmontagem do estande de vendas é de responsabilidade da Incorporação.

Houve atraso na desmontagem do estande de vendas da obra em razão da não comercializadas de algumas unidades, porém a obra foi iniciada.

A não desmontagem do estande de vendas prejudicou o andamento do serviço de cravação de perfis metálicos e da escavação do condomínio Gravatá (Figuras 16 e 17).



Figura 16 – Desmontagem do estande de vendas.



Figura 17 – Serviço de escavação com interferência do estande de vendas.

Em razão da permanência do estande de vendas impossibilitando o acesso do equipamento bate estaca, alguns perfis metálicos do sistema de contenção não puderam ser cravados conforme projeto, sendo que os mesmos foram substituídos por estacas do tipo Strauss (Figura 18).

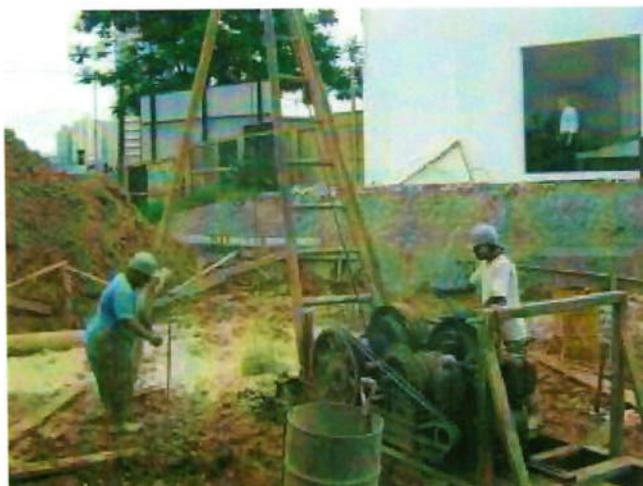


Figura 18 – Execução de estaca Strauss próximo ao estande de vendas.

3.5.2 Rebaixamento do lençol freático

Durante a execução dos serviços de movimentação de terra, notou-se o surgimento de um grande volume de água. O projeto inicial das fundações não previa rebaixamento do lençol freático (Figuras 19 e 20).



Figura 19 – Terreno encharcado após a movimentação de terra.

Houve a necessidade de se instalar um sistema de rebaixamento do nível do lençol freático. Esse sistema foi composto por 6 bombas de 12 CV (Figura 21).

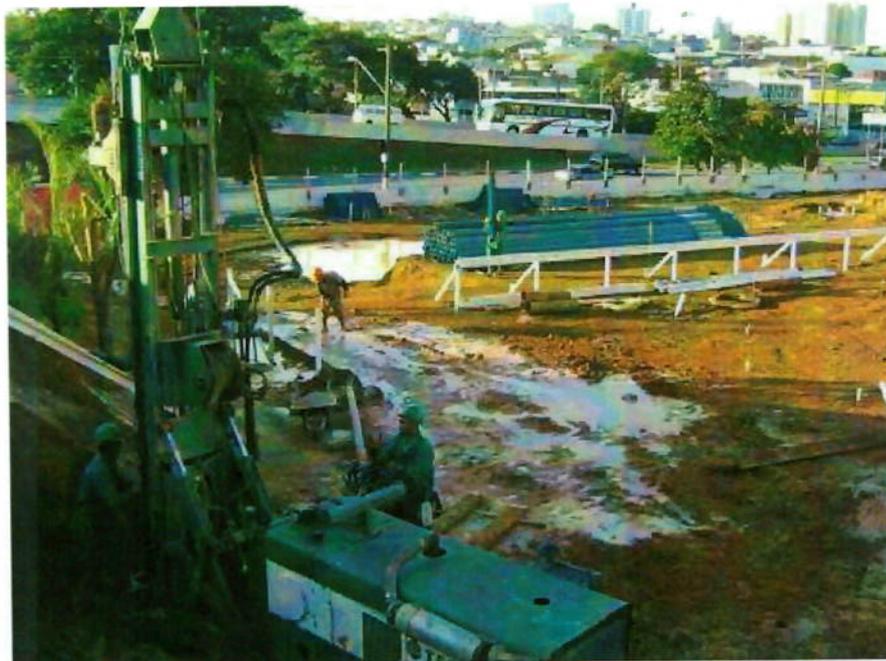


Figura 20 – Equipamento de perfuração do terreno para instalação de tubos de dreno para rebaixamento do lençol freático.



Figura 21 – Terreno após o rebaixamento do lençol freático e detalhe do equipamento de bombeamento de água.

Em razão da potência das bombas, gerou-se a necessidade de uma instalação de energia elétrica de 75 KVA. A obra dispunha inicialmente de 75 KVA do estande de vendas. Portanto, para o pleno funcionamento do sistema de rebaixamento do lençol foi necessária a solicitação de nova entrada de energia elétrica.

O início do funcionamento do sistema de rebaixamento do lençol (bombeamento) ocorreu 15 dias após término de sua construção, quando a segunda entrada de energia ficou pronta.

Após o funcionamento do sistema de rebaixamento, foram necessários 8 dias para o nível de água abaixar possibilitando a sequência dos serviços de fundação.

3.5.3 Projeto de fundações

O projeto inicial de fundações especificava que toda a fundação das torres seria com tubulões com escavação manual (Figura 22).



Figura 22 – Operação de retirada de terra da escavação de tubulação realizada manualmente.

Mesmo com o sistema de rebaixamento do lençol freático em funcionamento, para a escavação dos tubulões ainda foi necessário realizar o bombeamento de água dos furos (Figura 23).



Figura 23 – Bombeamento de água de dentro do furo do tubulão.

Observou-se, durante as escavações dos tubulões, que o solo era duro demais, impossibilitando atingir cota de apoio solicitada no projeto de fundações, por esta razão, em alguns pontos, os tubulões foram substituídos por sapatas (Figura 24).



Figura 24 – Sapata de fundação

Em razão da dificuldade de execução dos tubulões e a necessidade de alterações no projeto, ocorreu atraso na entrega da etapa de fundação.

3.5.4 Escavação manual

Houve a necessidade da escavação de grande quantidade de solo para execução das sapatas, vigas baldrame e blocos.

Essa escavação foi realizada manualmente, necessitando de grande quantidade de operários e apresentou baixa produtividade (Figura 25).



Figura 25 – Detalhe da escavação manual de baldrame.

O volume de terra retirado das regiões escadas dificultou o fluxo dos operários, materiais e equipamento no canteiro (figuras 26 e 27).



Figura 26 – Solo amontoado próximo ao local de escavação.



Figura 27 – Volume de terra proveniente da escavação das sapatas.

Um dos problemas causados pelo volume de terra depositado pelo canteiro foi o acesso dificultado dos caminhões betoneiras ao local de aplicação (sapatas, blocos e baldrame).

3.5.5 Uso de fôrmas de madeira serrada

As fôrmas das sapatas, baldrames e blocos foram feitas com madeira serrada (Figura 28). Em razão dos diferentes tipos de elementos, foram necessárias várias adaptações nas fôrmas. Isto gerou baixo índice de reaproveitamento e baixa produtividade de execução (Figura 29).



Figura 28 – Fôrma dos blocos com madeira serrada.



Figura 29 – Detalhe da execução dos baldrames

3.5.6 Dificuldade de acesso ao canteiro

Inicialmente, o local de acesso de caminhões ao canteiro era pela Avenida Prof. Luiz Inácio Anhaia Melo. Porém, a prefeitura proibiu o descarregamento de material por esse acesso, sob a alegação de causar congestionamento na avenida (Figura 30).



Figura 30 – Edifício com destaque do acesso pela Avenida Luiz Inácio de Anhaia Mel.

O acesso foi transferido para a rua paralela, porém foi necessário construir uma rampa com altura de 6,0 m de altura (Figura 31).



Figura 31 – Rampa de acesso ao canteiro de obras.

3.5.7 Atraso no fornecimento de concreto

A sequência utilizada para a execução da etapa de estrutura foi estabelecida pelo Departamento de Planejamento com ciclo de execução de cinco dias trabalhados para a execução de um pavimento tipo:

- 1º dia: inicia-se a montagem das fôrmas e o posicionamento da armação dos pilares;
- 2º dia: montagem das fôrmas das vigas e parte das fôrmas das lajes;
- 3º dia: término da montagem das fôrmas das lajes e concretagem dos pilares;
- 4º dia: armação das vigas e lajes;
- 5º dia: a concretagem das vigas e lajes, com a utilização de concreto bombeado.

Na Tabela 3, apresentam-se os prazos de execução da estrutura dos pavimentos em que ocorreram atrasos no ciclo de 5 dias.

Tabela 3 – Atrasos ocasionados por problema no fornecimento do concreto

| Torres | Gravatá Torre A | Gravatá Torre B |
|--|-------------------------|-------------------------|
| Pavimentos em que ocorreram atrasos no ciclo de produção (concretagem) | 3ª laje 7 dias | 3ª laje 8 dias |
| | 4ª laje 8 dias | 4ª laje 14 dias (greve) |
| | 5ª laje 7 dias | 12ª laje 6 dias |
| | 6ª laje 14 dias (greve) | 13ª laje 6 dias |
| | 17ª laje 7 dias | 14ª laje 6 dias |
| | 18ª laje 6 dias | 15ª laje 7 dias |
| | 20ª laje 7 dias | 17ª laje 6 dias |
| | | 19ª laje 6 dias |
| | | 20ª laje 7 |
| | | 21ª laje 6 dias |
| Total de atrasos (dias) | 12 dias | 13 dias |

Nota: o total de dias de atraso não considera os dias de greve, (que serão discutidos no item 3.5.9)

3.5.8 Rotatividade da equipe da obra

Durante a execução da obra, houve a necessidade da troca dos profissionais da equipe administrativa (engenheiro e coordenadores). Na Tabela 4, são apresentados os períodos em que ocorreram as trocas das equipes.

Tabela 4 – Períodos das equipes na obra

| Engenheiros | Período |
|----------------------|-------------------|
| Engenheiro 1 | 04/2007 a 08/2007 |
| Engenheiro 2 | 10/2007 a 01/2008 |
| Engenheiro 3 | 04/2008 a 06/2009 |
| Engenheiro 4 | 06/09 a 11/2009 |
| Coordenadores | Período |
| Coordenador 1 | 04/2007 a 09/2007 |
| Coordenador 2 | 10/2007 a 01/2008 |
| Coordenador 3 | 02/2008 a 11/2009 |

A troca dos profissionais da equipe administrativa trouxe prejuízos principalmente relacionados a fluxo das informações. As informações da equipe administrativa são fundamentais no estabelecimento de estratégia para o combate das restrições no sistema de planejamento.

3.5.9 Greves

Os operários do canteiro de obras estudado ficaram em greve no período que antecedeu o dissídio do ano de 2009.

Os dias em que os operários ficaram parados foram: 07/04/09; 08/04/09; 09/04/09; 10/04/09; 14/04/09; 15/04/09 e 16/04/09.

Ao todo, os operários ficaram em greve durante 7 dias.

Após término da greve (16/04/09) os empreiteiros somente retornaram a produtividade ideal esperada dia 21/04/09.

3.5.10 Alteração no projeto de instalações hidráulicas

Assim como outras atividades, a instalação hidráulica no início da sua execução sofreu modificação no projeto.

Foi pedido pela diretoria da empresa que houvesse alteração no processo executivo das instalações hidráulicas.

No projeto original, as instalações hidráulicas seriam executadas de forma tradicional, ou seja, as tubulações seriam montadas no local e embutidas em cortes feitos nas alvenarias (Figura 32).



Figura 32 – Instalação hidráulica com corte na alvenaria para embutimento das instalações

A alteração proposta consistia na utilização de kits hidráulicos montados em bancada e depois instalados no local sobre a alvenaria e posterior fechamento com placas de gesso acartonado (Figura 33).

O motivo dessa modificação foi racionalizar o processo para ganhar em produtividade. Seria o primeiro empreendimento a utilizar esta tecnologia construtiva na empresa.

Embora fosse uma melhoria, o desenvolvimento de inovações tecnológicas não planejadas para este empreendimento impactou fortemente na produção.



Figura 33 – Instalação hidráulica com sistema racionalizado de kits e fechamento de gesso acartonado.

3.5.11 Uso de mão de obra própria para as instalações hidráulicas

Para o serviço de instalações hidráulicas, o gestor da obra identificou a restrição quanto a falta de subempreiteiro para atender a obra.

Como solução, a execução das instalações hidráulicas foi realizada com equipe própria da construtora. A contratação da equipe ocorreu durante a execução da obra.

Destaca-se que a empresa não tinha experiência nesse tipo de mão de obra de instalação.

Na montagem das equipes foram selecionados profissionais e pessoas inexperientes que deveriam ser treinadas. Para o treinamento dos operários foi criada uma parceria com o SENAI.

O início do serviço foi tumultuado, porém ao final a equipe já obtinha uma produtividade desejada.

3.5.12 Problemas com falência do subempreiteiro

Durante a execução da estrutura, aproximadamente do 7º pavimento, a empresa responsável pelos serviços de armação abriu falência de sua empresa.

Com isto, a obra ficou com os serviços de armação parados por 6 dias até a contratação de um novo empreiteiro.

3.5.13 Falta de mão de obra para execução dos serviços

Durante a execução dos serviços gerais, os empreiteiros tiveram dificuldades para montar as equipes em razão da falta de profissionais disponíveis para contratação.

Em relação a este problema, foi necessária a contratação de novos empreiteiros para a execução dos serviços, sendo feita a divisão dos contratos anteriormente realizados com um único empreiteiro (Tabela 5).

Tabela 5 – Subempreiteiros que apresentaram dificuldades para contratação de mão de obra.

| Serviços | Subempreiteiro originalmente contratado com problemas de contratação de mão de obra | Subempreiteiros contratados durante a execução para suprir falta de mão de obra |
|--------------------------------------|---|---|
| Revestimento de argamassa de fachada | EMP. A | EMP. A e EMP. C |
| Serviço do pavimento térreo | EMP. A | EMP. A, EMP. C e EMP. D |
| Revestimento cerâmico | EMP. A | EMP. A e EMP. E |
| Revestimento de gesso | EMP. B | EMP. B e EMP. F |

3.5.14 Personalização dos apartamentos

Nos edifícios de múltiplos pavimentos de alto padrão é necessário oferecer opções de planta, além de possibilitar que o cliente personalize a sua unidade. Essa flexibilidade facilita muito as vendas.

As personalizações foram aceitas e divididas em duas fases:

- 1ª fase: são modificações de alvenaria; instalações elétricas e instalações hidráulicas;
- 2ª fase: são modificações de acabamentos como mármore e granitos; revestimento cerâmico; louças e metais; pisos de madeira; pintura etc.

Na Tabela 6, apresenta-se a quantidade de apartamentos modificados nas duas fases para as duas torres do empreendimento.

Tabela 6 – Quantidade de apartamentos modificados

| Edifícios | Unidades modificadas na 1º fase | Unidades modificadas na 2º fase |
|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Gravatá torre (A) | 32 | 17 |
| Gravatá torre (B) | 37 | 24 |

As modificações, apesar de contribuírem para o aumento das vendas, trazem problemas quanto ao planejamento da obra. As personalizações quebram o ritmo proporcionado pela repetição dos serviços nos pavimentos, contribuindo para o atraso na entrega da obra.

3.5.15 Fluxo de materiais e pessoas

O empreendimento estudado foi executado junto com outro empreendimento da empresa, em um terreno ao lado (divisa).

O departamento de planejamento da empresa decidiu unificar a administração para os dois empreendimentos por questão de custos, ou seja, a equipe técnica e administrativa era comum as duas obras, engenheiro, mestre, almoxarife e encarregados.

Também houve o uso compartilhado de elementos do canteiro (almoxarifado, escritório, banheiros etc.).

O uso compartilhado almoxarifado gerou a necessidade de grandes deslocamentos horizontais de materiais e pessoas no canteiro (Figura 34).



Figura 34 – Vista geral do canteiro de obras.

O transporte vertical dos materiais foi feito através de dois guinchos de cremalheira por torre (figura 35 e 36) e mini-grua.

Em razão das quantidades de serviços e a simultaneidade na execução, foi necessário uso intensivo dos equipamentos de transporte.

A dependência destes equipamentos de transporte vertical associada a frequência de quebra dos equipamentos, ocasionou paralisações no abastecimento de materiais nos andares, gerando atrasos na obra.



Figura 35 – Elevador Cremalheira.

3.5.16 Outros problemas

Os principais problemas que ocasionaram os atrasos nas obras foram relatados nos itens anteriores. Neste item serão listados problemas citados como de menor importância na ocorrência de atrasos na obra:

- reforma e ajuste nos sistemas de fôrmas feita com sistema considerado como tradicional com uso intensivo de madeira e baixo nível de industrialização (Figura 36);



Figura 36 – Sistema de fôrma com uso madeira.

- dificuldade no transporte das peças do sistema de fôrmas entre os pavimentos;
- dificuldade na execução da estrutura de periferia por causa da declividade do terreno (Figura 37);



Figura 37 – Execução de estrutura de periferia.

- Quebra de equipamento de apoio à produção com betoneiras, misturadores, serra etc.;
- chuvas intensas, vendavais e intempéries;
- falta de energia ou água na região.

3.6 Diretrizes para Melhoria do Sistema de Planejamento

Serão apresentadas diretrizes para melhoria do sistema de planejamento com foco nos momentos de grande demanda por serviços de construção civil. Estas diretrizes foram elaboradas a partir das constatações dos problemas relacionados no item anterior:

- **uso de mão de obra própria:** em época de grande demanda por mão de obra a contratação de subempreiteiros se torna difícil. Uma estratégia para combater esta restrição é por meio da utilização de mão de obra própria.

Para o uso de mão de obra própria é necessário ser estabelecido em planejamento estratégico, em que se programe o aproveitamento dos profissionais em diversas obras, para se evitar a perda do processo de capacitação;

- **inovações tecnológicas:** as propostas de uso de novos sistemas construtivos devem acontecer durante o planejamento macro da obra. Em razão de falta de mão de obra, optar por sistemas construtivos mais industrializados e por uso mais intensivo de equipamentos.

Um exemplo seria a adoção de PEX nas instalações hidráulicas. Por ter flexibilidade, permite passagem da caixa de distribuição até o ponto de consumo, por meio de tubos guia. A utilização do sistema PEX facilitaria nas alterações de leiaute e nas personalizações feitas pelos clientes;

- **contratação de subempreiteiro:** deve-se avaliar a capacidade produtiva dos fornecedores (subempreiteiros).

O subempreiteiro deve ser capaz de atender a necessidade de compressão do cronograma, ou seja, quando se faz necessário se executar uma atividade em prazo menor que o previsto anteriormente.

A redução do prazo, na maioria da vezes, exige o aumento da equipe do subempreiteiro, portanto é importante avaliar a capacidade de subempreiteiro oferecer flexibilidade no tamanho da equipe.

- **investigação do solo:** melhorar o procedimento de investigação dos solos.

Em razão do aquecimento do mercado imobiliário, muitas vezes, são solicitados aos projetistas de fundações respostas muito rápidas, o que pode prejudicar os

procedimentos de investigação dos solos, por exemplo, quanto a avaliação do nível do lençol freático em diferentes meses do ano.

O período entre o lançamento do empreendimento para as vendas e o início da obra, poderia ser utilizado para a realização de um estudo mais detalhado do tipo de solo, nível de lençol freático e a tecnologia de execução das fundações;

- **definição do prazo global de obras:** melhorar o processo de definição do prazo global da obra, considerando as possíveis restrições e, se possível, utilizar o período de carência.

Como o prazo total de execução da obra é determinado pelo departamento de planejamento no cronograma macro, o ideal seria que a equipe de engenharia responsável por executar a obra, também opinasse no cronograma. Essa troca de experiência com o pessoal de obra possibilitaria um melhor ajuste nos prazos eliminando possíveis atrasos.

Faz-se necessário prever algumas restrições em razão, por exemplo, da falta de profissionais, sendo necessários prazos maiores de execução.

Estes prazos poderiam ser ajustados considerando o período de carência. O uso de prazo de carência apenas se justifica em um período de grande demanda na construção em que faltam alguns recursos e os empreendimentos estão mais suscetíveis a restrições.

A reprogramação e o possível aumento de prazo permitirá, em alguns casos, se manter a mesma equipe de execução, sem a necessidade de contratações de emergência.

- **integração entre profissionais:** o ideal seria que na concepção dos projetos fossem discutidas as possíveis soluções com Gerente de Projetos; o Coordenador de Projetos da Obra; o Coordenador de Obras; o Engenheiro de Obra e os Projetistas (Estrutura, Fundação, Fôrmas).

Essa integração possibilitaria a elaboração de projetos que possibilitasse a eliminação de gargalos no empreendimento, como, por exemplo, a previsão do uso de tecnologias de construção menos dependes de mão de obra.

- **Uso mais intensivo de equipamento:** o uso de equipamentos permite um menor uso de mão de obra, tornando o empreendimento menos suscetível a restrição deste recurso.

Para a adoção de equipamento de grande porte (elevadores, guias, guindastes etc.) é necessário se prever no planejamento estratégico, sendo programado o seu uso em diversos empreendimentos.

A adoção de equipamentos de grande porte, quando não planejada, pode se tornar um dos maiores gargalos da obra, em razão da demanda por este tipo de equipamento e sua possível indisponibilidade no momento da compra ou locação.

Para o uso de equipamento, também se faz necessário ter um plano de manutenção preventiva para reduzir possíveis restrições relativas à quebra.

- **Planos de retenção de profissionais:** a empresa deve prever um plano para reter os seus profissionais, principalmente os ligados à gestão da obra.

A troca dos profissionais da equipe de gestão da obra gera problemas ligados a perda de informações, possibilitando atrasos na obra.

- **Adoção de pacotes padrão de personalização:** a empresa não deve impedir que ocorram personalizações nos projetos dos apartamentos, porém as personalizações devem ocorrer de uma forma padronizada, ou seja, dentro de opções que podem ser planejadas anteriormente sem interferir muito no andamento das atividades.

4 CONCLUSÃO

Por meio da revisão bibliográfica, foi possível constatar que o planejamento vem assumindo um papel estrategicamente mais relevante na determinação do grau de competitividade das empresas de construção.

Porém vários problemas ainda são identificados no decorrer dos empreendimentos e tem sua origem em falhas do sistema de planejamento, principalmente em um período de grande demanda por construção civil.

O período em que foi realizado o Estudo de Caso ficou conhecido com o “Boom da Construção Civil” em razão do crescimento do setor.

Durante a realização do estudo, identificou-se que realmente ocorreram grandes demandas por serviços, sendo que houve dificuldades para a contratação de profissionais; indisponibilidade na entrega de materiais essenciais (como o concreto); e indisponibilidade de fornecedores de equipamentos (e manutenção dos mesmos).

Também se verificou que o período foi marcado por grande demanda em relação aos projetos de construção civil. Esse aumento na demanda gerou uma falta de tempo para os projetos na busca pelas melhores soluções técnicas, prejudicando o detalhamento de projetos.

Em razão das dificuldades encontradas durante a execução da obra, foram tomadas algumas decisões emergenciais, como, por exemplo: a mudança de tecnologia executiva das instalações hidráulicas, com o objetivo de aumentar a produtividade e recuperar possíveis atrasos; e a contratação de diferentes subempreiteiros.

Outra decisão tomada foi a contratação de mão de obra própria para execução de alguns serviços para diminuir a dependência em relação à subempreiteiros.

Verificou-se que algumas das decisões tomadas deveriam ser realizadas em nível do planejamento estratégico e não apenas em relação a uma obra, como foi o caso do uso de mão de própria. Esta decisão deveria ser tomada pensando na utilização destes profissionais em futuras obras, pois nesta obra ocorreu um atraso em razão da necessidade de treinamento da equipe.

Acredita-se que as empresas de construção civil estão familiarizadas ao uso de sistemas de planejamento, porém são necessários alguns melhoramentos.

Assim, entende-se que o planejamento deve ser melhorado em todos os níveis, não somente no nível operacional. Portanto foram apresentadas sugestões de melhoria do processo de planejamento para os três níveis: estratégico, tático e operacional.

Os principais pontos para melhoria do sistema de planejamento dizem respeito ao planejamento estratégico de recursos de grandes restrições (mão de obra e equipamento de grande porte).

Também se notou a necessidade da melhoria da confiabilidade quanto à definição dos prazos das atividades, reconhecendo-se antecipadamente as possíveis restrições, principalmente em momento de grande demanda.

As sugestões de melhorias apresentadas na monografia foram: uso de mão de obra própria; adoção de inovações tecnológicas; melhoria do processo de contratação de subempreiteiro; melhoria dos procedimentos de investigação do solo; melhoria da definição do prazo global de obras; integração entre profissionais; uso mais intensivo de equipamento; planos de retenção de profissionais; e adoção de pacotes padrão de personalização.

Por fim, conclui-se que há necessidade das construtoras em um maior investimento nos processos de planejamento, sendo efetivo no combate às restrições, e podendo trazer grandes benefícios para o empreendimento e para as pessoas envolvidas.

Referências

AKKARI, A. M. P. **Proposição de um método de nivelamento de recursos a partir de princípios da teoria das restrições para o planejamento operacional**, 2009. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ALVES, T. D. C. L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras proposta baseada em estudos de caso**. 2000. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

ANDRADE, A. C. **Integração de controles relativos à qualidade, prazo e custo: aplicação à alvenaria**. 2005. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Técnicas de planejamento de empreendimentos**. Salvador: UFBA, 2009.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de Empreendimentos na Construção Civil Modelo para Planejamento Estratégico da Produção de Edifícios**. 1996. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

BARBOSA, M. **Análise de estratégias de execução para edifícios verticais com diferentes sistemas construtivos**. 2005. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, 2005.

BERNARDES, M. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2003. 190 p.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 285 p.

BRITEZ, A. A.. **Diretrizes para especificação de pinturas externas texturizadas acrílicas em substrato de argamassa**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo, 2007. 148 p.

CODINHOTO, R. **Diretrizes para o planejamento e controle integrado dos processos de projeto e produção na construção civil**, 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

COELHO, H. O. **Diretrizes e requisitos para o planejamento e controle da produção em nível de médio prazo na construção civil.** 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

EGLE, T. **Obra: sempre um (bom) motivo para uma desculpa.** *Téchne*, São Paulo, n. 161, Agosto 2010.

FACHINI, A. C. **Subsídios para a programação da execução de estruturas de concreto armado no nível operacional.** 2005. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo 2005.

FORMOSO, C. T. (Org.) **Planejamento e controle da produção em empresas de construção.** Porto Alegre: Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 50 p.

GONÇALVES, J. P. **Evolução e Perspectivas do Crédito Imobiliário: Os Fatores que o Impulsionaram e Perspectivas para os Próximos Anos.** *Revista Construção Mercado*, n.85, p. 52-54, São Paulo, agosto 2008.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações,** 2003. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: LTC, 1997.

MARCHESAN, P. R. C. **Modelo integrado de gestão de custos e controle da produção para obras civis,** 2001. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

MATTOS, A. D. **Por que os cronogramas “ furam ”?** *Mundo Project Management*, Setembro, 2007.

MATTOS, A. D. **Planejamento para planejadores.** *Guia Da Construção*, São Paulo, n. 32, Abril 2004.

MENDES JUNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos,** 1999. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

- NAKAMURA, J. **Cronograma crítico**. Técnica, São Paulo, n. 159, junho 2010.
- NETTO, A. **Manual da pontualidade**. Construção Mercado, São Paulo, setembro 2010.
- NOVAIS, Sandra Gaspar. **Aplicação de ferramentas para o aumento da transferência no processo de planejamento e controle de obra da construção civil**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. 103 p.
- REIS, P. **A obra atrasou, e agora?**. Construção Mercado, São Paulo, v. 110, 2010.
- PRATES, M. O. B. **O desafio do aumento da produtividade**. Conjuntura da Construção. Conjuntura da Construção, Sinduscon e FGV; dezembro 2010.
- PMI-PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of Knowledge**. Pennsylvania, 2006.
- SANTOS, R. B. **Avaliação da aplicação da teoria das restrições no processo de planejamento e controle da produção de obras de edificação**. 2001. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. 182 p.
- VARALLA, R. **Planejamento e Controle de Obras**. São Paulo: O Nome da Rosa Editora, 2003. 118 p.
- VILLAS BOAS, F. **A obra atrasou, e agora?** [Entrevista concedida a Pâmela Reis]. Construção Mercado, São Paulo, v. 110, 2010.

ANEXO A – CRONOGRAMA MACRO

ANEXO B – CRONOGRAMA DETALHADO

