ANÁLISE DOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE UMA LAJE NERVURADA COM UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

Tatiana Martins de Araújo

MONOGRAFIA SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DE CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PRODUÇÃO.

Aprovada por:

_____
Prof. Marcos Martins Borges, D. Sc.

_____
Prof. Vanderli Fava de Oliveira, D. Sc.

_____
Profª. Maria Aparecida Hippert Cintra, D. Sc.

JUIZ DE FORA, MG - BRASIL
JANEIRO DE 2007

FICHA CATALOGRÁFICA

ARAÚJO, TATIANA MARTINS
Análise dos processos de planejamento e execução de uma laje nervurada com utilização de ferramentas computacionais [Juiz de Fora] 2007
VII, 45 p. 29,7 cm (UFJF, Engenharia de Produção, 2007)
Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora
1. Execução de uma laje nervurada
I. UFJF II. Título (série)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, presente em todos os momentos de minha vida e que me dá a possibilidade de concretizar mais este sonho.

Ao meu orientador Prof. Marcos Martins Borges pelo apoio, incentivo e paciência ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À professora Maria de Fátima Bianco Corrêa, pelos conselhos e grande ajuda na finalização deste trabalho.

Aos funcionários da empresa José Rocha, especialmente Giovane e Alessandra, pela atenção dispensada durante o desenvolvimento deste trabalho e por serem tão prestativos.

À minha família e a Fábio Caliaro, pelo exemplo, incentivo e compreensão.

A todos que, direta ou indiretamente, participaram da execução deste trabalho.

Resumo da monografia apresentada à Coordenação de Curso de Engenharia de Produção como parte dos requisitos necessários para a graduação em Engenharia de Produção.

ANÁLISE DOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DE UMA LAJE NERVURADA COM UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS

Tatiana Martins de Araújo

Janeiro/2007

Orientador: Marcos Martins Borges

Curso: Engenharia de Produção

Resumo

Esse trabalho apresenta um estudo de caso em uma empresa do ramo de construção civil, onde o processo de execução de uma laje nervurada do empreendimento escolhido será detalhado e analisado. A partir de estudos sobre gerenciamento e planejamento de projetos, serão propostas diretrizes de melhoramento no processo da organização. Argumenta-se que este trabalho é necessário, uma vez que as empresas modernas necessitam de um gerenciamento eficaz, com redução de incertezas e avaliação de riscos, não restando alternativa a essas senão investir em sua modernização, não só em termos técnicos, mas também em termos de gestão. Esse gerenciamento é realizado pelas funções administrativas de planejamento e controle, funções que requerem a análise de uma grande quantidade de informações, nem sempre disponíveis na empresa, com a precisão e rapidez necessárias para fazer frente a um ambiente complexo e mutável.

Palavras-Chave: gestão de processos, gerenciamento, planejamento, diretrizes de melhoramento.

Summary of the monograph presented to the Production Engineering Coordination as a part of the necessary requirements for the graduation in Production Engineering

PLANNING AND EXECUTION PROCESSES ANALYSIS OF A RIBBED SLAB WITH THE USE OF COMPUTATIONAL TOOLS

Tatiana Martins de Araújo

January/2007

Advisor: Marcos Martins Borges

Department: Production Engineering

Abstract

This work presents a case study in a civil construction company where the execution process of a ribbed slab of the chosen enterprise will be detailed and analyzed. Improvement guidelines will be proposed in the organization process due to management and planning projects. This work is claimed to be necessary since modern companies need an effective management with the reduction of uncertainties and risks evaluation. This way these companies wouldn't have another option but investing in updates, not only in technology but in management as well. This is all done by the planning and control administrative functions that require the analysis of a great amount of information, not always available in the company as fast and precisely as desired so that it faces a complex and changeable environment.

Keywords: process management, management, planning, improvement guidelines.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 1
1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS 1
1.2. OBJETIVOS 1
1.3 JUSTIFICATIVAS 1
1.4 CONDIÇÕES DE CONTORNO 2
1.5 METODOLOGIA 2
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 4
2.1 INTRODUÇÃO 4
2.2 CARACTERÍSTICAS DO MACROSSETOR DA CONSTRUÇÃO 4
2.3 A NATUREZA DO PROJETO NO MACROSSETOR DA CONSTRUÇÃO 7
2.4 GERENCIAMENTO DE PROJETOS 8
2.5 CONCEPÇÃO SISTÊMICA E DINÂMICA OPERACIONAL DE UM PROJETO 11
2.6 OS MODELOS DE REDES: INSTRUMENTOS PARA A OPERACIONALIZAÇÃO DE UM PROJETO 13
2.7 O MODELO PERT/CPM 13
2.7.1 HISTÓRICO 13
2.7.2 CONCEITO 14
2.7.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS 14
2.7.4 ELEMENTOS BÁSICOS 15
2.8 FATORES CRÍTICOS PARA O SUCESSO DOS PROJETOS 15
ESTUDO DE CASO 17
3.1 APRESENTAÇÃO 17
3.2 A EMPRESA 17
3.3 O EMPREENDIMENTO 18
3.4 OS PROCESSOS DA EMPRESA 18
3.4.1 A LAJE NERVURADA 18
3.4.2 OS MOLDES DE POLIPROPILENO 20
3.4.3 O PROCESSO DE EXECUÇÃO DA LAJE NERVURADA 21
3.5 DIRETRIZES DE MELHORAMENTO 31
3.6 CONCLUSÃO 31
ANEXOS 32
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 42

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - ESTRUTURA DO MACROSSETOR (1998) 5
FIGURA 2– GERAÇÃO DE EMPREGOS DO MACROSSETOR DA CONSTRUÇÃO 6
FIGURA 3 - CONCEPÇÃO SISTÊMICA DE UM PROJETO 11
FIGURA 4-LAJE NERVURADA COM VIGAS DE BORDA 19
FIGURA 5 -LAJE NERVURADA COM VIGAS-FAIXA PROTENDIDAS 20
FIGURA 6 - CABAÇAS 21
FIGURA 7 - REQUISIÇÃO DE MATERIAIS 22
FIGURA 8 - COLETA DE PREÇOS 23
FIGURA 9 - CORTE E DOBRA 24
FIGURA 10 - MONTAGEM DAS FORMAS 24
FIGURA 11 - COLOCAÇÃO DAS CABAÇAS 25
FIGURA 12 - COLOCAÇÃO DAS CABAÇAS 25
FIGURA 13 - COLOCAÇÃO DA FERRAGEM 26
FIGURA 14 - ESCORAMENTO E NIVELAMENTO 26
FIGURA 15 - CONCRETAGEM 27
FIGURA 16 - DESFORMA E REESCORAMENTO 28
FIGURA 17 – LAJE PRONTA 28
FIGURA 18 - FLUXOGRAMA DE EXECUÇÃO DE LAJE NERVURADA 29

Capítulo I
INTRODUÇÃO

1.1 Considerações Iniciais

As organizações empresariais de todo o mundo, independente de sua área de atuação, estão enfrentando uma nova realidade. Cenários cada vez mais competitivos as pressionam as organizações têm que se reestruturarem e munirem de novos instrumentos e técnicas para sobreviverem sob a égide dessa nova ordem.

Na construção civil este quadro torna-se ainda mais preocupante dada sua importância no panorama sócio-econômico brasileiro.

Dessa forma, não resta alternativa às empresas senão investir em sua modernização, não só em termos técnicos, mas também em termos administrativos, como planejamento e controle.

1.2. Objetivos

O objetivo desse trabalho é apresentar uma análise do processo e de sua execução em uma empresa, utilizando ferramentas computacionais. Para isso foi selecionada uma empresa do setor da construção civil, fazendo uma introdução a respeito do processo de execução de laje nervurada do empreendimento escolhido para, a partir disso, propor diretrizes de melhoramento para o processo descrito.

1.3 Justificativas

A programação dos empreendimentos realizados pela empresa escolhida, na prática, não é formalizada, sendo feita de forma intuitiva, baseada na experiência e conhecimento acumulado pelo presidente da empresa e demais funcionários.

Dessa forma, alguns andamentos dos empreendimentos são prejudicados, acarretando em adiamentos de entregas das obras e insatisfação de clientes. Outras falhas nos processos também podem ter sido geradas devido a essa falta de planejamento, como ociosidades, sucatas, compras em excesso, etc.

A partir desta constatação e da facilidade de coletar informações, uma vez que a autora trabalha há aproximadamente sete anos na empresa, surgiu a oportunidade de realizar o presente estudo de caso na mesma.

1.4 Condições de Contorno

O assunto desse trabalho envolve os setores de planejamento e execução de um processo já existente na empresa José Rocha Empreendimentos Imobiliários LTDA, atuante do setor de construção civil em Juiz de Fora. O processo citado é a execução de uma laje nervurada.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada nesse trabalho envolveu a busca e coleta de informações, o levantamento bibliográfico e a revisão da literatura existente, a observação participante (histórias de vida e depoimentos pessoais), as entrevistas e as análises documentais. Esses materiais foram fundamentais para sustentar e viabilizar o estudo de caso em questão.

a) Busca e Coleta de informações:

Os dados foram obtidos dentro do escritório da empresa (parte administrativa, financeira e compras) e dentro do empreendimento escolhido (canteiro de obras). Foram utilizados dados como processo de compras da empresa, planejamento e controle da obra, gerenciamento do processo de execução da laje, entre outros.

Para a coleta desses dados foram utilizados os seguintes instrumentos: observação, análise de documentos e entrevistas. A observação permitiu à autora verificar, na prática, fatos relatados, respostas já fornecidas pelas entrevistas, comportamentos, reações e atitudes, além de possibilitar a obtenção de observações novas, antes não levantadas. O uso de documentos foi importante para aumentar a evidência conseguida por meio de outras fontes.

Com a obtenção dessas informações, elas foram modeladas por algumas ferramentas computacionais (MS VISIO e MS Project) e analisadas, tornando possível a identificação dos gargalos do processo, dos caminhos críticos, entre outros.

b) Levantamento bibliográfico e revisão da literatura existente

Nessa parte do trabalho foi realizado um levantamento bibliográfico dos assuntos presentes no mesmo, como gerenciamento de projetos, planejamento e controle da produção, características do setor, modelos de redes, entre outros.

c) Escolha da Empresa

A empresa escolhida para realizar o estudo de caso foi a José Rocha Empreendimentos Imobiliários LTDA, atuante do setor de construção civil e localizada na cidade de Juiz de Fora.

d) Escolha do Empreendimento

O empreendimento escolhido foi um edifício da empresa que se encontra em fase de construção, localizado no centro da cidade de Juiz de Fora. O motivo da escolha foi devido ao fato de que, como a obra se encontra ainda no início, os processos que virão a seguir podem ser melhorados no futuro.

Capítulo II
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Introdução

Neste capítulo serão apresentadas algumas bases teóricas de assuntos como: características e estruturas do Macrossetor da Construção; projetos, gerenciamento e fatores críticos para o sucesso desses e modelos de redes e suas características principais.

2.2 Características do Macrossetor da Construção

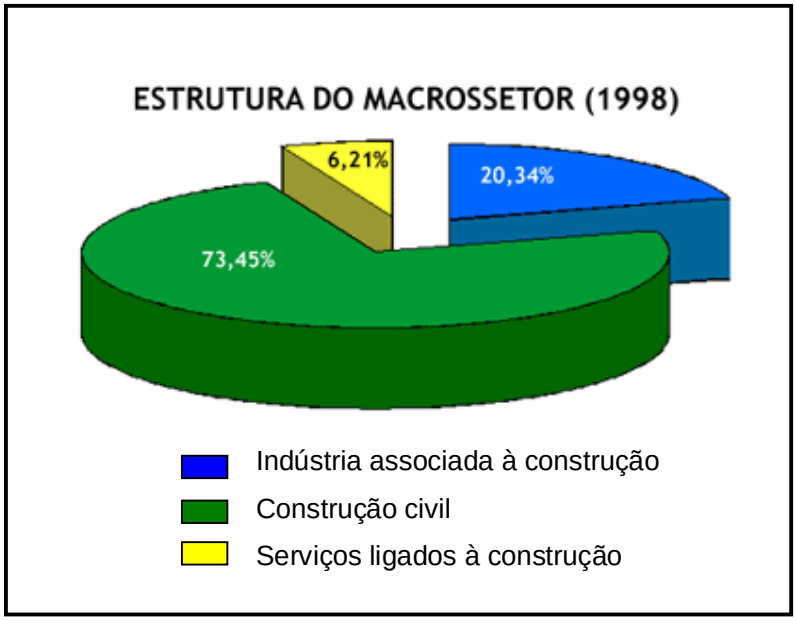
O macrossetor da construção é composto pelas atividades de construção civil, somadas a todas as atividades industriais e serviços a ela ligados que integram sua cadeia produtiva. A importância social e o peso econômico do macrossetor da construção no Brasil podem ser avaliados a partir do volume de sua participação no Produto Interno Bruto. Considerando-se os efeitos totais (diretos, indiretos e induzidos), 19,26% do total de riquezas produzidas em território nacional são por ele geradas, segundo indica o estudo Matriz Insumo-Produto do Macrossetor da Construção (2002), da Fundação Getúlio Vargas, contratado pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC).

Como registra o estudo, a construção civil - preparação do terreno, construção de edifícios e obras de engenharia civil (incluindo instalações e acabamentos), obras de infra-estrutura para engenharia elétrica e de telecomunicações e construção por trabalhadores autônomos - é a maior componente do macrossetor da construção, correspondendo a 73,45% de seu total. Pela sua participação majoritária, apenas a construção civil é responsável diretamente por 10,31% do PIB brasileiro. A participação direta do macrossetor na economia nacional é de 14,04%. Segundo a figura 1, compõem ainda este macrossetor toda a indústria associada à construção e os serviços a ela ligados. A indústria participa com 20,34% e os serviços com outros 6,21%.

Com esta composição, o macrossetor da construção participa com grande peso na economia e na sociedade brasileira. Uma das mais expressivas é sua capacidade de criação de postos de trabalho. Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas, o macrossetor da construção gera 9,089 milhões de empregos diretos, indiretos e induzidos em toda a economia nacional. De acordo com a figura 2, o macrossetor emprega diretamente cerca de 5,424 milhões de trabalhadores, o que representa cerca de 9% do total do pessoal ocupado na economia brasileira. Absorve, ainda, de forma indireta outros 1,136 milhão de trabalhadores e de forma induzida 2,529 milhões trabalhadores. A cada 100 empregos

diretos criados nesta área, surgem automaticamente outros 21 indiretos e 47 induzidos, conforme aponta o estudo da Fundação Getúlio Vargas. O coeficiente de empregos diretos, indiretos e induzidos do macrossetor da construção é 0,0645, ou seja, a cada R$ 1 milhão

Figura 1 - Estrutura do Macrossetor (1998)



Fonte: FGV (2002)

aplicado na sua produção são gerados 65 empregos na economia. Os empregos diretos são os imediatamente criados pela atividade em si. Os indiretos são gerados pela cadeia produtiva que surge e envolve esta mesma atividade. Os empregos induzidos nascem dos reflexos da renda paga aos trabalhadores diretos e indiretos e que vão consumir e pagar por bens e serviços em outras esferas de produção.

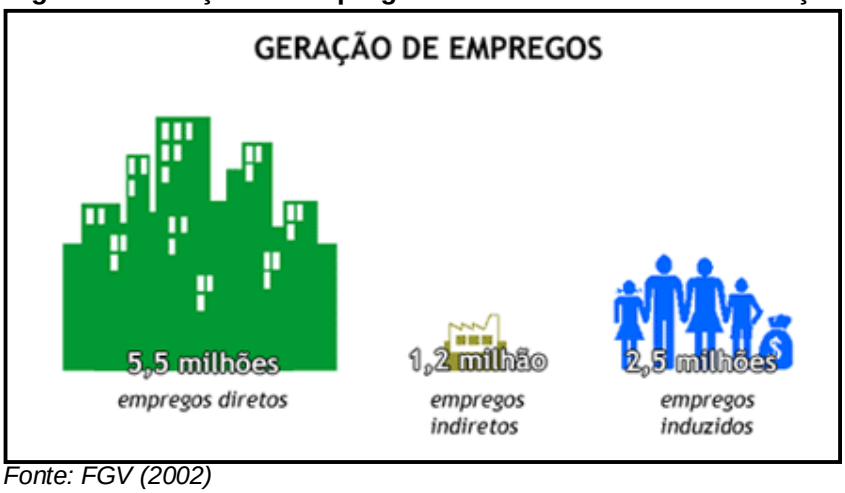
Cabe destacar também que o maior integrante do macrossetor da construção, a construção civil, absorve grande contingente de trabalhadores com baixa qualificação. Amplia-se, portanto, ainda mais a importância social e econômica do macrossetor da construção, uma vez que o Brasil possui grande parte de sua população economicamente ativa ainda com baixo nível de instrução.

O macrossetor tem uma participação importante no total de salários pagos na economia brasileira. Do total dos salários de todos os trabalhadores, 5,6% são de responsabilidade do macrossetor da construção, enquanto 12,47% dos rendimentos dos autônomos também são provenientes deste setor.

Apesar desses números, a construção é um dos setores tecnologicamente menos desenvolvidos da indústria e tem se caracterizado por baixos níveis de produtividade

(SCHWEGLER et al., 2001). Um dos motivos é que a indústria da construção civil tem algumas características diferenciadas em relação a outras indústrias:

Figura 2– Geração de Empregos do Macrossetor da Construção



Fonte: FGV (2002)

- As diversas empresas e profissionais que atuam na indústria da construção civil estão normalmente dispostos em locais diferentes (canteiro de obras, escritório de arquitetura, engenharia, etc.) e se reúnem em forma de um consórcio virtual e temporário para realizarem um empreendimento (MICALI, 2000);
- Ocorrência de graves problemas de qualidade de produtos intermediários e finais da cadeia produtiva e elevados custos de correções e manutenções pós-entrega (CARDOSO et al., 2002);
- Desestímulo ao uso mais intensivo de componentes industrializados devido à alta incidência de impostos e conseqüente encarecimento dos mesmos (CARDOSO et al., 2002);
- A fragmentação do processo produtivo dificulta a adoção de processos de padronização (MICALI, 2000).

Devido a essas características, desenvolver um trabalho no setor da construção civil pode ser extremamente fragmentado. É comum a existência de diversos agentes (projetistas, fornecedores e colaboradores) trabalhando em ambientes separados com pouca coordenação e comunicação (NITITHAMYONG; SKIBNIEWSKI, 2004). Essa falta de cooperação entre os envolvidos nos trabalhos normalmente provoca perdas de eficiência e produtividade nas atividades do setor (DAWOOD, 2002).

Atualmente, com o grande crescimento no uso de documentos no formato digital, diversos sistemas computadorizados para armazenamento de documentos e comunicação são utilizados na indústria da construção civil. Esses sistemas auxiliam a comunicação, a

coordenação e as tomadas de decisão dos agentes, a partir de diversos instrumentos e tecnologias que suprem o indivíduo de informações para que possa avaliar melhor os riscos e as alternativas.

O segmento de edificações é hoje um dos maiores responsáveis pelos imponentes números que caracterizam o setor de construção civil no Brasil. Logo, pesquisar, discutir e propor melhorias para este segmento é uma condição fundamental para o desenvolvimento de toda a cadeia da construção e, consequentemente, do país como um todo.

2.3 A natureza do projeto no Macrossetor da Construção

Na atual "Era da Informação" o conhecimento é um diferencial estratégico para as empresas e por isso são necessários métodos e ferramentas para tratá-los. Este assunto está despertando interesse nas empresas dos mais variados setores, inclusive nas empresas do setor da construção (SILVA, HEINECK, 2001). Para tratar deste assunto, equipes de Gestão do Conhecimento (GC) procuram identificar quais conhecimentos são estratégicos para a organização.

Segundo RABECHINI et al. (2002), identificar quais competências uma empresa precisa construir para ganhar e manter uma vantagem competitiva num mercado em constante mutação é uma tarefa árdua. Contudo, a capacidade de inovação e a de GC parecem ser habilidades relevantes no cenário competitivo que se avizinha.

Ainda segundo RABECHINI et al. (2002), o conceito de projeto tem sido discutido e tem evoluído ao longo dos últimos anos. A norma ISO 10006 (1997), por exemplo, define projeto como sendo "um processo único, consistindo de um grupo de atividades coordenadas e controladas com datas para inicio e término, empreendido para o alcance de um objetivo conforme requisitos específicos, incluindo limitações e tempo, custo e recursos".

Já para o PMI – *Project Management Institute*, um projeto pode ser definido, em termos de suas características distintivas, como sendo "um empreendimento temporário feito para criar um produto ou serviço único" (PMBOK, 2000).

Uma das mais completas e convincentes definições de projeto proposta por Tuman (1983) diz que "um projeto é uma organização de pessoas dedicadas visando atingir um propósito e objetivo específico. Projetos geralmente envolvem gastos, ações únicas ou empreendimentos de altos riscos no qual tem que ser completado numa certa data por um montante de dinheiro, dentro de alguma expectativa de desempenho. No mínimo todos os projetos necessitam de terem seus objetivos bem definidos e recursos suficientes para poderem desenvolver as tarefas requeridas".

BORDIN, SCHMITT (2003) ressaltam que muitos dos esforços realizados pela indústria da construção civil dizem respeito ao aperfeiçoamento da etapa de projeto das

edificações. Dentre as etapas do processo construtivo, a fase de projeto é apontada como aquela que apresenta as maiores oportunidades de intervenção e agregação de valor ao empreendimento. Dessa forma, os processos de concepção e projeto devem ser vistos como estratégicos para a qualidade do edifício ao longo do seu ciclo de vida. A busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto cada vez mais se torna de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e para o progresso do setor da construção.

Sabe-se que o projeto possui influência determinante sobre o desempenho de uma edificação durante seu uso. Mais que isso, ele determina grande parte da possibilidade de ganhos financeiros reais durante a sua construção, por meio da redução do desperdício e das patologias construtivas e por meio da melhoria da imagem das empresas participantes do empreendimento imobiliário, proporcionando aumento no número de vendas, fidelização de clientes e muitos outros ganhos. Ele viabiliza a introdução de inovações tecnológicas no processo produtivo e possui papel fundamental na produção de edificações de qualidade, possibilitando, com isso, um significativo aumento na satisfação do usuário com o produto adquirido – condição fundamental para a sobrevivência organizacional no atual cenário.

2.4 Gerenciamento de projetos

O número de empresas que estão adotando a metodologia de gerenciamento de projetos tem crescido significativamente nos últimos anos. Contudo, poucas empresas brasileiras têm desenvolvido um modelo de gerenciamento de projetos. Para as empresas que buscam uma vantagem competitiva pela inovação, gerar competências em projetos passa a ser fundamental. E para atingir o sucesso em projetos é preciso balancear as expectativas dos interessados aos recursos disponíveis, utilizando conceitos, ferramentas e técnicas para se obter a excelência no gerenciamento de projetos (RABECHINI, et al., 2002).

Segundo o PMBOK (2000), o gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para projetar atividades que visem atingir os requerimentos do projeto. No trabalho do projeto, a equipe gerencia demandas concorrentes de prazo, escopo, risco e qualidade, além de diferentes expectativas das partes envolvidas.

O objetivo da gerência de projetos é o sucesso do projeto. Podemos considerar que um projeto bem sucedido é aquele que foi concluído conforme o período de tempo previsto e o custo orçado, no nível adequado de performance ou especificação, com aceitação dos resultados pelo cliente, com alterações mínimas de escopo, sem alterar o desenvolvimento normal dos trabalhos da organização e sem alterar a cultura corporativa. (CARNEIRO, 2002)

Conforme argumentado em CASAROTTO et al. (1998), uma empresa moderna necessita de um gerenciamento eficaz, com redução de incertezas e avaliação de riscos, que é realizado pelas funções administrativas de planejamento e controle. O planejamento é definido como um processo desenvolvido pela empresa para o alcance de uma situação desejada, de modo mais eficiente e efetivo, com a melhor concentração de esforços e recursos disponíveis, que pressupõe a necessidade de um processo decisório que ocorrerá antes, durante e depois de sua elaboração e implementação. O controle é a medição, avaliação e correção de ações para garantir que os estados futuros planejados sejam efetivamente alcançados.

Ainda segundo esse autor, as funções de planejamento e controle, por sua vez, requerem a análise de uma grande quantidade de informações, nem sempre disponíveis na empresa com a precisão e rapidez necessárias para fazer frente a seu ambiente complexo e mutável. Sistemas de informação computadorizados permitem a obtenção quase instantânea de informações gerenciais, que seriam impraticáveis por meio de métodos manuais de coleta e análise.

Partindo desses pressupostos e da constatação de que as técnicas modernas de administração estão disponíveis também a seus competidores, não resta alternativa às empresas senão investir em sua modernização, não só em termos técnicos, mas também em termos administrativos.

O ambiente dinâmico e de elevado grau de incerteza dos projetos requer, para seu gerenciamento eficaz, procedimentos avançados de planejamento e controle, resultantes do processo de abordagem de sistemas. A execução desses procedimentos é de competência do pessoal subordinado diretamente ao gerente de projetos (CASAROTTO et al., 1998).

Segundo BERNARDES (2006), com o crescimento da competitividade entre as empresas, vários estudos indicam que o gerenciamento de projetos seria a solução para ajudar as empresas em sua busca por melhorias contínuas, seja de processos, na criação de produtos ou implantação de fábricas. Por conceito, um projeto é um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo respeitando as características de ser temporário e ter sua elaboração progressiva. Em conjunto com outras técnicas da administração moderna, o gerenciamento de projetos, quando utilizado de forma eficiente e adequado pelas empresas, leva a um substancial ganho de produtividade porque permite às empresas planejar os próximos passos de forma gradativa e consciente (os próximos passos se referem ao planejamento estratégico que as empresas estão adotando como forma de se antecipar aos acontecimentos do mercado). Enquanto metodologia pode-se dizer que o gerenciamento de projetos complementa o planejamento estratégico das empresas ao subsidiar com mecanismos de controle integrados e definidos de acordo com a

cultura e necessidade da empresa. Os projetos passam a ser vistos como oportunidades para levar a empresa a atingir seus objetivos propostos.

Ainda conforme Bernardes (2006), a área de conhecimento em gerenciamento de integração do projeto constitui um importante elo entre o planejamento estratégico e o gerenciamento de projeto em si, ou seja, ao considerar no contexto do gerenciamento de projetos, a integração inclui características de unificação, consolidação, articulação e ações integradoras que são essenciais para o término do projeto, para atender com sucesso às necessidades do cliente e de outras partes interessadas e para gerenciar as expectativas, resumidamente, tudo o que interessa ao bom acompanhamento da execução de um planejamento estratégico, já que este pode ser considerado, também, um projeto. A integração consiste em fazer escolhas e fazer compensações, traduzindo-se em um complexo meio em que os profissionais de gerenciamento de projetos podem transitar. Dentre o meio de gerenciamento de projetos, é conhecimento de todos que não há uma maneira única de se gerenciar um projeto. E também, não há uma única forma de se executar o planejamento estratégico, ou, a melhor forma.

Os processos de gerenciamento de projetos integradores incluem: desenvolver o termo de abertura, desenvolver a declaração do escopo preliminar, desenvolver o plano de gerenciamento, orientar e gerenciar a execução, monitorar e controlar o trabalho, controle integrado de mudanças e encerramento do projeto. Dentre os processos de gerenciamento, existem alguns que deveriam ocorrer em todas as fases de um projeto, desde o seu início, passando pela sua execução até o seu encerramento. São processos de extrema importância para uma execução e conclusão tranqüila de um projeto porque trata dos seus limites. Dependendo da empresa e do planejamento estratégico definido, todos estes processos podem ou não ser realizados durante sua execução ou na execução de projetos que fazem parte do planejamento em si.

A boa compreensão dos processos de gerenciamento integrado e de sua inserção no ambiente de gerenciamento de projetos irá, sem dúvida, ajudar as empresas a alcançarem melhores patamares de produtividade e competitividade. Como os processos de gerenciamento integrado ocorrem em todas as etapas de um projeto, fica evidente a grande necessidade de se ter na equipe de gerenciamento de projetos pessoas com conhecimento organizacional e técnico apurado para que traduzam para a empresa as melhores práticas no gerenciamento dos seus projetos e, conseqüentemente, para a execução do planejamento estratégico tão importante para a sobrevivência das empresas no competitivo mercado globalizado atual.

Vale ressaltar que uma metodologia adequada permite a redução de riscos de falha no projeto e ganho de qualidade, além de ser ajustável às necessidades e realidade da empresa (BERNARDES, 2006).

Um bom gerenciamento integrado, além de garantir a conclusão desejada de um projeto, irá ajudar na geração de conhecimento, contribuindo, assim, com a melhoria contínua tão perseguida pelas empresas atualmente. Podemos concluir, então, que a gestão integrada no gerenciamento de projetos tem relevante importância e que por sua vez merece uma atenção especial caso uma empresa esteja empenhada em aumentar sua produtividade e/ou competitivamente através de projetos bem sucedidos.

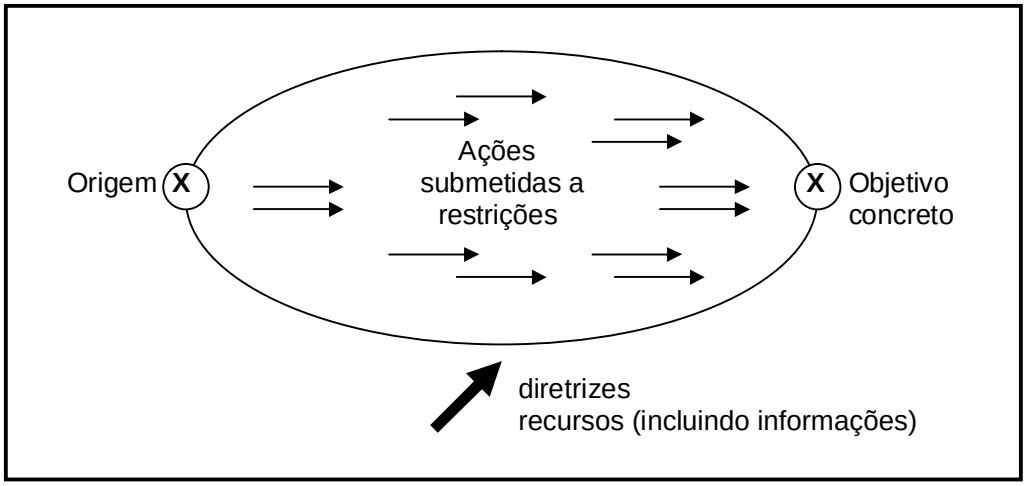
Ao seguir a metodologia definida pela empresa de gestão integrada de projetos, os gerentes poderão aumentar a efetividade da gestão, alcançando melhores resultados e concluir com êxito o planejamento estratégico da empresa (BERNARDES, 2006).

2.5 Concepção sistêmica e dinâmica operacional de um projeto

Segundo LILENBAUM (1972), “toda ação administrativa necessita conhecer as seguintes idéias: diretrizes gerais (orientação política); situação atual do trabalho (o que, por convenção, poderíamos chamar de origem, ou seja, a resposta à pergunta ‘onde estamos?’); ações a executar (o que poderá exigir, previamente, seleção entre alternativas de realização simultânea incompatível); recursos disponíveis (inclusive informações); restrições ou limitações a superar (do meio ambiente, de natureza tecnológica, econômica, social, política etc.) e objetivos a alcançar expressos em termos concretos, especificados quanto a padrões de referência bem definidos e, consequentemente, quantificados (resposta à pergunta ‘para onde vamos?’)”.

Em síntese, pode-se representar graficamente tais idéias de acordo com a figura 3 a seguir.

Figura 3 - Concepção sistêmica de um projeto



Fonte: LILENBAUM (1972)

Assim, segundo o mesmo autor, dentro de uma visão mais moderna e sistêmica, como se pode concluir da figura anterior, o projeto “deve ser encarado como um conjunto de ações e recursos que procura a realização de um objetivo específico e concreto, fisicamente identificado, a partir de um início (origem) convencionado, submetido a diretrizes gerais prefixadas e condições de execução que apresentam limitações sensíveis. Caracteriza-se, pois, por ser finito, complexo, não-homogêneo e não-repetitivo e por considerar *prazo*, *preço* (orçamento), *performance* (desempenho técnico) e *perigo* (risco) como seus termos de referência”.

De acordo com CUKIERMAN (2000), a dinâmica operacional de um projeto consiste nas seguintes etapas:

- Diretrizes *(por que* e *para que* o projeto):

É a chamada fase de decisão, onde se identificam as necessidades geradoras (carência atual ou futura), oferecendo como resposta básica uma proposição concreta, geralmente representada pela primeira conclusão dos estudos de viabilidade.

- Formulação:

Nessa etapa estão incluídos o Planejamento (*o que* e *como* fazer), que envolve uma seleção de alternativas viáveis representando tentativas de otimização, e a Programação (*quando* e *com que* fazer), onde ocorre a especificação dos recursos necessários às várias ações, visando à eliminação de ociosidades e à má distribuição dos recursos.

- Implantação:

Essa é a fase onde se desencadeiam as várias ações antes planejadas e programadas, com a mobilização dos recursos e o seu ajustamento em face das flutuações que se irão observar. Destacam-se nessa etapa a Execução, onde se define a estrutura de execução do projeto (a gerência do projeto), ou seja, o nível gerencial (aquele que *faz fazer*) e o nível operacional (aquele que *faz*), e o Controle, que consiste na montagem de um sistema de informações que permita acompanhar, analisar e corrigir o processo.

- Operação (*output*):

Depois de finalizadas as etapas anteriores, atinge-se assim a fase de operação (output) do projeto, que vai corresponder efetivamente à etapa produtiva do processo.

Pode-se concluir assim que toda etapa de implantação e consolidação de um sistema de produção (administração da produção) resulta do desenvolvimento de um projeto (administração de projetos) que tem na implantação o seu produto final.

2.6 Os modelos de redes: instrumentos para a operacionalização de um projeto

Conforme LILENBAUM (1972), as técnicas de redes – alternativas, árvores de decisões e suas variantes; e as não-alternativas PERT/COM e suas derivações) – vão permitir um ajustamento de planos e ações ao processo administrativo (superação dos desajustes gerenciais x planejamento), por meio da integração do planejamento, da programação, da coordenação e do controle dos problemas de administração.

Tais modelos de redes, frutos da Pesquisa Operacional ("busca científica das melhores condições de operação de um sistema"), "vão permitir a representação das várias alternativas possíveis de ação e de seus sucessivos efeitos, conduzindo a que se possam visualizar modelos mais gerais em cada sistema, sem prejuízo dos modelos específicos de cada subsistema", além de ser "possível a obtenção da melhor alocação dos recursos disponíveis (quando e com que fazer) para cada alternativa ou grupo de alternativas selecionadas".

2.7 O modelo PERT/CPM

2.7.1 Histórico

O sistema PERT (Program Evaluation and Review Technique), que, segundo a ABNT (1972), foi o "termo inicialmente empregado para caracterizar o tempo probabilístico como atributo de cálculo", foi desenvolvido pela empresa de consultoria Booz-Allen and Hamilton para a Marinha dos Estados Unidos no programa Polaris, onde cerca de 10.000 empresas (entre contratantes e subcontratantes) tinham que ser coordenadas e necessitavam se comunicar em uma mesma linguagem. O método reduziu de cinco para três anos a duração do projeto (CUKIERMAN, 2000).

O sistema CPM (Critical Path Method), que, segundo a ABNT (1972), foi o "termo inicialmente empregado para caracterizar o tempo determinístico como atributo de cálculo", foi desenvolvido pela DUPONT e UNIVAC mais ou menos na mesma época do PERT (1957-1958). A diferença ente os dois é irrelevante, de pequenos detalhes (no PERT predominam os chamados esquemas probabilísticos, e no CPM, os chamados esquemas determinísticos), não havendo maiores vantagens práticas em considerá-los como dois sistemas diferentes. Hoje em dia, tais sistemas se acham integrados sob a denominação PERT/CPM (CUKIERMAN, 2000).

2.7.2 Conceito

Segundo BELCHIOR (1974), o PERT/CPM, em última análise, “consiste em figurar o projeto numa rede ou grafo, onde se apresentam as ações de acordo com as respectivas relações de correspondência, de modo que o conjunto mostre a seqüência em que todas as atividades de empreendimento devam ser executadas”. Isso, sem dúvida, traz grandes vantagens para o planejamento, a programação, a coordenação e o controle do projeto.

Segundo a ABNT (1972), “o Modelo PERT/CPM, Técnica de Redes, é um conjunto de processos e técnicas para planejamento, programação e controle de um empreendimento ou operação, ou projeto, tendo como característica fundamental a indicação, dentre as varias seqüências operacionais, daquela que possui duração máxima, alem de permitir a indicação de graus de prioridade relativos, demonstrando distribuição de recursos e interdependência entre as varias ações necessárias ao desenvolvimento do projeto. Sinonímia: Método do Caminho Crítico”.

2.7.3 Características principais

Segundo CUKIERMAN (2000), o modelo PERT/CPM apresenta como principais características:

- A abordagem do projeto de um ponto de vista sistêmico, já que fornece uma visão de totalidade do projeto (graças à necessidade de se estabelecer a interdependência entre as várias ações necessárias ao desenvolvimento do projeto), ressalta as entradas (diretrizes e recursos), o processo (o desenvolvimento das ações de acordo com as relações de correspondência entre elas) e as saídas (resultado final desejado) e conduz à montagem de um esquema de *feedback*, pelo estabelecimento de um sistema de comunicações que abasteça e permita à administração decidir, em função dos dados e informações que convergem de diversos setores, sobre o andamento o projeto;
- A ênfase que dá aos objetivos;
- Visa 1ª otimização da chamada Regra dos 5P (política, performance, prazo, preço e perigo);
- É uma ferramenta interdisciplinar e de comunicação (bastando analisar as próprias origens da técnica);
- Estabelece claramente as relações entre clientes e fornecedores (internos e externos).

Vale ressaltar que o modelo PERT/CPM não *cria* situações, mas as *revela*, evitando ou minimizando os efeitos advindos de uma ocorrência não-prevista ou acidental ao longo do projeto. Portanto, ele ajuda a decidir, mas não é a decisão.

2.7.4 Elementos básicos

Os elementos básicos do modelo PERT/CPM, de acordo com CUKIERMAN (2000), estão sintetizados no quadro 1 abaixo:

Quadro 1: Elementos básicos do modelo PERT/CPM

Nome	Conceito	Representação gráfica	Exemplo
Projeto	Conjunto de ações e processos envolvendo recursos humanos, materiais, financeiros, etc., organizados para realização de um objetivo, concretamente definido, a partir de uma situação inicial conhecida ou convencionada. Sinonímia: operação, empreendimento.	Rede, diagrama ou grafo. Observação: de flechas ou setas, de blocos ou precedências.	Lançamento de uma rede de abastecimento de águas.
Atividade	É a identificação de uma etapa de um projeto que consome tempo e recursos, estabelecida em nível compatível com as necessidades e possibilidades de sua mensuração.	Em flechas ou setas: ATIVIDADE $\xrightarrow{\quad}$ Em blocos ou precedências: $\boxed{\text{ATIVIDADE}}$ $\xrightarrow{\quad}$ (a seta significa precedência).	Serviço de escavação.
Evento	Início ou término de uma ou mais atividades. (Observação: portanto, não consume recursos).	Em flechas ou setas: (oval, elipsoidal ou circular) Em blocos ou procedência inexiste o conceito.	Início (ou término) do serviço de escavação.
Atributo	É toda característica quantitativa específica de uma atividade, indicando qualquer dos recursos necessários à sua efetivação. (Exemplo: tempo, material, mão-de-obra, equipamento etc.).	Nº	3 semanas para executar a escavação.

Fonte: CUKIERMAN (2000)

2.8 Fatores Críticos para o sucesso dos projetos

Alguns fatores podem ser considerados críticos para o sucesso do projeto. Entre eles está a definição clara e completa do escopo, o forte senso de trabalho em equipe, a motivação através da participação em decisões, o claro e completo entendimento de papéis e responsabilidades, o comprometimento da organização, a comunicação eficiente e o

orçamento compatível. A falha desses fatores pode causar o fracasso do projeto. Além desses, o uso de habilidades inadequadas de gestão de projeto, a liderança ineficaz, o planejamento inadequado e os objetivos confusos são considerados fatores de fracasso de projetos. (HERSZON FILHO, 2003)

Capítulo III
ESTUDO DE CASO

3.1 Apresentação

O presente estudo de caso apresenta uma análise do processo e da execução de uma laje nervurada, utilizando ferramentas computacionais.

3.2 A empresa

A José Rocha Empreendimentos Imobiliários é uma empresa do ramo da construção civil que hoje emprega cerca de 30 colaboradores e é responsável pela execução de obras comerciais e residenciais.

O presidente da empresa - o empresário José Rocha de Araújo - iniciou sua trajetória aos dezenove anos, na cidade do Rio de Janeiro onde, inicialmente, atendia no balcão de uma camisaria, estabelecimento no qual alcançou a posição de Gerente de Vendas. Alguns anos depois, montou seu primeiro negócio próprio - uma representação neste mesmo setor, trabalhando com fábricas do estado de São Paulo e da cidade de Recife, atendendo a todo o estado do Rio de Janeiro.

No ano de 1972, José Rocha de Araújo iniciou suas atividades no segmento da construção civil, realizando pequenas obras com recursos próprios e, na medida em que concluía um novo prédio de pequeno porte, partia para uma construção maior.

Em 1979, fundou a construtora José Rocha Empreendimentos Imobiliários Ltda e no ano seguinte começava a construir seu primeiro prédio com elevadores. A partir de então consolidou uma parceria com a Caixa Econômica Federal aumentando de modo significante o volume de obras sob sua responsabilidade. A José Rocha permaneceu na cidade do Rio de Janeiro por 11 anos onde construiu mais de 1.200 apartamentos.

José Rocha, no entanto, decidiu abandonar suas atividades na capital carioca e em 1988 fixou residência em Juiz de Fora, fazendo questão de construir edifícios residenciais e comercias com alto padrão de qualidade procurando sempre áreas nobres da cidade.

A empresa já construiu e incorporou mais de 800 unidades residenciais e comerciais construídas em Juiz de Fora.

3.3 O empreendimento

O empreendimento escolhido é uma edificação mista em execução pela empresa José Rocha, localizada na área central de Juiz de Fora. Esta obra é um edifício que teve seu início em agosto de 2005 e hoje se encontra na fase estrutural. O terreno tem uma área de 1.350 m² e irá contar com vinte e um pavimentos, sendo dezessete lojas com sobreloja no andar térreo, três andares de garagem, salão de festas e mais quatorze andares de apartamentos. Será composto por duas torres de apartamentos interligadas por uma passarela, sendo um bloco com apartamentos de quarto e sala e o outro de dois quartos. Além disso, o edifício contará com um estacionamento rotativo para 70 carros no subsolo. Calcula-se que o empreendimento terá aproximadamente 14.902 m² de obra construída.

3.4 Os processos da empresa

A empresa é constituída de inúmeros processos, mas nesse estudo de caso será analisado apenas o processo de execução de laje nervurada e seus principais componentes.

A procura de soluções que sejam simples e ao mesmo tempo eficazes, que tragam redução de custos, rapidez e versatilidade nas aplicações é crescente na construção civil. Em virtude de apresentarem uma série de vantagens, as lajes nervuradas de concreto armado têm se firmado como excelente solução para a construção de pavimentos de edificações.

3.4.1 A Laje Nervurada

De acordo com LIMA et al (2003), o sistema de laje nervurada tem sua origem em 1854, quando William Boutland Wilkinson patentou um sistema em concreto armado de pequenas vigas regularmente espaçadas, onde os vazios entre as nervuras foram obtidos pela colocação de moldes de gesso, sendo uma fina capa de concreto executada como plano de piso. Segundo FRANCA (1997), no sistema nervurado tem-se um alívio do peso próprio da estrutura e um aproveitamento mais eficiente dos materiais, aço e concreto, já que a mesa de concreto resiste aos esforços de compressão e a armadura os de tração, sendo que a nervura de concreto faz a ligação mesa-alma. Os vazios são obtidos com moldes plásticos removíveis ou então pela colocação de material inerte perdido, como por exemplo, o isopor ou peças cerâmicas.

Ainda segundo LIMA et al (2003) podem-se ter, para as lajes nervuradas, painéis apoiados em vigas mais rígidas que as nervuras, num sistema chamado de convencional.

Contudo, também são aplicadas em pisos de lajes sem vigas, gerando assim um teto de espessura única, sem elementos abaixo da linha inferior das nervuras, o que é vantajoso na determinação das alturas livres internas dos compartimentos de uma edificação. Nesse caso tem-se o apoio diretamente no pilar, sendo necessário que a região em torno dos pilares seja maciça para absorver os momentos negativos que surgem no entorno dos pilares internos e resistir ao efeito de puncionamento, que é a tendência à perfuração da laje pelo pilar, que ocorre nessas regiões.

Em algumas lajes desse sistema podem ser colocadas vigas de borda (figura 4), com a função de diminuir os momentos fletores e deslocamentos, absorvendo também a torção e a punção ali geradas.

Figura 4-Laje nervurada com vigas de borda

Fonte: ARQUITEXTOS (2004)

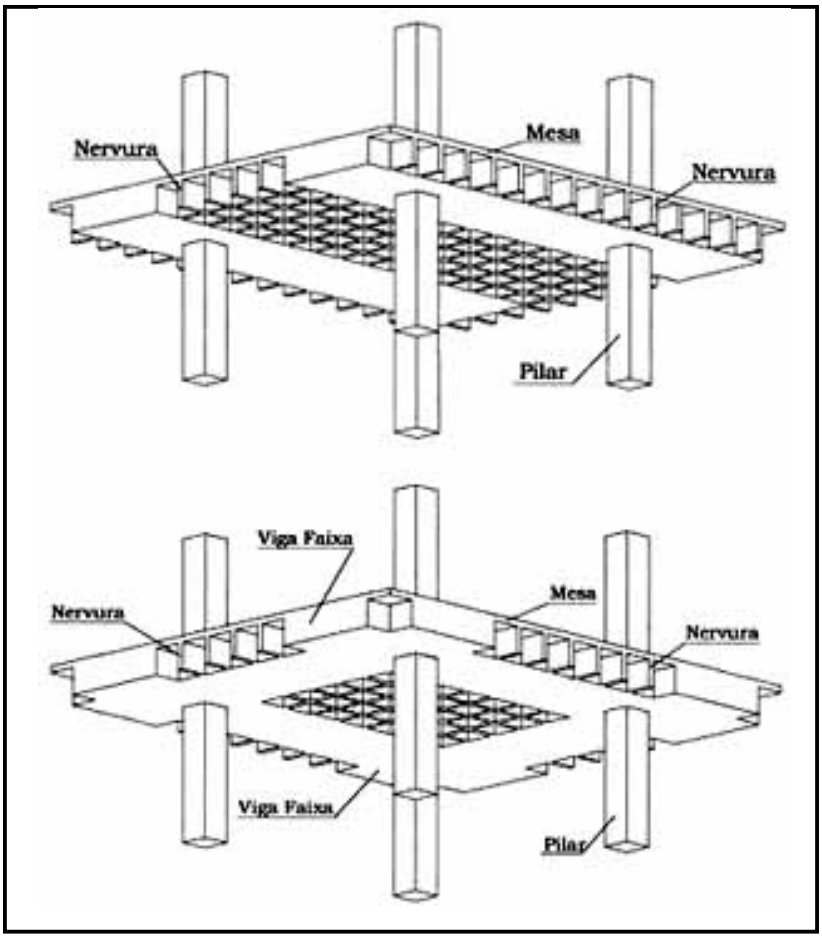
Diversas variações podem ser obtidas pela protensão às lajes nervuradas; uma das mais interessantes é a criação de faixas maciças, embutidas ou não na espessura da laje nervurada, ligando os pilares periféricos e centrais em uma ou duas direções (figura 5).

O pré-dimensionamento destas estruturas protendidas, para a determinação da altura da laje, fica determinado pela seguinte equação: h = l/23 a l/28, sendo h = altura da laje nervurada e l = distância entre os apoios (pilares), em cm. Podem chegar a vãos da ordem de 20m (AALAMI, 2002).

De acordo com MEDEROS (2006), uma das vantagens da laje nervurada é o custo, já que o consumo de concreto e de armação é baixo. O sistema propicia ainda a redução da quantidade de fôrmas convencionais. Isto acontece porque, por meio da utilização dos

elementos inertes, ou de fôrmas industrializadas, basta executar um tablado em nível ou sob as nervuras, com escoramento bastante simples. Porém, dadas as pequenas espessuras das nervuras e eventualmente alta densidade de armação, podem surgir problemas de concretagem. Para SZLAK (2004), há ainda uma questão importante a respeito das lajes nervuradas. "É necessário o uso de forro, pois do contrário não há como passar instalações elétricas, hidráulicas e de ar-condicionado", lembra. Segundo ele, por causa disso, e pela própria espessura do composto, a laje nervurada faz subir o gabarito da edificação.

Figura 5 -Laje nervurada com vigas-faixa protendidas



Fonte: ARQUITEXTOS (2004)

3.4.2 Os moldes de polipropileno

Algumas empresas oferecem sistemas de fôrmas prontas para esta conformação, fabricadas com materiais à base de polímeros.

O sistema utilizado na José Rocha trata-se dos moldes padronizados em polipropileno. Essa tecnologia foi projetada na Inglaterra e desenvolvida em Portugal há

mais de 40 anos e no Brasil atua há 14 anos, sendo hoje utilizada em mais de 30 países graças às inúmeras vantagens que traz à obra (ATEX DO BRASIL, 2006).

No canteiro de obras, esse molde permite uma construção mais racional de lajes nervuradas, uma vez que elimina o uso de compensado e inertes, simplificando a armadura e proporcionando rapidez e economia com uma obra limpa livre de entulhos de madeiras.

Esses moldes são mostrados na figura 6 a seguir.

Figura 6 - Cabaças

Fonte: canteiro de obras (2006)

3.4.3 O processo de execução da laje nervurada

Para um melhor entendimento do processo de execução de laje nervurada, cada etapa do mesmo será explicada a seguir.

Análise do Projeto da Laje

Essa é a primeira etapa do processo. Nela, o engenheiro responsável e o comprador analisam detalhadamente o todo o projeto da laje nervurada.

Especificação e Quantidade dos Materiais

Após analisado o projeto, o engenheiro e o comprador definem quais as especificações e as quantidades de cada material que será necessário para a execução da laje.

Envio do Projeto para a obra

Após a definição dos materiais, o comprador envia o projeto para os responsáveis pela construção do empreendimento (apontador e mestre de obras) para que eles possam acompanhar a execução da laje juntamente com a planta.

Conferência do Projeto

Após o recebimento do projeto, o apontador e o mestre de obras conferem o mesmo a fim de verificarem se a construção está de acordo com o estabelecido.

Compra dos Materiais

A compra de todos os materiais necessários à construção da laje é baseada no projeto. A requisição dos mesmos é feita através de uma planilha (figura 7), onde são mostrados os seguintes itens: nome da obra, data do pedido, descrição, quantidade e unidade dos materiais pedidos, local de aplicação, data de entrega do material na obra e assinatura dos responsáveis pelo pedido.

Figura 7 - Requisição de Materiais

José Rocha		REQUISIÇÃO DE MATERIAIS			Nº
		OBRA			DATA / /
Itens	**Descrição de Materiais**	**Local de Aplicação**	**Quant.**	**Unid.**	**Data de entrega na Obra**
EXECUTADO POR		ENGº RESPONSÁVEL	SUP. DE OBRA		DATA / /

Fonte: José Rocha Emp. Imob. LTDA (2006)

Para facilitar a coleta de preços, o comprador faz uso de uma outra planilha (figura 8). Nesta são mostrados o seguinte: a descrição dos materiais, os orçamentos de cada fornecedor, o valor final negociado, as assinaturas do comprador e do diretor responsáveis e a data da compra.

Figura 8 - Coleta de Preços

COLETA DE PREÇOS							
		Fornecedores				Fechamento	
Iten	Descrição dos Materiais	1. Tel.:	2. Tel.:	3. Tel.:	4. Tel.:	Fornecedor	Valor
COMPRADOR		DATA		DIRETOR		DATA / /	

Fonte: José Rocha Emp. Imob. LTDA (2006)

Os principais materiais comprados e utilizados nesse processo são o aço, a madeira, a areia, a brita e o cimento. Quase todos os materiais comprados são entregues na obra um dia após a compra, com exceção do aço, que demora dois dias.

Aluguel das Cabaças

A cabaça (figura 6 mostrada anteriormente) é o molde de polipropileno utilizado para construir uma laje nervurada. Nesse empreendimento elas foram alugadas, ao invés de serem compradas, devido à redução de custo. O tempo para o fornecedor das cabaças entregá-las na obra demora aproximadamente 30 dias. Porém, esse é o tempo que se espera para construir a primeira laje, pois a cabaça fica alugada até o momento em que não for mais utilizada, ou seja, para a execução das próximas lajes, as cabaças já estarão na obra, e esse tempo de 30 dias não existirá, facilitando e agilizando o processo.

Corte e Dobra

Quando o aço é entregue na obra, os armadores iniciam a etapa de corte e dobra. O aço é cortado e dobrado no canteiro de obras, rigorosamente dentro das especificações do projeto (figura 9). Em um dia de serviço os armadores cortam e dobram ferro para serem utilizados em aproximadamente 133m² de laje.

Figura 9 - Corte e Dobra

Fonte: canteiro de obras (2006)

Montagem das formas

Após a entrega das madeiras na obra, os carpinteiros iniciam a etapa de montagem das formas e, assim como o processo de corte e dobra, estão rigorosamente dentro das especificações do projeto (figura 10). Em um dia de serviço os carpinteiros montam formas para serem utilizadas em aproximadamente 80m² de laje.

Figura 10 - Montagem das formas

Fonte: canteiro de obras (2006)

Colocação das Cabaças

Quando as formas já estão prontas, as cabaças são “encaixadas” sobre as mesmas, de acordo com as figuras 11 e 12.

Figura 11 - Colocação das Cabaças

Fonte: canteiro de obras (2006)

Figura 12 - Colocação das Cabaças

Fonte: canteiro de obras (2006)

Colocação da ferragem

Quando as cabaças já estão encaixadas, o aço que foi cortado e dobrado anteriormente é colocado sobre as cabaças e sobre a madeira, de acordo com as especificações do projeto (figura 13).

Figura 13 - Colocação da ferragem

Fonte: canteiro de obras (2006)

Escoramento e Nivelamento

Quando todos os materiais (aço, madeira e cabaça) estão devidamente em seus lugares, é necessário que se faça um escoramento e um nivelamento, para que a laje fique firme e uniforme (figura 14).

Figura 14 - Escoramento e Nivelamento

Fonte: canteiro de obras (2006)

Aplicação de desmol

Após o nivelamento e antes da concretagem, deve-se aplicar desmol sobre a superfície dos moldes de polipropileno para evitar que a peça moldada tenha aderência, ou seja, aplica-se desmol para facilitar a retirada das cabaças quando o concreto estiver seco.

Concretagem

Essa pode ser considerada uma das principais etapas do processo de execução da laje nervurada, pois se o concreto não for bem feito, pode danificar toda a estrutura física da mesma. O concreto é feito através da mistura de cimento, areia, brita e água. Para fazer 1m³ de concreto é necessário misturar 350 kg de cimento, 0,7m³ de brita, a mesma medida de areia e aproximadamente 196 litros d'água. Essa quantidade permite concretar 5,8m² de laje. Quando pronta, a laje atinge uma altura de aproximadamente 32 cm (em um dia os funcionários da empresa "concretam" 100m² de laje). Essa etapa é mostrada na figura 15 a seguir.

Figura 15 - Concretagem

Fonte: canteiro de obras (2006)

Desforma e Reescoramento

O concreto demora aproximadamente 4 dias para ficar completamente seco. Após isso, os moldes são retirados (para serem reutilizados em outra laje) e é feito um reescoramento (figura 16), ou seja, remove o escoramento existente e constrói-se outro, com menos escoras, com o objetivo de apenas "apoiar" a laje.

Figura 16 - Desforma e Reescoramento

Fonte: canteiro de obras (2006)

Retirada do escoramento

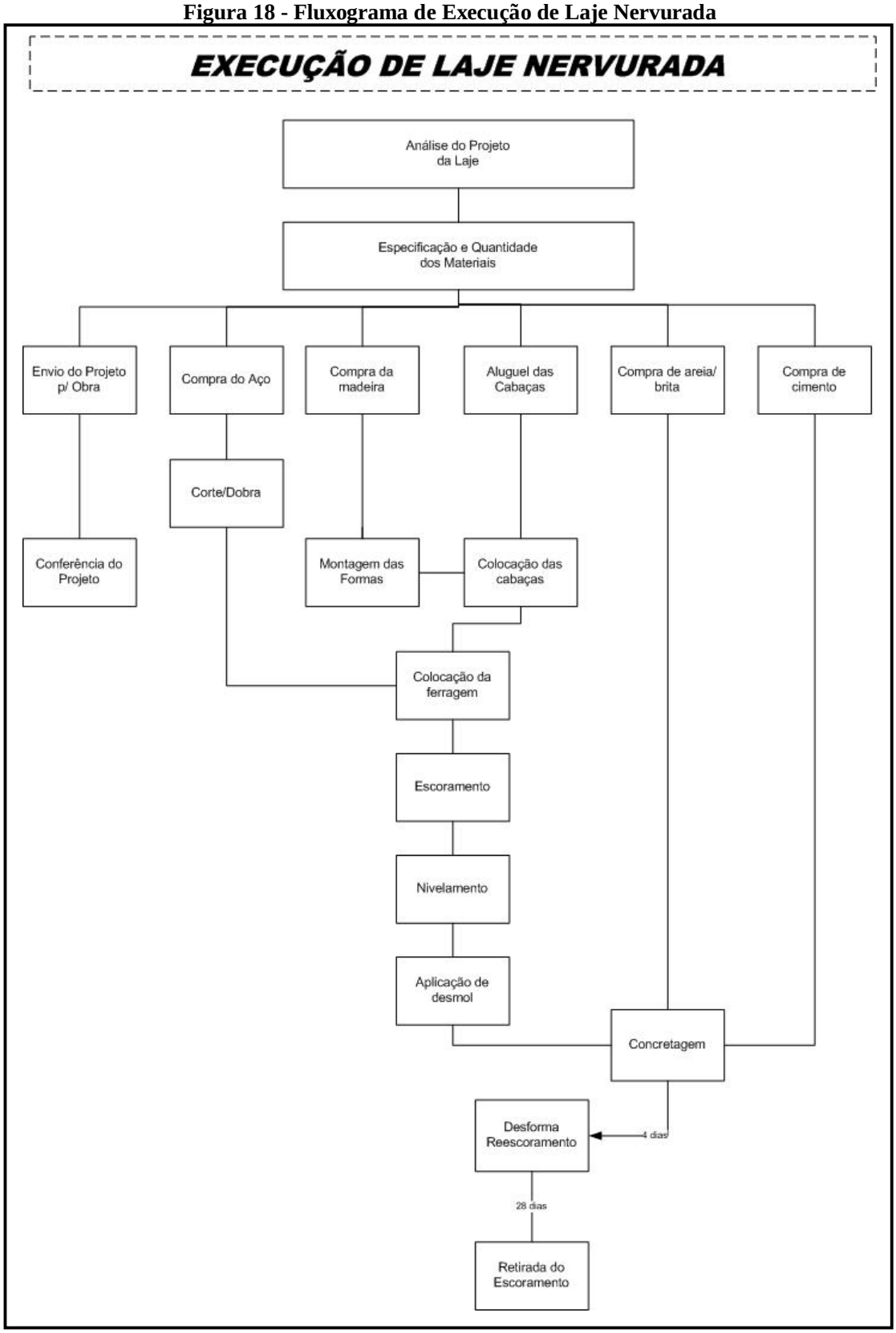
Após 28 dias, pode-se retirar o restante das escoras que apoiavam a laje. Enfim, ela está pronta (figura 17).

Figura 17 – Laje Pronta

Fonte: canteiro de obras (2006)

O processo de execução de laje nervurada na empresa José rocha é detalhado através do fluxograma da figura 18 a seguir. O processo foi modelado com a utilização de uma ferramenta computacional, o Microsoft Visio.

Figura 18 - Fluxograma de Execução de Laje Nervurada



Fonte: a autora

Com as etapas do processo detalhadas, foi feita uma nova modelagem, através de um modelo de rede, utilizando uma outra ferramenta computacional: o MS Project. Os dados utilizados para construir a rede foram as etapas do processo de execução da laje, suas durações e suas ordens, ou seja, quais etapas dependiam de outras, tanto para iniciar como para terminar (predecessoras e sucessoras).

Foi considerado na rede a execução de 400m² de laje, sendo necessários, para isso, 3 dias para realizar o corte e dobra do aço e 5 dias para realizar a montagem das formas necessárias a essa quantidade.

Através do gráfico de Gantt e do diagrama de rede fornecidos pelo programa, foi identificado o caminho crítico do processo e o gargalo existente no mesmo.

Segundo a ABNT (1972), “caminho crítico é todo caminho de maior duração em um projeto, compondo-se, embora não necessariamente, de uma seqüência de atividades críticas, que são as atividades de menor folga em um projeto”. Isso se pode explicar notando que, se ao longo do projeto certos eventos (não críticos) tiverem sua data de ocorrência alterada (atrasada), não por atividades internas ao projeto, mas devido a causas externas, como por exemplo, ocorrência de chuvas, atrasos na chegada de técnicos necessários ao inicio de certas atividades etc., teremos, evidentemente, em função da dimensão desse atraso, uma alteração no caminho critico.

O caminho crítico identificado no processo foi o seguinte:

Análise do Projeto – Especificação dos materiais – Aluguel das cabaças – Colocação das cabaças – Colocação da ferragem – Escoramento – Nivelamento – Aplicação de desmol – Concretagem – Desforma e Reescoramento – Retirada do Escoramento.

É importante observar que o aluguel das cabaças é a etapa mais longa do processo. Portanto, isso só ocorre na construção da primeira laje, pois quando se iniciar a próxima, as cabaças já estarão na obra, e o tempo de 30 dias não existirá mais, diminuindo o tempo de execução total. Como isso acontece, foi modelado um outro gráfico de Gantt e um outro diagrama de rede, mudando apenas o tempo de duração do aluguel das cabaças de 30 para zero dia (em anexo).

O novo caminho crítico identificado foi o seguinte:

Análise do Projeto – Especificação dos materiais – Compra da madeira – Montagem das formas – Colocação das cabaças – Colocação da ferragem – Escoramento – Nivelamento – Aplicação de desmol – Concretagem – Desforma e Reescoramento – Retirada do Escoramento.

Observou-se que a etapa de aluguel das cabaças não está mais no caminho critico, dando lugar às etapas de compra da madeira e montagem das formas.

3.5 Diretrizes de melhoramento

Com base na fundamentação teórica e na experiência prática da autora, foram identificadas algumas diretrizes para a melhoria do processo de planejamento e execução de uma laje nervurada.

Dentre elas, destaca-se a utilização do MS Project como ferramenta computacional facilitadora, pois ele tem o potencial de auxiliar na visualização do processo, permitindo identificar qual o caminho crítico existente.

Outra melhoria proposta é a inclusão de técnicas de planejamento e controle na empresa. Assim, os processos serão mais bem executados e apresentarão um menor número de falhas, acarretando em tempos de entrega de acordo com os projetos e em uma maior satisfação dos clientes. Outras falhas nos processos também poderão ser evitadas com esse planejamento, como ociosidades, sucatas, compras em excesso, etc.

Uma última proposta de melhoria seria a apresentação do planejamento dos projetos para os funcionários da empresa antes do inicio de cada processo (endomarketing), permitindo críticas e sugestões. Assim, haveria uma maior participação do principal recurso da empresa, que são seus funcionários, e uma maior satisfação dos mesmos. Consequentemente, o clima no trabalho seria melhor e a produtividade também aumentaria.

3.6 Conclusão

A partir da análise dos conceitos de planejamento e gerenciamento de projetos apresentados neste trabalho, foi possível apresentar melhorias para o processo de execução de laje nervurada de uma empresa do ramo de construção civil localizada em Juiz de Fora – a José Rocha Empreendimentos Imobiliários.

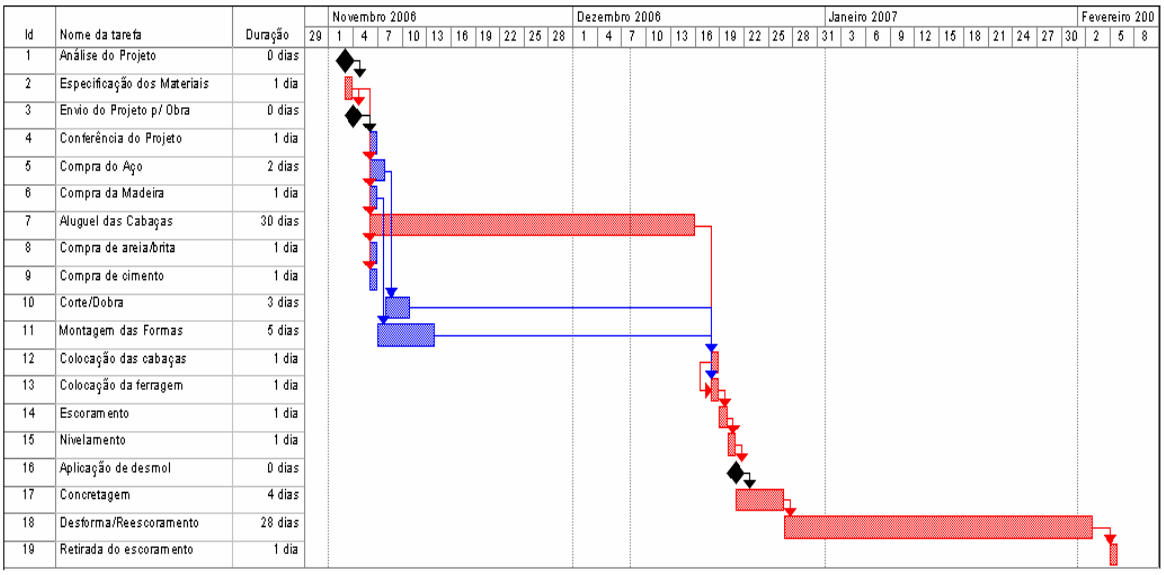
Vale ainda frisar a importância da ferramenta computacional MS Project que teve alguns conceitos explicitados neste estudo, através da aplicação dessa ferramenta na empresa em questão, mais especificamente no processo de planejamento e execução de uma laje nervurada.

É importante ainda ressaltar que, por se tratar de um trabalho acadêmico, possibilitou um profundo aprendizado sobre planejamento e gerenciamento de processos, técnicas que vem cada vez mais sendo utilizada pelas empresas para sobreviverem num cenário cada vez mais competitivo, principalmente na construção civil.

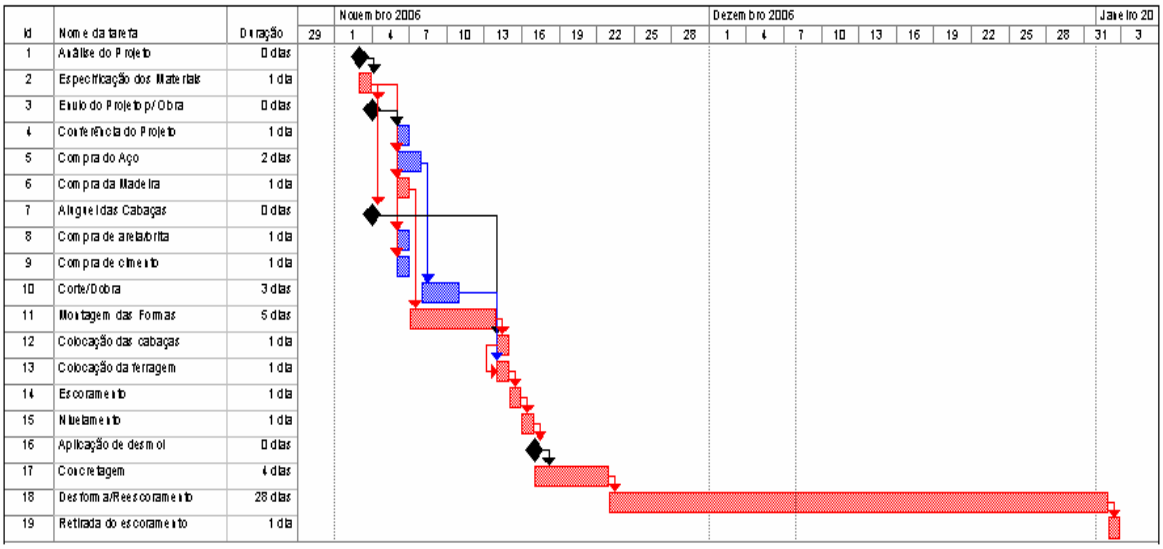
Conclui-se assim que o aprendizado proporcionado pelo trabalho é contínuo e pode vir a ser utilizado ao longo da vida acadêmica e profissional.

ANEXOS

Anexo 1 - Gráfico de Gantt (Primeira Laje)



Anexo 2 - Gráfico de Gantt (Segunda Laje)



Anexo 3 - Diagrama de Rede (Primeira Laje)

Anexo 3 - Diagrama de Rede (Primeira Laje)

Anexo 3 - Diagrama de Rede (Primeira Laje)

Anexo 3 - Diagrama de Rede (Primeira Laje)

Anexo 4 - Diagrama de Rede (Segunda Laje)

Anexo 4 - Diagrama de Rede (Segunda Laje)

Anexo 4 - Diagrama de Rede (Segunda Laje)

Anexo 4 - Diagrama de Rede (Segunda Laje)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AALAMI. Cf. ALMEIDA FILHO, F. M. de. **Estruturas de pisos de edifícios com a utilização de cordoalhas engraxadas**. Tese de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

ARQUITEXTOS. **Periódico mensal de textos de arquitetura**. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp214.asp. Acesso em 10 de novembro de 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Terminologia do PERT/CPM**; Anteprojeto da Norma Brasileira, Rio de Janeiro, 1972.

ATEX DO BRASIL. Disponível em: http://www.atex.com.br/. Acesso em 10 de novembro de 2006.

BELCHIOR, P. G. O. **Métodos de Caminho Crítico (PERT/CPM) na Administração de Projetos**. Rio de Janeiro, Ed. Americana, 1974.

BERNARDES, A.L. **A importância da gestão integrada no gerenciamento de projetos.** Disponível em: http://www.ietec.com.br/ietec/cursos/area_gestao_de_projetos/2006/06/19/2006_06_19_0001.2xt/materia_clipping/2006_06_19_0230.2xt/dtml_boletim_interna. Acesso em 01 de julho de 2006.

BORDIN, L.; SCHIMITTI, C. M.; GUERRERO, J.M.C. A Importância de Melhor Gerenciar a Utilização de Sistemas Colaborativos para o Desenvolvimento de Projetos na Indústria da Construção Civil. **II Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios**, Porto Alegre, 2002.

CARDOSO, L.R.A.; ABIKO, A.K.; GONÇALVES, O.M.; BARBOSA, A.L.S.F.; INOUYE, K.P.; HAGA,H.C.R. **Proposição de um modelo para a cadeia produtiva da construção habitacional urbana: desenho e fluxos**. In XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba. **Anais**. ENEGEP 2002, 2002.

CARNEIRO, Paulo César da Costa. **Notas de Aula do Módulo de Contexto do Gerenciamento de Projetos**. Rio de Janeiro: Curso de Fundamentos de Gerenciamento de Projetos da Universidade Veiga de Almeida, 2002.

CASAROTTO, N. et al., 1998. **Gerência de Projetos/Engenharia Simultânea***,* 1ª. ed. São Paulo, Editora Atlas.

CONSTRUBUSINESS. **5º Seminário da Indústria Brasileira da Construção.** São Paulo: FIESP, 2003.

CUKIERMAN, Z. S., 2000. **O modelo PERT/CPM aplicado a projetos**, 7ª. ed. Rio de Janeiro, Reichmann & Affonso Editores.

DADOS GERAIS DO MACROSSETOR – FGV/CBIC – 19/12/02. Disponível em: http://www.moradia.org.br/moradia/dados_do_setor/VisualizarDadosDoSetor.php?id=2. Acesso em 21 de julho de 2006.

DAWOOD, N.; AKINSOLA, A.; HOBBS,B. Development of automated communication of system for managing site information using Internet technology. **Automation in Construction.** v. 11, n. 5, pp. 557 – 572, 2002.

FRANCA, A. B. M.; FUSCO, P. B. **As lajes nervuradas na moderna construção de edifícios**. São Paulo: Afala & Abrapex, 1997.

HERSZON FILHO, Leon. **Notas de Aula da Disciplina de Introdução ao Gerenciamento de Projetos**. Niterói: Curso de Especialização em Gerenciamento de Projetos da Engenharia de Produção da UFF, 2003.

LILENBAUM, M. J. **Considerações sobre a Aplicação do PERT/CPM às Obras Públicas**. Rio de Janeiro, Clube de Engenharia.

LILENBAUM, M. J. **Modelo PERT/COM – Sistemática de Sua Aplicação à Administração de Projetos***.* Rio de Janeiro, 1972.

LIMA, E. L.; BALAT, V. H.; BISSIO, J. F. **Hormigón Armado: Notas sobre su evolución y la de su teoría***.* Disponível em:

<www.ing.unlp.edu.ar/construcciones/hormigon/ejercicios/sem-ha.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2006.

MICALI, J.F.M. **Um modelo para integração da indústria da construção civil.** São Paulo, 2000. 151p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

MEDEROS, H. A. Disponível em http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/comunidade/calandra.nsf/0/FEE902AD08A122F603256D09006A8A34?OpenDocument&pub=T&proj=Novo&can=Artefatos. Acesso em 10 de novembro de 2006.

NITITHAMYONG, P. e SKIBNIEWSKI, M. J.; **Web-based construction project management systems: how to make them successful**. Automation in Construction, Vol. 13, No 4, p. 491-506, jul 2004.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Guide of Project Management Body of Knowledge – PMBOK, 2000.**

RABECHINI et al.,2002, “Fatores Críticos para implementação de gerenciamento por projetos: o caso de uma organização de pesquisa”, **Produção**, v. 12, n. 2, pp. 28 - 41

SCHWEGLER, B.R. et al. **Near – Medium – and Long – Term Benefits of Information Technology in Construction**. CIFE Working Paper #65, 2001.

SILVA, M.F.S.; HEINECH, L.F.M. **Equipes de projetos de edificações e seu potencial como equipes de gestão do conhecimento: uma reflexão preliminar**. In.: Workshop Nacional Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2, 2001, São Carlos. Anais. São Carlos: UFSCar, 2001. CD-ROM.

SZLAK, B. Disponível em http://www.comunidadedaconstrucao.com.br/comunidade/calandra.nsf/0/FEE902AD08A122F603256D09006A8A34?OpenDocument&pub=T&proj=Novo&can=Artefatos. Acesso em 10 de novembro de 2006.

TUMAN, G.J. **Development and Implementation of Effective Project Management Inoformation and Control Systems**, In CLELAND, D.I.; KING, W.R. Project Management Handbook. Van Nostrand Reinhold, New York, 1983.