

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Escola de Engenharia
Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído

Khiara Almeida Campos

**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
PARA UMA EMPRESA CONSTRUTORA DE
PEQUENO PORTE**

**Belo Horizonte,
2016**

Khiara Almeida Campos

**PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE
PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO
PARA UMA EMPRESA CONSTRUTORA DE
PEQUENO PORTE**

Monografia de especialização apresentado ao Curso de Especialização: Produção e Gestão do Ambiente Construído do Dept. de Engenharia de Materiais e Construção, da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista.

**Orientadora: Prof. Patrícia Elizabeth Gomes
Ferreira Barbosa**

**Belo Horizonte,
2016**

C198p

Campos, Khiara Almeida.

Proposição de um modelo de planejamento e controle da produção para uma empresa construtora de pequeno porte [manuscrito] / Khiara Almeida Campos. - 2016.

73 f., enc.: il.

Orientadora: Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira Barbosa.

“Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Produção e Gestão do Ambiente Construído da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais”

Anexos: f. 71-73.

Bibliografia: f. 68-70.

1. Construção civil. 2. Controle de produção. 3. Normalização.
4. Planejamento. I. Barbosa, Patrícia Elizabeth Ferreira Gomes. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Engenharia. III. Título.

CDU: 69



ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA

ALUNO: **KHIARA ALMEIDA CAMPOS**

MATRÍCULA: **2016666182**

RESULTADO

Aos 06 dias do mês de abril de 2017 realizou-se a defesa da **MONOGRAFIA** de autoria do aluno acima mencionado sob o título:

“PROPOSIÇÃO DE UM MODELO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO PARA UMA EMPRESA CONSTRUTORA DE PEQUENO PORTE”

Após análise, concluiu-se pela alternativa assinalada abaixo:

APROVADO

APROVADO COM CORREÇÕES

REPROVADO

NOTA: 90

CONCEITO: A

BANCA EXAMINADORA:

Nome

Assinatura

Profª. M.Sc. Patrícia Elizabeth Gomes Ferreira Barbosa

Nome

Assinatura

Profª. Drª. Paula Bamberg

O candidato faz jus ao grau de "ESPECIALISTA NA ÁREA DE "TECNOLOGIA E GESTÃO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO"

Belo Horizonte, 06 de abril de 2017

Coordenador do Curso
**Prof. Antonio Neves
de Carvalho Júnior**

Coordenador do Curso

AGRADECIMENTOS

A Deus, por permitir essa oportunidade.

A meus pais, pelo carinho e incentivo.

A meu irmão, pela paciência e conselhos.

Ao Bruno, meu melhor amigo e companheiro.

A Dani e Iaskara, amigas que a especialização me deu.

EPÍGRAFE

"É saber se sentir infinito, num universo tão vasto e bonito. É saber sonhar. E, então fazer valer apenas, cada verso daquele poema sobre acreditar."

Ana Vilela

RESUMO

Diante das flutuações na economia, nos últimos anos os empresários das micro e pequenas empresas de construção civil se vêm obrigados a implementar mudanças estruturais nas suas empresas, com o objetivo de reduzir custos e se tornar mais competitivo. Para alcançar esses objetivos a implementação de um planejamento e controle da produção nas obras se mostrou, por diversos estudos, de grande eficácia, uma vez que, a implementação correta destes planos impacta fortemente no desempenho da construção. Este estudo tem por objetivo desenvolver um modelo padronizado de planejamento e controle da produção, facilmente adaptado para obras de pequeno porte, de média e curta duração, com foco em micro e pequenas empresas de construção civil. Para tanto, recorreu-se a uma pesquisa exploratório-qualitativo e foi utilizado a estratégia de estudo de caso com o uso de fontes de evidências como análise de documentos, observação direta e observação participante. O modelo foi formulado com base no sistema *Last Planner* e o modelo de planejamento e controle da produção do NORIE. A implementação do modelo proposto foi realizada com sucesso. Pôde-se verificar que o modelo cumpriu os principais objetivos propostos como: organização do tempo de trabalho, padronização de segmentação das obras, organização da programação de recursos, implementação de planos de longo, médio e curto prazo e formalização do planejamento e controle da produção na empresa.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção. Sistema Last Planner. Construtoras de pequeno porte. Padronização.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fases do processo de planejamento.....	17
Figura 2: <i>Last Planner</i> como um sistema de "puxar" a produção.....	20
Figura 3: Níveis hierárquicos do sistema <i>Last Planner</i>	21
Figura 4: Modelo de planejamento e controle da produção.....	22
Figura 5: Preparação do processo de PCP.....	23
Figura 6: Exemplo de plano de médio prazo Lookahead.....	26
Figura 7: Exemplo de plano de curto prazo.....	27
Figura 8: Avaliação do processo de PCP.....	30
Figura 9: EAP construção de uma casa.....	32
Figura 10: Sequência de Partição do Projeto.....	32
Figura 11: Integração de um projeto através da EAP.....	34
Figura 12: Representação gráfica de uma atividade no PERT/CPM.....	35
Figura 13: Representação básica de um diagrama de rede da execução de uma fundação.....	36
Figura 14: Gráfico de Gantt.....	38
Figura 15: Ciclo PDCA.....	40
Figura 16: Ciclo SDCA/PDCA no desenvolvimento do processo.....	41
Figura 17: Delineamento da pesquisa.....	43
Figura 18: Organograma da empresa.....	46
Figura 19: Modelo básico de planejamento.....	55
Figura 20: Croqui da igreja SLG.....	56
Figura 21: Croqui da igreja SLG.....	57
Figura 22: EAP em dois níveis.....	58
Figura 23: EAP Analítica.....	58
Figura 24: Alocação de mão de obra.....	59
Figura 25: Planejamento <i>lookahead</i> para obra SLG.....	60
Figura 26: Planejamento semanal obra SLG.....	61
Figura 27: Planilha de programação de recursos obra SLG.....	62
Figura 28: Croquis obra vianópolis.....	63

Figura 29: EAP da obra vianopolis.....	64
Figura 30: Alocação de mão de obra vianopolis.....	65
Figura 31: Plano <i>lookahead</i> obra vianopolis.....	66
Figura 32: Plano semanal obra vianopolis.....	66
Figura 33: Programação de recursos obra vianopolis.....	67

LISTA DE SIGLAS

CPM - *Critical Path Method*

EAP - Estrutura Analítica de Projeto

NORIE - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação

PCP - Planejamento e Controle da Produção

PDCA - Planejar, Executar, Checar e Agir

PERT - *Program Evaluation and Review Technique*

PIB - Produto Interno Bruto

PPC - Porcentagem do Planejamento Concluído

SLG - São Luiz Gonzaga

VIA - Vianópolis

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Objetivo Geral	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Estrutura do trabalho	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Planejamento e Controle da Produção	14
2.1.1 Dimensão Horizontal do Planejamento	16
2.1.2 Dimensão Vertical do Planejamento	19
2.1.3 Sistema Last Planner	20
2.1.4 Modelo de Planejamento e Controle da Produção do NORIE	21
2.1.4.1 Preparação do processo de PCP	23
2.1.4.2 Planejamento de longo prazo.....	24
2.1.4.3 Planejamento de médio prazo.....	25
2.1.4.4 Planejamento de curto prazo	27
2.1.4.5 Avaliação do processo de PCP	29
2.2 Ferramentas de Planejamento e Controle da Produção de Obras	30
2.2.1 Estrutura Analítica De Projeto.....	31
2.2.2 Diagrama de Rede (PERT/CPM)	34
2.2.3 Cronogramas: Gráfico de Gantt.....	38
2.2.4 Ciclo PDCA.....	39
2.2.6 Lookahead	41
3 MÉTODO DE PESQUISA	43
3.1 Delineamento da Pesquisa.....	43
3.2 Fontes de Evidências	44
4 RESULTADOS DA PESQUISA	45

4.1 Apresentação da Empresa	45
4.2 Situação do Planejamento da Empresa	47
4.2.1 Deficiência do planejamento atual da empresa	51
4.3 Ações Necessárias para a Melhoria do Planejamento Atual da Empresa.....	51
4.3.1 Organizar o tempo de trabalho	52
4.3.2 Estabelecer padrões de segmentação das obras.....	52
4.3.3 Implementar uma programação de recursos.....	53
4.3.4 Implementar planos de médio e curto prazo.....	53
4.3.5 Formalizar do PCP	53
4.4 Modelo Básico de PCP	54
4.4.1 Obra São Luiz Gonzaga (SLG)	56
4.4.1.1 Planejamento de longo prazo.....	57
4.4.1.2 Planejamento de médio e curto prazo.....	60
4.4.1.3 Programação de recursos	61
4.4.2 Obra Vianópolis (VIA).....	62
4.4.2.1 Planejamento de longo prazo.....	63
4.4.2.2 Planejamento de médio e curto prazo.....	65
4.4.2.3 Programação de recursos	67
5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	67
5.1 Recomendações para Trabalhos Futuros.....	68
REFERÊNCIAS	69
ANEXOS	9

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2015 a construção civil fechou o ano em forte retração, o PIB - Produto Interno Bruto, registrou queda de 8,4%, e em três trimestres deste ano, o setor apresentou o pior resultado para o período desde o ano de 2003 (CBIC, 2016). Neste cenário, os empresários do setor da construção civil se vêm obrigados a efetuar mudanças estruturais de suas empresas, fazendo-se necessário tanto alterações nos processos de produção quanto, principalmente, nos processos administrativos e gerenciais. Dentro deste contexto, os pesquisadores da construção civil vêm adaptando conceitos, métodos e técnicas desenvolvidos para o ambiente de produção industrial, objetivando o gerenciamento e a administração de obras com eficácia e eficiência pelas empresas construtoras.

Neste contexto, um dos principais aspectos do gerenciamento que será abordado neste trabalho é o PCP (Planejamento e Controle da Produção). Formoso (1991) apud Soares (2003), define que "planejamento é um processo gerencial de tomada de decisão, que envolve o estabelecimento de metas e a determinação de meios para atingi-los, sendo efetivo quando acompanhado do controle". Assim, o PCP é de fundamental importância para as empresas construtoras na medida que o mesmo impacta fortemente no desempenho da construção, tal como afirma Mattos (2010) ao citar que estudos realizados no setor da construção civil apontam que as deficiências no planejamento e controle estão entre as principais causas de baixa da produtividade, de elevadas perdas e da baixa qualidade no produto final.

Dentro do setor da construção civil analisando as micros e pequenas empresas, a dificuldade para implementação de um sistema eficaz de PCP é ainda maior do que se comparado a empresas de médio e grande porte. Isto deve-se ao fato de que as pequenas empresas possuem um quadro técnico reduzido e, na maioria das vezes, não possuem engenheiros residentes, nem estagiários de engenharia ou ainda supervisores direto de obras. Normalmente estas empresas possuem apenas um engenheiro que exerce diversas funções, desde funções administrativas e financeiras, até o gerenciamento de todas as obras da construtora, tendo assim um acúmulo de tarefas, ficando impossibilitado de realizar um planejamento adequado, resultando em obras executadas sem planejamento e controle, valendo-se do engenheiro apenas para resolver assuntos conforme o desenrolar da obra.

Assim, este trabalho objetiva formular um modelo padrão de planejamento e controle da produção, facilmente adaptável para obras de pequeno porte, com foco em micro e pequenas

empresas de construção civil, de forma a possibilitar à estas empresas um planejamento e controle adequado para suas obras, de maneira pouco burocrática, visando a antecipação de problemas para alcançar resultados como melhora na produtividade e melhora na qualidade final do produto.

1.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como tema principal desenvolver um sistema de planejamento e controle da produção padronizado e específico para a empresa construtora estudada e facilmente adaptável para empresas construtoras de pequeno porte. Este sistema foi desenvolvido a partir da adaptação do modelo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) do NORIE (Núcleo Orientado para Inovação na Edificação) apresentado por Bernardes (2003), e a partir de estudos da utilização de ferramentas gerenciais apresentado por diversos autores no decorrer da revisão bibliográfica.

Deste modo, o objetivo geral deste trabalho consiste em desenvolver um sistema padronizado de planejamento e controle da produção, facilmente adaptável para obras de pequeno porte, de curta e média duração, com foco em micro e pequenas empresas de construção civil.

1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Fazer o diagnóstico da empresa estudada;
- b) Estudar o modelo de planejamento e controle da produção do NORIE (Núcleo Orientado para a Inovação na Edificação), apresentado por Bernardes (2003);
- c) Estudar as ferramentas gerenciais mais utilizadas para o planejamento de obras;
- d) Propor diretrizes para a implementação do planejamento e controle da produção para as obras da empresa estudada; e
- e) Adaptar ferramentas e técnicas de gerenciamento para as obras da empresa estudada.

1.2 Justificativa

A autora deste trabalho, em sua experiência pessoal, sempre trabalhou no setor de construção civil. Em 2010, no ano que ingressou na graduação de Engenharia Civil, juntamente com seu irmão, iniciou as atividades de uma empresa construtora. Em 2015, ao se formar Engenheira Civil, tomou frente no gerenciamento das obras da empresa, mesmo apesar das deficiências profissionais na área de planejamento e controle de obras. Deficiências estas, agravadas pelo fato da autora não ter tido experiências profissional em outras empresas.

Assim, apesar do esforço da autora em adquirir conhecimento técnico na área de gestão, o planejamento e controle das obras sob sua responsabilidade não vinha apresentando evolução satisfatória. Os problemas rotineiros tendiam-se a se repetir e, na maioria das vezes, a solução para os mesmos era dada tardiamente, sem a necessária sistematização e identificação da causa.

Dentre os principais problemas identificados na empresa, destacam-se:

- a) o fato de que a empresa não possuía um sistema de planejamento e controle eficaz;
- b) o fato de que o gerenciamento das obras da empresa estava centralizado em poucos profissionais, tendo em vista que as obras são relativamente pequenas, o que dificulta a alteração de tal quadro;

Tendo em vista este contexto a autora iniciou o Curso de Especialização em Gestão do Ambiente Construído na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), onde teve contato com disciplinas que abordam os temas de planejamento e gerenciamento de obras, o que incentivou o desejo introduzir mudanças na sua empresa justificando-se assim a elaboração deste trabalho.

1.3 Estrutura do trabalho

Este trabalho encontra-se dividido em 6 capítulos. No primeiro capítulo é apresentado a introdução, os objetivos geral e específicos, a justificativa para elaboração do trabalho e a estruturação do mesmo.

No capítulo 2, têm-se a revisão bibliográfica com a conceituação de planejamento e controle da produção, a apresentação das dimensões vertical e horizontal do planejamento seguido pela apresentação dos princípios do sistema *Last Planner*. Estes tópicos foram elaborados utilizando o referencial teórico de autores como Alexander Laufer, Greg Howell, Carlos T. Formoso, dentre outros, apresentados principalmente na dissertação de mestrado de Alexandre Castro Soares e nos trabalhos de Maurício Moreira e Silva Bernardes, Klaus Oliveira Gutheil e além de outros autores. Em seguida, é descrito detalhadamente o modelo de planejamento e controle da produção do NORIE proposto no trabalho de Bernardes (2003).

No capítulo 3, ainda na revisão bibliográfica, é apresentado as principais ferramentas gerenciais e suas características de implementação. São apresentadas e exemplificadas as ferramentas como EAP (Estrutura Analítica de Projeto), diagrama de rede PERT-CPM, gráfico de Gantt, ciclo PDCA e planejamento *lookahead*.

O capítulo 4 é destinado ao método de pesquisa utilizado. Nele há a descrição do estudo de caso, seguido da apresentação do delineamento da pesquisa e a apresentação dos métodos e técnicas utilizados na coleta de dados.

No capítulo 5 é apresentado os resultados da pesquisa, onde se tem: a apresentação da empresa, a situação atual do planejamento na empresa com a descrição das principais deficiências, as ações necessárias propostas para a melhoria do planejamento e controle da produção, e a reformulação do planejamento com a apresentação dos estudos de caso.

O último e sexto capítulo são destinados as conclusões e recomendações para trabalhos futuros.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Planejamento e Controle da Produção

Conforme Soares (2003), a definição exata de planejamento é amplamente discutida entre diversos autores do ramo. Genericamente falando o planejamento pode ser considerado a "definição de um futuro desejado e de meios eficazes para alcançá-lo" (ACKOFF apud BERNARDES, 2003) e também "algo que fazemos antes de agir, isto é, a tomada antecipada de decisões" (ACKOFF apud LIMMER, 2015). Ao analisar ambas definições pode-se verificar

que a tomada de decisão está intrinsecamente relacionada com o planejamento, pois, é esse processo decisório que resultará em um conjunto de ações necessárias para que as metas previamente estabelecidas nos planos possam ser cumpridas. Essas ações necessárias determinam padrões de desempenho em relação ao qual, o progresso do empreendimento é mensurado e analisado durante a fase de controle da produção (BERNARDES, 2003).

De acordo com Ghinato (1996) citado por Bernardes (2003), no Sistema Toyota de Produção há uma grande preocupação com a questão da ligação consistente e efetiva da função planejamento com as funções de controle, execução e monitoramento, uma vez que, a medida que os problemas vão sendo identificados na fase de execução e controle os mesmos podem ser eliminados evitando perdas.

Já os autores Laufer e Tucker (1987) citado por Bernardes (2003) definem planejamento como um processo de decisão realizada para antecipar uma reação futura desejada, utilizando para isso meios eficazes para concretizá-las. Além disto os autores Laufer et all., apud Soares (2003), resumem os elementos que compõem o processo como sendo:

- a) Um processo de tomada de decisão - decidir o quê e quando executar ações em determinado ponto no futuro;
- b) Um processo de integração de decisões interdependentes dentro do sistema de decisões;
- c) Um processo hierárquico que envolve a formulação de diretrizes gerais, metas e objetivos para a elaboração meios e restrições que levam a um detalhado curso de ações;
- d) Um processo que inclui parte ou toda a cadeia de atividades compreendendo a busca de informações e sua análise, desenvolvimento de alternativas, evolução e análise destas escolhas de soluções;
- e) Uma análise do emprego sistemático de procedimentos, em seus vários níveis de desenvolvimento;
- f) Uma apresentação documentada em forma de planos.

Além das definições de planejamento apresentadas conforme os diversos autores, vale ainda ressaltar a definição de Formoso (1991) citado por Soares (2003): "planejamento é um processo gerencial de tomada de decisão, que envolve o estabelecimento de metas e a

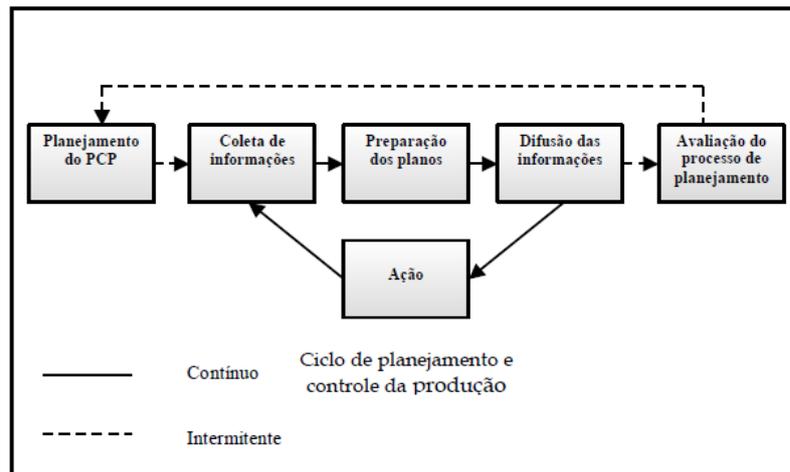
determinação de meios para atingi-los, sendo efetivo quando acompanhado do controle". A definição do autor difere dos demais e é relevante, uma vez que, o mesmo é um dos únicos autores que, conforme exaltado por Bernardes (2003), considera o controle como parte inerente do processo de planejamento.

2.1.1 Dimensão Horizontal do Planejamento

Conforme a classificação de Laufer e Tucker (1987) citado por Soares (2003) o processo de planejamento e controle da produção pode ser representado em duas dimensões: horizontal e vertical. A dimensão horizontal refere-se as etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado, e a segunda como essas etapas são vinculadas entre os diferentes níveis gerenciais de uma organização (BERNARDES, 2003).

Na dimensão horizontal o processo de planejamento envolve as etapas abaixo listadas e sintetizadas na Figura 1, são elas:

- a) Planejamento do processo de planejamento e controle da produção;
- b) Coleta de informações;
- c) Preparação dos planos;
- d) Difusão da informação;
- e) Avaliação do processo de planejamento.

Figura 1: Fases do processo de planejamento.

Fonte: LAUFER & TUCKER apud SOARES, 2003.

A primeira fase do ciclo, o planejamento do PCP, é uma fase que ocorre em períodos específicos da empresa construtora. Nela há o processo decisório referente ao horizonte e ao nível de detalhes do planejamento, e também referente a frequência de replanejamento, e ao grau de controle a ser realizado sobre o projeto (BERNARDES 2003).

A segunda fase é específica para coletar informações que são necessárias para realizar o planejamento. Essas informações são coletadas em diversas fontes dentre elas: projetos e anteprojetos; especificações técnicas; contratos; dados da empresa, como dados de produtividade de equipes e de equipamentos; condições do projeto; recursos para a produção; metas e restrições estabelecidas pela empresa; leis; exigências; e controle de qualidade da empresa construtora.

O planejamento é uma tarefa altamente complexa que engloba um grande número de atividades, informações e um alto grau de incerteza, o que dificulta o processo de planejar. Laufer e Howell (1993) citado por Bernardes (2003), afirmam que a fase de coleta de informações objetiva a redução de incertezas através de uma abordagem na qual se deve procurar selecionar de forma sistemática as informações necessárias à execução do processo produtivo. As empresas construtoras muitas vezes consideram a incerteza como um "fato da vida" e por essa razão ela é tratada como um problema isolado, com importância limitada (SOARES 2003). Contudo, conforme afirma Laufer e Howell (1993) citado por Soares (2003), os gerentes de obra precisam de estratégias para diagnosticar e enfrentar a incerteza ao invés de simplesmente ignorá-la ou negá-la.

A fase de preparação dos planos é, habitualmente, a fase que mais recebe atenção dos responsáveis pelo o planeamento. Nela são tomadas as decisões através da utilização de técnicas como diagramas de rede CPM (*Critical Path Method* - método do caminho crítico) e a técnica da Linha de Balanço, mais diretamente relacionada aos conceitos do *Lean Construction*. Para a escolha adequada da técnica a ser utilizada deve ser levado em consideração as características da obra, o nível de detalhamento do planeamento e a habilidade dos responsáveis pela formulação e utilização da técnica (FORMOSO et al., 1999 apud SOARES, 2003).

Após a preparação dos planos é necessário fazer a difusão das informações elaboradas na fase anterior para os envolvidos no projeto, sendo aqui projeto sinônimo de empreendimento. Conforme afirma Bernardes (2003), esta etapa do processo apresenta normalmente três problemas principais. O primeiro é devido ao fato de que os envolvidos no projeto podem se sentir prejudicados com os resultados obtidos no planeamento, impondo empecilhos à sua implementação. O segundo problema refere-se à grande quantidade de informações organizadas em um formato não apropriado (LAUFER E TUCKER, 1987 apud BERNARDES 2003). E o terceiro é ao fato de normalmente existir dois sistemas de informações paralelos para o gerenciamento do empreendimento, o tático, sistema formal utilizado no escritório central da construtora, e o operacional, sistema informal existente no canteiro de obras que dita a curto prazo a execução da construtora (LAUFER e TUCKER, 1987; FORMOSO, 1991, apud BERNARDES 2003).

A fase de ação é destinada para controlar e monitorar a produção. O gerente de obras além de fazer o controle e monitoramento deve atualizar os planos e produzir relatórios sobre o desempenho da produção. Esta fase é específica para que o gerente possa lidar com situações inesperadas que ocorrem quando o plano do empreendimento já se encontra pronto e a obra está em fase de execução. Laufer e Tucker (1987) citado por Bernardes (2003) apontam que nesta etapa o gerente deve manter a atenção em três tipos de riscos: o risco conceitual, resultado de uma formulação imperfeita de um problema; o risco administrativo, resultado de uma falha da administração; e o risco ambiental, resultado de uma mudança ambiental não prevista.

A última fase, a de avaliação do processo de planeamento, assim como a primeira fase têm um caráter intermitente ao processo, logo, ocorre em um período específico na empresa. Nesta fase é feito a avaliação do processo de planeamento como um todo, o que normalmente

é realizado ao término do empreendimento, mas há casos específicos que pode ser feita durante o processo de execução (BERNARDES, 2003). Conforme aponta Formoso et all. (1999) apud Soares (2003), "esta avaliação pode ser realizada através da percepção dos principais intervenientes no processo de planejamento e também com a utilização dos indicadores de desempenho do processo de planejamento". Contudo, além de identificar os problemas é importante realizar as correções necessárias para os desvios identificados nos planos, de forma a evitar erros nos planejamentos de empreendimentos futuros.

2.1.2 Dimensão Vertical do Planejamento

Conforme visto anteriormente o planejamento de um empreendimento é um processo com elevado grau de incerteza, devido a este fato é importante que os planos sejam preparados com um grau de detalhe apropriado para cada nível. Conforme salienta Laufer e Tucker (1988), citado por Bernardes (2003), o grau de detalhe deve variar com o horizonte de planejamento, crescendo conforme a proximidade da implementação.

A dimensão vertical do planejamento convencionalmente é dividida em três grandes níveis hierárquicos, sendo eles: estratégico, tático e o operacional.

O planejamento estratégico é o nível onde, basicamente, são definidos o escopo e a meta do empreendimento. São decisões relativas a longo prazo, tais como: estratégias a serem utilizadas, prazo de obra, fontes de financiamento, parcerias e etc.

O planejamento tático é o nível onde é definido as limitações do empreendimento e os meios necessários para atingir os objetivos estabelecidos no planejamento estratégico. "O planejamento tático refere-se à identificação de recursos, à estruturação do trabalho, além do recrutamento e treinamento de pessoal" (DAVIS e OLSON, 1987 apud BERNARDES, 2003).

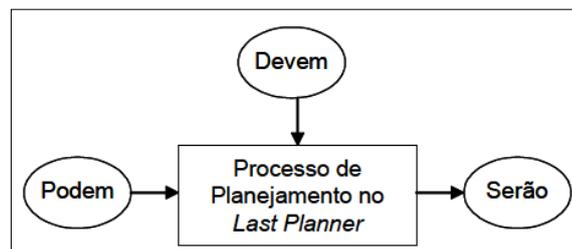
Já o planejamento operacional, conforme cita Bernardes (2003), é o nível onde é feita a seleção do curso das ações a serem tomadas para o alcance da meta estabelecida. Neste nível, há uma riqueza de detalhes e é característico de decisões a serem tomadas em curto prazo.

2.1.3 Sistema *Last Planner*

Inicialmente o sistema *Last Planner* proposto por Ballard e Howell (BALLARD, 2000 apud SOARES, 2003) foi desenvolvido com o intuito de aumentar a confiabilidade dos planos de curto prazo e proteger a produção dos efeitos nocivos da incerteza. "Este sistema pode ser entendido como um mecanismo para transformar o *deve ser feito* em o que pode ser feito, e além disto formar um estoque de trabalhos prontos para o plano semanal poder ser produzido" (BALLARD, 2000 apud SUKSTER, 2005).

Segundo Soares (2003), este processo se dá "a medida que as tarefas são programadas no plano de médio prazo e é configurado um conjunto de medidas para a disponibilização dos recursos necessários para a sua realização", através da identificação e remoção das restrições que impedem o fluxo de produção (TOMMELEIN, 1998 apud SOARES, 2003). A Figura 2 esquematiza o mecanismo citado.

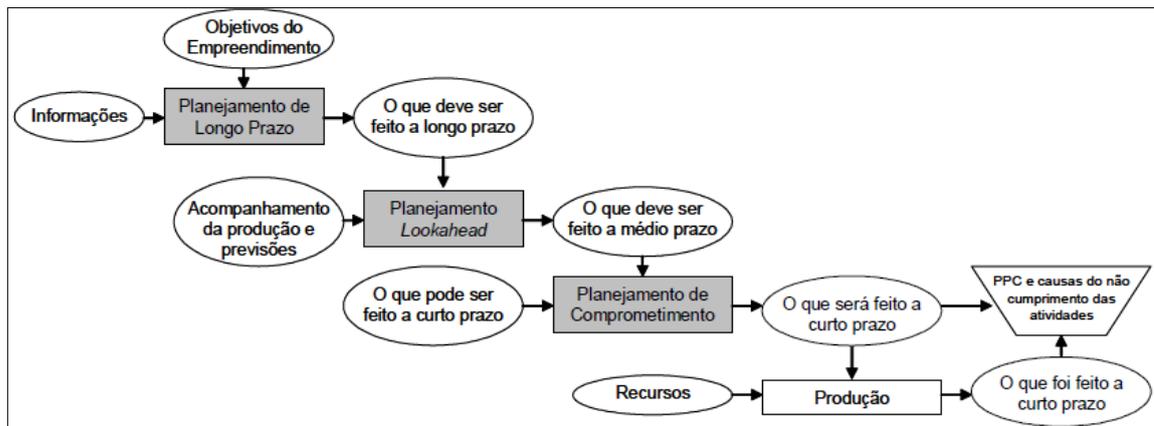
Figura 2: *Last Planner* como um sistema de "puxar" a produção.



Fonte: BALLARD 2000, apud SOARES 2003.

Neste contexto, Bortolazza (2006) afirma que este sistema segue a hierarquização do processo de PCP sugerida por Laufer e Tucker (1987) conforme os três níveis de planejamento (ver Figura 3): planejamento de longo prazo, planejamento lookahead e planejamento de comprometimento. Os dois primeiros níveis são característicos do planejamento tático e o último característico do planejamento operacional (HOWELL; BALLARD, 1997b, apud BORTOLAZZA 2006).

Figura 3: Níveis hierárquicos do sistema *Last Planner*.



Fonte: HOWELL; BALLARD, 1997b apud BORTOLAZZA, 2006.

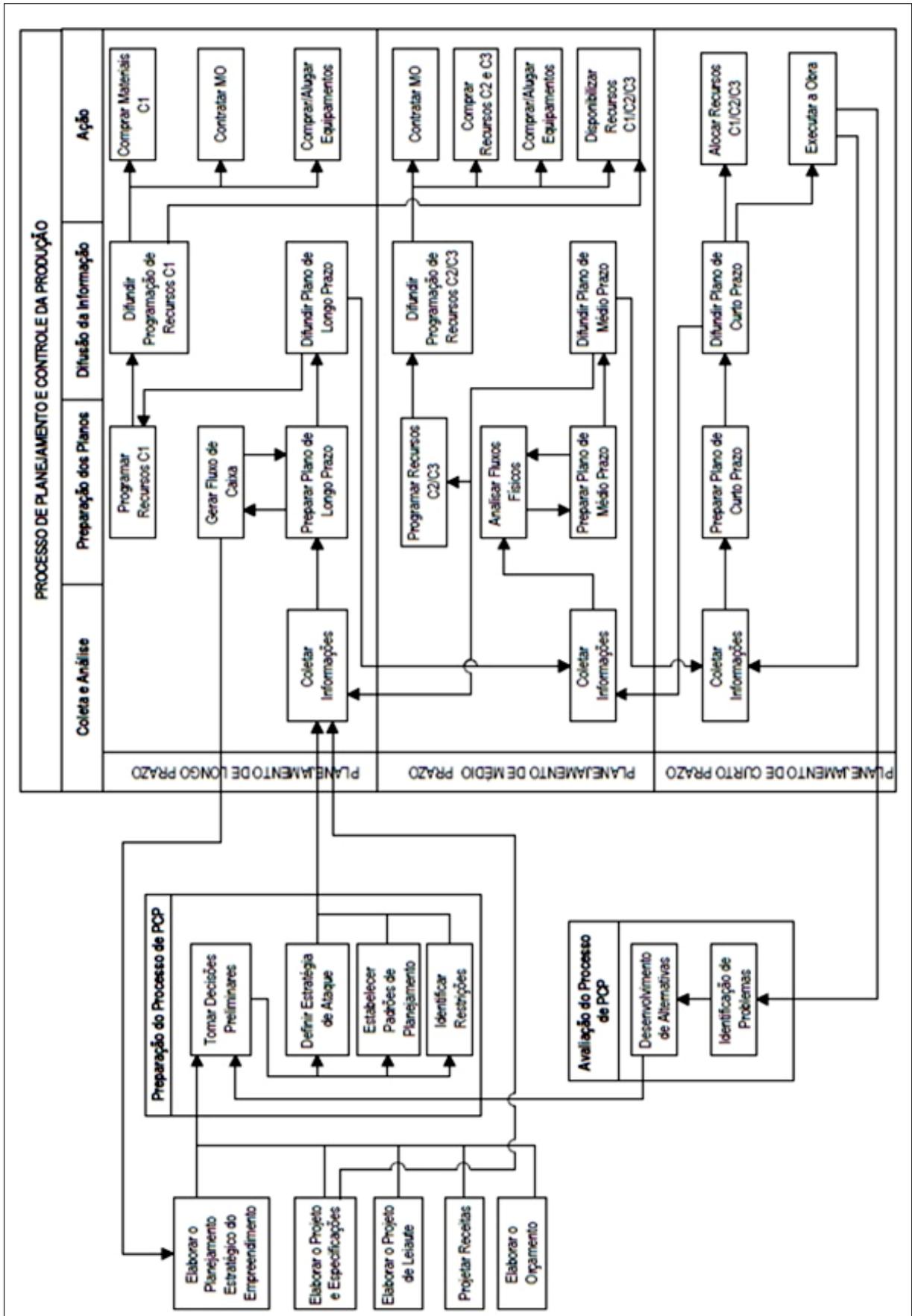
O planejamento de longo prazo compreende todo o período de execução da obra e sua finalidade é identificar os principais objetivos do empreendimento. O planejamento Lookahead é, neste caso, caracterizado por ser um planejamento de médio prazo e cumprindo a função de detalhar o processo construtivo, os métodos a serem utilizados, os recursos necessários e outras informações relevantes. Já o planejamento de comprometimento é referente ao planejamento de curto prazo que é desenvolvido com um alto grau de detalhamento objetivando a minimização das incertezas. Os três níveis hierárquicos serão melhor detalhados nas seções 2.1.4.1, 2.1.4.2 e 2.1.4.3.

2.1.4 Modelo de Planejamento e Controle da Produção do NORIE

O modelo de planejamento e controle da produção do NORIE, é um modelo geral de planejamento desenvolvido pelo Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Segundo Bernardes (2003), seu principal objetivo é o desenvolvimento de métodos, técnicas e ferramentas destinadas à melhoria do processo tecnológico e gerencial de empresas de construção civil. Ele é esquematizado com todas as etapas na Figura 4.

Conforme cita Gutheil (2004), o modelo, apresentado por Bernardes (2003), foi construído através dos sistemas básicos propostos por Laufer e Tucker (1987) e os principais elementos do sistema *Last Planner*, sendo composto por três etapas básicas: preparação do processo, planejamento e controle da produção e avaliação do processo. A segunda etapa está dividida hierarquicamente através dos níveis de planejamento (longo, médio e curto prazo) e é composta pelas etapas referentes à coleta de informações, preparação dos planos e difusão das informações, o que será detalhado nos tópicos que seguem.

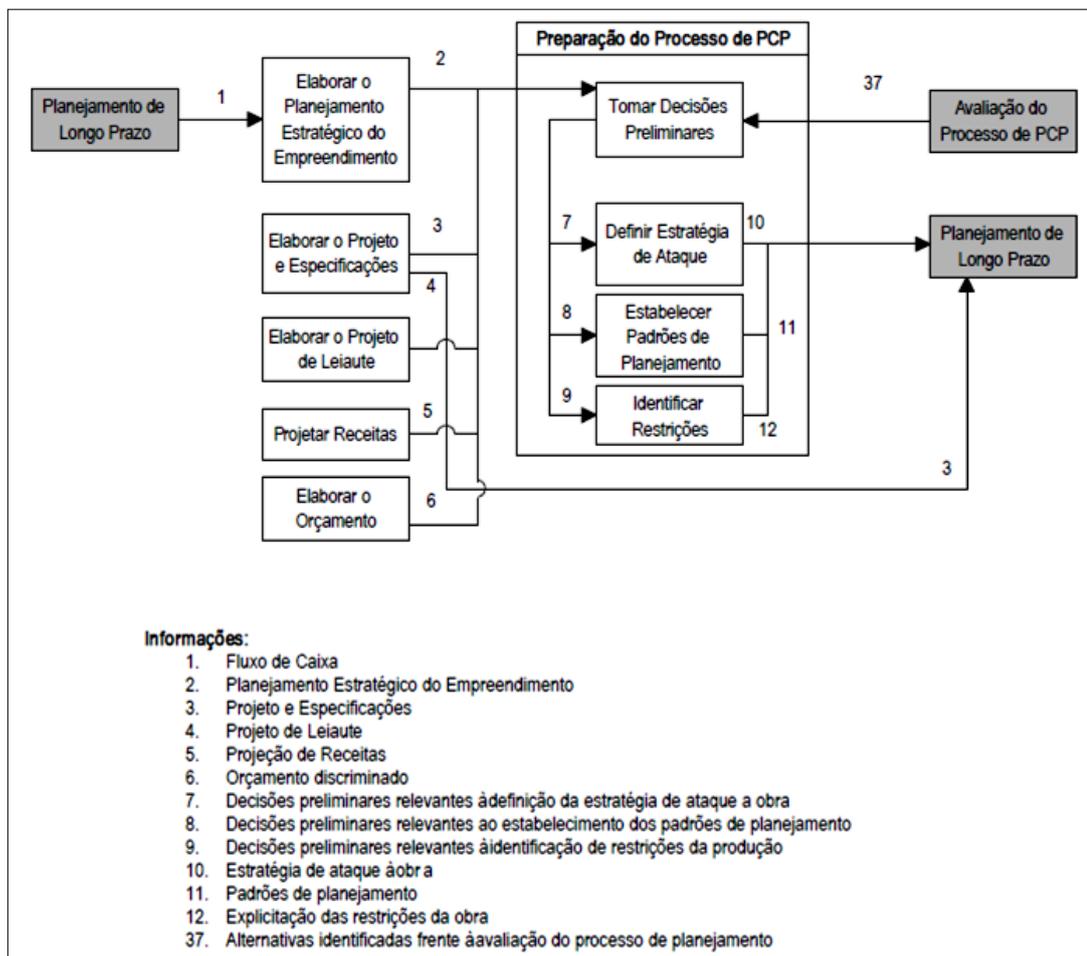
Figura 4: Modelo de planejamento e controle da produção.



2.1.4.1 Preparação do processo de PCP

Segundo Bernardes (2003), a preparação do processo de PCP é a primeira etapa do modelo. Ela consiste em estabelecer os procedimentos e padrões de planejamento que irão nortear as próximas etapas do modelo.

Figura 5: Preparação do processo de PCP.



Fonte: BERNARDES, 2003.

A etapa de preparação dos processos de PCP é composta pelas seguintes atividades (BERNARDES, 2003):

- a) Tomar decisões preliminares: são tomadas decisões características de serem inerentes ao processo de PCP como por exemplo: quantidade de níveis hierárquicos, frequência de replanejamento em cada nível, formato dos planos e indicadores a serem coletados;

- b) Estabelecer padrões de planejamento: é definido os padrões a serem utilizados na realização do planejamento e controle;
- c) Detalhar restrições: é detalhado restrições relacionadas à dificuldade de acesso à obra e ao arranjo físico, localização geográfica, limitações de recursos físicos e financeiros e etc.;
- d) Definir estratégia de ataque: consiste na definição dos principais fluxos de trabalho da produção.

2.1.4.2 Planejamento de longo prazo

O planejamento de longo prazo deve estabelecer um plano com baixo nível de detalhes, uma vez que, como já abordado anteriormente, na construção civil há um alto grau de incertezas. O plano gerado neste nível é destinado a alta gerência da empresa construtora (TOMMELEIN e BALLARD, 1997 apud BERNARDES, 2003) e deve identificar os principais objetivos do empreendimento.

Formoso et all. (1999) citado por Sukster (2005), define as principais atividades envolvidas nesta etapa de processo, como sendo:

- a) Coleta de informações: é coletado as informações provenientes da etapa de preparação do processo de planejamento;
- b) Geração de fluxo de caixa: é elaborado um fluxo de caixa com informações detalhadas sobre o processo de produção, que servirá como base para o controle financeiro da obra;
- c) Preparação do plano: é preparado o plano mestre, com baixo grau de detalhes, onde pode ser utilizado ferramentas como diagrama de Gantt e linha de balanço;
- d) Difusão do plano: onde é feito a apresentação do plano para os envolvidos no projeto;
- e) Programação de recursos classe 1: é programado os recursos de longo prazo e de baixa repetitividade para obra, como por exemplo: elevadores, esquadrias, revestimento externo entre outros;

- f) Difusão da programação de recursos classe 1: apresentação da programação dos recursos classe 1 para os envolvidos, principalmente, para o setor de recursos humanos para a contratação de mão de obra e suprimentos.

Em síntese, o planejamento de longo prazo é a base para o início do empreendimento e serve de partida para o planejamento de médio prazo (operacional). Conforme afirma Oglesby et all. (1989), citado por Bernardes (2003), poucas são as empresas construtoras que se aventuram a iniciar uma obra sem preparar um plano de longo prazo, mesmo que esse plano seja elaborado de maneira informal.

2.1.4.3 Planejamento de médio prazo

Conforme salienta Formoso et all., (1999) citado por Sukster (2005), o planejamento de médio prazo faz a vinculação com o plano de longo e curto prazo. Neste nível o planejamento tende a ser móvel, sendo por isso denominado "*lookahead planning*" - na tradução literal "planejamento olhando para frente" - (BALLARD, 1997 apud BERNARDES, 2001).

Esse nível de planejamento contém de maneira mais detalhada a descrição do processo construtivo com especificação de métodos e identificação de recursos, as restrições específicas de cada atividade e a quantificação de recursos disponíveis no canteiro (BERNARDES, 2001).

A Figura 6 ilustra um exemplo de planejamento lookahead para um intervalo de 4 semanas. Quando analisada separadamente, a primeira semana corresponde ao plano de curto prazo, mas contada a partir da segunda semana é compreendido o horizonte do planejamento de médio prazo.

Figura 6: Exemplo de plano de médio prazo Lookahead.

Obra: PORTO PRÍNCIPE		Engenheiro: José		Mestre: João		Data: 01/01/1999		Folha: 01																	
ATIVIDADES	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T	NECESSIDADES
Equipe: Hélio e Miguel																									
PISO CERÂMICO APT. 201 E 202	X	X	X	-	X	X																			Mat. No canteiro até 30/08
AZULEJO APT. 301							X	X	X	-	X	X													Preparar azulejo até 08/09
AZULEJO APT. 401													X	X	X	-	X	X							Contratar + 1 azulej. Até 12/09
AZULEJO APT. 403																			X	X	X	-	X	X	Necessidade.....
Equipe: Pintores																									
1ª demão apts. 203 e 204							X	X	X	-	X	X													Necessidade.....
Massa corrida apts. 304													X	X	X										Necessidade.....
2ª demão apt. 404																			X	X	X	-	X	X	Necessidade.....
1ª demão apt. 202 e 203	X	X	X	-	X	X																			Necessidade.....
Massa corrida portaria																			X	X					Necessidade.....

Fonte: BERNARDES, 2003.

No plano de médio prazo, Formoso et al., (1999), citado por Sukster (2005), define como as principais atividades envolvidas nessa etapa como sendo:

- a) Coleta de informações: geração do plano de médio prazo a partir de informações do plano de longo prazo e a partir das informações retroalimentadas do plano de curto prazo;
- b) Preparação do plano de médio prazo: utilização de ferramentas como diagrama de Gantt e técnicas como lookahead;
- c) Difusão do plano de médio prazo: os planos devem ser difundidos no formato adequado para os envolvidos no projeto, com destaque para o setor de suprimentos;
- d) Programação de recursos classe 2: compreende os recursos cuja aquisição caracteriza-se por um intervalo de tempo inferior a 30 dias, como por exemplo: material elétrico, hidráulico, tintas e etc.;

- e) Difusão da programação de recursos: a programação de recursos classe 2 deve ser repassada ao setor de suprimentos para a devida aquisição do material e locação da mão de obra.

O plano de médio prazo é considerado um elemento essencial para a melhoria do plano de curto prazo, e conseqüentemente para a redução de custos e duração do empreendimento (BALLARD, 1997 apud BERNARDES, 2003).

2.1.4.4 Planejamento de curto prazo

No plano de curto prazo o planejamento é desenvolvido com um alto grau de detalhamento, objetivando a minimização das incertezas. Conforme descreve Sukster (2005), este plano "tem o papel de orientar diretamente a execução da obra, sendo realizado geralmente em ciclos semanais e caracterizado pela atribuição de recursos físicos as atividades do plano de médio prazo".

A Figura 7 exemplifica um modelo de lista de tarefas semanais de um plano de curto prazo. A Figura 7, conforme descreve Bernardes (2003), contém na primeira coluna a descrição detalhada dos pacotes de trabalho a serem executados na semana seguinte à da elaboração do plano, nas demais colunas registra-se o número de funcionários envolvidos com o pacote de trabalho, em seus respectivos dias de trabalho, bem como uma coluna destinada a conferência da finalização da tarefa e a última coluna destinada a identificação de problemas que possam vir a ocorrer.

Figura 7: Exemplo de plano de curto prazo.

LISTA DE TAREFAS SEMANAIS								
Semana: <u>21/07 a 25/07</u>				Mestre: <i>Alberi</i> Engenheiro: <i>Carlos</i>				
Tarefa	S	T	Q	Q	S	S	OK	Problemas
Colocação das fôrmas do 4º pavimento	6	6	6	6			X	OK!
Desformar 2º pavimento		4	4	4	4		X	OK!
Alvenaria área 1 do 1º pavimento			3	3	3			Faltou Material
PPC = 2/3 = 66.67 %								
Tarefas Reservas:								
<ul style="list-style-type: none"> • Preparação das armaduras das vigas do 4º pavimento • Colocação da armadura das vigas no 4º pavimento 								

Fonte: BERNARDES, 2003.

Abaixo da planilha encontra-se a sigla PPC que é um indicador de produtividade denominado por Porcentagem do Planejamento Concluído (PPC). O mesmo é calculado através da razão dos pacotes de trabalhos completados pelos totais planejados, isto é, no caso do exemplo da Figura 3 dos três pacotes de trabalhos planejados apenas dois foram concluídos, logo o PPC será igual a $2/3$, equivalente a 66,67%.

O campo denominado "tarefas reservas" é de extrema importância, pois é ele que garante o caráter contingencial ao planejamento de curto prazo. Este campo é destinado as tarefas que estão liberadas para serem executadas, mas, que naquele momento não são prioridade. Seu principal objetivo é garantir que a produção não pare caso venha a ocorrer algum problema que impeça a execução as atividades designadas às equipes (BERNARDES, 2003).

Entretanto, Ballard e Howell (1997), citado por Bernardes (2003), afirmam que alguns requisitos necessitam ser cumpridos para que se possa criar condições para a elaboração de planos passíveis de serem atingidos. São eles:

- a) Definição: os pacotes de trabalho devem estar bem definidos, sendo possível identificar claramente, ao término da semana aqueles que foram completados;
- b) Disponibilidade: os recursos necessários para execução do pacote de trabalho devem estar disponíveis quando forem solicitados;
- c) Sequenciamento: os pacotes de trabalho devem ser selecionados, observando um sequenciamento necessário para garantir a continuidade dos serviços;
- d) Tamanho: o tamanho dos pacotes de trabalho designados devem ser dimensionados de forma a corresponder a capacidade produtiva de cada equipe;
- e) Aprendizagem: os pacotes que não foram finalizados nas semanas anteriores e as reais causas do atraso devem ser analisados, de forma a se definir as ações corretivas necessárias para que o problema não volte a ocorrer.

As principais atividade envolvidas na etapa do plano de curto prazo, especificadas por Formoso et all. (1999) citado por Sukster (2005), são:

- a) Coleta de informações: geração do plano de curto prazo a partir das informações coletadas no plano de médio prazo e do ciclo anterior dos planos de curto prazo;
- b) Preparação do plano de curto prazo: utilização de ferramentas como *Last Planner*;
- c) Difusão do plano de curto prazo: difusão do plano entre os envolvidos no projeto, assim como difusão dos resultados, através do índice de PPC;
- d) Programação de recursos classe 3: refere-se a programação de recursos cuja aquisição possa ser realizada em ciclos relativamente curtos. São os recursos cuja compra é realizada a partir do controle de estoque da obra, como por exemplo: cimento, areia, pregos e etc;
- e) Difusão da programação de recursos: a programação dos recursos classe 3 deve ser disseminada aos setores de suprimentos para a adequada reposição no prazo previsto.

Conforme afirma Ballard (2000) citado por Bernardes (2003), a aplicação do plano de curto prazo juntamente com o *lookahead* resulta em um conjunto de ferramentas que facilitam a implementação de um sistema de controle da produção denominado *Last Planner*. Este sistema busca melhorar o desempenho do processo de PCP, por meio de medidas que protejam o planejamento contra os efeitos da incerteza (BERNARDES, 2003).

2.1.4.5 Avaliação do processo de PCP

Esta etapa é destinada a avaliar todo o processo de planejamento e controle da produção do empreendimento de forma a identificar os principais problemas e propor melhorias para as construções futuras. Na maioria das vezes essa avaliação é realizada ao final da obra porém há casos em que ela é realizada ao decorrer da obra, em períodos especificados no planejamento de longo prazo.

Conforme afirma Bernardes (2003), as etapas que compõem a avaliação do processo de PCP, são:

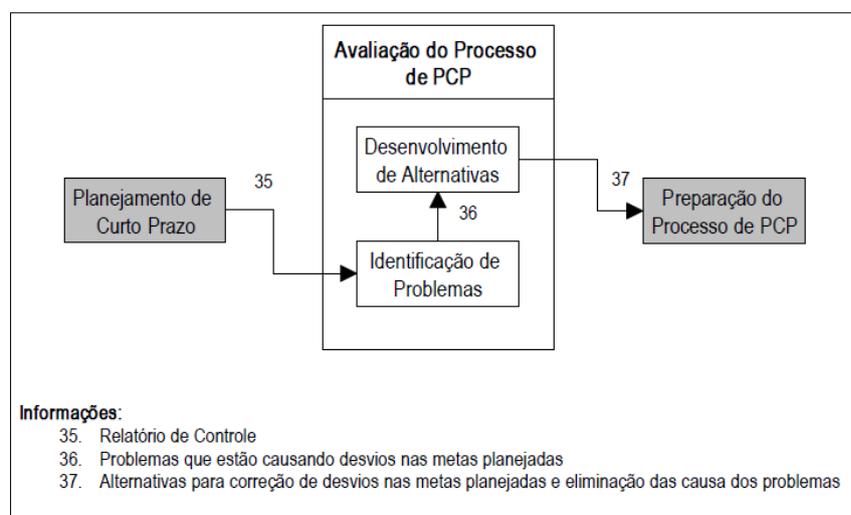
- a) Identificação de problemas: é realizado a identificação dos principais problemas que ocorreram durante o período de execução da obra ou durante o período de execução de determinada etapa, nesse caso, pode ser feito essa avaliação através de uma reunião com a participação dos principais envolvidos

no empreendimento, tais como, diretor técnico, engenheiro, mestre de obras, encarregado, fornecedores e etc.;

- b) Desenvolvimento de alternativas: após a identificação dos problemas é realizado o desenvolvimento de alternativas a serem colocadas em prática no próximo empreendimento ou na próxima etapa da obra.

A Figura 8 ilustra a etapa descrita, de avaliação do processo de PCP.

Figura 8: Avaliação do processo de PCP.



Fonte: BERNARDES 2003.

2.2 Ferramentas de Planejamento e Controle da Produção de Obras

As ferramentas de programação a serem utilizadas para o planejamento e controle da produção devem ser escolhidas apropriadamente ao tipo de projeto a ser executado e também de acordo com as características da empresa. Esta fase é primordial na obtenção de sucesso do planejamento do empreendimento.

Uma ferramenta de programação para a etapa de planejamento deve apresentar as seguintes características (RENÉ & HARMELINK, 2001 apud SILVA, 2012):

- a) Ter clara representação das atividades e suas relações;
- b) Ter a capacidade de representar e calcular a produtividade, os gastos e a utilização dos recursos;

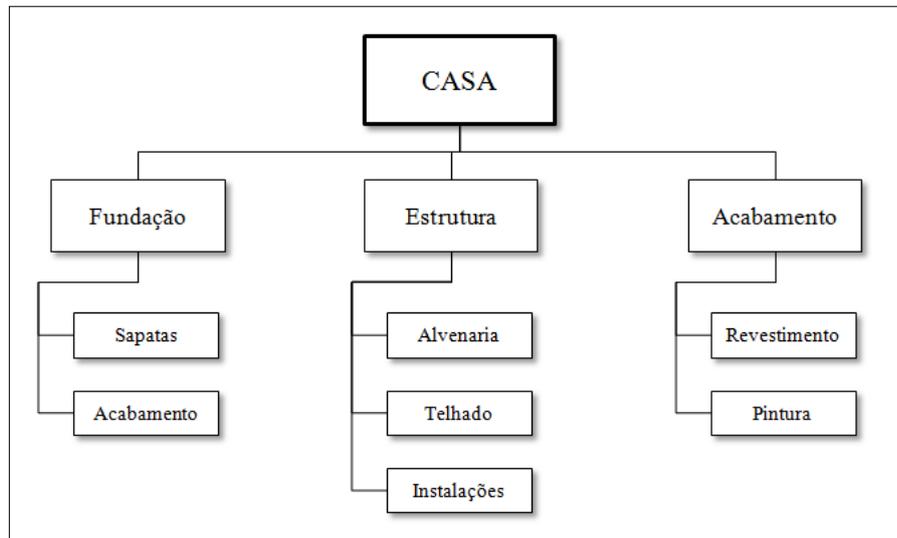
- c) Determinar as atividades que controlam a duração do projeto.

Além destas características as ferramentas de programação deve fornecer respostas à perguntas como: Qual o prazo previsto da atividade? Quais a taxa de produção das atividades? Quantos recursos serão necessários? Quais são as restrições de tarefas? Qual a relação entre as atividades?

Neste contexto, no decorrer deste capítulo serão apresentadas as principais ferramentas de programação para o planejamento de controle de obras, com o objetivo de definir a ferramenta que mais se adéqua às características dos projetos e da empresa estudada neste trabalho.

2.2.1 Estrutura Analítica De Projeto

A Estrutura Analítica de Projeto (EAP), também conhecida como *Work Breakdown Structure* (WBS) é uma das ferramentas mais importantes do planejamento, ela é uma técnica de decomposição do escopo para a identificação de atividades de um projeto. A partir dela monta-se uma estrutura hierarquizada similar a um organograma, onde é definido todas as atividades a serem realizadas na obra e subdivide-se essas atividades em pacotes de trabalho menores e mais facilmente gerenciáveis. Todos os itens do escopo da obra devem obrigatoriamente constar na EAP, pois, caso contrário o item não será planejado, não estará no cronograma e conseqüentemente não será delegado a nenhum responsável, prejudicando o planejamento e a execução do projeto. Na Figura 9, têm-se um exemplo simples da EAP para construção de uma casa.

Figura 9: EAP construção de uma casa.

Fonte: adaptada de MATTOS, 2010.

A EAP é montada em níveis, onde o primeiro nível representa o projeto (escopo total) e a partir dos níveis seguintes têm-se as fases e as subfases do projeto que são destrinchadas quantas vezes for necessário até chegar nos pacotes de trabalho, conforme pode ser visto na Figura 9.

Figura 10: Sequência de Partição do Projeto.

Nível	Partição	Elementos Usuais
I	O Projeto Todo	Projeto, produto, processo, serviço
II	Subdivisão Maior	Sistema ou atividade primária
III	Subdivisão Menor	Subsistema ou atividade secundária
IV	Componentes ou Tarefas	Componentes maiores ou tarefas
V	Subcomponentes ou Subtarefas	Componentes menores ou subtarefas

Fonte: adaptada de LIMMER, 2015.

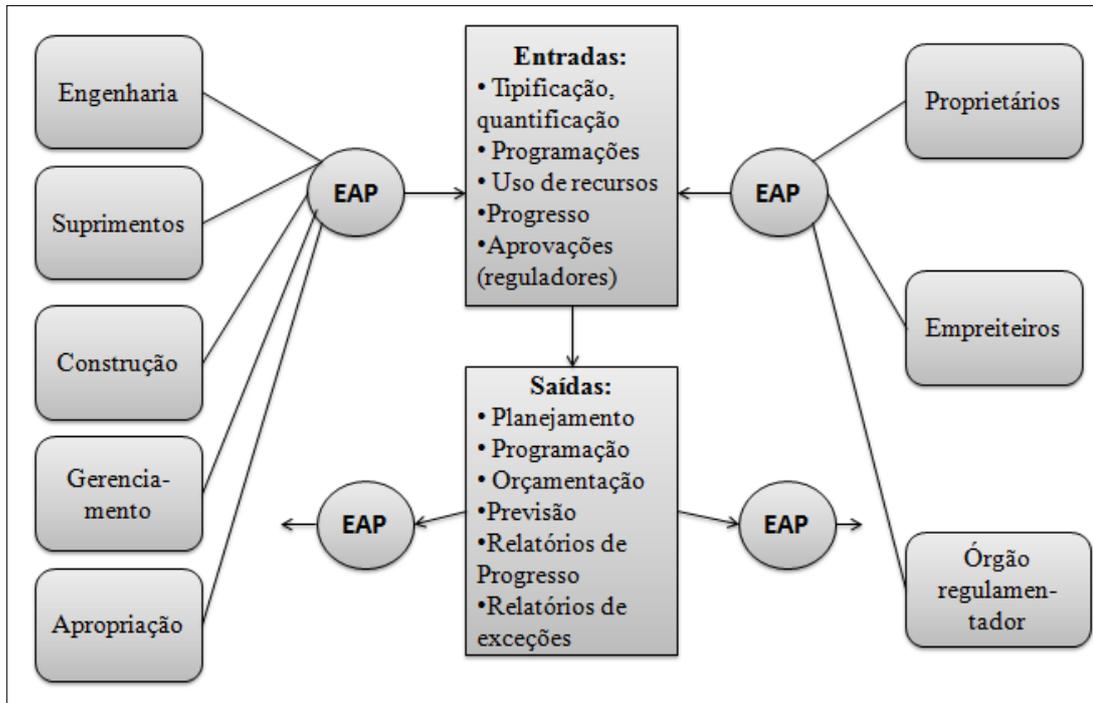
O pacote de trabalho é "um escopo de trabalho bem definido que geralmente termina num produto acabado. Cada pacote pode variar em tamanho, mas deverá ser uma unidade

mensurável e controlável de trabalho" (NEIL apud LIMMER, 2015). Quanto mais níveis a EAP dispôr, maior é o aprimoramento de detalhes das atividades, maior número de pacotes de trabalho e conseqüentemente essas atividades serão mais fáceis de ser controladas, mas, isto exigirá um esforço muito maior do planejador. Limmer (2015) salienta que "uma EAP pode conter qualquer número de níveis de partição ou de desdobramentos, não se devendo, entretanto, passar de seis níveis, sendo quatro o número recomendável de níveis".

A EAP, além de possibilitar o conhecimento detalhado do projeto, permite metodizar a elaboração de estimativas de recursos e o planejamento do projeto através de uma visão global do mesmo e ainda pode ser utilizada como ferramenta de controle. No controle do projeto a informação é elemento essencial, e neste caso a EAP funciona como elemento de comunicação, constituindo-se como um dicionário do projeto para o entendimento preciso e uniforme dos seus componentes por todos os envolvidos na sua concretização (LIMMER, 2015).

A Figura 11, adaptada de Limmer (2015), traduz a integração dos envolvidos no projeto através da utilização da EAP. Nela os envolvidos são separados em dois grupos: os funcionais, onde têm-se os responsáveis por projetar, suprir, construir, gerenciar e apropriar (apropriar custos, prazos e etc), e o grupo dos "responsáveis" composto pelos proprietários, empreiteiros (relacionados a fase de construção), e os governos municipal, estadual e federal (relacionados a regulação da implantação do projeto). Ambos os grupos geram entradas para o planejamento do projeto, através de informações referenciadas a EAP, e essas entradas por sua vez, geram saídas que são informadas para os envolvidos também através da EAP. Assim, a análise mostra que a EAP é o elemento principal de comunicação entre o projeto e os envolvidos no mesmo.

Figura 11: Integração de um projeto através da EAP.



Fonte: LIMMER, 2015.

2.2.2 Diagrama de Rede (PERT/CPM)

Conforme afirma Mattos (2010), o diagrama de rede é um tipo de representação gráfica das atividades de um empreendimento, que leva em consideração as relações lógicas de precedência (inter-relacionamento) entre estas atividades.

Na elaboração de um diagrama de redes são utilizadas correntemente duas técnicas de origem diversa: a PERT e a CPM (LIMMER, 2015).

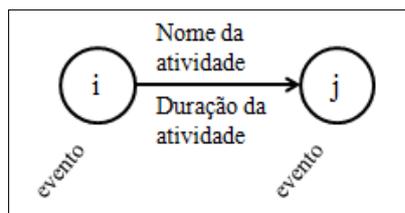
A sigla PERT vem do inglês *Program Evaluation and Review Technique* que significa Técnica de Avaliação e Revisão de Programas. Conforme Mattos (2010), essa técnica foi desenvolvida em 1957, pela Marinha Americana, para o planejamento e controle de um projeto de altíssima complexidade. Os seus criadores se baseavam em três variações de prazo - de cada atividade - para assim, através de um estudo estatístico, determinar a duração da mesma. Por essa razão a técnica PERT é chamada de probabilística.

Já o CPM (*Critical Path Method* ou Método do Caminho Crítico) também foi desenvolvido em 1957 por uma empresa de produtos químicos que resolveu planejar as obras de expansão de suas fábricas e utilizou a técnica de redes, considerando para as atividades uma determinada duração obtida por experiência pregressa. Assim, a técnica CPM é considerada determinística (LIMMER, 2015).

Conforme afirma Limmer (2015), com o passar do tempo, as duas técnicas foram se fundindo e passou-se a usar a denominação PERT/CPM para este tipo de rede.

Neste método, conforme expresso na Figura 12, a representação gráfica da atividade é dada através de uma seta que liga o evento inicial (i) ao evento final (j). A cima da seta têm-se a designação da atividade e abaixo da seta têm-se a duração da mesma.

Figura 12: Representação gráfica de uma atividade no PERT/CPM.



Fonte: adaptado de MATTOS, 2010.

Por definição, entende-se atividade como sendo a tarefa a ser executada ou o trabalho a ser feito, e evento por sendo "um ponto no tempo, um momento que baliza o projeto" (MATTOS, 2010).

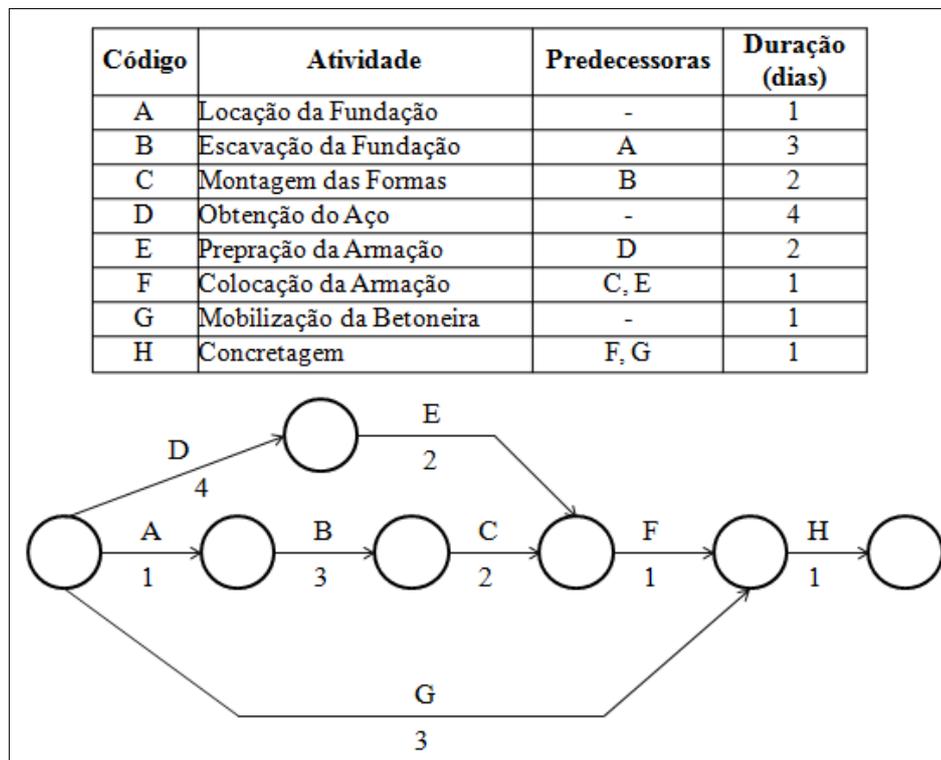
Conforme afirma Limmer (2015), para a elaborar o diagrama de rede de um empreendimento é necessário seguir os seguintes passos:

- a) Listar todas as atividades do projeto;
- b) Estabelecer a ordem de execução das atividades (lógica da rede);
- c) Determinar a duração de cada atividade;
- d) Determinar os eventos inicial e final da rede;
- e) Determinar as atividades que podem ser executadas em paralelo;
- f) Calcular as datas dos eventos inicial e final de cada atividade.

Na Figura 13, têm-se o exemplo de um diagrama de rede formulado para a etapa de fundação de uma obra hipotética. Na primeira coluna têm-se os códigos denominados para as

atividades, na segunda coluna têm-se a divisão das atividades, já na terceira coluna é apresentado as atividades predecessoras, que são aquelas cuja a conclusão deve necessariamente ocorrer para que a atividade em questão possa começar. E na quarta e última coluna têm-se as definições de durações em dias estimadas para cada atividade. Com todas essas informações é possível montar o diagrama de rede conforme consta abaixo.

Figura 13: Representação básica de um diagrama de rede da execução de uma fundação.



Fonte: adaptado de MATTOS, 2010.

Com a representação básica do diagrama de rede é possível fazer cálculos para obter o prazo do projeto, duração total da obra, as folgas das atividades, as Atividades Críticas e o Caminho Crítico. As Atividades Críticas nada mais são do que as atividades "cujos os eventos inicial e final apresentem as menores folgas entre as demais folgas de uma rede de atividades". Já o Caminho Crítico "é a sequência de atividades críticas compreendidas entre o início e o fim da rede". (LIMMER, 2015).

As atividades críticas e o caminho crítico são dois pontos de alta importância para o planejador. A partir da definição de ambos o planejador poderá controlar o projeto de forma a aumentar a probabilidade de executá-lo no prazo e no custo previsto.

Como vantagens do diagrama de rede podemos citar (MAZIERO, 1990 apud BERNARDES 2003):

- a) Possibilita que o planejador tenha clara visualização da lógica na qual o projeto será executado;
- b) Permite que o mesmo tenha controle dos serviços que se desviaram do programa inicial e suas influências nas demais etapas da obra;
- c) Auxilia o estabelecimento dos recursos necessários à execução dos serviços.

Entretanto, esta técnica também possui algumas desvantagens, dentre elas (BERNARDES, 2003):

- a) Necessidade de representar o projeto através de um grande número de atividades;
- b) Dificuldade de entendimento do diagrama por parte de pessoas não treinadas;
- c) Necessidade da presença de especialistas para formular e alterar o cronograma;
- d) Dificuldade na determinação da estimativa das durações das atividades devido a alta variabilidade e incertezas presente na construção civil;
- e) Dificuldade de explicitar o fluxo de atividades.

Bernardes (2003) ainda afirma que as técnicas de rede como PERT/CPM são consideradas, por alguns autores, indispensáveis para a preparação dos planos de planejamento. No entanto, o mesmo argumenta que apesar da utilização dessa técnica por mais de três décadas, a sua eficácia têm-se mostrado bastante limitada.

Uma pesquisa realizada na cidade de Porto Alegre indicou que apenas 9% das empresas de construção civil de pequeno porte utilizavam-se destas técnicas de rede (FRUET e FORMOSO, 1993 apud BERNARDES, 2003). Nos Estados Unidos uma outra pesquisa realizada mostrou que em empresas construtoras de grande porte, apenas 15% delas consideraram terem obtido sucesso ao aplicar a técnica de PERT/CPM em seus planos de planejamento (LAUFER e TUCKER, 1987 apud BERNARDES, 2003).

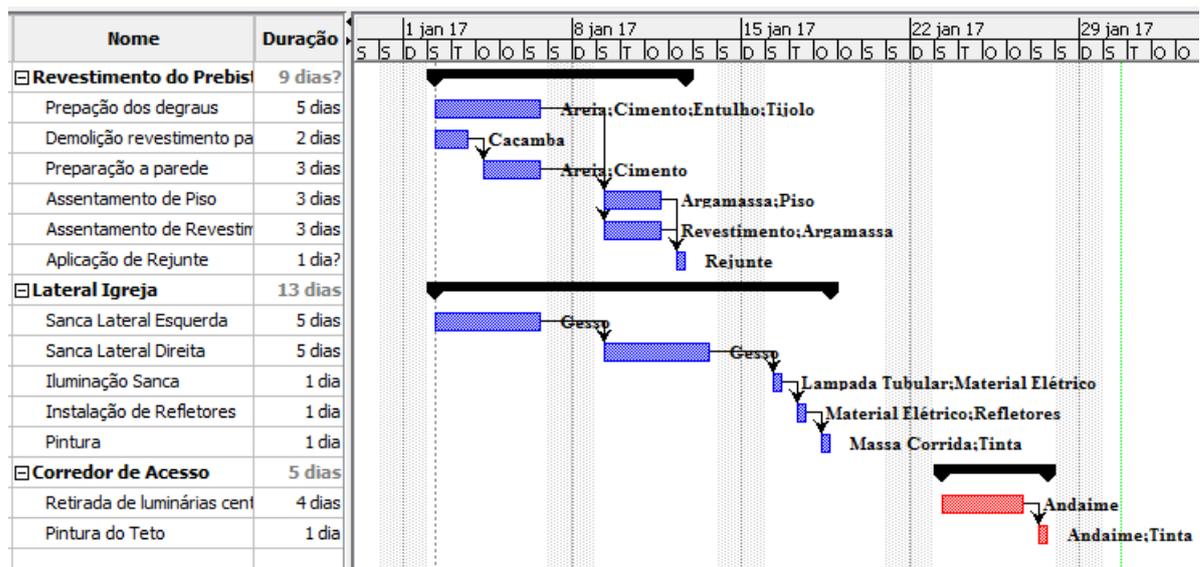
Apesar dos dados, das vantagens e desvantagens explicitadas neste item, vale ressaltar que cabe somente a empresa construtora avaliar se a utilização do PERT/CPM é a melhor ferramenta ser utilizada e se é adequada para o empreendimento a ser planejado.

2.2.3 Cronogramas: Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt ou cronogramas de barras foi desenvolvido como ferramenta de controle de produção, pelo engenheiro norte americano Henry Gantt no início do século XX. De acordo com Limmer (2015), o cronograma de barras "é a representação dos serviços programados, numa escala cronológica de períodos expressos em dias corridos, semanas, ou meses, mostrando o que deve ser feito em cada período".

O cronograma é construído como um gráfico simples, onde, a esquerda têm-se as atividades listadas e a direita têm-se as barras desenhadas em um escala de tempo. O comprimento das barras representa a duração da atividade respectiva e seu início e fim podem ser lidos nas subdivisões da escala de tempo (MATTOS, 2010). A Figura 14 representa um exemplo de gráfico de Gantt, elaborado por um software de gestão, para a execução de uma pequena reforma.

Figura 14: Gráfico de Gantt.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Como desvantagem desta ferramenta, lista-se: o fato de o cronograma de barras não mostrar com clareza a interdependência das atividades; não levar em conta as folgas e não

mostrar o caminho crítico diretamente. Entretanto, a facilidade de aplicação e de entendimento por qualquer pessoa com o mínimo de instrução, além da possibilidade de utilizá-lo com outras técnicas de programação, fazem com que essa ferramenta seja mundialmente disseminada e conhecida (LIMMER, 2015).

Com o intuito de aproveitar os benefícios trazidos pelo gráfico de Gantt e suprir suas deficiências, especialistas criaram uma versão aprimorada do cronograma, no qual introduziram dados tirados do diagrama de rede PERT/CPM formando o cronograma integrado Gantt-PERT/CPM.

A integração dessas duas ferramentas de programação agrega ao gráfico de Gantt informações de alto valor, tais como: numera as atividades conforme o diagrama de rede; apresenta a sequenciação, através de setas que mostram a sequência das atividades; informa a data mais cedo e a data mais tarde de início e fim das atividades; mostra as folgas das atividades; e mostra as atividades críticas. Assim, a integração destas duas ferramentas diminuiu as limitações de cada uma e conforme afirma Silva (2010), o cronograma integrado Gantt-PERT/CPM é amplamente utilizado para o planejamento e controle da produção de diversas empresas, principalmente através do uso do *software MS Project*®.

2.2.4 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA ou ciclo de Deming, não é considerado uma ferramenta de planejamento, ele é um método de gestão desenvolvido por Walter A. Shewart na década de 30 e aplicado pela primeira vez por Willian Edwards Deming nos anos 50. O ciclo objetiva "exercer o controle dos processos, podendo ser usado de forma contínua para seu gerenciamento em uma organização, por meio do estabelecimento de uma diretriz de controle (planejamento da qualidade), do monitoramento do nível de controle a partir de padrões e da manutenção da diretriz atualizada" (PACHECO et al., 2016).

O PDCA consiste em quatro fases: planejar, executar, verificar e agir. Cada fase é bem definida e distinta, conforme ordenado abaixo (CICLO PDCA, 2005 apud PACHECO et al., 2016):

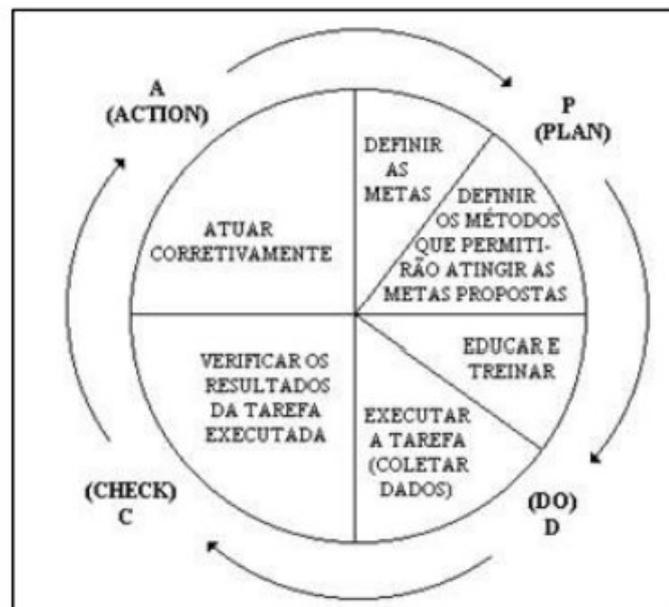
- a) P (planejar/plan): esta fase consiste em duas etapas: planejar o que se quer, isto é estabelecer estratégias, objetivos e ações quantificáveis; e definir

procedimentos e processos que serão utilizados para o alcance das metas estabelecidas;

- b) D (executar/do): consiste em realizar as tarefas estabelecidas da maneira como foi previsto. Para esta fase é necessária capacitação pessoal para que o serviço ou atividade seja executada de maneira compatível ao planejado;
- c) C (verificar/check): esta fase consiste em monitorar e avaliar as atividades realizadas para verificar a compatibilidade com o planejado. Esta verificação tem que ser realizada periodicamente de forma a comparar o realizado na fase D com o planejado na fase P, a diferença, se existente, estabelece um problema a ser analisado e resolvido na fase seguinte;
- d) A (agir/act): esta fase é quarta e última e é uma fase corretiva que da a característica de melhoria contínua ao ciclo. Nela são feitas as ações corretivas necessárias, a partir do verificado na fase C e são implementados novos planos de ação com o intuito aprimorar a execução, corrigir falhas e evitar a ocorrência de problemas. Se o resultado objetivado estiver fora do planejado deve ser identificado o motivo e implementar a ação corretiva para melhorar o método.

A Figura 15 mostra as quatro fases supracitadas dispostas no ciclo PDCA.

Figura 15: Ciclo PDCA.

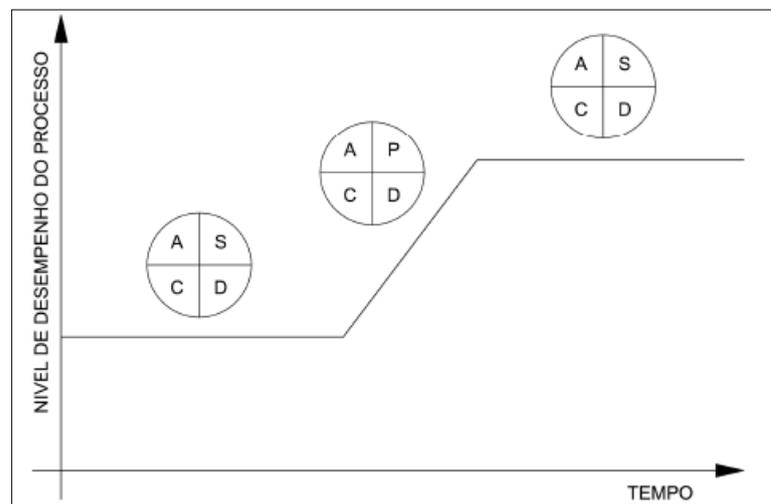


Fonte: PACHECO et al., 2016.

Quando o ciclo PDCA chega a ponto em que se mantém padrão em todas as fases, onde não é mais necessário implementar novos planos de ação, isto é, quando ele é utilizado para manter resultados padrões ele deixa de configurar um ciclo PDCA e configura-se um ciclo SDCA, onde o "S" de standart/padronizar toma frente ao P de planejar.

De acordo com Sanchez (2008), o ciclo PDCA e SDCA é aplicável em todas as fases do projeto para obter a melhoria contínua do processo, logo, a melhoria do desempenho do processo, deve ser sempre revisado e reformulado (ver Figura 16).

Figura 16: Ciclo SDCA/PDCA no desenvolvimento do processo.



Fonte: SANCHEZ 2008.

2.2.6 Lookahead

A ferramenta *lookahead* faz parte do sistema *Last Planner* que já foi anteriormente apresentado neste trabalho na seção 2, itens 2.3 e 2.4.3.

Em síntese o *lookahead* se enquadra no planejamento de médio e curto prazo. Pode-se dizer que é no canteiro de obras que ocorre o último planejamento e controle da produção, assim, o *lookahead* é o planejamento específico para a execução da obra. Ele é um plano detalhado, perceptível e montado para um curto intervalo de tempo (4 semanas), onde, é analisado os principais fatores (projeto, mão de obra, equipamentos e material) para possibilitar a execução do serviço.

Como funções dessa técnica, Ballard (2000) citado por Silva (2012), lista:

- a) Formatar a taxa e a sequência do fluxo de trabalho;
- b) Combinar o fluxo de trabalho com sua capacidade;
- c) Decompor as atividades do cronograma mestre em pacotes de trabalho e operações;
- d) Desenvolver métodos detalhados para a execução do trabalho;
- e) Manter prontas as tarefas reservas;
- f) Atualizar e revisar as programações de níveis superior.

O *lookahead* é elaborado a partir de um planejamento de longo prazo (plano master), onde a partir um cronograma de Gantt ou a partir de uma EAP detalhada - ou outra ferramenta de gestão -, o gerente da obra elabora o planejamento para as próximas 4 semanas de trabalho. Após a finalização da primeira semana, o gerente juntamente com o encarregado de obra deverá analisar se os serviços planejados foram executados e, caso contrário, identificar o motivo da não execução dos mesmos. Após esta análise, o gerente deve reprogramar as próximas 3 semanas e realizar a programação da quinta semana. A investigação das causas da não realização das tarefas devem ser registradas e caracterizam ao *lookahead* o caráter de melhoria contínua.

A eficácia do *lookahead*, analisando-o como planejamento semanal, é dada por meio de um indicador de eficiência dos planos: o PPC (Percentual de Planos Completos) calculado a partir do coeficiente do número de tarefas concluídas pelo número de tarefas planejadas, que também já foi apresentado no item 2.4.4 deste trabalho.

O planejamento *lookahead* quando aplicado corretamente organiza o planejamento de médio e curto prazo, além de antecipar possíveis problemas. Para isto é importante se atentar a alguns requisitos, necessários de serem cumpridos para garantia da eficácia deste plano. São eles: definição correta dos pacotes de trabalho; verificação da disponibilidade dos recursos para execução das tarefas; sequenciamento das atividades, isto é, os pacotes de trabalho devem ser selecionados de forma a garantir a continuidade dos serviços; e dimensionamento adequado do tamanho do pacote de trabalho de acordo com a produtividade de cada equipe.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Neste capítulo é apresentado o método de pesquisa que foi utilizado para o desenvolvimento deste trabalho.

A pesquisa realizada tem um caráter exploratório-qualitativo. É exploratória porque busca conhecer e estudar os assuntos relacionados a planejamento de pequenas empresas construtoras e com isso aumentar o conhecimento sobre este tema. É qualitativo porque preocupa-se com aspectos que não podem ser quantificados (GEHARDT; SILVEIRA 2009), além de preocupar-se em "ter uma visão total do problema e não apenas a medição abstrata de correlação entre um conjunto pequeno de variáveis" (BARROS NETO, 1999).

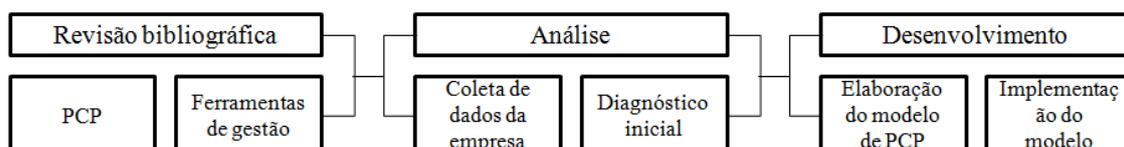
A estratégia de pesquisa utilizada é o estudo de caso. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é um estudo empírico que investiga um fenômeno atual dentro do seu contexto real quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidas e no qual são utilizadas várias fontes de evidência. Assim, o estudo de caso realizado na pesquisa objetivou a implementação de um modelo de planejamento e controle de obras para uma construtora de pequeno porte, elaborado com base no referencial teórico estudado e nas características da empresa construtora na qual o modelo será implementado.

Nos itens que seguem será apresentado o delineamento da pesquisa e os métodos e técnicas utilizadas na coleta de dados.

3.1 Delineamento da Pesquisa

A figura 17, apresenta a sequência das etapas da pesquisa utilizadas para desenvolvimento deste trabalho.

Figura 17: Delineamento da pesquisa.



Fonte: A autora (2017).

Esta pesquisa iniciou-se com uma revisão bibliográfica analisando conceitos e métodos sobre planejamento e controle da produção, bem como um estudo sobre um modelo de PCP para construtoras, seguido da análise das principais ferramentas de gestão.

Em seguida, para o diagnóstico da situação existente na empresa estudada foram coletados dados disponíveis internamente na empresa, de forma a apresentar o sistema de planejamento e controle de obras existente e identificar suas principais características e deficiências.

Após o estudo do tema e o diagnóstico da situação na empresa, foi possível definir as ações necessárias à melhoria do PCP e propor um novo modelo a ser implementado na empresa estudada, através dos estudos de caso apresentados.

3.2 Fontes de Evidências

Conforme afirma Yin (2001), as várias fontes de evidências são altamente complementares, e um bom estudo de caso utiliza o maior número possível de fontes. Assim, para a elaboração deste trabalho, foram utilizadas as seguintes fontes para coleta de dados: documentação, observação direta e observação participante.

A análise de documentos foi utilizada em várias etapas desta pesquisa principalmente: na apresentação da empresa, no diagnóstico do PCP inicial da empresa e posteriormente na apresentação das obras selecionadas para os estudos de caso apresentados. Segundo Yin (2001), "os documentos desempenham um papel óbvio em qualquer coleta de dados, ao realizar estudos de caso". E afirma ainda que o uso mais importante de documentos é para corroborar e valorizar as evidências de outras fontes.

A observação direta é definida por Gutheil (2004) como quando o pesquisador procura assumir uma postura imparcial e impessoal em relação ao objeto de pesquisa, limitando-se a apenas registrar os fatos que julga relevantes. Já a observação participante é quando o pesquisador não é apenas um observador passivo. Em vez disto, ele pode assumir uma variedade de funções dentro de um estudo de caso podendo participar dos eventos que estão sendo estudados. Assim, como a pesquisadora deste trabalho é também a responsável técnica e gerente de obras da empresa estudada, e lida diariamente com os processos envolvidos na empresa, a observação direta e participante foi constantemente utilizada no decorrer da pesquisa.

4 RESULTADOS DA PESQUISA

Neste capítulo primeiramente, é feito a apresentação da empresa e a descrição da situação atual do planejamento e controle da produção existente. Em seguida, é proposto as ações para melhoria do PCP na empresa estudada, e é elaborado o modelo de planejamento proposto seguido da aplicação do mesmo em dois estudos de caso de obras a serem realizadas pela empresa.

4.1 Apresentação da Empresa

A empresa estudada é uma construtora de pequeno porte, que se dedica principalmente a construções e reformas de Igrejas Católicas, sendo contratada para executar obras de diversos portes, desde obras pequenas como reformas e manutenções, até obras de complexidade e valor financeiro maior, como a construção completa de igrejas.

A sede da empresa é localizada na cidade de Contagem/MG. Seu principal cliente é a Mitra Arquidiocesana de Belo Horizonte e suas obras estão localizadas na região metropolitana de Belo Horizonte, em cidades, além de Belo Horizonte, como Nova Lima, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves e Sarzedo.

Atualmente a empresa possui seis obras em andamento, com o prazo de execução das mesmas variando em um intervalo de 45 a 180 dias úteis. A equipe de obra é montada conforme a obra, mas sempre tem a presença de um encarregado de obra responsável por coordenar a equipe. Pelas características de médio e curto prazo das obras a empresa possui um quadro técnico reduzido, assim não possui engenheiros residentes nem estagiários de engenharia, apenas a gerente de obras, responsável técnica da empresa, que faz visitas regulares às obras.

Já em seu escritório a empresa possui um quadro de seis funcionários, sendo eles divididos nos seguintes setores:

- a) Produção: Engenheira e responsável técnica pela empresa, autora do presente trabalho, responsável pela função de gerenciar obras e supervisionar projetos;

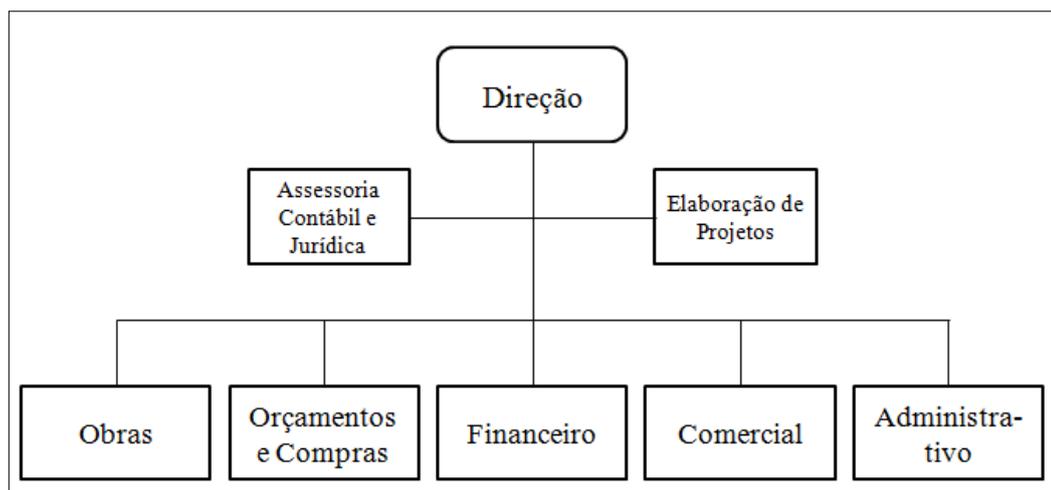
- b) Administração: Sócio-diretor, administrador de empresas, responsável pelo administrativo e supervisionar o financeiro;
- c) Compras e Orçamento: Engenheira Civil responsável pela área de orçamentos de obras e aquisições de materiais;
- d) Financeiro: Contadora, responsável pelo setor financeiro e pela área fiscal da empresa;
- e) Comercial: Sócio da empresa, responsável pelo setor comercial e de marketing da empresa.

Além destes funcionários, a empresa conta com uma secretária responsável por auxiliar o setor administrativo/financeiro e com um auxiliar de serviços gerais. Já os setores contábil e jurídico são terceirizados a empresa.

Com relação a projetos a empresa tem uma parceria com dois escritórios de projetos, um especializado em projeto de cálculo estrutural e fundações e outro especializado em projetos arquitetônicos e de instalações. Na maioria dos casos as paróquias elaboram o projeto com outras empresas antes de solicitarem os orçamentos para execução.

Na Figura 18, apresenta-se o organograma da empresa.

Figura 18: Organograma da empresa.



Fonte: Dados da pesquisa.

4.2 Situação do Planejamento da Empresa

A situação inicial do planejamento e controle da produção na empresa, será descrita neste item com base na percepção da autora e nos documentos coletados durante a pesquisa.

As principais características do planejamento da empresa, antes da proposição das melhorias, são:

- a) O sócio-diretor da empresa, responsável pelo administrativo da construtora com o auxílio da gerente de obras, determina a equipe, o prazo e as tecnologias a serem utilizadas para a execução dos serviços;
- b) A gerente de obras é responsável pelo acompanhamento diário da obra responsável pelo estabelecimento de metas, alocação de ferramentas e materiais para execução, controle de mão de obra e controle de qualidade dos serviços;
- c) O setor de compras efetua o orçamento de materiais e ferramentas, a partir de solicitações vindas das obras, sem nenhum tipo de programação de recursos. As compras só são realizadas com a aprovação do sócio-diretor, com exceção das compras de valores inferiores caracterizadas como compras de emergências;
- d) A contratação de mão de obra é feita a partir de solicitações da gerente de obras, e é realizada somente com a anuência do sócio-diretor.

Para melhor entendimento, no Quadro 1 é apresentado o planejamento e controle da produção da empresa, com as descrições dos serviços, a forma que ele é realizado e o responsável por tal.

Quadro 1: PCP na empresa estudada.

Item	Informação	Descrição	Forma	Responsável
1	Contato com a paróquia	Primeiro contato, por solicitação de orçamento, da paróquia através do Pároco ou outro responsável da igreja	Verbal	Comercial
2	Solicitação de visita técnica para orçamento	Solicitação da visita técnica do Engenheiro para leitura do projeto e visita no local da obra para elaboração do orçamento	Verbal	Comercial
3	Visita no local	Realização de visita no local onde será executado a reforma/obra para verificação dos serviços	Verbal	Orçamento e Diretor
4	Dúvidas no serviço	Solicitação para solução de dúvidas sobre os serviços a serem executados para a finalização do orçamento	Verbal	Orçamentos
5	Solução de dúvidas orçamentárias	Solução de dúvidas sobre os serviços a serem executados	Verbal	Diretor
6	Orçamento	Elaboração do orçamento dos serviços a serem realizados	Escrita	Orçamentos
7	Aprovação do Orçamento	Aprovação do orçamento para elaboração da proposta comercial	Escrita	Diretor

8	Definição de Prazos e Condições gerais	Definições de prazos, condições de pagamento, condições de execução e outros	Escrita	Diretor
9	Elaboração da Proposta Comercial	Com o orçamento pronto e as definições gerais estabelecidas é feita a elaboração da proposta comercial	Escrita	Comercial
10	Negociação/Aceitação da Proposta Comercial	Negociação/aceitação dos itens e valores descritos na proposta comercial pelo cliente	Verbal	Comercial e Diretor
11	Contrato de Prestação de Serviço	Elaboração do contrato com as definições, conforme itens na proposta comercial e conforme negociação realizada	Escrita	Diretor
12	Assinatura do Contrato	Assinatura do contrato entre as partes	Escrita	Diretor
13	Detalhamento dos serviços	Reunião realizada para o detalhamento dos serviços a serem realizados	Verbal	Diretor e Gerente de obras
14	Disponibilidade financeira	Liberação do recurso financeiro para compra de materiais e outros para iniciar serviços	Verbal	Financeiro
15	Estratégia para execução dos serviços	Definir a estratégia para execução dos serviços	Verbal	Diretor e Gerente de obras
16	Data de início dos serviços	Definição de data de início dos serviços	Verbal	Diretor e Gerente de obras
17	Solicitação de Mão de obra	Solicitar alocação de mão de obra	Verbal	Gerente de obras
18	Alocação de Mão de obra	Disponibilizar mão de obra para início dos serviços	Verbal	Diretor
19	Cronograma de obra	Formulação do cronograma físico da obra, com o aval do diretor	Escrita	Orçamentos
20	Solicitação de Compras	Solicitar compras de materiais e ferramentas	Escrita	Gerente de obras
21	Informações sobre condições para entrega de materiais	Informações sobre as características do material, data e horários para a entrega, conformidade de quantidades e dentre outras	Verbal	Gerente de obras
22	Compras de materiais	Efetuar orçamento e aguardar autorização da diretoria para efetuar a compra	Escrita	Compras
23	Acompanhamento diário/semanal da obra	Acompanhamento do andamento da obra	Escrita	Gerente de obras
24	Tomada de decisões para solução de problemas	Tomada de decisões para soluções de problemas gerenciais e técnicos da obra de baixa e média gravidade	Verbal	Gerente de obras
25	Solicitação de apoio a decisão	Solicitação de apoio a decisões para resolução de problemas de média a alta gravidade	Verbal	Gerente de obras
26	Tomada de decisões para solução de problemas de alta gravidade	Tomada de decisões para solução de problemas de alta gravidade	Verbal	Diretor
27	Informações sobre o andamento dos serviços	Informações sobre o andamento da obra, fase da obra, atrasos, problemas de projeto, problemas terceiros e etc.	Verbal	Gerente de obras
28	Controle de mão de obra	Controle de medições de mão de obra e autorização de pagamentos	Escrita	Gerente de obras
29	Pagamento de mão de obra	Liberação de pagamento de mão de obra	Escrita	Financeiro
30	Contato com a paróquia no decorrer da obra	Contato com a paróquia para programação de missas, casamentos e etc.	Verbal	Gerente de obras e Comercial
31	Notas Fiscais	Emissão e controle de notas fiscais de serviço e materiais	Escrita	Financeiro
32	Entrega da obra	Entrega da obra para o responsável pela paróquia, assinatura de termo de entrega de obra e vistoria final de obra	Escrita	Gerente de obras

Fonte: Dados da pesquisa

Analisando o Quadro 1 se destacam as seguintes características:

- a) Fluxo de informações predominante da forma verbal;
- b) Não há planos formais de produção;
- c) Não há controle do andamento da obra;
- d) Não há indicadores de controle da produção e de qualidade;
- e) Não há estabelecimento de metas por escrito;
- f) Não há plano de aquisição de materiais.

Com relação aos projetos, normalmente a empresa se vê obrigada a realizar o orçamento e o contrato com os projetos incompletos ou sem a elaboração dos mesmos, especificadamente no caso das reformas. Além disto, a contratante, na maioria das vezes, exige o início imediato dos serviços antes da finalização dos projetos o que agrava mais ainda a incerteza envolvida na produção, tornando o planejamento ainda mais necessário.

As ferramentas utilizadas pela empresa são planilhas eletrônicas providas do *Microsoft Excel* e um software para controle financeiro. A elaboração do orçamento e o cronograma físico é feita manualmente ou através de planilhas eletrônicas, a partir de experiências pregressa do orçamentista e do diretor. O cronograma possui um caráter muito mais contratual do que de fato de planejamento, e é pouco ou quase nunca utilizado no decorrer da obra.

As metas de produção são determinadas nas obras entre a gerente e o encarregado da obra de maneira informal. Essas metas são repassadas verbalmente entre os envolvidos através de reuniões realizadas às segundas e terças-feiras.

O controle das metas planejadas também é feito informalmente e através de reuniões realizadas às quintas e sextas-feiras. Não há nenhum um tipo de indicador ou registro das metas alcançadas. Quando estas metas não são alcançadas, não é realizado nenhum tipo de avaliação para a causa do insucesso, ela simplesmente é redefinida e passada para a próxima semana.

O fato das obras serem em igrejas requer uma atenção maior da empresa quanto a conciliação da obra com eventos, pois, na grande maioria das vezes as igrejas não fecham para realização das obras. Para isto, ao início da obra a gerente faz uma reunião com o Padre e pega informações sobre datas e horários que a igreja tem que estar disponível para missas, celebrações e casamentos. A partir desta reunião e com as informações em mãos a gerente estipula as metas e as repassa para o encarregado de obra, analisando as possíveis restrições que

impossibilitariam a execução dos serviços, a necessidade de contratação ou não de mão de obra e a relação de materiais para cumprir aquela meta. Todo este procedimento é realizado de maneira informal, sem nenhum tipo de padronização, formulação de cronogramas ou outra ferramenta de planejamento.

O diretor da empresa realiza visitas periódicas quinzenais nas obras para analisar o andamento das mesmas e dar suporte ao gerente de obras para solução de problemas com maior complexidade. Essas visitas também são realizadas informalmente sem nenhum tipo de relatório ou ata de reunião.

O relacionamento com os padres e com os responsáveis pela obra é feito através de pequenas reuniões semanais com o gerente de obras e algumas vezes com o diretor. Essas reuniões também são realizadas informalmente sem nenhum tipo de documentação.

O controle de produção da obra é realizado pela gerente de obras através do preenchimento manual de planilhas, onde se tem principalmente informações sobre medições e controle de mão de obra.

A contratação de mão de obra é realizada a partir de uma solicitação da gerente de obras ao diretor. Essa solicitação é feita de maneira verbal, e quase sempre com um caráter emergencial, o que gera constantes atrasos nas obras.

A aquisição de materiais se dá a partir da solicitação de compras pela gerente de obras. Não há nenhum tipo de plano de aquisições destes materiais, eles são solicitados a partir de visitas nas obras. A solicitação é feita manualmente e enviada para o escritório, onde a responsável por compras efetua o orçamento emitindo o pedido de compra que deve ser autorizado pelo diretor. Dúvidas sobre os materiais ou sobre a entrega são tiradas verbalmente com a gerente de obras. Recorrentemente é necessário efetuar compras de emergências - o que é realizado pela própria gerente que se desloca até depósitos de materiais de construção, retira o material e o entrega na obra - tentando assim evitar atrasos nas metas semanais. A necessidade destas compras de emergências gera grandes transtornos para a empresa, pois além do tempo improdutivo, perdido pela gerente, há o fato de que os materiais são comprados mais caros, sem nenhum tipo de cotação, e as vezes com qualidade inferior, o que além de tudo gera atrito com o setor financeiro.

Outro fator relevante dentro da empresa é o acúmulo de funções da gerente de obras, que é a responsável pelo PCP das obras. Este acúmulo de tarefas, devido a responsabilidade de gerenciar de 4 a 6 obras somado ao tempo improdutivo pela falta de planejamento, faz com que o tempo adequado para ser gasto com o plano de obras fique limitado, prejudicando o planejamento.

Estas limitações e falta de planejamento vêm gerando transtornos para empresa, uma vez que o resultado disto é a extrapolação de prazo das obras, retrabalhos desnecessários, aumento de custo da obra e dentre outros.

4.2.1 Deficiência do planejamento atual da empresa

A partir das análises realizadas no tópico anterior, pode-se listar como principais deficiências do PCP atual desta empresa:

- a) Falta de formalização e sistematização nos processos;
- b) Controle informal dos processos;
- c) Falta de programação de recursos;
- d) Dificuldade para organizar o tempo de trabalho;
- e) Tomadas de decisões emergenciais.

A maioria das deficiências acima dispostas são semelhantes a problemas identificados também pela falta de um PCP adequado a empresas construtoras de pequeno porte apresentados nos trabalhos de Bernardes (2001) e Gutheil (2004).

4.3 Ações Necessárias para a Melhoria do Planejamento Atual da Empresa

De posse das deficiências do PCP da empresa e de acordo com o referencial teórico estudado, é proposto, com base na dissertação de Bernardes (2001), um conjunto de ações necessárias para a melhoria do planejamento atual da empresa. Estas ações foram selecionadas como diretrizes básicas do PCP para a empresa, sendo elas:

- a) Organizar o tempo de trabalho;
- b) Estabelecer padrão de segmentação das obras;

- c) Implementar uma programação de recursos;
- d) Implementar planos de médio e curto prazo;
- e) Formalizar o PCP.

4.3.1 Organizar o tempo de trabalho

A organização do tempo de trabalho dos envolvidos no planejamento é de extrema importância, e para isto deverá ser definido um horário necessariamente na parte da manhã durante a semana de trabalho para a realização do planejamento e controle de obras por parte da gerente. Este horário deverá ser nas primeiras horas da manhã, tendo em vista que neste período, normalmente, o funcionário está mais disposto e disponível para trabalhar. Este planejamento deverá começar fora do canteiro de obras e ser finalizado com a integração do encarregado de obras.

Além disto, deverá ser criada uma rotina de trabalho, onde os dias da semana serão divididos sistematicamente de acordo com as obras em andamento, para que a gerente possa fazer, além do planejamento, o controle da produção.

4.3.2 Estabelecer padrões de segmentação das obras

Para facilitar o planejamento e controle integrado das obras, a empresa deverá ter um padrão de segmentação das obras. Inicialmente, essa segmentação da obra será feita através de uma EAP (Estrutura Analítica de Projeto), já estudada na revisão bibliográfica deste trabalho. Esta função caberá ao gerente de obra e deverá ser feita no início da obra.

A segmentação das atividades será feita de acordo a necessidade de liberação de cada igreja para celebrações e eventos. Por exemplo, algumas igrejas possuem celebrações às sextas, sábados e domingos, assim as atividades deverão ser divididas em pacotes de trabalho que o prazo máximo para a execução é de 4 dias, para que a tarefa possa começar na segunda-feira e ser finalizada até quinta-feira.

4.3.3 Implementar uma programação de recursos

Após ser definida a EAP, deverá ser verificado todos os recursos necessários a execução da obra. Os recursos caracterizados por um longo ciclo de aquisição e os recursos para execução das tarefas das duas primeiras semanas da obra deverão ser solicitados de maneira imediata. Os demais recursos devem ter sua programação elaborada de acordo com o planejamento de médio prazo (*lookahead*). Trabalhando sempre com o horizonte de solicitação de recursos para as próximas duas semanas de trabalho.

A programação destes recursos e a solicitação dos mesmo ficará a cargo da gerente de obras.

4.3.4 Implementar planos de médio e curto prazo

Deverá ser implementado um plano de médio prazo com a utilização da ferramenta *lookahead* estudada no referencial teórico deste trabalho. O plano será montado para um intervalo de 4 semanas e será revisto semanalmente. Como plano de curto prazo será realizado uma programação semanal mais detalhada, com base no plano de médio prazo.

Estes planos deverão estar na rotina da gerente de obras e deverão ser montados com a presença do encarregado de obras a partir do preenchimento de planilhas previamente formuladas.

4.3.5 Formalizar do PCP

Todos os planos gerados para as obras deverão ser formalizados e disponibilizados no escritório da empresa para acompanhamento por outros envolvidos. O planejamento *lookahead* após elaborado, deverá ser aprovado pelo diretor, ação esta que busca diminuir as visitas à obra do diretor, visto que o mesmo tem um acúmulo grande de funções.

4.4 Modelo Básico de PCP

A partir do estudo das deficiências e da definição das ações para melhoria do planejamento da empresa será apresentado neste capítulo um modelo básico de planejamento, formulado com base no referencial teórico estudado neste trabalho.

O modelo proposto é o primeiro passo para implementar a organização do PCP na empresa. Ele é composto por poucas etapas para que os conceitos inerentes ao planejamento e a rotina de planejar comecem a ser mais facilmente assimilados pelos envolvidos no processo, assim como, para não parecer um processo burocrático de forma a desmotivar os funcionários.

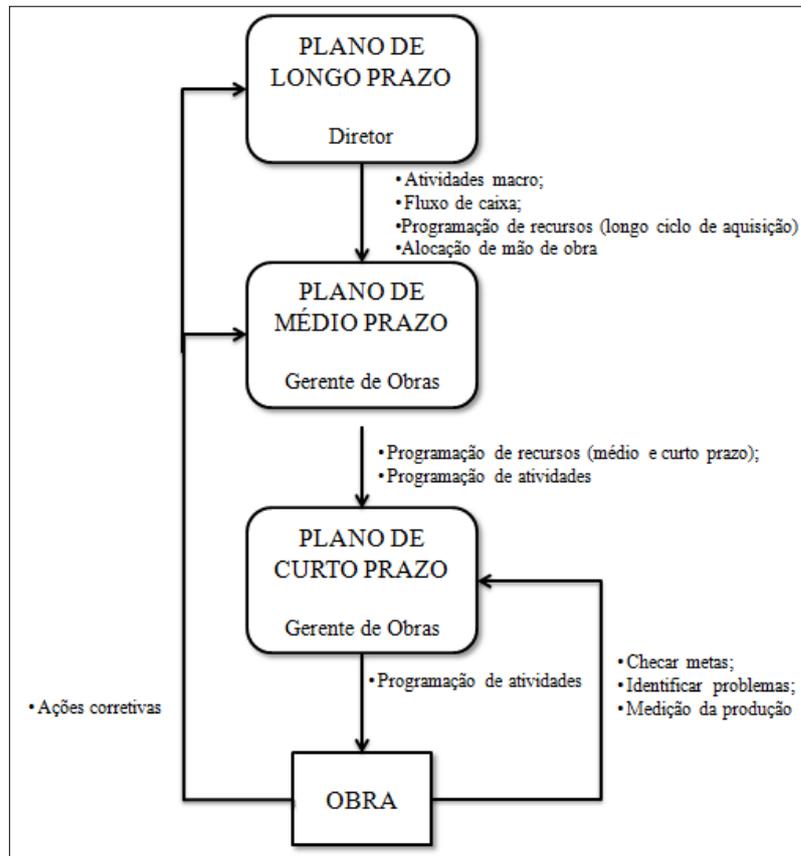
O foco do modelo será os planos de médio e curto prazo, devido as características de obras da empresa, no entanto o plano de longo prazo não será desconsiderado e deverá ser elaborado pelo diretor da empresa com o auxílio da gerente de obras. Neste plano será definido as principais atividades a serem executadas, a definição da mão de obra a ser utilizada, a programação dos recursos que possuem longo ciclo de aquisição e a definição do fluxo de caixa para o obra em questão.

O plano de médio prazo será mensal e deverá ser elaborado pela gerente juntamente com o encarregado de obras. Nele será definido principalmente a programação de recursos e a programação das atividades a serem executadas.

O plano de curto prazo terá um caráter semanal e também deverá ser elaborado pela gerente juntamente com o encarregado de obras. Nele será feito um detalhamento maior das atividades a serem realizadas naquela semana. E para colocar em prática o princípio do PDCA, estudado no referencial teórico deste trabalho, após a execução das atividades do plano de curto prazo, deverá ser feita uma verificação das metas que foram, e as que não foram alcançadas, identificados os problemas durante à execução, registrado as causas destes problemas, e tomada as ações corretivas necessárias para que estes não voltem a ocorrer.

Na Figura 19, é apresentado um diagrama em resumo ao modelo básico de planejamento supracitado.

Figura 19: Modelo básico de planejamento.



Fonte: adaptado de BERNADES, 2001.

Para a definição das atividades macros no planejamento de longo prazo será utilizado a ferramenta EAP (Estrutura Analítica de Projeto). A EAP será montada pelo diretor juntamente com a gerente de obras. O cronograma de Gantt é outra ferramenta indicada para formulação dos planos de longo prazo, aconselha-se, a caráter de melhoria do modelo básico proposto neste trabalho, que após a implementação do modelo básico nas primeiras obras, comece a se utilizar também o cronograma de Gantt.

Para elaboração dos planos, inicialmente, foi selecionado o software *OpenProj*. O software em questão é um software de gestão de projetos, de código aberto, gratuito e relativamente fácil de ser utilizado. Seu sistema é muito mais limitado do que o de outros softwares já renomados como *MSPProject* e *Primavera*, mas ele possui recursos básicos como gráfico de Gantt, diagrama de rede PERT/CPM, EAP e gestão de recursos, o que inicialmente atenderá a construtora.

Os planos de médio e curto prazo, como já dito anteriormente neste trabalho, serão elaborados através da ferramenta lookahead.

Deste modo, nos itens que seguem será implementado o modelo básico de PCP supracitado em duas obras reais da empresa. A avaliação da eficácia da implementação do modelo proposto através destes estudos de caso não será apresentada neste trabalho devido ao tempo necessário para implementar e avaliar os resultados. Assim tal avaliação seguirá como sugestão para estudos futuros.

4.4.1 Obra São Luiz Gonzaga (SLG)

A obra São Luiz Gonzaga é uma obra de reforma de uma Igreja Católica situada em Belo Horizonte/MG. O prazo de execução contratual da obra é de 45 dias úteis.

A obra em questão se trata de uma reforma interna da igreja com a execução dos seguintes: instalação de janelas tipo blindex e telhados de vidro; troca do piso e revestimento do altar; troca do papel de parede do altar; alteração da iluminação da igreja; execução de sanca em gesso acartonado; pintura interna da igreja.

A igreja manterá as celebrações de missa e casamentos durante os finais de semana e para facilitar a execução dos serviços, as missas que ocorrem nos dias de semana serão realizadas no salão paroquial da igreja.

A localização da obra é em um bairro comercial e movimentado de Belo Horizonte, mas a igreja conta com um grande pátio, o que possibilitará o recebimento de materiais e instalação do canteiro sem dificuldade.

As Figuras 20 e 21 apresentam o croqui 3d da reforma.

Figura 20: Croqui da igreja SLG.



Fonte: Arquivo da pesquisa

Figura 21: Croqui da igreja SLG.



Fonte: Arquivo da pesquisa

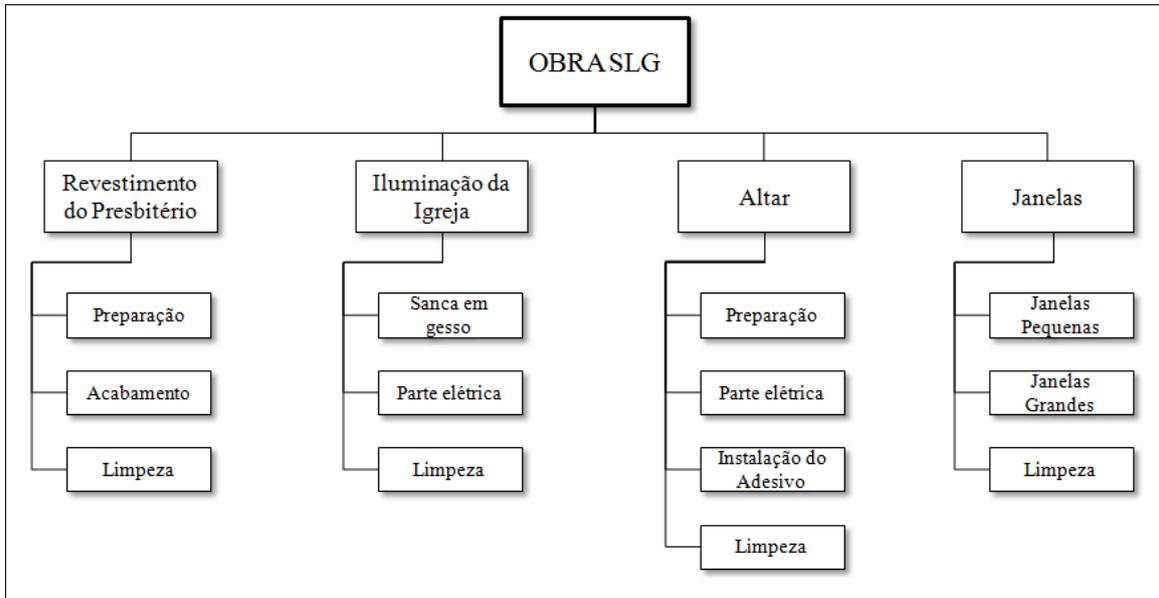
4.4.1.1 Planejamento de longo prazo

Em reunião no escritório da empresa com a presença do diretor e da gerente de obras foi definido uma estratégia de execução para obra. A gerente de obras já tinha em mãos o calendário da igreja, sendo que, nesta obra as missas realizadas durante a semana foram deslocadas para o salão paroquial, o que permitia que a obra fosse realizada de segunda a sexta feira de 7 as 17h, fazendo com que a preocupação de liberação da igreja, isto é, execução de tarefas como desmontagem de andaimes, retirada de material da parte interna e limpeza pesada e dentre outras, só fossem realizadas às sextas-feiras.

Assim, com essas informações, o fluxo das atividades e a EAP foram definidas de modo que as atividades pudessem ser executadas por etapas em um intervalo de tempo máximo de cinco dias iniciando às segundas-feiras e finalizadas completa ou parcialmente às sextas-feiras. Nos casos das atividades que necessitassem de um tempo para execução superior a 5 dias era avaliado a possibilidade de alocação de mais mão de obra, na impossibilidade de tal ação as atividades foram disposta de forma a menos impactar as missas realizadas nos finais de semana.

Na Figura 22, têm-se a EAP resumida em dois níveis, e na Figura 23 é apresentado a EAP completa no formato analítico, definida para esta obra.

Figura 22: EAP em dois níveis.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Figura 23: EAP Analítica.

EAP - OBRA SÃO LUIZ GONZAGA	
1	1 Revestimento Presbitério
2	<i>1.1 Preparação</i>
3	<i>1.1.1 Execução dos degraus</i>
4	<i>1.1.2 Demolição revestimento parede</i>
5	<i>1.1.3 Preparação da base</i>
6	<i>1.2 Acabamento</i>
7	<i>1.2.1 Assentamento de Piso</i>
8	<i>1.2.2 Assentamento de Revestimento</i>
9	<i>1.2.3 Aplicação de Rejunte</i>
10	<i>1.3 Limpeza</i>
11	2 Iluminação Igreja
12	<i>2.1 Sanca em Gesso</i>
13	<i>2.1.1 Lateral Esquerda</i>
14	<i>2.1.2 Lateral Direita</i>
15	<i>2.2 Parte elétrica</i>
16	<i>2.2.1 Iluminação embutida</i>
17	<i>2.2.2 Iluminação aparente</i>
18	<i>2.2.3 Remoção das luminárias centrais</i>
19	<i>2.3 Limpeza</i>
20	3 Altar
21	<i>3.1 Preparação</i>
16	<i>3.1.1 Retirada do Cristo</i>
17	<i>3.1.2 Retirada do papel de parede</i>
18	<i>3.1.3 Preparação da base</i>
19	<i>3.1.4 Recolocação do Cristo</i>
20	<i>3.2 Parte elétrica</i>
21	<i>3.2.1 Preparação da fiação</i>
22	<i>3.2.2 Instalação de fitas de led</i>
23	<i>3.3 Instalação de adesivo céu</i>
24	<i>3.4 Limpeza</i>

25	4 Janelas
28	4.1 Janelas Pequenas
29	4.1.1 Retirada
30	4.1.2 Fechamento do vão
31	4.1.3 Pintura
32	4.2 Janelas Grandes
33	4.2.1 Retirar janela
34	4.2.2 Aumentar Peitoril
35	4.2.3 Assentar Granito
36	4.2.4 Acabamento Externo
37	4.2.5 Alumínio Esquadria
38	4.2.6 Instalação de Vidros
39	4.2.7 Vedação
40	4.3 Limpeza
41	5 Pintura
42	5.1 Preparação da Base
43	5.2 Pintura
44	5.3 Limpeza

Fonte: Arquivo da pesquisa

Após as atividades foi definido, pelo diretor, as equipes de trabalho que executariam as tarefas previstas, sendo que nesta obra trabalhará funcionários de 6 equipes diferentes, conforme disposto na Figura 24.

Figura 24: Alocação de mão de obra.

MÃO DE OBRA - SLG		
Atividade	Equipe	Funcionários
Revestimento Presbitério	A	02 Pedreiros 02 Ajudantes
Iluminação Igreja	B	02 Eletricistas 01 Ajudante
	C	03 Oficiais Gesso
Altar	A	02 Pedreiros 02 Ajudantes
	B	02 Eletricistas 01 Ajudante
	D	Empresa terceirizada
Janelas	A	01 Pedreiro 01 Ajudante
	E	Empresa terceirizada
Pintura	F	01 Pintor
Limpeza	A	01 Ajudante

Fonte: Arquivo da Pesquisa.

No decorrer da obra este plano deverá ser revisto e atualizado aplicando as ações necessárias.

4.4.1.2 Planejamento de médio e curto prazo

Como já estabelecido anteriormente, o planejamento de médio e curto prazo será controlado através da ferramenta *lookahead*. O plano é mensal e foi montado na primeira reunião de execução entre a gerente de obras e o encarregado. A revisão deste plano deverá ser feita nas reuniões semanais entre o encarregado e a gerente às segundas-feiras na parte da manhã, na própria obra. Na Figura 25 têm-se o plano elaborado para as quatro primeiras semanas da obra SLG.

Figura 25: Planejamento *lookahead* para obra SLG.

Obra: SLG		Engenheiro: João				Encarregado: José				Data: 02/01 a 27/01					Folha 01/01						
ATIVIDADES	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	Materiais
	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	16/jan	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan	23/jan	24/jan	25/jan	26/jan	27/jan	
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes																					
Execução dos degraus altar	X	X	X																		Tijolo, areia,cimento
Demolição revestimento parede			X	X																	
Preparação da base				X	X	X															Cimento e areia
Revestimento e Porcelanato						X	X	X	X	X											Pisos, Argamassa, Juntas
Aplicação de rejunte										X											Rejunte
Retirada do Cristo e papel											X										Andaime
Preparação da base											X	X									Cimento e areia
Recolocação do Cristo														X	-						
Retirada de Janelas Pequenas																X	X	X	X	X	
Fechamento dos vãos																	X	X	X	X	Tijolo, areia,cimento
Limpeza					X					X					X						X
Equipe B: Eletricistas																					
Parte elétrica Altar											X										Material Elétrico
Instalação Fitas de Led															X						Fitas de Led
Iluminação embutida (sanca)						X	X		X	X											Luminárias
Iluminação aparente (sanca)								X					X								Refletores
Retirada de lustres centrais	X	X	X	X	X											X	X	X	X	X	
Equipe C: Gesso																					
Sanca Lateral Esquerda	X	X	X	X	-																Material de Gesso
Sanca Lateral Direita						X	X	X	X	-											
Equipe D: Instalador Papel de Pardes																					
Instalação papel de parede céu														X							Terceirizado

Fonte: planilha adaptada de BERNARDES 2001, e dados da pesquisa.

O acompanhamento semanal será feito conforme a planilha da Figura 26. Nele ao término da semana deverá ser feita a verificação das tarefas e registrado os problemas encontrados durante a execução das mesmas, e feito o replanejamento das semanas seguintes.

Figura 26: Planejamento semanal obra SLG.

Obra: SLG		Semana: 02/01 a 06/01					Encarregado: Jorge	
ATIVIDADES	S	T	Q	Q	S	OK	PROBLEMAS	
	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan			
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes								
Execução dos degraus altar	X	X	X			OK		
Demolição revestimento parede			X	X		OK		
Preparação da base				X	X	OK		
Limpeza					X	OK		
Equipe B: Eletricistas								
Retirada de lustres centrais	X	X	X	X	X		Falta de peças para o andaime	
Equipe C: Gesso								
Sanca Lateral Esquerda	X	X	X	X	-	OK		
TAREFAS RESERVAS								
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes		Equipe B: Eletricistas			Equipe C: Gesso			
Retirada de janelas pequenas		Parte elétrica Altar Iluminação sancas			Sanca lateral direita			

Fonte: planilha adaptada de BERNARDES 2001, dados da pesquisa.

No planejamento semanal que deve ser especificado as tarefas reservas. Este plano deve ficar em cópia com o encarregado de obras para que o mesmo tenha o controle das tarefas a serem executadas.

4.4.1.3 Programação de recursos

A programação de recursos deverá ocorrer semanalmente a partir da revisão do planejamento *lookahead*. Na reunião de segunda-feira, na obra, quando há a revisão do plano de médio prazo, deverá ser:

- a) Realizado um levantamento dos materiais necessários à execução das tarefas das próximas quatro semanas;
- b) Verificar os materiais que já foram entregues;
- c) Verificar a previsão de entrega dos que ainda não foram entregues;
- d) Fazer as solicitações de compra ao setor de suprimentos.

Essa revisão deverá ser feita a partir do preenchimento da planilha de conferência da Figura 27.

Figura 27: Planilha de programação de recursos obra SLG.

Obra: SLG		Engenheiro: João	Encarregado: José	Data: 02/01 a 27/01		
QDADE	UNID	MATERIAL	SOLICITAÇÃO	ENTREGA	CONFERÊNCIA	OBS
SEMANA: 02/01 a 06/01						
100	Unid	Tijolo cerâmico 9x19x29	19/dez	27/dez	ok	
2	diárias	Martelo Rompedor 10kg	19/dez	04/jan	Confirmar entrega	Verificar responsável por devolução
10	sacos	Cimento CPIV	19/dez	27/dez	ok	
2	m³	areia lavada média	19/dez	27/dez	ok	
1	Unid	Caçamba para retirada de entulho	19/dez	04/jan	ok	
40	Unid	Placa de gesso acartonado	19/dez	28/dez	ok	
1	caixa	Parafuso	19/dez	28/dez	ok	
3	rolos	Fita	19/dez	28/dez	ok	
2	kg	Cinza	19/dez	28/dez	ok	
2	sacos	Gesso	19/dez	28/dez	ok	
7	Torres	Andaime tipo fachadeiro	19/dez	27/dez	ok	
SEMANA: 09/01 a 13/01						
80	m	Cabo flexível 2,5mm azul, verm e ver	19/dez	06/jan	ok	
60	unid	Lampadas tubulares de led	19/dez	06/jan		Conferir especificação
16	unid	Refletores de LED	19/dez	06/jan		Conferir especificação
80	m²	Porcelanato 60x60 Calacata Gold	05/dez	28/dez	Duas caixa quebradas	
50	m²	Revestimento 15x40 Calacata Gold	05/dez	28/dez	ok	
70	sacos	Argamassa Porcelanato	05/dez	27/dez	ok	
10	kg	Rejunte cor bege	05/dez	27/dez		
SEMANA: 16/01 a 20/01						
18	m	Fita de led cor azul				Conferir especificação
48	m²	Papel de parede Altar	02/jan	19/jan	Falta arremates laterais	
SEMANA: 23/01 a 27/01						
20	Unid	Disco de corte para ferro	02/jan	10/jan	ok	
200	Unid	Tijolo cerâmico 9x19x29	19/dez	27/dez	ok	
2	sacos	Cimento	19/dez	27/dez	ok	
1	m³	Areia	19/dez	27/dez	ok	

Fonte: Dados da pesquisa.

4.4.2 Obra Vianópolis (VIA)

A obra vianópolis é uma obra de ampliação e reforma de uma Igreja Católica situada em Betim/MG. A ampliação consiste na execução de um acréscimo de área de aproximadamente 118m², sendo que desta área 70m² é destinada a área interna da igreja e 48m² destinada a sacristia. Inicialmente a igreja possui uma área construída de 260m² e uma edificação anexa de 110m², que será demolida. Após a finalização das obras a área total construída da igreja será igual a 37m².

Além da ampliação da igreja serão executados serviços de: demolição de 110m² de área da edificação anexa a igreja; troca de esquadrias de portas e janelas; assentamento de piso tipo porcelanato; rebaixamento forro de gesso; execução do projeto luminotécnico; ampliação do telhado; e pintura interna e externa da igreja.

O prazo da obra é de 75 dias uteis e para facilitar a execução da obra a igreja não terá celebrações durante todo o período de obra, com exceção de um casamento a ser realizado 30 dias após a programação de início dos serviços.

A localização da igreja é em um bairro residencial e a mesma conta com um amplo espaço, para instalação do canteiro e recebimento de materiais.

A Figura 28 apresenta o croqui da igreja de antes e após as modificações.

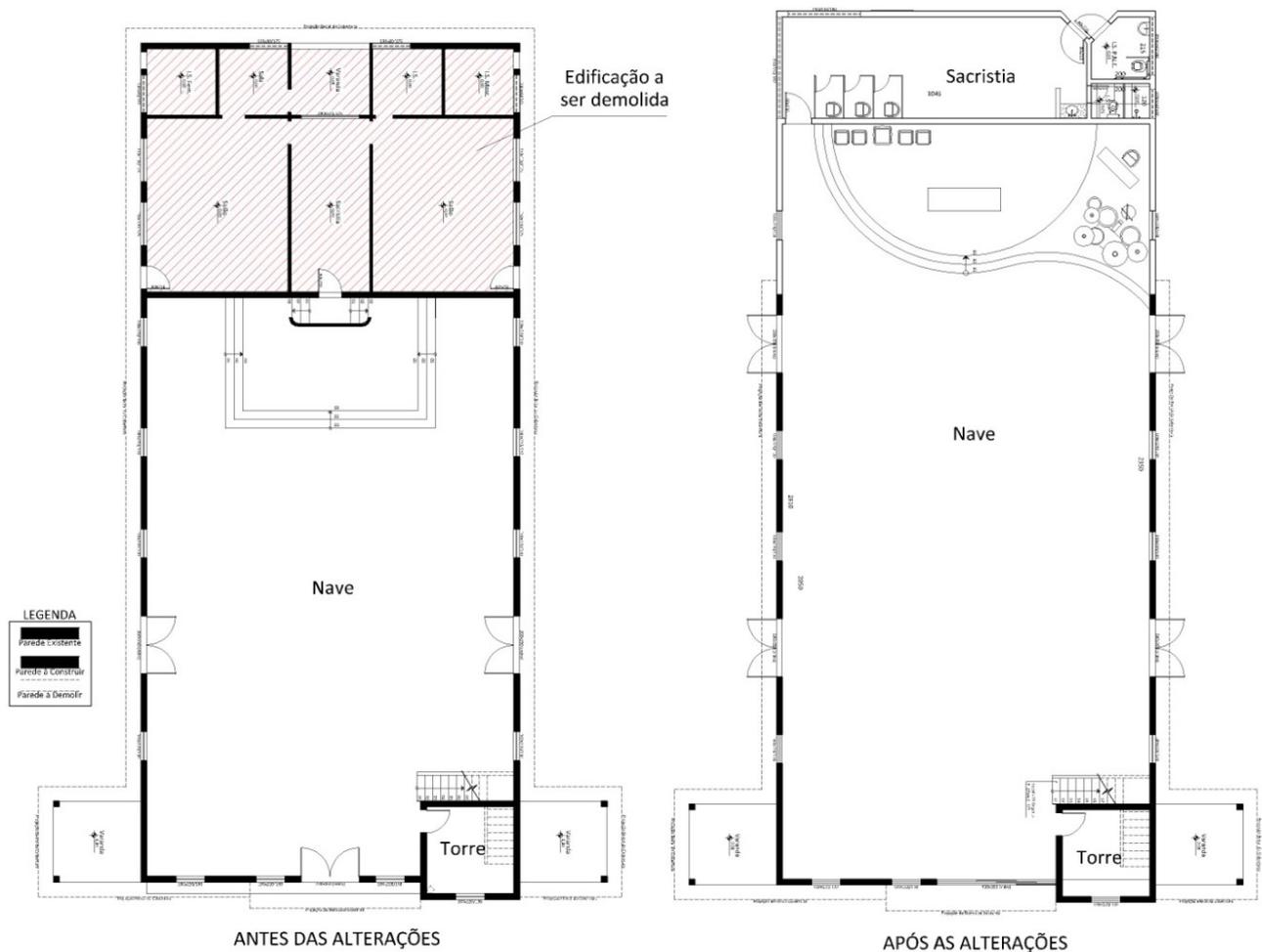


Figura 28: Croquis obra vianopolis. **Fonte:** Arquivo da pesquisa

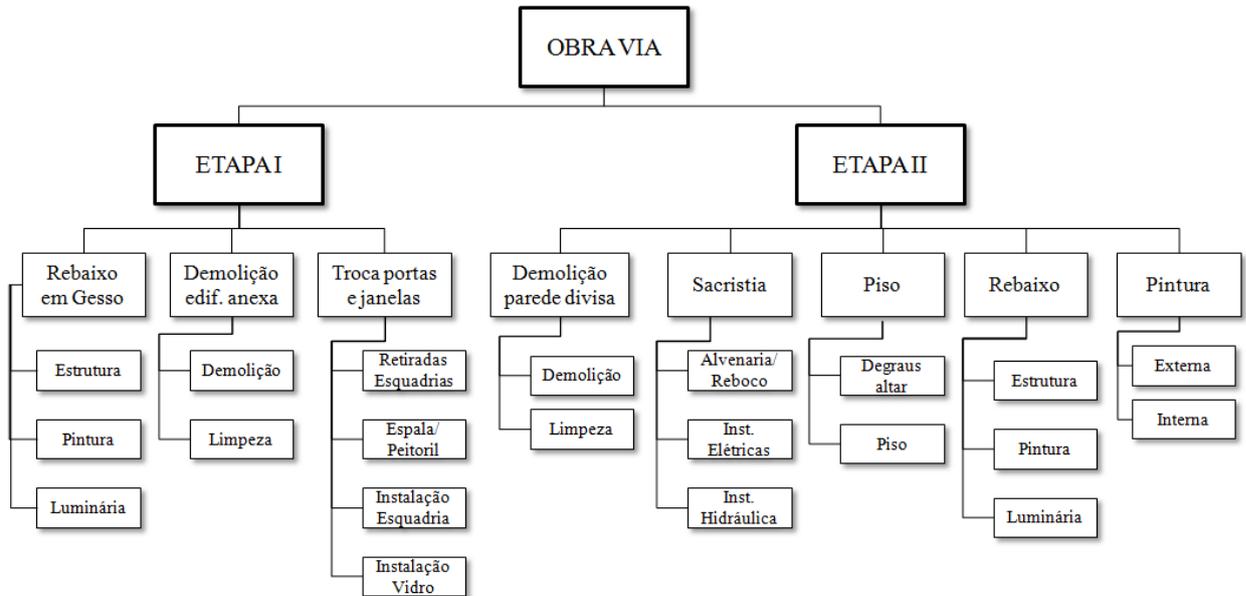
4.4.2.1 Planejamento de longo prazo

A estratégia de execução da obra foi definida em reunião no escritório da empresa com a presença do diretor e da gerente de obras. De posse da informação de que a paróquia ficaria fechada durante a execução da obra, com exceção do casamento a se realizar no 30º dia após o início das obras, o fluxo das atividades e a EAP puderam ser definidas. A obra foi dividida em

duas etapas principais de forma que os serviços a serem realizados antes do casamento fossem todos finalizados até a semana da cerimônia.

Na Figura 29, têm-se a EAP detalhada.

Figura 29: EAP da obra vianopolis.



Fonte: Arquivo da pesquisa.

Após as atividades foi definido, pelo diretor, as equipes de trabalho que executariam as tarefas previstas, sendo que nesta obra trabalhará funcionários de 6 equipes diferentes, conforme disposto na Figura 30.

Figura 30: Alocação de mão de obra vianopolis.

MÃO DE OBRA - VIA		
Atividade	Equipe	Funcionários
Demolição	A	01 Pedreiro 02 Ajudantes
Rebaixo em gesso	B	02 Eletricistas 01 Ajudante
	C	04 Gesseiros
	D	02 Pintores 02 Ajudantes
Troca de portas e Janelas	A	02 Pedreiros 02 Ajudantes
	E	Empresa terceirizada
Execução da Sacristia	A	02 Pedreiro 01 Ajudante
	B	01 Eletricista
Telhado	F	01 Soldador 02 Ajudantes
Execução do piso	F	02 Pedreiros 02 Ajudantes
Pintura	A	02 Pintores 02 Ajudantes

Fonte: Arquivo da pesquisa

4.4.2.2 Planejamento de médio e curto prazo

Nesta obra o planejamento de médio e curto prazo também será controlado através da ferramenta *lookahead*. O plano será mensal e foi montado na primeira reunião de execução entre a gerente de obras e o encarregado. A revisão deste plano deverá ser feita nas reuniões semanais entre o encarregado e a gerente às terças-feiras na parte da manhã, na própria obra. Na Figura 31 têm-se o plano elaborado para as quatro primeiras semanas da obra vianopolis.

Figura 31: Plano *lookahead* obra vianopolis.

Obra: VIA	Engenheiro: Luiz					Encarregado: João					Data: 02/01 a 27/01					Folha 01/01				
ATIVIDADES	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	Materiais				
	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan	09/jan	10/jan	11/jan	12/jan	13/jan	16/jan	17/jan	18/jan	19/jan	20/jan		23/jan	24/jan	25/jan	26/jan
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes																				
Demolição das paredes						X	X	X	X	X										Martelete
Retirada de entulho											X	X	X	X	X					
Retirada das esquadrias	X	X	X																	
Execução de Espalas		X	X	X																Cimento e Areia
Assentamento de Peitoris					X	X	X	X												Argamassa
Limpeza										X								X	X	X
Equipe B: Eletricistas																				
Parte elétrica Rebaixo									X	X										Material Elétrico
Instalação de Luminárias															X	X				Luminárias
Equipe C: Gesso																				
Estruturação do Forro	X	X	X	X																Material Gesso
Instalação das Placas					X	X	X	X	X											Material Gesso
Equipe D: Pintores																				
Emassamento Forro											X	X	X	X	X					
Pintura do Forro														X	X					
Arremates paredes igreja															X	X				
Equipe E: Instaladores Esquadrias																				
Instalação do Alumínio											X	X								Esquadrias de Alumínio
Instalação do Vidro													X	X	X					Vidros e Acessórios

Fonte: planilha adaptada de BERNARDES 2001, e dados da pesquisa.

O acompanhamento semanal será feito conforme a planilha padrão, já apresentada no estudo de caso anterior e detalhada para esta obra na Figura 32.

Figura 32: Plano semanal obra vianopolis.

Obra: VIA	Semana: 02/01 a 06/01					Encarregado: JOÃO	
ATIVIDADES	S	T	Q	Q	S	OK	PROBLEMAS
	02/jan	03/jan	04/jan	05/jan	06/jan		
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes							
Retirada das esquadrias	X	X	X			OK	
Execução de Espalas		X	X	X		OK	
Assentamento de Peitoris					X		Atraso no término das espalas
Equipe C: Gesso							
Estruturação do Forro	X	X	X	X		OK	
Instalação das Placas					X	OK	
TAREFAS RESERVAS							
Equipe A: Pedreiros e Ajudantes				Equipe C: Gesso			
Demolição paredes				Sem tarefas reservas			
OBS: Foram refeitas a espala de duas portas, o que causou atraso na finalização do serviço							

Fonte: planilha adaptada de BERNARDES 2001, e dados da pesquisa.

4.4.2.3 Programação de recursos

A programação de recursos deverá ocorrer semanalmente a partir da revisão do planejamento lookahead. Deverá se atentar aos mesmo tópicos dispostos no item 5.4.1.3. A programação dos recursos para as quatro primeiras semanas ficou conforme a Figura 33.

Figura 33: Programação de recursos obra vianópolis.

Obra: VIA		Engenheiro: Luiz	Encarregado: Joao		Data: 02/01 a 27/01	
QDADE	UNID	MATERIAL	SOLICITAÇÃO	ENTREGA	CONFERÊNCIA	OBS
SEMANA: 02/01 a 06/01						
50	sacos	Cimento CPTV	12/dez	28/dez	ok	Pedido para outros serviços
10	m³	areia lavada média	12/dez	28/dez	ok	Pedido para outros serviços
70	sacos	Argamassa Porcelanato	12/dez	28/dez	ok	Pedido para outros serviços
80	Unid	Placa de gesso acartonado	12/dez	28/dez	ok	
3	caixa	Parafuso	12/dez	28/dez	ok	
5	rolos	Fita	12/dez	28/dez	ok	
10	kg	Cinzal	12/dez	28/dez	ok	
3	sacos	Gesso	12/dez	28/dez	ok	
SEMANA: 09/01 a 13/01						
1	mensal	Martelo Rompedor 10kg	12/dez	09/jan	Confirmar entrega	
200	m	Cabo flexível 2,5mm azul, verm e ver	12/dez	09/jan	entrega prevista	
SEMANA: 16/01 a 20/01						
1	Unid	Caçamba para retirada de entulho	02/jan	16/jan	ok	
15	latas	Massa Corrida	12/dez	09/jan	ok	
2	latas	Tinta branco neve Coral	12/dez	09/jan	ok	
5	unid	Fita Crepe 25mm	12/dez	09/jan	ok	
2	unid	Rolo lâ de carneiro	12/dez	09/jan	ok	
4	unid	Pincel 2"	12/dez	09/jan	ok	
2	unid	Cabo extensor 3m	12/dez	09/jan	ok	
-	-	Aluminio Portas e Janelas	12/dez	12/jan	ok	Verificar medidas projeto
-	-	Vidros Portas e Janelas	12/dez	12/jan	ok	Verificar medidas projeto
SEMANA: 23/01 a 27/01						
30	Unid	Luminárias de embutir de led	02/jan	20/jan	ok	

Fonte: dados da pesquisa.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Durante a elaboração deste trabalho, conforme descrito nos objetivos gerais e específicos, desenvolveu-se um modelo de PCP para implementação na empresa estudada. O modelo implementado foi elaborado com base no estudo de Bernardes (2001) sobre o modelo de planejamento e controle da produção do NORIE, com os recursos da ferramenta *lookahead* do sistema *Last Planner* e da ferramenta gerencial EAP.

Para definir o modelo de PCP adotado foi feito uma revisão bibliográfica sobre conceitos, técnicas, métodos e ferramentas de planejamento. Em seguida, foi feito um estudo da empresa construtora na qual o modelo foi implementado. Este estudo de caso auxiliou e serviu como fundamento para elaboração do modelo. A partir dele pôde-se compreender como

a empresa desenvolvia seu processo de planejamento, permitindo identificar as principais características e deficiências da empresa, para a partir de então definir ações que deveriam ser implementadas na busca da melhoria do processo como um todo da empresa.

Pode-se afirmar que o trabalho cumpriu os objetivos almejados uma vez que a implantação do modelo proposto possibilitou a organização do tempo de trabalho, a padronização de segmentação das obras, a organização da programação de recursos, a implementação de planos de longo, médio e curto prazo e a formalização do planejamento e controle da produção na empresa. Além disto, pode-se afirmar que a implementação do modelo foi facilmente assimilada, tendo em vista que a principal envolvida no processo de PCP da empresa estudada é a autora deste trabalho.

Para finalizar, conclui-se que este trabalho contribuiu para consolidação do modelo de planejamento e controle da produção do NORIE, apresentado por Bernardes (2001), que já havia sido implementado com sucesso em outras empresas construtoras, conforme mostra pesquisas utilizadas no referencial teórico deste trabalho, como a pesquisa de Gutheil (2004).

5.1 Recomendações para Trabalhos Futuros

As sugestões para a elaboração de trabalhos futuros, são:

- a) avaliar os resultados da implementação do modelo de planejamento e controle da produção proposto;
- b) comparar a evolução das obras com o processo implementado por meio de indicadores e os motivos do não cumprimento dos serviços;
- c) aprofundar nos estudos de métodos e critérios de planejamento e controle de obras propondo melhorias ao sistema implementado;
- d) propor a implementação da ferramenta gráfico de Gantt no modelo proposto.

REFERÊNCIAS

- BARROS NETO, José de Paula. **Proposta de um modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional.** 336f. Tese (Programa de Pós Graduação em Administração) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.
- BERNARDES, Mauricio M. S. **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresa construtora através do estudo de seu fluxo de informação: proposta baseada em estudo de caso.** 127f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- _____. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento da produção para micro e pequenas empresas de construção.** 288f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.
- _____. **Planejamento e controle da produção para empresas de construção civil.** Rio de Janeiro: LTC, 2003.
- BORTOLAZZA, Rodrigo Cremonesi. **Contribuições para a coleta e a análise de indicadores de planejamento e controle da produção na construção civil.** 175f. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- CARVALHO, Marcio Santana de. **Método de Intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através do seu sistema de informação: proposta baseada em estudo de caso.** 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção civil fecha 2015 com forte retração e busca novo fôlego.** Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/balanco-do-setor-0>> Acesso em: 15 out. 2016.
- GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.
- GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008.
- GUTHEIL, Klaus Oliveira. **Desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle da produção em micro-empresas de construção civil, com foco no planejamento integrado de várias obras.** 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

KERN, Andrea Parisi. **Proposta de um modelo de planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** 234f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LIMMER, Carl V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: LTC, 2015.

MATTOS, Aldo Dórea. **Planejamento e controle de obras.** São Paulo: PINI, 2010.

OLIVEIRA, Paulo V. H. de. **Implementação de um processo de programação de obras em uma pequena empresa.** 117f. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PACHECO, Ana Paula R. *et al.* **O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica.** Artigo - Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.

SANTIAGO JÚNIOR, José R. S. O desenvolvimento de uma metodologia de gestão do conhecimento em uma empresa de construção civil. 127f. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002

SANCHEZ, Andrea C.C. **Uma contribuição para coordenação de projeto, na construção de edifício:** estudo sobre as dependências do processo. 308f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, Mariana do Prado. **Influência do planejamento e controle de obras nos horizontes de médio e curto prazo em entrega de edifícios residenciais em Goiânia.** 222f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

SOARES, Alexandre Castro. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras.** 138f. Tese (Curso de Mestrado Profissionalizante) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

SOUTO, Renata Gomes. **Gestão do processo de planejamento da produção em empresas construtoras de edifícios:** estudos de caso. 151f. Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

SUKSTER, Roberto. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em pequenas empresas construtoras.** 156f. Tese (Curso de Mestrado Profissionalizante) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

VISIOLI, Rita de Cássia. **Metodologia para gestão de obras residenciais de pequeno porte.** Dissertação (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ANEXO C - PLANILHA DE PLANEJAMENTO SEMANAL

Obra:	Semana:					Encarregado:	
ATIVIDADES	S	T	Q	Q	S	OK	PROBLEMAS
Equipe A: Pedreiros/ Ajudantes							
TAREFAS RESERVAS:							
OBS:							