

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR
SETOR DE TECNOLOGIA

MODELAGEM DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA O
SISTEMA *LAST PLANNER* DE PLANEJAMENTO

CURITIBA
NOVEMBRO 2004

BARBARA TALAMINI VILLAS-BÔAS

**MODELAGEM DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA O
SISTEMA *LAST PLANNER* DE PLANEJAMENTO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Construção Civil, Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Mendes Jr.

**CURITIBA
NOVEMBRO 2004**

TERMO DE APROVAÇÃO

BARBARA TALAMINI VILLAS-BÔAS

MODELAGEM DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL PARA O SISTEMA *LAST PLANNER* DE PLANEJAMENTO

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador: _____

Prof. Dr. Ricardo Mendes Junior

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR.

Prof. Dr. Sérgio Scheer

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR.

Prof. Dr. Mauricio Moreira e Silva Bernardes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Curitiba, 22 de novembro de 2004

“Ninguém é tão grande que não possa aprender, nem tão pequeno que não possa ensinar”.

Voltaire

***Dedico este trabalho a André e Lucas
com quem sempre estou aprendendo***

AGRADECIMENTO

Pela vida, e a oportunidade de sempre evoluir.

Obrigada meu Deus.

Pela orientação e apoio dedicado para a realização do presente trabalho, pelos elogios e críticas e principalmente por me fazer crescer profissionalmente.

Ao meu orientador Ricardo Mendes Júnior.

Segundo Mozart para conquistarmos algo na vida não basta ter talento, não basta ter força, é preciso também viver um grande amor.

Ao meu marido André.

Na vida existe um lugar ou alguém com quem sempre se pode contar.

Aos meus pais Edmundo e Margaret.

Pela confiança e portas abertas desde o principio.

A Andrea Panzeter

Pelos ensinamentos valiosos durante meus passos na realização desta pesquisa.

A todos os professores do PPGCC, em especial ao Sérgio Scheer.

Pelo incentivo, pelo carinho, pelos livros e traduções.

Ao Luiz Fernando e Gilcar.

Pela atenção, paciência, carinho e amizade.

Ao Neto e Adriana.

Por ser mais que um primo, e sempre poder contar.

Ao Guto.

Pela boa vontade, carinho e amizade.

A Dilmeire.

Alguém a quem não conheço, mas muito me ajudou.

A Danusa.

Amigas são para sempre, às vezes ensinamos, e normalmente aprendemos.

A Fernanda e Diana.

Pelos bons momentos, pelas filas, por saber que posso sempre contar, pela experiência que levarei pelo resto da minha vida.

Ao colega José Luiz G. Brandi

Pela grande amizade formada.

Aos amigos do PPGCC, principalmente Juliana Cararo, Simone Dall'Oglio e Susanne Pertschi.

Pela amizade e ajuda.

Aos integrantes do G-TIC.

Por ter se tornado muito mais que um colega de trabalho.

Ao professor Parchen.

Pelo apoio e torcida.

A Ziza, Cida e Maristela.

Pela disponibilidade e atenção dispensada, embora não possam ser nomeados.

Aos profissionais das seis empresas estudadas.

Pela atenção dispensada, e portas abertas.

Aos professores do NORIE.

Pela grande ajuda oferecida em Londrina.

Aos professores Ercília e Ederaldo.

Anjos sempre aparecem quando mais se precisa.

Ao professor João Cândido.

Pela paciência de me ouvir, e hoje ser considerada uma grande amiga.

A Denise Ferreira.

Pelo auxílio, tempo e dedicação.

A Dona Neuza e Cleonice.

Finalmente, aqueles que infelizmente esqueci não por serem menos importantes.

Muito Obrigada.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE SIGLAS	ix
RESUMO.....	xv
ABSTRACT	xvi
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	1
1.1.1 Objetivo Principal	1
1.1.2 Objetivos Específicos.....	2
1.2 JUSTIFICATIVA.....	2
1.3 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO.....	4
1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO.....	5
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
2.1 CONCEITOS DA <i>LEAN CONSTRUCTION</i>	6
2.2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO	11
2.2.1 Definições de Planejamento	11
2.2.2 Funções do Planejamento	13
2.2.3 Dimensões do Planejamento	13
3 SISTEMA LAST PLANNER.....	26
3.1 INTRODUÇÃO	26
3.2 ESTRUTURA HIERÁRQUICA	26
3.3 PROCESSO DE PLANEJAMENTO DAS TAREFAS	27
3.3.1 Controle das Unidades de Produção	30
3.3.2 Controle do Fluxo de Trabalho.....	31
3.4 O PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO - <i>LOOKAHEAD</i>	32

3.4.1	Análise das Restrições	35
3.4.2	Programação Puxada (<i>Pulling</i>)	37
3.5	UM BREVE HISTÓRICO	37
3.6	ATUALIZANDO O <i>LAST PLANNER</i>	39
3.6.1	<i>Work Structuring</i> – Ligando Cronograma e Controle de Produção	40
3.6.2	Cronograma de Fase	41
3.7	UTILIZAÇÃO DO SISTEMA NO BRASIL	42
3.8	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO MÉTODO	44
4	MÉTODO DE PESQUISA	52
4.1	ESTRATÉGIA DE PESQUISA	52
4.2	REVISÃO DA LITERATURA	52
4.3	ESTUDOS DE CASO	52
4.3.1	Abordagem Científica da Pesquisa Desenvolvimento	55
4.3.2	Procedimento para Coleta e Análise dos Dados	56
4.3.3	Compreensão da Pesquisa	56
4.3.4	Participantes da Entrevista	59
4.3.5	Questões Gerais e Específicas	59
4.3.6	Os Questionários	59
4.4	DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM	60
4.4.1	Ciclo de Desenvolvimento de Sistemas	61
4.4.2	Modelando com UML	61
5	ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	63
5.1	ESTUDO DE CASO EMPRESA A	63
5.1.1	Características do Canteiro de Obra	63
5.1.2	Objetivos da Intervenção	64

5.2	ESTUDO DE CASO EMPRESA B	68
5.2.1	Funcionamento do Planejamento:	70
5.2.2	Características do Canteiro de Obras	71
5.3	ESTUDO DE CASO EMPRESA C	75
5.3.1	Funcionamento do Planejamento	76
5.3.2	Características do Canteiro de Obra.....	76
5.4	ESTUDO DE CASO EMPRESA D	79
5.4.1	Características do Canteiro de Obra.....	81
5.5	ESTUDO DE CASO EMPRESA E	84
5.6	ESTUDO DE CASO EMPRESA F	86
5.7	ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO	86
6	MODELAGEM DO SISTEMA.....	88
6.1	REQUISITOS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS	88
6.1.1	Descrição do Modelo	88
6.1.2	Controle de Segurança	89
6.1.3	Funções Detalhadas - Especificações	89
6.2	DIAGRAMA DE CASOS DE USO.....	98
6.2.1	CASO DE USO – Cadastro de Obra.....	99
6.2.2	CASO DE USO – Entrar na Obra	99
6.2.3	CASO DE USO – Realiza Cadastros	100
6.2.4	CASO DE USO – Realiza Planejamentos	100
6.3	DIAGRAMA DE CLASSES	101
6.4	DIAGRAMA DE ATIVIDADES.....	103
6.4.1	Diagrama de Atividades para Planejamento de Curto Prazo.....	103
6.4.2	Diagrama de Atividades para Planejamento de Médio Prazo.....	104

6.4.3	Diagrama de Atividades para Planejamento de Médio Prazo.....	105
6.5	ESPECIFICAÇÕES DE TELAS:	106
6.5.1	Cadastro Inicial	106
6.5.2	Cadastros Dentro da Obra	107
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	125
7.1	CONCLUSÕES.....	125
7.2	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	128
	APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO ENVIADO AS EMPRESAS.....	136
	APÊNDICE 2 - Primeiro Questionário Elaborado	139
	APÊNDICE 3 - MODELO INFORMAL DO SISTEMA - ELABORADO NO MSEXCEL	141
	ANEXO 1 - LISTA DE CAUSAS UTILIZADA PELA EMPRESA C.....	142

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1– Transformação de Processo e Sub-Processos	8
Figura 2.2 – Conceito de produção como fluxo. As caixas com sombra representam atividades que não agregam valor	9
Figura 2.3 – As cinco fases do processo de planejamento	14
Figura 3.1 Processo de Planejamento Last Planner	27
Figura 3.2 - Modelo de Plano Semanal	28
Figura 3.3 – Modelo de Plano Semanal utilizado em uma empresa brasileira	29
Figura 3.4 - Níveis hierárquicos do planejamento	29
Figura 3.5 - Last Planner System com o Processo Lookahead.....	33
Figura 3.6 – Esquema do <i>Lookahead Planning</i>	34
Figura 3.7 - Exemplo de plano de médio prazo.....	35
Figura 3.8 - Planilha eletrônica de lista de restrições	36
Figura 3.9 - Plano de médio prazo com análise de restrições.....	46
Figura 3.10 – Plano de curto prazo	47
Figura 3.11 Modelo final de planilha eletrônica	49
Figura 3.12 – Planilha utilizada para os planos de curto prazo	50
Figura 4.1 – Estratégia de trabalho adotada inicialmente	54
Figura 4.2 – Nova estratégia adotada	55
Figura 5.1 - PPC da obra estudo de caso A.....	67
Figura 5.2 – Modelo de curto prazo fornecido pela empresa B.....	73
Figura 5.3 - Modelo de médio prazo fornecido pela empresa B.....	74
Figura 5.4 – Modelo de médio prazo fornecido pela empresa C.....	77
Figura 5.5 – Modelo de curto prazo fornecido pela empresa C.....	78
Figura 5.6 – Modelo de médio prazo fornecido pela empresa D	81
Figura 5.7 - Modelo de curto prazo fornecido pela empresa D	83

Figura 5.8 – Modelo de curto prazo fornecido pela empresa E.....	85
Figura 6.1 – Modelo de cadastro de equipes	90
Figura 6.2 – Modelo de cadastro de problemas	91
Figura 6.3 – Modelo para cadastro de locais.....	92
Figura 6.4 – Modelo para cadastro de restrições	92
Figura 6.5 – Indicação do número de funcionários x dia	96
Figura 6.6 - Tarefas Cumpridas x Tarefas Não Cumpridas.....	97
Figura 6.7 – Tarefas transferidas para outra semana.	97
Figura 6.8 – Diagrama do caso de uso - Cadastro de Obra.....	99
Figura 6.9 - Diagrama do caso de uso - Entrar na Obra	99
Figura 6.10 - Diagrama do caso de uso - Cadastros.....	100
Figura 6.11 - Diagrama do caso de uso - Planejamentos	100
Figura 6.12 - Diagrama de Classes.....	102
Figura 6.13 - Diagrama de Atividades - Planejamento de curto prazo	103
Figura 6.14 - Diagrama de Atividades - Planejamento de médio prazo	104
Figura 6.15 - Diagrama de Atividades - Planejamento de longo prazo	105
Figura 6.16 – Tela de cadastro de usuário.....	106
Figura 6.17 – Tela de cadastro de obra	107
Figura 6.18 – Tela inicial para escolha de tela	108
Figura 6.19 – Tela de cadastro de locais	109
Figura 6.20 – Tela de cadastro de equipes	110
Figura 6.21 – Tela de cadastro de problemas.....	111
Figura 6.22 – Tela de cadastro de restrições	112
Figura 6.23 – Tela de longo prazo.....	113
Figura 6.24 – Tela de médio prazo.....	114

Figura 6.25 – Tela de utilização do plano de médio prazo	115
Figura 6.26 – Cadastro do período na tela de curto prazo	116
Figura 6.27 – Bloquear de dia da semana no curto prazo.....	116
Figura 6.28 – Importação de dados para o curto prazo.....	117
Figura 6.29 – Escolha do local na tela de curto prazo.....	118
Figura 6.30 – Escolha do número de funcionários x dia da semana	119
Figura 6.31 – Porcentagem de tarefa para a semana	119
Figura 6.32 – Tarefas não cumpridas transferidas para a semana seguinte.....	119
Figura 6.33 – Tela de curto prazo	121
Figura 6.34 – Modelo de Gráfico de PPC.....	122
Figura 6.35 – Modelo de gráfico de problemas ocorridos no período	123
Figura 6.36 – Modelo de gráfico de problemas – padrão Pizza	123
Figura 6.37 – Modelo de gráfico de IRR.....	124

LISTA DE QUADROS

Quadro 4.1 – Resumo das Empresas Estudadas.	53
Quadro 4.2 - Esboço do Protocolo do Estudo de Caso A.	57
Quadro 4.3 - Esboço do Protocolo do Estudo de Caso B, C e D	58
Quadro 5.1- Características do Empreendimento - Estudo de Caso A	64
Quadro 5.2 - Características do Empreendimento - Estudo de Caso B	71
Quadro 5.3 - Características do Empreendimento - Estudo de Caso C	76
Quadro 5.4 - Características do Empreendimento - Estudo de Caso D	81
Quadro 5.5 - Resumo das Necessidades das Empresas Estudadas.	87

LISTA DE SIGLAS

CPM	- Critical Path Method (Método do Caminho Crítico)
GEHIS	- Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesses Sociais
GEPUC	- Centro de Excelência em Gestión de Producción
GRUPOTIC	- Grupo de Tecnologia de informação e comunicação da UFPR
IGLC	- International Group for Lean Construction
IPS	- Integrated Production Scheduler System
IRR	- Índices de Remoção de Restrições
LCI	- Lean Construction Institute
LPS®	- Last Planner System (Sistema Last Planner)
NORIE	- Núcleo Orientado para Inovação da Edificação
PBQP-H	- Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação
PCP	- Planejamento e Controle da Produção
PDA	- Assistentes Pessoais Digitais
PPC	- Percentual do Planejamento Concluído
PPC ex	- Percentual do Planejamento Concluído das atividades extras
PPGEC	- Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil
SMP	- Sistema de Mapeamento de Processo
TQC	- Controle da Qualidade Total
UEL	- Universidade Estadual de Londrina
UFPR	- Universidade Federal do Paraná
UFRGS	- Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UML	- Unified Modelling Language (Linguagem de Modelagem Gráfica)
W3P	- Software para web criado pelo GRUPOTIC
WB	- Workable Backlog (Tarefas Estocadas)

RESUMO

Nos Estados Unidos, o *Last Planner* já foi testado e aprovado por vários empreendedores. Em 2000 pesquisadores americanos ao tentar verificar a eficiência de alguns programas computacionais para o *Last Planner* descobriram que algumas empresas já haviam desenvolvido suas próprias ferramentas para atender às suas necessidades. Assim como nos Estados Unidos, também encontra-se no Brasil empresas à procura de ferramentas computacionais que facilitem a aplicação desse método. Quando não encontram, acabam por fazer o planejamento de suas obras em programas de computador como o MSEXcel® e o MSProject®. O objetivo geral dessa pesquisa é o desenvolvimento da modelagem de um programa computacional, no paradigma da orientação a objetos. A intenção é auxiliar as empresas na implantação do método em suas obras. Esta pesquisa pode ser útil, tanto aos usuários que já conhecem o *Last Planner*, como também aos que o desconhecem, pois o método não consiste simplesmente na utilização de um *software*, mas em uma mudança de sistema de trabalho, sob os aspectos dos paradigmas da construção enxuta. A pesquisa realizada foi dividida em quatro etapas. A primeira delas compreendeu a realização de uma revisão bibliográfica. A segunda etapa constituiu-se no desenvolvimento de um estudo de caso em uma empresa que não utilizava o método *Last Planner*. Neste estudo de caso, a autora foi uma observadora participativa e implantou o método em uma obra da empresa estudada. Na terceira etapa foram entrevistados diretores, engenheiros de produção, engenheiros de obra e mestres-de-obra. Também foram feitas visitas e coleta de dados em empresas que já fazem uso do método, além do envio de questionários a empresas construtoras. Por fim, na quarta etapa foram analisados os resultados e propostas das empresas estudadas para, então, ser desenvolvida a modelagem do programa. Entre as conclusões, pode-se destacar que o recurso computacional tornou-se hoje indispensável para qualquer tipo de planejamento em empresas construtoras. E que seria muito mais eficaz se também fosse utilizado junto com o método *Last Planner*.

Palavras-chave: Planejamento e Controle da Produção; Sistema *Last Planner*; Software.

ABSTRACT

In the United States, the Last Planner system has already been tested and approved by various entrepreneurs including members of the Lean Construction Institut (LCI). When attempting to verify the efficiency of computer programmes, it was discovered that some companies had already developed their own tools to fulfill their needs. In Brazil, we can also find companies which make use of softwares to facilitate the implementation of this method. When these tools are not found, the companies end up having to make their planning on softwares such as MSeExcel® and MSProject®. The general aim of this research is the development of a system which can assist enterprises with the implementation of the method on their current constructions. This method must also be feasible not only for users who know how to deal with it but also for those to whom it is unknown, since it cannot be compared to a regular software because it is about a new working system based on the lean construction area. The research has been divided into four phases. The initial one consists of a bibliography study. The second one is about the development of a study case of a company which did not use the method and whose author implemented it in one of the company's ongoing constructions. The third step brings interviews with directors, production engineers, builders and foremen together with visits and the gathering of data among companies users of the method as well as questionnaires sent to other construction companies. Finally, the results and proposals were analysed so that the system could be developed. All in all, it is important to mention that this computer resource has become a fundamental tool to any type of planning and that it would be very efficient if used with the Last Planner method.

Key words: Planning and Production Control, Last Planner System, Software

1 INTRODUÇÃO

Nos Estados Unidos o método *Last Planner* (BALLARD, 1994) de planejamento para a construção civil já foi testado e aprovado por vários empreendedores. Ao verificar a eficiência dos programas *WorkPlan* e *DePlan* baseados no *Last Planner*, CHOO e TOMMELEIN (2001) descobriram que algumas empresas já haviam desenvolvido suas próprias ferramentas para atender suas necessidades. Entretanto, tais ferramentas não atendiam a todos os problemas enfrentados pelas empresas.

Assim como nos Estados Unidos, também no Brasil existem empresas à procura de ferramentas computacionais para facilitar o emprego desse método de planejamento. Mas quando não as encontram, acabam por fazer seus procedimentos ou seu planejamento em programas de computador como o MSExcel® e o MSProject®.

Nesta dissertação realizou-se uma análise dos problemas enfrentados por empresas de construção civil para implantar o método de planejamento *Last Planner*. No ano de 2000 Ballard escreveu uma tese sobre o método que passou a ser denominado "*The Last Planner System of production control*" o qual foi registrado como LPS® BALLARD (2000).

Realizou-se a pesquisa em seis empresas distintas do setor da construção civil, sendo que cinco delas utilizam o método *Last Planner* para seu planejamento, e uma não utilizava o método. A partir dessa análise, desenvolveu-se a modelagem de um programa computacional no paradigma da orientação a objetos

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Principal

O objetivo principal desta pesquisa é desenvolver a modelagem de um programa computacional, no paradigma da orientação a objetos, com o intuito de auxiliar empresas na implantação do LPS® em suas obras.

Pretende-se que esta pesquisa possa ajudar tanto aos usuários que conhecem o método como aos que desconhecem, pois, para que sejam alcançados resultados positivos, a utilização do LPS® exige uma mudança de sistema de trabalho utilizando aspectos da construção enxuta.

1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal desse estudo realizou-se:

- a) Determinar e especificar os requisitos necessários para um sistema fundamentado no *Last Planner*
- b) Elaborar um modelo informal¹ do sistema
- c) Realizar a modelagem desse sistema

1.2 JUSTIFICATIVA

O uso de ferramentas para o *Last Planner* está intimamente relacionado com a divulgação e uso da *Lean Construction* e do próprio LPS®. Atualmente, os planejadores adotam primeiramente o método *Last Planner* e depois procuram ferramentas de computador (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

A aplicação do *Last Planner* para construções e projetos resultou no desenvolvimento de vários programas. Entre eles destacam-se *WorkPlan* (CHOO et al., 1998) e *DePlan* (HAMMOND et al, 2000), programas que guiam as unidades de produção na hora de criar planos de trabalho. O *WorkPlan* foi estendido para *WorkMovePlan* e incluiu a capacidade para distribuir planejamentos, coordenadas e cronograma espacial (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

Durante e depois do desenvolvimento destas ferramentas, quatro companhias membros do *Lean Construction Institute* (LCI), além de instituições acadêmicas, fizeram testes com os programas e forneceram uma valiosa resposta para os autores das mesmas. Estas empresas estavam acostumadas com a concepção do método *Last Planner*, o que permitia a elas dar sugestões baseadas

¹ Modelo Informal, neste trabalho foi a elaboração de um arquivo em MSExcel® contendo todas as informações necessárias para futura elaboração da modelagem do sistema.

em suas próprias concepções do método. Alguns tinham desenvolvido planilhas em suas empresas para ajudar em suas necessidades (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

Observou-se na revisão bibliográfica que, no Brasil, a maioria das empresas também acaba adotando estas ferramentas para auxiliar a utilização do método. AKKARI (2003) afirma que, em seu estudo de caso 1 o MSProject® trouxe alguns benefícios para a empresa. O principal deles é o fato da gerência e a equipe de pesquisadores conseguirem entender a lógica com a qual o empreendimento seria construído. Juntamente com o MSProject®, neste estudo de caso utilizou-se o *software* MSEExcel®, visto que o primeiro não dava a transparência necessária na rede de precedência, segundo a autora. Entre as recomendações para trabalhos futuros, a autora cita o desenvolvimento de ferramentas computacionais que dêem maior transparência ao planejamento de fluxos.

No estudo de COELHO (2003) é mencionado que o procedimento de Plano de Médio Prazo era iniciado no *software* de planejamento e mais tarde as tarefas eram transferidas para planilhas eletrônicas, desenvolvidas no MSEExcel®. Da mesma maneira SOARES (2003), afirma que foi possível destacar uma importante melhoria realizada pela empresa no planejamento de curto prazo, quando se passou a utilizar uma planilha eletrônica, desenvolvida em MSEExcel®.

No estudo de BULHÕES et al. (2003) comenta-se que, devido à falta de transparência do plano de longo prazo realizado no MSProject®, realizaram-se trabalhos de Linha de Balanceamento e gráfico de ritmos no MSEExcel®.

Todas essas observações confirmam o fato de que a utilização de ferramentas computacionais fornece uma solução, nem que seja temporária, para os problemas das empresas. E prova que, uma mínima utilização destas ferramentas auxilia o uso do método.

Alguns programas também foram criados pelo Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação (GRUPOTIC) da UFPR, tais como o W3P (MENDES Jr. et al 2001) e o sistema Galápagos (MENDES Jr. et al. 2004), com a intenção de adotar o *Last Planner*.

MENDES Jr. et al., (2001) desenvolveram o sistema *WebPlanner*, posteriormente W3P. Trata-se de um *software* para *web* criado para desenvolver planos de médio e curto prazo, bem como distribuição de documentos e outras informações entre os participantes de um empreendimento. Com o W3P seria

possível planejar, manter e consultar as informações das atividades em execução nas suas obras, por meio de uma programação de longo prazo com Linha de Balanceamento, e programação de médio prazo e curto prazo. A utilização desse programa se tornou inviável, pois o mesmo não está mais sendo atualizado pelo GRUPOTIC (UFPR). Em 2004 o GRUPOTIC iniciou outro projeto para o desenvolvimento de um programa computacional para o planejamento de tarefas na Construção Civil, baseado em microcomputador do tipo PDA (Assistentes Pessoais Digitais) para uso no canteiro de obras e com a integração a um ambiente em portal WEB de informações (MENDES Jr. et al., 2004).

No estudo de BERNARDES e SALVADOR em 2004, os autores apresentam um sistema computacional desenvolvido para integrar os estágios de preparação do plano de médio prazo, identificando e analisando as restrições para a preparação do plano de curto prazo. No entanto, não se demonstrou a relação do programa com alguma exigência das empresas para elaboração do mesmo e seus testes (conforme último contato) ainda não foram realizados.

A dificuldade de encontrar um *software* nacional que atendesse a todos os requisitos apresentados pelo método motivou a autora a elaborar esta pesquisa.

1.3 ESTRUTURA DESTA DISSERTAÇÃO

Este trabalho está organizado da seguinte forma:

No **capítulo 2** encontra-se um referencial teórico, que abrange os conceitos da *Lean Construction* e os Processos de Planejamento e Controle da Produção.

No **capítulo 3** é apresentado o Sistema *Last Planner*, com sua história, seu processo executivo, suas atualizações, sua utilização no Brasil e ferramentas computacionais utilizadas para sua implantação.

No **capítulo 4** demonstra-se o método de pesquisa utilizado para esta pesquisa.

No **capítulo 5** são descritos todos os estudos de caso realizados para o desenvolvimento da modelagem.

No **capítulo 6** encontra-se a modelagem do programa, com suas especificações e telas sugeridas.

No **capítulo 7** tem-se a conclusão e as recomendações para futuros estudos.

Os capítulos 2 a 5 abordam assuntos de planejamento e são voltados tanto aos engenheiros que utilizam o LPS® como aos que não o utilizam no seu dia a dia de planejamento. E o capítulo 6 apresenta a modelagem do programa, para o qual são necessários conhecimentos de UML (*Unified Modelling Language*) para entender os casos de uso e diagrama de atividades. E de modelagem de dados Orientado a Objetos para entender o diagrama de classes.

1.4 LIMITAÇÕES DO TRABALHO

Esta pesquisa restringiu-se a um pequeno grupo de empresas, o horizonte deste estudo de caso é de cinco empresas, para uma maior abordagem novas entrevistas poderiam ser realizadas.

Não foi desenvolvida a programação, mas somente a modelagem, por esta razão não foram executados testes práticos com o programa.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Apresenta uma fundamentação teórica sobre a origem e os conceitos da *Lean Construction*. Posteriormente, são apresentados os processos de planejamento e controle da produção, dando a fundação para as futuras discussões apresentadas no capítulo 3 sobre o sistema *Last Planner*.

2.1 CONCEITOS DA *LEAN CONSTRUCTION*

Para entender a origem da *Lean Construction* é necessário antes analisar algumas mudanças ocorridas na produção industrial do século XX. Em 1945, com a recuperação da economia japonesa impulsionada por um considerável auxílio financeiro oriundo dos Estados Unidos, logo após o final da Segunda Guerra Mundial, existiam ameaças do domínio comunista na Ásia. Nesta época surge a concepção do Sistema Toyota de Produção (GHINATO, 1996). Seu criador, Taiichi Ohno, estudou os sistemas de produção de Taylor e Ford, pois tinha a necessidade de produzir na empresa em que trabalhava, a Toyota, pequenas quantidades de variados modelos de veículos, de carros populares a caminhões. Ohno, então, adaptou os conceitos já existentes no Ocidente para a realidade japonesa da época, onde ocorria grande escassez de recursos (materiais, financeiros, humanos e de espaço físico), aplicando novas abordagens para a produção industrial. Surgiu, assim, o chamado Sistema Toyota de Produção (CORIAT, 1994).

Depois do surgimento desse sistema, muitos setores industriais começaram a fazer modificações na organização de suas atividades produtivas e estabeleceram um novo paradigma de gestão de produção (FORMOSO, 2000). WOMACK et al. (1992) discutiram várias destas mudanças e propuseram englobar os novos paradigmas com a denominação de "Produção Enxuta". De acordo estes autores, a produção enxuta é assim chamada pois utiliza menor quantidade de tudo o que se relaciona à produção em massa e requer metade de todos os esforços para desenvolver novos produtos na metade do tempo. O principal foco da produção enxuta é eliminar as atividades que não agregam valor – atividades que apenas

consomem tempo, recursos ou espaço, e não contribuem para atender aos principais requisitos dos clientes (KOSKELA, 1992).

Segundo FEATHERSTON (1999) para se reproduzir os conceitos do pensamento enxuto na construção civil, inicialmente foi necessário entender os conceitos já existentes, para então poder implementá-los. Este entendimento teórico sobre o tema foi descrito inicialmente por KOSKELA (1992) que percebeu as alterações ocorridas em outras indústrias e avaliou a sua aplicação na construção civil. No estudo, o autor propunha uma “nova visão” sobre o que deveria ser o processo produtivo na construção civil, definindo princípios e conceitos básicos de tal abordagem. A respeito dos benefícios e implicações que surgiram com a nova filosofia de produção KOSKELA (1992), apresenta como fontes primárias do *Lean Construction* o *Just-in-time* e o controle da qualidade total (TQC).

Assim nasceu a *Lean Construction*, ou construção enxuta, filosofia de produção voltada para a construção civil. A construção enxuta é originária dos esforços de um grupo internacional de pesquisadores cujo objetivo é aplicar os conceitos desse novo paradigma de gestão da produção, denominado *International Group for Lean Construction* (IGLC). O IGLC promove conferências anuais sobre o assunto. As definições de *Lean Construction* e suas ferramentas têm sofrido constantes reformulações depois que estes encontros anuais se iniciaram, havendo um esforço conjunto para a conceituação de uma teoria da construção enxuta.

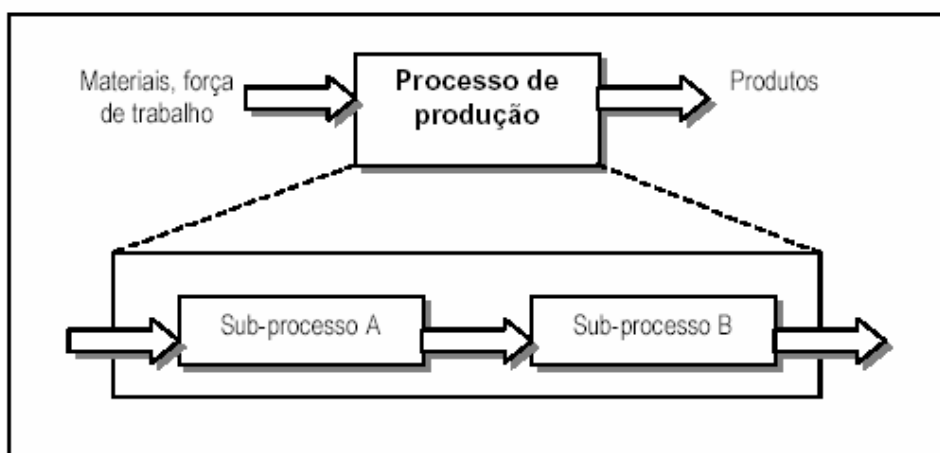
Para HOWEL (1999) a *Lean Construction* é "um novo caminho para o gerenciamento na indústria da construção civil, com implicações nas relações comerciais e na concepção dos projetos. É planejar e controlar técnicas que reduzam os desperdícios, melhorando a confiabilidade dos fluxos produtivos".

Os princípios da *Lean Construction* podem ser melhor entendidos analisando o processo de produção. Durante o Século XX o modelo de transformação ou de conversão, fundamentou o desenvolvimento da administração da produção (KOSKELA, 2000). E conforme este autor a produção como um processo de conversão pode ser definido como:

- a) O processo de produção é a conversão de entradas em saídas, consiste em atividades de conversão de matérias-primas (inputs) em produtos (outputs);

- b) O processo de conversão pode ser dividido em sub-processos, que são sub-processos de conversão (Figura 2.1);
- c) O custo total de cada processo pode ser reduzido através da redução do custo de cada sub-processo;
- d) O valor da saída do processo é associado com o custo de entrada desse processo.

FIGURA 2.1– TRANSFORMAÇÃO DE PROCESSO E SUB-PROCESSOS



FONTE: Adaptado de KOSKELA (2000).

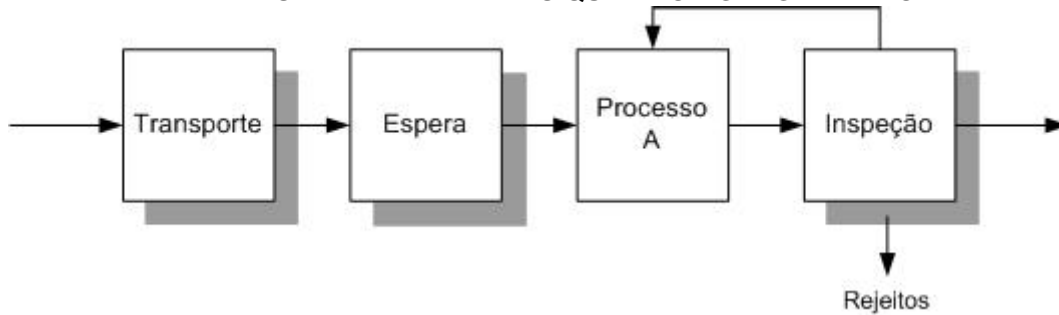
Em contrapartida, na *Lean Construction* é proposto um conjunto de princípios operacionais que têm foco na necessidade de balanceamento em conversões (operações) e fluxos (processos) (KOSKELA, 2000). Segundo este autor, no conceito de produção como um fluxo, o enfoque das melhorias está na redução das atividades que não agregam valor (Figura 2.2).

KOSKELA (2000) propõe princípios relacionados ao conceito de produção como fluxo. E divide estes princípios em três grupos. O primeiro é o principal (está ligado a teoria):

- Redução da parcela de atividades que não agregam valor.
- O Segundo engloba dois princípios que derivam da teoria, são eles:
- Redução do *lead time*²;
 - Redução da variabilidade;

²Alguns autores consideram *lead time* como sinônimo de tempo de ciclo. Que é o tempo alocado para um posto de trabalho terminar uma tarefa.

FIGURA 2.2 – CONCEITO DE PRODUÇÃO COMO FLUXO. AS CAIXAS COM SOMBRA REPRESENTAM ATIVIDADES QUE NÃO AGREGAM VALOR



FONTE: Adaptado de KOSKELA (2000).

O terceiro grupo está mais vinculado a prática do que a teoria, e engloba os seguintes princípios:

- Simplificação por meio da minimização do número de passos, partes e dependências;
- Aumento da flexibilidade na execução do produto;
- Aumento da transparência do processo;

Explicando cada princípio detalhadamente tem-se:

1) Redução da parcela de atividades que não agregam valor

Segundo KOSKELA (1992), atividades que agregam valor são aquelas que convertem material e ou informação direcionada a atender os requisitos dos clientes. São, portanto, atividades de conversão ou processamento. Para o mesmo autor, aquelas que não agregam valor consomem tempo, recursos ou espaços, mas não contribuem para atender os requisitos dos clientes. O princípio geral da nova filosofia de produção é a redução das atividades que não agregam valor.

2) Redução do tempo de ciclo (*lead time*)

KOSKELA (1992) define tempo de ciclo como o somatório dos tempos necessários para processamento, inspeção, espera e movimentação.

Para KOSKELA (1997) existem muitas maneiras de se reduzir o tempo de ciclo e entre elas estão: redução do tamanho do lote, otimização do leiaute, sincronização dos fluxos, redução da variabilidade, alteração da seqüência executiva e redução de atividades que não agregam valor.

Uma forma de diminuir as atividades que não agregam valor é a sincronização dos fluxos de material e mão-de-obra, além do desenvolvimento de programações mais repetitivas e padronizadas (SANTOS, 1999).

Para SANTOS (1999), quando o tamanho de um lote de determinado processo é reduzido, material e informações podem fluir de maneira mais rápida entre vários estágios de um processo. Assim sendo, o produto chega ao consumidor final em um tempo mais curto.

3) Redução da variabilidade

No que tange aos prazos da produção, quanto maior for o tempo de ciclo maior será a quantidade de atividades que não agregam valor ao produto final. Uma possível forma de reduzir a variabilidade consiste em estabelecer padrões de processos trabalhando com atividades padronizadas (KOSKELA, 1992).

Para ISATTO et al. (2000) existem muitos tipos de variabilidade que estão relacionados com o processo de produção. Entre eles destacam-se a variação dimensional dos materiais, a variação na própria execução de um processo e a variação na demanda que está ligada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo.

KOSKELA (2000) destaca como possíveis benefícios que podem ocorrer com a redução de variabilidade a diminuição da duração das atividades e dos recursos necessários das interferências dos fluxos de trabalho.

4) Simplificação por meio da minimização do número de passos, partes e dependências

A simplificação é a redução de componentes do produto ou do número de passos existentes em um fluxo de material ou informação. Existem dois tipos de processos: os de planejamento e os de produção. No primeiro, se insere o sistema de planejamento adotado pela empresa. No segundo é onde ocorrem as simplificações do processo (KOSKELA, 1992).

Na abordagem japonesa, o planejamento é realizado no intuito de reduzir a necessidade dos controles, que devem ser realizados na produção (GUINATO, 1996) e (SHINGO, 1996).

5) Aumento da flexibilidade na execução do produto

Segundo KOSKELA (2000), as maneiras de aumentar a flexibilidade seriam: minimizar os tamanhos dos lotes, aproximando-os à sua demanda; reduzir o

tempo de preparação e troca de ferramentas e equipamentos; desenvolver um processo de forma que o produto se adeqüe aos requisitos do cliente o mais tarde possível; e utilizar produções polivalentes. À primeira vista, o aumento da flexibilidade parece ser contraditório com a simplificação, mas muitas empresas têm sido bem sucedidas na aplicação dos dois princípios simultaneamente, (STALK e HOUT, 1990) apud (KOSKELA, 1992).

Para SLACK et al. (1997), ter flexibilidade é ter a capacidade de mudar a operação de alguma forma. Essa mudança envolve o quê, como ou quanto a operação faz. Mudança é, então, a idéia chave. Mas para as exigências de seus consumidores serem atendidas, a maioria das operações precisa estar em condições de ser mudada.

6) Aumento da transparência do processo

Para KOSKELA (1992), a transparência é um conceito orientado ao controle visual, por meio do qual são geradas informações úteis que podem ser disponibilizadas resultando, assim, na melhoria de desempenho da produção, da qualidade e da organização do local de trabalho.

GALSWORTH (1997) observa que a falta de transparência – ou seja, a deficiência de informações nos locais de trabalho – é considerada como contribuidora na existência de atividades que não agregam valor ao produto. Duas destas atividades são a movimentação e a espera.

BALLARD e HOWELL (1997 a) complementam dizendo que informações muito importantes podem ser retiradas com a simples introdução de medidas de desempenho e procedimentos que tornem possíveis a identificação das deficiências e, com isso, a realização de ajustes caso necessário.

2.2 PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

2.2.1 Definições de Planejamento

Na literatura existem diversas definições para o termo “Planejamento” e vários autores concordam que este tema ainda não está totalmente definido (FORMOSO, 1991; RUSSOMANO, 2000). De acordo com LAUFER e TUCKER

(1987), o planejamento é entendido como um processo de tomada de decisão realizado para antecipar uma ação futura utilizando, para isto, meios eficazes para concretizá-la. FORMOSO (1991) cita estes estudos sobre planejamento e acrescenta, em sua definição, a necessidade de um processo de controle. GUINATO (1996) menciona os conceitos do Sistema Toyota de Produção, onde existe uma preocupação com a ligação consistente e efetiva da função de planejamento com as funções de controle, execução e monitoramento. O mesmo autor também salienta a diferença entre controle e monitoramento. Para ele, no controle existem ações corretivas, em tempo real, nos postos de trabalho. Já no monitoramento, ocorre apenas a comparação do executado com o planejado e a determinação da causa fundamental da ocorrência das falhas (GUINATO, 1996).

Para BALLARD e HOWELL (1996), o planejamento produz metas que possibilitam o gerenciamento dos processos produtivos, enquanto o controle garante o cumprimento dessas metas, assim como avalia sua conformidade com o planejado. Dessa maneira é possível fornecer informações para preparar planos futuros.

De acordo com LAUFER (1990), o planejamento é um processo composto por diversos elementos. Quanto maior a presença deles, mais facilmente se identifica o processo de planejamento. Tais elementos são:

- a) Um processo de tomada de decisão;
- b) Um processo de antecipação na tomada de decisões para decidir o que e/ou como executar ações em um futuro determinado;
- c) Um processo de integração de decisões interdependentes em um sistema decisório;
- d) Um processo hierárquico evolutivo a partir de diretrizes gerais, para determinação de meios e restrições que conduzam a um plano de ações;
- e) Um processo que inclua uma cadeia de atividades (ou parte delas), compreendendo a busca e análise de informações, o desenvolvimento, a avaliação e a escolha de alternativas;
- f) O emprego de técnicas e procedimentos formais;
- g) A apresentação documentada dos planos;
- h) A implementação dos planos.

Diante das definições apresentadas adotou-se, neste trabalho, aquela formulada por BALLARD (2000), pois a mesma está voltada ao PLS® , onde o planejamento estabelece as metas e a seqüência desejada de ocorrências para que as metas sejam atingidas. O controle leva as ocorrências a aproximar a seqüência desejada, inicia o replanejamento quando a seqüência estabelecida não é mais possível de executar ou não é mais desejada, e inicia o aprendizado quando as ocorrências deixam de cumprir com o plano. Considerando desta maneira que o planejamento e o controle são as funções básicas de um sistema de gerenciamento de produção.

2.2.2 Funções do Planejamento

Para LAUFER e TUCKER (1987), realizar um planejamento se justifica principalmente pelas funções que ele desempenha no gerenciamento do empreendimento como: a previsão, a simulação, a execução, a coordenação e o controle.

Segundo BALLARD (2000), as funções dos sistemas de gerenciamento da produção são o planejamento e o controle. O planejamento estabelece metas e uma seqüência de eventos para atingi-las. Já o controle faz com que os eventos se aproximem da seqüência desejada, inicia o replanejamento quando a seqüência não é viável ou desejável, e proporciona a geração de aprendizagem, quando eventos falham em se conformar ao plano.

É na execução do empreendimento que são contemplados os elementos específicos do trabalho para a implantação dos planos em nível operacional. Com as informações vindas dos projetos, da seqüência de construção e das situações sobre o canteiro de obra, pode-se especificar as equipes responsáveis pela produção, o prazo, o local e os recursos necessários para desenvolver os serviços (LAUFER et al., 1992).

2.2.3 Dimensões do Planejamento

LAUFER e TUCKER (1987) comentam que o planejamento e controle da produção podem ser representados por meio de duas dimensões básicas: a

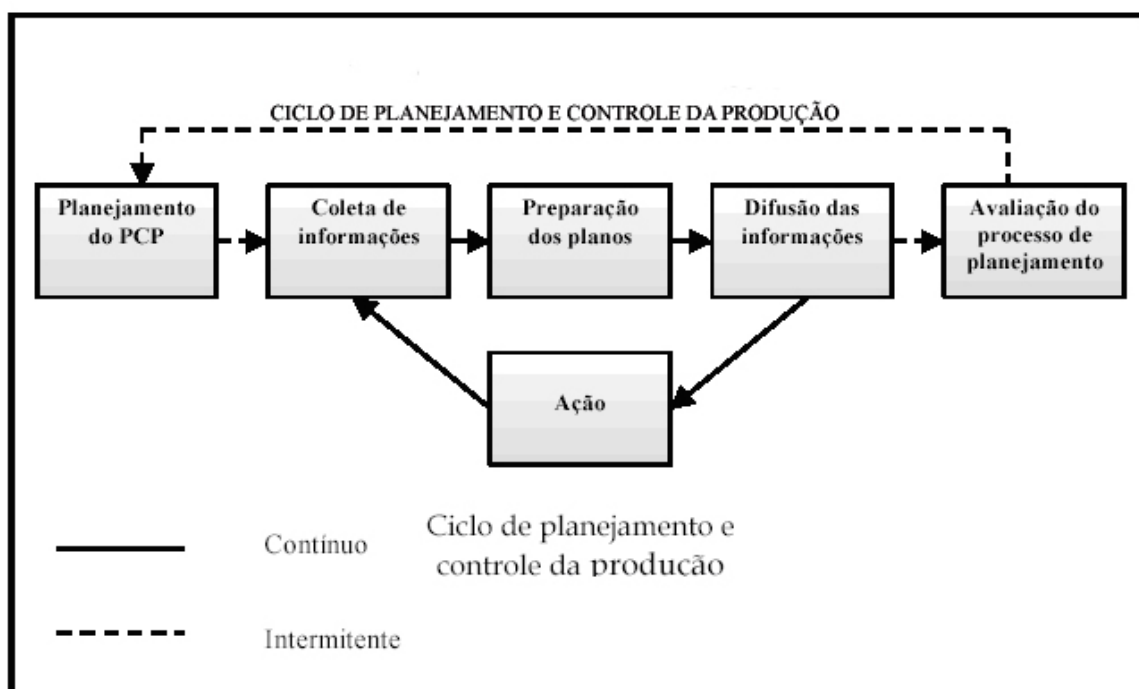
horizontal e a vertical. A primeira se refere às etapas pelas quais o processo de planejamento e controle é realizado. A segunda define como as etapas são vinculadas entre diferentes níveis gerenciais de uma organização.

2.2.3.1 Dimensão horizontal

Nesta dimensão, LAUFER e TUCKER (1987) demonstram que este processo de planejamento envolve cinco etapas (Figura 2.3):

1. Preparação do processo de planejamento;
2. Coleta de informações;
3. Preparação de planos;
4. Difusão da informação;
5. Avaliação do processo de planejamento.

FIGURA 2.3 – AS CINCO FASES DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO



FONTE: LAUFER E TUCKER (1987).

Os mesmos autores observam a existência de dois ciclos: um intermitente e o outro contínuo. A primeira e última etapas têm um caráter intermitente, enquanto as outras etapas formam um ciclo contínuo. O ciclo intermitente ocorre em períodos específicos na empresa construtora. Estes períodos são: antes do início da

construção, no término da mesma ou em alguma etapa importante durante a realização do empreendimento. Já o ciclo contínuo é realizado durante toda a execução do empreendimento e inclui a coleta de informações, a preparação de planos e a difusão da informação.

A etapa de preparação do processo de planejamento inclui decisões relacionadas com a frequência de atualização dos planos, horizonte, além de nível de detalhes do planejamento e grau de centralização do controle. Essas decisões estão relacionadas aos planos necessários no processo de planejamento, como eles são utilizados e como são detalhados, quais as técnicas mais apropriadas para sua construção, quando eles devem ser preparados, entre outras (HARRISON (1985) apud FORMOSO (1991)).

Horizonte de planejamento da produção, para CORREA et al. (2000), é o intervalo de tempo futuro em relação ao qual exista interesse em desenvolver um plano que tenha eficácia. Para estes autores, não existe apenas uma fórmula que possa ser utilizada para definir um horizonte de planejamento ideal, que sirva para todas as situações possíveis. Constata-se que o horizonte de planejamento depende do nível de incerteza que existe no ambiente no qual o sistema produtivo atua. Sendo assim, quanto maior for o nível de incerteza, menor será o horizonte de planejamento.

O horizonte de planejamento é definido como o intervalo de tempo compreendido entre a criação dos planos e a realização da ação inerente às metas fixadas naquele plano (LAUFER e TUCKER, 1988). Segundo estes autores, o planejamento deve começar em um momento à frente da ação, de modo a permitir a gestão adequada do processo de tomada de decisão.

Como citado anteriormente, assim como a preparação do processo de planejamento, a avaliação de tal processo – a última etapa - também tem um ciclo intermitente. Ela avalia todo o processo de planejamento. Deve ocorrer no término da construção ou durante a própria execução, caso ocorram mudanças significativas nas metas estabelecidas nos planos (LAUFER e TUCKER, 1987). É nesta etapa que ocorre a análise das decisões estabelecidas durante a preparação do processo de planejamento e controle da produção. A relação entre os custos orçados e os custos reais, acompanhados por relatórios de controle operacional pode ajudar nesta fase.

Mas deve-se ter a certeza de que as soluções propostas para correção dos desvios realmente sejam implementadas.

A segunda etapa – que é a de coleta de informações, como mencionada anteriormente – faz parte do ciclo contínuo. Nela são coletadas, processadas e avaliadas as diversas fontes de dados, com o objetivo de fornecer subsídios à tomada de decisão. Geralmente, estas informações incluem contratos, plantas, especificações técnicas, condições do canteiro, tecnologias construtivas, disponibilidade de recursos internos e externos, produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos, além de metas estabelecidas pelos vários níveis gerenciais. A partir do início da construção, o processo de reunião de informações continua, mas com ênfase nos recursos consumidos e metas alcançadas (LAUFER e TUCKER, 1987).

A terceira etapa é a que recebe a maior atenção dos responsáveis pelo planejamento. Trata-se da preparação dos planos e se baseia fundamentalmente na tomada de decisão. Algumas técnicas utilizadas são: as técnicas de rede CPM (*Critical Path Method*, ou Método do Caminho Crítico) que para alguns autores são indispensáveis para a preparação dos planos e programação do empreendimento (LEVITT et al., 1988).

Segundo LIMMER (1997), a técnica CPM foi desenvolvida pela empresa E.I. Dupont de Neymours com o objetivo de planejar suas obras por meio da técnica de redes, considerando para as atividades durações obtidas em projetos muito semelhantes executados por ela anteriormente. Mas na área de construção, trabalha-se com restrições de recursos, diferentemente do contexto que originou a técnica. Segundo BIRREL (1980) para utilização desta técnica são necessários especialistas na ferramenta para criar ou modificar o plano da obra. Sendo que na pesquisa de MENDES JR (1999) ficou constatado que qualquer modelo de sistema de planejamento deve representar principalmente o ambiente operacional do canteiro de obras, isto é, deve ser facilmente compreendido e utilizado pelo pessoal da obra.

Outra técnica que também é utilizada nesta etapa é a Linha de Balanceamento. Ela procura explicitar os ritmos de produção e os fluxos de trabalho, conferindo, assim, maior visibilidade ao processo produtivo.

Sejam quais forem as técnicas utilizadas, elas devem ser hierarquizadas por meio de níveis de planejamento, já que cada nível possui uma função específica

no processo, principalmente no que tange à disponibilização e alocação de recursos no canteiro (HOWELL e BALLARD, 1996).

Na quarta etapa do processo de planejamento – a difusão de informações, são levadas em conta as diferentes necessidades de informação e os formatos associados a cada nível gerencial. A informação deve ser preparada de acordo com as necessidades das pessoas que irão utilizá-las. O responsável por difundir a informação deve, com o auxílio dos usuários da mesma, identificar aquelas que são pertinentes em seus processos decisórios (LAUFER e TUCKER, 1987).

Os meios mais utilizados para transmitir as informações são: relatórios técnicos, diagramas, gráficos de barras e tabelas (LAUFER et al., 1994). Durante a fase de ação encontra-se a implementação dos planos, que devem ser executados tanto pela aquisição e disponibilização dos recursos, como pela designação e execução de trabalhos pelas equipes de produção (LAUFER e TUCKER, 1987).

2.2.3.2 Dimensão vertical

A dimensão vertical está relacionada com a idéia de hierarquia na elaboração e execução dos planos. Sendo assim, a tomada de decisão não envolve somente uma pessoa ou entidade, mas é avaliada por um conjunto de pessoas que trata dos problemas em diferentes níveis de especificidade, durante a construção do empreendimento (FORMOSO, 1991). O planejamento deve ser feito em todos os níveis gerenciais da organização e integrado de maneira a manter os mesmos sintonizados uns com os outros (GUINATO, 1996).

Segundo a dimensão vertical, o planejamento se divide em três níveis gerenciais: estratégico - longo prazo (diretores); tático - médio prazo (engenheiros de produção); e operacional e controle - curto prazo (mestre-de-obras e sub-empregados) (LAUFER e TUCKER, 1987).

As decisões estratégicas são bastante abrangentes e tratam de questões sobre a forma de se produzir o produto, a localização do sistema produtivo, o dimensionamento da capacidade produtiva e os momentos em que esta capacidade deve ser ampliada (CHASE, AQUILANO e JACOBS, 1998). Segundo ASSUMPÇÃO (1996), esses planos são gerados no início do ciclo do empreendimento e estão

ligados à concepção de alternativas que viabilizem a produção, servindo como diretrizes para os demais níveis de planejamento.

No planejamento tático é realizada a seleção dos recursos necessários para a obtenção dos resultados esperados. Para ASSUMPÇÃO (1996), as definições que devem ser tomadas neste planejamento são: datas de início e término das principais etapas do empreendimento; seqüência e trajetórias de execução; e aspectos relacionados ao fornecimento de materiais e mão-de-obra para realizar os serviços.

Quanto ao nível operacional, são selecionadas as ações que podem conduzir à execução dos planos. Neste planejamento, as decisões são tomadas em um curto espaço de tempo (LAUFER e TUCKER, 1987). Segundo BALLARD (2000), o nível operacional envolve a definição sobre o trabalho físico a ser realizado no dia seguinte. Eles são considerados únicos, porque conduzem ao trabalho direto em vez da produção de outros planos, como nos níveis estratégicos e táticos.

2.2.3.2.1 Planejamento de longo prazo

O planejamento destinado a um longo prazo de execução deve apresentar um baixo grau de detalhes, devido à incerteza existente no ambiente produtivo. LAUFER (1997) denomina este tipo de planejamento de “Estratégia de plano mestre” e comenta que ele deve ser utilizado para facilitar a identificação dos objetivos principais do empreendimento. O Plano Mestre tem por objetivo definir o escopo e as metas a serem alcançadas pelo empreendimento quanto a fatores como qualidade custo e tempo, refletindo as diretrizes da estratégia adotada pela empresa. (LAUFER e TUCKER, 1987).

Segundo TOMMELEIN e BALLARD (1997), este planejamento descreve todo o trabalho que deve ser executado por meio de metas gerais. De acordo com estes autores, ele se destina à alta gerência, de forma a mantê-la informada sobre as atividades que estão sendo realizadas na obra. Poucos construtores iniciam uma obra sem preparar este plano, mesmo que isto seja feito de maneira informal (OGLESBY et al. 1989).

No modelo de Planejamento e Controle da Produção (PCP) desenvolvido no Núcleo Orientado para Inovação da Edificação – Universidade Federal do Rio

Grande do Sul (NORIE/UFRS), as principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são (FORMOSO et al., 1999):

- a) coletar informações – as informações necessárias para o planejamento de longo prazo vêm principalmente da etapa de preparação do processo de planejamento. Se houver necessidade de atualizar este plano durante a execução do empreendimento, as informações devem ser coletadas dos planos de médio e curto prazos;
- b) preparar o plano mestre – pode-se utilizar várias técnicas para geração do plano mestre. O grau de detalhamento vai depender, principalmente, da incerteza envolvida no processo de produção;
- c) gerar fluxo de caixa – tendo-se o plano mestre elabora-se um fluxo de caixa mais detalhado do que o estimado no início do empreendimento.
- d) difundir o plano mestre – o plano mestre pode ser gerado em mais formatos, de modo que venha a suprir as necessidades de seus usuários.
- e) programar e difundir a programação de recursos classe 1 – recursos de classe 1 geralmente possuem um longo ciclo de aquisição e baixa repetitividade de ciclo. A difusão deve atender todos os setores da empresa envolvidos com recursos humanos e suprimentos.

2.2.3.2.2 Planejamento de médio prazo

Este é considerado como um segundo nível de planejamento tático, que busca vincular as metas fixadas no Plano Mestre com as designadas no curto prazo (FORMOSO et al., 1999). O planejamento de médio prazo também é denominado de *Lookahead Planning* e tende a ser móvel (BALLARD, 1997). Ele é essencial na melhoria de eficácia do plano de curto prazo e, conseqüentemente, ajuda na redução de custos e durações (BALLARD, 1997).

BALLARD (1997) destaca ainda outros propósitos relacionados a este nível de planejamento:

- a) Modelar o fluxo de trabalho, na melhor seqüência possível, de forma a facilitar o cumprimento dos objetivos do empreendimento;

- b) Facilitar a identificação da carga de trabalho e recursos necessários que atendam o fluxo de trabalho estabelecido;
- c) Ajustar os recursos disponíveis ao fluxo de trabalho;
- d) Possibilitar que trabalhos independentes possam ser agrupados, de forma que o método de trabalho seja planejado de maneira conjunta;
- e) Auxiliar na identificação de operações que podem ser executadas de maneira conjunta entre as diferentes equipes de produção;
- f) Identificar um estoque de pacotes de trabalho que poderão ser executados caso haja algum problema com os pacotes designados às equipes de produção.

Segundo CHOO et al. (1998), pacote de trabalho pode ser entendido como um conjunto de tarefas similares a serem realizadas em certo prazo, freqüentemente em uma área bem definida. Ele requer informações específicas para sua realização, proveniente de projetos, especificações e da conclusão de tarefas antecedentes.

Dentro do modelo de PCP desenvolvido no NORIE/UFRGS, as principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são as seguintes, comenta (BERNARDES, 2001):

- a) coletar informações – as informações para gerar o plano de médio prazo são geradas a partir do longo prazo ou retro-alimentadas do plano de curto prazo;
- b) realizar simulação em planta – podem-se realizar estudos da execução das tarefas, tanto no tempo como no espaço, fazendo simulações em planta, de modo a prever a interferência entre as equipes executoras;
- c) preparar e difundir o plano de médio prazo – geralmente este plano é gerado de um gráfico de GANTT, ou do desdobramento dos processos de produção constantes no plano de longo prazo, em planilhas preenchidas manualmente ou eletronicamente. A difusão deve atingir todos os envolvidos com compras e contratações de mão-de-obra, equipamentos e suprimentos;
- d) programar recursos classes 2 e 3 – recursos de classe 2 possuem um ciclo de aquisição inferior a 30 dias e uma freqüência de aquisição média, onde os lotes de compra são frações da quantidade total. Os recursos classe 3 possuem pequeno ciclo de aquisição e alta freqüência

de aquisição. Os lotes são pequenos em relação à quantidade total a ser utilizada no longo período de execução.

Segundo HOWELL e BALLARD (1997), é neste nível do planejamento que se procuram reduzir os impactos causados pelas variações dos fluxos de entrada, identificadas por falhas na entrega dos materiais, deficiências de fluxo de caixa ou mudanças de planos. Segundo estes autores, as empresas, antes de reconhecer que o planejamento é um processo eficaz na redução dos impactos, preferem priorizar a utilização de quantidades excessivas de recursos (como mão-de-obra, materiais, equipamentos e tempo), como forma de responder à ocorrência de incertezas.

Os estoques de recursos são comumente chamados de *buffers*. Eles são importantes apesar de necessariamente não garantirem a execução completa do trabalho. Na maioria das vezes estes *buffers* são custosos, de difícil dimensionamento e raramente constituem-se numa solução adequada (HOWELL e BALLARD, 1997).

Conforme BALLARD e HOWELL (1997), se forem substituídos os *buffers* por planos mais confiáveis ocorrerá a redução da variação dos fluxos de entrada. Mas esta substituição deve ser gradual, sob pena de aumentar ainda mais a variabilidade desses fluxos. Para isto, os autores citam que a substituição deve ter início com a melhoria do dimensionamento e o momento de utilização dos *buffers* entre as atividades.

É no planejamento de médio prazo que ocorrem as melhores condições de se fazer a avaliação do desempenho das operações. Neste estudo, faz-se um plano completo de como as pessoas, ferramentas, materiais, equipamentos e informações serão aplicadas no desenvolvimento da tarefa (HOWELL e BALLARD, 1997).

Para estes autores as discussões a esse respeito ajudam na implementação de novas técnicas, ferramentas e composição de equipes na execução de atividades. Devido a estas modificações, é possível notar reduções nos tempos de ciclo, uma melhor coordenação entre as equipes de trabalho, além de um maior envolvimento dos trabalhadores. Isto resulta em ganhos, tanto no prazo como nos custos.

Como mencionado anteriormente, este nível de planejamento é chamado de *Lookahed Planning*. Sua execução está fundamentada na análise do planejamento de longo prazo que tenha sido preparado. Dessa maneira, o responsável pela elaboração do planejamento identifica quais atividades devem ser incluídas no plano, assim como as que serão postergadas neste horizonte de planejamento (TOMMELEIN e BALLARD, 1997). Segundo estes autores, à medida que as tarefas são programadas no *lookahead*, é estabelecido um conjunto de ações para disponibilizar os recursos necessários à execução das mesmas. Para BALLARD (1997), não é necessário que todos os recursos já estejam disponibilizados no canteiro para que uma tarefa seja programada no *lookahead*. Mas a partir do momento em que as tarefas sejam programadas neste nível, deve-se recorrer às ações que permitam disponibilizar tais recursos, para não comprometer o fluxo dos trabalhos futuros (TOMMELEIN e BALLARD, 1997). Ações feitas neste sentido são denominadas de mecanismo *pull* e estão relacionadas à reprogramação das tarefas, conforme a necessidade e as condições de desenvolvimento do projeto (ALVES, 2000).

Para TOMMELEIN e BALLARD (1997), os recursos que ainda não foram disponibilizados devem ser identificados antes da data prevista para execução da atividade, a fim de evitar possíveis atrasos.

2.2.3.2.3 Planejamento de curto prazo

Em 1992, LAUFER et al. colocavam o planejamento de curto prazo como uma habilidade na organização em coletar informações, identificar e resolver problemas e implementar mudanças operacionais, indo muito além da simples interpretação de um projeto.

Segundo BALLAD e HOWELL (1997 b), é neste nível de planejamento que se tomam as últimas decisões a respeito do fluxo de trabalho, dos ajustes na seqüência das equipes em função do cumprimento de tarefas antecedentes e da disponibilidade de recursos, tanto de mão-de-obra, quanto de materiais e equipamentos. Estes autores consideram este planejamento fundamental para a implementação dos conceitos da Nova Filosofia de Produção, pois contribui com a técnica da produção protegida (*shielding production*).

Normalmente, o planejamento de curto prazo é realizado em ciclos semanais e se caracteriza pela atribuição de recursos físicos às atividades programadas no médio prazo, assim como fraciona as atividades propostas neste planejamento em lotes menores. Em obras muito rápidas, ou com muitas incertezas no processo de produção, o planejamento pode até vir a ser diário (FORMOSO et al., 1999).

As informações necessárias para elaborar o plano de curto prazo são provenientes dos planos de curto prazo anteriores e também dos planos de médio ou longo prazos. Sobre a divulgação, os planos e as correspondentes avaliações do processo de planejamento devem ser difundidos em toda a obra (FORMOSO et al., 1999).

Como já mencionado, segundo BALLARD e HOWELL (1997 b), este planejamento está intimamente relacionado à idéia de produção protegida. Ele se fundamenta na necessidade de estabelecer procedimentos que conduzam à elaboração de um conjunto de tarefas que sejam completamente executadas pelas equipes de produção. Para a realização desta abordagem existem três aspectos que devem ser mencionados: a escolha dos pacotes de trabalho, a capacidade da carga de trabalho e os procedimentos para avaliação de desempenho do processo.

Para se elaborar pacotes de trabalho cuja execução seja viável, entre as tarefas a serem executadas, devem ser escolhidas aquelas que possuem as melhores condições para execução, isto é, que apresentem possibilidades reais de serem executadas (KARTAM et al., 1995). A seguir, estão relacionados alguns requisitos que devem ser observados para a seleção dos pacotes de trabalho para os planos de curto prazo (BALLARD e HOWELL, 1997 b):

- a) Definição: Os pacotes de trabalho devem estar claramente especificados, de forma a se tornar possível a identificação da quantidade do trabalho, da equipe de produção, dos materiais e equipamentos a serem utilizados. Assim, é possível coordenar as equipes e identificar o término do trabalho ao final da semana;
- b) Seqüenciamento: A seqüência deve ser coerente com a programação da obra, podendo-se realizar pequenos ajustes no seqüenciamento das tarefas. Para tanto, leva-se em consideração questões de

construtividade e dependência entre equipes de produção, a fim de serem evitadas possíveis interferências;

- c) Tamanho: As tarefas devem ser dimensionadas para a capacidade de produção de cada equipe ou sub-equipe, e devem ser realizadas dentro do período planejado. O estabelecimento de metas para cada período de planejamento deve ser discutido por meio de um consenso entre o engenheiro, o mestre-de-obras e os sub-empreiteiros, para se respeitar os prazos e a disponibilidade de recursos;
- d) Confiabilidade: Verifica-se a disponibilidade dos requisitos necessários à execução do trabalho. Caso algum destes requisitos não seja atendido, o pacote de trabalho não deve ser liberado para a execução, sob pena de a produção ser interrompida ou apresentar baixa produtividade (CHOO et al., 1998). Esses requisitos são listados a seguir:
 - contratos: deve-se verificar se o pacote consta no contrato, se o cliente aprovou o trabalho, ou se todas as informações para execução estão confirmadas;
 - projeto: deve-se verificar se os métodos e procedimentos de execução foram definidos e se todos os projetos foram recebidos;
 - materiais: deve-se verificar se todos os materiais foram comprados e entregues na obra;
 - mão-de-obra e equipamentos: deve-se verificar se os trabalhadores e equipamentos necessários estarão disponíveis durante todo o período de execução;
 - pré-requisitos e condições do canteiro: deve-se verificar se todos os pré-requisitos foram concluídos, se há espaço disponível para armazenar os materiais, se os locais de trabalho são acessíveis e se a área de trabalho está liberada.
- e) Aprendizagem: Observa-se, com este critério a identificação e análise das causas e razões que impossibilitaram o término do trabalho dentro do prazo e das especificações estabelecidas. Não existe a intenção de

identificar culpados, mas de aprender com as falhas, para evitar a recorrência das mesmas e, conseqüentemente , a redução da variabilidade.

Para FORMOSO et al. (1999), dentro do modelo de PCP proposto no NORIE/UFRGS, as principais atividades envolvidas neste nível de planejamento são:

- a) coletar informações – as informações provêm do plano de curto prazo do período anterior e do plano de médio prazo;
- b) preparar e difundir o plano de curto prazo – neste plano aparecem as designações dos pacotes de trabalho para as equipes responsáveis pela execução. Portanto, esses pacotes devem ser difundidos entre os responsáveis pelas equipes;
- c) coletar indicadores – coletar indicadores de PPC e as causas responsáveis pelo não cumprimento dos planos;
- d) difundir programação – difundir a programação para o setor de suprimentos, para que o mesmo verifique as condições de seus estoques e possa repor suprimentos no prazo previsto.

Com relação à medição e avaliação do desempenho, BALLARD e HOWELL (1997 b) destacam a utilização do indicador de percentual do planejamento concluído (PPC), que avalia a eficácia dos planos produzidos.

Por meio desse indicador, ao final de cada período do planejamento é calculada a relação entre o número de tarefas planejadas que foram completamente executadas e o número total de tarefas planejadas para o mesmo período. Pelo indicador e pelo registro do motivo das falhas pode-se descobrir se as mesmas estão associadas à má qualidade dos planos ou se ocorreram por fatores externos ao planejamento como, por exemplo, a ocorrência de chuvas (BALLARD e HOWELL, 1997 a, 1997 b).

Cabe salientar que a elaboração de planos segundo os conceitos da produção protegida, assim como a utilização dos critérios para seleção dos pacotes de trabalho e esta análise de PPC, fazem parte do Sistema *Last Planner* de Controle da Produção (BALLARD, 2000).

3 SISTEMA LAST PLANNER

Este item detalha o sistema *Last Planner*, baseando-se, principalmente, na dissertação de BALLARD (2000). Relata a história desse sistema, seu processo executivo, suas atualizações e utilização no Brasil, além de descrever as ferramentas computacionais utilizadas para a implantação do método.

3.1 INTRODUÇÃO

Quando os ambientes são dinâmicos e o sistema de produção é incerto e variável, não é possível executar um planejamento detalhado confiável com muita antecedência. Conseqüentemente, decidir qual e quanto trabalho deverá ser feito por uma equipe é apenas uma questão de seguir o cronograma mestre estabelecido no início do projeto. Como tais decisões são tomadas e como podem ser aprimoradas? Estas perguntas foram as impulsionadoras da pesquisa inicial na área do planejamento e controle ao nível da unidade de produção, sob o título “Sistema *Last Planner*” (BALLARD, 2000).

Desde 1992, o Sistema *Last Planner* vem sendo implantado em vários países. A primeira menção publicada sobre o sistema foi feita durante um trabalho apresentado na conferência de inauguração do *International Group for Lean Construction* (IGLC) (BALLARD, 1993). A primeira publicação dedicada especificamente ao *Last Planner* foi lançada em 1994 (BALLARD, 1994). Mas foi somente depois da publicação do artigo “*Shielding Production*”, em 1997 (BALLARD e HOWELL, 1997 b), que o ritmo de utilização do sistema cresceu rapidamente. Até onde se sabe, o *Last Planner* foi implantado nos Estados Unidos, no Reino Unido, Dinamarca, Finlândia, Indonésia, Austrália, Brasil, Chile, Equador e Peru.

3.2 ESTRUTURA HIERÁRQUICA

Segundo BALLARD (2000) uma construção exige planejamento e controle. Essas duas funções são realizadas por diversas pessoas em diversos lugares dentro da organização e em tempos diferentes durante a vida do projeto. O planejamento macro, feito no alto escalão, tende a focar os objetivos globais e as restrições que

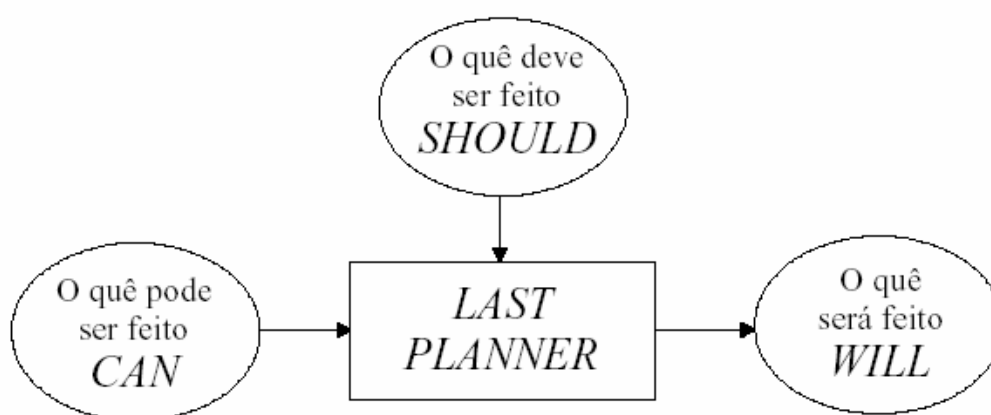
regem o empreendimento. Também muito importante é o planejamento físico diário, que mostra a visão discriminada da obra, definindo quais tarefas serão executadas no dia seguinte ao do levantamento. As pessoas ou grupo de pessoas que produzem este planejamento diário receberam a denominação de último planejador (*Last Planner*) (BALLARD e HOWELL, 1994).

3.3 PROCESSO DE PLANEJAMENTO DAS TAREFAS

Ao planejamento do trabalho físico que será realizado no futuro próximo (semana seguinte) dá-se o nome de atribuição de tarefas (*assignment*). Este termo enfatiza a comunicação das exigências do último planejador (*Last Planner*) para com a equipe de produção. Sendo assim, os produtos do planejamento ao nível da unidade de produção são também compromissos assumidos com toda a organização (BALLARD, 2000).

O último planejador (*Last Planner*) define o que **será** feito. Dessa maneira, o resultado de um processo deve procurar adequar o que **será** feito com o que **deve ser** feito, verificando as restrições do que **pode ser** feito. A Figura 3.1 apresenta simplificada a estrutura do processo do *Last Planner* (BALLARD e HOWELL, 1997 b).

FIGURA 3.1 PROCESSO DE PLANEJAMENTO LAST PLANNER



FONTE: Adaptado de BALLARD (2000).

Infelizmente, o desempenho do sistema *Last Planner* muitas vezes é avaliado como se não fosse possível haver diferença entre o que **deve ser** feito e o

que **pode ser** feito. Surgindo então perguntas tais como: "O que faremos na semana que vem?", com respostas variadas, tais como: "O que estiver no cronograma" ou "Aquilo que estiver causando mais pressão". Os supervisores consideram de sua responsabilidade manter a pressão sobre os seus subordinados para que produzam, a despeito dos obstáculos. É aceitável ser necessário superar os obstáculos, mas não é desculpa para criá-los e nem deixá-los onde estão. Quando começam a existir obstáculos na execução do serviço, como a entrega irregular de recursos, ou serviços pré-requisitados que não ficam prontos, a consequência é a invalidação entre o que deve ser feito e o que será feito. Como resultado, acontece o abandono do planejamento (BALLARD, 2000).

Conforme BALLARD, 2000, o sistema de controle de produção do *Last Planner*, na realidade é uma filosofia, com regras e procedimentos. Existem ferramentas que podem facilitar a implementação desses procedimentos. Eles devem ser colocados em prática observando-se dois componentes: O controle das unidades de produção e o controle do fluxo de trabalho. O primeiro está encarregado de designar progressivamente melhores tarefas para nortear os trabalhadores, por meio do aprendizado contínuo e de ações corretivas. Ao segundo, cabe a função de controlar o fluxo de trabalho, por meio das unidades de produção, na melhor seqüência exeqüível e ritmo desejado.

As figuras 3.2 e 3.3 mostram exemplos de planilhas utilizadas para o planejamento de curto prazo por empresas.

FIGURA 3.2 - MODELO DE PLANO SEMANAL

PLANEJAMENTO PARA 1 SEMANA								
PROJETO: PILOTO				MESTRE : LUCAS				
				DATA : 17/10/2005				
ATIVIDADES	SEG.	TER.	QUA.	QUI.	SEX.	SAB.	PPC	RAZÕES
Pilar+Laje da Cobertura - Armação Bloco 1 e 4				xxxxx Barbosa	xxxxx		0%	Mudança de Programação
Pilar+Laje da Cobertura - Concreto Bloco 4						xxxxx Élcio	0%	Atraso do Serviço Anterior
Inst Gás - Distribuição Bloco 2; 3; 6 e 5	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	100%	
Contrapiso Térreo + Imper de VB Bloco 9 e 10		xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	20%	Problemas com a chuva

FONTE: Adaptado de BALLARD (2000).

FIGURA 3.3 – MODELO DE PLANO SEMANAL UTILIZADO EM UMA EMPRESA BRASILEIRA

EMPRESA A										Elaborado em: Elaborado por:		Nº
										Alterado em: Alterado por:		Revisão Nº
Obra:		Mestre:		Engenheiro Residente:				Semana de:				
Nº	Descrição da Tarefa		S	T	Q	Q	S	S	Equipe	Subemp	Comentários/Falhas	
		P										
		E										
		P										
		E										
		P										
		E										
		P										
		E										

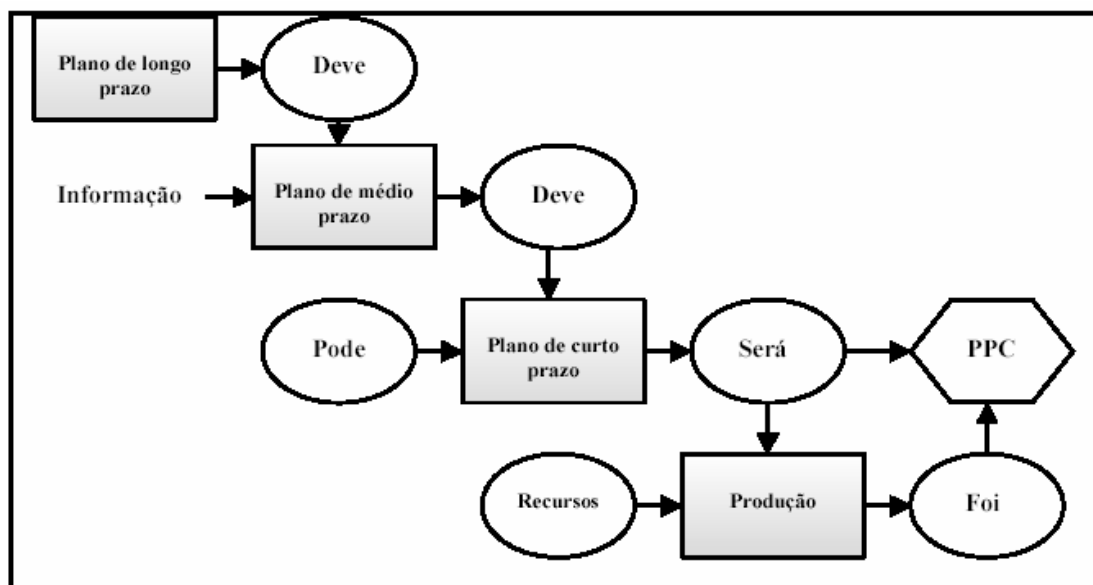
Observação:

- Havendo o cumprimento de todos os requisitos especificados na tarefa, deve-se então assinalar na coluna de comentários o símbolo OK.
- No caso do não cumprimento da tarefa, deve-se especificar a falha.

FONTE: OLIVEIRA (1999).

O *Last Planner* acrescenta um componente de controle de produção ao sistema tradicional de gestão de projeto. Conforme é visto na Figura 3.4 o LPS® pode ser compreendido como um mecanismo de transformação daquilo que DEVERÁ SER FEITO, para o que PODE ser feito. Assim, cria-se um estoque de trabalho disponível, de onde o planejamento semanal pode ser criado.

FIGURA 3.4 - NÍVEIS HIERÁRQUICOS DO PLANEJAMENTO



FONTE: ADAPTADO DE BALLARD (2000).

Além das tarefas do planejamento de trabalho semanal, há o compromisso assumido dos planejadores (*Last Planners*: mestre-de-obra, encarregados, etc.) com aquilo que realmente FARÃO.

3.3.1 Controle das Unidades de Produção

Conforme BALLARD (2000), a chave do desempenho de um sistema de planejamento no nível de unidades de Produção é sua qualidade de produção, isto é, a qualidade dos planos produzidos pelo *sistema*. A qualidade do planejamento pode ser verificada por quatro características básicas, que são claramente identificadas pelos executores:

- a) A tarefa está bem definida;
- b) A seqüência correta de trabalho está definida;
- c) A quantidade correta de trabalho está definida;
- d) O trabalho definido é factível.

Estar bem definida significa que existem descrições suficientemente claras de como executar a tarefa, desde o início até a sua conclusão. **Seqüência correta** é aquela que é consistente com a lógica interna do trabalho, compromissos de projetos e metas, além de estratégias de execução. **A quantidade correta** é aquela quantia que o planejador julga que suas unidades de produção sejam capazes de completar, depois de revisto o orçamento e o trabalho específico a ser feito. E **trabalho factível** significa que todos os pré-requisitos e recursos para executá-lo estão disponíveis.

O desempenho de um sistema de planejamento é mais fácil de ser medido com os resultados da execução do plano. O Percentual do Planejamento Concluído (PPC) é o número de atividades planejadas completadas, dividido pelo número total de atividades planejadas, expressado em porcentagem. Com ele é possível analisar até que ponto o compromisso do supervisor foi cumprido com relação ao “que será feito”. Com a análise das não conformidades (razões para o insucesso do planejamento) pode-se, então, descobrir as raízes das causas desse insucesso podendo-se, desta maneira, melhorar o desempenho futuro. Então, a análise do PPC pode se tornar um poderoso ponto para iniciativas de inovações.

O primeiro passo é identificar as razões do por quê o planejado não era acabado. Esta análise é feita por supervisores, mestres-de-obra ou operários. Entre as razões, é possível encontrar os seguintes motivos, como citado em (BALLARD, 2000):

- a) Diretrizes defeituosas providas do *Last Planner*, isto é o sistema de informação indicou incorretamente que algum recurso estava disponível ou que alguma tarefa prévia estava completa;
- b) Fracassos na escolha das tarefas. Exemplo: muito trabalho foi planejado;
- c) Fracassos na coordenação de recursos. Exemplo: Necessidade de utilização de um equipamento ao mesmo tempo em dois locais diferentes.
- d) Mudanças de prioridade, isto é os trabalhadores precisaram trabalhar em outra tarefa mais urgente ou necessária.
- e) Erros de projeto descoberto na hora de tentar executar uma atividade planejada.

Tais motivos fornecem os dados iniciais necessários para analisar a melhoria do PPC e, conseqüentemente, otimizar o desempenho do projeto.

3.3.2 Controle do Fluxo de Trabalho

Com o controle do fluxo de trabalho é possível fazer com que o trabalho se desloque entre as unidades de produção, na seqüência e ritmo desejados. O Controle da Unidade de Produção coordena a execução do trabalho dentro das unidades de produção, tais como as equipes de construção e as equipes de projetos. O Controle do Fluxo de Trabalho coordena o fluxo do projeto, fornecimento e instalação, por meio das unidades de produção.

Com a idéia de viabilizar o controle do fluxo de trabalho, BALLARD (2000) sustenta a necessidade de utilização dos programas. Segundo o autor, as programações com *lookahead* atualmente são práticas comuns na indústria seriada, mas só têm como função destacar o que deve ser feito no próximo momento. Ao contrário da indústria seriada, a utilização do processo *lookahead* no sistema de planejamento *Last Planner* desempenha múltiplas funções, tais como:

- a) Formatação da seqüência e do ritmo do fluxo de trabalho;
- b) Harmonização entre fluxo de trabalho e capacidade de produção;
- c) Decomposição das atividades do programa-mestre em pacotes de trabalho e operações;
- d) Desenvolvimento de métodos detalhados para execução do trabalho;
- e) Manutenção de estoques de serviços disponíveis para execução;
- f) Atualização e revisão dos programas dos níveis mais elevados de planejamento quando necessários.

Estas funções são realizadas por vários processos, incluindo a definição das atividades, a análise de restrições, a programação puxada e a harmonização entre carga de trabalho e capacidade de produção.

3.4 O PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO - *LOOKAHEAD*

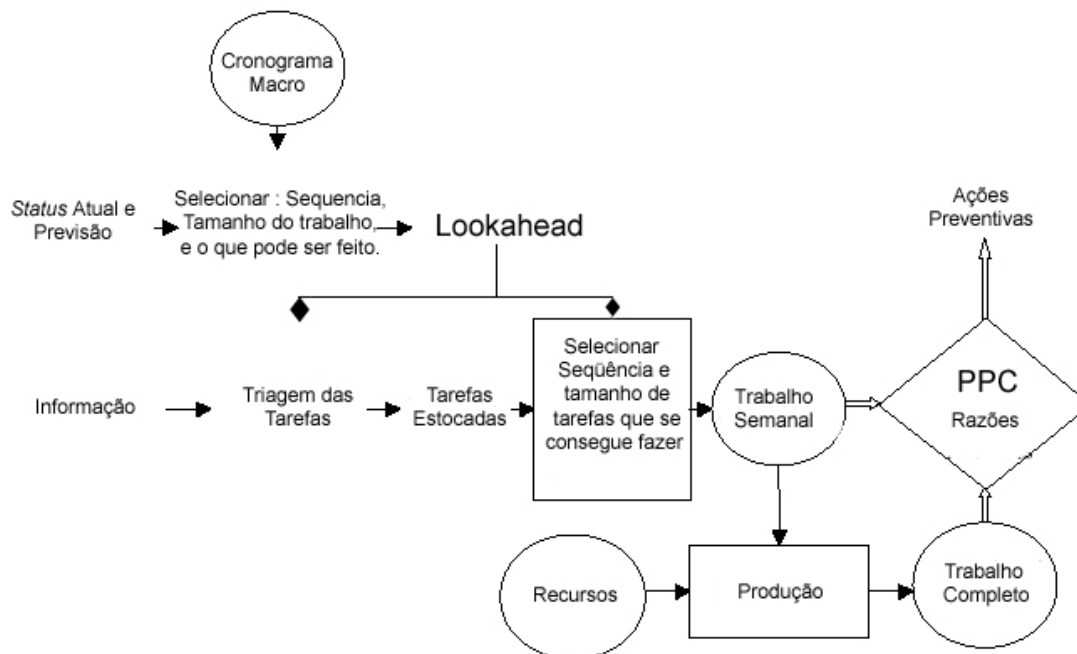
O processo de planejamento *lookahead* é uma programação das tarefas potenciais a serem executadas nas próximas 3 a 12 semanas. O número de semanas que este planejamento vai atingir é decidido com base nas características do projeto, na confiabilidade no sistema de planejamento, e no tempo de demora para a aquisição de informações, materiais, mão de obra e equipamentos (BALLARD, 2000).

O cronograma de médio prazo não é algo que foi simplesmente pinçado do cronograma-mestre. Em verdade, é muitas vezes um fator positivo para que uma equipe que vai executar algum trabalho em uma próxima etapa do projeto produza coletivamente um cronograma de fase³. Este cronograma pode coordenar as ações que vão além da janela de antecipação (o período que se opta por antecipar). Este tipo de planejamento não é fácil de determinar baseando-se somente no cronograma-mestre da obra. Por isto, é muito vantajoso ter uma equipe fazendo o trabalho de projetar o cronograma de fases para a próxima fase do projeto. Esse cronograma servirá para planejar as ações futuras nas janelas do *lookahead*.

³ Para maiores detalhes sobre o cronograma de fases ou *Phase Schedule* ver item 3.6.2

A Figura 3.5 a seguir mostra a seqüência das atividades desde o cronograma macro, passando pelo *Lookahead* e o Sistema *Last Planner*.

FIGURA 3.5 - LAST PLANNER SYSTEM COM O PROCESSO LOOKAHEAD

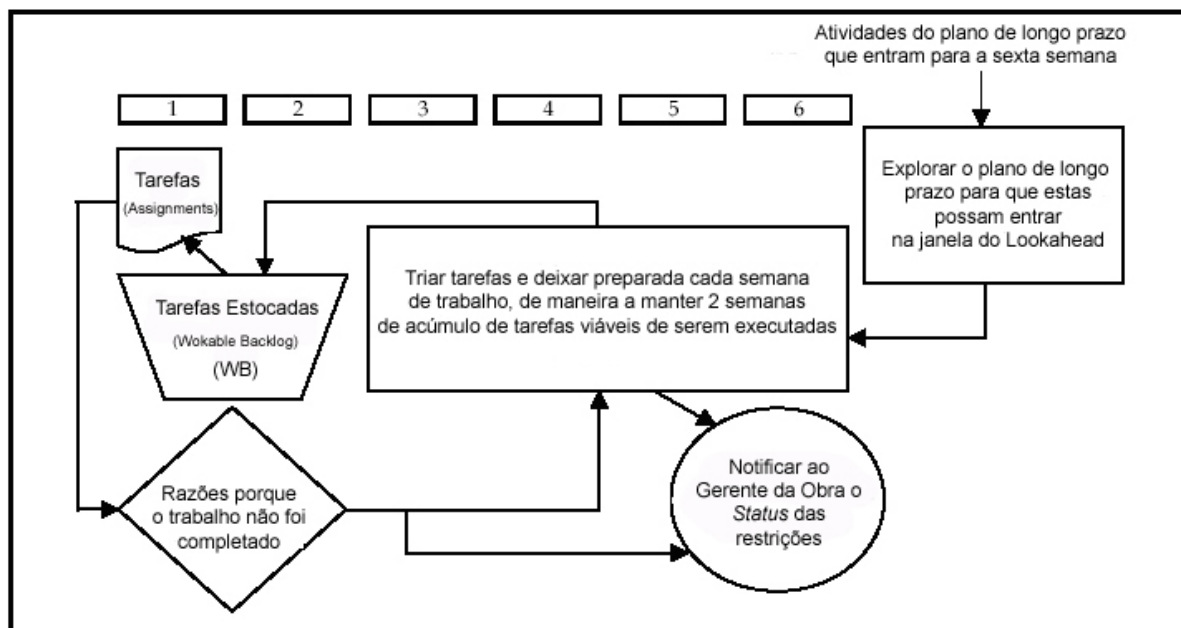


FONTE: Adaptado de BALLARD (2000).

Antes de entrar na janela do *lookahead*, o cronograma-mestre ou o de fases é decomposto em tarefas mais detalhadas próprias para utilização no planejamento semanal, no qual entram múltiplas tarefas para cada atividade.

Cada tarefa é analisada a fim de determinar quais as necessidades a serem atingidas para sua execução. A regra do *lookahead* diz que só devem ser programadas para a próxima semana de execução da obra atividades que realmente estejam preparadas para a execução (Tarefas em Potencial). Se o planejador não estiver certo disto, a tarefa pode ser mantida no *lookahead* por mais tempo. A Figura 3.6 resume o processo do *lookahead*, mostrando o trabalho fluindo através do tempo, da direita para a esquerda.

FIGURA 3.6 – ESQUEMA DO LOOKAHEAD PLANNING



FONTE: Adaptado de BALLARD (2000).

As tarefas em potencial entram na janela do *lookahead* na 6ª semana. Desta forma elas vão se movendo semana após semana, até que seja permitido a mesma entrar na seção de tarefas estocadas (*WB*), viáveis de serem executadas (ver Figura 3.6), indicando que todas as suas necessidades já foram resolvidas e estão na seqüência correta de execução. Se o planejador descobrir que há uma restrição (talvez uma mudança no projeto ou a aquisição de relatório topográfico) que não possa ser removida a tempo, a tarefa não será autorizada a seguir em frente. O objetivo é manter um registro de trabalho robusto, pronto para ser executado, com a certeza de que tudo que consta das tarefas estocadas continua sendo realmente exeqüível. Planos de trabalho semanais são, então, criados a partir destas tarefas estocadas. Assim melhora a produtividade daqueles que recebem as tarefas e aumenta a confiabilidade do fluxo de trabalho para a próxima unidade de produção.

Na Figura 3.7 pode-se ver o exemplo de um plano de médio prazo de um empreendimento de construção adaptado de BALLARD, 2000 e utilizado por uma das empresas de estudo de caso.

**FIGURA 3.7 - EXEMPLO DE PLANO DE MÉDIO PRAZO
Lookahead**

Atividade	17/mai					24/mai					31/mai					7/jun					14/jun					Necessidades			
	S	T	Q	Q	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T	Q	Q	S	S	S	T		Q	Q	S
Equipe 6																													
Armadura de Pilares - 1° p/ 2° Pav	x	x																											Concretagem Laje anterior
Armadura de Vigas e Lajes 2° Pav			x	x	x																								Concretagem Laje anterior
Armadura de Pilares - 2° p/ 3° Pav						x	x																						Concretagem Laje anterior
Armadura de Vigas e Lajes 3° Pav							x	x	x																				Concretagem Laje anterior
Armadura de Pilares - 3° p/ 4° Pav										x	x																		Concretagem Laje anterior
Armadura de Vigas e Lajes 4° Pav											x	x	x	x															Concretagem Laje anterior
Armadura de Pilares - 4° p/ 5° Pav																x	x												Concretagem Laje anterior
Armadura de Vigas e Lajes 5° Pav															x	x	x												Concretagem Laje anterior
Armadura de Pilares - 5° p/ 6° Pav																		x	x										Concretagem Laje anterior
Armadura de Vigas e Lajes 6° Pav																			x	x	x								Concretagem Laje anterior
Equipe 1																													
Forma dos Pilares - 1° p/ 2° Pav	x	x	x																										Desforma dos Pav Inferiores
Desforma dos Pilares - 1° Pav p/ 2° Pav			x	x	x																								
Forma dos Pilares - 2° p/ 3° Pav						x	x	x																					Desforma dos Pav Inferiores
Desforma dos Pilares - Garagem p/ 1° Pav							x	x	x																				
Forma dos Pilares - 3° p/ 4° Pav										x	x	x																	Desforma dos Pav Inferiores
Desforma dos Pilares - Garagem p/ 1° Pav											x	x	x																
Forma dos Pilares - 4° p/ 5° Pav															x	x	x												Desforma dos Pav Inferiores
Desforma dos Pilares - Garagem p/ 1° Pav																x	x	x											
Forma dos Pilares - 5° p/ 6° Pav																		x	x	x									Desforma dos Pav Inferiores

FONTE: Adaptado de BALLARD (2000) e utilizado pela empresa A.

Segundo CODINHOTO et al. (2003), a identificação e remoção das restrições no tempo adequado são excelentes maneiras de proteger a produção de incertezas no processo de médio prazo.

3.4.1 Análise das Restrições

Uma vez identificadas as tarefas, estas são submetidas a análise de restrições. Diferentes tipos de tarefas têm diferentes tipos de restrições. Como exemplo, o contrato, projetos, aprovações, materiais, trabalho de pré-requisito, espaço, equipamento e mão-de-obra, além de outros tipos de restrições dos quais podem fazer parte as licenças, inspeções e aprovações. A análise de restrições demanda fornecedores de materiais e serviços que gerem ativamente a sua produção e entrega, avisando antecipadamente ao gerente da obra sobre problemas, de preferência a tempo de contorná-los (BALLARD, 2000).

Em CODINHOTO et al. (2003), vê-se um estudo de caso no qual a empresa realizava reuniões de médio prazo, onde o gerente de planejamento elaborava os planos em conjunto com os demais participantes. Os planos, então,

eram passados para uma planilha eletrônica contendo as tarefas, os prazos para execução, os responsáveis e as restrições relacionadas aos planos. À parte era realizada uma lista com as restrições, os responsáveis e as datas limites para sua remoção, conforme se vê na Figura 3.8.

FIGURA 3.8 - PLANILHA ELETRÔNICA DE LISTA DE RESTRIÇÕES

LISTA DE RESTRIÇÕES		Obra:		Data Limite para a Remoção das Restrições			
		Engenheiro:		Semanas			
N.	Descrição da Restrição	Responsável	Data	15/07 a 21/07 S 18	22/07 a 28/07 S 19	29/07 a 04/08 S 20	05/08 a 11/08 S 21
1							
2							
3							
4							
5							
6							

FONTE: Adaptada de CODINHOTO ET AL. (2003).

Depois de algumas análises, os autores propuseram duas fórmulas para calcular os Índices de Remoção de Restrições (IRR), que chamaram de IRR_{S1} (1) e IRR_T (2). O índice (1) é obtido pela razão entre o número de restrições removidas na primeira semana, pelo número de restrições planejadas para o mesmo período. Já o (2) é obtido pela razão entre o número de restrições removidas ao final do ciclo de planejamento de médio prazo e o número de restrições planejadas para o mesmo período, conforme demonstrado a seguir:

$$IRR_{S1} = \frac{R_{RS1}}{R_{S1}} \quad (1) \qquad IRR_T = \frac{R_R}{R_T} \quad (2)$$

Onde:

IRR_{S1} : Índice de remoção de restrições da semana 1;

R_{RS1} : Número de restrições da primeira semana que foram removidas;

R_{S1} : Número de restrições planejadas para a primeira semana;

I_{RRT} : Índice de remoção total;

R_R : Número de restrições removidas ao final de um ciclo de planejamento;

R_T : Número de restrições planejadas para o ciclo de planejamento.

3.4.2 Programação Puxada (*Pulling*)

Programação puxada (*pulling*) é o método pelo qual se introduz material ou informação ao processo de produção. O método alternativo é o *pushing* (empurrando), onde os dados vão para dentro do processo, com base na data de entrega-alvo ou datas de término. Tradicionalmente, os cronogramas de construção têm sido mecanismos de *push*, buscando fazer interseções no futuro de ações interdependentes.

Em contrapartida, o *pulling* permite que tanto materiais quanto informações entrem no processo de produção, somente se este for capaz de executar o trabalho. No sistema *Last Planner*, a adequação das tarefas aos critérios da qualidade é feita de forma a verificar a capacidade de execução. Ademais, disponibilizar as tarefas no processo do *lookahead* é explicitamente uma aplicação das técnicas do *pulling*. Conseqüentemente, o *Last Planner* é um tipo de sistema de *pulling*.

Segundo BALLARD (2000) determinadas atividades há muito deixaram de ser *pushing* para ser *pulling*. Por exemplo: o concreto não pode ser solicitado com muita antecedência. Felizmente, o prazo para entrega do concreto é curto, por isso normalmente é possível esperar até que se saiba quando será necessário fazer o pedido. Geralmente é necessário que haja uma janela de confiabilidade maior do que o prazo do fornecedor, para que o *pulling* seja mais eficaz. De outro modo, pode ser que os itens que são *pulling* não estejam de acordo com o trabalho onde serão usados. Atualmente na indústria da construção, o prazo de entrega dos fornecedores é, na maioria das vezes, maior do que a previsão exata em relação ao término do trabalho. Para o autor talvez seja esta a explicação do pouco uso de mecanismos de *pulling*.

3.5 UM BREVE HISTÓRICO

No início dos estudos percebeu-se que somente a metade das tarefas designadas às equipes de construção, no início da semana, era completada conforme o planejado. A partir desta percepção, experimentos foram feitos para testar a hipótese de que as falhas eram, em grande parte, atribuídas à falta de regras de seleção de trabalho adequadas (que também podem ser chamadas de

regras de liberação de trabalho). Critérios de qualidade foram propostos para as tarefas, no que se refere à sua definição, seqüência, robustez e tamanho. A percentagem das tarefas completadas também foi rastreada (PPC: Percentual do planejamento concluído) e a justificativa por não terem sido completadas foi identificada, o que levou à exigência de que o aprendizado fosse incorporado ao processo de controle (BALLARD, 2000).

Como resultado da aplicação desses critérios, a confiabilidade do planejamento aumentou (a percentagem de tarefas completadas) e, com ela, a produtividade da equipe também aumentou (BALLARD e HOWELL, 1997 b).

Foi, então, criado um conjunto de regras para seleção de trabalhos, assim como critérios de qualidade para as tarefas foram discutidos. Estes estudos foram chamados de “proteger a produção da incerteza e das variáveis da produção” (BALLARD e HOWELL 1994). Esta proteção assegura, em grande parte, que a capacidade produtiva não seja desperdiçada com a espera ou busca de materiais e afins. Contudo, por causa da sua natureza de curto prazo, a proteção não consegue evitar que haja um subcarregamento de recursos quando o fluxo do trabalho está fora de seqüência ou em quantidade insuficiente. Ademais, as razões pelas quais as tarefas planejadas deixam de ser completadas, na maioria das vezes, se devem aos problemas relacionados com material (BALLARD, 2000).

Conseqüentemente, um segundo elemento do Sistema *Last Planner* foi criado à montante do planejamento de trabalho semanal. Ele serve para controlar o fluxo de trabalho e disponibilizar as tarefas, ao adquirir pró-ativamente os materiais e informações de projeto necessário, e ao agilizar e monitorar a finalização das tarefas predecessoras (BALLARD, 1997).

A ferramenta para o controle do fluxo de trabalho foi o *lookahead*. A indústria da construção comumente usa o *lookahead* para focar a atenção dos supervisores no trabalho que deverá ser feito num futuro próximo, como já foi dito anteriormente. Experimentos com o controle do fluxo de trabalho foram feitos usando o *lookahead* de modo bastante diferente do que aquele utilizado tradicionalmente. Um conjunto de regras foi proposto para permitir que as atividades programadas permanecessem ou fossem incluídas em três níveis hierárquicos principais do sistema de programação, conforme lembrado em (BALLARD, 2000).

-1ª. Regra: Permite que as atividades programadas permaneçam no cronograma-mestre, a não ser que haja conhecimento confirmado de que a atividade a ser executada não poderá acontecer conforme foi programada.

.-2ª. Regra: Permite que as atividades programadas permaneçam na janela do lookahead (ver Figura 3.6) somente se o planejador tiver certeza de que ela será disponibilizada para a sua execução conforme o cronograma.

.-3ª. Regra: Permite que as atividades programadas sejam liberadas para seleção dentro do planejamento de trabalho semanal, somente se as restrições foram retiradas, ou seja, se a atividade estiver de fato, disponibilizada.

Além disso, um conjunto de objetivos foi sugerido para o *lookahead*:

- a) Organizar a seqüência e taxa do fluxo de trabalho;
- b) Fazer a correspondência de fluxo de trabalho com capacidade;
- c) Desmembrar as atividades do cronograma-mestre em pacotes e operações;
- d) Desenvolver métodos detalhados para executar o trabalho;
- e) Manter um registro do trabalho disponibilizado.

As janelas do lookahead são estruturadas de tal forma que a 1ª semana seja a semana seguinte à semana do planejamento de trabalho semanal. A 2ª semana será a semana seguinte à esta 1ª semana do lookahead e assim por diante. Os primeiros dados indicavam que os planos próximos à execução programada, como a 2ª semana, continham a metade das tarefas que mais tarde constariam do planejamento de trabalho semanal para aquela semana. A percentagem da 3ª. semana foi só de 40% (BALLARD, 1997).

3.6 ATUALIZANDO O *LAST PLANNER*

Em 2003, BALLARD e HOWELL resolveram rever o que haviam dito sobre o método e discorrer sobre o mesmo indicando melhorias e recomendações da teoria e da prática. Segundo os autores, quando foi criado, o *Last Planner* seria um componente que faltava nas ferramentas de gestão tradicionais de projetos. Realmente, esta percepção foi comprovada. Contudo, também se pressupôs que ao ser fornecido o componente que faltava, iria evitar-se um desempenho sofrível do

projeto, característica comum da abordagem tradicional. Em outras palavras, entende-se o problema em termos de uma peça que faltava. Ao mesmo tempo deixa-se de entender que o controle de produção estava faltando, porque não havia lugar para ele na forma tradicional de se encarar a gestão de projeto. Conseqüentemente, estes autores não encontraram uma articulação sólida nas práticas atuais, onde se pudessem colocar as fundações do *Last Planner*. Assim, foi necessário criar componentes adicionais e atacar as próprias bases da gestão de projeto (BALLARD e HOWELL, 2003).

Segundo os autores, um importante componente é o *Phase Schedule*, que pode-se chamar de “cronograma de fases”⁴. Ele une a estruturação do trabalho e o controle da produção, sugerindo metas para onde se dirigir. E mesmo assim no 10º IGLC nenhum artigo foi publicado sobre o “*Phase Schedule*” o que causou um grande estranhamento por parte dos autores acima, pois sem ele não existe a garantia de que o trabalho certo está sendo preparado e executado a tempo de atingir os objetivos do projeto (BALLARD e HOWELL, 2003).

3.6.1 *Work Structuring* – Ligando Cronograma e Controle de Produção

O termo *work structuring*, segundo BALLARD (1999), é usado para indicar as diversas atividades envolvidas na especificação de como o trabalho será executado, desde a estruturação organizacional do projeto e das cadeias de fornecimento, até os métodos detalhados para a fabricação e montagem, inclusive a configuração dos sistemas de fornecimento.

BALLARD e HOWELL (2003) propõem que os cronogramas sejam produtos da estruturação do trabalho que especifica as metas e as transferências entre os especialistas, necessários para se atingir aquelas metas. O controle de produção tem a tarefa de atingir aquelas transferências ou dar início ao replanejamento.

No âmbito da gestão de contrato, os cronogramas têm a função de especificar o início, a duração e as datas de término dos diversos escopos de

⁴ Ainda não há uma tradução consolidada, pois não é largamente utilizado no Brasil.

trabalho que deverão ser entregues pelos empreiteiros, da mesma forma que os orçamentos especificam quanto dinheiro deverá ser gasto com os recursos usados naquela entrega. Entretanto, para tornar este cronograma viável, é necessário, primeiramente, estabelecer metas alcançáveis e depois controlar (direcionar) o processo de produção para atingir essas metas (BALLARD e HOWELL, 2003).

Segundo estes autores, as metas alcançáveis são determinadas por meio de cronogramas baseados na produção e orçamento, que levam em consideração os processos pelos quais a entrega dos escopos de trabalho (contratos) serão alcançados. Conseqüentemente, o cronograma dos projetos deve ser expresso em termos de processo, não simplesmente em termos de escopo de trabalho. O cronograma de fase foi proposto como uma ferramenta para gerar cronogramas. E o sistema *Last Planner* foi desenvolvido como uma ferramenta para direcionar a produção na direção daquelas metas do cronograma.

3.6.2 Cronograma de Fase

BALLARD e HOWELL (2003) recomendam que no início de um planejamento os cronogramas-mestres sejam o marco inicial, especificando o tempo de duração das diversas fases pelas quais o projeto irá passar. Já a técnica de cronograma de fase é usada para desenvolver um plano de trabalho mais detalhado, que especifica as transparências entre os especialistas (empreiteiros, funcionários) naquela fase.

Lean Construction Institut (LCI) recomenda que sejam usadas técnicas de programação puxada (*pull techniques*) e planejamento de equipe para desenvolver o cronograma para cada fase do trabalho, do projeto até a entrega. Os cronogramas de fases produzidos desta forma estão baseados em alvos e marcos do cronograma-mestre do projeto e dão a base para o *lookahead* (BALLARD e HOWELL, 2003).

A técnica de programação puxada está baseada em se trabalhar a partir do fim para o começo da data de término de um alvo, o que faz com que as tarefas sejam definidas e seqüenciadas de modo que o seu término libere trabalho, ou seja, alcance uma transferência. A regra da programação puxada é de só se executar trabalho que libere trabalho – solicitado por outra pessoa. Seguir esta regra reduz o

desperdício da superprodução, um dos sete tipos de desperdício de Ohno. Ao se trabalhar do fim para o começo da data de término do alvo elimina-se o trabalho que normalmente é feito, mas que não agrega valor (BALLARD e HOWELL, 2003).

O planejamento em equipe envolve representantes de todas as organizações que trabalham na fase. De um modo geral, os membros da equipe colocam no papel descrições breves do trabalho que deverão executar. Desta forma liberam trabalho para terceiros e afixam essas folhas na parede com fita adesiva, na seqüência de execução prevista. Normalmente, o planejamento começa a ser feito na sala à medida que as pessoas começam a desenvolver novos métodos e a negociar seqüência e tamanho do lote, quando vêem os resultados das suas atividades nos outros (BALLARD e HOWELL, 2003).

O primeiro passo para formalizar o planejamento e o cronograma de fase é desenvolver uma rede de trabalho lógica, ao se mover ou ajustar as folhas. O próximo passo é determinar o tempo de duração e verificar se resta algum tempo entre a data de início calculada e a possível data de início. É muito importante que os prazos de duração não sejam preenchidos de forma a permitir que haja variabilidade no desempenho do trabalho (BALLARD e HOWELL, 2003).

A equipe é, então, convidada a reexaminar o cronograma para verificar a lógica e a intensidade (aplicação dos recursos e métodos) a fim de gerar uma folga ainda maior. Então decidem como utilizar esse tempo: 1) designar qual duração de tarefa é mais potencialmente incerta e variável; 2) iniciar o retardo para investir mais tempo antes do trabalho ou para permitir que a informação mais recente aflore; ou 3) acelerar a fase de prazo de término. Se a folga não puder ser feita de maneira suficientemente positiva, de modo a absorver a variabilidade, a fase de prazo de término deverá ser retirada e a atenção se voltará para a compensação desse tempo em fases mais adiante (BALLARD e HOWELL, 2003).

3.7 UTILIZAÇÃO DO SISTEMA NO BRASIL

O método de controle com o sistema *Last Planner* vem sendo muito usado em vários países, desde 1992. Esta tendência cresceu em 1997, com a publicação do artigo "*Shielding Production*", por BALLARD e HOWELL.

A partir de 1998 pode-se encontrar certa quantidade de trabalhos realizados por pesquisadores brasileiros, em algumas empresas de construção civil. Entre os mais recentes (BERNARDES, 2001; HEINECK e MACHADO, 2001; BAÚ e MENDES JR, 2002; AKKARI, 2003; BULHÕES et al., 2003; COELHO E FORMOSO, 2003; MACHADO, 2003; SOARES, 2003, COELHO, 2003; BERNARDES, 2004; BERNARDES e SALVADOR, 2004). A maioria desses trabalhos faz referência ao processo de planejamento e controle da produção aplicadas em empresas de construção civil, por meio das práticas advindas do sistema *Last Planner*. A exceção é o último artigo mencionado, que trata a mesma idéia desta dissertação, ou seja, um sistema computacional para o planejamento e controle da produção em obras.

No ano de 1999 o Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação (GRUPOTIC) da UFPR iniciou seus estudos nesta área com MENDES JR (1999) e posteriormente com BAÚ e MENDES JR (2002).

Em MENDES JR (1999) vê-se o estudo de produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos, o desenvolvimento da metodologia de acompanhamento e controle da produção baseado em planilhas de fácil utilização, seja manual ou em computador. Na pesquisa realizada em 2002 por BAÚ e MENDES JR procurou-se a comprovação da aplicabilidade e a verificação da eficiência do método *Last Planner* em um estudo de caso prático em empreendimentos de edifícios populares de 4 andares.

Em BERNARDES, 2001, vê-se um foco voltado para micro e pequenas empresas de construção civil, com o objetivo de identificar como elas desenvolvem seus sistemas de planejamento e controle da produção. Utilizando o conjunto de conceitos e princípios da *Lean Construction*, o autor desenvolveu e implantou um modelo básico que orientou o desenvolvimento dos sistemas de planejamento e controle da produção das empresas estudadas.

Na pesquisa de BULHÕES et al. (2003) com um conjunto de indicadores utilizados – que são os desvios de prazo e avanço físico, unidos com a utilização de linha de balanço e diagrama de ritmo –, os autores puderam aumentar a transparência do PCP e permitiram uma avaliação da consistência entre os diferentes níveis de planejamento. Eles também fixaram a zona de trabalho de processo não repetitivos como sendo um elemento primordial para a definição dos pacotes de trabalho.

O trabalho de COELHO (2003) contribuiu para o processo de implantação do modelo de PCP desenvolvido pelo NORIE/UFRGS, elaborando diretrizes de execução e implementação do planejamento de médio prazo. Analisando empresas e implantando o PCP em obras, este autor cria uma sistematização no planejamento de médio prazo, propondo melhorias no processo de sua implantação, especificando elementos necessários para facilitar a introdução dessa prática nas empresas (COELHO e FORMOSO, 2003). Isto fez com que a equipe gerencial da empresa, a partir dos bons resultados obtidos, se mostrasse mais motivada com a execução do planejamento de médio prazo. Mais detalhes são encontrados no próximo tópico 3.8.

SOARES (2003) propõe diretrizes para a manutenção e aperfeiçoamento do PCP em empresas construtoras, utilizando conceitos e princípios gerais de gestão da produção. O autor afirma que um dos fatores a contribuir para o sucesso da implementação do sistema de PCP foi a existência de um sistema de gestão da qualidade baseado na norma ISO-9001, com a ajuda do gerente da obra do planejamento e também com a convocação de reuniões de aprendizagem semanais. O estudo também observou que ocorreu um aumento de atendimento dos requisitos dos clientes com a implementação do PCP. Um dos elementos para a implementação do novo sistema de PCP no estudo de SOARES (2003) foi a utilização de um conjunto de planilhas eletrônicas elaboradas no MSExcel®.

Com as revisões bibliográficas foi observado que a utilização de ferramentas computacionais se faz presente em quase todos os artigos, dissertações e teses encontrados sobre o tema de estudos de PCP.

3.8 FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS NO MÉTODO

O uso de ferramentas para o *Last Planner* está intimamente relacionada com a divulgação e uso da *Lean Construction* e do próprio LPS®. Hoje, os planejadores adotam primeiramente o método *Last Planner* e, depois, procuram ferramentas de computador (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

A aplicação do método *Last Planner* para construções e projetos resultou no desenvolvimento de vários programas. Entre eles é possível citar *WorkPlan* (CHOO et al., 1998) e *DePlan* (HAMMOND et al., 2000), programas que guiam as unidades de produção na hora de criar planos de trabalho. O *WorkPlan* foi estendido

para *WorkMovePlan* e incluiu a capacidade de distribuir planejamentos, coordenadas e cronograma espacial (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

Durante e depois do desenvolvimento destas ferramentas, quatro companhias membros da *Lean Construction Institute* (LCI), além de instituições acadêmicas, fizeram testes com os programas e forneceram uma valiosa resposta para os autores das mesmas. Estas empresas estavam acostumadas com a concepção do método *Last Planner*, o que permitia a elas dar sugestões baseadas em suas próprias concepções do método. Alguns tinham desenvolvido em suas empresas ferramentas para ajudar em suas necessidades (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

Como as empresas que estavam testando os programas já conheciam o método e haviam criado suas próprias ferramentas, tornava-se fácil o ato de dar sugestões para melhorias. Por outro lado, seus conhecimentos prévios do método os impedia de avaliar quanto da metodologia estava embutida e se fazendo cumprir nas ferramentas. As aplicações poderiam ajudar novos usuários que quisessem utilizar o método, mas isto não estava sendo avaliado (CHOO e TOMMELEIN, 2001).

No Brasil também observou-se, na revisão bibliográfica, que a maioria das empresas adota estas ferramentas para auxiliar a utilização do método. AKKARI (2003) afirma que, em seu estudo de caso 1, o MSProject® trouxe alguns benefícios para a empresa, sendo o principal deles o fato da gerência e a equipe de pesquisadores entenderem a lógica com a qual o empreendimento seria construído.

Entretanto, os benefícios desse plano também se devem ao fato de ter sido elaborado um plano de ataque traçado em conjunto pela gerência da obra e a equipe de pesquisadores. Para tanto, utilizou-se o software MExcel®, visto que o MSProject® não dava transparência necessária, dificultando o entendimento de quem não conhece as técnicas de rede.

A autora desta dissertação iniciou a implantação do modelo do PCP proposto por FORMOSO et al. (1999), com uma reunião para elaboração do plano de médio prazo, analisando as restrições no período. Para a realização total desta reunião foram gastas dez horas com o uso do *software* MExcel®. Para a realização desse plano a autora utilizou a planilha apresentada na Figura 3.9:

FIGURA 3.10 – PLANO DE CURTO PRAZO

PLANEJAMENTO SEMANAL DE TAREFAS											
EMPRESA:			OBRA :							RESPONSÁVEL:	
TAREFAS NORMAIS	VISTO	EQUIPE	SEMANA DE							% EXECUTADO	CAUSAS
			S	S	D	S	T	Q	Q		
			P								
			E								
			P								
			E								
			P								
			E								
			P								
			E								
TAREFAS SUPLENTE											
			P								
			E								
			P								
			E								

FONTE: AKKARI (2003).

A partir da sexta reunião para elaboração do plano de curto prazo, foram realizadas reuniões para o planejamento de longo prazo, para o qual foi utilizado o *software* MSProject®.

No segundo estudo de caso realizado pela autora, relata-se que a informatização facilitou a definição das metas semanais vinculadas ao plano de longo prazo, pois forneceu para a equipe da obra um ponto de partida no qual constavam os pacotes de trabalho que deveriam ser executados em determinados períodos para se atingir o prazo.

A principal dificuldade encontrada pela autora na utilização da informática foi a falta de conhecimento da equipe em manusear o *software*. Em ambos os estudos de caso, foram possíveis alterações e atualizações, já que um dos pesquisadores e um estagiário tinham domínio da ferramenta. A autora observou que um obstáculo para a introdução do processo informatizado é a necessidade da instalação de um computador e de uma impressora no canteiro, assim como o próprio *software*.

A autora também cita as dificuldades na utilização das ferramentas computacionais e lista quais as atitudes a serem tomadas pelas empresas que desejarem continuar propagando este tipo de planejamento. Entre as

recomendações para trabalhos futuros, a autora relaciona o desenvolvimento de ferramentas computacionais que dêem maior transparência ao planejamento de fluxos.

No estudo de COELHO (2003) é mencionado que o procedimento de Plano de Médio Prazo tinha início com a realização no próprio *software* de planejamento. Mais tarde, as tarefas eram transferidas para planilhas eletrônicas desenvolvidas no MSExcel®. Após algumas semanas dos estudos de caso, o autor foi criando modificações nos planejamentos da empresa estudo de caso. Ao final, o planejamento de médio prazo contava com as seguintes etapas:

- a) Atualização do plano de longo prazo no *software* MSProject®;
- b) Aplicação do filtro entre datas no MSProject® – com isso, se permitia que fossem selecionadas somente tarefas do longo prazo contidas no horizonte do médio prazo, sendo somente estas tarefas visualizadas e detalhadas;
- c) Detalhamento das Tarefas – Era realizado no próprio MSProject®, obedecendo aos critérios de detalhamento e agrupamento apresentados abaixo;
- d) Transferência das tarefas – de maneira simples, por meio dos comandos “Copiar” e “Colar” existentes nos *softwares* MSProject® e MSExcel®, as tarefas eram transferidas para uma planilha eletrônica do MSExcel®;
- e) Análise de restrições – após a transferência das tarefas, era feita a análise de restrições relativas a cada uma delas. Nesta mesma planilha eram registradas o *lead time* dos recursos, a data limite de remoção da restrição, a última data de pedido e o responsável pela remoção da restrição. Na mesma planilha havia um registro da data de remoção da restrição e uma coluna para eventuais problemas que impedissem sua remoção.

O formato final da planilha proposta por COELHO (2003), obtido após várias modificações, está exemplificado na Figura 3.11.

FIGURA 3.11 MODELO FINAL DE PLANILHA ELETRÔNICA

Plano de Médio prazo											
Data Atual:		Período:						Número da Planilha			
	Atividade	Início	Fim	Duração	Restrições	lead time	Data limite	Data do Pedido	Responsável	Ok? / Data	Obs / Problemas
1	Execução da alvenaria 1 lote	3/7	10/7	6	Blocos - areia média - cimento - cal	2	2/7	30/6	Renato		
2	Formas	11/4	15/7	3	laje pré-moldada + guia de 15	15	10/7	25/6	Renato		
3	Armaduras	11/7	15/7	3	armadura distribuição + ferro 10mm	5	10/7	5/7	Renato		
4	Tubulação elétrica laje (1 lote)	16/7	17/7	2	Mangueira 1/2" - 3/4" + caixa de laje	5	15/7	10/7	Renato		
5	Concreto	18/7	18/7	1	concreto	7	17/7	10/7	Renato		
6	Execução da alvenaria 2 lote	19/7	26/7	6	Blocos - areia média - cimento - cal	2	10/7	8/7	Renato		
7	Formas	19/7	23/7	3	laje pré-moldada + guia de 15	15	18/7	3/7	Renato		
8	Armaduras	19/7	23/7	3	armadura distribuição + ferro 10mm	5	18/7	13/7	Renato		
9	Tubulação elétrica laje (1 lote)	24/7	25/7	2	Mangueira 1/2" - 3/4" + caixa de laje	5	23/7	18/7	Renato		
10	Concreto	26/7	26/7	1	concreto	7	25/7	18/7	Renato		
11	Execução da alvenaria 1 lote pav 2	22/7	30/7	7	Blocos - areia média - cimento - cal	2	21/7	19/7	Renato		
12	Execução da alvenaria 2 lote pav 2	31/7	8/8	7	Blocos - areia média - cimento - cal	2	30/7	28/7	Renato		
13	Formas	31/7	2/8	3	laje pré-moldada + guia de 15	15	30/7	15/7	Renato		
14	Armaduras	31/7	2/8	3	armadura distribuição + ferro 10mm	5	30/7	25/7	Renato		
15	Tubulação elétrica laje (1 lote)	5/8	6/8	2	Mangueira 1/2" - 3/4" + caixa de laje	5	4/8	30/7	Renato		

FONTE: COELHO (2003).

Da mesma maneira SOARES (2003), em seus estudos, afirma que é possível destacar uma importante melhoria realizada pela empresa no planejamento de curto prazo. Foi a implantação de uma planilha eletrônica, desenvolvida em MSExcel®, nas reuniões semanais. Além disso, segundo o autor, nos campos das planilhas destinados à identificação dos dias a serem trabalhados, a empresa passou a informar a quantidade de funcionários que deveriam ser disponibilizados para realizar o pacote de trabalho. A identificação dos funcionários e o acompanhamento da utilização da mão-de-obra nos pacotes de trabalho, segundo o autor, contribuem para melhorar o controle em tempo real do processo de planejamento e controle da produção. A Figura 3.12 mostra um exemplo da planilha de curto prazo utilizada por este autor, onde aparece o controle das equipes de produção, além do comparativo do total de funcionários planejados com o total de funcionários efetivamente utilizados. As tarefas que estavam sendo realizadas na obra e que não haviam sido programadas na reunião de curto prazo, foram identificadas em cor vermelha.

FIGURA 3.12 – PLANILHA UTILIZADA PARA OS PLANOS DE CURTO PRAZO

		PLANEJAMENTO SEMANAL	Obra: Pirelli Engenheiro : Eduardo		Período 1		FM 111-00									
		Planejamento x Execução	Mestre: Edmilson Estagiário: Luciano		27/2/2002 à 05/03/02							24ª Semana 27/02/02				
					PPC = Soma 100 % Sem total itens							Data : 24/03/02				
	Equipe	Pacote de Trabalho	Duração		27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	Executado %	Problema
1	EDMILSON	LIMPEZA DA CORTINA DA GALERIA - A3	1	P				2					4	4	90%	1.1
				E			2							3		
2	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DAS VIGAS DE FUNDAÇÃO DA OFICINA EXISTENTE - E	2	P	2	2									100%	
				E	2	2	2									
3	EDMILSON	CORTE DAS JUNTAS PARA DEMOLIÇÃO DO PISO - E	1	P	2										100%	
				E	1											
4	EDMILSON	ATERRO E PREPARAÇÃO DO PISO OFICINA EXISTENTE - E	4	P	2	2	2	2	2						100%	
				E	2	2	2	2	2	2						
5	EDMILSON	REDE PLUVIAL OFICINA EXISTENTE - E	3	P	3	3	3								100%	
				E	5	2	2									
6	EDMILSON	ASSOALHO E TAMPAS PARA CAIXAS - SUB OFICINA EXISTENTE	3	P	1	1	1								100%	
				E	2	2	2									
7	EDMILSON	EXECUÇÃO DE CAIXA SEPARADORA DE ÓLEO - A3	3	P		4	4	6							100%	
				E		2	2	3	3	1						
8	EDMILSON	PREPARAÇÃO DO PISO EXISTENTE DA OFICINA EXISTENTE - E	1	P	2										100%	
				E	3	1										
9	EDMILSON	EXECUÇÃO E ALVENARIA VIGAS DE FUNDAÇÃO DO A3	2	P									6	6	100%	
				E									5	5		
10	EDMILSON	MONTAGEM FORMAS E ARMADURAS TANQUE DE PINTURA (MÁRCIO)		P												
				E		3	2						3	3		
11	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DA CORTINA DA GALERIA DO A3		P												
				E												
12	EDMILSON	PASSARELA DE MADEIRA OFICINA		P												
				E									2	2		
			Total	P	12	12	12	8	0	10	10					
				E	15	14	14	5	5	12	13					

FONTE: SOARES (2003)

SOARES (2003) descreve o planejamento de médio prazo como sendo o detalhamento do plano de longo prazo, identificando as próximas 4 semanas à frente, analisando-se as restrições para o cumprimento dos planos. Para realizar o detalhamento desse plano era utilizado o *software* MSProject®, além de uma lista de restrições. Para monitorar a eficácia de implementação desse plano era utilizado o indicador IRR (Índice de Remoção de Restrições, já descrito anteriormente). Para o planejamento de longo prazo, a empresa em estudo utilizava o *software* MSProject®.

No estudo de BULHÕES et al. (2003) comenta-se que devido a falta de transparência do plano de longo prazo realizado no MSProject®, foram realizados trabalhos de Linha de Balanço e gráfico de ritmos no MExcel®.

Todas essas observações confirmam o fato de que a utilização de ferramentas computacionais pode fornecer uma solução, nem que seja temporária, para os problemas das empresas. E prova que, uma mínima utilização de sistemas auxilia o uso do método.

Em 1999 CHUA, JUN e HWEE propõem a utilização de um programa – *Integrated Production Scheduler System* (IPS) – que auxilia na utilização do

lookahead, integrando informações para cada atividade que deve ser cumprida. Este sistema foi desenvolvido para implantar as filosofias da construção enxuta, uma das quais seria adotar as filosofias provenientes das indústrias na construção.

Alguns programas também foram criados pelo Grupo de Tecnologia de Informação e Comunicação (GRUPOTIC) da UFPR, tais como o W3P (MENDES JR et al 2001) e o sistema Galápagos (MENDES JR et al.,2004), com a intenção de adotar o *Last Planner*.

MENDES JR et al., (2001) desenvolveram o sistema *WebPlanner*, posteriormente W3P. Trata-se de um *software* para WEB criado para desenvolver planos de médio e curto prazo, bem como distribuição de documentos e outras informações entre os participantes de um empreendimento. Com o W3P seria possível planejar, manter e consultar as informações das atividades em execução nas suas obras, por meio de uma programação de longo prazo com Linha de Balanceamento, médio prazo com o *Lookahed* e curto prazos com o *Last Planner*

A utilização desse programa se tornou inviável, pois apenas foi desenvolvido um protótipo com alguns problemas na utilização e não está mais sendo atualizado pelo GRUPOTIC (UFPR). Outros protótipos foram desenvolvidos posteriormente pelo GRUPOTIC, como o do projeto Galápagos que é um programa computacional para o gerenciamento de tarefas na Construção Civil, baseado em microcomputador do tipo PDA utilizando uma interface gráfica de fácil compreensão para uso no canteiro de obras e com a integração a um ambiente em portal WEB de informações (MENDES JR. et al., 2004), e o do sistema Plantracker, em desenvolvimento no projeto SIGEO (ainda não publicado).

BERNARDES e SALVADOR (2004) citam que, dos trabalhos publicados no Brasil sobre sistemas computacionais, o de MENDES Jr. et al. (2001) é o que mais se aproxima da idéia de criar um sistema que incorpore os princípios da *Lean Construction*. No estudo de BERNARDES e SALVADOR os autores apresentam um sistema computacional desenvolvido para integrar os estágios de preparação do plano de médio prazo, identificando e analisando as restrições para a preparação do plano de curto prazo. Só não foi demonstrado, neste estudo, a relação do programa com alguma exigência das empresas para elaboração do mesmo. E seus testes ainda não foram realizados.

4 MÉTODO DE PESQUISA

São apresentados os métodos aplicados na pesquisa, as ferramentas utilizadas e as técnicas adotadas para modelagem do sistema, assim como as principais formas de coleta de dados.

4.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A presente pesquisa foi conduzida em três etapas, que serão explicadas adiante:

- a) A revisão da literatura;
- b) Os estudos de caso;
- c) Desenvolvimento da modelagem de um sistema de informação.

4.2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta etapa diz respeito a uma revisão da literatura sobre o método *Last Planner* de planejamento, que serviu de ponto de partida para o início desse estudo e subsídio para seu desenvolvimento. Os principais elementos da revisão encontram-se no capítulo 3 (Sistema *Last Planner*).

4.3 ESTUDOS DE CASO

Esse estudo contou com a colaboração de sete empresas do setor de construção civil, denominadas: Empresa A, Empresa B, Empresa C, Empresa D, Empresa E, Empresa F e Empresa G.

A empresa estudo de caso A é de grande porte⁵. No momento desse estudo, ela não utilizava o método como planejamento, que era realizado somente

⁵ Segundo a classificação utilizada pelo Sebrae em 2004, é considerada de grande porte a empresa que possui mais de 499 funcionários registrados. Como normalmente o número de funcionários desta empresa ultrapassa este valor, a mesma foi considerada de grande porte. Ainda falando em tamanho de empresas, segundo o Sebrae é considerada micro a empresa que possui menos de 20 funcionários registrados. A empresa pequena tem de 20 a 99 funcionários registrados e a empresa média possui entre 100 e 499 funcionários registrados.

com redes de precedências em MSProject® e atualizado uma vez por mês. Por esse motivo, a autora participou da implantação do método em uma obra da empresa.

Foram realizadas pesquisas nas empresas B, C e D, que já utilizam o método. A empresa B é de grande porte, a empresa C é de médio porte e a D é considerada uma micro empresa.

As empresas E, F e G também utilizam o método, mas nelas não foram realizadas entrevistas. Apenas foi enviado um questionário com as mesmas perguntas feitas nas empresas B, C e D, para confronto dos resultados. As empresas E e F são de médio porte e responderam ao questionário enviado. A empresa G não respondeu ao questionário. O quadro 4.1 resume a explicação dada acima.

QUADRO 4.1 – RESUMO DAS EMPRESAS ESTUDADAS.

Empresa	Utilização do LPS®	Estratégia de Pesquisa	Tamanho da Empresa
A	Não	Observador Participativo	Grande Porte
B	Sim	Entrevista	Grande Porte
C	Sim	Entrevista	Médio Porte
D	Sim	Entrevista	Micro Empresa
E	Sim	Questionário	Médio Porte
F	Sim	Questionário	Médio Porte
G	Sim	Questionário	Não Respondeu

No levantamento das informações que ajudaram a contribuir para o estudo fez-se uso da abordagem de pesquisa qualitativa. De acordo com ROESCH (1996), a pesquisa qualitativa é bem apropriada para avaliações formativas, quando se trata de melhorar a efetividade de um programa ou plano, ou mesmo quando é o caso da proposição de planos. Segundo a mesma autora, é mais apropriado classificar o estudo de caso como uma abordagem qualitativa.

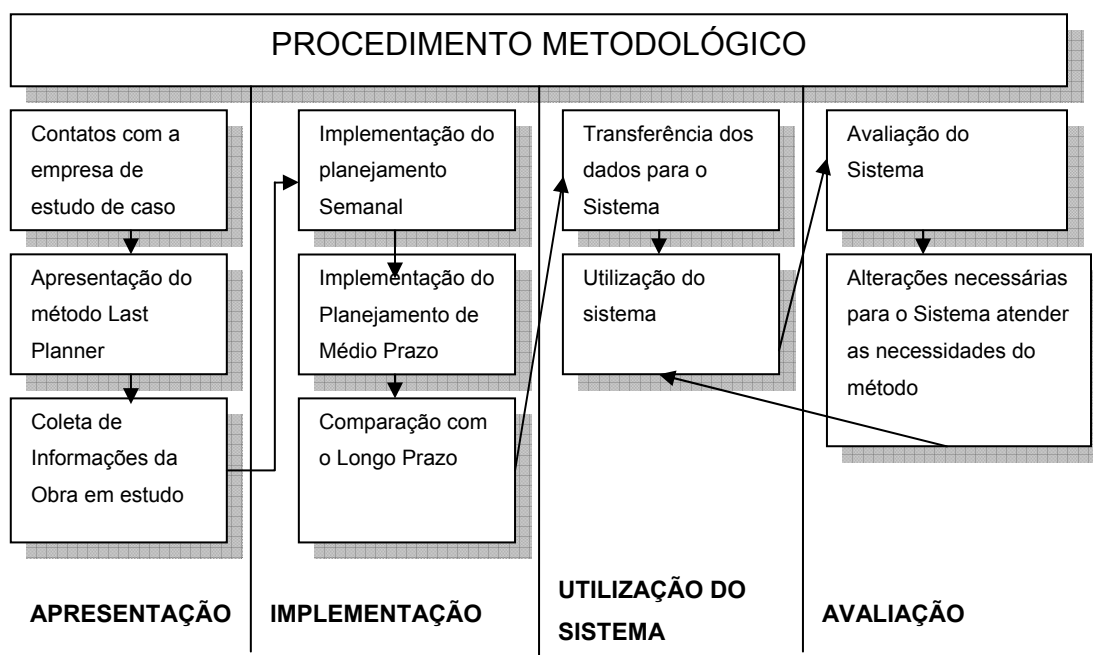
A pesquisa começou com um estudo de caso. De acordo com YIN (2001), tal estudo se justifica quando permite a investigação de eventos da vida real. Nesta pesquisa, a idéia inicial era implantar-se o planejamento e controle operacional com o uso de um sistema específico, apresentando o método *Last Planner* a uma

empresa que não o utilizasse. A pesquisa duraria o período de 10 semanas. Segundo o roteiro, a partir da quarta semana a empresa começaria a utilizar um programa computacional voltado para o método.

Em tal estudo, o papel do pesquisador seria o de um observador participativo e não meramente passivo. Dessa forma, o observador poderia ter uma variedade de papéis dentro de uma situação em um estudo de caso, além de atuar nos eventos que estão sendo analisados. Assim, seria possível implantar o método e, junto com os engenheiros de obra, avaliar a utilização dos programas propostos para uso.

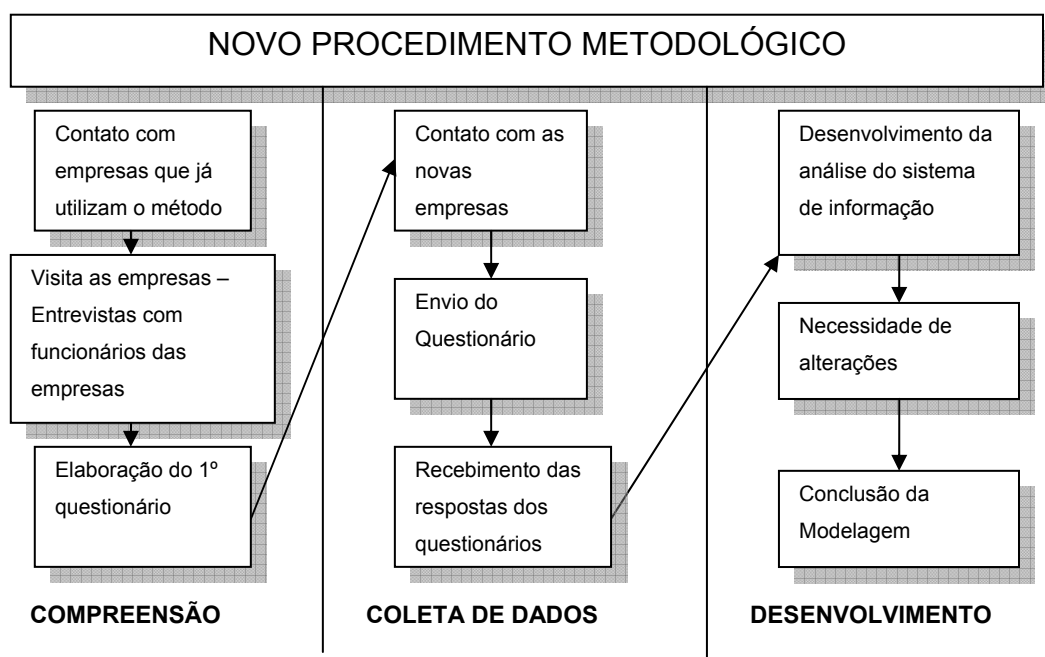
Após a 8ª semana como observador participativo, verificou-se que os programas utilizados não atendiam às necessidades específicas e o método não estava sendo implantado com sucesso. A decisão foi aguardar a conclusão de um novo sistema – Plantracker, que está sendo desenvolvido no recém iniciado projeto SIGEO no GRUPOTIC (UFPR). Esse sistema é mais completo e voltado à gestão no canteiro de obras da construção civil. Como ele não ficou pronto e era necessário utilizar um sistema mais especificamente voltado ao método *Last Planner*, resolveu-se modelar um novo. A idéia inicial era avaliar o uso de um sistema e seu impacto na implantação do método. (Ver Figura 4.1).

FIGURA 4.1 – ESTRATÉGIA DE TRABALHO ADOTADA INICIALMENTE



A pesquisa tomou, então, dois rumos: o primeiro seria fazer um estudo de caso múltiplo com empresas que já utilizassem o *Last Planner*. Seriam analisadas quais soluções essas empresas adotam atualmente para utilizá-lo, quais programas as mesmas utilizam para adotá-lo em suas obras, e quais sugestões as empresas dariam sobre o desenvolvimento de um novo sistema (empresas B, C e D). O outro rumo seria o envio de questionários formulados após as entrevistas com as três empresas que utilizavam o método, fazendo as mesmas perguntas a empresas de Porto Alegre e de Florianópolis, para uma futura comparação de respostas (empresas E, F e G). Este novo procedimento metodológico está demonstrado na Figura 4.2.

FIGURA 4.2 – NOVA ESTRATÉGIA ADOTADA



4.3.1 Abordagem Científica da Pesquisa Desenvolvimento

A pesquisa de desenvolvimento pode tomar três formas: o desenvolvimento de um conceito, o desenvolvimento de um objeto ou ferramenta e o desenvolvimento ou aperfeiçoamento de habilidades como ferramentas profissionais (MAREN, 1996).

Esta pesquisa está relacionada ao segundo caso, onde o objetivo é a solução de problemas formulados a partir da prática cotidiana. Nesse caso, a

pesquisa aplicada é eficaz à medida que mostra como chegar aos problemas e buscar soluções para eles. As teorias normais servem somente para a busca de soluções (MAREN, 1996).

Foi verificado que, tão importante quanto a participação do pesquisador neste trabalho, é também o usuário, já que nesta área da construção civil há uma grande relutância em implantar novidades em seus processos. Assim, se não existir uma participação efetiva do usuário na elaboração do modelo, o mesmo será abandonado antes mesmo de transformar-se em um *software*.

4.3.2 Procedimento para Coleta e Análise dos Dados

Como indicado anteriormente, a abordagem qualitativa foi a principal diretriz para a coleta de dados. Para a complementação das informações, este item está organizado em:

- a) A análise dos dados, a partir do estudo de caso inicial;
- b) A coleta e análise dos dados a partir dos estudos de casos com as empresas entrevistadas e;
- c) A coleta e análise dos dados a partir das empresas que responderam os questionários.

4.3.3 Compreensão da Pesquisa

O primeiro estudo de caso realizado em uma empresa que não utilizava o método *Last Planner* serviu de estudo-piloto para saber quais as dificuldades em implantar o método. Assim seria possível elaborar previamente o questionário a ser utilizado nas empresas que já utilizavam o método.

As organizações onde foram feitas as entrevistas e aplicados os questionários foram avaliadas tendo como parâmetro básico suas particularidades e similaridades, conforme indicado por YIN (2001), em estudo de casos múltiplo, por envolver mais de uma unidade de análise.

O modelo desenvolvido nesta dissertação irá encampar as discussões levantadas a partir da bibliografia estudada do método *Last Planner*, do estudo de caso realizado na empresa que não utilizava o método (estudo de caso A), das outras empresas entrevistadas, além das respostas e participações das empresas que responderam ao questionário. Esta dissertação não fornecerá um *software*

aplicativo, mas um modelo que viabilize a colocação do desenvolvimento de um Sistema de Informação adequado ao método *Last Planner* de planejamento.

Ao realizar o estudo de caso desta pesquisa levou-se em consideração as observações de YIN (2001) sobre elaborar um protocolo de estudo de caso. Segundo esse autor, o protocolo é considerado a maior tática no incremento da credibilidade para guiar o investigador na realização de uma pesquisa de estudo de caso. Assim, o protocolo deve ter as seguintes seções: visão geral do projeto de estudo de caso; procedimentos de campo; as questões do estudo de caso e guia para a realização de um relatório. Ainda segundo YIN, o protocolo propicia segurança no estudo de caso e também a antecipação de problemas.

No quadros 4.2 e 4.3 pode-se ver um esboço do protocolo do estudo de caso detalhado para o desenvolvimento desta pesquisa.

QUADRO 4.2 - ESBOÇO DO PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO A.

Plano para conduzir o estudo de caso	
Finalidade: Levantar informações que possam contribuir para elaboração de um modelo de Sistema de Informação adequado ao método <i>Last Planner</i> de planejamento.	
Características Chave do Estudo de Caso: Aplicação do Método <i>Last Planner</i> em uma empresa que não utiliza a ferramenta para análise das dificuldades enfrentadas, que poderiam ser amenizadas com a utilização de um sistema de Informação.	
I. Procedimentos	
Contato Inicial com a Organização	
Determinação das pessoas que irão participar da pesquisa:	
	Gerente da Obra Engenheiro de Produção Engenheiro de Planejamento Mestre-de-obras
Outras fontes de informação: Documentos gerados pela empresa	
II. Protocolo do estudo de caso e questões	
	Após o estudo de caso A pode-se elaborar um formulário para ajudar nas entrevistas e questionários realizados a seguir.
III. Plano de análise e relatório de estudo de caso	
	Relatório da empresa estudada Avaliação das informações obtidas no estudo de caso Referências para o Estudo de Caso

QUADRO 4.3 - ESBOÇO DO PROTOCOLO DO ESTUDO DE CASO B, C E D

Plano para conduzir o estudo de caso
Finalidade: Levantar informações que possam contribuir para elaboração de um modelo de Sistema de Informação adequado ao método <i>Last Planner</i> de planejamento.
Características Chave do Estudo de Caso: Entrevistas em empresas que já utilizam o do Método <i>Last Planner</i> para análise das dificuldades enfrentadas, que poderiam ser amenizadas com a utilização de um sistema de Informação.
I. Procedimentos
Contato Inicial com a Organização
Determinação das pessoas que irão participar da pesquisa:
Gerente da Obra Engenheiro de Produção Engenheiro de Planejamento Mestre-de-obras
Outras fontes de informação: Documentos gerados pela empresa
II. Protocolo do estudo de caso e questões
Após as entrevistas um questionário pode ser elaborado para ser enviado a novas empresas.
III. Plano de análise e relatório de estudo de caso
Relatório da empresa estudada Avaliação das informações obtidas no estudo de caso

De acordo com YIN (2001), as evidências para o estudo de caso podem vir de seis fontes distintas: Documentação, Registros arquivais, Entrevistas, Observação direta, Observação participante e Artefatos físicos. O uso destas seis fontes requer habilidades e procedimentos metodológicos diferentes.

Das fontes de evidências utilizadas para o estudo de caso inicial foram selecionados os documentos e os registros arquivais do planejamento atual da obra, além da observação participante (ao implantar o método *Last Planner* na obra).

Nos estudos de casos múltiplos com as empresas que já adotavam o método selecionaram-se os documentos e os registros arquivais. Também realizaram-se entrevistas, as quais foram despadronizadas ou não estruturadas, pois segundo SILVA e MENEZES (2000) não existia rigidez de roteiro, podendo-se explorar mais amplamente determinadas questões. Ao final das entrevistas ocorreu o projeto participativo por parte das empresas, opinando em como seria a melhor solução para a criação do sistema. Encaminharam-se os questionários para mais três empresas, após a realização das entrevistas, que eram despadronizadas, mas seguiam o roteiro do questionário. Revisou-se o questionário depois das entrevistas

para que, então, se enviasse às outras empresas. O primeiro questionário encontra-se no apêndice 2.

4.3.4 Participantes da Entrevista

Nas empresas entrevistadas procurou-se ouvir funcionários de quatro diferentes perfis: diretores, o gerente geral da obra, o engenheiro de produção ou de planejamento e o mestre-de-obras. Foram elaboradas questões gerais e específicas para os quatro tipos de funcionários entrevistados, aqui também chamados de participantes.

Essa seleção visa obter informações de todos os envolvidos com o método *Last Planner* e com a eventual utilização de algum sistema computacional que já estivesse em vigor na obra.

4.3.5 Questões Gerais e Específicas

Foram elaborados dois tipos de questões para as entrevistas: as gerais e as específicas, ou direcionadas. A revisão bibliográfica contribuiu para aprimorar essas questões. Ao final de cada entrevista, o participante teve a possibilidade de acrescentar informações que julgasse necessárias para a elaboração da modelagem.

As questões gerais foram perguntadas a todos os participantes, enquanto as questões específicas ou direcionadas foram formuladas de acordo com o perfil de cada funcionário a ser entrevistado.

Depois do levantamento de todos os dados, e da realização das entrevistas, foi possível fazer a montagem do cenário da organização estudada. Essa montagem foi apresentada, em seguida, aos participantes para possíveis correções ou complementos.

4.3.6 Os Questionários

Após selecionadas empresas que adotam o método *Last Planner* de planejamento – e depois de um contato inicial com essas empresas – os

questionários foram encaminhados para verificar a situação da utilização do método. Também observou-se se alguma ferramenta computacional vinha sendo utilizada. Dessa maneira, foi possível realizar a análise dos requisitos para a modelagem. Comparou-se os dados obtidos nas empresas entrevistadas com as informações conseguidas nos questionários. Segundo MILES e HUBERMAN (1994), essa é uma forma de ampliar as fontes de informação, tendo uma maior perspectiva da situação. Tal técnica é conhecida como “triangulação”.

Para a elaboração do questionário inicial que foi utilizado nas entrevistas fez-se uso do Guia dos Novos Usuários do Sistema *Last Planner* (HOWELL, 2002). Também se utilizou a experiência adquirida no estudo de caso inicial A, além de toda a revisão bibliográfica. Após as entrevistas foi elaborado o segundo questionário, como pode ser observado no apêndice 1.

Os questionários foram enviados para três empresas que utilizam o método, precedido de uma carta apresentando a pesquisa. Antes do envio dos questionários foram realizados contatos telefônicos e via correio eletrônico (*e-mail*), o que facilitou o contato com as empresas que se mostraram interessadas em colaborar com a pesquisa.

4.4 DESENVOLVIMENTO DA MODELAGEM

Entre os processos mais conhecidos de desenvolvimento de sistemas estão: o clássico ciclo de vida, a prototipação e o modelo espiral (PRESSMAN, 1995; ARAGÃO, 2002). Nestes modelos, os analistas solicitam os requerimentos aos usuários e constroem as especificações dos requisitos para o sistema. Segue-se, então, o desenvolvimento do sistema. Basicamente, o que diferencia um processo do outro são os procedimentos de execução do projeto (como é executada a sequência especificação-modelo-codificação-implantação), além da participação dos usuários e as ferramentas utilizadas. Depois de cada etapa de desenvolvimento, ou ao final dele, o sistema é entregue para testes e uso (GENNARI e REDDY, 2000).

Problemas podem surgir, mesmo quando *designers* e usuários dispõem de tempo ilimitado para conversação. Existem muitos aspectos de uma atividade de trabalho que podem vir passar despercebidos aos *designers*, como os

conhecimentos tácitos no manuseio de uma ferramenta (KUHN e WINOGRAD, 1996).

4.4.1 Ciclo de Desenvolvimento de Sistemas

A engenharia de *software* abrange “três elementos fundamentais” para desenvolver sistemas: os métodos, as ferramentas e os procedimentos. (PRESSMAN, 1995; ARAGÃO, 2002).

Os métodos são basicamente os princípios de “como fazer”. Eles envolvem os vários estágios do desenvolvimento do sistema incluindo, desde o planejamento e a análise de requisitos, até a manutenção do *software* pronto.

As ferramentas auxiliam para que o processo de desenvolvimento possa ser automatizado no todo ou em parte.

Os procedimentos definem a forma de acompanhamento de projetos, com a aplicação de métodos e avaliação dos “produtos” desenvolvidos durante o projeto. Neste caso, os produtos são resultados de etapas do projeto, como relatórios de documentação e protótipos, entre outros.

4.4.2 Modelando com UML

No desenvolvimento da maioria dos sistemas de informação é necessário um padrão para modelagem gráfica, para que um desenvolvedor possa escrever seu modelo e qualquer outro possa interpretá-lo sem ambigüidades. Na sua grande maioria, os métodos são compostos de uma linguagem de modelagem chamada de “gráfica” e de um processo que são os passos para elaboração de um projeto. A UML (*Unified Modelling Language*) é uma destas linguagens de modelagem; não é um método (MELO, 2004).

A estrutura da UML conduz à criação e leitura de seus modelos, mas não determina quais nem quando esses modelos precisam ser criados. Por essa razão é possível utilizar qualquer processo com a linguagem UML, pois ela é independente de processo (MELO, 2004).

Para a elaboração da modelagem foram utilizados os elementos básicos do modelo, os relacionamentos, os diagramas e as regras de formação.

Segundo MELO (2004), ao se falar em especificação, a UML possui modelos precisos, completos e sem ambigüidades, e atende plenamente às decisões que precisam ser tomadas para o desenvolvimento e implantação de sistemas.

A UML em sua nova versão 2.0 define treze tipos de diagramas, divididos em duas categorias estruturais ou estáticos (*Structural Diagrams*) e diagramas dinâmicos (*Behavioral Diagrams*).

Segundo MELO (2004) não existe uma ordem predefinida que determine quais diagramas devem ser modelados primeiramente. Alguns desenvolvedores iniciam pela criação das classes, outros pelos casos de uso. Nesta modelagem foi utilizado a segunda opção, e estes diagramas são apresentados no capítulo 6.

5 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Apresenta os estudos de caso realizados pela autora, juntamente com os dados levantados e a experiência adquirida especificamente no estudo de caso A, onde foi feita uma intervenção. Traz também a compilação das entrevistas realizadas nas empresas B, C e D – com seus respectivos modelos de utilização do método – e dos dados do questionário respondido pelas empresas E e F.

5.1 ESTUDO DE CASO EMPRESA A

A empresa estudo de caso A é de grande porte e atua no mercado a 57 anos. É especializada na construção de indústrias e de hidrelétricas, além de realizar obras de terraplanagem e pavimentação. No período desse estudo contava com aproximadamente 500 funcionários, sendo 27 engenheiros. A empresa tem NBR-ISO 9002:1994 desde 1999 e no momento do estudo estava realizando pesquisas para implantação do sistema PBQP-H (Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação). Possuía cinco obras em andamento. Neste estudo de caso a empresa não utilizava o método *Last Planner* como planejamento, realizando-o com rede de precedências em MSProject®, atualizado uma vez por mês. A pesquisa foi realizada entre 26 de março a 02 de julho, em um período de 14 semanas.

5.1.1 Características do Canteiro de Obra

O estudo foi realizado em um edifício público com área total de 28.100 m², com 15 andares, sendo que dois deles são garagem. Cada um dos pavimentos tipo tem uma área de 1.611,00 m², e as garagens com área de 3.600 m² cada. O cronograma a ser cumprido era de 14 meses, mas a empresa construtora assumiu um compromisso de tentar realizar um cronograma de 12 meses. A obra tinha iniciado em 05 de janeiro de 2004, portanto com previsão de término para 20 de dezembro de 2004.

No quadro 5.1 vê-se a tabela com as características do empreendimento:

QUADRO 5.1- CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO - ESTUDO DE CASO A

Área total da obra	28.100 M ²
Área Garagem I	3.600 M ²
Área Garagem II	3.600 M ²
Área por pavimento tipo	1.611 M ²
Volume de concreto por laje	400 M ³
Peso aço por pavimento tipo	31.400 KG
Protensão por pavimento	3.000 KG

Devido a estudos realizados no solo da região do empreendimento, durante a execução da fundação, verificou-se a necessidade da realização de um muro de contenção. O imprevisto acabou por atrasar em um mês a execução da obra. Os engenheiros responsáveis tentavam tirar este atraso de cronograma executando a parte estrutural do edifício de uma maneira executiva diferente da planejada inicialmente. Neste ponto teve início a intervenção da autora na obra. A equipe de execução então, com 187 trabalhadores. Destes, 119 eram funcionários registrados pela própria empresa, com 4 engenheiros civis, 1 mestre-de-obras e 4 encarregados de obra.

O canteiro de obras possui um engenheiro gerente de contrato – que naquele momento só estava realizando esta obra – além de um engenheiro de produção e dois engenheiros de obras. Existia, ainda, um funcionário encarregado pelos serviços de qualidade da empresa que realiza estudos para implantação do sistema PBQP-H na empresa.

5.1.2 Objetivos da Intervenção

O objetivo principal da intervenção era implantar o método *Last Planner* na obra. Inicialmente, isto seria feito com o uso de planilhas realizadas no MSExcel®. Depois da quarta semana seria utilizado um sistema computacional na obra, para verificação das vantagens e desvantagens que um sistema poderia ocasionar ao método. Em uma primeira reunião com o gerente da obra e o engenheiro de produção foi apresentado um roteiro, onde foi confirmado o prazo de intervenção de 10 semanas e a utilização do sistema após a quarta semana. Se depois desse prazo

o sistema fosse bem aceito, a autora continuaria o trabalho até o final do empreendimento, independentemente da conclusão desta dissertação.

Após a primeira reunião com os engenheiros foram levantados os dados utilizados pela empresa para o planejamento e controle da obra.

A empresa possui um setor de planejamento que funciona junto com o setor de orçamento. Neste setor havia sido realizado um cronograma inicial em MSPProject®, juntamente com o engenheiro da obra. Este cronograma deveria ser controlado uma vez por mês. Quando foi dado início à pesquisa, este cronograma já estava na sua segunda versão. A engenheira de planejamento tentava realizar a terceira versão, uma vez que a segunda já estava muito alterada. Até a saída da autora da obra, na 14ª semana, esta atividade não havia sido realizada. Por isso, o empreendimento continuava com um cronograma com uma versão 2 um pouco alterada.

Na obra eram realizados dois tipos de reuniões semanais, normalmente às sextas-feiras. A primeira reunião acontecia entre o gerente da obra e os engenheiros da empresa contratada para fiscalizar os trabalhos. Esta empresa era a mesma que havia feito os projetos para execução do empreendimento. Durante estas reuniões, a autora da pesquisa participava somente como ouvinte, fazendo anotações sobre fatos observados. Ao final de cada encontro escreviam-se atas que eram lidas no início da próxima reunião. Assim, era possível verificar os pedidos solicitados por ambos os lados.

A autora observou que existia uma cobrança maior, por parte da empresa fiscalizadora, quanto aos pedidos feitos nas semanas anteriores. Entretanto, nenhuma atitude era tomada, caso tais pedidos não tivessem sido realizados. Por parte da empresa executora existiam alguns pedidos para definições de projetos que ainda não tinham sido apresentados à empresa, e que poderiam atrasar a conclusão do empreendimento. Da mesma maneira, nenhuma ação era tomada quanto ao não cumprimento dos pedidos das reuniões anteriores. O prazo da obra se mantinha em 12 meses, com a aceleração cada vez maior dos serviços de execução da estrutura do edifício.

A segunda reunião era realizada no período da tarde das sextas-feiras, entre o gerente da obra, o engenheiro de produção, os mestres-de-obras e os técnicos. A reunião tinha início com o engenheiro de produção expondo o que havia

sido executado na semana em questão e quais eram suas expectativas para as próximas semanas. O gerente da obra então expunha qual era a sua expectativa para a próxima semana. Por fim, os encarregados explicavam o que seria necessário para realização dessas expectativas. Essas necessidades eram avaliadas e discutidas durante a reunião. Conforme as decisões era possível tomar medidas como, por exemplo, contratar mais mão-de-obra, escalar equipes durante feriados e finais de semana, alugar mais dois elevadores de serviço, além de um guincho utilizado para transporte mais rápido das formas que eram reutilizadas nos pavimentos, entre outras.

O controle dos prazos normalmente era executado em um cronograma manual. As principais datas eram anotadas em um calendário afixado na parede da sala de reuniões. As decisões da reunião eram registradas em ata e realizadas de imediato. A engenheira de planejamento não participava de todos esses encontros, uma vez que não trabalhava na obra e sim na sede central da empresa. As alterações do cronograma não eram transportadas para o cronograma geral do empreendimento, com a engenheira de planejamento.

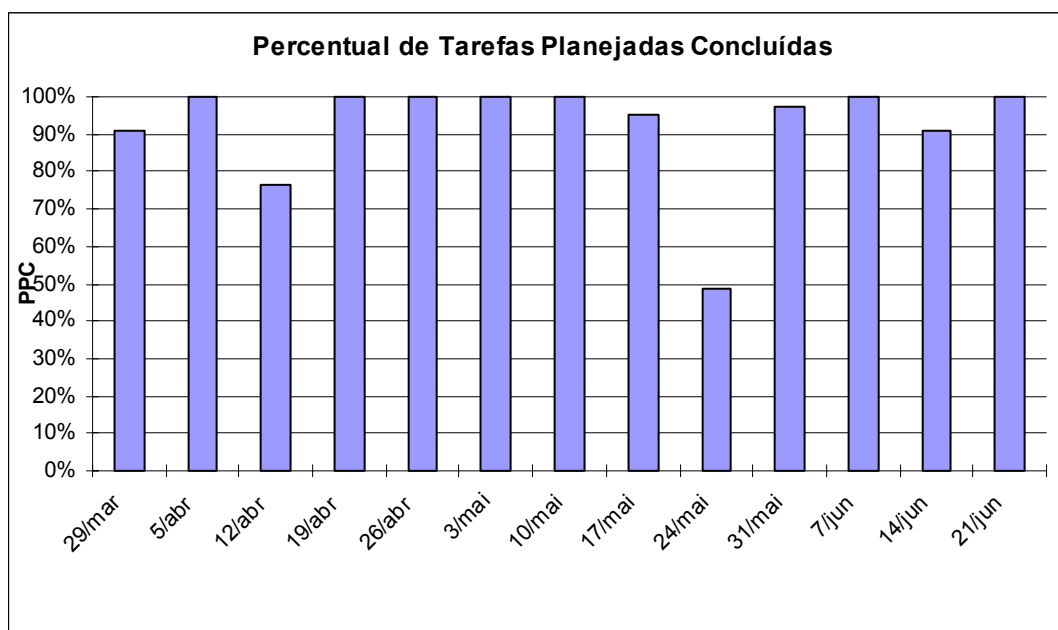
Com a não atualização do cronograma geral do empreendimento, algumas atividades ficavam adiantadas (como o caso da estrutura), enquanto outras (como a alvenaria) se atrasavam em relação a este. Tal fato acontecia mesmo com o conhecimento de todos de que este serviço se iniciaria com atraso já previsto pelo gerente da obra.

Ocasionalmente eram realizadas outras reuniões para decisões urgentes, sobre mudanças na execução da obra. Essas mudanças eram implementadas no início do dia para não atrasar o andamento da obra.

Com o início da intervenção da autora, em 26 de março de 2004, as reuniões continuaram ocorrendo normalmente e os serviços planejados para a próxima semana eram registrados em uma planilha semanal, assim como as atividades da semana anterior eram verificadas para o cálculo do PPC da semana. Os conceitos do planejamento de médio prazo foram passados para os engenheiros de produção e o gerente da obra, o engenheiro de produção, ficou então encarregado de preencher a planilha do *lookahead*. Como esta tarefa não foi executada até a sétima semana, a própria autora e o gerente da obra elaboraram a planilha. Esta tarefa teve início a partir da semana de 17 de maio. Mesmo sabendo

que a partir de junho seriam iniciados os serviços de alvenaria, o gerente da obra não quis colocar tais atividades no *lookahead*. Como consequência, o *lookahead* foi comprometido: só apareciam serviços da estrutura e o médio prazo acabava ficando sem sentido. Como no planejamento de curto prazo e de médio prazo só constavam serviços da estrutura, o PPC da obra normalmente era próximo de 100%. Isto só não ocorria em raras exceções, como em semanas de chuva ou com alteração por parte da contratante, conforme verifica-se no gráfico da Figura 5.1 abaixo:

FIGURA 5.1 - PPC DA OBRA ESTUDO DE CASO A



FONTE: EMPRESA A

Os altos valores de PPC observados acima, não indicaram o comportamento padrão observado em outros estudos (BERNARDES, 2001; OLIVEIRA, 1999). É esperado que, em uma empresa sem experiência em planejamento, os valores de PPC sejam em torno de 50% no início de implementação do processo. Um dos motivos para estes altos valores pode ser atribuído ao sub-dimensionamento dos pacotes de trabalho, pois a gerência do empreendimento queria sempre se manter em 100%, sem analisar os benefícios que um correto preenchimento na planilha semanal poderia trazer a sua obra. Outro motivo foi o preenchimento somente com serviços da estrutura.

Apesar de não ocorrer os registros de outros serviços na planilha de médio prazo, esta autora percebeu que existia a percepção de quais eram as atividades de

médio prazo por parte do gerente da obra. Materiais necessários para semanas seguintes eram adquiridos antecipadamente para que não faltassem quando eram necessários. Foi o caso dos blocos de cimento para execução da alvenaria. Apesar de não aparecerem nunca no *lookahead* – e no cronograma geral da obra já constarem como atrasados – os blocos foram comprados e utilizados conforme um cronograma existente na agenda do engenheiro de produção.

Da mesma maneira para a aquisição de aço, existia um técnico responsável em verificar, com semanas de antecedência, a quantidade necessária para a obra e fazer a compra. O concreto a ser comprado normalmente era verificado pelo engenheiro de produção no dia anterior a concretagem, ou no próprio dia, pois nesta etapa da obra ocorriam concretagens praticamente em todos os dias. Desta forma, foi possível verificar que a obra não tinha nada registrado, mas seu andamento fluía normalmente.

A partir da quarta semana, as planilhas eram preenchidas durante a reunião semanal e transpostas para o programa W3P (MENDES Jr. et al., 2001). Devido a alguns problemas neste programa e o fato do GRUPOTIC não trabalhar mais na manutenção deste programa este foi abandonado. Inicialmente pensou-se em utilizar um novo programa que estava sendo desenvolvido no projeto SIGEO do GRUPOTIC (UFPR). Este sistema é mais completo e voltado à gestão no canteiro de obras da construção civil. Como o sistema ainda não ficou em condições de uso, foi preciso mudar o plano da pesquisa e procurar empresas que já utilizassem o método. Assim, conseguiu-se acompanhar a obra da empresa A até a 14ª semana.

5.2 ESTUDO DE CASO EMPRESA B

A pesquisa tomou, então, dois rumos. O primeiro foi iniciar um estudo de caso múltiplo com empresas que já utilizassem o método sobre:

- soluções que as mesmas adotam atualmente para utilizá-lo;
- pesquisa da utilização de programas em suas obras; e
- sugestões das empresas sobre o desenvolvimento de um novo sistema (empresas B, C e D).

A empresa estudo de caso B é de médio porte, especializada na construção de residências de alto padrão e conjuntos habitacionais para populações

de baixa renda. Atua no mercado há dez anos. No período desse estudo contava com aproximadamente 250 funcionários, tendo no momento 2 engenheiros de obra. A empresa possuía sistema PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional) com nível A. No momento da entrevista, tinha 8 obras em andamento, sendo que cada engenheiro de obra era encarregado por 4 empreendimentos. Todas as obras da empresa estavam utilizando o método *Last Planner* de planejamento e reuniões semanais aconteciam com os proprietários da empresa para demonstração do andamento e de dificuldades encontradas nas mesmas. Entretanto, não existia um controle rígido de como estes dados seriam apresentados à diretoria da empresa. Por esta razão, os engenheiros ficavam livres para adotar planilhas de computador ou manuais.

Na empresa estudo de caso B foram feitas entrevistas com o diretor da empresa, com um dos engenheiros de obra e com o encarregado de uma das obras.

Segundo entrevista com o diretor da empresa, a mesma passou a utilizar o método a partir de 2000, em convênio com a Universidade Estadual de Londrina (UEL), na época com o projeto GEHIS (Gestão de Empreendimentos Habitacionais de Interesses Sociais). Foram passados para a empresa conceitos da construção enxuta, além dos conceitos do *Last Planner*. Inicialmente o método foi utilizado na empresa por um estagiário, que criou as planilhas a serem preenchidas e entregues nas reuniões com a diretoria da empresa. Devido a esta atitude, inicialmente o método não foi bem aceito pelos engenheiros de obra que, após assumirem o controle do planejamento, passaram a utilizar o método em todas as obras, conforme lembrou o diretor da empresa. A partir desse momento, os engenheiros de obra ficaram livres para criar seus próprios relatórios, desde que os dados fossem transmitidos à diretoria da empresa semanalmente. Assim como os engenheiros também tiveram liberdade para apresentar os modelos de relatórios que quisessem. Segundo a entrevista, os planos de longo prazo em obras residenciais de alto padrão não eram realizados, apenas definia-se uma data para o final da obra. Entretanto o médio e curto prazo eram mais utilizados, e ajudam muito no relacionamento com os clientes.

5.2.1 Funcionamento do Planejamento:

Inicialmente quando é entregue a proposta de preços já existe um cronograma de longo prazo, traçado com o engenheiro da obra e o diretor da empresa. Assinado o contrato, é realizada uma reunião na central da empresa para definir como a obra será executada, com quantas frentes de serviço e qual número de funcionários iniciais.

O cronograma de médio prazo é então traçado pelo engenheiro da obra, a partir do cronograma de longo prazo. Depois de realizado o plano de médio prazo, o engenheiro de obra se reúne com os empreiteiros contratados para determinar as metas para um mês de trabalho. Estes, ao serem contratados, já sabem quanto deve ser cumprido de serviços por mês e ficam conhecendo o método *Last Planner*, assim como as normas de PBQP-H da empresa. O médio prazo é realizado para um período de 4 semanas e só é revisto após 3 semanas. Inicialmente a empresa tentou ir reprogramando o médio prazo à medida que passava uma semana de curto prazo, mas achou que estava dando muito trabalho e não estava sendo aproveitado.

Reuniões semanais são realizadas para montagem do cronograma de curto prazo. O engenheiro leva pronto um planejamento com suas idéias para a próxima semana, que ele retira do médio prazo. E durante a reunião conversa com o mestre-de-obras e empreiteiros para saber qual a possibilidade de se cumprir este cronograma. Nesta mesma reunião ajustes são feitos, caso seja necessário.

Durante a semana, o engenheiro da obra vai verificando quais serviços estão sendo realizados e quais não irão cumprir o planejamento da semana em questão. Durante a reunião semanal ele faz o relacionamento das tarefas não cumpridas e o motivo pelos quais isto aconteceu.

Nas tarefas programadas não são anotados o número de funcionários necessários para realização do serviço. Os próprios empreiteiros se responsabilizam em colocar um número suficiente de funcionários para o cumprimento do planejado, assim como é o empreiteiro que faz a divulgação entre os funcionários de quais serviços deverão ser realizados na próxima semana. Mas o mestre-de-obras verifica a frequência dos funcionários e anota em quais serviços os mesmos estão trabalhando.

5.2.2 Características do Canteiro de Obras

Foi realizada uma visita em uma das obras da empresa, um condomínio residencial com área total de 4.046,20 m², com 10 blocos. Cada um deles tinha 8 unidades com área de 43,00 m². O cronograma desse empreendimento deveria ser cumprido em 10 meses, podendo se estender por mais 3 meses.

No quadro 5.2 verifica-se a tabela com as características do empreendimento:

QUADRO 5.2 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO - ESTUDO DE CASO B

Número de Blocos	10 unidades
Número de Apartamentos por bloco	8 apartamentos
Número total de apartamentos	80 apartamentos
Área de Piso por apartamento	43,00 M ²
Área total por apartamento	Aproximadamente: 50,00 M ²
Fundações	Sapatas
Alvenaria	Tijolos cerâmicos 10x15x20
Telhado	Estrutura em madeira e telhas cerâmicas vermelhas

Características para este empreendimento quanto ao planejamento: Os empreiteiros, ao serem contratados, já recebiam instruções sobre a quantidade de serviços a serem realizados semanalmente. Por exemplo, o pessoal de alvenaria deveria terminar um pavimento por semana. Caso o empreiteiro concluísse que não conseguiria cumprir o prazo, nem sequer era contratado.

Como a obra era de serviços repetitivos, depois de pouco tempo já se sabia o prazo gasto para a realização de cada atividade e o número de funcionários para a mesma. Portanto, o engenheiro levava o planejamento semanal pronto para os empreiteiros e muito raramente fazia alterações nesse cronograma. Nestas reuniões, eram solicitados os recursos necessários para a realização de cada serviço.

O planejamento de médio prazo era realizado para um mês, no qual eram apontados os materiais necessários a serem comprados com antecedência. Mas como a obra tinha características simples, nenhum material necessitava de um grande horizonte de compra antecipada.

O mestre-de-obras era o responsável em liberar o início e o fim de cada tarefa. Assim, os empreiteiros só iniciavam suas atividades se os serviços anteriores tivessem sido cumpridos pelo empreiteiro anterior e liberados pelo mestre-de-obras.

O engenheiro da obra trabalhava com planilhas em MSExcel® para o acompanhamento dos trabalhos. Segundo ele, inicialmente foram adotadas as planilhas fornecidas pela UEL, mas as mesmas sofreram alterações e foram se adequando ao uso das obras do engenheiro.

Em um mesmo arquivo o engenheiro da obra mantinha o cronograma de longo e médio prazos, além de planilhas para o curto prazo que eram preenchidas semanalmente importando os dados dos cronogramas de longo prazo. Mas alguns serviços eram mais detalhados, como o de concreto armado, que no cronograma macro definia-se apenas por blocos. Nos planos semanais este serviço foi aberto também em fôrma, armação e concretagem. Alguns exemplos das planilhas utilizadas nesta obra podem ser vistas a seguir, no planejamento de curto prazo(semanal) Figura 5.2 e de médio prazo (mensal) - Figura 5.3.

FIGURA 5.2 – MODELO DE CURTO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA B

		PLANEJAMENTO SEMANAL										SEMANA	21	
Obra : PIAZZA TOSCANA		Eng° : ELIAS					Mestre: ORLANDO					PERÍODO		
												29/dez	4/jan	
Nº	DESCRIÇÃO	P / R	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Equipe	S/N	PROVIDÊNCIAS			
1	Laje do Superior - Armação Bloco 9	P	X	X	X	X						Barbosa	S	
		R												
2	Laje do Superior - Concreto Bloco 9	P				X	X					El dorado	S	
		R												
3	Laje do Superior - Formas Bloco 8	P		X	X	X	X		X	X		Naldo	S	
		R												
4	Inst Elétrica - Tubulação de Laje Bloco 9S	P		X	X							Sinel	S	
		R												
5	Contrapiso Térreo + Imper de VB Bloco 10	P	X	X								El dorado	S	
		R												
6	Alvenaria Bloco 7S e 4T	P	X	X	X	X	X		X	X		El dorado	N	Faltou Bloco 4T
		R											Serviço não concluído	
7	Esq de Ferro - Janelas Bloco 5S; 5T; 7T	P		X	X	X	X		X	X		El dorado	N	Faltou Bloco 7T
		R											Serviço não concluído	
8	Esquadria Madeira - Batentes Bloco 2; 3; 6 e 5	P	X	X	X	X	X		X	X		El dorado	N	Faltou Bloco 5
		R											Serviço não concluído	
9	Cobertura - Estrutura + Telha Bloco 4	P	X	X	X	X	X					Mad São Jorge	S	
		R												
10		P												
		R												
EXECUTADO NÃO PROGRAMADO														
1		P												
		R												
2		P												
		R												
3		P												
		R												
4		P												
		R												
5		P												
		R												
PORCENTAGEM DA PROGRAMAÇÃO CONCLUÍDA: PPC=		66,67%												

FONTE: EMPRESA B

FIGURA 5.3 - MODELO DE MÉDIO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA B

[illegible]

FONTE: EMPRESA B

5.3 ESTUDO DE CASO EMPRESA C

A empresa estudo de caso C é de grande porte, especializada na construção de obras industriais, segmento educacional e edifícios residenciais. Atua no mercado há 39 anos. No período desse estudo contava com aproximadamente 500 funcionários, sendo que no mês anterior este número chegava a 800. A empresa possui sistema PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional) com nível A. No momento da entrevista contava com 10 obras em andamento. Mas somente uma delas estava utilizando o método *Last Planner* de planejamento. Esta obra era acompanhada por um engenheiro que começou a utilizar o método em 2000. Como agora utiliza os mesmos funcionários da primeira obra, trabalha novamente com o método.

Nesta empresa estudo de caso C foram realizadas entrevistas com o engenheiro de obras que utiliza o método *Last Planner* e também com o estagiário responsável que participa ativamente dos planejamentos da obra.

O método começou a ser implantado na empresa em 2000, durante a execução de dois edifícios residenciais. Cada engenheiro encarregado por estas obras utilizou o método de acordo com suas necessidades, já que a empresa não quer que o método seja utilizado somente por obrigatoriedade, mas pela facilidade que o mesmo traz ao planejamento.

A empresa não utiliza o método nas obras educacionais (que são as obras realizadas pela empresa em escolas ou universidades), que normalmente são empreendimentos que têm rápida conclusão, além de uma variação muito grande de número de serviços que mudam constantemente. Segundo a empresa, o tempo para treinar o pessoal seria muito grande, atrapalhando o andamento da obra.

Na primeira vez que o método foi utilizado eram realizadas reuniões semanais às segundas-feiras, nas quais participavam os encarregados, empreiteiros, o engenheiro e o estagiário. Os encontros que deveriam durar 1 hora acabavam se prolongando chegando a passar de 3 horas porque todos os encarregados participavam da reunião e a discussão avançava por todos os serviços em execução. Na obra seguinte o mestre-de-obras começou a conversar isoladamente com cada encarregado e empreiteiro já na sexta-feira para definir os serviços que seriam realizados na próxima semana e passava os dados para o

estagiário, que após formatá-los entregava uma cópia ao engenheiro. Com estes dados em mãos as reuniões da segunda-feira passaram a ser mais produtivas.

5.3.1 Funcionamento do Planejamento

Nesta empresa, cada engenheiro é responsável por suas obras, desde o planejamento até as compras necessárias para as mesmas. Dando total autonomia aos engenheiros, a aplicação do método *Last Planner* não é obrigatório. A idéia da empresa é que os funcionários encarem o método como uma forma de planejar as obras e não como uma maneira de dar nota aos serviços. À medida que se desenvolvam obras onde o método foi utilizado com sucesso, as experiências obtidas serão aproveitadas em outros empreendimentos, que também passarão a utilizar o *Last Planner*.

5.3.2 Características do Canteiro de Obra

Foi realizada uma visita na obra da empresa estudo de caso C, que utiliza o método atualmente. Trata-se de um edifício residencial com 18 andares, sendo que cada andar possui 2 apartamentos com área de 199,00 m² cada. O cronograma a ser cumprido é de 32 meses.

O quadro 5.3 mostra a tabela com as características do empreendimento.

QUADRO 5.3 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO - ESTUDO DE CASO C

Número de Andares	18 unidades
Número de Apartamentos por andar	2 apartamentos
Número total de apartamentos	36 apartamentos
Área total por apartamento	199,00 M ²
Opções de Planta	5 opções
Opções de Acabamentos	3 sugestões

Características para este empreendimento quanto ao planejamento:

O mestre-de-obras é um funcionário com segundo grau completo, com 20 anos de experiência e que está sempre aberto para novos desafios. O engenheiro da obra acredita que foram estas características que fizeram o método funcionar no

primeiro empreendimento onde foi implantado. Tal fato fez com que nesta obra, o método esteja funcionando sem problemas.

O empreendimento possui um cronograma de longo prazo que não é seguido, pois serve apenas para o setor de vendas ter conhecimento do prazo final da obra. O verdadeiro planejamento se dá no médio prazo, que é realizado pelo engenheiro da obra.

O engenheiro da obra realiza um planejamento de médio prazo considerando as principais atividades que serão realizadas no período de 3 meses, ou 12 semanas. Quando um mês se encerra, o próximo mês é planejado considerando-se as atividades que serão executadas neste período e alguns comentários sobre verificações que devem ser tomadas antes da realização da atividade (Figura 5.4).

FIGURA 5.4 – MODELO DE MÉDIO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA C

Período: 05/07/04 a 02/10/04

Nº.	Atividade	Julho				Agosto				Setembro				Comentários
		05/07 a 10/07	12/07 a 17/07	19/07 a 24/07	26/07 a 31/07	02/08 a 07/08	09/08 a 14/08	16/08 a 21/08	23/08 a 28/08	30/08 a 04/09	13/09 a 18/09	20/09 a 25/09	27/09 a 02/10	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														

Legenda:

P - Previsto

E - Executado

MP - mão de obra própria

MT - mão de obra terceirizada

VE - Verificação de Estoques

SM - solicitação de materiais

SE - solicitação de equipamentos

FONTE: EMPRESA C

Durante a semana, o engenheiro vai conversando com o mestre-de-obras em função do cronograma de médio prazo (uma cópia dele fica em edital na obra) e definições são tomadas em relação ao que deve ser cobrado dos encarregados e empreiteiros na sexta-feira.

Chegada a sexta-feira, o mestre-de-obras conversa isoladamente com cada encarregado e empreiteiro para definir dos serviços que serão realizados na

próxima semana. Com esta programação já se sabe o número de funcionários que serão necessários para cada serviço. Na tarde de sexta-feira, o estagiário da obra passa as decisões para uma planilha de MSeExcel®, que é entregue ao engenheiro. Ele, então, verifica se as medidas tomadas estão de acordo com o que foi planejado com o mestre-de-obras durante a semana.

Na segunda-feira é realizada uma reunião com todos os encarregados e empreiteiros, onde é lido o planejamento da semana e os funcionários conversam entre si sobre interferências que possam ocorrer entre um serviço e outro. Se forem necessários ajustes no planejamento, eles já são anotados de imediato. Neste mesmo dia uma cópia do planejamento a ser realizado na semana fica exposta no escritório da obra. Outras cópias são distribuídas para encarregado e empreiteiro, os responsáveis em se fazer cumprir o planejado. Na Figura 5.5 tem-se um modelo da planilha utilizada pela empresa. Estas reuniões duram cerca de uma hora, eliminando o inconveniente ocorrido na primeira obra, onde as reuniões se estendiam por mais de três horas.

FIGURA 5.5 – MODELO DE CURTO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA C

Planejamento Semanal de Tarefas													Obra:
													PPC =
													Período: __/__/__ a __/__/__
Nº	Atividade		S	T	Q	Q	S		Equipes	Comentários	Tarefas Reservas		
			M	T	M	T	M	T	M	T	M	T	
1		P											
		E											
2		P											
		E											
3		P											
		E											
4		P											
		E											
5		P											
		E											
6		P											
		E											
7		P											
		E											

FONTE: EMPRESA C

Ao final do mês são gerados gráficos de PPC ressaltando os principais motivos do não cumprimento do planejamento semanal. Estes gráficos são divulgados entre os funcionários da obra.

Pretende-se que nesta obra o PPC seja o mais real possível, para que se possa aprender com os erros. A intenção é não simplesmente se preocupar com o descumprimento de uma tarefa, mas com sua causa raiz. A obra utiliza uma lista de

causas fornecidas pelo Núcleo Orientado para Inovação da Edificação (NORIE) da UFRGS e adaptada para a empresa. Ver anexo 1.

Segundo o engenheiro, o cronograma de médio prazo realizado na obra quase chega a ser de longo prazo, devido ao fato de abranger 3 meses. Entretanto, ele é muito útil para a realização de compra de recursos e também para verificar serviços antecessores.

Ao se criar o curto prazo, os serviços do médio prazo são mais detalhados, inclusive descrevendo-se qual andar, apartamento e peça deverão ser feitos no dia. No primeiro edifício onde foi utilizado o método, existiam 6 opções de planta, acabaram se transformando em 34. Por esta razão, o planejamento semanal era extremamente detalhado. Acredita-se que neste empreendimento, o mesmo irá ocorrer, pois além de existirem 5 opções de planta, ainda há 3 opções de acabamento. Isto sem contar que, segundo o engenheiro, os compradores costumam misturar as opções, o que acaba gerando várias outras plantas.

De acordo com o engenheiro, apesar do edifício ter múltiplos pavimentos, não se utiliza muito da técnica de Linha de Balanço, pois muitas vezes é preciso esperar a venda do apartamento para depois realizar o planejamento. Conforme a planta escolhida, o apartamento fica com pontos hidráulicos e elétricos diferentes. Graças à utilização do método, os empreendimentos sempre são entregues no prazo, ou até mesmo antes dele.

5.4 ESTUDO DE CASO EMPRESA D

A empresa estudo de caso D é uma microempresa especializada em incorporações e construções. Atua no mercado há 25 anos. No período desse estudo contava com aproximadamente 9 funcionários, pois trabalha com sistema em empreita nos serviços. Somando-se os operários dos empreiteiros, o número de trabalhadores chega a 50. A empresa possui sistema PBQP-H (Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional) com nível A. No momento da entrevista tinha 4 obras em andamento. Somente uma delas estava utilizando o método *Last Planner* de planejamento. Tratava-se de uma obra repetitiva que utiliza o método desde 2000.

Nesta empresa estudo de caso D foram realizadas entrevistas com o engenheiro de obras que utiliza o método (ele também é o diretor da empresa) e com o técnico responsável pela obra, que participa ativamente dos planejamentos do empreendimento.

O método começou a ser implantado na empresa em 2000, nesta mesma obra em que está sendo utilizado atualmente. Na época, o engenheiro da obra realizava estudos sobre o método e o implantou para sua monografia. Como atestou ótimos resultados, o *Last Planner* continua sendo utilizado, uma vez que a duração total desta obra é de 10 anos.

A empresa pensou em utilizar o método em outros empreendimentos, mas ao tentar a implantação do mesmo, teve muita dificuldade em realizar o planejamento de médio prazo. Tentou elaborá-lo em MSExcel®, mas não conseguiu pois este planejamento dependia muito do dinheiro disponível para a realização da obra no mês desejado. Outro problema, segundo o diretor da empresa, era que esses empreendimentos não tinham as características de obras repetitivas.

Nessa empresa, nas obras que não eram repetitivas tinha-se como característica não detalhar a data que o serviço seria realizado, mas simplesmente planejá-lo para terminar até a sexta- feira. Também não era estipulado o número de funcionários. Além disso, o planejamento de médio prazo também não trazia detalhes. Todas estas características não aconteciam nas obras repetitivas, já que depois de algumas repetições, ficava bem claro quantos dias seriam necessários para cada atividade e quem as iria executar. Nas obras não repetitivas o horizonte do médio prazo era de 6 semanas. Nas obras repetitivas era de 4 semanas. O modelo da planilha de médio prazo, pode ser visto na Figura 5.6:

FIGURA 5.6 – MODELO DE MÉDIO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA D

			PROGRAMAÇÃO 4 SEMANAS					semana de ____/____/____ a ____/____/____ Elaborado por: ____ data ____/____/____	
item	Nº	ATIVIDADE	EQUIPE	1 / /	2 / /	3 / /	4 / /	APRONTAR	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

FONTE: EMPRESA D

Atualmente, o método *Last Planner* só está sendo utilizado em uma obra da empresa. Nas demais obras, o engenheiro ainda tenta implantá-lo, mas devido a problemas financeiros e novos funcionários, esta implantação ainda está lenta.

5.4.1 Características do Canteiro de Obra

Foram realizadas visitas na obra repetitiva da empresa, um condomínio de edifícios residenciais com 30 blocos de 940,32 m² cada um. Em cada um desses blocos há 16 apartamentos com área de 60,00 m². O cronograma é de 10 anos para a entrega de todos os blocos. O quadro 5.4 mostra a tabela com as características do empreendimento:

QUADRO 5.4 - CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO - ESTUDO DE CASO D

Número de Blocos	30 unidades
Número de Apartamentos por bloco	16 apartamentos
Número de andares	4 andares por bloco
Número total de apartamentos	480 apartamentos
Área total por apartamento	60,00 M ²
Característica	Alvenaria Estrutural
Ciclo de Produção	4 meses

Características para este empreendimento quanto ao planejamento:

A primeira visita à obra foi realizada em uma sexta-feira, dia em que são feitas as reuniões semanais. Desta reunião participam os encarregados de cada especialidade, o técnico da obra e o engenheiro da obra. Como antes desse encontro vários blocos já haviam sido executados, os encarregados sabiam quanto tempo era gasto para a execução de cada atividade. Entretanto, o cronograma de longo prazo ainda estava sendo ajustado de acordo com o cronograma de médio prazo e os de curto prazo. O cronograma de médio prazo era executado para um período de 4 semanas, pois o prazo para execução de cada bloco era de 4 meses, atingindo assim um percentual de 25 % da obra, sendo que esta era planejada por blocos. O médio prazo era atualizado, no máximo, a cada 2 semanas.

Durante essa visita foi possível constatar a existência de uma planilha para curto prazo que era preenchida manualmente, de acordo com serviços a serem executados e serviços terminados na semana. Os motivos do não cumprimento eram definidos como nove tipos (conforme pode ser visto na Figura 5.7) e descritos conforme o problema apresentado na tarefa. Mas o engenheiro da obra se queixava que depois de um tempo nada era feito em relação aos problemas apresentados e nunca era feito um gráfico com o PPC de cada semana da obra. O engenheiro já havia tentado utilizar o programa W3P (MENDES JR.. et al, 2001), mas devido a problemas enfrentados na sua utilização, este havia sido abandonado.

A seguir, na Figura 5.7 o modelo de curto prazo utilizado, que é preenchido durante as reuniões:

FIGURA 5.7 - MODELO DE CURTO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA D

			PROGRAMAÇÃO SEMANAL								semana de ____/____/____ a ____/____/____ data ____/____/____		
			Obra:		Elaborado por:								
item	Nº	ATIVIDADE	EQUIPE		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	exec/ prog	PROBLEMAS	
			Quem	Tam.								Tipo	Descrição
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
TOTAIS													

Problemas/Tipo: 1-Acidentes; 2-Clima; 3-Contrato; 4-Equipamento; 5-Material; 6-Pessoal; 7-Programação; 8-Projeto; 9-Tarefas Anteriores.

FONTE: EMPRESA D

Na última visita à obra, não era mais feito o cronograma de médio prazo. O cronograma de longo prazo já estava tão ajustado que tudo era feito nele. Utilizando-se o filtro do programa MSPProject® era impressa a planilha dos serviços da semana seguinte. Durante a reunião semanal era preenchida a planilha de curto prazo ainda manualmente e os cálculos de PPC continuavam a ser anotados somente nesta planilha, também à mão.

A única mudança observada foi em relação aos cálculos semanais dos PPC. Por causa do PBQP-H, tais apontamentos eram transferidos para um programa chamado Sistema de Mapeamento de Processo (SMP), fornecido pelo Serviço Nacional da Indústria (Senai). Nesse programa criava-se um gráfico com os PPC que indicava quais deles estavam abaixo de 70%, que era a meta da empresa.

Os motivos apresentados para não o cumprimento dos serviços continuavam os mesmos. O planejamento de médio prazo, que era de 4 semanas, deixou de existir. O número de funcionários a realizar cada tarefa também deixou de

ser anotado devido ao fato do engenheiro não transferir esta informação para nenhum outro local, ficando estas estatísticas sem valor para o mesmo.

Mensalmente eram realizadas reuniões para verificação dos motivos macros mais apresentados e início de uma ação preventiva na obra. A preocupação ficava somente em entregar 16 apartamentos a cada 4 meses, pois como a obra é auto-financeável, não existe a preocupação de cumprimento de prazos com bancos.

5.5 ESTUDO DE CASO EMPRESA E

O segundo rumo foi o envio de questionário formulado após as entrevistas com as empresas B, C e D. Procurou-se, neste questionário (Apêndice 1) , envolver todas as perguntas feitas às empresas acima mencionadas.

A empresa estudo de caso E é de médio porte, especializada na construção de obras industriais e comerciais. Atua no mercado há 21 anos. No período desse estudo contava com aproximadamente 150 funcionários. No momento da entrevista tinha 8 obras em andamento. Em todas elas estava utilizando o método *Last Planner* de planejamento. A empresa possui NBR-ISO 9002.

O método começou a ser implantado na empresa em 1998, durante o estudo de um engenheiro que não pertencia ao quadro da empresa, mas realizava sua pesquisa de doutorado do PPGEC/UFRGS na empresa. A partir desta data, o uso do método foi ampliando-se dentro da empresa.

O questionário foi respondido por um engenheiro da obra, que defendeu sua dissertação sobre PCP em fevereiro de 2003. Portanto, tinha pleno conhecimento do assunto abordado.

Para a programação de curto prazo são realizadas reuniões semanais com a participação dos encarregados de campo, dos fornecedores, do mestre-de-obras, do técnico de segurança da empresa, dos possíveis fornecedores e do engenheiro de produção da empresa. Estas reuniões são realizadas semanalmente. Nelas é apresentado um “pré-plano” utilizado para a condução das discussões. Caso seja necessário, ajustes são feitos neste “pré-plano”.

O planejamento de médio prazo normalmente é realizado para 4 semanas, mas a empresa já chegou a fazê-lo para 8 semanas. Ele é atualizado semanalmente ou quinzenalmente em uma reunião onde participam os responsáveis pelos

fornecedores de serviços, o chefe da obra, o engenheiro de produção e o técnico de segurança.

A empresa costuma utilizar os programas MSeExcel® e MSProject® para realização de seus planejamentos. No MSeExcel®, são montadas as planilhas utilizadas para o planejamento de curto prazo, que pode ser vista na Figura 5.8. Nos campos destinados a identificação dos dias a serem trabalhados é anotada a quantidade de funcionários que deveriam ser disponibilizados para realizar o pacote de trabalho. Nas palavras do engenheiro responsável, “com a identificação dos funcionários é possível distribuir de maneira mais uniforme o fluxo de trabalho na obra melhorando, com isto, a transparência do processo e o controle da produção”. Do próprio *software* pode-se obter gráficos com os PPC semanais.

FIGURA 5.8 – MODELO DE CURTO PRAZO FORNECIDO PELA EMPRESA E

Empresa		PLANEJAMENTO SEMANAL Planejamento x Execução	Obra: Pirelli Engenheiro : Eduardo Mestre: Edmilson Estagiário: Luciano	Período 1								FM 111-00		
				27/2/2002 à 05/03/02								24ª Semana		
												27/02/02		
				PPC = Soma 100 % Sem total itens								Data :		
												24/03/02		
	Equipe	Pacote de Trabalho		Duração		27	28	01	02	03	04	05	Executado	Problema
						Q	Q	S	S	D	S	T	%	
1	EDMILSON	LIMPEZA DA CORTINA DA GALERIA - A3		1	P			2			4	4	90%	1.1
					E			2				3		
2	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DAS VIGAS DE FUNDAÇÃO DA OFICINA EXISTENTE - E		2	P	2	2						100%	
					E	2	2	2						
3	EDMILSON	CORTE DAS JUNTAS PARA DEMOLIÇÃO DO PISO - E		1	P	2							100%	
					E	1								
4	EDMILSON	DEMOLIÇÃO DA CORTINA DA GALERIA DO A3			P									
					E						1			
5	EDMILSON	PASSARELA DE MADEIRA OFICINA			P									
					E									
				Total	P	4	2	2	0	0	4	4		
					E	3	2	4	0	0	3	5		

FONTE: EMPRESA E

Para o planejamento de médio prazo é utilizado o programa MSProject®, além de uma lista de restrições. Para monitorar a eficácia desse planejamento calcula-se um índice chamado de Índice de Remoção de Restrições (IRR).

A realização do planejamento de longo prazo é feito por meio de um cronograma físico de atividades, com a utilização do MSProject®.

Atualmente, o longo prazo é atualizado manualmente com o auxílio do médio prazo. Mas a empresa recebeu um *software* do Centro de Excelência em Gestión de Producción - GEPUC do Chile, que deve integrar longo, médio e curto prazo. Este programa deverá ser testado, em breve, pela empresa.

5.6 ESTUDO DE CASO EMPRESA F

A empresa estudo de caso F é de médio porte e especializada em incorporação imobiliária. Atua no mercado há 30 anos. No período desse estudo contava com aproximadamente 300 funcionários. No momento da entrevista tinha 5 obras em andamento. Em todas utilizava-se o método *Last Planner* de planejamento. A empresa possui NBR-ISO 9001-2000.

O questionário foi respondido por um engenheiro da obra que, conforme contato telefônico, tinha pleno conhecimento do assunto questionado.

O método começou a ser implantado na empresa em 2000. Para a programação de curto prazo são realizadas reuniões semanais com a participação dos engenheiros, mestres-de-obra e encarregados. Dependendo do modo de trabalho de cada engenheiro é realizado um pré-planejamento.

O planejamento de médio prazo é realizado para 12 semanas e atualizado mensalmente.

A empresa costuma utilizar os programas MSEXcel® e MSProject® para realização de seus planejamentos. No MSEXcel® são montadas as planilhas utilizadas para o planejamento de curto prazo, obtendo-se gráficos de PPC e de Pareto.

O planejamento de longo prazo gera as informações necessárias para a elaboração das 12 semanas de médio prazo. Deste planejamento saem as informações para o curto prazo, geradas pelo *software* MSProject®.

A empresa também vai receber o *software* do Gepuc do Chile, para integrar longo, médio e curto prazos. Este programa deverá ser testado, em breve, pela empresa.

5.7 ANÁLISE DOS ESTUDOS DE CASO

Com a realização da intervenção no estudo de caso A, e depois de realizadas as entrevistas com as empresas B, C e D, pode-se fazer um comparativo com o questionário respondido pelas empresas E e F, descobrindo-se necessidades ou requisitos em comum entre as empresas, e necessidades particulares de cada uma delas. Estas necessidades estão resumidas no quadro 5.5 e contribuem para a

modelagem do programa, apresentada no próximo capítulo, de modo que esta modelagem venha a atender praticamente todas estas necessidades das empresas estudadas.

QUADRO 5.5 - RESUMO DAS NECESSIDADES DAS EMPRESAS ESTUDADAS.

Necessidades	Estudo A	Estudo B	Estudo C	Estudo D	Estudo E	Estudo F
Planejamento de Longo Prazo	Sim	Sim - Já vem pronto	Sim	Sim	Sim	Sim
Planejamento de Médio Prazo	+ ou -	Sim - 4 semanas	Sim - 3 meses	Sim - 6 semanas	Sim - de 4 a 8 semanas	Sim - 12 semanas
Planejamento de Curto Prazo	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Cadastro de Equipes	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	-
Cadastro de Problemas	Sim	Sim	Sim – Norie	Sim	Sim	Sim
Cadastro de Locais	Sim	Sim	Sim – detalhado	Não	-	-
Cadastro de Restrições	Não	+ ou -	+ ou -	Não	Sim	-
Gráfico de PPC	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
Utilizam MSeExcel®	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Utilizam MSProject®	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Outro Programa	Sim - W3P	Não	Não	Sim - W3P	Sim - do Chile	Sim - do Chile

6 MODELAGEM DO SISTEMA

Este capítulo apresenta o desenvolvimento da modelagem de um sistema voltado ao método *Last Planner* de planejamento. Para que isto fosse possível, levou-se em conta: as dificuldades da autora em implantar o método no estudo de caso A; a revisão bibliográfica sobre empresas que adotam o método e utilizam ferramentas computacionais, apresentada no capítulo 3; as entrevistas realizadas nas empresas estudos de caso B, C e D; e as respostas aos questionários enviados para as empresas E e F, apresentadas no capítulo 5.

Inicialmente são organizadas as necessidades nos estudos de caso e na revisão bibliográfica e apresentada a solução no modelo para cada necessidade. Em seguida são apresentados os diagramas UML do modelo desenvolvido e finalmente a especificação das telas do programa proposto.

Dos diagramas Estruturais existentes, será apresentado neste trabalho o Diagrama de Classes que apresenta elementos conectados por relacionamentos. Usado para exibir entidades do mundo real, além de elementos de análise e projeto.

E dos diagramas Dinâmicos: Os Diagramas de Casos de Uso e o Diagrama de Atividades.

O diagrama de caso de uso mostra os atores e seus relacionamentos que expressam a funcionalidade de um sistema. O diagrama de atividades representa a execução de ações ou atividades e os fluxos que são disparados pela conclusão de outras ações ou atividades.

6.1 REQUISITOS FUNCIONAIS E OPERACIONAIS

6.1.1 Descrição do Modelo

O modelo tem seu foco no Sistema *Last Planner* de Planejamento e, para isto, contém telas para os planejamentos de longo, médio e curto prazo para facilitar a implantação do método em obras.

6.1.2 Controle de Segurança

O modelo só poderá ser acessado com uma chave de acesso, por isso a empresa terá usuários e senhas previamente cadastrados. Somente os gerenciadores terão acesso às obras, uma vez que o sistema é exclusivamente para planejamento e controle.

As informações de cadastro de tarefas, obras, duração e problemas, entre outros, serão elaboradas ou alteradas somente por usuários devidamente autorizados.

6.1.3 Funções Detalhadas - Especificações

Depois de realizada a revisão bibliográfica e os estudos de casos comentados no capítulo 5 foi se observando as necessidades e os requisitos das empresas que utilizam o LPS® com relação a informações a serem apresentadas nas telas e cadastros úteis para o emprego de um software voltado ao sistema. O resumo destas necessidades encontra-se ao final do capítulo 5.

Concluiu-se pela necessidade das seguintes telas:

- a) Realizar o planejamento de longo, médio e curto prazo;
- b) Cadastrar equipes;
- c) Cadastrar problemas;
- d) Cadastrar locais de trabalho
- e) Cadastrar Restrições

Neste item é avaliada cada necessidade, a qual é comentada pela autora, e em seguida é apresentada a solução que seria tomada na modelagem do software.

- a) Realizar planejamento de longo, médio e curto prazo.

Comentário: Conforme analisado nos estudos de caso, nem todas as empresas utilizam o planejamento de longo, médio e curto prazo, exceto em alguns tipos de obra.

Solução: O modelo é composto desses três tipos de planejamento, mas por esta razão os mesmos funcionam independentes, podendo ou não ser utilizados em conjunto

b) Cadastrar equipes

Comentário: Conforme observado nos estudos de caso, algumas empresas indicam qual equipe irá realizar as atividades no médio prazo. Outras indicam somente qual equipe irá realizar as tarefas de curto prazo. Tanto em um caso como no outro, as equipes devem ser cadastradas.

Solução: O modelo prevê o cadastro das equipes, independentemente de onde as mesmas serão utilizadas. Este procedimento pode ser feito pelo nome do funcionário, nome do empreiteiro ou função, conforme visto na Figura 6.1.

FIGURA 6.1 – MODELO DE CADASTRO DE EQUIPES

	Funcionário	Empreiteiro	Função
▶	João da Silva		Encarregado
		BBC_Gomes	Servente
	André Vicentin	UDL	Pintor
			Encanadores

Registro: 1 de 4

c) Cadastrar problemas

Comentários: Após a não conclusão de uma tarefa no curto prazo, todas as empresas relatam o problema que justifique o mesmo, sendo que algumas delas utilizavam uma relação que foi fornecida pelo NORIE à empresa.

Solução: O modelo possui uma relação de problemas já disponíveis, retirados da lista de causas (adaptado de BERNARDES, 2001) que podem ser editados e ou inseridos novos problemas, esta relação pode ser observada na Figura 6.2.

FIGURA 6.2 – MODELO DE CADASTRO DE PROBLEMAS

Problemas			
CADERASTROS			
	Código	Tipo	Problema
▶	A1	PLANEJAMENTO	Falta de mão obra própria (falta de previsão)
	A2	PLANEJAMENTO	Falta de mão obra empreitada (falta de previsão)
	A3	PLANEJAMENTO	Falta de material (falta de previsão)
	A4	PLANEJAMENTO	Programação com excesso do nº de serviços
	A5	PLANEJAMENTO	Produção da mão de obra superestimada (prevista)
	A6	PLANEJAMENTO	Erros de Planejamento
	A7	PLANEJAMENTO	Faltou Equipamento (faltou previsão)
	A8	PLANEJAMENTO	Falta de definição (especificação) no planejamento
	A9	PLANEJAMENTO	Outros
	B10	PROJETO	Falta de projeto executivo na obra
	B11	PROJETO	Falta de detalhamento / definição do projeto
	B12	PROJETO	Alteração do projeto
	B13	PROJETO	Local de trabalho inacessível
	B14	PROJETO	Projeto excessivamente complexo
	B15	PROJETO	Incompatibilidade entre projetos
	B16	PROJETO	Outros
	C17	MÃO DE OBRA	Falta de mão de obra própria (absenteísmo)
	C18	MÃO DE OBRA	Falta de mão de obra empreitada (absenteísmo)
	C19	MÃO DE OBRA	Baixa produção da mão de obra (executada)
	C20	MÃO DE OBRA	Outros
	D21	MATERIAL	Falta de material (entrega fora do prazo)
	D22	MATERIAL	Falta de definição do material
	D23	MATERIAL	Má qualidade do material

Registro: 1 de 31

d) Cadastrar locais de trabalho

Comentário: Conforme visto em nosso estudo de caso A existiam na obra várias maneiras de se especificar locais ou áreas de trabalho (*work areas*), entre elas: torre, áreas periféricas, andares entre outros. Este mesmo fato foi observado nas entrevistas. De acordo com cada empresa foram descritos locais como: andares, blocos, apartamentos, entre outros.

Solução: No modelo para cadastro do local, o usuário conta com as opções, como locais, andar e apartamento. É possível preencher uma ou mais opções, este modelo pode ser observado na Figura 6.3.

FIGURA 6.3 – MODELO PARA CADASTRO DE LOCAIS

Locais

	Local	Andar	Apartamento
▶	Torre 1		
	Torre 2		
		1º Pav	
		2º Pav	
		3º Pav	
		3º Pav	301
	Torre 2	3º Pav	302
*			

Registro: 1 de 7

CADASTROS

Criar Andares

e) Cadastrar restrições

Comentário: Conforme citado em (HOWELL, 2002), as restrições deveriam ser classificadas em três categorias: ordens de serviço, pré-requisitos e recursos. Contudo, nos estudos de casos foram observadas várias outras restrições.

Solução: Neste modelo resolveu-se criar um número maior de classes para dar mais opções aos usuários. São elas: material, mão-de-obra, equipamento, planejamento, projeto, geral ou outras.

Nas restrições deve-se indicar a que categoria ou classe cada uma delas pertence, além de quem é o responsável pela mesma e qual a data limite para sua remoção, conforme visto na Figura 6.4.

FIGURA 6.4 – MODELO PARA CADASTRO DE RESTRIÇÕES

SISTEMA DE ANÁLISE DE RESTRIÇÕES							
A	B	C	D	E	F	G	H
Nº	Restrição	Classe	Tarefa	Responsável	Data Limite	Situação Atual	Data de Remoção
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							

6.1.3.1 Planejamentos:

Nos três planejamentos estudados também existem necessidades específicas de cada um, as quais são comentadas pela autora, e em seguida é apresentada a solução que seria tomada na modelagem do *software*.

6.1.3.1.1 Longo prazo

a) Importação de dados

Comentário: Nas empresas que utilizam o planejamento de longo prazo, este é desenvolvido em MSExcel® ou em MSProject®. As empresas julgam que estes dois programas atendem as necessidades da elaboração de um cronograma-macro e facilitam a apresentação do mesmo para o cliente.

Solução: O modelo prevê a importação de dados desses dois programas.

b) Integração entre os planos curto, médio e longo prazos.

Comentário: A dificuldade de analisar o programado com o executado é mencionada por algumas empresas, que após realizado as tarefas não conseguem descobrir se estas estão no prazo ou não.

Solução: Devido a este fato o modelo mostra as datas iniciais e finais programadas, e após a utilização e conclusão das tarefas o modelo transfere as datas reais executadas para o longo prazo.

6.1.3.1.2 Médio prazo

a) Utilização do plano de médio prazo para as obras.

Comentário: O planejamento de médio prazo não é realizado para todos os empreendimentos das empresas estudadas, sua duração e sua atualização dependem muito do tipo de obra a ser executada.

Solução: Por esta razão o modelo pergunta a cada obra quantas semanas serão programadas do médio prazo, caso deseje ser feita esta programação.

b) Detalhamento das atividades em tarefas.

Comentário: No planejamento de médio prazo, a maioria das empresas não chega ao nível de tarefas, mas sim as atividades, que serão realizadas naquele

período programado apesar desse horizonte variar muito de empresa para empresa, todas anotam a atividade a ser executada, a data de início a data de fim.

Solução: Na tela de médio prazo, após escolhido o número de semanas, deve-se identificar as atividades previstas com suas respectivas datas de início e fim.

c) Indicação da equipe que irá realizar a atividade.

Comentário: Nem todas as empresas destacam no médio prazo qual equipe irá realizar a atividade, e em BALLARD, (2000), vê-se que esta equipe é anotada juntamente com a atividade a ser realizada.

Solução: Para facilitar a entrada de dados no modelo o campo de equipe no médio prazo, pode ou não ser preenchido.

d) Informar as providências / restrições das atividades.

Comentário: Algumas empresas utilizam o termo: providências que devem ser tomadas antes da realização das atividades, outras o termo restrições.

Solução: O modelo utiliza o termo restrições que pode ou não ser indicado para o médio prazo. Maiores detalhes em cadastro de restrições.

6.1.3.1.3 Curto prazo

a) Cadastro ou importação de atividades / tarefas

Comentário: Nos estudos de caso, as empresas cadastram as tarefas a serem executadas na semana referida, ou importam este dado dos seus planejamentos de médio ou longo prazo.

Solução: O modelo possibilita a digitação das tarefas, ou a importação das mesmas, vindo do médio ou longo prazos. Se o usuário importar uma atividade que não tem tarefas, esta será criada com o mesmo nome da atividade.

b) Cadastro de tarefas não programadas

Comentário: No caso do não cumprimento das tarefas do plano semanal o planejador pode iniciar a execução de outras tarefas.

Solução: Estas tarefas devem ser cadastradas nos campos específicos para “tarefas não programadas”. Para o cálculo do PPC, estas são calculadas à

parte, no PPC_{extra}. Estas tarefas não programadas também podem ser previamente incluídas no plano semanal como “tarefas reservas”, nos campos específicos

c) Explosão de atividades em tarefas.

Comentário: Algumas empresas relataram a dificuldade da importação dos dados do cronograma-macro para elaborar o curto prazo pois, conforme citado, algumas atividades devem ser separadas em tarefas. Por exemplo: a concretagem da laje é decomposta em: forma da laje, armadura da laje, protensão da laje.

Solução: Se importar a atividade o usuário ainda tem a opção de explodir a mesma em tarefas. Se isto acontecer, o programa guarda no seu banco de dados a qual atividade a tarefa pertence. Maiores detalhes de como esta explosão pode ser feita encontra-se na descrição da tela de curto prazo no item 6.4.3.

d) Cadastro dos locais de execução

Comentário: No curto prazo, as empresas estudadas costumam detalhar qual o local para execução da tarefa, seja ele um edifício, bloco, andar, ou apartamento.

Solução: O campo de locais fica disponível para o usuário importar os que já foram relacionados nos cadastros. Caso um local não tenha sido cadastro, isto pode ser feito na tela de curto prazo. Este campo é opcional, podendo ficar em branco para todas as tarefas ou apenas algumas.

e) Número de dias trabalhados na semana

Comentário: Na intervenção, observou-se que os dias trabalhados na semana variavam de acordo com o ritmo das atividades. Alguns finais de semana eram trabalhados, outros não.

Solução: No modelo, caso o usuário queira nunca utilizar alguma data na semana, basta clicar com o botão direito do mouse e escolher a opção “Bloquear dia da semana”. Caso queira bloquear somente um dia a opção escolhida deve ser “Bloquear este dia”. Todos os dias bloqueados podem ser desbloqueados a qualquer momento. Mas ao serem bloqueados, o campo muda de cor e nada pode ser inserido no mesmo.

f) Número de funcionários da equipe que irá executar a tarefa no dia.

Comentário: No planejamento de curto prazo, as empresas estudadas costumam indicar, em cada dia da semana, o número de funcionários que está

previsto para a realização da tarefa, ou pelo menos indicar com um “x” em qual dia a tarefa será realizada. Após o término da semana, as empresas voltam ao plano indicando o executado.

Solução: Por este motivo, o modelo dispõe da opção de indicar ou não o número de funcionários da equipe que irá trabalhar, tanto o previsto quanto o executado. É possível utilizar números ou somente um “x” para marcar os dias da semana, um exemplo desta explicação pode ser vista na Figura 6.5:

FIGURA 6.5 – INDICAÇÃO DO NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS X DIA

	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe
P		5	4					JCL
E		5	4					
P			5	5				JCL
E			4	3				
P				5				NEYL
E				5				
P			x	x	x	x		WBC
E			x	x	x	x		

g) Cadastro da equipe no curto prazo

Comentário: Ao contrário do médio prazo, no curto prazo é comum se indicar qual equipe irá realizar a tarefa, mesmo que não seja apontado o número de funcionários desta equipe.

Solução: Caso o usuário já tenha feito o cadastro da equipe que deseja utilizar, esta informação pode ser importada pelo sistema. Mas se este cadastro ainda não foi realizado, a tela correspondente às equipes é aberta. Assim, é possível fazer o cadastro no momento do planejamento.

h) Tarefas cumpridas x tarefas não cumpridas

Comentário: Algumas empresas somente indicam se a tarefa foi cumprida com um “S” (Sim) ou não cumprida com um “N” (Não). Porém existem casos de empresas que preferem indicar a porcentagem de tarefas realizadas.

Solução: Para isto, o modelo interpreta as porcentagens, mas só considera o “S” nos casos em que o executado é maior ou igual ao programado. Caso contrário, o modelo interpreta como “N”, considerando, desse modo, os dados para

cálculo do PPC. A porcentagem programada e executada pode ou não ser preenchida, de acordo com o usuário, mas sempre será em porcentagem. Caso o usuário não queira utilizar esta opção, basta preencher com 100% (concluído) ou 0% (não concluído). A Figura 6.6 demonstra a parte da tela onde as tarefas são programadas.

FIGURA 6.6 - TAREFAS CUMPRIDAS X TAREFAS NÃO CUMPRIDAS

Tarefas Programadas															
Nº	Tarefas da Semana	Local		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Progr. (%)	Exec. (%)	Restrição	Problemas
1	Chapisco	1º Pav	P		5	4					JCL	100%	100%		
			E		5	4									
2	Emboço	1º Pav	P			5	5				JCL	100%	100%		
			E			4	3								
3	Reboco	1º Pav	P				5				NEYL	100%	100%		
			E				5								
4	Chapisco	2º Pav	P			x	x	x	x		WBC	90%	65%		C18
			E			x	x	x	x						

i) Transferência de tarefas para outras semanas

Comentário: Nem sempre uma tarefa é concluída na semana em que foi planejada. Nestes casos, as empresas costumam prorrogar a tarefa para a próxima semana, mas sempre tomando o cuidado para que isto não venha a incorrer em mais atrasos.

Solução: As tarefas cuja porcentagem executada seja menor que a programada serão transferidas automaticamente para a próxima semana. Com isto, a tarefa irá aparecer em cor diferente das outras, conforme visto na Figura 6.7. A porcentagem colocada será de: “100% - Executado anteriormente”, podendo este valor ser editado. Caso o usuário queira adiar mais a tarefa, basta clicar no pacote da próxima semana para onde foi a tarefa e com o botão direito do mouse escolher a opção “Enviar para semana ‘x’”.

FIGURA 6.7 – TAREFAS TRANSFERIDAS PARA OUTRA SEMANA.

Tarefas Programadas														
Nº	Tarefas da Semana	Local		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Progr. (%)	Exec. (%)	
1	Chapisco	2º Pav	P	x	x						WBC	35%		
			E											

Enquanto uma tarefa não apresentar – no seu percentual executado acumulado – o valor de 100%, a mesma irá se repetir na próxima semana. Isto quer dizer que, se for programada uma tarefa como 70% e depois for colocado o

executado como 50%, o programa automaticamente guarda nos bancos de dados como o executado desta tarefa = 50%. Este valor se acumula até atingir 100%.

j) Indicação do problema ocorrido

Comentário: Depois da não conclusão de uma tarefa no curto prazo, todas as empresas relatam o problema que possa justificar o mesmo. Algumas delas utilizavam a relação fornecida pelo NORIE. Outras possuem sua própria relação de problemas.

Solução: Caso a coluna de programado for maior que a de executado, automaticamente o programa irá solicitar a opção “Problema”, abrindo todas as opções de problemas já cadastrados.

k) Cadastrar restrições no curto prazo

Comentário: De acordo com a teoria do sistema *Last Planner* de Planejamento, tarefas com restrições não devem ser aceitas para a semana planejada. Segundo algumas empresas estudos de caso, algumas tarefas são programadas para a próxima semana, mesmo ainda tendo restrições, pois as mesmas podem ser retiradas durante a semana.

Solução: O modelo aceita esta opção, caso o usuário pretenda remover a restrição durante a semana. Ao clicar em “Restrição” aparecem as restrições já cadastradas. Para cadastrar uma nova restrição, basta clicar na coluna “Restrição” e executar conforme descrito na tela.

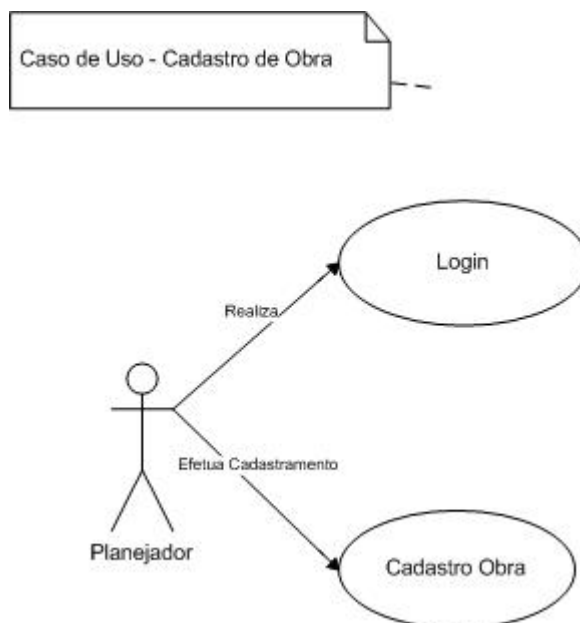
6.2 DIAGRAMA DE CASOS DE USO

Segundo MELO (2004) um caso de uso, do inglês *Use Case*, descreve uma seqüência de ações que representam cenários principais e alternativos, com o objetivo de demonstrar parte ou total comportamento de um sistema, através de interações com atores.

Segundo esta mesma autora não é obrigatória a construção de diagramas de caso de uso, mas sua existência permite uma visão geral dos relacionamentos entre casos de uso ou entre casos de uso e atores. Por esta razão a seguir são apresentados quatro casos de usos da modelagem do sistema, os mesmos podem ser vistos nas figuras 6.8, 6.9, 6.10 e 6.11 a seguir:

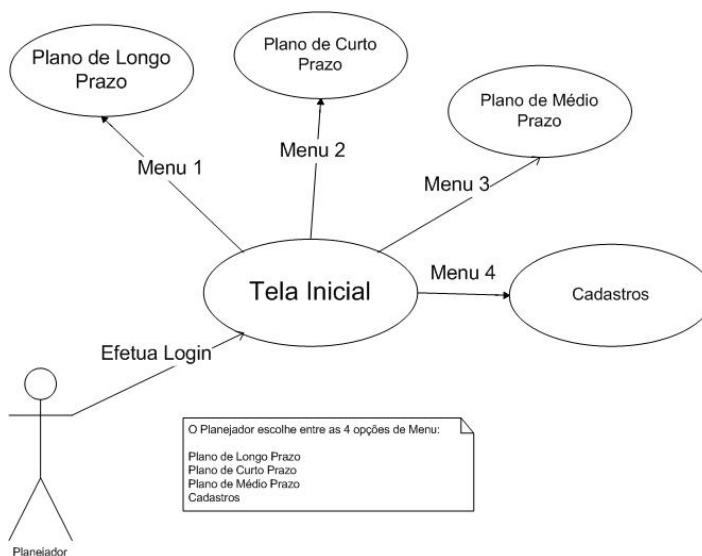
6.2.1 CASO DE USO – Cadastro de Obra

FIGURA 6.8 – DIAGRAMA DO CASO DE USO - CADASTRO DE OBRA



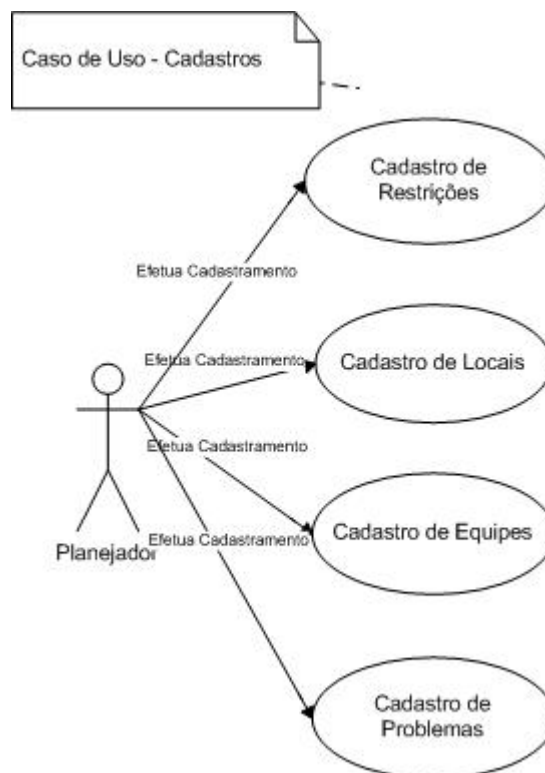
6.2.2 CASO DE USO – Entrar na Obra

FIGURA 6.9 - DIAGRAMA DO CASO DE USO - ENTRAR NA OBRA



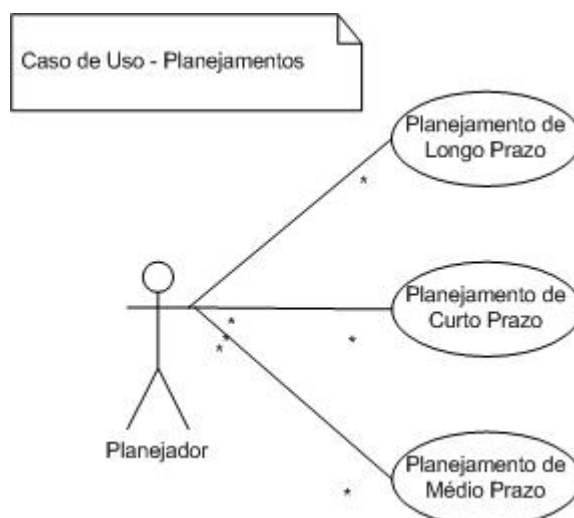
6.2.3 CASO DE USO – Realiza Cadastros

FIGURA 6.10 - DIAGRAMA DO CASO DE USO - CADASTROS



6.2.4 CASO DE USO – Realiza Planejamentos

FIGURA 6.11 - DIAGRAMA DO CASO DE USO - PLANEJAMENTOS

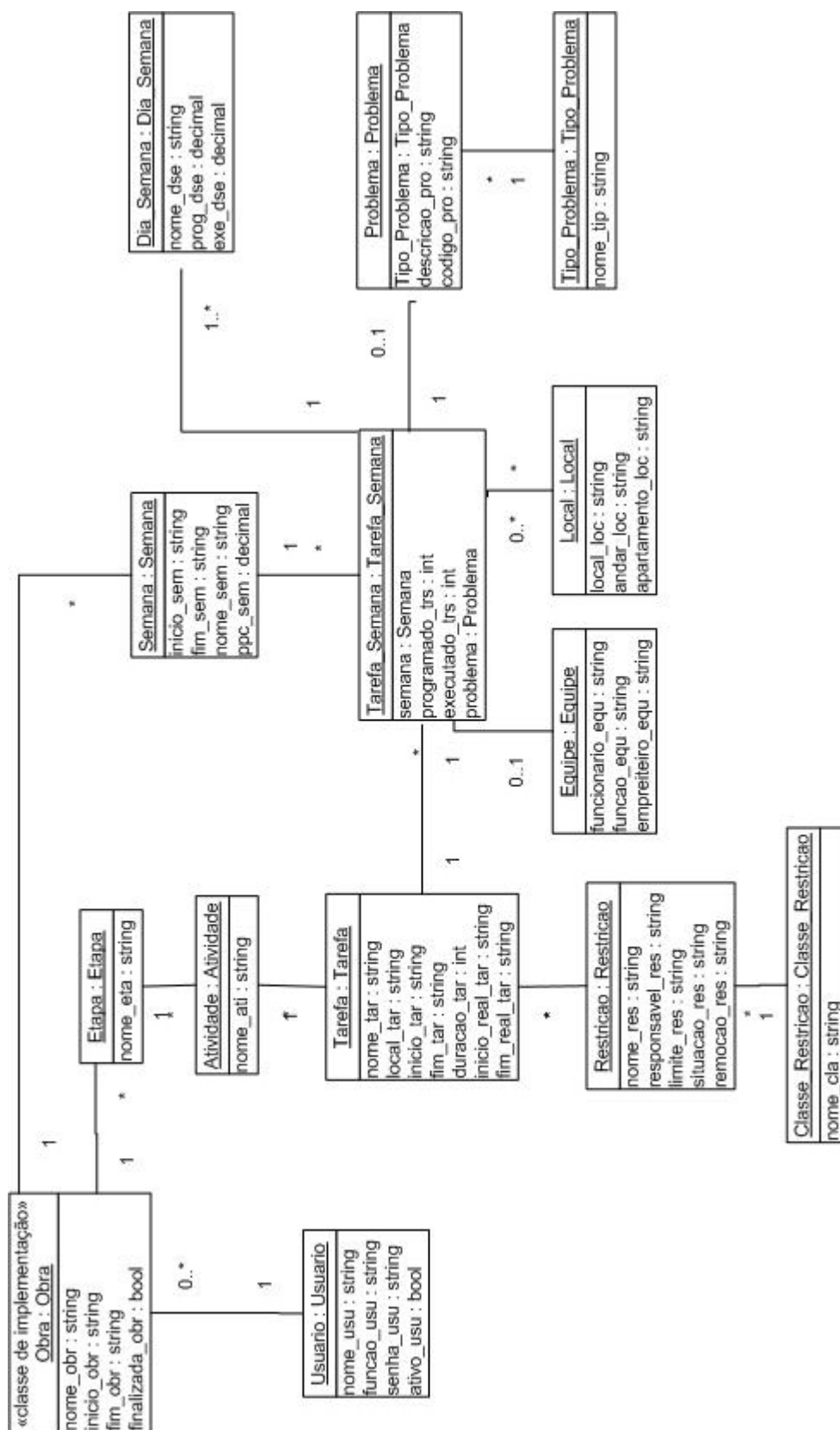


6.3 DIAGRAMA DE CLASSES

A modelagem do sistema foi feita em UML, e desenvolvida sob a análise orientada a objetos; devido a isto, segundo MELO (2004), deve-se documentar os objetos definidos nos requisitos do sistema.

Segundo esta autora depois de extraídos dos requisitos os objetos da aplicação, é necessário separar e classificar suas características, modelando por conseguinte, as classes do sistema. E principalmente indicando o relacionamento entre estas classes. Isto é demonstrado no diagrama de classes do sistema na Figura 6.12 a seguir:

FIGURA 6.12 - DIAGRAMA DE CLASSES

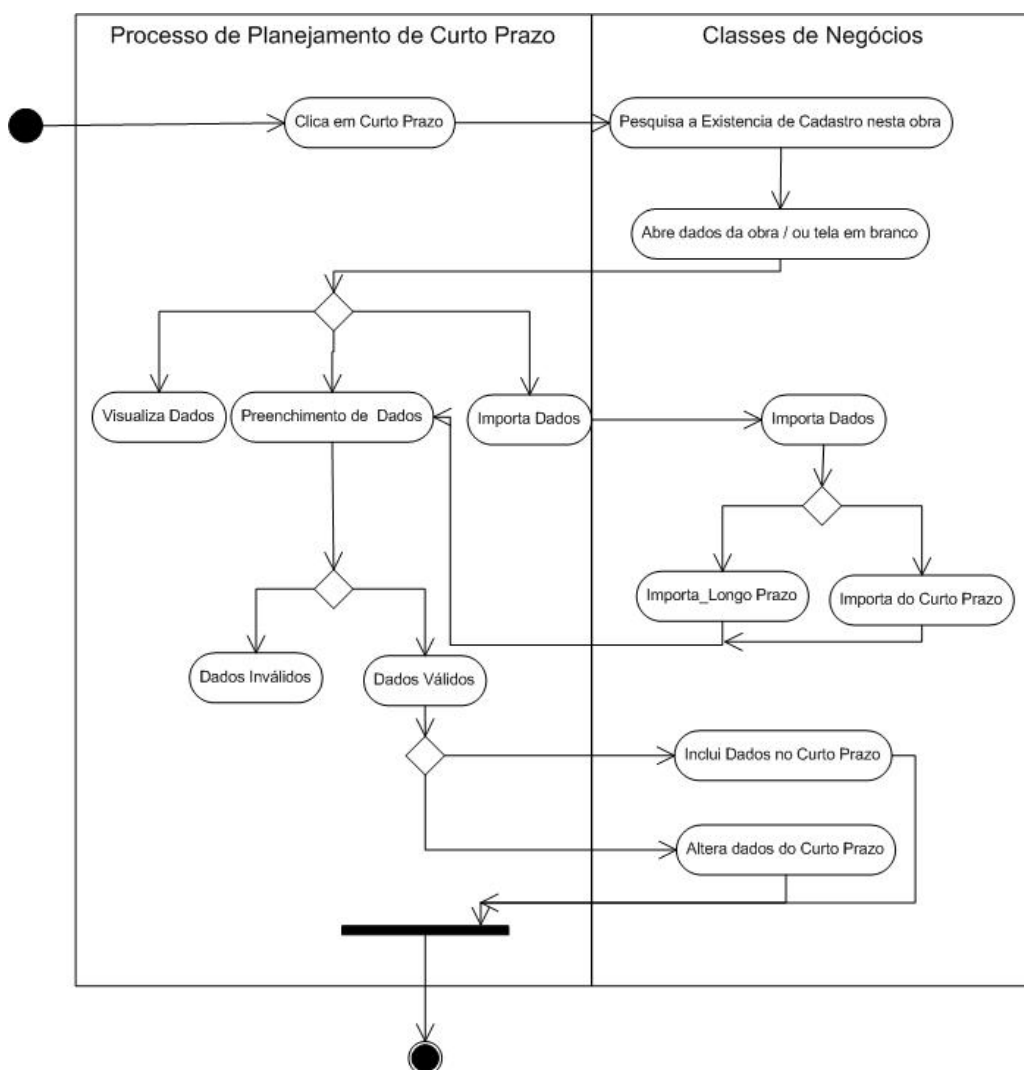


6.4 DIAGRAMA DE ATIVIDADES

O diagrama de atividades é mais coerente com um diagrama de fluxo de dados ou do inglês *workflow*. O diagrama de atividades completo é ligado a um classificador, como um caso de uso, um pacote ou a implementação de uma operação, (MELO, 2004). As figuras 6.13, 6.14 e 6.15 apresentam os diagramas de atividades para as funcionalidades do programa, ou seja, os três tipos de planejamento que foi definido anteriormente: curto, médio e longo prazo.

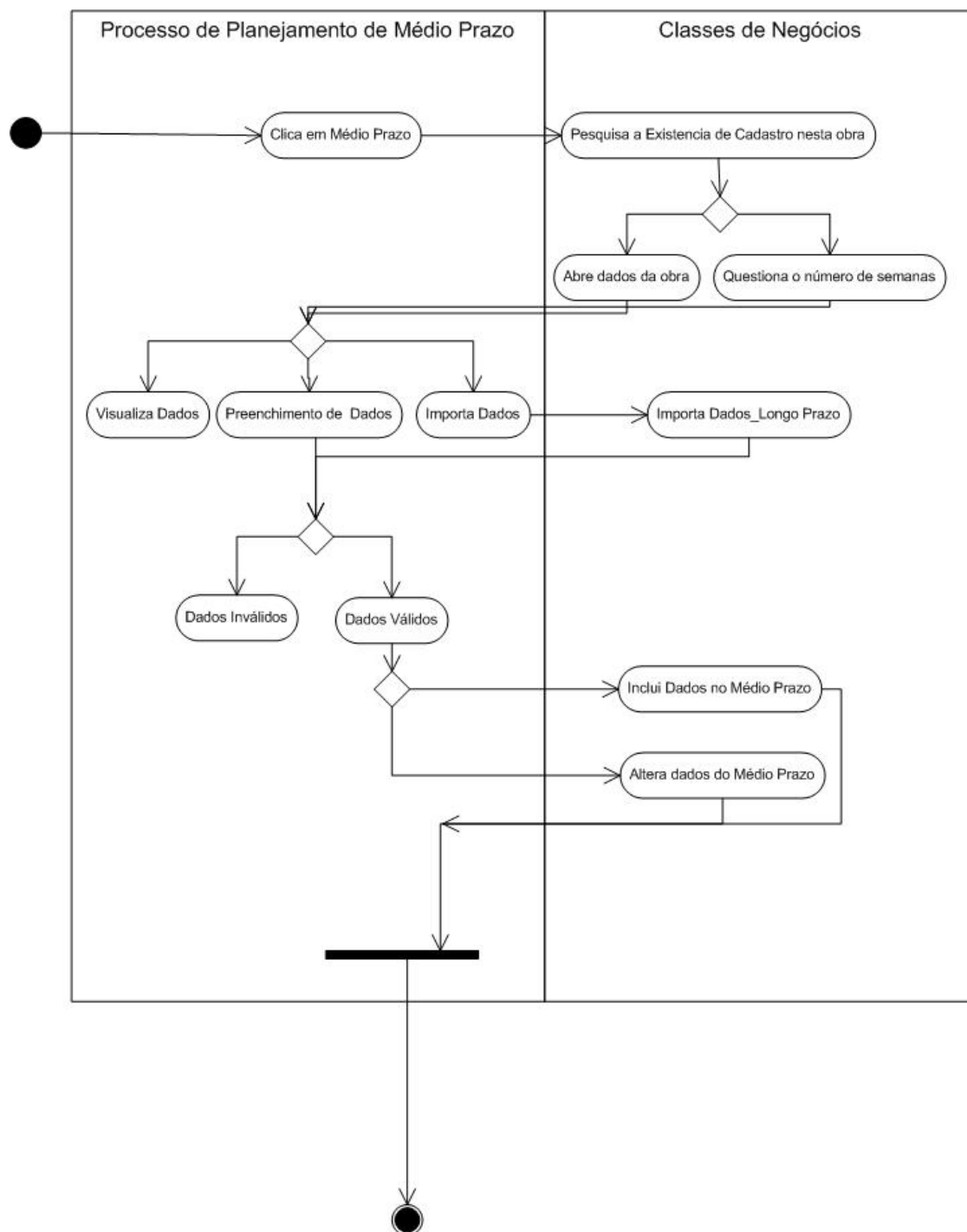
6.4.1 Diagrama de Atividades para Planejamento de Curto Prazo

FIGURA 6.13 - DIAGRAMA DE ATIVIDADES - PLANEJAMENTO DE CURTO PRAZO



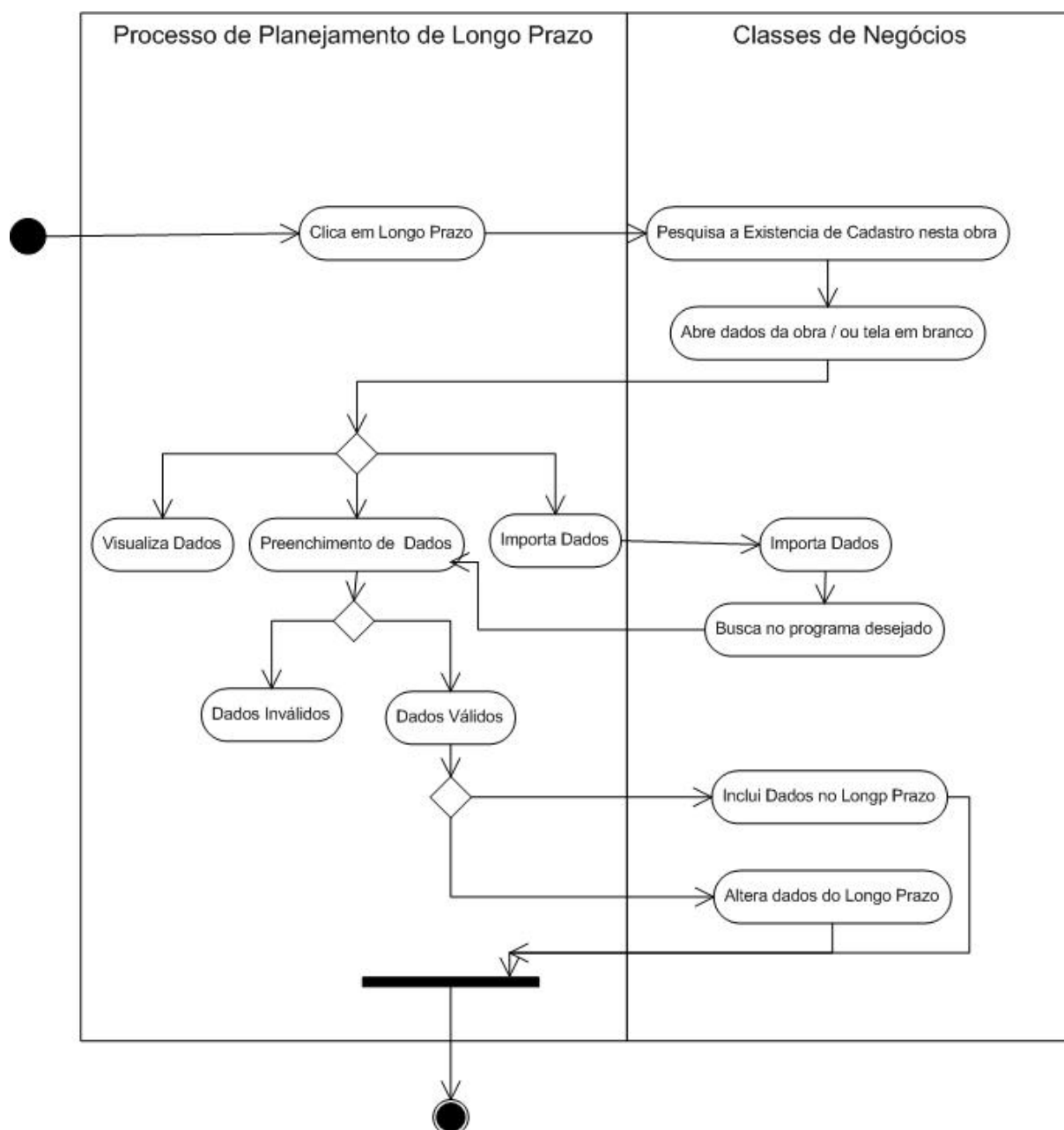
6.4.2 Diagrama de Atividades para Planejamento de Médio Prazo

FIGURA 6.14 - DIAGRAMA DE ATIVIDADES - PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO



6.4.3 Diagrama de Atividades para Planejamento de Longo Prazo

FIGURA 6.15 - DIAGRAMA DE ATIVIDADES - PLANEJAMENTO DE LONGO PRAZO



6.5 ESPECIFICAÇÕES DE TELAS:

6.5.1 Cadastro Inicial

Ao entrar no modelo, o usuário deve digitar seu nome e senha. Com estes dados, sabe-se quais obras este usuário pode acessar. Caso deseje, uma nova obra pode ser cadastrada, após o usuário logar-se. Conforme pode ser visto nas figuras: 6.16 e 6.17.

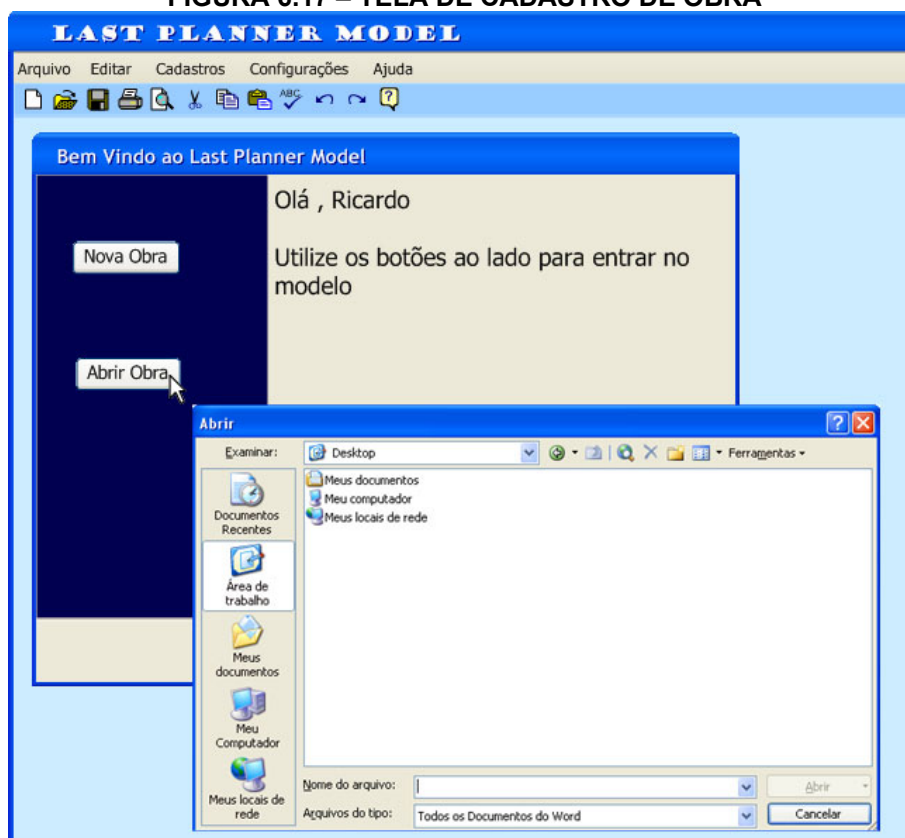
Inicialmente, o usuário deve cadastrar a obra cujo planejamento deverá ser feito. Com o nome da obra estará sendo criado, no disco rígido do computador, uma pasta contendo todos os dados da mesma. Ao cadastrar a obra, além do nome, o usuário deve indicar a data de início e fim da mesma. Esta data pode ser modificada posteriormente.

Os desenhos a seguir aparecem com o nome "LAST PLANNER MODEL", ele é um nome fictício para um futuro programa que possa ser desenvolvido. As telas foram desenhadas no programa Microsoft Visio, e não possuem programação.

FIGURA 6.16 – TELA DE CADASTRO DE USUÁRIO

A imagem mostra a interface de login de um software chamado "LAST PLANNER MODEL". No topo, há uma barra azul com o título "LAST PLANNER MODEL" e um menu de opções: "Arquivo", "Editar", "Cadastros", "Configurações" e "Ajuda". Abaixo do menu, há uma barra de ferramentas com ícones para abrir arquivos, salvar, imprimir, zoom, cortar, colar, desfazer, refazer e ajuda. O corpo principal da interface é dividido em duas partes. À esquerda, há uma área escura azul com o texto "Bem Vindo ao Last Planner Model" no topo. À direita, há uma área clara com o texto "Digite seu nome e sua senha:". Abaixo deste texto, há dois campos de entrada: "Nome:" e "Senha:". Abaixo dos campos, há um botão "Entrar". Na base da interface, há três botões: "< Voltar", "Concluir" e "Cancelar".

FIGURA 6.17 – TELA DE CADASTRO DE OBRA

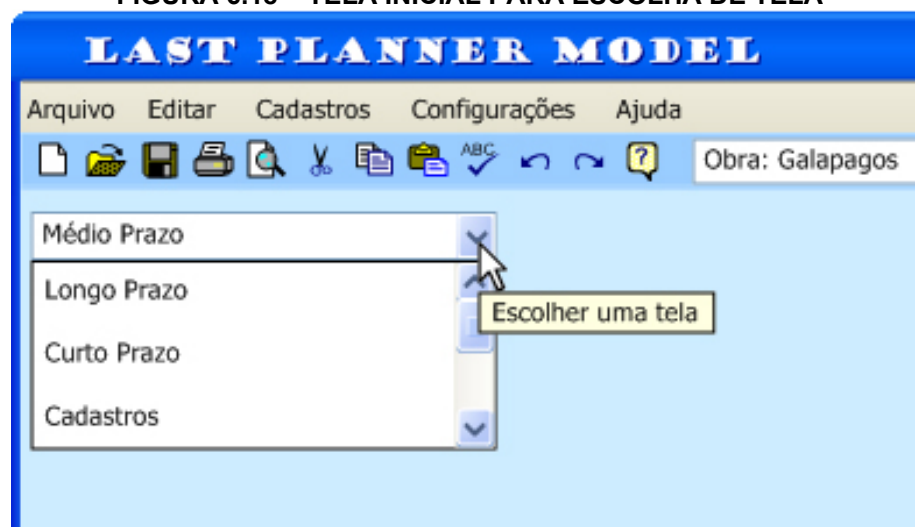


6.5.2 Cadastros Dentro da Obra

Depois de cadastrada a obra, o programa abre uma tela padrão, onde o usuário pode escolher entre “Cadastros”, as opções “Locais”, “Equipes”, “Problemas”, “Restrições”. Em “Planos”, as opções são: “Longo prazo”, “Curto prazo”, e “Médio prazo”. Conforme pode ser visto na Figura 6.18.

A partir desse momento, todos os dados serão armazenados na obra cadastrada.

FIGURA 6.18 – TELA INICIAL PARA ESCOLHA DE TELA



As telas existentes no programa são:

Cadastros

- a) Locais
- b) Equipes
- c) Problemas
- d) Restrições

Planejamentos

- e) Longo prazo
- f) Médio prazo
- g) Curto prazo

6.5.2.1 Locais de trabalho

Objetivo da tela: Nesta tela o usuário pode cadastrar os locais onde serão executados as tarefas.

Para cadastro do local, o usuário conta com as opções “Locais”, “Andar” e “Apartamento”. É possível preencher uma ou mais opções.

Como utilizar esta tela:

Ao cadastrar os locais, o usuário pode simplesmente cadastrar o local, como também indicar ao programa o número de andares tipo. O sistema gera pavimentos tipos a partir do número indicado. Os apartamentos podem ser

apontados o número por andar e o início do número (Exemplo: 7- andares tipo, 70_, 4 apartamentos por andar 701 , 702, 703 e 704). Esta tela é mostrada na Figura 6.19 a seguir.

FIGURA 6.19 – TELA DE CADASTRO DE LOCAIS

LAST PLANNER MODEL

Arquivo Editar Cadastros Configurações Ajuda

Obra: Galapagos Engenheiro Responsável: Barbara

Locais

Locais

Local	Andar	Apartamento
Torre 1		
Torre 2		
	1º Pav	
	2º Pav	
	3º Pav	
	3º Pav	301
Torre 2	3º Pav	302
*		

Registro: 1 de 7

Novo Registro Editar Registro

CADASTROS

Criar Andares/Apartamentos

Número de Andares 7

Número de Apartamentos 70_

6.5.2.2 Equipes

Objetivo da tela: Esta tela serve para o usuário fazer o cadastro das equipes existentes na obra.

Como utilizar esta tela:

O usuário pode cadastrar o nome do funcionário, o nome do empreiteiro e a função. É possível preencher uma ou as três opções. Conforme Figura 6.20 a seguir:

FIGURA 6.20 – TELA DE CADASTRO DE EQUIPES

LAST PLANNER MODEL

Arquivo Editar Cadastros Configurações Ajuda

Obra: Galapagos Engenheiro Responsável: Barbara

Equipes

CADASTROS

Equipes

Funcionário	Empreiteiro	Função
▶ João da Silva		Encarregado
	BBC_Gomes	Servente
André Vicentin	UDL	Pintor
		Encanadores

Registro: 1 de 4

Novo Registro Editar Registro

6.5.2.3 Problemas

Objetivo da tela: Nesta tela são apresentados alguns problemas já cadastrados, que podem ser utilizados ou alterados pelo usuário.

Como utilizar esta tela:

No cadastro dos problemas, o usuário escolhe um código para o mesmo e um tipo de problema, fazendo a sua descrição. O sistema já dispõe de alguns problemas pré-cadastrados que podem ser editados ou excluídos quando o usuário desejar. Um exemplo dos problemas já cadastrados é mostrado na Figura 6.21.

FIGURA 6.21 – TELA DE CADASTRO DE PROBLEMAS

Código	Tipo	Problema
A1	PLANEJAMENTO	Falta de mão obra própria (falta de previsão)
A2	PLANEJAMENTO	Falta de mão obra empreitada (falta de previsão)
A3	PLANEJAMENTO	Falta de material (falta de previsão)
A4	PLANEJAMENTO	Programação com excesso do nº de serviços
A5	PLANEJAMENTO	Produção da mão de obra superestimada (prevista)
A6	PLANEJAMENTO	Erros de Planejamento
A7	PLANEJAMENTO	Faltou Equipamento (faltou previsão)
A8	PLANEJAMENTO	Falta de definição (especificação) no planejamento
A9	PLANEJAMENTO	Outros
B10	PROJETO	Falta de projeto executivo na obra
B11	PROJETO	Falta de detalhamento / definição do projeto
B12	PROJETO	Alteração do projeto
B13	PROJETO	Local de trabalho inacessível
B14	PROJETO	Projeto excessivamente complexo
B15	PROJETO	Incompatibilidade entre projetos
B16	PROJETO	Outros
C17	MÃO DE OBRA	Falta de mão de obra própria (absenteísmo)
C18	MÃO DE OBRA	Falta de mão de obra empreitada (absenteísmo)
C19	MÃO DE OBRA	Baixa produção da mão de obra (executada)
C20	MÃO DE OBRA	Outros
D21	MATERIAL	Falta de material (entrega fora do prazo)
D22	MATERIAL	Falta de definição do material
D23	MATERIAL	Má qualidade do material

6.5.2.4 Restrições

Objetivo da tela: Esta tela tem como objetivo cadastrar necessidades que devem ser tomadas antes de uma tarefa ser programada para sua utilização.

Como utilizar esta tela:

Para cadastrar uma restrição, basta clicar na coluna “Restrição”. Os tipos de classe disponíveis para as restrições são “Material”, “Mão-de-obra”, “Equipamento”, “Planejamento”, “Projeto”, “Geral” ou outras. É preciso escolher um tipo de classe. Ver Figura 6.22 como exemplo.

Caso o usuário esteja vindo do planejamento de curto prazo por meio de uma tarefa, esta coluna será preenchida. Caso esteja simplesmente cadastrando as restrições, esta coluna pode ser preenchida ou não. Ao cadastrar uma restrição, o usuário deve indicar o responsável pela mesma, a data limite para a sua remoção e a situação atual da restrição.

Quando a situação passar a ser removida, automaticamente o sistema fixa a data desta remoção.

FIGURA 6.22 – TELA DE CADASTRO DE RESTRIÇÕES

LAST PLANNER MODEL

Arquivo Editar Cadastros Configurações Ajuda

Obra: Galapagos Engenheiro Responsável: Barbara

Restrições

SISTEMA DE ANÁLISE DE RESTRIÇÕES

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Nº	Restrição	Classe	Tarefa	Responsável	Data Limite	Situação Atual	Data de Remoção
1								
2								
3			Classe					
4								
5			Material					
6			M.de Obra					
7			Equipam.					
8			Planejam.					
9			Projeto					
10			Geral					
11			Outras					
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								

Configurar

Data de início: 6/1/2004

Data de término: janeiro de 2004

Começar a semana em: dom seg ter qua qui sex sáb

Idioma: 4 5 6 7 8 9 10

Sombrear fins de semana: 11 12 13 14 15 16 17

Mostrar título: 18 19 20 21 22 23 24

Hoje: 6/8/2004

OK Cancelar

6.5.2.5 Planejamento de longo prazo

Objetivo da tela: A tela contém todos os dados referentes ao planejamento de longo prazo da obra. Entre eles existem as opções: “Nome da Tarefa” (onde estão as Etapas, Atividades e Tarefas), “Duração”, “Data de início”, “Data de término”, “Semana de início”, “Data de início real” e “Data de término real”. Conforme mostra a Figura 6.23.

Como utilizar esta tela:

As Etapas, Atividades e Tarefas (primeira coluna), como suas datas e duração, podem ser digitadas ou importadas do MSProject®. Ao clicar no botão “Importação de dados”, o usuário escolhe o arquivo de onde pretende importar os dados e as informações virão exatamente como no arquivo em MSProject®. Caso o usuário deseje importar dados de MExcel®, deve utilizar a opção “Copiar” e “Colar” ou usar tabelas dinâmicas e banco de dados para importar as tarefas.

FIGURA 6.23 – TELA DE LONGO PRAZO

	A	B	C	D	E	F	G
	Nome da Tarefa	Duração	Data de Início	Data de Término	Semana de Início	Data de Início Real	Data de Término Real
1		335 d	05/01/04	20/12/04		05/01/04	20/12/04
2							
3							
4	ORDEM DE SERVIÇO	1 d	05/01/04	05/01/04	Semana 1	05/01/04	05/01/04
5	LOCAÇÃO DA OBRA	46 d	07/01/04	28/02/04	Semana 1	07/01/04	28/02/04
6	GEOTECNIA	5 d	12/01/04	16/01/04	Semana 2	12/01/04	16/01/04
7	CANTEIRO	18 d	12/01/04	31/01/04	Semana 2	12/01/04	31/01/04
8	DEMOLIÇÕES	21 d	07/01/04	30/01/04	Semana 1	07/01/04	30/01/04
9	INTERFERÊNCIAS	19 d	17/01/04	07/02/04	Semana 2	17/01/04	07/02/04
10							
11	TERRAPLENAGEM	97 d	07/01/04	28/04/04	Semana 1	07/01/04	28/04/04
12	LIMPEZA E ESCAVAÇÃO	34 d	07/01/04	14/02/04	Semana 1	07/01/04	14/02/04
13	ATERRO	10 d	17/04/04	28/04/04		17/04/04	28/04/04
14							
15	FUNDAÇÃO	60 d	26/01/04	03/04/04	Semana 4	26/01/04	03/04/04
16	PRÉDIO	56 d	26/01/04	30/03/04	Semana 4	26/01/04	30/03/04
17	ESTACA	35 d	26/01/04	05/03/04	Semana 4	26/01/04	05/03/04
18	Forma da Estaca						
19	Concretagem da Estaca						
20	ARRASAMENTO	36 d	10/02/04	22/03/04	Semana 6	10/02/04	22/03/04
21	BLOCO	25 d	18/02/04	30/03/04		18/02/04	30/03/04
22	ÁREA PERIFÉRICA	55 d	31/01/04	03/04/04		31/01/04	03/04/04
23	ESTACA	33 d	31/01/04	09/03/04		31/01/04	09/03/04
24	ARRASAMENTO	30 d	23/02/04	27/03/04		23/02/04	27/03/04
25	BLOCO	17 d	25/02/04	03/04/04		25/02/04	03/04/04
26							
27	ESTRUTURA	207 d	21/02/04	24/09/04		21/02/04	24/09/04
28	GARAGEM 1	59 d	21/02/04	29/04/04		21/02/04	29/04/04
29	PRÉDIO	51 d	21/02/04	20/04/04		21/02/04	20/04/04
30	PILAR	25 d	21/02/04	09/04/04		21/02/04	09/04/04
31	VIGA / LAJE	26 d	22/03/04	20/04/04		22/03/04	20/04/04
32	Concretagem laje						
33	ÁREA PERIFÉRICA	54 d	27/02/04	30/04/04		27/02/04	30/04/04

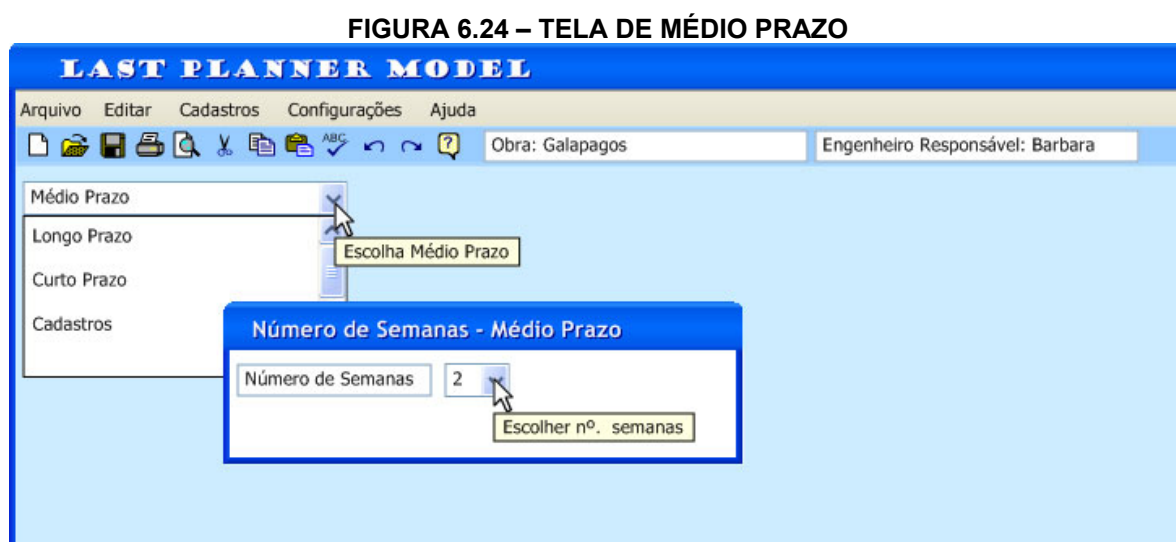
Ao serem importados de outros programas, os dados são sempre reconhecidos como Etapa (exemplo: Fundação, Estrutura....), próximo nível é chamado de Atividade (Exemplo: Laje, Estaca...) , e o último nível é chamado de Tarefa (Exemplo: Concretagem da Laje, Forma da Laje ...).

A coluna correspondente à semana de início é preenchida automaticamente, com a data equivalente ao início da tarefa, sendo a primeira data a da semana 1. Caso o usuário queira começar o planejamento após uma data específica, tem a opção de escolher “Troca da data de início do planejamento”. Assim, todas as tarefas anteriores a esta data ficarão com esta coluna sem preencher.

A data de início real e a data de término real só serão preenchidas após serem utilizadas no curto prazo, as quais o programa irá preencher sozinho, depois das tarefas serem utilizadas no curto prazo, e confirmado 100% de conclusão.

6.5.2.6 Planejamento de médio prazo

Objetivo da tela: Esta tela pode ser utilizada ou não, de acordo com o desejo do usuário em realizar um planejamento de médio prazo. Para isto, deve ser escolhido o número de semanas que este planejamento terá. Esta tela é composta por: “Atividade”, “Equipe”, “Início da Atividade”, “Final da Atividade”, além de um gráfico de semanas e as restrições. Na Figura 6.24 tem-se um exemplo da escolha do número de semanas.



Como utilizar esta tela:

Ao clicar em médio prazo, o usuário deve escolher quantas semanas este planejamento terá. Após esta escolha, a tela de médio prazo se abre com o número de semanas escolhida pelo usuário.

Em “Atividade”, o usuário pode digitar as atividades ou importá-las do longo prazo. A atividade, ao ser importada do longo prazo, já vem com a data de início da mesma, podendo esta ser alterada. Se as atividades forem digitadas pelo usuário, estas datas devem ser escolhidas. Caso exista alguma restrição para a atividade, esta deve ser cadastrada na opção “Restrição”. O programa aceita mais de uma opção de restrição por atividade. Conforme pode-se ver na Figura 6.25

O médio prazo também possui a opção “Imprimir”, com opções padrão Gráfico de Gantt, ou padrão planilha, que imprime como está na tela.

FIGURA 6.25 – TELA DE UTILIZAÇÃO DO PLANO DE MÉDIO PRAZO

The screenshot displays the 'LAST PLANNER MODEL' software interface. At the top, there is a menu bar with options: 'Arquivo', 'Editar', 'Cadastros', 'Configurações', and 'Ajuda'. Below the menu bar is a toolbar with various icons. The main window title is 'Médio Prazo'. The central area is titled 'PLANEJAMENTO DE MÉDIO PRAZO' and contains a table with columns: 'Nº', 'Atividade', 'Equipe', 'Início', 'Final', and 'Restrição'. The table is currently empty. A calendar view is overlaid on the table, showing dates from 17/mai to 24/mai. A 'Configurar' dialog box is open, allowing users to set the start date (6/1/2004), end date, and other parameters. The dialog box also includes a calendar view for selecting dates.

6.5.2.7 Planejamento de curto prazo

Objetivo da tela: Esta tela é utilizada pelo usuário para fazer o planejamento das tarefas que serão realizadas na próxima semana.

A tela é composta pelos campos: “Tarefas da semana”, “Local”, “Programado” e “Executado” por dia da semana, “Equipe”, “Porcentagem programada”, “Porcentagem executada”, “Restrição” e “Problemas”.

Como utilizar esta tela:

Para começar o cadastro no curto prazo, o usuário deve indicar qual a data da semana 1. Esta escolha pode ter sido feita anteriormente no longo prazo, ou pode ser feita na tela do curto prazo, ao se escolher o período data de início. A partir desse cadastro, todas as outras semanas serão definidas. Um exemplo é dado na Figura 6.26.

A semana é sempre composta por 7 dias, podendo ser trabalhado em todos ou não. A data de início comanda como será estabelecida sua semana e a partir daí conta mais 7 dias para iniciar a próxima. Caso o usuário queira nunca

utilizar alguma data na semana, basta clicar com o botão direito do mouse e escolher a opção “Bloquear dia da semana”. Caso queira bloquear somente um dia, a opção escolhida deve ser “Bloquear este dia”. Todos os dias bloqueados podem ser desbloqueados a qualquer momento. Mas ao serem bloqueados, o campo muda de cor e nada pode ser inserido no mesmo (Figura 6.27).

FIGURA 6.26 – CADASTRO DO PERÍODO NA TELA DE CURTO PRAZO

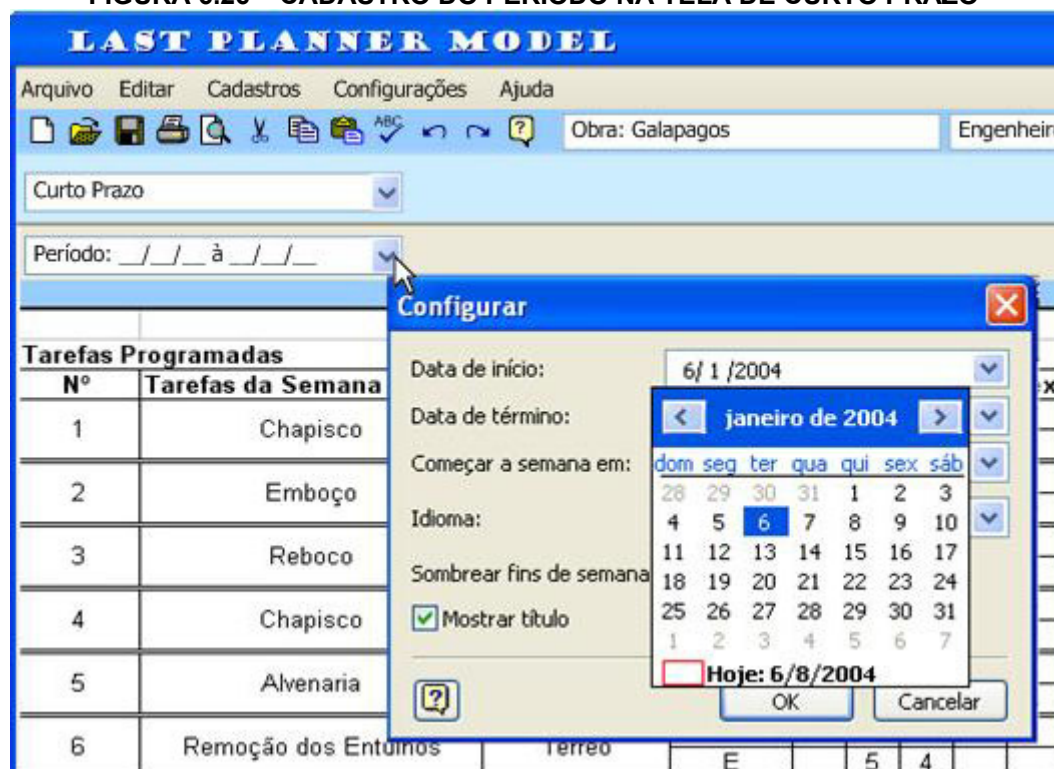
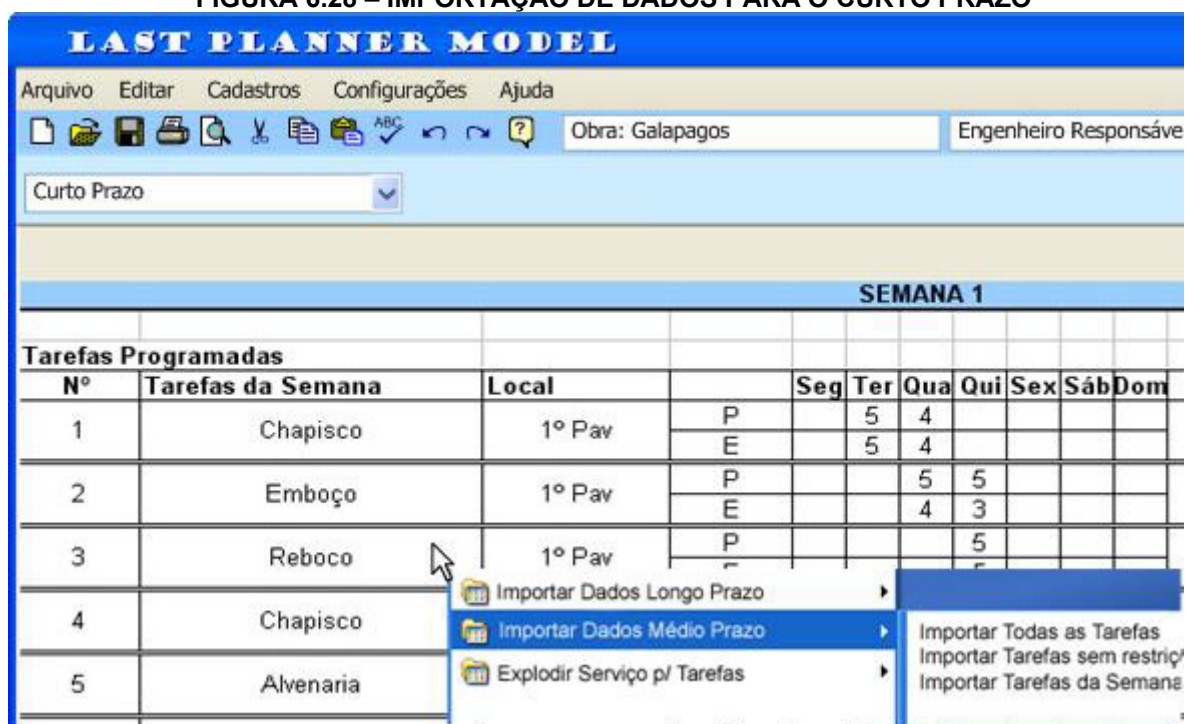


FIGURA 6.27 – BLOQUEAR DE DIA DA SEMANA NO CURTO PRAZO

	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
P		5	4				
E		5	4				
P			5	5			
E			4	3			
P				5			
E				5			
P				5			
E				3			

Para programar as tarefas que serão executadas na semana, o usuário pode digitar a tarefa em sua respectiva coluna. Ou pode importá-la clicando com o botão direito do mouse, escolher a opção “Importar tarefa do longo prazo” ou “Importar tarefa do médio prazo”. Esta segunda opção possui três possibilidades: “Importar todas as tarefas programadas”, “Importar tarefas sem restrições”, ou “Escolher as tarefas da semana “x””. Conforme é mostrado na Figura 6.28.

FIGURA 6.28 – IMPORTAÇÃO DE DADOS PARA O CURTO PRAZO



Se o usuário importar um atividade que não possui tarefas, a tarefa será criada com o mesmo nome da atividade.

Na tela do curto prazo podem ser cadastradas tarefas reservas, que são inseridas da mesma maneira que as outras.

Tarefas que não haviam sido programadas também devem ser inseridas neste local de tarefas reservas.

Se importar a atividade, o usuário ainda tem a opção de explodir a mesma em tarefas. Ao explodir a tarefa, o programa guarda no seu banco de dados a qual atividade a mesma pertence.

Para explodir uma atividade basta o usuário clicar com o botão do lado direito do mouse e escolher a opção “Explodir”: Ela possui dois tipos de explosão. Em “Repetir nome”, pergunta quantas vezes o mesmo nome deve ser repetido,

podendo ser editado após esta escolha, para gerar várias tarefas pertencentes a mesma atividade.

A opção “Por local”, abre a tabela de locais já cadastrados. O usuário clica nos locais desejados e depois em “Explodir”, criando várias tarefas com o mesmo nome, mas em diversos locais.

Ao escolher ou digitar a tarefa, o usuário pode escolher o local onde o mesmo será utilizado. Esta opção é optativa e pode não ser preenchida de acordo com a necessidade.

Para escolher o local, basta clicar na coluna correspondente e a mesma irá abrir uma janela com todos os locais cadastrados. Para cadastro do local o usuário conta com as opções “Locais”, “Andar” e “Apartamento”. É possível preencher uma ou mais opções (Figura 6.29).

FIGURA 6.29 – ESCOLHA DO LOCAL NA TELA DE CURTO PRAZO

LAST PLANNER MODEL

Arquivo Editar Cadastros Configurações Ajuda

Obra: Galapagos Engenheiro Responsável: Barbara

Curto Prazo

Período: __/__/__ à __/__/__

SEMANA 1

Tarefas Programadas		Local	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Prog
1	Chapisco	1º Pav	P	5	4						10
			E	5	4						
2	Emboço	1º Pav	P		5	5					10
			E		4	3					
3	Reboco	1º Pav	P			5					10
4	Chapisco	2º Pav									90
5	Alvenaria	3º Pav									50
6	Remoção dos Entulhos	Térreo									74
7	Limpeza	Bloco 2	P				2	2			50

Em cada dia da semana, o usuário escolhe quantos funcionários da equipe serão utilizados para a sua realização. Caso não queira indicar o número de funcionários, basta escolher a opção “x”. Como observado na Figura 6.30.

Para cadastrar a equipe, o usuário deve clicar na seta que indica todas as equipes cadastradas. Caso nenhuma equipe esteja cadastrada na tela de cadastro de equipes, o usuário pode cadastrar o nome do funcionário, o nome do empreiteiro e a função, podendo preencher quantas opções desejar.

Caso o usuário deseje adiar mais a tarefa basta clicar no pacote da próxima semana para onde foi a tarefa com o botão do lado direito do mouse, e escolher a opção “Enviar para semana ‘x’”. Na hora de cadastrar a semana, o programa automaticamente busca esta informação e a coloca na semana indicada.

Enquanto uma tarefa não apresentar no seu percentual executado acumulado o valor de 100%, a mesma irá se repetir na próxima semana. Isto quer dizer que se for programada uma tarefa com 70%, depois for colocado o executado em 50%, o programa automaticamente guarda nos bancos de dados como o executado desta tarefa = 50%. Este valor vai se acumulando até atingir 100%.

Caso o usuário queira ter a opção de restrição para a tarefa, aparece automaticamente quanto a tarefa é importada do médio prazo e quais as restrições ainda não removidas.

Segundo a teoria do sistema *Last Planner* de Planejamento, tarefas com restrições não devem ser aceitas para a semana planejada, mas o programa aceita esta opção, caso o usuário pretenda remover a restrição durante a semana.

Ao clicar em “Restrição” aparecem as restrições já cadastradas. Para cadastrar uma nova restrição, basta clicar na coluna restrição e executar conforme descrito na tela restrições.

Nesta mesma tela existem dois botões: “Calcular semana” e “Finalizar semana”. O primeiro mostra qual é o PPC da obra naquele momento, calculado pelo $(\text{número de tarefas concluídas na semana}) \div (\text{número de tarefas programadas})$. O número de tarefas concluídas é incrementado quando a coluna “programado” é igual ou maior que a coluna “executado”, caso contrário o valor é zero. O PPC _{extra} aparece quando alguma atividade é inserida nas tarefas não programadas/reservas. Calcula-se da mesma forma que o PPC, só que neste caso é somado o número de tarefas concluídas dividido pelo número de tarefas totais (inclusive as reservas).

O segundo finaliza a semana. Após esta tarefa nenhuma atividade será aceita nesta semana. Ao confirmar esta opção, o sistema executa todos os cálculos sobre a semana e os armazena em um banco de dados.

Na Figura 6.33 vê-se um exemplo da tela de curto prazo completa com algumas atividades programadas para a semana um da obra.

FIGURA 6.33 – TELA DE CURTO PRAZO

LAST PLANNER MODEL

Arquivo Editar Cadastros Configurações Ajuda

Obra: Galapagos Engenheiro Responsável: Barbara

Curto Prazo

Período: __/__/__ à __/__/__

SEMANA 1 TAREFAS PROGRAMADAS

Nº	Tarefas da Semana	Local	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Progr. (%)	Exec. (%)	Restrição	Problemas
1	Chapisco	1º Pav	P	5	4						100%	100%		
2	Emboço	1º Pav	P		5	5					100%	100%		
3	Reboco	1º Pav	P			5					100%	100%		
4	Chapisco	2º Pav	P			5					90%	65%		C18
5	Alvenaria	3º Pav	P				4	4			50%	50%		
6	Remoção dos Entulhos	Térreo	P	5	5						75%	75%		
7	Limpeza	Bloco 2	P				2	2			50%	50%		
Total											7	6		

► ◀ Semana 1 / Semana 2 / Semana 3 /

Adicionar Semana Calcular Semana Finalizar Semana

PCC = 85,71 % PCC extra = XX,XX %

SEMANA 1 TAREFAS NÃO PROGRAMADAS

Nº	Tarefas da Semana	Local	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Progr. (%)	Exec. (%)	Restrição	Problemas
----	-------------------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------	------------	-----------	-----------	-----------

Outro botão que existe nesta tela é o “Imprimir”, ao clicar nele, o usuário tem a opção de imprimir a semana em que está, podendo escolher o padrão Gráfico de Gantt, ou Padrão Planilha. Em “Gráfico de Gantt”, o usuário ainda pode escolher entre mostrar o gráfico com equipe ou não. O programa mostra na tela todas as tarefas e a semana com as barras nas respectivas datas com a equipe ao final ou não. Na opção “Planilha” o usuário deve indicar quais colunas gostaria que aparecesse na impressão sendo que “Tarefas” e os dias da semana são obrigatórios.

Na tela de curto prazo, o usuário encontra janelas na parte inferior onde aparece escrito em que semana o usuário se encontra. Ao clicar com o botão direito do mouse, o usuário consegue inserir mais semanas. Nenhuma semana consegue ser finalizada caso as semanas anteriores também não tenham sido. Mas pode-se fazer a programação para outras semanas à medida que o usuário queira deixar pré pronta as semanas.

Em “Relatório” tem-se “Relatórios escritos” ou “Relatórios gráficos”.

No primeiro tem-se a opção “PPC”, “IRR” (Índice de Remoção de Restrições), “Problemas acumulados” ou “Lista total”. Em qualquer uma delas, o usuário deve escolher a data de início e de fim do relatório.

Em “PPC”, o usuário tem uma lista com a semana (1, 2, 3 ...) a data de início e fim de cada uma, o PPC calculado, assim como o PPC _{extra}.

Em “IRR”, mostra quantas restrições haviam em cada semana e quantas foram removidas. Mostra no período total o número de problemas que foram encontrados por ordem crescente.

Em “Lista total” aparece por semana o PPC, o PPC ex, o número de atividades programadas, o número de atividades extras, o número de atividades executadas, o número de funcionários previstos para a semana e o número de funcionários realmente utilizados na semana.

Na opção “Gráfico” também é possível escolher a data de início e do fim. Nas opções de gráficos, existe a opção “PPC” e “PPC ex”, que é apresentado em gráfico de barras, por semana. Um exemplo é dado na Figura 6.34.

FIGURA 6.34 – MODELO DE GRÁFICO DE PPC

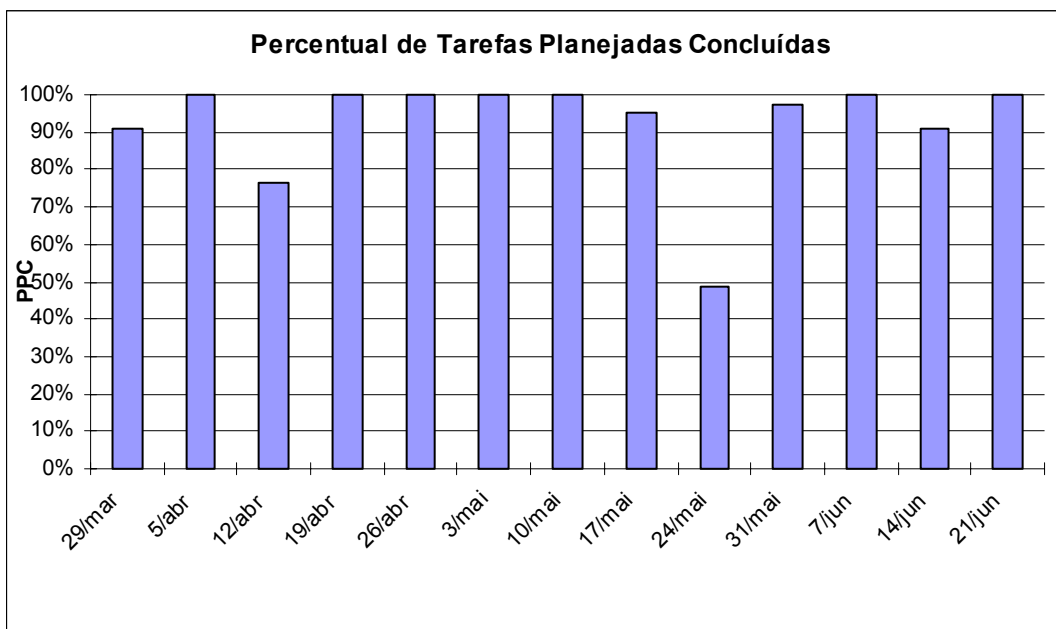
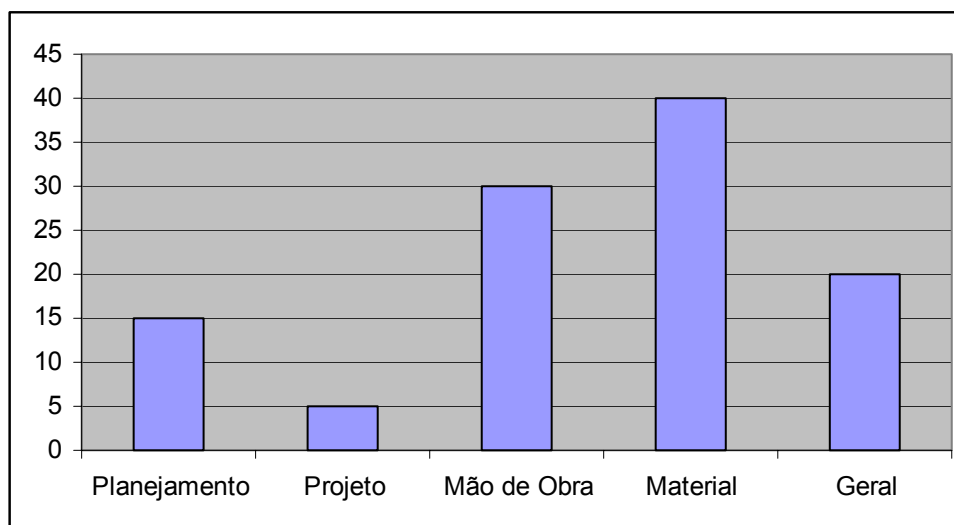
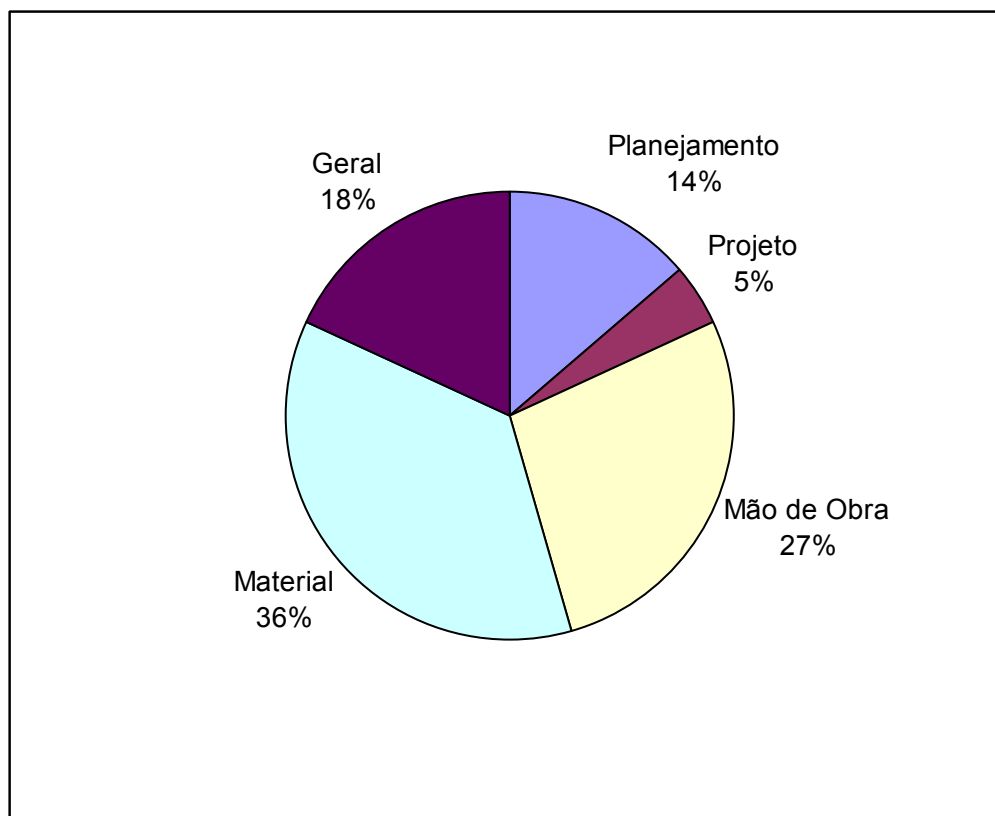
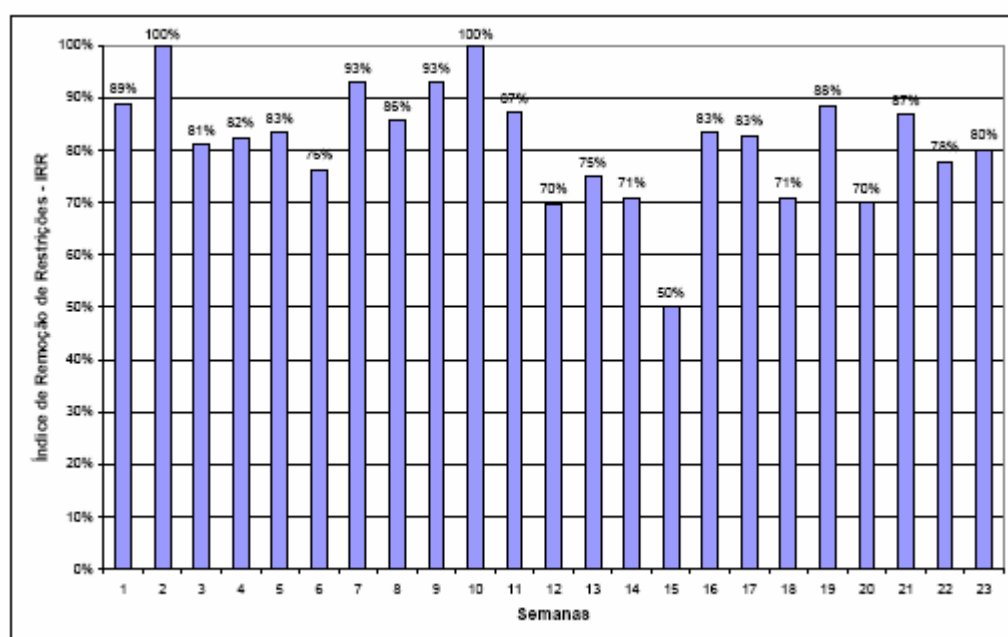


Gráfico de Problemas, com as opções “Pizza” (Aparece em %) ou “Barras” (aparece o número de ocorrências). Estes gráficos mostram os problemas ocorridos em todo o período escolhido. Exemplos podem ser vistos nas figuras: 6.35 e 6.36.

FIGURA 6.35 – MODELO DE GRÁFICO DE PROBLEMAS OCORRIDOS NO PERÍODO**FIGURA 6.36 – MODELO DE GRÁFICO DE PROBLEMAS – PADRÃO PIZZA**

O gráfico de IRR mostra o índice de remoção de restrições nas semanas encolhidas, no formato de gráfico de barras. Um exemplo deste gráfico é a Figura 6.37 a seguir:

FIGURA 6.37 – MODELO DE GRÁFICO DE IRR



7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho propôs a modelagem de um sistema voltado ao método *Last Planner* no paradigma da orientação a objetos, com o intuito de auxiliar empresas na implantação do método em suas obras. Esta modelagem foi baseada no referencial teórico, em um estudo de caso onde a autora foi uma observadora participativa, e também em entrevistas com empresas construtoras que já utilizavam o *Last Planner*. Este capítulo apresenta as conclusões obtidas e sugere recomendações para trabalhos futuros que possam contribuir nesta área de pesquisa.

7.1 CONCLUSÕES

Para atingir os objetivos específicos desta dissertação procurou-se descrever os requisitos necessários para colocar em prática um sistema fundamentado no método *Last Planner*, elaborar um "modelo informal"⁶ do sistema e realizar a modelagem desse sistema.

Como primeiro objetivo específico procurou-se determinar os requisitos necessários para um sistema. Já na revisão bibliográfica observou-se que, ao tentarem adotar o método *Last Planner* de planejamento, as empresas – sejam elas nacionais ou estrangeiras – acabam por utilizar ferramentas computacionais para facilitar a realização dos planos de curto, médio e longo prazo. Também ficou constatado que um *software* apenas não atende a todas as necessidades dessas empresas. Por isso, elas acabam por utilizar planilhas do MSExcel® e cronogramas do MSProject®.

Outra observação feita na revisão bibliográfica é a dificuldade de realizar alterações nos planos, quando os mesmos estão em *softwares* distintos. Constatou-se que tal fato gera uma demanda de tempo muito grande para a realização do planejamento.

⁶ Modelo Informal, neste trabalho foi a elaboração de um arquivo em MSExcel® contendo todas as informações necessárias para futura elaboração da modelagem do sistema.

Baseado nas revisões bibliográficas passou-se, então, ao estudo de caso em uma empresa construtora – Estudo de caso A - para avaliação das dificuldades enfrentadas ao se tentar implantar o método *Last Planner*. Nessa empresa analisada, a autora participou do estudo como observadora ativa e muitas vezes preenchia as planilhas de curto prazo junto com o engenheiro de produção.

Dessa forma, a autora teve a oportunidade de observar as dificuldades enfrentadas para a implantação do método em uma obra da empresa. Entre elas, destaca-se:

- a) A quase impossibilidade de implantar o método sem que haja o total interesse e apoio da gerência da obra;
- b) A dificuldade em convencer os participantes que o método é uma ferramenta para auxiliar o planejamento e que um baixo PPC não significaria uma péssima atuação dos participantes;
- c) A relutância de gerentes e engenheiros de produção em enxergar o plano de médio prazo. Mesmo tendo este plano traçado mentalmente, o engenheiro não consegue formalizá-lo no papel;
- d) Os problemas da equipe da empresa ao tentar elaborar um plano de longo prazo mais próximo da realidade;
- e) A conseqüente utilização de ferramentas como o MSProject® para elaboração do longo prazo e o MExcel® para os planos de curto e médio prazo.

Com esta experiência de 14 semanas na obra, a autora conseguiu especificar requisitos que achava interessantes para um sistema baseado no método *Last Planner*. Após esta análise foi possível realizar entrevistas com empresas que já utilizavam o método. Dessa forma, a autora conseguiu detectar características e procedimentos internos dessas empresas, que pudessem vir a causar dificuldades na implantação do método.

Nestas entrevistas observou-se que, assim como nas empresas citadas nas revisões bibliográficas, as empresas entrevistadas também utilizavam ferramentas computacionais para facilitar a elaboração dos planos de curto, médio e longo prazo. Enquanto algumas fazem uso do MExcel®, outras já tentam utilizar programas específicos para o método. Ficou claro, para a autora, que o recurso computacional tornou-se hoje indispensável para qualquer tipo de planejamento.

Depois de entrevistas feitas em três empresas construtoras foi elaborado um questionário enviado para mais outras três empresas. O objetivo era buscar novos requisitos que essas empresas achassem interessantes para implantar um sistema baseado no método *Last Planner*. Mais uma vez observou-se a necessidade da utilização dos *softwares* MSEXcel® e MSProject®, como também da busca por um *software* único que atendesse suas necessidades.

Unindo-se todas as informações obtidas nas revisões bibliográficas, no estudo de caso, nas entrevistas e no questionário, a autora pode, então, determinar quais os requisitos necessários para um sistema fundamentado no *Last Planner*, apresentado no Capítulo 6.

O segundo objetivo específico foi elaborar um “modelo informal” do sistema. Para isto, a autora uniu todas as informações sobre as utilizações do método e criou, no *software* MSEXcel®, uma idéia das informações que o *software* deveria conter, com as seguintes características: as telas do mesmo, como os dados ficariam armazenados e de onde os mesmos seriam importados.

Neste “modelo informal” apresentado no apêndice 3 também foi idealizada uma forma como os dados seriam inseridos no sistema, para que qualquer tipo de usuário ficasse satisfeito com sua utilização. Com este modelo foi possível relacionar as classes da modelagem, assim como os seus atributos, indicadas no capítulo 6.

O terceiro objetivo específico foi a elaboração, propriamente dita, da modelagem do sistema. Com os dados obtidos a partir do objetivo anterior, elaborou-se o diagrama de classes, o diagrama de casos de uso e o diagrama de atividades, assim como as sugestões de telas do futuro sistema, conforme o paradigma da orientação a objetos. Estas iniciativas foram tomadas sempre considerando as características e procedimentos internos das empresas, que pudessem vir a causar dificuldades na implantação do método. Assim, seria possível auxiliá-las na implantação do método em suas obras. A intenção é que esta modelagem possa ajudar tanto aos usuários que conhecem o *Last Planner*, como aos que o desconhecem, uma vez que a utilização do método não pode ser confundida com a simples utilização de um *software*. Verificou-se que a implantação do *Last Planner* exige, sobretudo, uma mudança significativa de sistema de trabalho. Desta forma, concluiu-se o objetivo principal da presente dissertação.

7.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

A seguir estão relacionadas algumas sugestões para o desenvolvimento de trabalhos futuros:

- a) Desenvolver o programa computacional proposto neste trabalho;
- b) Avaliar a utilização de novos *softwares* do mercado que possam ajudar na implementação do método;
- c) Reavaliar os requisitos observados pela autora, para criação de um novo modelo (abrindo o campo de amostragem);
- d) Analisar a melhor forma de se utilizar os *softwares* já disponíveis, para diminuir a demanda de tempo e aumentar a transparência do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKKARI, A.M. P. **Interligação entre o planejamento de longo, médio e curto prazo com o uso do pacote computacional MSPROJECT**. Porto Alegre, 2003. 146 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

ALVES, T. **Diretrizes para Gestão dos Fluxos Físicos em Canteiros de Obras: proposta Baseada em Estudos de Caso**. Porto Alegre, 2000. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ARAGÃO, Alfredo. **Engenharia de Software**. Disponível em: <<http://www.ec.ucdb.br/~alanari/engsoft/engweb02.ppt>>. Acesso em 28/06/2004.

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

BALLARD, G. (1993). "Lean Construction and EPC Performance Improvement." *Proceedings of the 1st Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*, Espoo, Finland. August, 1993. Available in Alarcon, 1997.

BALLARD, G. "The Last Planner". Spring Conference of the Northern California Construction Institute, Monterey, CA, April 22-24, 1994.

BALLARD, G. Lookahead Planning: The Missing Link in Production Control. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 5, 1997, Australia. **Proceedings...** IGLC, 1997.

BALLARD, G. (1999). "**Work Structuring**." *White Paper # 5*, Lean Construction Institute, Las Vegas, Nevada. June, 1999. (Available in "Readings" www.leanconstruction.org)

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Birmingham: School of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Birmingham, 2000. Tese de Doutorado.

BALLARD, G.; HOWELL, G. "Stabilizing Work Flow." *Proceedings of the 2nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, Santiago, Chile, October, 1994. Available in Alarcón, 1997, 101-110.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production from Uncertainty: First Step in an Improvement Strategy. ENCONTRO NACIONAL DE PROFESIONALES DE PROJECT MANAGEMENT. SANTIAGO, 1996. **Proceedings...**

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding Production: an essential step in production control**. Berkeley, Department of Civil and Environmental Engineering. University of California, 1997b. (Technical Report, 97-1).

BALLARD, G.; HOWELL, G. Na Up-date on Last Planner. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 11, 2003, Virginia. **Proceedings...** Virginia: Virginia Tech, 2003.

BAÚ, N.; MESDES JR, R. **Avaliação da Eficiência do Planejamento durante a Construção - Estudo de Caso em Empreendimento de Edifícios Populares de 4 andares**. ENTAC-2002 - IX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2002, 07-10 Maio, Foz do Iguaçu.

BERNARDES, M.M.S.. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas de Construção**. Porto Alegre, 2001. 310 f. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BERNARDES, M. M. S. **Proposição de diretrizes para o desenvolvimento de sistemas de planejamento e controle da produção: Pesquisa baseada em estudo empírico**. ENTAC-2004 - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, 18-21 Julho, São Paulo.

BERNARDES, M. M. S; SALVADOR, T.F. **Work-Task: Sistema computacional para o planejamento e controle da produção de obras de construção civil**. ENTAC-2004 - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, 18-21 Julho, São Paulo.

BIRRELL, George S. Construction - planning beyond the critical path. **Journal of the Construction Division**, ASCE, Vol. 106, CO3, p. 389-407, 1980.

BULHÕES, I.; FORMOSO, C.; VILLAGRA AVELLÁN, T. Gestão dos fluxos físicos e sua integração com o planejamento e controle da produção: caso de uma empresa de Salvador-BA. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**, 2003.

CHASE, R.B., AQUILANO, N.J., JACOBS, F.R.. **Production and Operations Management: Manufacturing and Services**, Irwin/McGraw-Hill, Boston, USA, 889 pp., 8th edition, 1998.

CHITLA, V.R e ABDELHAMID, T.S **Comparing Process Improvement Initiatives Based On Percent Plan Complete And Labor Utilization Factors**, 2003 In : 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-11)

CHOO, H. J.; TOMMELEIN, I. D **Requirements and barriers to adoption of Last Planner computers tools**. In 9th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-2001), Singapore, 2001

CHOO, H.J., TOMMELEIN, I.D., BALLARD, G., and ZABELLE, T.R. (1998). **WorkPlan Database for Work Package Production Scheduling**. *Proc. 6th Ann. Conf. Intl. Group for Lean Construction*, IGLC-6, 13-15 August, Guarujá, Brazil, 12 pp. Available at <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/ChooEtAl.pdf>

CHUA, D.K.H, JUN, S.L. and HWEE, B. S. (1999). "Integrated Production Scheduler for Construction Lookahead Planning". Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-7), **Proceedings** – Berkeley.

CODINHOTO, R. MINOZZO, D. L. , HOMRICH, M. C. , FORMOSO, C. T.. **Análise de restrições: definições e indicador de desempenho**. White paper. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

COELHO, H. **Diretrizes e requisitos para o Planejamento e Controle da Produção em nível de médio prazo na Construção Civil**. Porto Alegre, 2003. 134 f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

COELHO, H.; FORMOSO, C. Planejamento e controle da produção em nível de médio prazo: funções básicas e diretrizes de implementação. In: III SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos, SP. **Anais...**, 2003

COHENCA-ZALL, D.; LAUFER, A.; SHAPIRA, A.; HOWELL, G. A. Process of planning during construction. **Journal of the Construction Engineering and Management**. ASCE, Vol. 120, N. 3, p. 561-578, 1994.

CONTE, A. Lean Construction: from theory to practice. In: CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, 10 , 2002, Gramado. **Proceeding...** Gramado: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. p. 553-561.

CORIAT, B. **Pensar pelo Averso: o modelo japonês de trabalho e organização**. Rio de Janeiro, UFRJ, Revan, 1994.

CORRÊA, H.L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. Planejamento, **Programação e Controle da Produção: MRP II / ERP, Conceitos, Uso e Implantação**. São Paulo: Atlas, 3ª. edição, 411 p., 2000.

FEATHERSTON, S. Study of reasons for the adoption of lean production in the automobile industry: questions for the AEC industries. In: INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 7, 1999, Berkeley, CA, Proceedings. Disponível na internet via WWW. URL <http://www.leanconstruction.org/paper.htm>.

FIALLO, M e REVELO, V.H.. Applying The Last Planner Control System To a Construction Project: a Case Study In Quito, Ecuador, 10th International Conference on Lean Construction - **Proceedings** IGLC 2002, <http://www.vtt.fi/rte/lean/>. 2002.

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. Salford: University of Salford - Department of Quantity and Building Surveying, 1991. Tese de Doutorado.

FORMOSO, C. **The New Operations Management Paradigm**. White Paper. Berkeley: University of California, 2000.

FORMOSO, C.; BERNARDES, M.; OLIVEIRA, L.; OLIVEIRA, K. **Termo de Referência para o Planejamento e Controle da Produção em Empresas Construtoras**. Porto Alegre: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

GALSWORTH, G. D. **Visual systems: harnessing the power of a visual workplace**. New York: AMACON, 1997.

GENNARI, J. H. & REDDY, M. Participatory design and an eligibility screening tool. In **Proceedings** of the AMIA Annual Fall Symposium, Los Angeles, CA, 2000.

GHINATO, P. **Sistema Toyota de Produção, mais do que simplesmente just-in-time**. Caxias do Sul: EDUCS, 1996.

GYM (2002), material provided in company presentation. Included in presentation "Introduction to Lean Construction", Berkeley, CA, July 31, 2002. (available on request from the Lean Construction Institute, gballard@leanconstruction.org)

HAMMOND, J., CHOO, H.J., AUSTIN, S., TOMMELEIN, I.D., and BALLARD, G. (2000). **"Integrating Design Planning, Scheduling, and Control with DePlan."** *Proc. 8th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction, IGLC-8*, 26-28 July, Brighton, U.K., Disponível em: <http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC8-HammondEtAl.pdf>

HARRISON, F. L. (1985) **Advanced project management**. Aldershot, Gower.

HEINECK, L.; MACHADO, R. A geração de cartões de produção na programação enxuta de curto prazo em obra. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2001, Fortaleza, CE. **Anais...**, 2001.

HOWELL, G. What is Lean Construction. In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 7, 26-28 jul, 1999. Berkeley, CA. **Proceedings...** University of California, 1999.

HOWELL, G (2002) **A Guide for New Users of the Last Planner™ System Nine Steps for Success** - Lean Project Consulting, Inc November 18, 2002

HOWELL, G.; BALLARD, G. Can Project Controls Do Its. In: Annual Conference on the International Group for Lean Construction, 4, Birmingham, UK, 26-27 aug, 1996. **Proceedings...**

HOWELL, G.; BALLARD, G. Implementing **Lean Construction: Reducing inflow variation**. In: ALARCÓN, L. (Ed.). *Lean Construction*. Rotterdam: Balkema, 1997a. p.93-100.

ISATTO, E., FORMOSO C. T., CESARE, C. M. HIROTA, E. H., ALVES, T.C.L. **Lean Construction: Diretrizes e Ferramentas para o Controle de Perdas na Construção Civil**. Porto Alegre: SEBRAE-RS, 2000.

KARTAM, S.; IBBS, W.; BALLARD, G. Reengineering construction planning. **Project Management Journal**, v. 26, n. 2, p. 27 –37, June 1995

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford, 1992. Technical Report #72. Center for Integrated Facility Engineering (CIFE), Stanford University.

KOSKELA, L. Lean Production in Construction. In: ALARCÓN, L. (Ed.). **Lean Construction**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1997, p. 1-9.

KOSKELA, L.; **An exploration towards a production theory and its application to construction**. 2000. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Helsinki University of Technology, Espoo.

KUHN, S., WINOGRAD, T. **Bringing Design to Software**. EUA, Addison-Wesley, 1996.

LAUFER, A. Essentials of project planning: owner's perspective. **Journal of Management in Engineering**. ASCE, Vol. 6, N. 2, p. 162-176, 1990.

LAUFER, A. **Simultaneous Management**. United States: AMACOM, 1997

LAUFER, A.; HOWELL G. A.; ROSENFELD Y. Three modes of short-term construction planning. **Construction Management and Economics**, London, vol.10, p249-262, 1992.

LAUFER, A.; TUCKER, L. T.; SHAPIRA, A.; SHENHAR, A. J. The multiplicity concept in construction project planning. **Construction Management and Economics**, London, n.11, p53-65, 1994.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Competence and timing dilemma in construction planning. **Construction Management and Economics**, London, n. 6, p. 339-355, 1988

LAUFER, A., TUCKER, R. L.. Is construction planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process - A theoretical model for optimum project (time) performance based on European best practices. **Construction Management and Economics**, Vol. 5, p. 243-266, 1987.

LEVITT, R. E., KARTAM, N., KUNZ, J. Artificial intelligence techniques for generating construction project plans. **Journal of the Construction Engineering and Management**. ASCE, Vol. 114, N. 3, p. 329-343, 1988.

LIMMER, C. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro : Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. , 1997.

MACHADO, R. **A sistematização de Antecipações gerenciais no Planejamento da Produção de Sistemas de Construção Civil**. Florianópolis, 2003. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

MAREN, J. M. V. **Méthodes de Recherche pour L' Éducation**. Lês Presses de l' Université de Montreal De Boeck Université. 1996.

MELO, A. C. **Desenvolvendo Aplicações com UML 2.0**. Editora Brasport, 2ª Edição, 2004

MENDES JR., R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. Florianópolis, 1999. 235 f. Dissertação de Doutorado em Eng. Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção - PPGE-UFSC.

MENDES JR., R.; VASCONCELOS, C.; ZAMPARONI, R. Uma ferramenta para gerenciamento de obras na web usando princípios da construção enxuta. 2º. Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído SIBRAGEQ. **Anais...**, CD: 1: Antac. Fortaleza, CE, 2001

MENDES JR, R; VILLAS-BÔAS, B. T.; PAULI, M. D.; AZUMA, F. ZEN, T. **Desenvolvimento de aplicação em gestão de obras com computação móvel – Projeto Galápagos**. ENTAC-2004 - X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2004, 18-21 Julho, São Paulo.

MILES, M. B. & HUBERMAN, A. M. **Qualitative Data Analyses**. Sage publications, 2.ed, USA: 1994.

MURRAY, M.; NKADO, R.; LAI A. The integrated use of information and communication technology in the construction industry. In: CONSTRUCTION IT AFRICA, 2001, Mpumalanga. **Proceedings...** Mpumalanga: CIB-International Council for Building Research Studies and Documentation, 2001. n. 39. Disponível em: <http://buildnet.csir.co.za/constructionitafrica/authors/Papers/w78-068.pdf>

OGLESBY, C., PARKER, H. & HOWE, G.. **Productivity improvement in construction**. New York, NY: McGraw-Hill Book Co., 1989.

OLIVEIRA, K. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de Indicadores no processo de Planejamento e Controle da Produção: proposta baseada em estudo de caso**. Porto Alegre, 1999. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995.

REBOLJ, D., MAGDIC, A. e CUS-BABIC, N. Mobile Computing in construction Disponível em:

<http://fg.uni-mb.si/cgi/Mobile%20computing%20in%20construction.htm>

ROESCH, Silvia M. A. **Projeto de estágio do curso de administração**. Editora Atlas, 1996.

RUSSOMANO, V.H.. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo, SP: Editora Pioneira, 6ª. edição, 320 p., 2000.

SANTOS, A. **Application of Flow Principles in the Production Management of Construction Sites**. Salford– UK, October 1999, Tese de doutorado apresentada à School of Construction and Property Management of the University of Salford.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2a. Edição, Porto Alegre: RS, Editora Artes Médicas / Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero**: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia de pesquisa e elaboração de dissertação**. Florianópolis: LED/UFSC, 2000

SLACK, N., CHAMBERS, S., HARLAND, C., HARRISON, A., JOHNSTON, R.. **Administração da Produção**. São Paulo, SP: Atlas, 1ª. edição, 1997.

SOARES, A. C. **Diretrizes para a manutenção e o aperfeiçoamento do processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Porto Alegre, 2003. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão de Mestrado Profissionalizante.

STALK, G. ; HOUT, T.M. 1989. Competing against time. Free Press, NY.

SUN, M., AOUAD, G Integration technologies to support organizational changes in the construction industry. In: 7th ISPE – INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONCURRENT ENGINEERING, 2000, Lyon , França. **Proceedings...** Lyon: 2000. p.596

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: 7 ed. Atlas, 1996, 108 f.

TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Lookahead planning: screening and pulling. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE LEAN CONSTRUCTION, 2, 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Instituto de Engenharia de São Paulo/Logical Systems, 1997.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1992. 347p.

YIN, R.K.. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Tradução de Daniel Grassi, 2a edição, Porto Alegre: Editora Bookman, 2001

APÊNDICE 1 - QUESTIONÁRIO ENVIADO AS EMPRESAS

Método Last Planner

NOME DA EMPRESA: _____

ENDEREÇO DA EMPRESA: _____

BAIRRO: _____ FONE SEDE: _____

EM QUE ANO A EMPRESA FOI INAUGURADA? _____

Nº. FUNCIONÁRIOS _____ RAMO DE ATIVIDADE _____

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: _____ FONE ENG: _____

1) Quantas obras sua empresa possui atualmente? _____

2) Quantas obras utilizam o método last planner (ppc) de planejamento?
_____ Desde que ano o planejamento é feito desta maneira? _____.

3) Como é realizado o método nestas obras?

Diário ☐ Semanal ☐Quinzenal ☐ Mensal ☐Outros ☐ _____

4) São realizadas reuniões? _____

Quem participa da mesma? _____

5) O planejamento é feito na hora da reunião ou é levado semi-pronto?
_____6) Sua empresa utiliza alguma ferramenta computacional para ajudar na
utilização do método? Sim ☐ Não ☐

Em caso afirmativo:

7) Qual ferramenta?

Excel ☐ Project ☐Primavera ☐ Própria ☐Outra ☐ _____

8) O que a ferramenta faz?

- a) Programação das tarefas
- b) Vínculo das tarefas do MS-Project com as tarefas semanais?
- c) Cálculo do PPC?
- d) Gráfico de PPC?
- e) Gráfico de Pareto?
- f) Outros _____

9) Sua Empresa possui uma tabela padrão para os motivos de não conformidades mais encontrados nas obras?

Sim ☐ **Não** ☐

10) Vocês realizam programação de médio prazo (Lookahead)?

Sim ☐ **Não** ☐

Em caso afirmativo:

11) Existem quantas semanas no planejamento? _____

12) O mesmo é atualizado a cada quanto tempo? _____

13) Como funciona o relacionamento entre o lookahead, o cronograma macro e o Last Planner?

14) Costuma-se atualizar o cronograma Master (mestre) com o auxílio do Lookahead?

Sim ☐ **Não** ☐

15) Se vocês fossem criar um programa de computador o que vocês gostariam que o mesmo tivesse?

Tipos de Janelas iguais a qual programa? _____

Vínculo com algum outro programa? Qual? _____

Quais tipos de Gráficos? _____

Quais tipos de Relatórios? _____

Consulta pela Internet? Sim ☐ **Não** ☐

Atualização de dados pela Internet? Sim ☐ **Não** ☐

Uso em computador de mão (Palm, Pocket)? Sim ☐ **Não** ☐

Idéias adicionais:

APÊNDICE 2 - PRIMEIRO QUESTIONÁRIO ELABORADO

Método Last Planner

NOME DA EMPRESA: _____

ENDEREÇO DA EMPRESA: _____

BAIRRO: _____

FONE SEDE: _____

ENGENHEIRO RESPONSÁVEL: _____ **FONE ENG:** _____

1) Quantas obras sua empresa possui atualmente ? _____

2) Quantas obras utilizam o método last planner (PPC) de planejamento?

3) Como é realizado o método nestas obras ?

- | | |
|-----------|--------------------------------|
| Diário | ☐ |
| Semanal | ☐ |
| Quinzenal | ☐ |
| Mensal | ☐ |
| Outros | ☐ _____ |

4) O método atualmente é realizado somente no papel ?

Sim ☐ **Não** ☐

5) Sua empresa utilize alguma ferramenta computacional para ajudar na utilização do método, qual ?

- | | |
|---------|--------------------------------|
| Excel | ☐ |
| Project | ☐ |
| Própria | ☐ |
| Outra | ☐ _____ |

6) Em caso afirmativo o que a ferramenta faz?

g) Vinculo das tarefas do MS-Project com as tarefas semanais ?

h) Cálculo do PPC?

i) Gráfico de PPC ?

j) Gráfico de Pareto ?

k) Outros

7) Sua Empresa possui uma tabela padrão para os motivos de não conformidades mais encontrados nas obras?

Sim ☐ **Não** ☐

8) Vocês realizam o Lookahead ?

Sim ☐ **Não** ☐

9) Em caso afirmativo como funciona o relacionamento entre o lookahead , o cronograma macro e o Last Planner?

10) Costuma-se atualizar o cronograma Master com o auxilio do Lookahead?

Sim ☐ **Não** ☐

11) Se vocês fossem criar um programa de computador o que vocês gostariam que o mesmo tivesse?

Tipos de Janelas iguais a qual programa? _____

Vinculo com algum programa? _____

Quais tipos de Gráficos? _____

Quais tipos de Relatórios? _____

APÊNDICE 3 - MODELO INFORMAL DO SISTEMA - ELABORADO NO MSEXCEL

SEMANA 1

Período: xx/xx/xx xx/xx/xx

Tarefas Programadas

Nº	Tarefas da Semana	Local		Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Equipe	Prog (%)	Exec (%)	Restrição	Problemas
			P		5	4						25%	25%		
			E		5	4									
			P			5	5					45%	45%		
			E			4	3								
			P				5					25%	25%		
			E				5								
			P				5					90%	65%		A2
			E				3								
			P	4	4							50%	50%		
			E	4	3										
			P		5	5						75%	75%		
			E		5	4									
			P					2	2			50%	50%		
			E					2	2						
			P												
			E												
			P												
			E												
			P												
			E												
			P												
			E												
			P												
			E												
Total												7	6		

ANEXO 1 - LISTA DE CAUSAS UTILIZADA PELA EMPRESA C.

A. PLANEJAMENTO

- A1. Falta de mão-de-obra própria (falta de previsão)
- A2. Falta de mão-de-obra empreitada (falta de previsão)
- A3. Falta de material (falta de previsão)
- A4. Programação com número excessivo de serviços (serviços dimensionados a mais que a capacidade produtiva da empresa)
- A5. Produção da mão-de-obra superestimada (mão-de-obra prevista)
- A6. Falta de equipamento (Falta de previsão)
- A7. Falta de definição/especificação no planejamento
- A8. Mudança/Erro do seqüenciamento dos serviços
- A9. Problema de sincronização dos serviços

B. PROJETO

- B1. Falta de projeto executivo na obra
- B2. Falta de detalhamento/definição do projeto
- B3. Alteração de projeto
- B4. Local de trabalho inacessível devido a uma configuração do projeto (problemas referentes à acessibilidade)
- B5. Incompatibilidade entre projetos

C. MÃO-DE-OBRA

- C1. Falta de mão-de-obra própria (absenteísmo)
- C2. Falta de mão-de-obra empreitada (absenteísmo)
- C3. Baixa produção da mão-de-obra (serviços executado)
- C4. Interferência do RH na mão-de-obra (retirada de operários para atender outros serviços da empresa)

D. MATERIAL

- D1. Falta de material (entrega fora de prazo)
- D2. Falta de definição do material (indicar se: no projeto, no memorial ou do cliente)
- D3. Má qualidade do material (necessidade de devolução ou perdas maiores que as previstas)
- D4. Erro na entrega do material

E. GERAL

- E1. Condições adversas do tempo
- E2. Alteração na programação (motivos: exigência do cliente, exigências municipais, mudança de estratégia de ataque)
- E3. Atraso de tarefa antecedente
- E4. Problemas na execução do serviço (indicar motivo)
- E5. Houve retrabalho
- E6. Falta de equipamento (entregue fora do prazo)
- E6. Falta de equipamento (entregue fora do prazo)