

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

NATHALIE DA SILVA CAVALCANTI

**UTILIZAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE
UMA OBRA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CURITIBA
2011

NATHALIE DA SILVA CAVALCANTI

**UTILIZAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE
UMA OBRA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Construção Civil. Linha de Pesquisa: Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Eduardo Catai.

CURITIBA
2011

NATHALIE DA SILVA CAVALCANTI

**UTILIZAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA NO GERENCIAMENTO DE
UMA OBRA NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Área de Concentração: Construção Civil. Linha de Pesquisa: Sistemas de Produção.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr. Alfredo Iarozinski Neto
(UTFPR)

Prof^o Dr. Cezar Augusto Romano
(UTFPR)

Prof^o Dr. Luiz Fernando Mahlmann Heineck
(UFC)

Prof^o Dr. Rodrigo Eduardo Catai
(UTFPR)
Orientador

Curitiba, ____ de _____ de 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao meu noivo, por todo o amor, carinho, atenção, paciência e apoio durante todo o período de elaboração da dissertação.

À minha família, pela compreensão, paciência e incentivo dados, principalmente nos momentos mais difíceis. À minha irmã Thainá, que dedicou grande tempo revisando esta obra.

Ao meu orientador, pela dedicação, confiança e estímulo repassados durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores Dr. Cezar Augusto Romano e Dr. Alfredo Iarozinski Neto, que me forneceram informações muito importantes para melhoria do trabalho, além de incentivo na etapa final do trabalho.

À empresa estudada, por ter permitido a pesquisa e fornecido os dados necessários para a elaboração dos resultados.

A todos aqueles que, de forma direta e/ou indireta, contribuíram para o desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

CAVALCANTI, Nathalie da Silva. Utilização da corrente crítica no gerenciamento de uma obra no setor da construção civil. 2011. 115f. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

Verifica-se uma crescente necessidade de gerenciar melhor a execução de obras de construção civil. Desta forma, este trabalho tem como enfoque demonstrar a aplicabilidade de uma nova metodologia de gerenciamento de projetos, baseada na Teoria das Restrições, chamada de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (CCPM), a fim de auxiliar a gestão de obras. A metodologia da pesquisa foi realizada por meio da pesquisa-ação na obra de uma construtora de médio porte, com duas fases de implementação da CCPM. Na primeira fase, formulou-se o planejamento do processo de construção de dois sobrados geminados. Após detalhamento do cronograma de atividades, a CCPM foi implementada e os resultados foram analisados. Na segunda fase, buscou-se entender e melhorar o processo de execução, na tentativa de eliminar ou reduzir os obstáculos identificados na primeira fase. Os resultados obtidos na segunda fase evidenciaram que a abordagem da CCPM aumentou o foco da equipe nas atividades; apresentou um controle simples e visual do andamento da obra; motivou as pessoas e o trabalho em equipe; aumentou a produtividade e reduziu a multitarefa nas atividades. No entanto, exigiu tempo de preparação e dedicação para realização do planejamento, mudança de hábitos, cultura e pensamento, além da necessidade de obtenção de consenso entre os envolvidos.

Palavras-Chave: Teoria das Restrições; Corrente Crítica; Gerenciamento de Atividades; Gestão de projetos; Tempo de Ciclo.

ABSTRACT

CAVALCANTI, Nathalie da Silva. Critical Chain implementation on construction management in the construction industry. 2011. 115 pages. Master Thesis – Postgraduate Program in Civil Engineering, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

There is a growing need to improve management in civil construction. Therefore this work focuses on demonstrating the applicability of a new project management methodology, based on the Theory of Constraints, called Critical Chain Project Management (CCPM), which can collaborate with civil construction management. The research method was an action research in a medium company with two implementation phases. In the first phase, the construction of two semi-detached houses planning was formulated and the results were analyzed. The second phase was to understand and improve the implementation process in an attempt to eliminate or reduce the problems identified at the first phase. The second phase results showed that the CCPM approach increased the team's focus, presented a simple and visual control of the work status, motivated people and teamwork; increased productivity and reduced the multitasking. However, the process required time and dedication for the planning, changed habits, culture and thoughts, besides that it required consensus among stakeholders.

Keywords: Theory of Constraints, Critical Chain, Management Activities, Project Management, Cycle Time.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA ATINGIR O OBJETIVO DO PROJETO.....	17
FIGURA 2 – RESULTADO DOS PROJETOS DO GOVERNMENT ACCOUNTING OFFICE ENTRE 1980 A 1996	19
FIGURA 3 – CONTEXTO DOS PROJETOS	21
FIGURA 4 – PROCESSO DE GERENCIAMENTO DO TEMPO DE UM PROJETO	23
FIGURA 5 – DECOMPOSIÇÃO DO PACOTE DE TRABALHO EM ATIVIDADES E ENTREGAS	24
FIGURA 6 – GRÁFICO DA PROBABILIDADE DE DURAÇÃO DE UMA ATIVIDADE.....	26
FIGURA 7 – RELAÇÃO DE TÉRMINO PARA INÍCIO	27
FIGURA 8 – RELAÇÃO DE INÍCIO PARA INÍCIO	28
FIGURA 9 – RELAÇÃO DE TÉRMINO PARA TÉRMINO	28
FIGURA 10 – RELAÇÃO DE INÍCIO PARA TÉRMINO	28
FIGURA 11 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE REDE (PERT)	29
FIGURA 12 – DIAGRAMA DE GANNT	30
FIGURA 13 – DIAGRAMA DE GANNT DO PROJETO APÓS O NIVELAMENTO DE RECURSOS	31
FIGURA 14 – TRABALHO CADENCIADO COM OPERAÇÃO SINCRONIZADA	32
FIGURA 15 – CAMINHO CRÍTICO DE UM PROJETO (ATIVIDADES A E E).....	33
FIGURA 16 – PROCESSO DE PRODUÇÃO DO LABORATÓRIO DENTAL	35
FIGURA 17 – REPRESENTAÇÃO DA RESTRIÇÃO EM UM FUNIL	37
FIGURA 18 – MELHORIAS DA CCPM.....	39
FIGURA 19 – RELAÇÃO ENTRE TEMPO DE DURAÇÃO E A PROBABILIDADE DE TÉRMINO DE UM PROJETO/ATIVIDADE	44
FIGURA 20 – EXEMPLO DE AMBIENTE DE MULTITAREFA.....	46
FIGURA 21 – SÍNDROME DO ESTUDANTE.....	47
FIGURA 22 – EXEMPLO DE PROJETO COM CONFLITO DE RECURSO	49
FIGURA 23 – NIVELAMENTO DE RECURSOS PELO CAMINHO CRÍTICO.....	49
FIGURA 24 – RESULTADO DO PROJETO COM CONCEITO DE CORRENTE CRÍTICA	49
FIGURA 25 – SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES DO PROJETO X.....	50
FIGURA 26 – ESCALONAMENTO DO PROJETO X DE ACORDO COM A CAPACIDADE DOS RECURSOS	51
FIGURA 27 – IDENTIFICAÇÃO DA CORRENTE CRÍTICA DO PROJETO X.....	51
FIGURA 28 – RETIRANDO A SEGURANÇA DAS ATIVIDADES DO PROJETO X	52
FIGURA 29 – CÁLCULO INICIAL DO PULMÃO DO PROJETO X	52
FIGURA 30 – READEQUAÇÃO DO TAMANHO DO PULMÃO DO PROJETO X	53
FIGURA 31 – PROJETO EM CORRENTE CRÍTICA	54
FIGURA 32 – CONTROLE DO PROGRESSO DE UM PROJETO, COM PULMÃO “VERDE”	55
FIGURA 33 – CONTROLE DO PROGRESSO DE UM PROJETO, COM PULMÃO “AMARELO”	55
FIGURA 34 – CONTROLE DO PROGRESSO DE UM PROJETO, COM PULMÃO “VERMELHO”	55
FIGURA 35 – ESCALA DE RESPONSABILIDADE NO PROJETO	56
FIGURA 36 – VISTA AÉREA DA OBRA	60
FIGURA 37 – PERCENTUAL DE AUMENTO NA QUANTIDADE DE UNIDADES ENTREGUES PELA DELTA AO LONGO DOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS	63
FIGURA 38 – ORGANOGRAMA DA EMPRESA DELTA	63
FIGURA 39 – NOVO ORGANOGRAMA DA EMPRESA DELTA	66
FIGURA 40 – PLANEJAMENTO ESTIMADO DO INÍCIO DE CADA ATIVIDADE EM LINHA DE BALANÇO DA OBRA HORIZONTE.....	68
FIGURA 41 – DEMANDA DE MÃO-DE-OBRA A CADA SEMANA.....	71

FIGURA 42 – MAPEAMENTO DA LÓGICA DA OBRA HORIZONTE.....	74
FIGURA 43 – PLANEJAMENTO DE UM MÓDULO (PRIMEIRO PLANEJAMENTO).....	77
FIGURA 44 – CORRENTE CRÍTICA DO MAPEAMENTO (PRIMEIRO PLANEJAMENTO)	78
FIGURA 45 – PLANEJAMENTO DE UM MÓDULO EM CORRENTE CRÍTICA COM PULMÕES COM 75 DIAS ÚTEIS NO TOTAL (PRIMEIRO PLANEJAMENTO).....	79
FIGURA 46 – PLANEJAMENTO DO MÓDULO PARTE INICIAL EM CORRENTE CRÍTICA COM 45 DIAS ÚTEIS NO TOTAL.....	83
FIGURA 47 – PLANEJAMENTO DO MÓDULO PARTE FINAL EM CORRENTE CRÍTICA COM 7 DIAS ÚTEIS NO TOTAL	84
FIGURA 48 – PLANEJAMENTO DO MÓDULO PARTE INICIAL COM 62 DIAS ÚTEIS NO TOTAL E EQUIPES ESPECIALIZADAS	89
FIGURA 49 – ADESIVOS COLADOS NO PROJETO DE IMPLANTAÇÃO DA OBRA	91
FIGURA 50 – BANNER CORRENTE CRÍTICA.....	92
FIGURA 51 – FATURAMENTO PREVISTO E EXECUTADO DA LINHA DE BALANÇO E DA LINHA DE BALANÇO COM CCPM ATÉ JANEIRO DE 2011	94
FIGURA 52 – EQUIPE VERMELHA DA CORRENTE CRÍTICA	97
FIGURA 53 – EQUIPE AZUL DA CORRENTE CRÍTICA.....	97
FIGURA 54 – EQUIPE ROXA	98
FIGURA 55 – LÓGICA DE PLANEJAMENTO DO MÓDULO COMPLETO REVISADA.....	100
FIGURA 56 – PLANEJAMENTO DO MÓDULO COMPLETO COM 42 DIAS ÚTEIS NO TOTAL COM EQUIPES MULTIFUNCIONAIS	101

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – STATUS DO PULMÃO DE DIVERSOS PROJETOS	57
TABELA 2 – SITUAÇÃO DA OBRA EM OUTUBRO DE 2010	70
TABELA 3 – ESTIMATIVA DE DURAÇÃO DAS ATIVIDADES DA OBRA HORIZONTE	75
TABELA 4 – QUANTIDADE DE RECURSOS DA OBRA HORIZONTE	80
TABELA 5 – PLANEJAMENTO DE UM MÓDULO REVISADO	82
TABELA 6 – CONSUMO DO PULMÃO NAS PRIMEIRAS SEMANAS DE IMPLEMENTAÇÃO	85
TABELA 7 – PLANEJAMENTO PARTE INICIAL DE UM MÓDULO REVISADO COM EQUIPES ESPECÍFICAS.....	87
TABELA 8 – CONSUMO DO PULMÃO ATÉ DEZEMBRO DE 2010	90
TABELA 9 – RELATÓRIO DE PLANEJAMENTO PARA TODOS OS MÓDULOS DA OBRA (CONCEITO CCPM).....	93
TABELA 10 – ACOMPANHAMENTO DO PULMÃO ATÉ JANEIRO DE 2011	94
TABELA 11 – PLANEJAMENTO COMPLETO DE UM MÓDULO COM EQUIPES MULTIFUNCIONAIS	100
TABELA 12 – RESULTADO DO CONSUMO DOS PULMÕES DA CORRENTE CRÍTICA (SEGUNDA FASE)	102

LISTA DE SIGLAS

CCPM	Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (<i>Critical Chain Project Management</i>)
CPM	Metodologia do Caminho Crítico (<i>Critical Path Method</i>)
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
JIT	<i>Just in Time</i>
MOBP	Gerenciando Organizações por Projetos (<i>Managing Organizations By Projects</i>)
OPT	<i>Optimized Production Technology</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PMI	<i>Project Management Institute</i>
TOC	Teoria das Restrições (<i>Theory of Constraints</i>)
TOCICO	<i>Theory of Constraints International Certification Organization</i>
TQM	<i>Total Quality Management</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 PROBLEMÁTICA	11
1.2 OBJETIVOS.....	11
1.2.1 <i>Objetivo Geral</i>	11
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	11
1.3 JUSTIFICATIVAS	12
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL	14
2.2 HISTÓRICO DA GESTÃO DE PROJETOS	15
2.3 GESTÃO DE PROJETOS	16
2.3.1 <i>Conceito de Projetos</i>	16
2.3.2 <i>Conceito de Gestão de Projetos</i>	17
2.3.3 <i>Problemas relacionados à Gestão de Projetos</i>	19
2.3.4 <i>Principais áreas do Gerenciamento de Projetos</i>	22
2.4 GESTÃO DO TEMPO DO PROJETO.....	23
2.4.1 <i>Mapeamento das atividades</i>	23
2.4.2 <i>Sequência de atividades</i>	24
2.4.3 <i>Estimativa de recursos e duração das atividades</i>	25
2.4.4 <i>Desenvolvimento do Plano/Cronograma</i>	27
2.4.4.1 <i>Diagrama de Rede (PERT)</i>	29
2.4.4.2 <i>Diagrama de Gantt</i>	29
2.4.4.3 <i>Realocação de Recursos</i>	30
2.5 MÉTODOS DE PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL	31
2.5.1 <i>Linha de Balanço</i>	31
2.5.2 <i>Caminho Crítico</i>	32
2.6 TEORIA DAS RESTRIÇÕES.....	33
2.6.1 <i>Conceitos Principais</i>	34
2.7 CORRENTE CRÍTICA	38
2.7.1 <i>Fundamentos</i>	38
2.7.2 <i>Exemplificações de estudos da técnica de corrente crítica</i>	40
2.7.3 <i>Premissas</i>	43
2.7.4 <i>Caminho Crítico x Corrente Crítica</i>	48
2.7.5 <i>Aplicação</i>	49
2.7.6 <i>Controle do Projeto</i>	54
2.7.7 <i>Softwares</i>	57
3 METODOLOGIA	58
3.1 POSICIONAMENTO DA PESQUISA.....	58
3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS	59
3.2.1 <i>Análise do Cenário da Empresa</i>	60
3.2.2 <i>Obtenção dos dados da obra</i>	60
3.2.3 <i>Planejamento em CCPM</i>	61
3.2.4 <i>Primeira Fase de Acompanhamento</i>	61
3.2.5 <i>Segunda Fase de Acompanhamento</i>	61
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1 CENÁRIO DA EMPRESA.....	63

4.2	PROBLEMAS IDENTIFICADOS NA OBRA.....	64
4.2.1	<i>Criação da Área Planejamento</i>	65
4.2.2	<i>Planejamento Linha de Balanço</i>	66
4.3	OBTENÇÃO DE CONSENSO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA.....	72
4.4	TREINAMENTO NO <i>SOFTWARE</i> DE CORRENTE CRÍTICA.....	74
4.5	MAPEAMENTO E SEQUENCIAMENTO DAS ATIVIDADES.....	74
4.6	ESTIMATIVA DA DURAÇÃO E RECURSOS DAS ATIVIDADES.....	75
4.7	UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE CORRENTE CRÍTICA.....	76
4.7.1	<i>Inserção das informações no software</i>	76
4.7.2	<i>Análise preliminar do Planejamento</i>	80
4.8	ACOMPANHAMENTO E CONTROLE – PRIMEIRA FASE.....	85
4.8.1	<i>Reformulação do Planejamento</i>	87
4.8.2	<i>Acompanhamento do teste piloto e novos módulos por equipes especializadas</i>	90
4.8.3	<i>Obstáculos</i>	95
4.9	ACOMPANHAMENTO E CONTROLE – SEGUNDA FASE.....	96
5.	CONCLUSÕES	106
	REFERÊNCIAS	108

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, observa-se dificuldade em atender simultaneamente o prazo, o escopo e o orçamento dos projetos. Os projetos finalizados, geralmente, não conseguem alcançar totalmente o escopo, ou terminarem na data determinada, ou no orçamento estipulado (LEACH, 2000, p.1-4). Com isso, a pressão sofrida pela necessidade de obter um melhor desempenho tem sido um grande desafio a ser enfrentado pelas empresas (CONTADOR, 2010, p.457).

Segundo Limmer (1997, p.2), muitas obras habitacionais são executadas com planejamento informal, havendo integração insuficiente entre as áreas envolvidas, em razão da demanda de tempo e dinheiro. Entretanto, atualmente com o mercado aquecido, a indústria da construção civil passa por situações que exigem melhores resultados no curto e médio prazo.

Nos dias de hoje surge com maior intensidade a necessidade de gerenciar o planejamento de acordo com o desempenho desejado, considerando os diversos imprevistos ocorridos no decorrer da obra (CONTADOR, 2010, p.431). Tendo em vista um cenário como esse, em que a competição está cada vez mais acirrada, as empresas precisam de vantagens competitivas sustentáveis a fim de se adaptarem rapidamente às mudanças.

No entanto, o processo crítico não é a tecnologia de execução aplicada, mas o modelo de gestão utilizado para atingir os resultados esperados (CONTADOR, 2010, p.431).

Para isso, o modelo de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (*Critical Chain Project Management – CCPM*) traz como objetivo melhorar a gestão dos projetos e cumprimento dos prazos estipulados, reduzindo os impactos das variações e imprevistos em um ambiente de multiprojetos. A presente pesquisa utiliza a premissa de que a busca constante de uma melhor gestão de obras contribui para o crescimento da lucratividade da empresa do setor da construção civil e, ainda, pode colaborar com a perenidade e sustentabilidade dos negócios. Vale salientar que nessa pesquisa a palavra projeto é caracterizada como um empreendimento com objetivo definido, que consome recursos e opera sob pressões de prazos, custos e qualidade, seguindo um cronograma com início e fim.

Assim, esse trabalho busca apresentar uma nova forma de gerenciar projetos de construção civil face ao aumento da competitividade entre as empresas. Tendo

isso como base, analisa-se a aplicabilidade desse gerenciamento e os benefícios e obstáculos encontrados na implementação em uma construtora, situada na região sul do Brasil, por meio de uma pesquisa-ação. Com o estudo dos dados levantados nessa obra antes da implementação e durante a fase de sua execução, desenvolveu-se um trabalho referente a aplicação da corrente crítica e mudança de planejamento, no qual foi possível vislumbrar benefícios, problemas e quebras de paradigmas durante a fase de implementação.

1.1 PROBLEMÁTICA

Considerando o contexto supracitado, procurou-se responder à seguinte questão: *Quais benefícios, desvantagens e dificuldades podem ser identificados na implementação da metodologia de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica, no gerenciamento de uma obra de residências com características técnicas similares?*

Diante dessa questão, a presente pesquisa aborda a aplicação da metodologia em uma construtora, contemplando todos os fatores observados na implementação, podendo se tornar, como contribuição, um instrumento de melhoria de desempenho na execução de empreendimentos da construção civil.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como propósito principal analisar a aplicabilidade do Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica no planejamento e controle da etapa de execução em uma obra de uma construtora de médio porte.

1.2.2 Objetivos Específicos

Esse trabalho tem como objetivos específicos:

- Analisar o planejamento utilizado na empresa estudada.

- Apontar os problemas identificados na obra estudada e o que motivou a busca por novas formas de gerenciamento de obras.
- Descrever a implementação da corrente crítica na empresa.
- Verificar os resultados decorrentes da implantação e os impactos no gerenciamento da obra.

1.3 JUSTIFICATIVAS

Atualmente, a capacidade de adaptação é um elemento importante à sobrevivência de qualquer empresa. Diante da situação atual, em que muitas companhias têm dificuldade de crescer e se manter no mercado, a preocupação em tomar decisões que impactem diretamente no aumento de lucratividade se torna imprescindível.

O ambiente em que as empresas estão inseridas está mudando constantemente e a competição tende a ficar cada vez mais acirrada. Enquanto não se exigia uma melhoria de eficiência na empresa tradicional, visto que o mercado era menos competitivo, de outro lado, uma das principais preocupações das companhias tornou-se a busca incessante pela melhoria de eficiência e produtividade (BORNIA, 2002, p.25).

Desde 1990, a busca pela excelência no gerenciamento de projetos tem assumido uma importância cada vez maior. Hoje, os benefícios dessa gestão são claros tanto para os clientes quanto para os fornecedores (KERZNER, 2006, p.27). Segundo Mendes (2006, p.6), basta que uma empresa consiga otimizar os prazos de entrega dos projetos em que participa para que os concorrentes percebam que não podem continuar controlando os seus de forma amadora.

De fato, a excelência em gestão se tornou uma arma competitiva que atrai novos negócios e mantém os clientes tradicionais. Ou seja, há uma preocupação e reconhecimento da importância da gerência de projetos e seu impacto na lucratividade da empresa (KERZNER, 2006, p.17).

Conforme Kishira (2009, p.27), o cumprimento dos projetos desempenha um papel-chave na gestão corporativa, chamando cada vez mais atenção para a gestão, especialmente para as empresas que estão lutando para sobreviver em um mercado em constante mutação e altamente competitivo.

Dada a importância do gerenciamento no mundo empresarial, destaca-se, assim, a relevância do estudo para aplicação no setor de construção civil, de modo a reduzir os prazos de entrega dos empreendimentos, permitindo a utilização de novas ferramentas de gestão.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente pesquisa foi realizada entre 2010 e 2011, intitulada “Utilização da corrente crítica no gerenciamento de uma obra no setor da construção civil”, dividida em cinco capítulos: Introdução, Revisão Bibliográfica, Metodologia, Resultados e Discussões, e Conclusões.

No primeiro capítulo há uma breve introdução do tema, formulação do problema, objetivos e justificativas.

Em seguida, no segundo capítulo, destaca-se a revisão de literatura realizada pela autora para formar os conceitos necessários para realização do estudo, o que engloba embasamento teórico sobre o tema, relacionado a gestão de projetos, teoria das restrições, corrente crítica, entre outros.

No seguinte capítulo, apresenta-se a metodologia utilizada no trabalho, com uma breve descrição da empresa estudada, focando no papel do pesquisador e na sequência de implementação da metodologia na obra estudada.

Na parte relativa aos Resultados e Discussões, expõem-se os registros observados pela pesquisadora. Ainda, as análises e discussões baseadas nas observações e resultados coletados, relativas às as conclusões sobre o estudo de caso, estão apresentadas também nesse capítulo.

E, por fim, apresenta-se as conclusões, que consistem em uma análise quanto ao cumprimento dos objetivos propostos, aplicação do método, suas limitações e sugestões para desenvolvimento futuro.

Apresenta-se, ainda, após esta etapa, a bibliografia utilizada no trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma revisão de literatura que engloba o cenário da construção civil no Brasil, os principais conceitos de gestão de projetos, problemas relacionados ao gerenciamento, gestão do tempo de um projeto, método de planejamento por linha de balanço, caminho crítico e corrente crítica, assim como os principais fundamentos da teoria das restrições.

2.1 CENÁRIO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO BRASIL

A construção civil é um setor industrial importante para a economia brasileira. De acordo com o IBGE (2008), em 2008, a expansão do setor da construção acompanhou o crescimento de 5,1% do Produto Interno Bruto (PIB) (Série do PIB Trimestral de 2008, calculado pelo IBGE), com a atividade de construção crescendo 8,9%. No entanto, atualmente, estima-se que o déficit habitacional brasileiro é de 5,8 milhões de domicílios (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2010).

Para isso, desde 2007, o setor conta com investimento de aproximadamente R\$ 503,9 bilhões do governo federal nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos, por meio do Plano Plurianual, chamado de Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Na área de habitação, o PAC tem como objetivo, entre 2007 e 2010, destinar R\$ 106,3 bilhões beneficiando quatro milhões de famílias (BRASIL, 2010). Entretanto, enquanto o PAC concretiza o plano divulgado, novas demandas surgirão, assim como a infra-estrutura necessária para essas novas residências, como: transporte, energia, saneamento, comunicação, etc.

As empresas de construção não sofreram a mesma competição externa sentida por outros setores industriais, mesmo após a abertura econômica e tecnológica pós-ditadura no Brasil, diferentemente das indústrias seriadas que sofreram forte impacto dessa concorrência externa, fazendo com que estas companhias buscassem uma melhor eficiência dos processos (VIEIRA, 2006, p.12).

Anteriormente, a concorrência neste setor se restringia ao mercado interno e de maneira inexpressiva, de forma que a venda sempre era realizada. Isso fazia com que o foco dos empresários fosse atender às especificações técnicas e marketing, tendo pouca atenção na qualificação profissional, treinamentos, tecnologia,

produtividade, especialização, desperdícios, qualidade e organização (VIEIRA, 2006, p.13).

É comum, de acordo com Limmer (1997, p.2), muitas obras habitacionais serem executadas com planejamento informal, havendo integração insuficiente entre as áreas envolvidas em razão da demanda de tempo e dinheiro. Entretanto, atualmente com o mercado aquecido, a indústria da construção civil passa por situações que exigem melhores resultados tanto a curto quanto a médio prazo. A pressão sofrida por essas empresas pela necessidade de obter melhor desempenho em tempos mais curtos, sob condições de incerteza e sem impactar a qualidade, os custos e o escopo dos projetos, tem sido um grande desafio (CONTADOR, 2010, p.457).

Souza (2006, p.14), comenta que a construção civil, há anos, vem sendo considerada uma indústria com baixa produtividade no uso da mão-de-obra. Com a crescente competição no mercado, busca-se uma melhor otimização dos recursos nesse setor.

Para isso, segundo Contador (2010, p.457), é necessário mudar o paradigma da gestão de empreendimentos, onde o sucesso do projeto será alcançado quando a obra for entregue no prazo e em conformidade com as necessidades dos clientes. Nos dias de hoje, a vantagem competitiva surge com maior intensidade na habilidade de gerenciar o planejamento de acordo com o desempenho planejado, considerando os diversos imprevistos ocorridos no decorrer da obra.

O desenvolvimento tecnológico da indústria da construção vem aumentando, embora ainda esteja restrito a obras de maior responsabilidade, colaborando com um significativo aumento na produtividade. No entanto, o processo crítico não é a tecnologia de execução aplicada, mas o modelo de gestão utilizado para que alcancem os resultados esperados (CONTADOR, 2010, p.431).

2.2 HISTÓRICO DA GESTÃO DE PROJETOS

Cleland (2002, p.5) afirma que a gerência de projetos surgiu na década de 1950, primeiramente, na indústria da construção, na área de materiais bélicos e de desenvolvimento de sistemas. No passado, a gerência de projetos aparece em

construções bem remotas, com a Grande Pirâmide do Egito, em antigas catedrais da Europa, e em muitas obras de infra-estrutura, como aquedutos, estradas, castelos.

De acordo com Mendes (2006, p.6), não é possível realizar obras de porte considerável somente pela intuição. O autor afirma que as catedrais medievais eram construídas seguindo um determinado nível de planejamento, porém este raramente era adequado ou suficiente, resultando atrasos de décadas ou mesmo séculos.

Normalmente se reconhece que o moderno gerenciamento de projetos começou com o *Projeto Manhattan*, que desenvolveu a primeira bomba atômica e com os projetos militares durante a Guerra Fria, onde não era possível negociar prazos de entrega (CLELAND, 2002, p.5; MENDES, 2006, p.6).

As técnicas de gerenciamento de projetos desenvolvidas pelos militares eram usadas apenas para projetos de pesquisa e desenvolvimento extensos, e pouco a pouco as empresas privadas de construção foram descobrindo os benefícios de utilizá-las em projetos relativamente menores, como a construção de um prédio ou de uma ponte (MENDES, 2006, p.6).

2.3 GESTÃO DE PROJETOS

Essa etapa do trabalho procura retratar o conceito de projetos, gestão de projetos e as dificuldades encontradas nessa área.

2.3.1 Conceito de Projetos

Para entender gestão de projetos, é preciso reconhecer o que é um projeto. Trata-se de um empreendimento com objetivo definido, que consome recursos e opera sob pressões de prazos, custos e qualidade (KERZNER, 2006, p.15). Para Vargas (2005, p.7), projeto é um empreendimento não repetitivo, com uma sequência lógica e clara de atividades com início e fim, destinado a atingir um objetivo, considerando tempo, custos, recursos envolvidos e qualidade.

Conforme Dinsmore (1999, p.5), no mundo dos negócios tudo é um projeto ou está relacionado a um projeto. O autor cita como exemplos de projeto: reduzir níveis hierárquicos em uma organização e torná-la enxuta; implementar melhoria de

qualidade; melhorar produtividade; atingir metas anuais; instalação de um posto de trabalho; campanhas de marketing; etc.

Todos os projetos têm um objetivo. Leach (2000, p.3) e Gido (2007, p.100), ensinam que, normalmente, para satisfazer os objetivos são necessárias três condições: atender o escopo, o custo máximo e o cronograma. O escopo indica o padrão mínimo do resultado do projeto, o custo indica o custo máximo e o cronograma indica o tempo máximo para terminar o projeto, conforme Figura 1.

Esses três fatores são interdependentes, isto é, quanto mais tempo demora o projeto, maior o custo; quanto mais alto o custo, mais tempo levará o projeto; quanto maior o tempo, mais oportunidades existem para que haja mudança no escopo; quanto há mudança no escopo, maior o custo e o tempo para realizá-lo (LEACH, 2000, p.4).

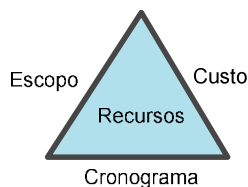


Figura 1 – Condições necessárias para atingir o objetivo do projeto
Fonte: LEACH (2000, p.4)

Segundo Dinsmore (1999, p.24), as organizações podem ser vistas como “portfólios de projetos” e seus resultados serão o resultado da empresa, ou seja, a missão, valores, estratégias, objetivos e metas serão traduzidos em ações através de projetos.

2.3.2 Conceito de Gestão de Projetos

Segundo Mendes (2006, p.9), se um projeto é caracterizado por seus objetivos, gerenciamento de projetos é a arte de atingir ou exceder as expectativas e necessidades vinculadas ao projeto. Ou seja, uma gestão bem-sucedida, exige planejamento e coordenação extensivos (KERZNER, 2006, p.16). Para Kishira (2009, p.25), gestão é a prática contínua de liderar vários projetos no dia-a-dia, cujo sucesso está relacionado ao desempenho da empresa. Vargas (2005, p.15) afirma que um projeto bem-sucedido é aquele que foi realizado de acordo com o planejado.

A gestão de projetos pode ser definida como o planejamento, a programação e o controle de uma série de tarefas integradas de forma a atingir seus objetivos com êxito, para benefício dos participantes do projeto (KERZNER, 2006, p.15).

Dinsmore (1999, p.30) defende que para que a gestão de projeto funcione deve-se estabelecer metodologias consistentes, a serem praticadas e compreendidas por todos os colaboradores. Além disso, são necessárias ferramentas corretas para garantir os interesses e a funcionalidade requerida pela administração.

Empresas bem sucedidas no gerenciamento de projetos colocaram em prática sistemas que lhe permitiram ganhar dos seus concorrentes. O ambiente competitivo geralmente possui concorrentes que usam sistemas similares. Um sistema competitivo não precisa ser ótimo nem bom, apenas melhor do que de seus concorrentes. Com isso, o primeiro a implementar uma oportunidade rouba o mercado, caso as outras empresas não consigam melhorar facilmente suas práticas de gerenciamento (LEACH, 2000, p.11).

Além disso, essas empresas encontram reduções de custos por meio de um menor retrabalho e aumento nos lucros quando termina a obra ou produto dentro do prazo. Porém, a ênfase no prazo-custo-qualidade conseguirá gerar um resultado positivo quando os projetos estiverem alinhados com a estratégia empresarial e, ainda, se o foco estiver nos resultados, metodologia, indicadores de melhoria de produtos e processos e necessidades dos clientes (DINSMORE, 1999, p.7).

A busca por informações e treinamentos em novos métodos de gerenciamento de projetos está aumentando. A filiação ao *Project Management Institute* (PMI) – principal associação mundial de gerenciamento de projetos, que administra e coordena um programa de credenciamento mundialmente reconhecido, com o objetivo de promover o desenvolvimento da profissão e da carreira do Gestor de Projetos – cresceu e está aumentando. Além disso, foram disponibilizadas muitas opções de *softwares* de planejamento e acompanhamento o que reforça o movimento em direção à Gestão de Projetos. Esse processo é muito mais acelerado quando as empresas começam a criar áreas especiais para assumir essa responsabilidade (DINSMORE, 1999, p.12).

Dinsmore (1999, p.20), denominou como MOBP (*Managing Organizations By Projects* – gerenciando organizações por projetos), uma forma de aplicar a

metodologia clássica de gerência de projetos em uma escala organizacional. Segundo o autor, o gerenciamento por projetos está sendo aplicado em empresas com o objetivo de atingir necessidades corporativas estratégicas globais, gerenciando projetos por meio de uma perspectiva empresarial, e não como apenas um projeto dentro da organização. Isso permite que as empresas sejam organismos dinâmicos em um ambiente de multiprojetos.

2.3.3 Problemas relacionados à Gestão de Projetos

No contexto de Gestão de Projetos, a palavra sucesso é usada para exprimir que o projeto alcançou as expectativas desejadas de prazo, orçamento, metas e objetivos. O fracasso se refere aos projetos que não alcançaram o resultado esperado (CLELAND, 2002, p.2). E projetos fracassam constantemente. Avaliações quantitativas demonstram que aproximadamente 30% dos projetos são cancelados antes mesmo de serem terminados, custando tempo, dinheiro e esforço. Os projetos que são finalizados geralmente não conseguem entregar totalmente no escopo, ou na data determinada, ou no orçamento estipulado (LEACH, 2000, p.1).

De acordo com o depoimento, em 1997, do Escritório da Contabilidade do Governo (*Government Accounting Office*) apud Leach (2000, p.9), de 1980 a 1996, o Departamento de Energia dos Estados Unidos realizou 80 projetos designados como grandes aquisições de sistemas. Apenas 31 terminaram antes da conclusão prevista após gastos de US\$ 10 bilhões; 15 terminaram fora do cronograma e com custos maiores, nos quais 3 foram utilizados para seu escopo pretendido; e os 34 projetos restantes ainda estavam em andamento com aumentos significativos de custo e atraso no cronograma (Figura 2).

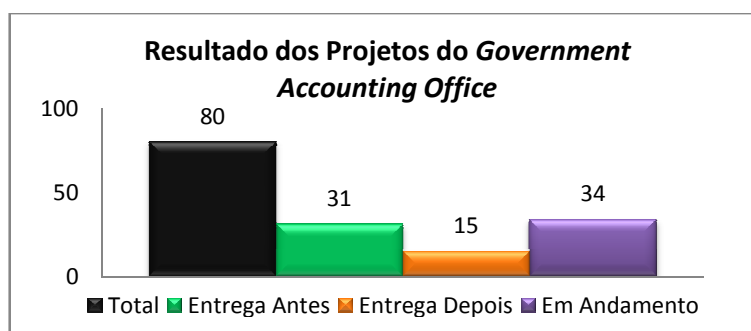


Figura 2 – Resultado dos Projetos do Government Accounting Office entre 1980 a 1996
Fonte: GAO apud Leach (2000, p.9)

Os projetos, principalmente aqueles que estão sendo executados após início do prazo, fracassam já no início. A importância de um bom planejamento é mais evidente no término do prazo determinado (PHILLIPS, 2004, p.230).

Vargas (2005, p.19) aponta para as cinco principais falhas decorrentes de obstáculos naturais/externos que fogem do controle da organização. São elas:

- Mudança na estrutura organizacional da empresa.
- Riscos elevados no meio ambiente.
- Mudanças na tecnologia disponível.
- Evolução nos preços e prazos.
- Cenário Político-Econômico.

Porém, segundo o Cleland (2002, p.3) e Vargas (2005, p.19), a maioria dos insucessos é decorrente de falhas gerenciais, que podem ser evitadas, entre elas:

- Metas e objetivos mal estabelecidos.
- Pouca compreensão da complexidade do projeto.
- O projeto inclui muitas atividades e pouco tempo para realizá-las;
- O sistema de controle é inadequado.
- O projeto foi estimado de acordo com experiência empírica ou *feeling* dos envolvidos, deixando de lado análises históricas.
- Falta de liderança do gerente de projeto.
- Falta de tempo para as estimativas e para o planejamento.
- Falta de conhecimento das necessidades de pessoal, equipamentos e materiais.

Segundo Kishira (2009, p.32), as maiores reclamações em um ambiente de projetos estão representadas na Figura 3.

Muitos projetos possuem listas de razões pelas quais fracassam. Um aspecto interessante é que os motivos divergem quando se trata do ponto de vista de pessoas diferentes, como, por exemplo, o gerente do projeto e uma gerência superior: as listas não têm as mesmas causas. Outro aspecto é que nenhuma dessas razões suspeita do sistema de projeto. Com isso, duas premissas constituem a base para a explicação dessas listas: o trabalho do projeto é determinístico as avaliações consideram possível estimar com precisão a realidade e os planos, assumindo-se que a variação no resultado é causada pela falha em definir ou executar efetivamente; e o gerenciamento de projetos atual é efetivo: com isso

identificam-se as soluções para as falhas, mas não questiona a efetividade do sistema proposto (LEACH, 2000, p.13).

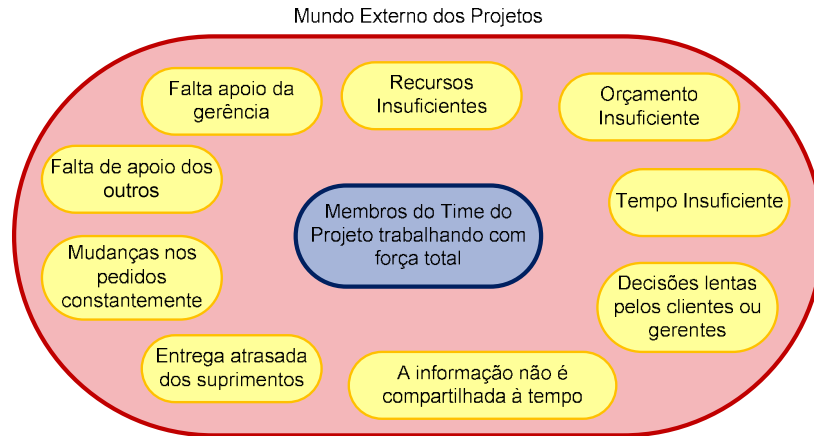


Figura 3 – Contexto dos Projetos
Fonte: KISHIRA (2009, p.32)

De fato, Gasnier (2000, p.6) ressalta que um empreendimento não tem sucesso garantido, pois o risco de fracasso é inerente pelo fato de existirem incertezas. Sob o ponto de vista de planejamento tradicional, o planejamento é visto como uma sequência de processo com começo e fim, no entanto, na administração moderna, o planejamento é contínuo, devendo estar sempre em busca da melhoria contínua.

Para entender melhor o sucesso ou fracasso de um projeto, é melhor observar o sistema. Fatores de sucesso, segundo Leach (2000, p.13) incluem: selecionar o problema certo; selecionar a solução certa; criar um plano satisfatório; ter um sistema de controle de projetos efetivo; executar efetivamente o projeto; ter um método de gerenciar incertezas.

Leach (2000, p.16) afirma que, ao longo dos anos, surgiram muitas soluções para melhorar o gerenciamento de projetos, e atender a necessidade dos clientes em relação ao tempo e ao menor custo. A tendência geral desses gerenciamentos é detalhar cada vez mais o planejamento, a medição e o controle do projeto. Assim, o *software* ajuda a criar a rede do projeto, definir o caminho crítico, alocar recursos e medir a performance em qualquer nível de detalhe. No entanto, também encoraja sutilmente mais e mais detalhes e contribui para desviar a atenção para os problemas importantes.

2.3.4 Principais áreas do Gerenciamento de Projetos

Conforme Gasnier (2000, p.21) e Vargas (2005, p.47), o processo integrado de gerenciamento de projetos possui nove áreas de conhecimento. Cada uma dessas áreas tem um detalhamento específico e uma abrangência própria, porém integradas às demais. São elas:

- **Gerenciamento de Integração:** Área que assegura que todos os elementos do projeto sejam adequadamente integrados.
- **Gerenciamento de Escopo:** Área que assegura que no projeto esteja incluído todo e somente o trabalho necessário.
- **Gerenciamento do Tempo:** Área que engloba os processos necessários para garantir a conclusão do projeto no prazo estabelecido.
- **Gerenciamento de Custos:** Área que engloba os processos necessários para garantir que o projeto seja concluído de acordo com o orçamento previsto.
- **Gerenciamento da Qualidade:** Área responsável por assegurar que o produto ou serviço estará em conformidade com o que foi acordado com o cliente.
- **Gerenciamento de Recursos Humanos:** Área responsável pelas pessoas envolvidas com o projeto.
- **Gerenciamento das Comunicações:** Área que engloba os processos requeridos para assegurar que as informações sobre o projeto sejam repassadas e disseminadas.
- **Gerenciamento dos Riscos:** Área responsável por planejar, identificar, qualificar, quantificar, responder e monitorar os riscos do projeto.
- **Gerenciamento das Aquisições/Suprimentos:** Área que engloba os processos por adquirir bens e serviços de fora da organização.

2.4 GESTÃO DO TEMPO DO PROJETO

Considerando que o projeto e escopo já foram definidos, a etapa seguinte é a determinação das atividades, seus prazos e recursos. É necessário determinar corretamente a quantidade de tempo necessário para executar as atividades a fim de ser possível estimar a duração do projeto. Além disso, deve-se conhecer todos os recursos envolvidos e a produtividade de cada um (PHILLIPS, 2004, p.242).

O gerenciamento eficaz do tempo, conforme Figura 4, exige um planejamento das atividades para a implementação dos planos, segundo Valeriano (2001, p.210) e Vargas (2005, p.67).

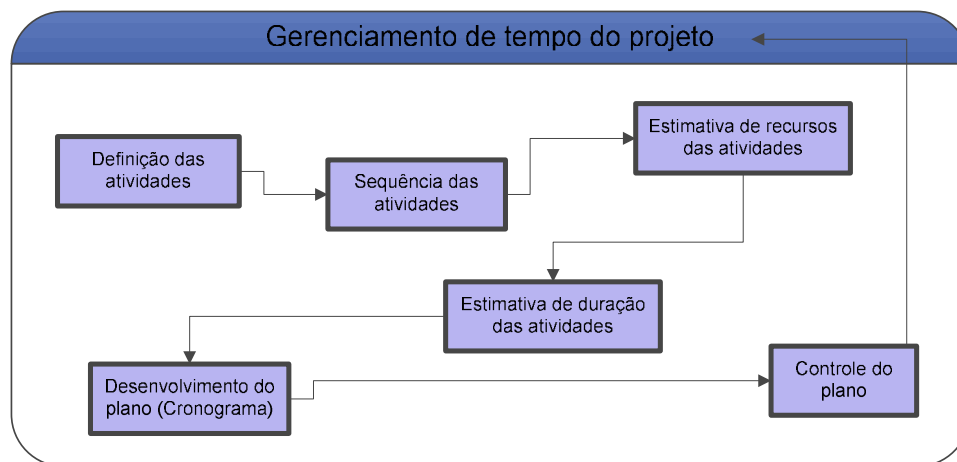


Figura 4 – Processo de Gerenciamento do tempo de um projeto
Fonte: VARGAS (2005, p.67)

2.4.1 Mapeamento das atividades

Gasnier (2000, p.55) e Vargas (2005, p.172) afirmam que, para definir e mapear as atividades, é necessário definir e agrupar Pacotes de Trabalho. Para esses autores, Pacote de Trabalho é o produto que deverá ser entregue no mais baixo nível da Estrutura Analítica do Projeto ou EAP (*WBS – Work Breakdown Structure*). Esse pacote pode ser repartido em atividades e auxilia no gerenciamento do escopo do projeto.

Após definição do WBS, devem-se estratificar esses pacotes de trabalho em atividades ou tarefas. Os principais tipos de atividades são: atividades executivas (*tasks*), relacionadas diretamente com a ação dentro do projeto; marcos ou entregas ou etapas (*milestones*), representam um evento ou condição que marca a execução

de um grupo de atividades relacionadas entre si, entregas de pacotes de trabalho ou o término de uma fase do projeto; e atividades-resumo ou pacotes de trabalho (*summary tasks*), que são atividades que englobam outras, totalizando duração, datas e custos das atividades a elas pertencentes (VARGAS, 2005, p.176), conforme Figura 5.

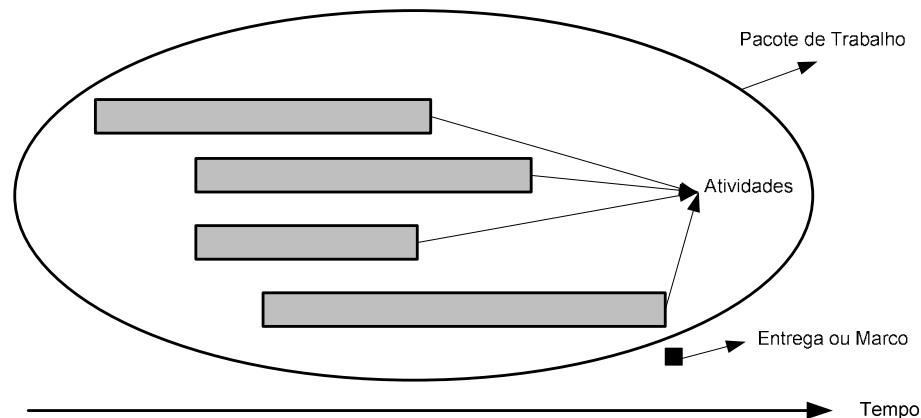


Figura 5 – Decomposição do Pacote de Trabalho em atividades e entregas
Fonte: VARGAS (2005, p.177)

Para iniciar esse processo, decompõe-se o trabalho utilizando uma lista de atividades, ou seja, uma coleção de todos os elementos do trabalho necessários para completar o projeto (PHILLIPS, 2004, p. 234).

A EAP desmembra um projeto em partes menores, gerenciáveis, com o objetivo de garantir que esses elementos levem à conclusão do escopo do projeto (GIDO, 2007, p.107).

2.4.2 Sequência de atividades

Após a lista de atividades ter sido criada, as atividades precisam ser sequenciadas de forma lógica para formar o plano do trabalho. Para isso, segundo Phillips (2004, p. 235), o gerente do projeto e sua equipe podem identificar os relacionamentos lógicos entre as atividades por meio de:

- *Software*: existem muitos *softwares* para gerenciamento de projetos que podem ajudar os envolvidos no projeto a determinar quais ações precisam acontecer em que ordem e com que nível de discricção.

- Processo Manual: em alguns projetos é possível levantar manualmente a sequência do projeto.

2.4.3 Estimativa de recursos e duração das atividades

Essa etapa tem como objetivo determinar a duração em dias/horas necessária para executar cada atividade do projeto. Para isso, é necessário conhecer todos os recursos disponíveis para cada tarefa e a produtividade de cada um. Com essas informações, é possível determinar a duração total estimada do projeto (VALERIANO, 2001, p. 214; VARGAS, 2005, p.177).

Gasnier (2000, p.60) afirma que é necessário buscar uma referência de duração objetiva. Algumas técnicas podem ser utilizadas, como: informações históricas, analogias com situações conhecidas, decomposição da atividade, simulação por meio de métodos computacionais e avaliação de especialistas. No entanto, quando há muitas incertezas, o processo de estimar pode depender de experiência e intuição.

Outro processo de cálculo de duração das atividades, segundo Vargas (2005, p.179) e Gido (2007, p.173), é calcular através de uma estimativa otimista, uma pessimista e uma mais provável, com pesos para cada duração que podem variar conforme o projeto. A duração é descrita na fórmula da Equação 1.

$$\text{Duração} = \frac{1 \times \text{Opt} + 4 \times \text{Est} + 1 \times \text{Pes}}{6} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

Opt – Duração Otimista;

Est – Duração mais Provável;

Pes – Duração Pessimista.

De acordo com Gasnier (2000, p.77), o gráfico da probabilidade de duração de uma tarefa fica representado pela Figura 6. Quanto maior o tempo da atividade, mais próxima fica da duração pessimista. A duração mais provável dessa atividade seria a mediana da curva, representada pelo “Tempo Seco” – tempo real de duração de uma atividade sem margem de segurança.

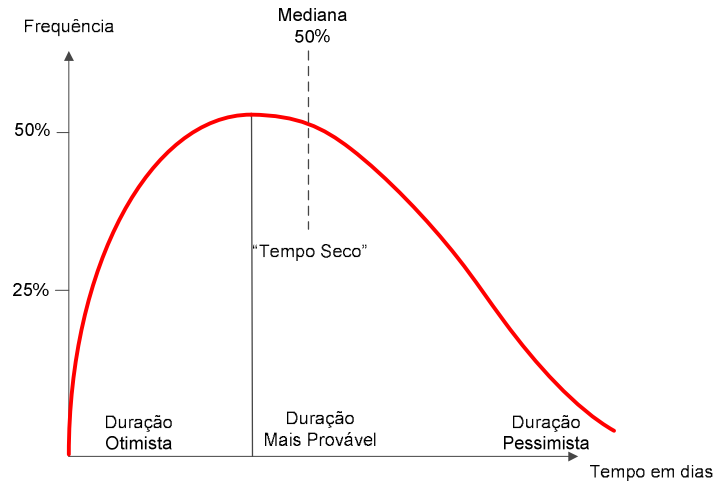


Figura 6 – Gráfico da Probabilidade de duração de uma atividade
 Fonte: GASNIER (2000, p.77)

Gehbauer (2002, p.286) demonstra outra forma de cálculo de duração, como sendo a Equação 2.

$$DA[h] = \frac{I_p \times Q}{MO} \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

DA: duração de uma atividade em horas [h=horas];

I_p : índice de produtividade da mão-de-obra que a executa [Homem x hora / unidade produzida];

Q: quantidade de serviço a ser executado nessa atividade [unidade de produção];

MO: quantidade de mão-de-obra [Homens].

Gido (2007, p.140) enfatiza que é necessário considerar o tempo total decorrido para estimar a duração das atividades e esta estimativa deve ser baseada na quantidade de recursos que se espera utilizar na atividade. Entretanto, Cleland (2002, p.203) alerta para o fato de que há limitações com relação à quantidade de recursos que podem trabalhar de forma eficiente em uma única tarefa.

Segundo Mendes (2006, p.89), cada projeto é único por definição. Terão escopos, prazos, custos, benefícios e riscos diferentes. Na prática, é difícil afirmar

com certeza quais serão os valores reais que cada uma destas dimensões antes do encerrar o projeto. Em alguns casos, nem mesmo depois da finalização do projeto é possível afirmar. Isto acontece porque a realidade é complexa e muitos fatores contribuem para gerar o caos e a incerteza. Os projetos são como modelos probabilísticos, ou seja, mesmo que o término de um projeto seja determinado, há uma chance, diferente de zero, de que um projeto de duração de meses acabe em anos, ou seja, confiar na previsão das estimativas é um risco.

Uma solução para redução da incerteza, dada por Mendes (2006, p.89), é detalhar mais os projetos. Segundo ele, uma tarefa muito grande é difícil de ser estimada com precisão, razão pela qual dividi-la em sub-tarefas aumenta a acurácia total da estimativa. Porém, o autor alerta que cronogramas com centenas ou milhares de tarefas resultam em projetos ingerenciáveis.

2.4.4 Desenvolvimento do Plano/Cronograma

Segundo Valeriano (2001, p.215) e Vargas (2005, p. 181), o objetivo dessa etapa é associar as atividades, estabelecendo precedências para que as dependências entre as atividades sejam identificadas e consideradas no cronograma. As atividades que podem ter atrasos ou adiantamentos intencionais devem ser identificadas, sendo necessário identificar as restrições de datas nas atividades, assim como no projeto. Além disso, é preciso definir calendários, feriados e datas especiais.

De acordo com Vargas (2005, p. 183), existem quatro tipos de relacionamentos entre atividades:

- Término para início – TI (*finish to start* – FS): A atividade sucessora somente se inicia com o término da atividade predecessora, conforme Figura 7.

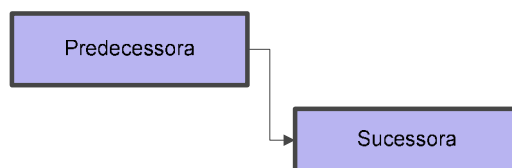


Figura 7 – Relação de término para início
Fonte: VARGAS (2005, p.183)

- Início para início – II (*start to start* – SS): A atividade sucessora somente se inicia com o início da atividade predecessora. Isso faz com que as atividades ocorram simultaneamente (Figura 8).

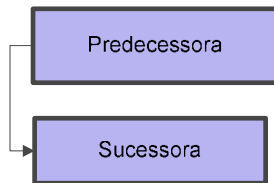


Figura 8 – Relação de início para início
Fonte: VARGAS (2005, p.183)

- Término para término – TT (*finish to finish* – FF): A atividade sucessora somente termina com o final da atividade predecessora. Ou seja, o término das duas está vinculado (Figura 9).

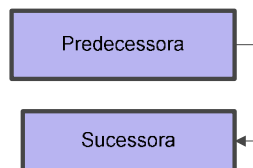


Figura 9 – Relação de término para término
Fonte: VARGAS (2005, p.183)

- Início para término – IT (*start to finish* – SF): É uma relação pouco usual, conforme Figura 10. Ocorre quando o fim de uma atividade depende do início de uma atividade anterior.

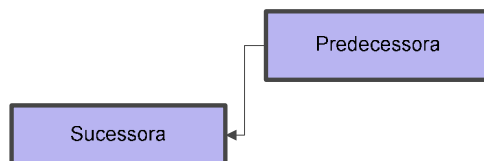


Figura 10 – Relação de início para término
Fonte: VARGAS (2005, p.184)

O início e o fim do projeto, bem como o início e fim das atividades, podem ser calculados de acordo com as durações e dependências entre as atividades. Assim, se o início do projeto é definido no objetivo do projeto, o fim do projeto é calculado do início para o fim; se o fim do projeto é definido, a data de início é calculada do fim

para o início. O mesmo vale para as atividades que tem início e/ou término determinado (VARGAS, 2005, p.182).

No entanto, segundo Gido (2007, p.143), a data de conclusão exigida no projeto normalmente consta em contrato e, em alguns casos, a data de início também. Assim, essas duas datas definem o intervalo total de tempo do projeto. Com essas informações, determina-se se as atividades podem ser realizadas até a data esperada, para que sejam feitas as análises em relação aos recursos, atividades e durações.

2.4.4.1 Diagrama de Rede (PERT)

Vargas (2005, p. 185) afirma que o diagrama de redes evidencia o interrelacionamento entre as atividades do projeto, também conhecido como PERT (*Program Evaluation and Review Technique*). É um diagrama de simples entendimento, conforme apresentado na Figura 11, com interdependência entre as atividades bem definidas, porém apresenta relatórios muito extensos, não mostra uma relação visual da duração das atividades e é de difícil manipulação.

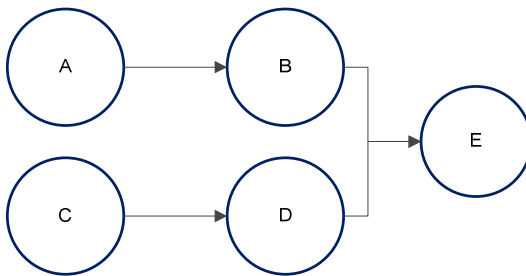


Figura 11 – Exemplo de Diagrama de Rede (PERT)
Fonte: Adaptado de VARGAS (2005, p.186)

2.4.4.2 Diagrama de Gannt

Criado por Henry Gannt no início do século, para fins militares e estratégicos, o Diagrama de Gannt , ou diagrama de barras, é uma forma mais comum de apresentação gráfica do projeto. O diagrama utiliza barras horizontais em uma escala de tempo para representar as atividades e suas durações são os comprimentos relativos das barras (GASNIER, 2000, p.71; VARGAS, 2005, p.186), representado pela Figura 12.

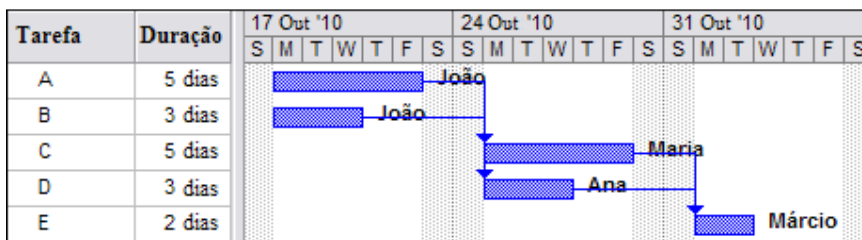


Figura 12 – Diagrama de Gannt
 Fonte: VARGAS (2005, p.186)

Com esse planejamento, fica rápido visualizar os atrasos e as escalas de tempo das atividades são bem definidas. No entanto, no caso de grandes projetos fica difícil visualizá-lo por inteiro, assim como as dependências (VARGAS, 2005, p.186).

Nesse cronograma de barras, as setas indicam as dependências entre atividades, ou seja, quando uma tarefa só pode iniciar após o término de outra atividade (GASNIER, 2000, p.71).

2.4.4.3 Realocação de Recursos

Após a definição da duração das atividades, quais são os recursos e os interrelacionamentos entre as atividades, é necessário identificar quais recursos estão alocados em quantidade superior ao limite máximo disponível, conforme demonstrado na Figura 12, em que a atividade “B” entra em conflito com a “A” (VARGAS, 2005, p.187).

Em muitos projetos há limitação na quantidade de recursos disponíveis para satisfazer a demanda e algumas atividades podem concorrer pelo uso do mesmo recurso. Com isso, algumas atividades podem ser atrasadas, impactando no cronograma e na conclusão do projeto. Portanto, deve-se levar em consideração essas limitações dos recursos ao desenvolver o diagrama (GIDO, 2007, p.222).

Para resolver essas questões, Vargas (2005, p.187) destaca algumas formas de conciliar o recurso superalocado, como:

- Substituição do recurso por outro similar disponível.
- Troca de escala de trabalho desse recurso.
- Realização da atividade em horas-extras.
- Nivelamento ou redistribuição de recursos.

Segundo Vargas (2005, p.189), a maneira mais fácil de resolver os problemas com alocação de recursos é com o nivelamento de recursos, o que normalmente atrasa o término do projeto. Esse processo consiste em atrasar as atividades de acordo com as prioridades, restrições ou durações, para retirar o sincronismo que possa existir entre atividades que possuem recursos superalocados, conforme Figura 13.

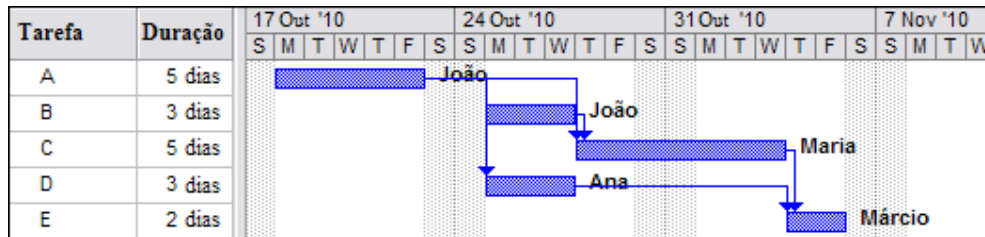


Figura 13 – Diagrama de Gantt do projeto após o nivelamento de recursos
Fonte: VARGAS (2005, p.191)

No entanto, o autor ressalta que não existe uma estratégia correta e que cada caso deve ser estudado separadamente.

2.5 MÉTODOS DE PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Esse capítulo tem como enfoque demonstrar duas metodologias de planejamento utilizadas na construção civil: Linha de Balanço e Caminho Crítico.

2.5.1 Linha de Balanço

Na construção civil, nas obras em que há pouca repetitividade das atividades ou nenhuma, os métodos de planejamento usuais são PERT/CPM e *Gantt*. Entretanto, para as obras com atividades repetitivas, pode-se utilizar a técnica de Linha de Balanço – *Line of Balance* (LIMMER, 1997, p.51).

A Linha de Balanço é representada por duas dimensões: tempo de construção e avanço dos trabalhos de acordo com o tempo. Esse tipo de cronograma é adequado para construções com grande volume de produção (GEHBAUER, 2002, p.288).

Quando o processo é contínuo, sem delimitação clara das etapas, o planejamento é denominado de produção em linha. No caso de etapas definidas, como, por exemplo, construção de edifícios, o trabalho é cadenciado, conforme Figura 14. A inclinação da linha representa o avanço da execução e de sua velocidade, onde cada linha é uma atividade (GEHBAUER, 2002, p.282). A declividade de cada reta indica o ritmo no qual a atividade deve ser realizada, podendo ter inclinações iguais ou diferentes (LIMMER, 1997, p.51).

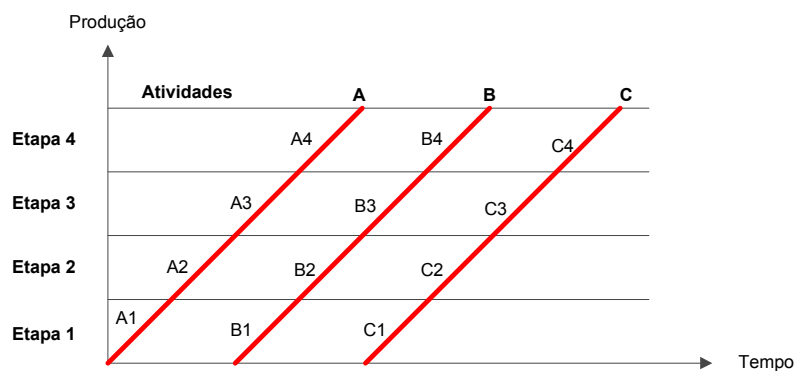


Figura 14 – Trabalho cadenciado com operação sincronizada
Fonte: GEHBAUER (2002, p. 282)

Para Gehbauer (2002, p.284), a distância de tempo entre A1 e B1 é a menor aproximação possível entre as atividades. Segundo o autor, o processo busca maior produtividade, otimizando prazos e reduzindo a quantidade de mão-de-obra. Porém, a desvantagem desse planejamento é a grande sensibilidade a imprevistos, pois quaisquer desvios em uma das atividades impactam fortemente as atividades seguintes. Além disso, não permite uma visualização do processo geral em cadeias mais complexas. Em geral, esse método é utilizado em combinação com o *Gannt*.

2.5.2 Caminho Crítico

A Metodologia de Caminho Crítico (CPM – *Critical Path Method*) consiste na rota mais longa desde o início até o final do projeto. A vantagem dessa abordagem é que foca no que é considerado o mais importante no projeto (GASNIER, 2000, p.77).

O guia PMBOK™ descreve que o sistema utilizado pela maioria dos *softwares* de gerenciamento de projetos no mercado é o Caminho Crítico para definir o

cronograma do projeto. Referido guia descreve outros métodos, porém o Caminho Crítico é o mais utilizado (LEACH, 2000, p.2).

De acordo com Vargas (2005, p.191), o caminho crítico é constituído pelas atividades mais importantes do projeto, representado em cor vermelha e hachurado com linhas verticais na Figura 15. Qualquer atraso no caminho crítico atrasa o projeto como um todo, enquanto as modificações no tempo das atividades não críticas não têm efeito sobre a data de entrega do projeto. É o caminho com a menor folga de tempo possível e determina a duração do projeto, considerando todas as datas e folgas existentes no período (VARGAS, 2005, p.191).

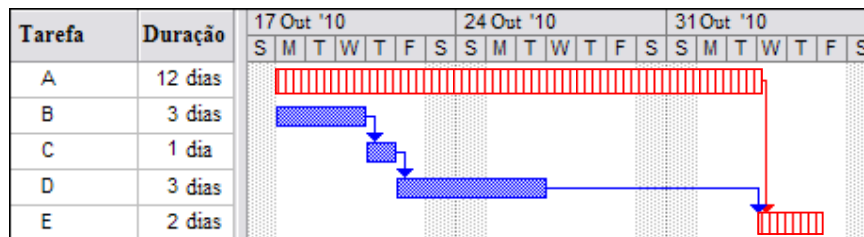


Figura 15 – Caminho Crítico de um projeto (Atividades A e E)
Fonte: VARGAS (2005, p.194)

Gasnier (2000, p.77) aponta que tanto o CPM como o PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) identificam o caminho crítico do projeto, mas o CPM é considerado o método determinístico, pois considera que a duração de suas atividades são conhecidas e dominadas. O Método PERT tradicional utiliza as estimativas de duração (otimista, mais provável e pessimista), como apresentado no capítulo 2.4.3.

2.6 TEORIA DAS RESTRIÇÕES

Na década de 1970, em Israel, ainda estudante de física, Eliyahu Goldratt desenvolveu uma fórmula matemática para o planejamento de produção da fábrica de um amigo que produzia gaiolas de aves. Essa formulação tornou-se base do *software* OPT (*Optimized Production Technology*), voltado à programação de produção (GUERREIRO, 2006, p.89).

De acordo com Guerreiro (2006, p.89), em 1979, Goldratt, seu irmão e outros dois profissionais, constituíram a empresa *Creative Output Inc.*, com o objetivo de

comercializar o *software*. Os *softwares* do mercado consideravam o conceito de capacidade infinita, não considerando as restrições. O *software* foi sofrendo aperfeiçoamentos para considerar limites de capacidade, princípios lógicos e quase óbvios, mas que o pensamento tradicional das empresas não levava em conta. Dessa forma, em paralelo à evolução do *software*, Goldratt foi formalizando uma série de princípios, que, em conjunto, acabaram construindo o pensamento OPT.

Em 1984, Goldratt publicou o livro “A Meta”, despertando interesse de diversos gestores de empresas no mundo. Foi através desse livro que a *Teoria das Restrições* (TOC - *Theory of Constraints*) foi apresentada. Em forma de romance, o livro descreve os problemas encontrados pelo gerente de uma fábrica, mostrando seus caminhos para obter melhores resultados para sua empresa (GUERREIRO, 2006, p.90).

Segundo Dettmer (1997, p.21), a TOC é considerada mais do que simplesmente uma teoria. É um paradigma, um padrão ou modelo que inclui não apenas conceitos guiando princípios, mas ferramentas e aplicações também.

Cox e Spencer (1998, p. 17), definem TOC como uma filosofia que pode ser vista como três áreas separadas, porém relacionadas: logística (gestão da produção, gestão de projetos, distribuição e ressuprimento), medidores de performance (contabilidade de ganhos, estoques e despesas operacionais) e processos de raciocínio (análise de conflitos, resolução de problemas, planos de implementação).

Nesse contexto, deve ser ressaltado que Goldratt abraça fortemente conceitos de *Just in Time (JIT)* e *Total Quality Management (TQM)*, caracterizando-os, juntamente com a TOC, como novas filosofias de gerenciamento global (GUERREIRO, 2006, p.91). Segundo Goldratt apud Guerreiro (2006, p.91), a TOC foca no seguinte pilar: a otimização local não assegura a otimização do sistema inteiro; a TQM reforça que não é suficiente fazer corretamente as tarefas, e sim realizar as tarefas corretas; e o JIT enfatiza que não deve ser feito o que não é necessário.

2.6.1 Conceitos Principais

A TOC visualiza a empresa não como partes isoladas, e sim como um sistema integrado, nos quais todos os elementos estão interligados. Conforme essa teoria, toda empresa tem uma restrição física ou lógica que limita a performance do

sistema, ou seja, impede que a companhia atinja um desempenho maior em relação à sua meta (DETTMER, 1997, p.7; WOEPPEL, 2001, p.11).

Restrições internas: são limitações dentro dos limites do sistema e da organização que impedem o alcance do objetivo. Por exemplo, capacidade insuficiente, limitações de gestão ou aquelas relacionadas ao comportamento. Restrições externas: são limitações que ocorrem fora do processo e impedem o alcance do objetivo, como queda de demanda, excesso de capacidade e concorrência (ASSEN; BERG; PIETERSMA; 2010, p.170).

Segundo Dettmer (1997, p.7-9) e Assen, Berg e Pietersma (2010, p.168), a essência da Teoria das Restrições mostra que o resultado de um dado sistema é determinado pelo seu elo mais fraco. Segundo essa teoria, ao se remover a maior restrição, o resultado do sistema melhorará. Esse método produz efeitos positivos sobre o tempo de fluxo do bem ou serviço através do sistema. A redução do desperdício aumenta a produção e diminui o prazo do processo. Assim, quando se soluciona a restrição, a variação é reduzida e a qualidade melhorada.

Para exemplificar esse conceito, utiliza-se muito a analogia com uma corrente. À medida que se aumenta a força de tração na corrente, inevitavelmente ela se romperá no elo mais fraco. Como a meta desse sistema é resistir ao máximo a tração, este elo que arrebentou é o gargalo do sistema, pois ele impede que o sistema, como um todo, melhore sua performance. Para que o sistema (corrente) suporte uma força maior, é necessário reforçar este elo fraco antes de qualquer outro, pois ele é a restrição (DETTMER, 1997, p.8; ASSEN; BERG; PIETERSMA, 2010, p.168).

Dettmer (1998, p.12), exemplifica a analogia da corrente em uma organização com um processo de produção sequencial. O processo de produção possui sete passos: o primeiro passo é o recebimento de matéria-prima e o último é a expedição, sendo que cada passo possui sua capacidade máxima de produção (unidades por dia), conforme Figura 16.

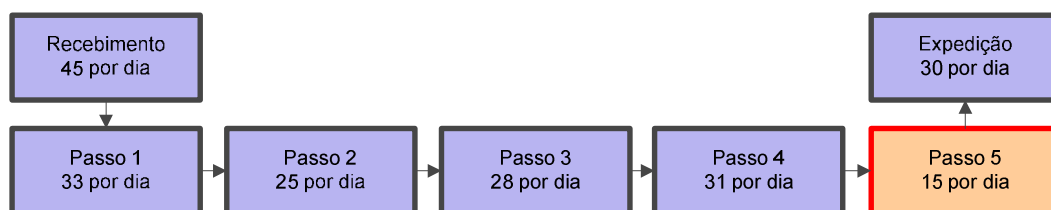


Figura 16 – Processo de produção do Laboratório Dental
Fonte: Adaptado de DETTMER (1998, p.12)

No exemplo ilustrado na Figura 16, observa-se que a restrição do processo produtivo é o passo 5, com 15 unidades produzidas por dia. Isso significa que não importa quantas unidades por dia todos os outros passos são capazes de produzir, o sistema inteiro só consegue terminar 15 unidades por dia, porque é essa quantidade máxima que o Passo 5 (a restrição) consegue produzir (DETTMER, 1998, p.13).

Neste caso, se o objetivo do sistema fosse produzir 25 unidades por dia, todos os outros passos conseguiriam produzir essa capacidade, exceto o Passo 5, com capacidade de 15 unidades por dia. Isso implicaria em acúmulo de matéria-prima entre o Passo 4 e o Passo 5, pois o Passo 4 processaria mais matéria-prima do que o Passo 5 consegue processar, acumulando material em espera antes do Passo 5 (DETTMER, 1998, p.13).

Com isso, Goldratt (1990, p.4) afirma que se a performance da organização é limitada pela restrição, a gestão dos processos deve assegurar que a restrição seja o ponto principal, ou seja, o foco da organização. Para isso, Woepffel (2001, p.14) descreve os 5 passos da TOC para resolver a restrição:

Passo 1 – Identificar a restrição do sistema

Identificar a restrição é essencial para entender o funcionamento de uma empresa, isto é, esse passo é o começo dos esforços para a melhoria. A natureza da restrição pode ser: políticas (paradigmas, indicadores, regras); recursos (máquinas, pessoas, mercado); e materiais.

Em uma empresa de fabricação, o gargalo geralmente será o recurso com a maior quantidade de material em espera. No entanto, em alguns casos, há pilhas de material em espera em todos os recursos, porém entre esses recursos sempre existirá um com menor capacidade. No caso de escolher a restrição errada, por dificuldade de identificá-la, a localização correta dela aparecerá rapidamente, o que resultará na correção do processo.

A importância dessa análise é pelo fato de todo o ganho do sistema estar limitado à restrição, ou seja, há como medir o impacto de uma única decisão baseado no que acontece com esse recurso. Utilizando a analogia de um funil, a taxa do fluxo pelo funil é determinada e medida no seu ponto mais estreito, conforme Figura 17.

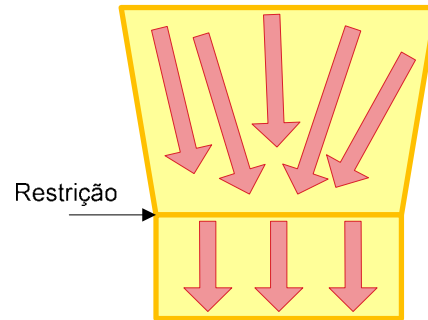


Figura 17 – Representação da restrição em um funil
Fonte: WOEPPEL (2001, p.17)

Passo 2 – Decidir como explorá-la

Uma vez que a restrição foi identificada, define-se como melhorar o processo, com o objetivo de utilizar a capacidade máxima da restrição. Deve-se eliminar todo o trabalho perdido na restrição e, também, verificar se o trabalho que está sendo processado por esse recurso está realmente sendo convertido em ganho. Assim, a redução de desperdícios na restrição aumenta o ganho.

Passo 3 – Subordinar todo o resto à restrição

Quando a restrição atinge sua capacidade máxima, a velocidade dos processos subordinados a ela deve ser a mesma que no gargalo. Alguns recursos irão sacrificar suas capacidades individuais em benefício do sistema inteiro.

Passo 4 – Elevar a performance da restrição

Se o resultado do sistema inteiro não é satisfatório, é necessário promover melhorias. Mudanças podem envolver capital, reorganização ou outras despesas de tempo ou dinheiro, o que é chamado de elevar a restrição ou tomar ações necessárias para eliminá-la.

Passo 5 – Voltar ao passo 1

Uma vez que a primeira restrição é quebrada, outra parte do sistema ou cadeia de processo torna-se a nova restrição. Portanto, deve-se repetir o ciclo de melhoria. A performance do processo inteiro é reavaliado através da procura por uma nova restrição, explorando o processo, subordinando e elevando.

Para determinar se a restrição está totalmente quebrada, Dettmer (1998, p. 39) indica que é necessário questionar primeiramente se a restrição é interna ou externa (dentro do sistema, sendo geralmente mais fácil de controlar, ou fora do sistema, onde pode ser difícil gerenciar), e, logo após, deve-se verificar se o gargalo é físico ou lógico e observar se mudou de lugar recentemente. Na realidade, as restrições físicas dificilmente são quebradas. Elas geralmente migram de um lugar para outro e, quando todos os problemas são resolvidos, a restrição torna-se o mercado (demanda), na qual também deve ser quebrada.

Dettmer (1997, p. 13) enfatiza que, pela interdependência e pela variação, a performance ótima de um sistema como um todo não é o mesmo que a soma de todas as partes do ótimo local. Deve-se ter uma visão holística do sistema quando se lança uma iniciativa de melhoria, pois algumas melhorias locais não melhoram o desempenho da organização. O foco deve ser melhorar a restrição e avaliar os impactos que essas melhorias podem trazer para o resto da organização.

2.7 CORRENTE CRÍTICA

2.7.1 Fundamentos

Goldratt lançou a hipótese de que não há como gerenciar eficazmente a incerteza que causa o fracasso de muitos projetos. Com isso, criou uma solução capaz de gerenciar a incerteza (LEACH, 2000, p.22). O Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (*Critical Chain Project Management* - CCPM) é a metodologia de gerenciamento de projetos da TOC.

Leach (2000, p.24) comenta que a expectativa para a teoria é de que o sucesso será alcançado. Segundo o autor, experiências preliminares com essa teoria demonstram benefícios que excederam a performance mínima exigida, como:

- Melhora no sucesso do projeto (projetos completos no tempo, escopo e orçamento, melhoria na posição de mercado e crescimento do negócio).
- Redução da duração dos projetos (redução em pelo menos 25% em projetos individuais e retorno do investimento antecipado).

- Aumento da satisfação da equipe de projeto (redução da confusão da multitarefa, foco em apenas uma atividade, redução do retrabalho, pressão reduzida de gerentes de multiprojetos).
- Indicador de progresso simples (foco no pulmão, na corrente crítica e na tarefa específica).
- Gerenciamento de projeto simplificado (foco claro para o gerente do projeto, relatório de progresso simples, ação definida através do medidor, decisão sobre prioridades pelo medidor).
- Aumento do lucro do projeto com os mesmos recursos (redução de conflitos, mais projetos completos com a mesma quantidade de recursos, melhoria no fluxo de caixa do projeto e no retorno sobre investimento).

Kishira (2009, p.190) aponta que os bens mais valiosos para as empresas são as pessoas. A execução do CCPM eventualmente desenvolverá profissionalmente as pessoas envolvidas nos projetos, uma vez que ele foca no gerenciamento das equipes, conforme apresentado na Figura 18.

O que diminui e o que aumenta com CCPM	
Diminui <ul style="list-style-type: none"> • Alta pressão • Discussão negativa • Desperdício de tempo e dinheiro • Preocupações • Estresse • Acidentes • Relatórios e documentos complexos • Conflitos • Decisões departamentais • Preocupação com o desenvolvimento dos recursos humanos • Irritação • Erros / Retrabalho • Horas extras 	Aumenta <ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidade • Discussão positiva • Foco • Segurança • Hábito de pensar profundamente • Ajuda mútua e empatia • Colaboradores mais felizes • Decisões holísticas • Trabalhos em equipe • Crescimento pessoal • Satisfação • Lucro • Qualidade • Tempo com a família / Qualidade de vida

Figura 18 – Melhorias da CCPM
 Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.190)

Ao praticar CCPM, todos sentem uma aceleração drástica de comunicação entre todos os membros da equipe do projeto e as partes interessadas. CCPM também fornece uma plataforma de comunicação desejável entre todas as organizações, que permite que o projeto seja bem sucedido. É dito que TOC baseia-se no senso comum. Como tal, pessoas frequentemente acham a metodologia óbvia. No entanto, no nosso mundo, onde vários projetos estão interligados de maneira complexa e os departamentos participantes têm interesses que muitas vezes estão em conflito, nada é mais difícil do que praticar negócios com base no senso comum. CCPM, entendendo essa realidade complexa, oferece um método simples, mas prático que qualquer um pode praticar para gerenciar vários

projetos com visão na gestão holística — para resultar em uma maior produtividade para a organização (KISHIRA, 2009, p.189, 203)

2.7.2 Exemplificações de estudos da técnica de corrente crítica

O caso de sucesso apresentado por Kishira (2009, p.207), publicado no seu livro em 2007 no Japão, e apresentado na Conferência Regional TOCICO (*Theory of Constraints International Certification Organization*) em Curitiba, em agosto de 2009, demonstra a execução da CCPM na gestão de obras públicas do governo no Japão entre 2004 e 2006.

Devido às dificuldades financeiras do governo japonês, houve redução dos gastos do governo, redução de pedidos de reforma para as empresas locais, impactando mais de 500.000 empresas de pequeno e médio porte. Todavia, uma série de catástrofes naturais sinalizou a importância da construção de obras públicas no Japão. Com o objetivo de melhorar a gestão das obras, a CCPM foi implementada em uma empresa prestadora de serviço do governo, intitulada de Reforma Ganha-Ganha-Ganha (contratada, funcionário público e o contribuinte) (KISHIRA, 2009, p.207).

Houve um *feedback* positivo para continuar aplicando a metodologia. Em 2005, existia um projeto em CCPM piloto; em 2006, eram 15 em andamento; em 2007, 2.523; em 2008, mais de 4.000; e em 2009, mais de 12.000. Metade das prefeituras começou com um piloto em algumas das principais cidades do Japão. O resultado da aplicação da CCPM demonstrou uma redução drástica no tempo de duração das obras, de aproximadamente 20% em média, melhoria de rentabilidade para as contratadas, melhoria na qualidade do trabalho, motivação dos funcionários, governo e contratadas e satisfação dos moradores locais (KISHIRA, 2009, p.207).

Um estudo realizado por Vrîncut (2009), na Romênia, aponta para os problemas no setor da construção civil, nos quais a CCPM permitiria maiores ganhos sem investimentos significativos, através da análise de utilização dos recursos envolvidos. O fato dessa abordagem se basear nas relações entre tarefas e dependências entre elas e recursos disponíveis, segundo o autor, pode mudar a maneira de visualizar o gerenciamento de projetos de construção civil, levando em conta que os recursos nem sempre estão disponíveis em quantidades ilimitadas. Conforme estatísticas apresentadas no artigo de Vrîncut (2009), na Romênia cerca

de 50% dos projetos finalizam com o custo mais alto do que o planejado, 25% fracassam e apenas 25% obtêm sucesso.

Outra aplicação do método foi realizado por Weisheit (2004), no qual demonstra as melhorias obtidas pela CCPM e as dificuldades observadas. Weisheit (2004) decidiu implementar a CCPM no gerenciamento de projetos de desenvolvimento de produtos da *Stator Business Center*. Essa área de negócios buscava melhores ferramentas para gerenciar as equipes e concluir o projeto no prazo, custo e escopo planejado, principalmente pelo fato de que a incerteza está muito presente no desenvolvimento de produtos. Observou-se que o ambiente era dinâmico, o que exige grande demanda de recursos. O objetivo era melhorar a produtividade, o desempenho do projeto, demonstrar a capacidade dos recursos e os impactos que um novo projeto tem nos projetos já existentes.

Weisheit (2004) criou as redes de tarefas para cada projeto analisado no estudo e, após definição do cronograma, as equipes começaram a acompanhar o andamento do projeto pela CCPM. Segundo o autor da pesquisa, com isso pode-se melhorar significativamente uma empresa de desenvolvimento de produtos. Obteve-se maior produtividade, redução do retrabalho e eliminação da multitarefa nas atividades da CCPM. Além disso, o desempenho do projeto também melhorou, pois a complexidade de gerenciamento de projetos foi reduzida. O fato dos envolvidos participarem da criação das redes de tarefas fez com que todos tivessem um melhor entendimento do projeto e do processo de desenvolvimento para decidir como executar o projeto de uma forma melhor.

Na opinião de Weisheit (2004), a teoria da CCPM tem méritos, no entanto a mudança de cultura para atingir bons resultados foi desafiadora na prática. Se a metodologia não for aplicada com comprometimento dos líderes e participação dos envolvidos, não trará bons resultados.

No caso estudado por Dilmaghani (2008), para lidar com o aumento da incerteza no desenvolvimento de produtos como sistemas digitais de vídeos de segurança avançados, principalmente câmeras e gravadores, a *Bosch Security Systems Eindhoven Co.* decidiu proteger os atrasos dos projetos, aumentar o desempenho planejado e a confiabilidade por meio da CCPM. A experiência indicou que esse planejamento fornece mais visibilidade ou transparência no status do projeto, foco nas atividades principais e mecanismo de aviso antecipado. É uma abordagem que facilita o monitoramento e acompanhamento do projeto e auxilia na

identificação dos comportamentos humanos negativos no desempenho das atividades. No entanto, observou-se que a alocação de pulmões de segurança não permitiu proteção suficiente para as incertezas e riscos do projeto, principalmente pelo fato de que projetos de desenvolvimento são incertos por definição. Outro ponto observado foi que a troca de recursos de tarefas não-críticas para tarefas críticas foi difícil de executar, pois as tarefas deste tipo de projeto frequentemente contém atividades não conhecidas pela equipe, o que exige tempo para adquirir o conhecimento e entendimento necessário.

Para melhorar o conceito da aplicação, Dilmaghani (2008) indica a necessidade de incluir atividades de gerenciamento de risco no planejamento e incluir o pulmão nessas atividades, pois, segundo o autor, os atrasos são inevitáveis. Em caso de esgotamento irrecuperável do pulmão, recomenda-se reprogramar novamente o projeto. Os resultados mostraram que a CCPM não foi mais efetiva do que outra maneira de gerenciar, e os procedimentos da metodologia são intensivos e consomem tempo. Ainda, nem sempre é possível evitar os comportamentos humanos negativos. Além disso, sugere-se manter acordos entre os participantes do projeto para evitar confusão e desmotivação, e não utilizar todos os recursos em todos os projetos nos casos de substituição por faltas, atrasos e interrupções no processo. Esses funcionários que estariam em espera investiriam tempo para identificar as tarefas críticas e aumentar a intercambiabilidade entre os recursos.

Os fatores críticos para o sucesso, conforme o mesmo autor, são: aprovação da empresa, mudança de hábitos e comportamentos antigos, definição de papéis e responsabilidades dos envolvidos, mudança de medição de performance, comunicação com partes externas e manutenção das mudanças implementadas. É uma metodologia fácil de entender, porém difícil de aplicar, pois requer mudanças de pensamento no planejamento e gerenciamento de projetos, na cultura e no comportamento.

Finocchio Junior (2009) decidiu testar a metodologia nas paradas programadas de plantas de produção de petróleo. Para garantir a integridade e evolução das plantas, é necessário interromper totalmente ou parcialmente a produção. Essas paradas programadas permitem manutenção, inspeções, instalações de novos equipamentos, realização de exames e testes hidrostáticos.

Assim como Dilmaghani (2008), Finocchio Junior (2009) observou, após implementação da CCPM nas paradas programadas, que a metodologia foi

adequada para a programação de parada de plataforma marítima de petróleo do ponto de vista dos especialistas entrevistados. Concluiu que o planejamento foi melhor que o caminho crítico, pelo fato de lidar melhor com a escassez de recursos, além dos controles de execução serem mais eficientes, pois os diferentes status do pulmão (verde, amarelo e vermelho), diferenciavam quais atrasos eram mais importantes e permitiam ações antecipadas. A única preocupação é a necessidade de fazer um trabalho de preparação e adoção junto aos integrantes dos projetos, pois a CCPM precisa de mudança de hábitos para ter sucesso além de necessitar que a equipe entenda os conceitos

2.7.3 Premissas

Para formulação dessa teoria, Goldratt (1998) leva em consideração três conceitos principais:

Premissa 1 – As estimativas de duração de cada atividade de um projeto possuem uma margem de segurança alta.

A incerteza é de difícil previsão no começo do projeto, mas é a natureza do negócio. Por esse motivo, as estimativas de duração das atividades do projeto, na grande maioria das vezes, embutem muita segurança, na tentativa de certificar que o tempo de duração prometido seja o mesmo tempo de duração executado (GOLDRATT, 1998, p.43)

Para representar a probabilidade de terminar um projeto, Goldratt (1998, p.47) utiliza uma curva de Gauss. A curva, conforme demonstra a Figura 19, indica a probabilidade de término de um projeto em relação ao tempo. Até a mediana, a probabilidade de término é aproximadamente 50%, e no tempo de projeto estimado T_0 , a probabilidade de término do projeto é de aproximadamente 80%. Ou seja, quanto mais tempo existe para realizar um projeto, maior a probabilidade de entregá-lo.

A diferença entre a mediana da distribuição de probabilidade e a estimativa de duração é a segurança embutida na atividade/projeto. Nessas condições, poucas pessoas darão uma estimativa com 50% de chance de não ser cumprida. Em geral, as pessoas se sentem confortáveis com uma estimativa de 80% a 90% de probabilidade de término (GOLDRATT, 1998, p.48).

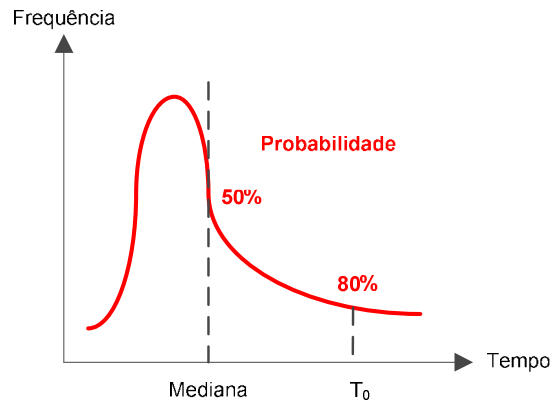


Figura 19 – Relação entre tempo de duração e a probabilidade de término de um projeto/atividade
 Fonte: Adaptado de GOLDRATT (1998, p.48)

Segurança é a diferença entre uma estimativa de 50% de probabilidade e uma estimativa de 80% de probabilidade. Uma condição necessária para ter um projeto bem sucedido é completar o projeto no tempo programado. Para ter cada tarefa no caminho crítico completo no tempo, precisa-se necessariamente adicionar segurança em cada tarefa, porque sabe-se que há incertezas em sua performance. Gerentes de projeto geralmente concordam que querem pessoas compromissadas e que entregam as atividades no tempo acordado. As pessoas geralmente concordam que pessoas que completam tarefas no tempo têm um bom desempenho e que pessoas que não terminam no tempo tem um desempenho fraco. Reconhece-se que para isso as pessoas incluem segurança nas atividades. Com isso, essa é a única maneira de gerenciar por meio do caminho crítico. Além disso, depois de colocar segurança estimando cada tarefa com sua segurança e conectando a rede de atividades, observa-se que a segurança foi incluída em todas as estimativas de tarefas (LEACH, 2000, p.79).

Outro fator que impacta a estimativa de tempo do projeto é quando o responsável por uma etapa soma todos os tempos estimados por seus funcionários e acrescenta sua própria segurança. Além disso, se a gerência não está satisfeita com o prazo dado, exige que o *lead time* do projeto seja reduzido, o que faz com que as pessoas inflacionem ainda mais as estimativas finais (GOLDRATT, 1998, p.123).

É necessário aumentar a sua margem de erro em relação ao seu senso de responsabilidade individual. Quanto mais alto é o seu cargo na organização, maior o seu nível de responsabilidade, mais você precisa de segurança. Quanto mais você representa a organização e quanto mais responsabilidades você tem, mais segurança é necessária (KISHIRA, 2009, p.55).

Em suma, as durações das atividades podem ser impactadas fortemente por três fatores principais: 1) As estimativas de tempo são baseadas em uma experiência pessimista, ou melhor, o final da curva de distribuição (Figura 19); 2) Quanto maior a quantidade de níveis gerenciais, maior o tempo total das estimativas, porque cada nível adiciona sua própria segurança; 3) As pessoas que estimam os tempos também protegem as estimativas de cortes. Essa atitude/comportamento implica em muita segurança embutida em qualquer etapa de um projeto, fazendo com que os prazos das atividades sejam superestimados (GOLDRATT, 1998, p.124).

Existem muitas pessoas boas nas organizações que tem um forte senso de responsabilidade e que não querem deixar os demais decepcionados. Incerteza está na natureza das tarefas do projeto. O que irá acontecer durante o andamento do projeto não pode ser estimado. Sabemos através de experiências que a segurança é necessária para proteger a data de entrega e para evitar desapontar os demais. Por um lado, segurança soa como uma coisa boa, mas na verdade está escondendo os números (KISHIRA, 2009, p.54).

Premissa 2 – Em ambientes de multiprojetos existe muita multitarefa, prejudicando o cumprimento dos prazos estipulados.

Além dos prazos estarem superestimados, um ambiente de multiprojetos ocasiona, muitas vezes, a disputa de recursos nos projetos. Isso significa que uma pessoa pode estar envolvida em três projetos, sendo cobrada por três gerentes de projetos ao mesmo tempo. O resultado disso pode acarretar em falta de foco, ou seja, iniciam-se muitas atividades, porém demora-se para finalizá-las. Além disso, não se considera o tempo de preparação para trocar de uma tarefa para outra (GOLDRATT, 1998, p. 133).

Em muitos casos, as primeiras atividades começam bem, mas em algum momento começam os obstáculos, impactando todas as atividades, e qualquer atividade do caminho que se atrasa prejudica diretamente a data de entrega programada. Assim que o obstáculo começa a atrapalhar, coloca-se tempo extra no trabalho atrasado, geralmente desviando recursos e fazendo mudanças no planejamento. Outro efeito desse processo é que a equipe atuante na tarefa atrasada se sente pressionada a terminar o mais rápido possível, colocando mais tempo na tarefa, o que faz com que essas pessoas negligenciem outros projetos, causando problemas nestes também (LEACH, 2000, p.81).

A Figura 20 demonstra um ambiente com três projetos, os quais necessitam de um mesmo recurso. Considerando essa análise, o ambiente de multitarefa seguiria o modelo B e um ambiente sem multitarefa seguiria o modelo A (GOLDRATT, 1998, p. 133).

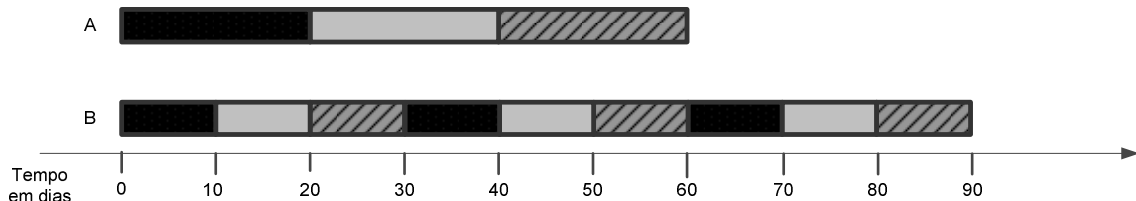


Figura 20 – Exemplo de ambiente de multitarefa
Fonte: GOLDRATT (1998, p.133)

Observa-se que no modelo A, o primeiro projeto se encerra após 20 dias, o segundo depois de 40 dias e o último em 60 dias. No modelo B, o primeiro projeto se encerra em 70 dias da data inicial de referência, o segundo depois de 80 dias e o último após 90 dias.

Na análise do modelo B, considera-se um tempo adicional para a troca de um projeto para o outro, pois quando um recurso termina uma atividade e inicia outra necessita de tempo para analisar em que parte se encontra o projeto. Já no modelo A, como o recurso está focado em apenas uma atividade de cada vez, o projeto é finalizado antes e não há esse tempo adicional (GOLDRATT, 1998, p. 133). Segundo o autor, “provavelmente, o fenômeno da multitarefa é o maior responsável pelo aumento de *lead time* do projeto”.

Largar e retornar para realizar uma atividade geralmente afeta o tempo total necessário para completar a tarefa e frequentemente a qualidade do produto final (LEACH, 2000, p.87).

Premissa 3 – Interdependência entre as etapas gera perda da segurança embutida.

Segundo Leach (2000, p.83) há muita perda de potencial positivo quando há interdependência entre as atividades. Gerentes de projeto designam tarefas e cobram o prazo prometido, mas mesmo que a atividade esteja finalizada, os integrantes do projeto podem segurar a entrega da atividade até a data de entrega acordada. Isso ocorre porque não há incentivos ou recompensas para entregas

antecipadas. E se a atividade está completa, não há garantias que o próximo recurso está pronto para iniciar a sua atividade. Isso significa que a variação positiva é perdida e o tempo de espera é introduzido, ou seja, o cronograma cresce devido à dependência entre atividades.

Um atraso numa etapa é passado, por completo, para a etapa seguinte. Um avanço feito numa etapa é geralmente desperdiçado. Os atrasos se acumulam, enquanto os avanços não. Isso pode explicar como é que tanta da nossa segurança é desperdiçada (GOLDRATT, 1998, p.128).

Por esse motivo, Goldratt (1998, p.131) aponta para dois tipos de comportamentos decorrentes desse fato: 1) “Síndrome do Estudante”: “Primeiro, brigue por tempo de segurança. Quando você conseguir, você terá tempo suficiente, então para que se apressar? Quando é que sentamos para realmente fazer a tarefa? No último minuto. Isso faz parte da natureza humana” (GOLDRATT, 1998, p.131) e, segundo Kishira (2009, p.55), as pessoas com “Síndrome do Estudante” não agem até que chegue o final do prazo, com o pensamento de que sempre há tempo suficiente (Figura 21); 2) “Lei de Parkinson”: As pessoas afetadas com “Lei de Parkinson” utilizam por completo o tempo da atividade estimada (KISHIRA, 2009, p.57).

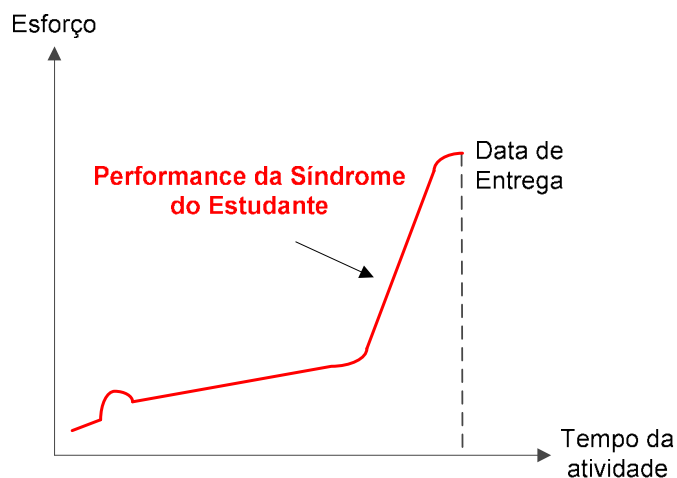


Figura 21 – Síndrome do Estudante
Fonte: LEACH (2000, p.85)

A Figura 21 mostra um padrão de trabalho típico. Utilizam-se dois terços do tempo realizando menos de um terço do trabalho e um terço do tempo para realizar dois terços do trabalho. Assim, é mais provável encontrar obstáculos durante o

tempo final de realização da atividade. Se o trabalho no começo já estava utilizando 100% da capacidade da pessoa, não há chance de terminar o restante sem um esforço extra (LEACH, 2000, p.85).

Um exemplo de Síndrome de Estudante apresentado pela Folha de São Paulo (2011), foi a entrega da declaração anual de ajuste do Imposto de Renda de 2011, disponibilizada do dia 1º de março até dia 29 de abril de 2011 (prazo de 2 meses). No dia 27 de abril de 2011, dois dias antes do final do prazo, cerca de 30% dos contribuintes ainda não haviam enviado a declaração. Na manhã do dia 29 de abril, prazo final para entrega, faltava ainda 10% das declarações para entregar no final do último minuto todas as declarações previstas para o ano.

Com base nessas informações, Goldratt (1998, p.129) enfatiza:

“A única coisa que importa é o desempenho do projeto como um todo. No final, não interessa quantas etapas não foram concluídas a tempo, o que interessa é se o projeto foi entregue na data prometida. Tentamos proteger o desempenho de cada etapa e a maior parte dessa proteção é perdida. Então, mesmo colocando toda essa segurança, o projeto como um todo está exposto à incerteza.”

2.7.4 Caminho Crítico x Corrente Crítica

É possível calcular manualmente o caminho crítico de um projeto. Porém, não há um algoritmo simples para resolver o nivelamento ótimo de recursos, considerando o caminho crítico. É possível que os computadores antigos não conseguiram fazer os cálculos dos recursos e depois do caminho crítico, que corresponderia ao cálculo da corrente crítica. A idéia era que se usaria o computador para calcular o caminho crítico, baseado nas atividades e durações, para depois lidar com os recursos superalocados. Pessoas que estudaram utilização de recursos sabem que não é sempre que esse cálculo resulta em um ótimo cronograma (LEACH, 2000, p.93).

Considere o exemplo de Leach (2000, p.94), demonstrado na Figura 22. O recurso 1 tem três atividades para realizar, assim como o recurso 2. Segundo o autor, a maioria dos programas de gerenciamento de projetos nivela os recursos conforme Figura 23.

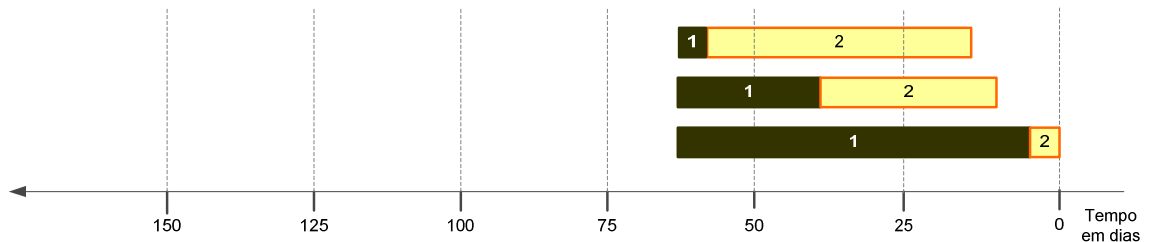


Figura 22 – Exemplo de Projeto com conflito de recurso
Fonte: LEACH (2000, p.94)

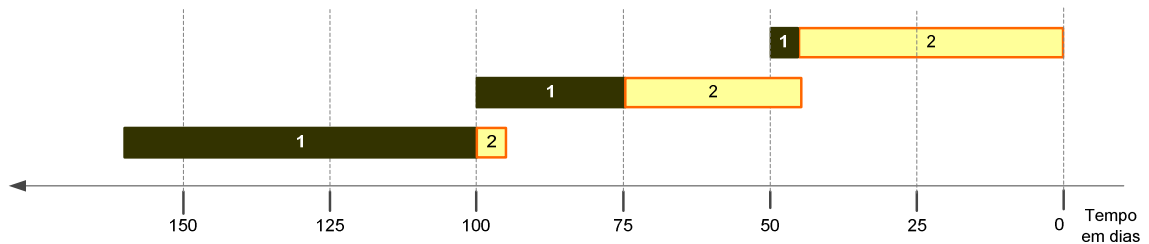


Figura 23 – Nivelamento de recursos pelo caminho crítico
Fonte: LEACH (2000, p.94)

Isso implicaria em um projeto com prazo de 160 dias. No entanto, considerando a lógica de atividade e a restrição de recursos ao mesmo tempo, diminui-se o caminho crítico para 95 dias, conforme apresentado na Figura 24. Com isso, demonstra-se que, com restrição de recursos, a corrente crítica é uma solução aceitável e, além disso, contém a solução do caminho crítico. Corrente crítica explica as razões para os atrasos devido a incerteza, eventos dependentes e comportamentos humanos. Caminho crítico apenas determina as durações e datas de início e fim das atividades. Isso explica por que a combinação de uma premissa técnica com comportamentos humanos leva a atrasos (LEACH, 2000, p.96).

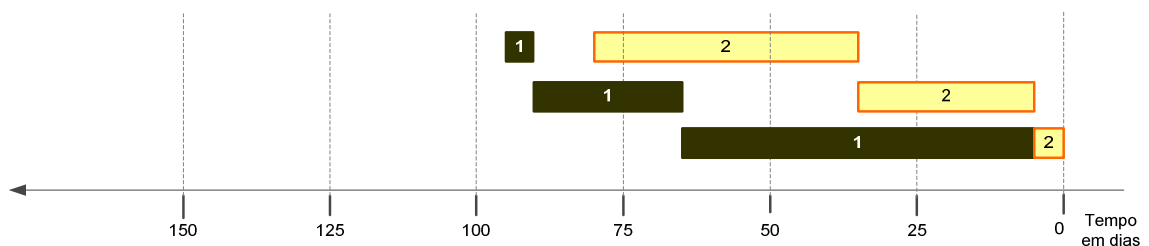


Figura 24 – Resultado do projeto com conceito de corrente crítica
Fonte: LEACH (2000, p.95)

2.7.5 Aplicação

Considere o exemplo fornecido por Kishira (p.75), apresentado na Figura 25, para demonstração da aplicação da metodologia. O projeto, aqui chamado de

Projeto X, é composto de 7 atividades, das quais são necessários 4 recursos/pessoas (A, em vermelho; B, em verde; C, em cinza ;e D, em amarelo), resultando em um caminho crítico de 30 dias.

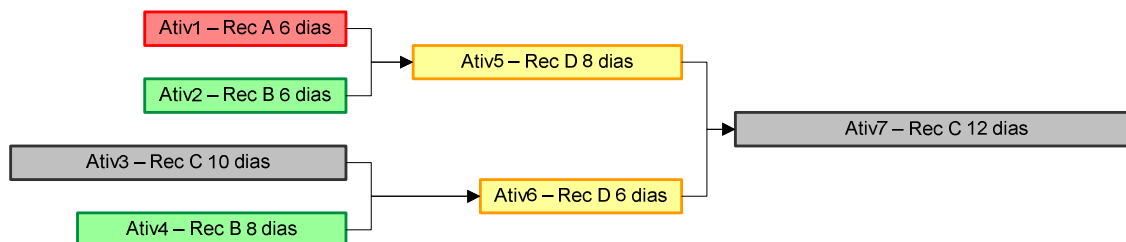


Figura 25 – Sequência de atividades do Projeto X
Fonte: KISHIRA (2009, p.75)

Sendo assim:

- A atividade 1 possui duração de 6 dias e necessita do Recurso A.
- A atividade 2 possui duração de 6 dias e necessita do Recurso B.
- A atividade 3 possui duração de 10 dias e necessita do Recurso C.
- A atividade 4 possui duração de 8 dias e necessita do Recurso B.
- A atividade 5 possui duração de 8 dias e necessita do Recurso D.
- A atividade 6 possui duração de 6 dias e necessita do Recurso D.
- A atividade 7 possui duração de 12 dias e necessita do Recurso C.

A atividade 5 depende da atividade 1 e 2, ou seja, ela não pode iniciar antes do término da atividade 1 e 2. O mesmo acontece para a atividade 6, que depende da atividade 3 e 4, e a atividade 7 que depende do término da 5 e 6.

A aplicação da CCPM no Projeto X segue os seguintes passos segundo Goldratt (1998, p.163-167):

Passo 1 – Escalonar o projeto de acordo com a dependência de atividades e capacidade/restrrição dos recursos

De acordo com Kishira (2009, p.75), é senso comum que é possível realizar uma tarefa muito melhor quando foca-se em uma atividade por vez, apesar de não ser prática comum. Para isso, com o objetivo de evitar a multitarefa, as atividades devem ser escalonadas conforme alocação de recursos, resultando em um projeto de 36 dias (Figura 26).

Leach (2000, p.109) observa que esse primeiro passo se relaciona com o 1º passo dos “5 Passos” da TOC, que seria “Identificar a restrição”. A restrição,

segundo o autor, seria o caminho mais longo considerando a disponibilidade dos recursos.

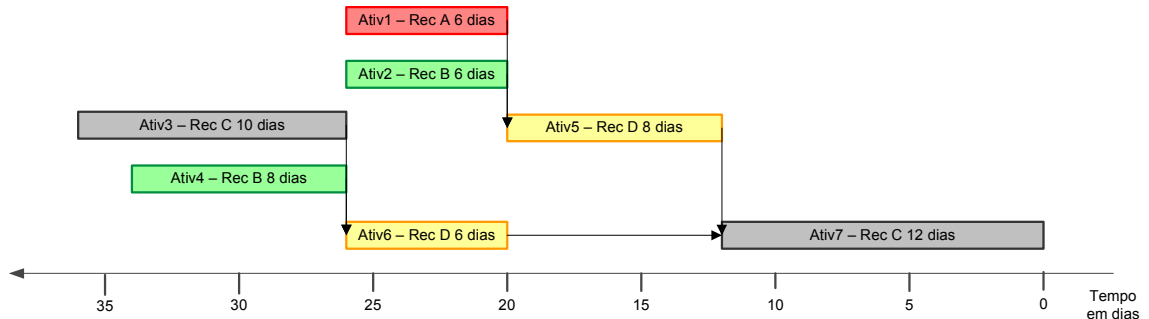


Figura 26 – Escalonamento do Projeto X de acordo com a capacidade dos recursos
Fonte: KISHIRA (2009, p.78)

Passo 2 – Identificar a corrente crítica do projeto

A restrição evidente do projeto é o caminho de tarefas mais longo (LEACH, 2000, p.106). Sendo assim, a corrente crítica é a linha tracejada em vermelho demonstrada na Figura 27, considerando que o primeiro passo da metodologia foi realizado.

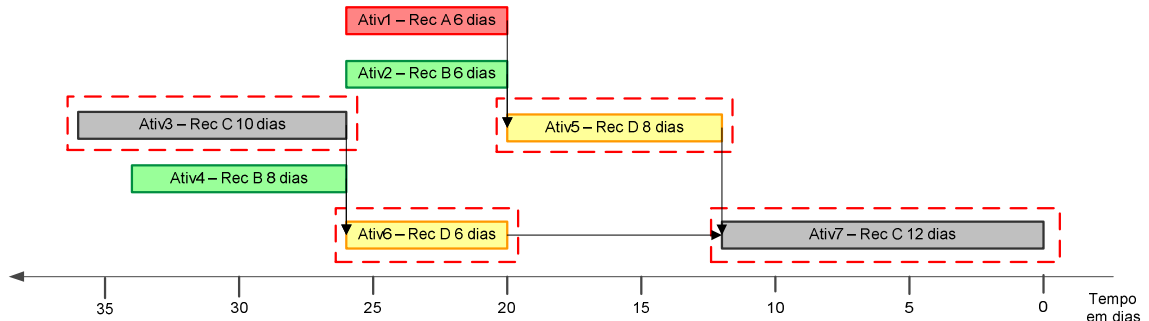


Figura 27 – Identificação da Corrente Crítica do Projeto X
Fonte: KISHIRA (2009, p.78)

Passo 3 – Cortar pela metade a duração de todas as atividades

Metade do tempo da atividade será o tempo total da atividade e a outra metade deverá ser considerada como “pulmão” (tempo de segurança) do projeto (GOLDRATT, 1998, p.164). Segundo Kishira (2009, p.89), o tamanho do pulmão deve ser uma decisão gerencial.

De acordo com Leach (2000, p.109), esse 3º passo se relaciona com o 2º passo da TOC: “Explorar a restrição”. Se a corrente crítica é a restrição, deve decidir como explorar essa restrição para realizar o projeto mais rapidamente, isso significa: reduzir tanto o tempo planejado como o tempo real de performance. Ou

seja, reduzir as estimativas e inserir um tempo de segurança, além de reduzir a multirratefa colocando uma atividade para cada recurso (Figura 28).

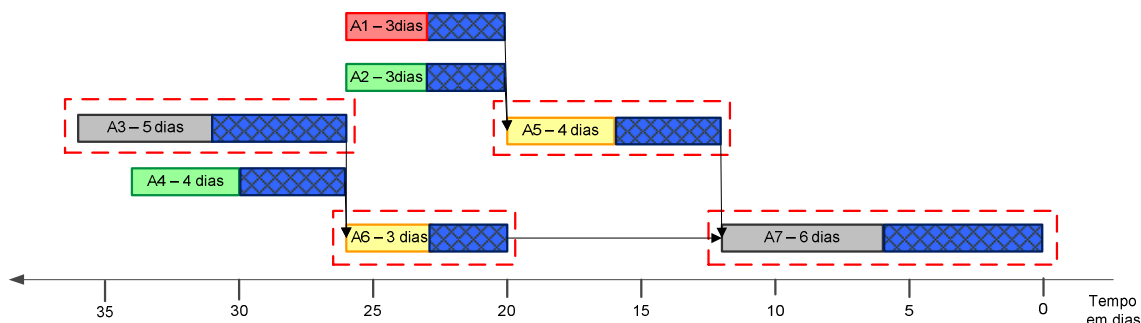


Figura 28 – Retirando a segurança das atividades do Projeto X
Fonte: KISHIRA (2009, p.80)

Passo 4 – A segurança das atividades da corrente crítica deve ser considerado como “Pulmão do Projeto” e a segurança das atividades que não estão na corrente crítica deve ser considerada como “Pulmão de Convergência”

Como é necessário proteger o término do projeto, move-se a segurança das atividades críticas e a coloca no final do projeto. E os pulmões de segurança das atividades não-críticas são colocados no final das atividades não-críticas.

Conforme Leach (2000, p.111), esse passo se relaciona com o 3º passo da TOC: “Subordinar todo o resto à restrição”. Isso implica em proteger a corrente crítica de atrasos em potencial, agregando o pulmão de convergência em cada caminho que alimenta a corrente crítica (Figura 29).

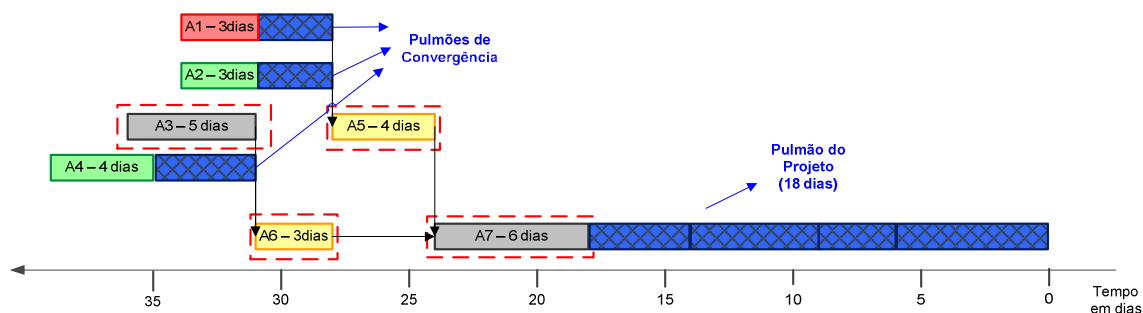


Figura 29 – Cálculo inicial do Pulmão do Projeto X
Fonte: Adaptado de Goldratt (1998, p.163)

Conceitualmente, Goldratt (1998, p.167) justifica que é necessário ter os pulmões de convergência como forma de proteger a corrente crítica, pois protegem

o caminho crítico de atrasos ocorridos nos caminhos não-críticos do projeto. Quando o atraso consome os pulmões de convergência, a data de conclusão do projeto ainda fica protegida pelo pulmão de projeto.

Passo 5 – Cortam-se pela metade os pulmões do projeto

Goldratt (1998, p.165) indica o corte de 50% dos pulmões (Figura 30). Além disso, a corrente crítica utiliza o início o mais tarde possível ao invés de iniciar as atividades o mais rápido possível como forma de focar apenas nas atividades necessárias de acordo com o cronograma. Iniciar o mais rápido possível significa permitir que todas as tarefas não-críticas comecem antes do que é necessário no cronograma (LEACH, 2000, p.117).

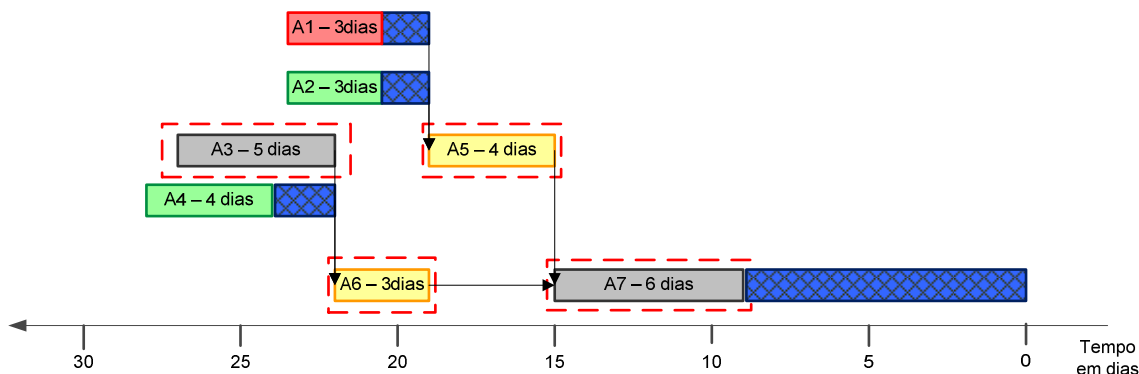


Figura 30 – Readequação do tamanho do Pulmão do Projeto X
Fonte: Adaptado de Goldratt (1998, p.163)

A aplicação passo-a-passo dessa abordagem tem como objetivo evitar a Síndrome do Estudante, multitarefa nociva e a segurança embutida nas atividades. Goldratt (1998) acredita que essa metodologia aumenta o foco no projeto. Além disso, de acordo com o autor, focando em uma atividade de cada vez e finalizando a atividade o mais rápido possível, com qualidade, as pessoas ficam menos estressadas, pois o volume de trabalho é melhor distribuído e as pessoas são cobradas por uma atividade de cada vez. Esse processo colabora para a redução do tempo de projeto.

2.7.6 Controle do Projeto

Para Kishira (2009, p.103), os relatórios de projeto são mitos. Quando 90% do projeto está completo, os 10% restantes podem ser desafiadores. Gastar 90% do orçamento também não deve ser medida de progresso, pois não significa que o projeto está se aproximando da meta estabelecida. Nesse caso, o autor considera como progresso correto do projeto, quando a estimativa de término do projeto é baseada em quantos dias faltam para acabar o projeto. Por exemplo, se projeto tem 10 dias, foram consumidos 9 dias nas atividades e resta 1 dia de trabalho, essa estimativa de progresso é muito mais precisa que considerar que o projeto está 90% completo. “O objetivo de analisar progresso do projeto não é fazer um relatório de progresso, mas conseguir manter o prazo de entrega” (KISHIRA, 2009, p.107).

Ou seja, Kishira enfatiza a importância de analisar o andamento do projeto para que, caso esteja atrasado, os membros do projeto tomem as atitudes corretas no tempo certo antes que seja tarde. A equipe não deve acompanhar o projeto apenas para identificar se está ou não atrasado. O espírito do progresso deve ser focar no que deve ser feito para manter o compromisso com a data final.

Segundo Kishira (2009, p.109), em até 33% de consumo o pulmão fica verde; de 33% até 66% o pulmão fica amarelo; e a partir de 66% de consumo o pulmão fica vermelho.

Para o monitoramento do projeto, gerencia-se o progresso através do consumo dos pulmões (KISHIRA, 2009, p.108), conforme demonstrado no exemplo da Figura 31. O projeto possui duas atividades, uma de 6 dias e outra de 4 dias, onde foi estimado um pulmão de projeto de 5 dias, resultando em 15 dias úteis de projeto.

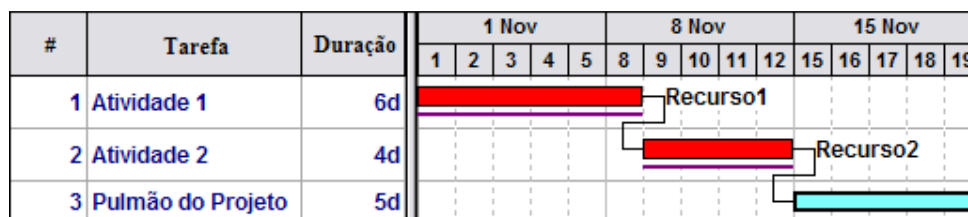


Figura 31 – Projeto em Corrente Crítica
Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.108)

Passados 6 dias após o início do projeto, observou-se que precisaria de mais 1 dia para executar a primeira atividade. Esse fato alterou o início da segunda atividade e consumiu 1 dia do pulmão do projeto, ou seja, consumiu-se 20% do pulmão, conforme Figura 32.

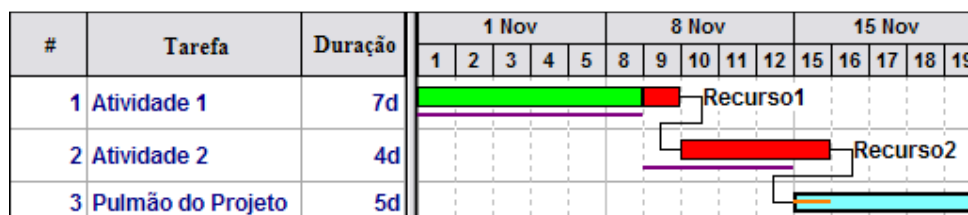


Figura 32 – Controle do progresso de um projeto, com pulmão “verde”
Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.108)

No caso da Figura 33, o término da primeira atividade foi estimada com 2 dias a mais que o planejado, consumindo 2 dias do pulmão de projeto, ou seja, 40% do pulmão.

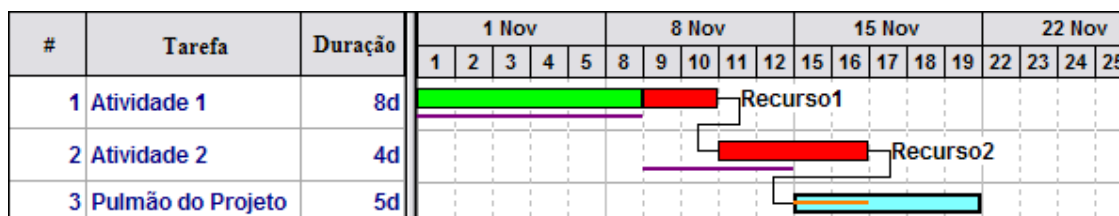


Figura 33 – Controle do progresso de um projeto, com pulmão “amarelo”
Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.108)

Na Figura 34, após 6 dias de projeto estimou-se que precisaria de mais 4 dias na primeira atividade. Com isso, o pulmão seria consumido em 4 dias, o que representaria um consumo de 80% do pulmão.

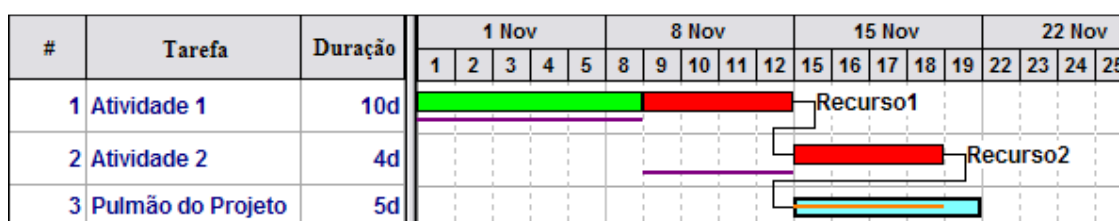


Figura 34 – Controle do progresso de um projeto, com pulmão “vermelho”
Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.108)

Kishira (2009, p. 110), comenta que essa medida de progresso foca no futuro ao invés de utilizar o tempo para discutir o passado do projeto. É natural discutir ações futuras com o objetivo de entregar o prometido na data acordada.

Considerando que a estimativa da tarefa é agressiva, porém possível, será natural consumir parte do pulmão. Isso ocorre porque a atividade tem 50% de chance de ser concluída, e 50% de não ser concluída a tempo. Por meio do monitoramento do status do pulmão, os líderes e membros da equipe poderão realizar ações antes que seja tarde. Isso significa que enquanto o pulmão estiver “verde”, os membros da equipe poderão se concentrar nas suas atividades e quando estiver amarelo ou vermelho terão apoio da gestão para conseguir concluir o projeto no tempo certo (KISHIRA, 2009, p.112).

Segundo Kishira (2009, p.112) e Leach (2000, p.118), os níveis de decisão em termos de tamanho de pulmão devem ser seguidos conforme Figura 35.

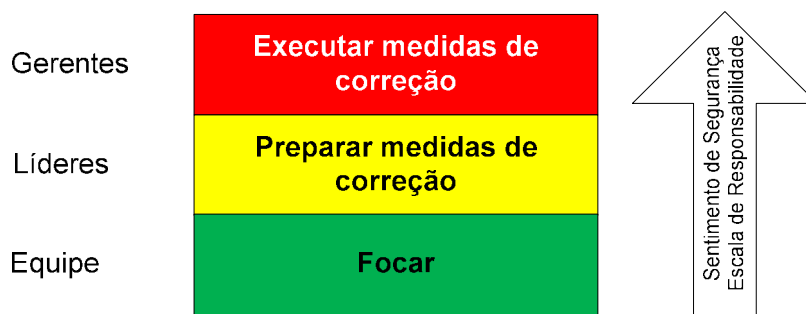


Figura 35 – Escala de Responsabilidade no projeto
Fonte: KISHIRA (2009, p.114)

Se os pulmões dos projetos de toda a empresa são compartilhados por todos os departamentos, cada líder de projeto começa a se preocupar com outros projetos com uma visão mais gerencial e oferecer/pedir apoio quando for necessário (KISHIRA, 2009, p.193). Conforme demonstrado na Tabela 1, os pulmões dos diversos projetos em andamento podem ser visualizados rapidamente. Todos os envolvidos podem ter uma visão holística do andamento dos projetos, podendo auxiliar projetos em vermelho ou receber ajuda de outros departamentos.

Esse controle faz com que os gestores foquem nas atividades que podem atrasar os projetos. Além disso, faz com que toda a organização foque em uma meta comum: entregar o projeto no prazo, por meio do acompanhamento do percentual de utilização do pulmão.

Tabela 1 – Status do pulmão de diversos projetos

Nome do Projeto	% Utilizado do Pulmão	Líder	Prazo de Entrega	Tarefa em andamento
Projeto A	80%	Gerente A	XXX	XXXXXXXX
Projeto B	75%	Gerente B	XXX	XXXXXXXX
Projeto C	68%	Gerente C	XXX	XXXXXXXX
Projeto D	60%	Gerente D	XXX	XXXXXXXX
Projeto E	55%	Gerente E	XXX	XXXXXXXX
Projeto F	40%	Gerente F	XXX	XXXXXXXX
Projeto G	15%	Gerente H	XXX	XXXXXXXX
Projeto H	2%	Gerente I	XXX	XXXXXXXX
Projeto I	0%	Gerente M	XXX	XXXXXXXX

Fonte: Adaptado de KISHIRA (2009, p.193)

Segundo Kishira (2009, p.120), para que esse acompanhamento funcione de forma mais eficaz, é necessário que os problemas sejam solucionados imediatamente nos locais de trabalho, desde que a equipe tenha o mesmo entendimento que a gerência, para que os problemas sejam resolvidos antes de virarem resultado.

2.7.7 Softwares

Conforme o detalhamento da Vectis (2011), os *softwares* de TOC para área de gerenciamento de projetos por corrente crítica são:

- Concerto – é um dos *software* mais conhecidos para CCPM em ambientes para um ou mais projetos (integra-se ao Microsoft Project);
- CCPM+ – *software* escrito por Larry Leach (integra-se ao Microsoft Project);
- BM CCPM – *software* japonês;
- ProChain (*Project Scheduling, Pipeline and Enterprise*) – *software* com módulos de planejamento e execução de apenas um projeto; multiprojetos e integração com outros sistemas (integra-se ao Microsoft Project);
- PS8 – aparentemente substituído pelo PSNext, sem garantias de possuir os algoritmos de corrente crítica;
- Aurora CCPM – combinação do Aurora com uma extensão multiprojetos corrente crítica.

Além desses *softwares*, a Spider Team (2011) fornece também o Spider Project.

3 METODOLOGIA

Toda pesquisa de caráter científico sustenta-se em metodologias que auxiliam e orientam o estudo. Segundo Severino (2007, p.118), essas modalidades e técnicas possuem diferenças significativas no modo de praticar a investigação científica, por tratarem de perspectivas e enfoques diferenciados. Nesse capítulo serão apresentadas as técnicas utilizadas na realização da presente pesquisa.

3.1 POSICIONAMENTO DA PESQUISA

De acordo com Luna (1998, p.735), esta pesquisa classifica-se como um estudo observacional, na qual as informações são sistematicamente coletadas, porém o método experimental não é utilizado. Dentro de estudos observacionais, classifica-se em estudo descritivo, no qual se descreve uma situação sem tentar explicar os motivos, e longitudinal, por fornecer dados que ocorrem ao longo do tempo. O período de coleta e análise dos dados obtidos foi de setembro de 2010 até março de 2011.

Para Silva (2001, p.2), quanto à forma de abordagem, a pesquisa se classifica em pesquisa qualitativa, na qual considera que a relação entre o mundo e o sujeito não podem ser traduzidos em números. É uma pesquisa descritiva onde o ambiente natural é fonte de dados e o pesquisador é instrumento-chave, avaliando os dados de forma indutiva. Martins e Campos (2004, p.22) definem o pesquisador como aquele que se preocupa mais com o processo do que com o produto, procurando retratar a realidade e a perspectiva dos participantes, procurando interpretar o significado dos fatos para as pessoas implicadas nesse contexto.

Quanto à natureza, é uma pesquisa aplicada, na qual gera conhecimentos para aplicação prática, envolvendo verdades e interesses específicos (SILVA, 2001, p.20).

Quanto aos objetivos propostos, a pesquisa é exploratória, pois visa proporcionar maior familiaridade com o problema por meio do levantamento de informações sobre o objeto estudado, do registro desses dados e análise dos fenômenos, mapeando e delimitando o campo de trabalho. (SEVERINO, 2007,

p.123; MARTINS, 2006, p.86), tendo como foco familiarizar-se com o fenômeno ou obter uma nova percepção dele e descobrir novas idéias. A pesquisa pode também ser classificada como descritiva, visto que além de observar, registra, analisa e correlaciona os fatos ou fenômenos, sua relação e conexão com os dados obtidos. Assim, busca conhecer as situações ligadas ao comportamento humano (CERVO, BERVIAN e SILVA, 2007, p.62).

3.2 ETAPAS METODOLÓGICAS

Com relação à natureza das fontes utilizadas, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, para compor o estado da arte utilizando os registros disponíveis, como livros, artigos, documentos disponíveis em *sites*, trabalhando a partir de contribuições dos temas pesquisados (SEVERINO, 2007, p.122; SILVA, 2001, p.20). Buscou-se analisar fontes sobre o tema principal, Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (CCPM), enfatizando a importância do planejamento de obras para sua conclusão no prazo, no custo e no escopo, descrevendo um panorama geral sobre projetos e seus conceitos principais.

Com base no conhecimento formado na revisão de literatura, foi possível a formulação do problema de pesquisa norteador deste trabalho: “*Quais benefícios, desvantagens e dificuldades podem ser identificados na implementação da metodologia de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica, no gerenciamento de uma obra de residências com características técnicas similares?*” Diante desse questionamento, este trabalho estudou a aplicação da metodologia em uma construtora, acompanhando e observando todas as etapas de implementação da CCPM nos casos estudados.

Para tratamento do problema, a dissertação foi realizada através da pesquisa-ação, na qual o pesquisador compartilha a vivência e participa de forma constante das atividades, interagindo e acompanhando todas as ações realizadas e registrando descritivamente o que foi observado acrescentando análises e considerações. Também procura intervir e modificar as ações (SEVERINO, 2007, p.120), com o intuito de propor melhorias no modelo, conforme obstáculos obtidos na primeira fase de implementação. Para Silva (2001, p.22), a pesquisa-ação é

associada com uma ação ou resolução de um problema coletivo e o pesquisador está envolvido de modo cooperativo ou participativo.

3.2.1 Análise do Cenário da Empresa

Na análise preliminar, realizou-se um levantamento de informações sobre a empresa, Construtora Delta (nome fictício), e a obra estudada, a partir do mês de setembro de 2010 até março de 2011.

Verificou-se previamente, por meio de informações repassadas pela empresa e relatórios extraídos do sistema *Enterprise Resource Planning* (ERP), o planejamento utilizado na obra selecionada para o estudo, além dos motivos que motivaram a empresa a buscar, no decorrer da obra, uma nova forma de gerenciar empreendimentos.

3.2.2 Obtenção dos dados da obra

Os dados foram coletados no empreendimento denominado Horizonte na pesquisa, executado em um terreno compreendendo 150 lotes (Figura 36). Observa-se que em cada lote seriam construídos dois sobrados geminados, totalizando 300 sobrados com as mesmas características técnicas. Para efeitos de controle interno da empresa, dois sobrados geminados eram considerados um (1) módulo.



Figura 36 – Vista aérea da obra

Nesta pesquisa, foram considerados apenas a etapa da obra referente a construção dos sobrados, por meio da metodologia da CCPM. Essa etapa contemplou a coleta de dados relativos a 29 módulos, ou seja, 58 sobrados.

3.2.3 Planejamento em CCPM

Primeiramente, foram analisadas todas as atividades do projeto, isto é, a sequência de construção de cada módulo utilizando-se o método de rede PERT, para que fosse possível a criação da rede de tarefas. Em seguida, com as atividades da obra estabelecidas, definiram-se as dependências entre as tarefas e seu interrelacionamento, além das estimativas de duração das atividades e recursos disponíveis para cada atividade do projeto.

Após revisão e análise das informações pela equipe responsável pelo projeto, o planejamento aprovado foi convertido em um gráfico de *Gantt*, por meio do *software* PS8. Os nomes das atividades, sequências, durações e recursos definidos pela empresa foram inseridos no *software*, assim como foram consideradas as restrições de calendário, tais como feriados, turnos, cargas horárias, entre outras variáveis pertinentes à realização da obra, que foram utilizadas ao longo da pesquisa e passam a ser relatadas na sequência.

3.2.4 Primeira Fase de Acompanhamento

Com o planejamento definido, a empresa selecionou uma quadra da obra com 25 módulos para início da implementação da CCPM, em outubro de 2010. Escolheu-se a quadra com o menor número de atividades já realizadas, e a data de início da primeira fase foi definida logo após aprovação do planejamento pelos envolvidos.

Nessa primeira fase, foram analisados 25 módulos de sobrados, comparando o planejado com o executado, assim como as mudanças observadas durante o processo de acompanhamento, os resultados obtidos com esse método de planejamento e os obstáculos encontrados. O acompanhamento da primeira fase foi finalizado após início da segunda fase.

3.2.5 Segunda Fase de Acompanhamento

Considerando uma adequação do planejamento conforme melhorias identificadas na primeira fase, deu-se início à segunda fase, em janeiro de 2011, com o acompanhamento de 4 módulos. A data de início dessa segunda fase foi

determinada após definição da nova sequência de atividades e modificações do planejamento.

Foi possível observar resultados e melhorias realizadas durante todo o acompanhamento, permitindo identificar os benefícios e diferenças em relação ao gerenciamento de projetos usual.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CENÁRIO DA EMPRESA

Com mais de 20 anos de experiência no ramo da Construção Civil, a Construtora Delta decidiu expandir seus negócios em 2010, visando manter o crescimento atingido em 2009, conforme demonstrado no gráfico da Figura 37.

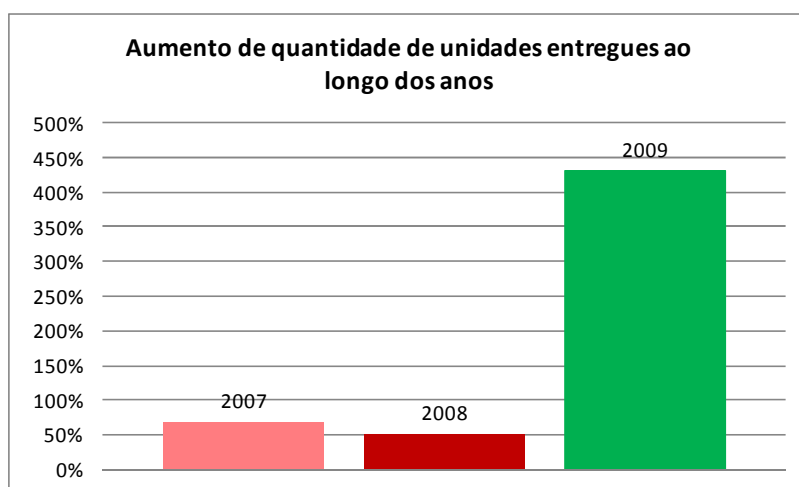


Figura 37 – Percentual de aumento na quantidade de unidades entregues pela Delta ao longo dos últimos três anos

A empresa possuía aproximadamente 50 colaboradores na área administrativa e 200 colaboradores na execução das obras, além de empreiteiros, que eram contratados conforme a necessidade da empresa. O organograma da empresa está representado pela Figura 38.

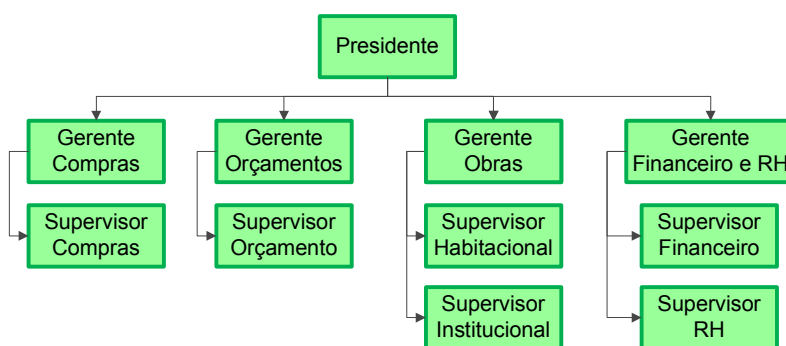


Figura 38 – Organograma da Empresa Delta

Apesar de muitos anos de experiência, o volume de obras que a construtora atendia começou a aumentar significativamente em 2009, impactando o dia-a-dia da empresa. Em 2010, a Delta aceitou a proposta de desenvolver uma obra de 300 (trezentos) sobrados no prazo de um ano, chamado de Horizonte. Mesmo considerando que tinha pouca experiência para realizar uma obra desse porte, a Delta aceitou realizar esse empreendimento no tempo determinado pelo cliente.

4.2 PROBLEMAS IDENTIFICADOS NA OBRA

A obra Horizonte tinha previsão de início da obra em março de 2010 e a entrega agendada para fevereiro de 2011, com prazo de 12 meses, começando efetivamente entre abril e maio de 2010.

Em julho de 2010, aproximadamente 2 meses após o início da obra, observou-se a seguinte situação, tanto nos setores administrativos como na obra estudada:

– *Falta de material na obra*

Uma das situações identificadas, em meados de 2010, era o constante atraso na entrega dos materiais, causados principalmente pelas requisições emergenciais dos materiais realizadas pelo Departamento de Engenharia, impactando a performance de entrega da obra. Os pedidos eram submetidos em um dia e os materiais eram exigidos para o dia seguinte, causando estresse no Departamento de Suprimentos.

– *Perda de mão-de-obra*

Os responsáveis pela obra afirmavam que a falta de material causava perda de mão-de-obra. Se o funcionário era destinado a executar uma atividade na obra e o material não estava no estoque, os colaboradores decidiam sair da obra. Quando o material chegava era necessário contratar novos funcionários ou entrar em contato com colaboradores ausentes ou antigos.

A relação entre os dois departamentos mencionados desgastou-se com o tempo. Em alguns momentos, o Departamento de Engenharia afirmava que o atraso da obra era causado pelo atraso das compras. Por outro lado, não havia como exigir que os materiais fossem entregues no mesmo dia ou no dia seguinte, tornando

impossível o cumprimento dos prazos referentes a compras emergenciais. Com isso, questionava-se a eficiência operacional desses departamentos.

Com uma análise mais aprofundada, pode-se observar que todos os problemas eram causados por uma mesma razão: a falta de planejamento de médio e de longo prazo. Como os engenheiros realizavam um planejamento semanal, com base na execução observada na semana anterior, o prazo entre as requisições dos materiais e a necessidade da obra exigiam que a resposta da área de Suprimentos fosse muito rápida.

Nesse momento não havia uma área de planejamento na construtora. O planejamento que havia sido realizado antes do início da obra e entregue ao cliente, com base na linha de balanço, era um referencial para avaliar se as previsões de fluxo de caixa da empresa estavam sendo seguidas. As conclusões das atividades da obra representavam um valor financeiro, indicando se o percentual do faturamento atingido estava de acordo com o planejado. Isto é, havia uma maior preocupação com relação aos valores financeiros do que com a situação, controle e o andamento de cada módulo da obra.

De fato, esse planejamento não era utilizado como base para executar as atividades, porém era evidente o conceito de linha de balanço durante a execução, conforme retratado no item 4.2.2.

4.2.1 Criação da Área Planejamento

Para a Delta, o processo padrão – desde a proposta para o cliente até a execução da obra – passava pelo Departamento de Orçamentos, responsável pelo Orçamento Comercial (definição do valor de venda e análise do custo da obra), e pelo Departamento de Engenharia, responsável pelo Orçamento Executivo (detalhamento do Orçamento Comercial), planejamento e execução da obra. Optou-se por criar uma nova área na empresa: Departamento de Planejamento, conforme novo organograma apresentado na Figura 39.

Esse departamento ficou responsável principalmente por:

- Continuar o planejamento das obras que já estavam sendo executadas pelo Departamento de Engenharia.
- Acompanhar o status desses materiais (fase de cotação, fase de recebimento de material).

- Requisitar os materiais de acordo com o planejamento.
- Criar o planejamento da obra Horizonte em CCPM, identificando todas as atividades referentes à execução dos sobrados por meio de um cronograma.
- Realizar o controle e acompanhamento da obra para identificar possíveis ações a serem tomadas, visando evitar atrasos de entrega do empreendimento.

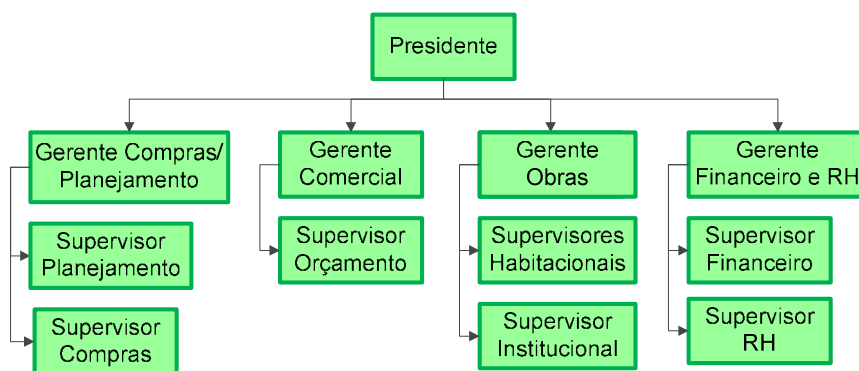


Figura 39 – Novo organograma da Empresa Delta

4.2.2 Planejamento Linha de Balanço

O cronograma inicial utilizava a metodologia de Linha de Balanço, conforme demonstrado na Figura 40. O gráfico foi elaborado com base nas informações do ERP da empresa e mostram todas as semanas da obra em relação às atividades a serem executadas. Percebe-se que nas primeiras três semanas de obra, a produção planejada era a execução da fundação de aproximadamente 20 módulos, com uma produção mais acelerada a partir da semana 20/21 para alguns módulos do planejamento.

Nesse planejamento em Linha de Balanço, cada atividade da obra ficava concentrada em intervalos de tempo de aproximadamente 6 meses (metade da duração total da obra). Nota-se que a atividade fundação, por exemplo, tinha como duração o período da semana 0 até a semana 28. Isso implica que as fundações de todos os sobrados estariam prontas, de acordo com o planejamento, na semana 28 do projeto (aproximadamente 6 meses após o início da obra).

De um modo geral, a programação das atividades não foram distribuídas ao longo dos 12 meses de obra. Como as etapas estavam mais concentradas ao longo

da construção desse empreendimento, exigia-se entregas mais rápidas e de grandes volumes dos fornecedores, pois as atividades não foram distribuídas de forma constante no planejamento. Nesse caso, o tempo que o fornecedor tinha para entregar o volume necessário de cada atividade, até a conclusão da obra, era reduzido. Por esse motivo, o impacto do atraso seria crítico na obra Horizonte. Isso ficou evidente quando foram iniciados os processos de execução da fundação, da alvenaria térrea e da laje, conforme descrições a seguir:

– **Processo de execução da fundação**

Seguindo o planejamento da Linha de Balanço, seria necessário focar na construção de todas as fundações dos sobrados nos primeiros 6 meses da obra. Para atingir esse objetivo, necessitava-se de grandes volumes de concreto para finalizar todas as fundações nesse intervalo de tempo. Entretanto, havia dificuldade em encontrar fornecedores dispostos a entregar essa grande quantidade de material em curto espaço de tempo. Isso provocava mais atraso e estresse nos engenheiros, pois não tinham os materiais, e nos compradores, que não tinham como realizar a compra do volume de material desejado.

– **Processo de Execução da Alvenaria Térrea**

Com algumas fundações finalizadas, iniciou-se o processo de levantamento da alvenaria térrea dos sobrados. Considerando que cada módulo (dois sobrados) necessitaria de 4.388 blocos cerâmicos com 8 tamanhos e quantidades diferentes, seriam necessários 658.200 blocos para a obra inteira, distribuídos em 109.700 blocos por mês, durante 6 meses.

Para acelerar o tempo perdido no processo de execução da fundação, seria necessário um ressuprimento mais efetivo. No entanto, o problema se repetiu quando os fornecedores de blocos cerâmicos encontraram dificuldade em fornecer o volume necessário em 6 meses.

Como os fornecedores não estavam preparados para suprir a demanda no tempo esperado, o impacto da falta desse material foi considerável no status da obra, pois impedia que a alvenaria térrea fosse concluída no prazo determinado, atrasando o início das demais atividades. Além disso, quando o fornecedor conseguia fornecer alguns blocos, outros tipos de blocos faltavam na composição, o que impedia que todas as alvenarias dos térreos terminassem por completo.

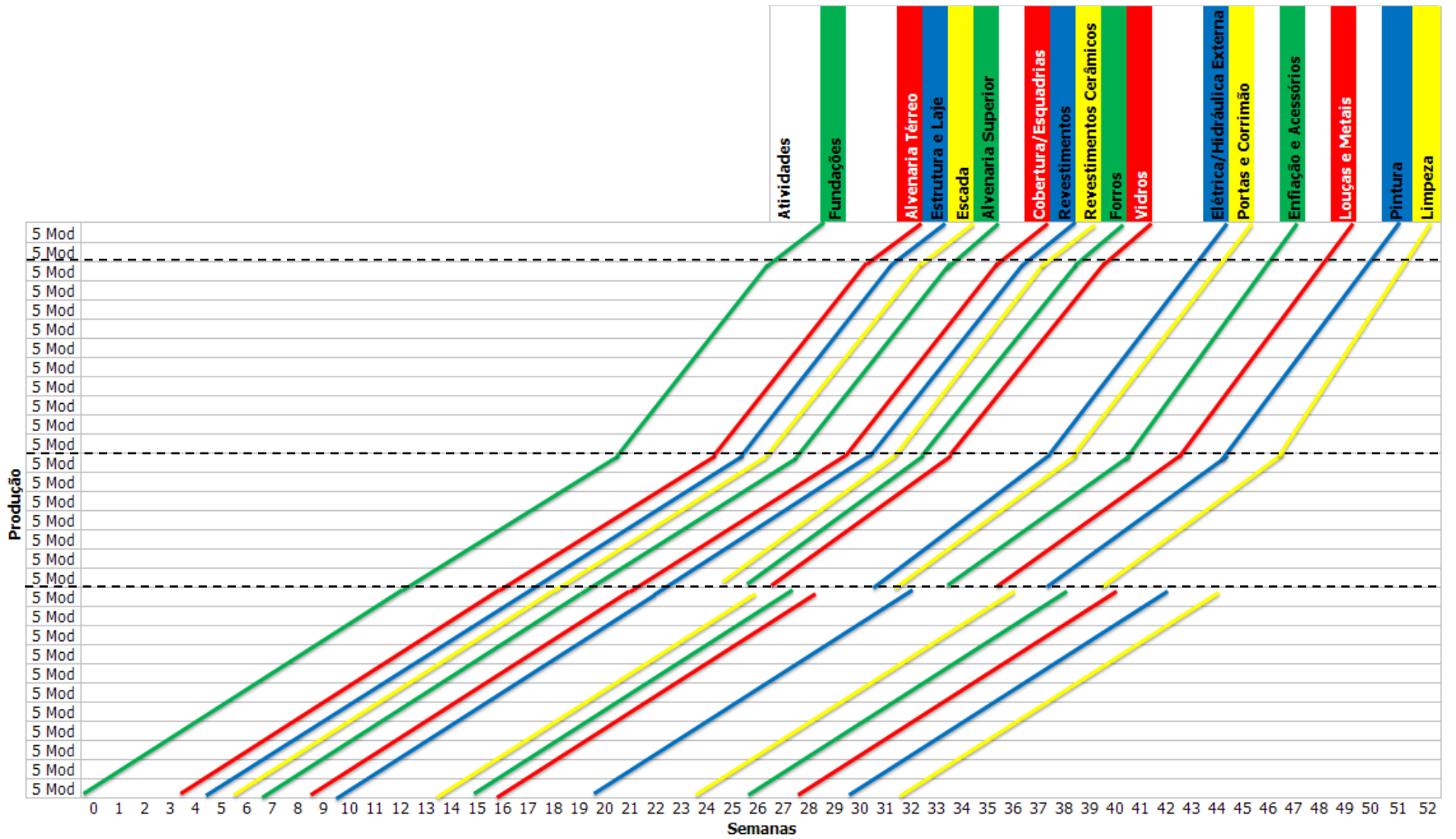


Figura 40 – Planejamento estimado do início de cada atividade em Linha de Balanço da obra Horizonte

– **Processo de Execução da Laje**

Após a referida restrição no processo da fundação e na alvenaria térrea, a próxima restrição foi na execução da laje. Assim que algumas alvenarias dos térreos foram finalizadas, foi necessário instalar as lajes para que o pavimento superior fosse iniciado. A colocação da laje também era uma atividade primordial para dar sequência a todas as outras atividades, pois possibilitava início à alvenaria superior e às coberturas, abrindo oportunidades para se trabalhar dentro da construção em atividades de revestimento e acabamento, em casos de chuva.

Como o cronograma elaborado no início do empreendimento, baseado na linha de balanço, era utilizado pela empresa como um referencial financeiro para o acompanhamento da obra, cada mês de andamento representava um percentual de meta de faturamento. O planejamento mais detalhado, considerando os módulos e as atividades, era realizado conforme a disponibilidade de mão-de-obra, pelo planejamento semanal dos engenheiros. Esse plano semanal era uma das causas para a falta de material e pela perda da mão-de-obra, visto que o volume de material necessário para atingir os resultados esperados era grande, principalmente pelo atraso já acumulado. Vale salientar que, no início da obra, esse planejamento não possibilitava muitas opções de tarefas, pois nas primeiras semanas o foco era iniciar a maior quantidade possível de fundações, seguidas da construção da alvenaria térrea. Isso restringiu as possibilidades de execução, reduziu a variedade de materiais para compra, aumentou a pressão nos fornecedores de concreto e blocos cerâmicos e reduziu as opções de contratações de mão-de-obra.

As atividades foram planejadas em intervalos de tempo de aproximadamente 6 meses, pela linha de balanço, exigindo entregas rápidas, pois o volume de materiais estava mais concentrado. Após a execução das atividades iniciais (fundação e levantamento de alvenaria), ficou claro para os envolvidos que os fornecedores possuíam uma limitação de capacidade de entrega desses materiais, impactando o desenvolvimento das atividades na obra. Observa-se que não houve um estudo prévio na cadeia de fornecedores, na qual se analisa a capacidade de fornecimento, negociação de valores e prazos de entrega na obra. Assim que essa falha foi identificada, foi possível perceber o impacto que esse estudo prévio causou no andamento da obra.

Após, aproximadamente, 7 meses de andamento da obra, 39% da obra estava com a fundação realizada, 33% com alvenaria térrea em andamento, 6% com alvenaria térrea finalizada e nenhum módulo estava totalmente completo. Isso significa que as atividades finais de conclusão do módulo estavam sendo empurradas e acumuladas cada vez mais para o final da obra, concentrando também o volume desses materiais em um período mais reduzido do que o tempo planejado inicialmente. O levantamento realizado pela empresa em outubro demonstra a situação da obra na Tabela 2.

Tabela 2 – Situação da obra em outubro de 2010

Atividade	Quantidade de módulos	%
Nada concluído	11	7%
Fundação completa	59	39%
Alvenaria Térreo em Andamento	49	33%
Alvenaria Térreo Completa	9	6%
Estrutura da Laje em Andamento	13	9%
Estrutura da Laje Completa	6	4%
Alvenaria Superior em Andamento	3	2%
Alvenaria Superior Completa	0	0%
Cobertura em Andamento	0	0%
Revestimento Interno e Externo	0	0%
TOTAL	150	

O foco da empresa estava em comprar todos os tipos de blocos cerâmicos indicados no projeto estrutural e o concreto para iniciar novas fundações ou iniciar a execução das lajes. Enquanto esses materiais não eram entregues, a obra ficava paralizada.

Além dessas restrições de materiais, era comum encontrar os colaboradores dispersos na obra, dificultando o controle da execução. Dessa maneira, ficava difícil saber exatamente se os funcionários estavam produzindo o esperado.

Com a utilização da Linha de Balanço, a mão-de-obra necessária para executar o planejamento não seria constante durante a obra, conforme representado na Figura 41. Observa-se que a mão-de-obra para executar o planejamento não é linear, necessitando de quantidades diferentes no decorrer do projeto, possuindo o maior pico entre as semanas 31 a 37, onde se concentram a maior quantidade de atividades programadas. Isso resultaria em contratações sazonais de funcionários e, provavelmente, em demissões ao final, caso não houvesse outro trabalho para deslocar os colaboradores já contratados pela empresa.

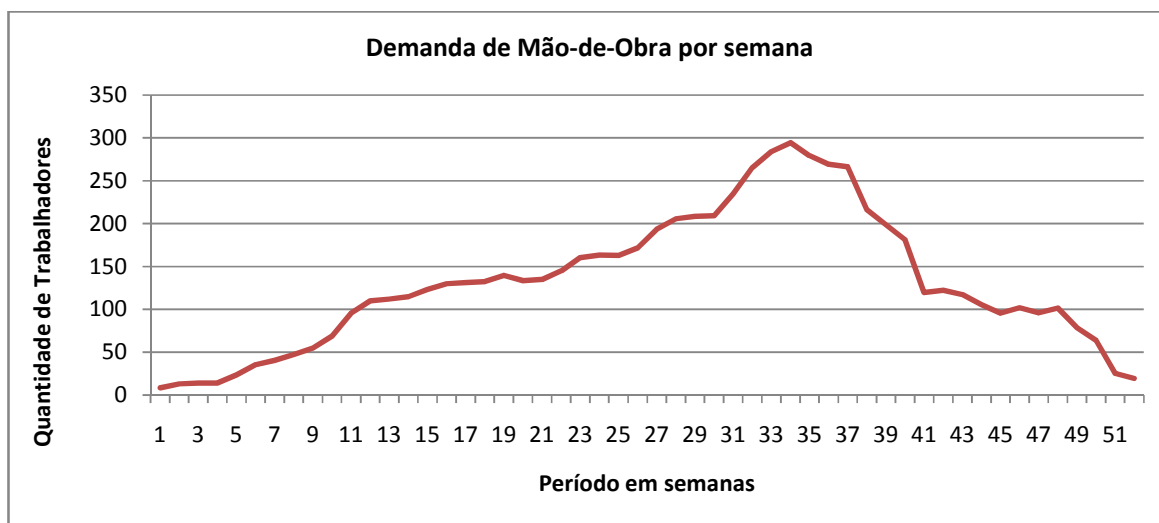


Figura 41 – Demanda de Mão-de-Obra a cada semana

Com a Figura 40, observa-se também que a quantidade de mão-de-obra é diretamente proporcional à quantidade de atividades que se iniciam no decorrer das semanas, chegando ao ápice entre as semanas 30 e 36, com todas as atividades acontecendo simultaneamente.

Em um cenário em que há disponibilidade ilimitada de dinheiro, mão-de-obra e materiais, a linha de balanço funcionaria como uma linha de produção em série e poderia atingir ótimos resultados. No entanto, com a escassez de mão-de-obra e a dificuldade de negociação com os fornecedores, a Delta decidiu implementar um planejamento em que a mão-de-obra seria razoavelmente constante do início ao fim da obra, assim como o volume de cada material necessário para suprir o planejamento, distribuindo melhor as atividades nos meses de obra.

Com o ritmo acelerado de crescimento, a empresa não estava preparada para assumir essa quantidade de unidades. Observa-se que uma das características dessa obra, pelo fato de serem sobrados, dispersam as unidades construtivas em uma grande área de terreno, dificultando o controle do planejamento de linha de balanço, que considera várias frentes de trabalho espalhadas pela construção.

Tendo em vista o porte da obra analisada, observou-se que a empresa aceitou o desafio de realizar essa obra sem ter um planejamento estruturado. Com 150 módulos para serem entregues em um ano, não houve uma análise prévia e bem detalhada do impacto que teria no volume de materiais a serem requisitados e na dificuldade em contratar mão-de-obra de execução. Além do prazo ser curto para o volume de unidades, o início da obra também teve atrasos em visto do planejamento

não ter contemplado a construção do canteiro de obras e tempo para requisição dos materiais iniciais.

Assim verifica-se a importância do planejamento detalhado da obra inteira para a organização e preparo dos departamentos envolvidos. A causa da falta de material e da perda de mão-de-obra foi identificada rapidamente e corrigida através da criação do Departamento de Planejamento, que ficou responsável pelo planejamento completo da obra.

Apesar dos problemas ocorridos, principalmente por ser a primeira obra de grande porte executada pela empresa, os envolvidos realizavam ações de melhoria a medida em que os obstáculos surgiam. Isso se deve também ao fato de que o quadro de funcionários da Delta era pequeno. Considerando o tamanho da equipe e a preocupação em finalizar o empreendimento com sucesso, o desempenho dos funcionários durante o processo de implementação da melhoria foi satisfatório. Vale dizer que, a velocidade da solução exigia tempo para que fosse possível visualizar o impacto positivo das ações de melhoria.

4.3 OBTENÇÃO DE CONSENSO PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA

O primeiro passo para a implementação da solução CCPM foi obter consenso sobre a solução do problema. Para isso, foi agendada uma reunião com os envolvidos: o gerente do Departamento de Engenharia; os supervisores e estagiários das obras habitacionais; e os principais empreiteiros que trabalham para a Delta. O objetivo da reunião foi ressaltar que a diretoria estava ciente de todos os problemas que estavam ocorrendo na obra e que o apoio de todos era fundamental para agir de forma rápida e garantir o sucesso do empreendimento.

Nessa etapa foi possível concluir que a obtenção de consenso para a utilização de uma nova metodologia foi fundamental para o andamento do método. Aponta-se o envolvimento da Diretoria como essencial para a adoção dessa nova prática, com a consequente obtenção do consenso entre as pessoas. Salienta-se que esse apoio foi essencial para gerar o comprometimento dos envolvidos no processo.

Em sobredita reunião, ressaltou-se que a falta de planejamento de longo prazo estava prejudicando o dia-a-dia de todos os departamentos e impactando no

desempenho da obra. Os pontos principais apontados como mudanças necessárias foram:

- Através de planejamento, gerenciar os pedidos e entregas de materiais, no intuito de evitar a falta de material.
- Evitar erros nos pedidos de materiais para a execução do módulo.
- Concentrar as equipes, a fim de facilitar o acompanhamento de cada tarefa.
- Controlar o andamento da execução.

Desse modo, apresentou-se a metodologia que a empresa gostaria de incorporar: a CCPM. A demonstração das vantagens que essa abordagem oferecia se adequava perfeitamente às necessidades discutidas pelos colaboradores na reunião. Seria necessário planejar de maneira diferente, adotando princípios da metodologia de Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (CCPM). Para isso, seria necessário:

- Planejar alguns módulos testes em CCPM: cada módulo planejado como um projeto do início ao fim, detalhando cada atividade e quantidade de pessoas envolvidas.
- Determinar qual o material certo na hora certa para execução do módulo completo.
- Eliminar conceitos de linha de balanço: eliminar planejamento por frentes de trabalho, focando nos módulos que estavam em andamento e finalizá-los antes de iniciar novos módulos.
- Concentrar as equipes em pequenas áreas da obra para melhorar o controle de execução.

Com isso, os funcionários foram informados de que haveria necessidade de: treinar os principais envolvidos na teoria e na prática da CCPM; detalhar e analisar as atividades, durações e recursos disponíveis para construir o cronograma de execução e controlar o andamento de alguns módulos selecionados através das cores verde, amarela e vermelha.

Após o consenso, ficava claro que seria mais fácil para os fornecedores se comprometer com as datas entregas, realizando-as constantemente e com volumes menores do que aqueles que estavam sendo exigidos anteriormente. Esse planejamento também facilitaria o controle da mão-de-obra na obra e a elaboração do

cronograma teria participação de muitos envolvidos no processo, caracterizando um maior comprometimento e verificação da validade das informações.

4.4 TREINAMENTO NO SOFTWARE DE CORRENTE CRÍTICA

O treinamento consistiu em demonstrar como colocar os projetos em CCPM no *software* e explicar o conceito da corrente crítica para os envolvidos, com objetivo de alinhar os conhecimentos e ajudar a focar no novo planejamento.

Essa etapa contribuiu para esclarecimento das dúvidas geradas, por meio da participação dos funcionários envolvidos na implementação de cada fase.

4.5 MAPEAMENTO E SEQUENCIAMENTO DAS ATIVIDADES

Após consentimento da equipe, foi realizado, com o gerente de obras, o mapeamento das atividades e dependências necessárias entre tarefas para construção de um módulo. O resultado do levantamento é demonstrado na Figura 42.

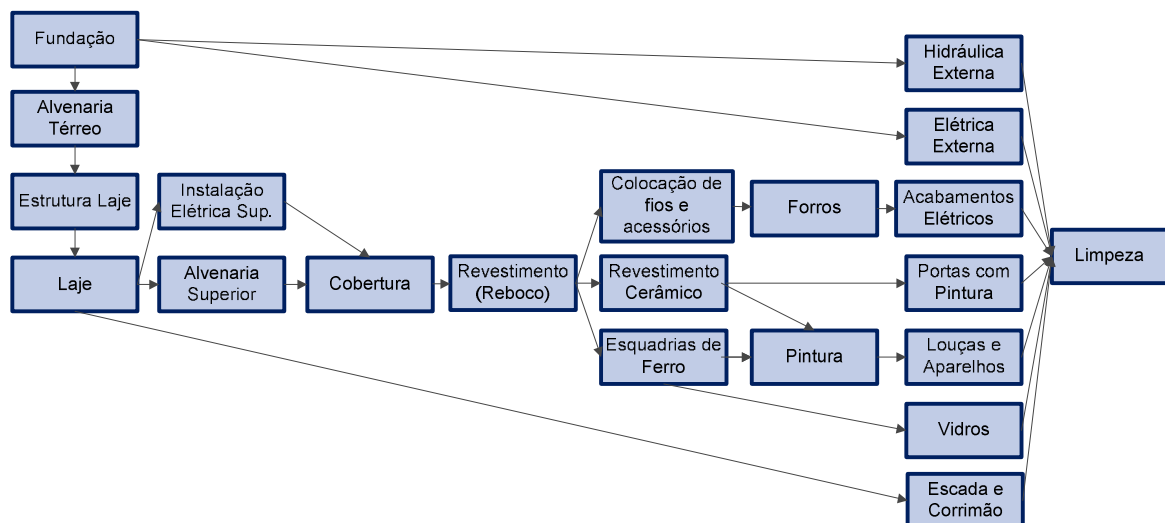


Figura 42 – Mapeamento da lógica da obra Horizonte

O mapeamento da sequência lógica das atividades permitiu uma análise mais profunda do processo, e com essas informações pode-se questionar se a sequência definida era realmente a forma mais rápida de executar um módulo.

4.6 ESTIMATIVA DA DURAÇÃO E RECURSOS DAS ATIVIDADES

Após mapeamento da lógica do planejamento de um módulo padrão da obra, foi necessário definir os recursos e durações em dias para cada atividade.

Nesse momento foi definido que as durações indicadas seriam apenas o “tempo seco” da atividade, ou seja, que a duração das atividades não deveria embutir um tempo a mais de segurança, já que haveria pulmão de segurança no projeto. Isso significa que a estimativa de duração repassada pelos engenheiros e mestres de obras seria o tempo necessário para executar a tarefa, considerando que todos os materiais para atividade estariam disponíveis, supondo um ambiente sem variabilidade (sem risco de chuva, falta de material, falta de mão-de-obra, etc). Os tempos estimados com seus respectivos recursos estão demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa de duração das atividades da obra Horizonte

Atividade	Duração (dias)	Recursos
Fundação	2,5	2 Pedreiros; 4 Serventes
Alvenaria Térreo (com Elétrica e Hidráulica)	6	2 Pedreiros; 4 Serventes
Estrutura Laje	4	2 Pedreiros; 4 Serventes
Laje	2	2 Pedreiros; 4 Serventes
Alvenaria Superior (Hidráulica)	6	2 Pedreiros; 4 Serventes
Instalação Elétrica Superior	2	Eletricista (Grupo Elétrico)
Cobertura	4,5	2 Pedreiros; 4 Serventes
Revestimento	6	2 Pedreiros; 4 Serventes
Revestimento Cerâmico	4,5	2 Pedreiros; 4 Serventes
Esquadrias de Ferro	4	2 Pedreiros; 4 Serventes
Colocação de fios e Acessórios Elétricos	4	Eletricista (Grupo Elétrico)
Pintura	6	Pintor
Forros	4	Terceiro Aplicador Forro
Escada e Corrimão	4	Terceiro Escada e Corrimão
Portas e Pintura de Portas	4	2 Pedreiros; 4 Serventes
Hidráulica Externa	3	Encanador (Grupo Hidráulico)
Louças e Metais	3	Encanador (Grupo Hidráulico)
Elétrica Externa	3	Eletricista (Grupo Elétrico)
Acabamentos Elétricos	3	Eletricista (Grupo Elétrico)
Vidros	2	Terceiro Vidraceiro
Limpeza	3	2 Pedreiros; 4 Serventes

Para determinação do percentual de redução da duração das atividades, conforme demonstrado pela metodologia da CCPM, preferiu-se não seguir à risca a indicação de Goldratt (1998, p.164) com relação ao corte do tempo das atividades em 50%, pois o processo de mudança já estava acelerado e houve dúvida sobre as durações estimadas. Como nunca havia sido medido o tempo dessas tarefas, faltavam históricos e não havia nenhum funcionário que garantisse as estimativas repassadas.

Assim, optou-se pela criação de uma primeira versão do planejamento e, aos poucos, foi se retirando os excessos de segurança. Kishira (2009, p.89) enfatizou a importância de consensuar os cortes das atividades com a equipe, para não criar um planejamento em que os integrantes não confiam.

Dessa forma, decidiu-se não reduzir em 50% as durações estimadas, e realizar um primeiro levantamento de durações para que esse planejamento fosse novamente refinado, com a correção das estimativas, até que fosse possível a validação com todas as pessoas envolvidas no processo. Além disso, o teste com a metodologia buscava validar na prática se as estimativas e o planejamento estavam de acordo com a realidade de obra.

A definição das atividades, sequências, durações e dependências entre essas tarefas, bem como recursos disponíveis, criou mais comprometimento da equipe, pois a informação do planejamento não havia sido repassada por meio de uma ordem da diretoria e sim pela percepção e experiência dessas pessoas, fazendo com que os funcionários se comprometessem, aprovassem suas contribuições e se dedicassem ao planejamento, criando o espírito de equipe. Também houve preocupação em definir cada atividade, recurso e tempo da maneira mais próxima à realidade, pois os funcionários executores da obra seriam medidos por aquela informação. Desse modo, o planejamento do teste piloto, demonstrado a seguir, foi analisado diversas vezes antes do início efetivo da execução.

4.7 UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE CORRENTE CRÍTICA

4.7.1 Inserção das informações no *software*

Com os tempos e os recursos necessários para executar a obra, a próxima etapa foi utilizar o *software* PS8 para realizar o planejamento de um módulo, conforme Figura 43. Com isso, cada módulo da obra era considerado pelo *software* como um projeto, podendo ser controlado individualmente.

Observa-se que sem os pulmões o planejamento indicava que levaria 47,5 dias trabalhados para concluir um módulo. Os profissionais foram intitulados como pedreiros, e os ajudantes como serventes, exceto os eletricitas, pintores, encanadores e terceiros. A tarefa número 1, apresentada na Figura 43, é o título do

planejamento, sendo que a duração dessa tarefa representa a duração total do projeto em dias, sem considerar os pulmões finais. As tarefas indicadas nos números 2 a 22 são as atividades definidas pela equipe de engenheiros da Delta. Ao lado direito da figura, encontra-se a visualização dessas atividades em *Gantt*, em que os tempos em dias das tarefas estão representados pelo tamanho das barras vermelhas (atividades da corrente crítica) e barras azuis (outras atividades), enquanto as linhas pretas indicam as ligações entre atividades (Figura 44). Conforme demonstrado pela CCPM, para inserção dos pulmões foi considerada uma segurança de 50% no tempo total do projeto.

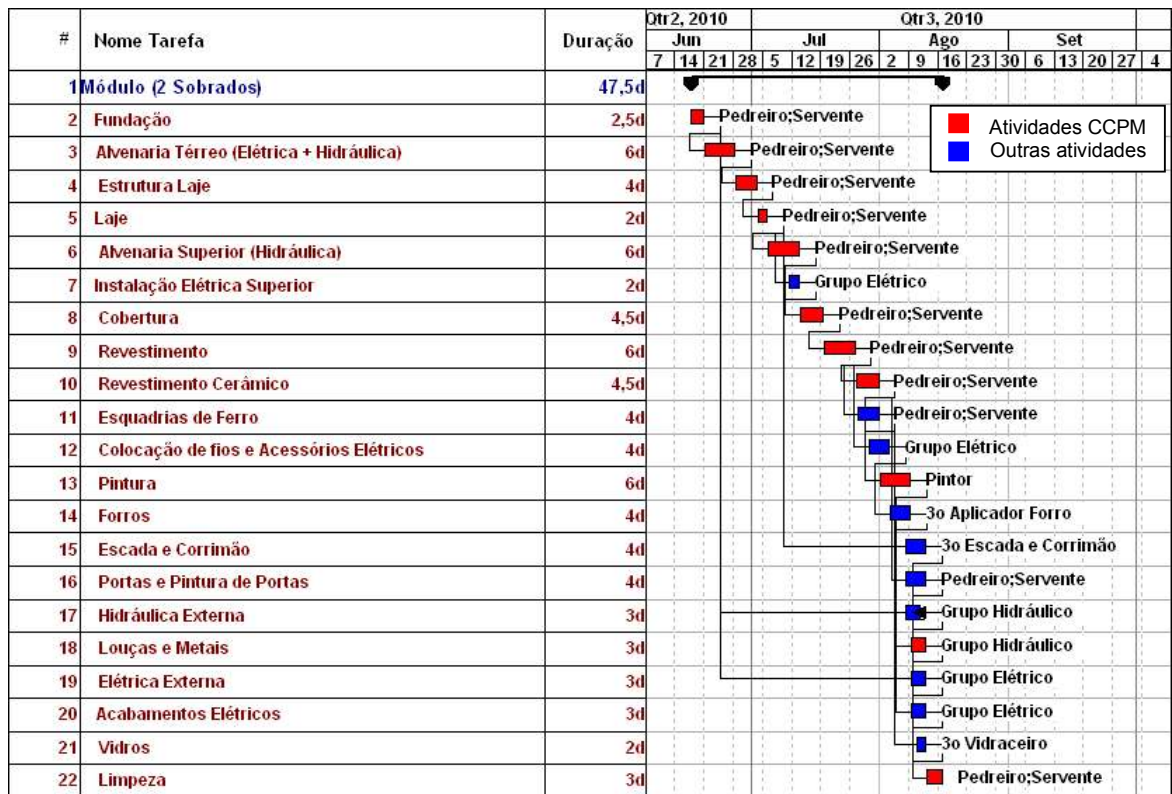


Figura 43 – Planejamento de um módulo (Primeiro Planejamento)

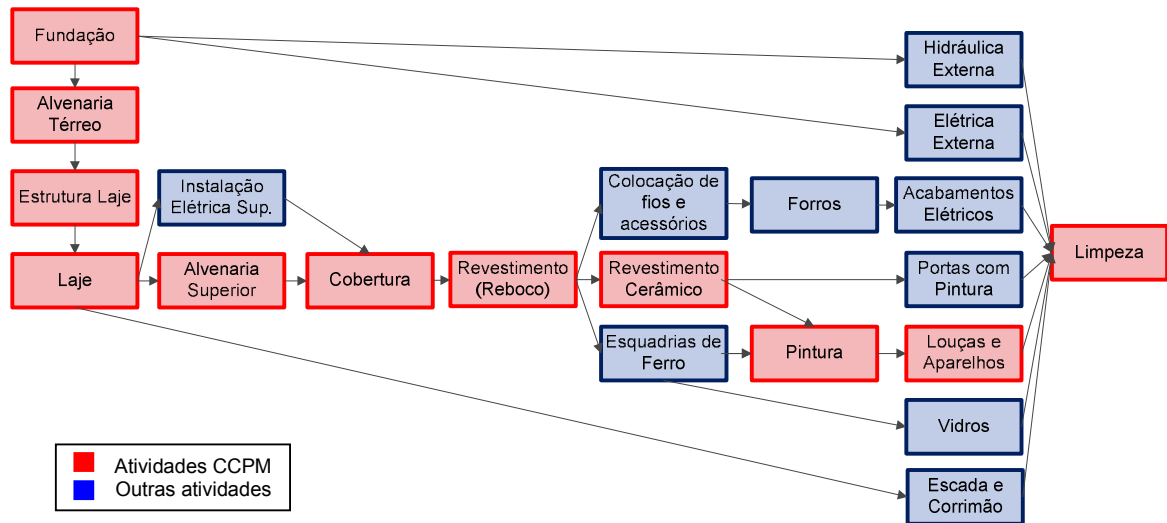


Figura 44 – Corrente Crítica do mapeamento (Primeiro Planejamento)

Com a inserção dos pulmões de convergência e o pulmão de projeto no planejamento, a corrente crítica do módulo aumentou de 47,5 dias para 51 dias trabalhados com mais 24 dias de pulmão de projeto, totalizando 75 dias úteis para a construção de um módulo, de acordo com Figura 45.

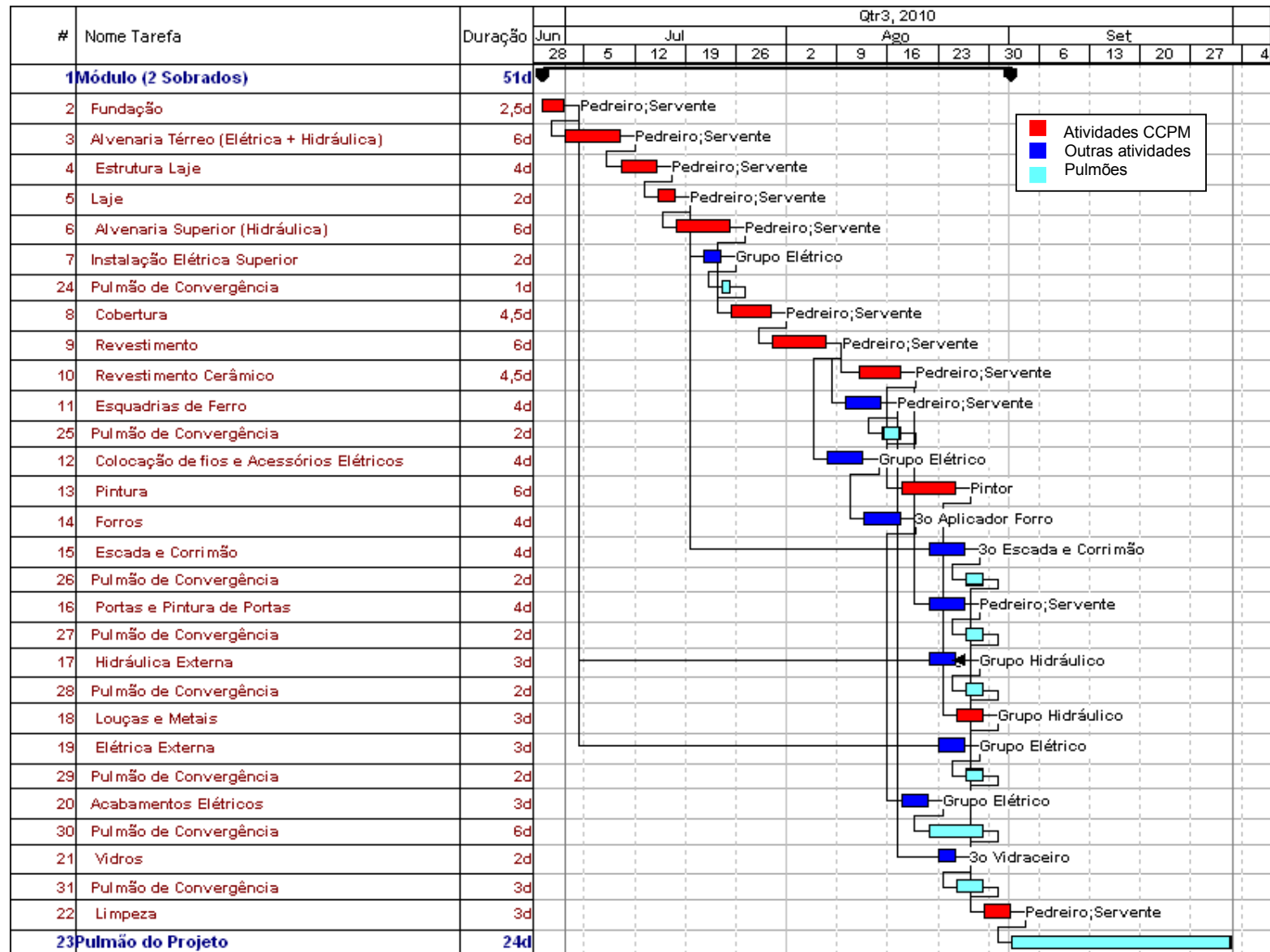


Figura 45 – Planejamento de um módulo em corrente crítica com pulmões com 75 dias úteis no total (Primeiro Planejamento)

4.7.2 Análise preliminar do Planejamento

Após a formulação da primeira versão do processo de execução do módulo, optou-se por verificar se o tempo de construção de um módulo e a quantidade de pessoas definidas para execução possibilitaria realizar a obra no prazo determinado no contrato.

Levando-se em conta a quantidade de recursos totais utilizados na obra Horizonte, foi realizada uma simulação de planejamento da obra inteira (150 módulos). Os recursos utilizados na simulação estão apresentados na Tabela 4. Foi considerado que o pedreiro era a restrição de capacidade da obra (por ser o recurso mais utilizado e por ser de difícil contratação com relação aos serventes). Os trabalhos realizados por empresas terceirizadas, como colocação de rufos e vidros, foram considerados como recursos ilimitados por não serem restrições. Além disso, foi considerado o calendário da empresa, início da obra Horizonte, feriados, turnos, cargas horárias, etc.

Tabela 4 – Quantidade de Recursos da obra Horizonte

Profissional	Quantidade
Encanador	2
Eletricista	2
Pedreiro	40
Servente	80
Pintor	1

Após incluir esses parâmetros no *software*, observou-se que a programação da obra inteira (150 módulos), com a quantidade de pessoas que a empresa possuía naquele momento, resultaria na conclusão em agosto de 2012. Isto é, ou as estimativas de duração do planejamento inicial estavam muito pessimistas ou havia necessidade de contratar mais funcionários para finalizar a obra no prazo necessário (fevereiro de 2011). Com base nisso, decidiu-se reavaliar o planejamento e revisá-lo para retirar a possível segurança embutida nos tempos estimados.

A revisão da lógica do planejamento do módulo foi realizada com engenheiros, mestres e principais empreiteiros da empresa para identificar se o tempo de execução do módulo estava maior do que a realidade retratava ou se seria necessário contratar mais funcionários para finalizar a obra a tempo. Com essa revisão, obteve-se um tempo total de 58 dias por módulo (39 dias de projeto e 19 dias de pulmão), ou seja, uma redução de 23% do planejamento original, indicando que havia muita segurança

embutida. Com essa redução, o novo prazo de término da obra indicado pelo *software* foi para dezembro de 2011, nove meses após prazo final. Porém, ainda assim, foi necessário reavaliar e iniciar novas contratações, pois a data de entrega agendada era fevereiro de 2011.

A importância do planejamento em CCPM ficou evidente com essa informação, pois indicou que não seria fácil concluir o empreendimento no cronograma acordado, emitindo um alerta para os engenheiros da obra sobre a necessidade de viabilizar a corrente crítica para o acompanhamento e execução.

Com base nessas informações, foi realizada uma nova análise, verificando o tempo das atividades, a quantidade de pessoas envolvidas e disponibilidade de recursos. Como o planejamento considerava que as atividades seriam exercidas por pedreiros e serventes no *software*, foram incluídas as funções executadas apenas por carpinteiros e armadores, e houve redução da quantidade de pessoas para cada atividade, a fim de liberar mais folga da restrição (pedreiros) e reduzir o tempo total do projeto.

Avaliou-se o tempo de execução de cada atividade até chegar o mais próximo da realidade de obra. Com isso, obteve-se o planejamento com 33,78 dias trabalhados e 16 dias de pulmão (Tabela 5), resultando em 49,75 dias de projeto para um módulo, uma redução de 33% de tempo do planejamento inicial.

Após definido esse planejamento, como base para implementação, decidiu-se utilizar esse plano, porém separando-o em duas partes: Módulo Inicial, que considerava as atividades que não aplicavam materiais, os quais poderiam ser facilmente roubados na obra durante à noite; e Módulo Final, no qual se considerava os materiais que possuíam um custo maior para empresa, destinados ao final da obra, minimizando possíveis furtos. Considerando essa condição, o planejamento do módulo fica representado pela Figura 46, com 45 dias de parte inicial e 7 da parte final.

Tabela 5 – Planejamento de um módulo revisado

Atividade	Duração	Recursos
Fundação	4d	2 Pedreiros; 2 Serventes
Alvenaria Térreo (Elétrica/Hidráulica)	3d	2 Pedreiros; Servente; Encanador; Eletricista
Estrutura Laje	2d	4 Serventes; Carpinteiro; Armador
Cura Estrutura Laje	1d	
Laje	4h	Pedreiro; Servente; Munk; Carpinteiro; Eletricista
Alvenaria Superior (Hidráulica)	4d	2 Pedreiros; 2 Serventes; Eletricista; Munk
Cobertura	2d	Pedreiro; 2 Serventes; 2 Carpinteiros; Encanador
Cinta oitão	1d	Carpinteiro; Pedreiro; Servente
Revestimento	3d	2 Pedreiros; 2 Serventes
Instalação Elétrica Superior	1d	Eletricista; Servente
Colocação de fios e acessórios Elétricos	4h	Eletricista; Servente
Rufo Galvanizado	4h	Terceiro Rufo
Esquadrias de Ferro	2d	Pedreiro; Servente
Telheiro	2d	Carpinteiro; Servente
Forros	2d	Terceiro Aplicador Forro; Servente
Revestimento Cerâmico	2d	Pedreiro; Servente
Rufo do Telheiro	1d	Terceiro Rufo
Nata de Contrapiso	4h	Pedreiro; Servente
Pintura e Pintura Janela	3d	2 Pintores; 2 Serventes
Portas e Pintura de Portas	3d	Carpinteiro; Servente; Pintor
Hidráulica Externa	1d	Encanador; Servente; Pedreiro
Escada	1d	Terceiro Escada e Corrimão; Servente
Elétrica Externa	1d	Eletricista; 2 Serventes; Terceiro Poste
Louças e Metais	4h	Encanador; Servente
Acabamentos Elétricos	4h	Eletricista; Servente
Corrimão	4h	Terceiro Escada e Corrimão
Vidros	4h	Terceiro Vidraceiro
Limpeza	1d	2 Faxineiros Limpeza

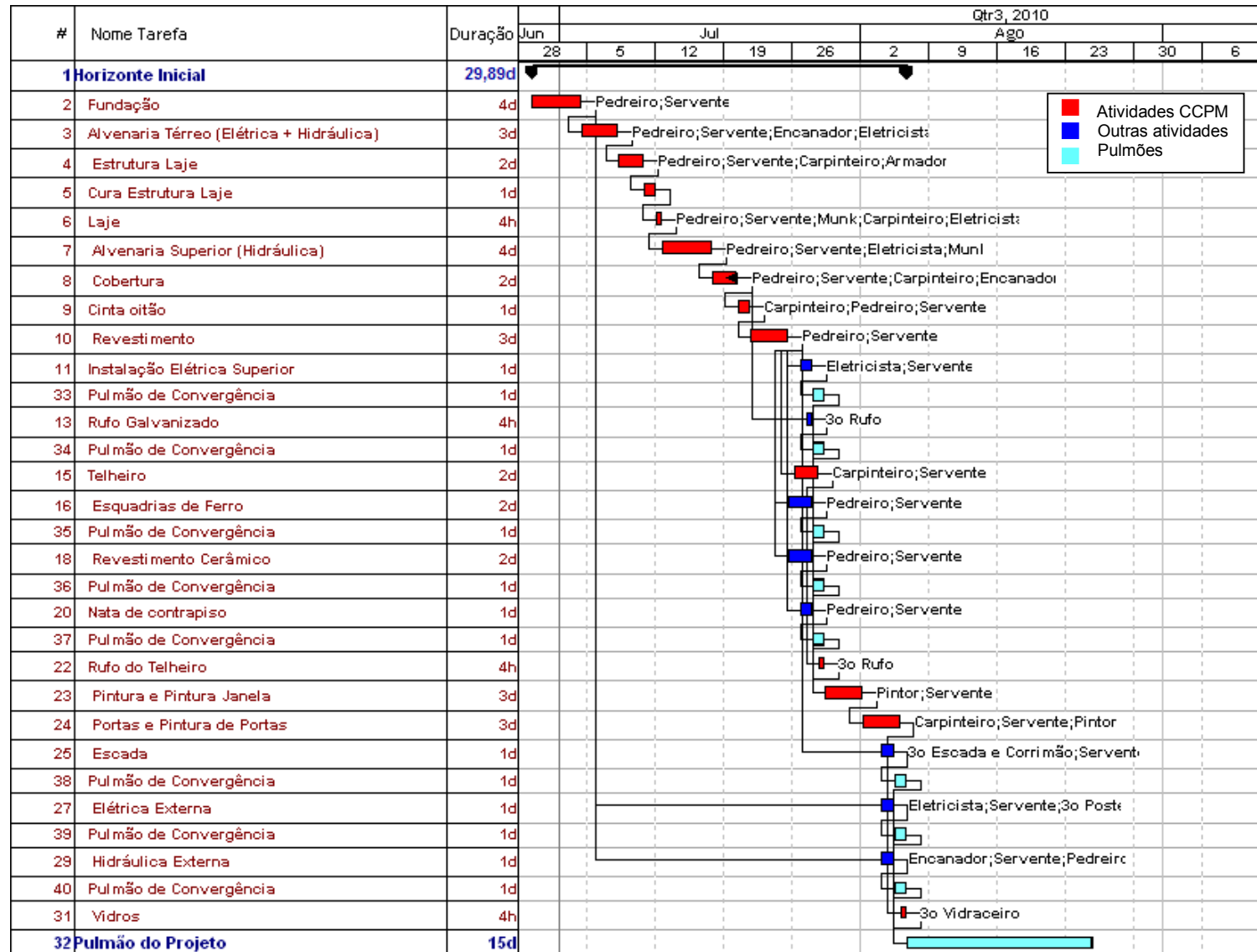


Figura 46 – Planejamento do Módulo Parte Inicial em Corrente Crítica com 45 dias úteis no total

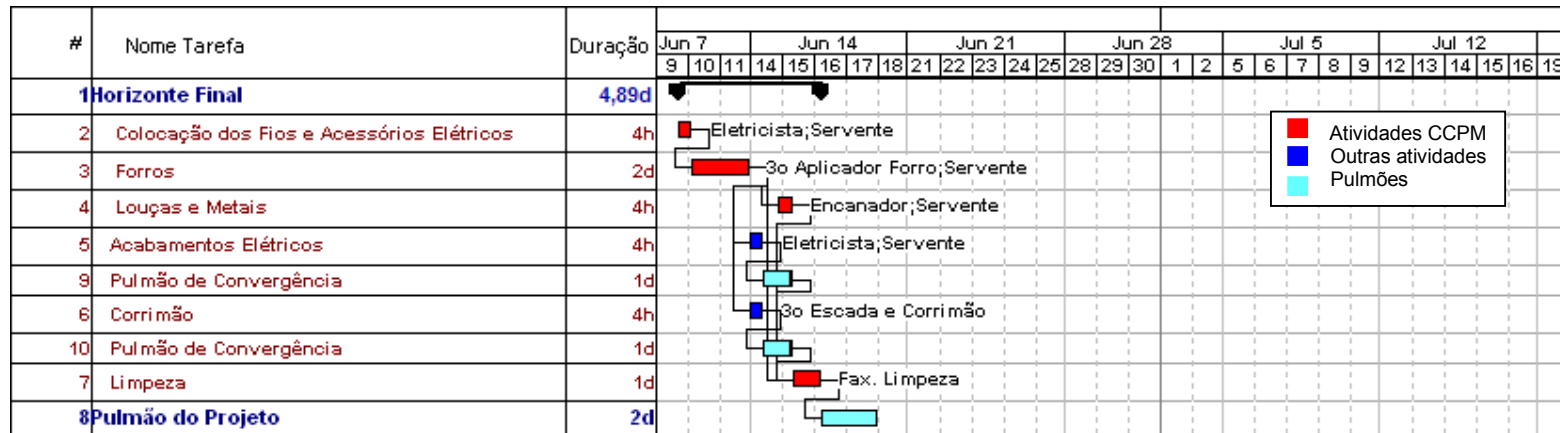


Figura 47 – Planejamento do Módulo Parte Final em Corrente Crítica com 7 dias úteis no total

4.8 ACOMPANHAMENTO E CONTROLE – PRIMEIRA FASE

No dia 18 de outubro de 2010, a Delta decidiu iniciar 5 módulos como teste piloto em CCPM na obra Horizonte, chamados de módulos 22, 23, 24, 25 e 26.

Esses módulos eram compostos de equipes diferentes:

- Módulos 22, 23 e 24 – Funcionários próprios pagos por produtividade.
- Módulo 25 – Empreiteiros.
- Módulo 26 – Funcionários próprios.

O objetivo desse planejamento era deixar uma equipe fixa, com a quantidade de pessoas necessárias para completar o módulo, conforme planejado na corrente crítica. Assim, cada equipe era responsável pela execução completa do módulo.

Observou-se que os módulos 22, 23 e 24, executados por funcionários próprios, estavam mais atrasados na execução da alvenaria térreo. Em contrapartida, o módulo 25, controlado por empreiteiros, estava executando melhor do que o programado, reduzindo o tempo das atividades ao ponto do consumo do pulmão ficar negativo.

Uma semana depois, iniciou-se mais 4 módulos controlados pela metodologia de corrente crítica (módulos 18, 19, 20 e 21). Os resultados do acompanhamento do consumo¹ do pulmão estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Consumo do pulmão nas primeiras semanas de implementação

Módulo	Semanas			
	18/out	25/out	1/nov	8/nov
26	0,00%	5,00%	1,71%	30,77%
25	0,00%	0,00%	0,00%	-7,69%
24	0,00%	19,66%	41,88%	52,99%
23	0,00%	19,66%	49,57%	52,99%
22	0,00%	19,66%	41,88%	38,46%
21		0,00%	0,00%	30,77%
20		0,00%	0,00%	30,77%
19		0,00%	0,00%	30,77%
18		0,00%	0,00%	30,77%

Essa tabela demonstra o percentual de consumo do pulmão a cada semana e as cores das células representam o status do pulmão (verde, amarelo, vermelho). Nota-se que todos os módulos iniciaram com pulmão verde e 0% de consumo e aos

¹ O *software* considera para o cálculo do pulmão quantas atividades faltam em relação ao consumo do pulmão, por esse motivo, os módulos 21 a 18, que começaram depois, chegaram facilmente no vermelho, pois atrasaram já na primeira atividade.

poucos foram utilizando esse tempo de segurança. O módulo 22, por exemplo, na segunda semana, estava com status amarelo do pulmão com 19,66% consumido, passando na terceira semana para um pulmão vermelho e 41,88% de consumo. Na quarta semana, houve recuperação desse tempo de segurança, voltando para o status amarelo com 38,46% de consumo.

Em 8 de novembro de 2010, quatro semanas após o início desses módulos, o atraso começou a se acumular e a maioria dos módulos estava com o pulmão vermelho, ou seja, sinal de alerta para realizar alguma ação de melhoria, pois o consumo completo do pulmão representaria em atraso no prazo final de entrega dos módulos.

Com o resultado obtido nas quatro primeiras semanas, a Delta decidiu reavaliar as equipes formadas para os módulos e os motivos do atraso. Observou-se:

- A falta de experiência de mão-de-obra própria. Não eram todos da equipe de trabalho de cada módulo que conseguiam executar todas as atividades necessárias para terminar o módulo.
- O tempo de cada atividade estava correto para a quantidade de recursos estabelecida na corrente crítica dos módulos, no entanto, algumas atividades não conseguiram cumprir a quantidade de recursos programada. Isso se deve principalmente ao fato de que, segundo os engenheiros da obra, em alguns casos, dois profissionais (pedreiros), não conseguiam trabalhar no mesmo módulo fazendo a mesma atividade.

Os módulos do teste piloto tinham como objetivo manter uma equipe fixa para cada módulo. Com isso observou-se diferença de produtividade entre os funcionários próprios, empreiteiros e funcionários próprios pagos por produtividade. No entanto, a maioria dos módulos acabou atingindo o status vermelho de consumo do pulmão.

Foi possível concluir que a falta de experiência de mão-de-obra própria impactava no andamento do projeto, assim como a quantidade de recursos programada para cada atividade não foi devidamente definida. Para isso, separou-se uma função para cada atividade, na tentativa de deixar mais específico o trabalho e para que as equipes não fossem mais fixas e pudessem realizar trabalhos em todos os módulos da corrente crítica de acordo com suas capacidades e experiência.

Assim a empresa teria equipes de pedreiros especializados em apenas uma função, como por exemplo, pedreiros que executavam apenas fundação, pedreiros

que executavam apenas alvenaria, etc., na tentativa de eliminar a falta de experiência de alguns trabalhadores e reduzir o tempo de execução. Além disso, houve a tentativa de planejar a terceirização dos serviços de cobertura e de revestimento (chapisco e reboco), no entanto, a Delta não conseguiu contratar muitas equipes para executar esses serviços, em razão da alta demanda do mercado para essas atividades. Por isso, definiu-se que a terceirização seria a melhor solução, pois o tempo de entrega dessas tarefas poderia ser reduzido, caso contrário, as equipes mais experientes assumiriam esse serviço.

4.8.1 Reformulação do Planejamento

Com o resultado observado nas quatro primeiras semanas de implementação do teste piloto, optou-se por reavaliar o tempo dessas novas equipes de trabalho, conforme Tabela 7 e Figura 48.

Tabela 7 – Planejamento Parte Inicial de um módulo revisado com equipes específicas

Atividade	Duração	Recursos
Fundação	4d	2 Serventes; 2 Pedreiros Fundação
Alvenaria Térreo (Elétrica e Hidráulica)	5d	Servente; Encanador; Eletricista; Pedreiro Alvenaria
Estrutura Laje	2d	4 Serventes; Carpinteiro; Armador
Cura Estrutura Laje	1d	
Laje	4h	Servente; Munk; Carpinteiro; Eletricista; Pedreiro Laje e Cinta
Alvenaria Superior (Hidráulica)	8d	2 Serventes; Eletricista; Munk; Pedreiro Alvenaria
Cobertura	2d	Terceiro Cobertura
Cinta oitão	2d	Carpinteiro; Servente; Pedreiro Laje e Cinta
Revestimento	7d	Terceiro Revestimento
Instalação Elétrica Superior	1d	Eletricista; Servente
Rufo Galvanizado	4h	Terceiro Rufo
Telheiro	2d	Terceiro Cobertura
Esquadrias de Ferro	2d	Servente; Pedreiro Esquadria
Revestimento Cerâmico	2d	Servente; Pedreiro Revestimento
Nata de contrapiso	1d	Servente; Pedreiro Revestimento
Rufo do Telheiro	4h	Terceiro Rufo
Pintura e Pintura Janela	3d	2 Pintores; 2 Serventes
Portas e Pintura de Portas	3d	Carpinteiro; Servente; Pintor
Escada	1d	Terceiro Escada e Corrimão; Servente
Elétrica Externa	1d	Eletricista; 2 Serventes; Terceiro Poste
Hidráulica Externa	1d	Encanador; Servente; Pedreiro Revestimento
Vidros	4h	Terceiro Vidraceiro

Assim, as equipes não seriam fixas por módulos e sim por tipo de atividade. Nesse momento considerou-se também um aumento no tempo da atividade de revestimento e da construção da alvenaria superior, principalmente. O tempo

dimensionado para essas atividades era pouco, causado em grande parte pela falta de experiência das equipes, exigindo uma duração maior nessa etapa. Além disso, vale salientar que o aumento no tempo do projeto impacta no dimensionamento do pulmão, pois a segurança é calculada como 50% do tempo projeto.

O tempo de execução foi ajustado, aumentando de 49,75 dias trabalhados para 62 dias trabalhados. O planejamento Módulo Parte Final continuou com o mesmo planejamento demonstrado na Figura 47.

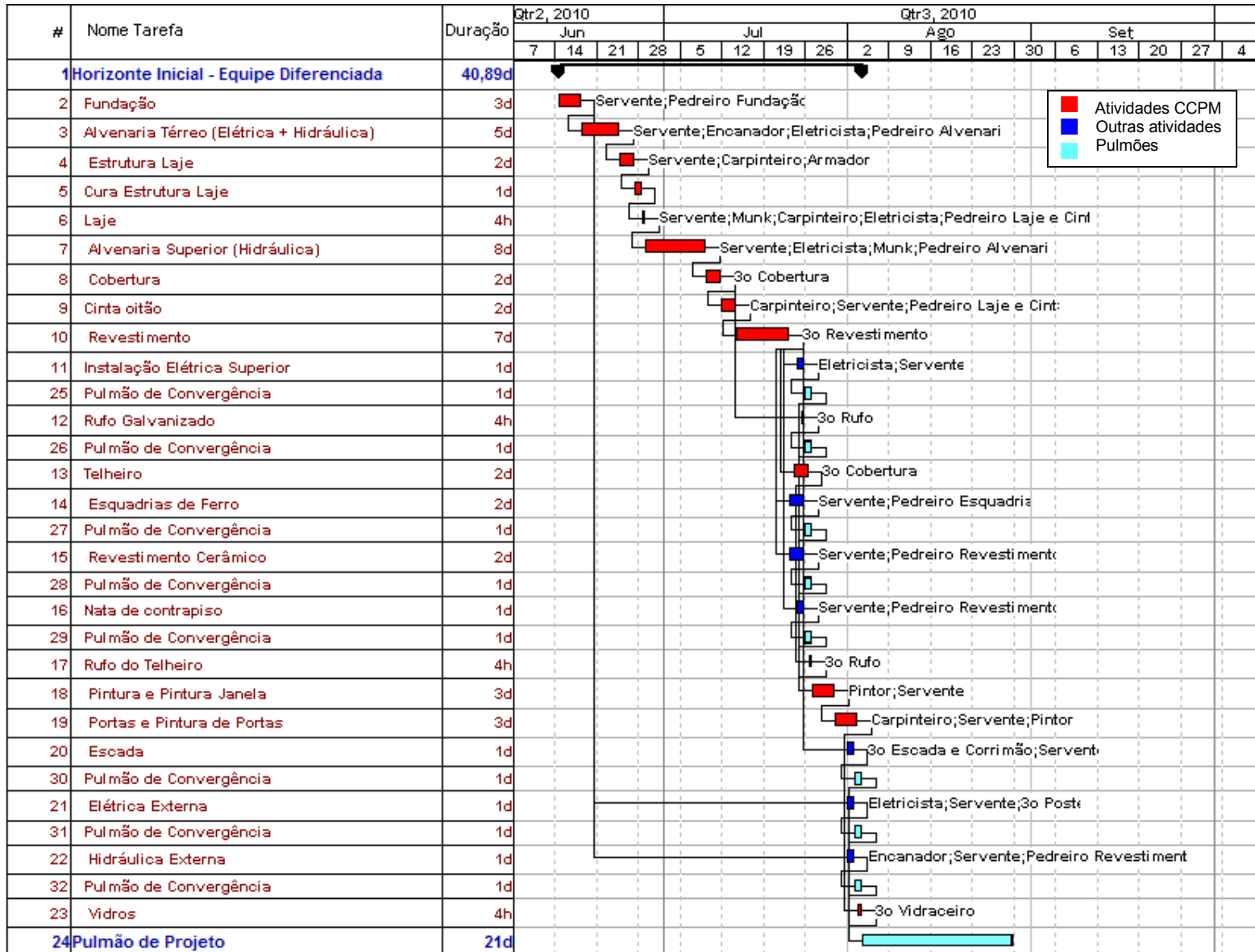


Figura 48 – Planejamento do Módulo Parte Inicial com 62 dias úteis no total e equipes especializadas

4.8.2 Acompanhamento do teste piloto e novos módulos por equipes especializadas

Entre os dias 15 e 22 de novembro de 2010, cinco a seis semanas após o início da primeira fase, iniciaram-se 11 módulos (2 ao 12) no novo formato de equipes especializadas e tempos corrigidos.

Os módulos que já haviam começado no teste piloto continuaram sendo acompanhados conforme o planejamento inicial. Os módulos 13 ao 17 começaram alguns dias antes de finalizar o planejamento corrigido, sendo acompanhados também pelo mesmo planejamento do teste piloto. Isso se deve principalmente ao fato de que haviam algumas equipes na obra sem atividade e os mestres de obra preferiram aproveitar essa mão-de-obra ociosa. Os resultados das primeiras semanas de acompanhamento estão representados na Tabela 8.

Tabela 8 – Consumo do pulmão até dezembro de 2010

Módulo	Semanas					
	15/nov	22/nov	29/nov	6/dez	13/dez	20/dez
26	45,30%	59,83%	89,74%	127,35%	150,43%	175,21%
25	13,68%	51,28%	88,89%	96,58%	133,33%	174,36%
24	59,83%	89,74%	111,97%	126,50%	179,49%	201,71%
23	59,83%	89,74%	104,27%	126,50%	179,49%	201,71%
22	59,83%	89,74%	104,27%	126,50%	179,49%	201,71%
21	60,68%	98,29%	105,13%	116,24%	169,23%	176,07%
20	60,68%	98,29%	101,71%	116,24%	169,23%	176,07%
19	60,68%	67,52%	78,63%	116,24%	130,77%	160,68%
18	60,68%	75,21%	78,63%	116,24%	138,46%	138,46%
17	0,00%	2,56%	21,37%	35,90%	58,12%	80,34%
16	0,00%	11,11%	18,80%	28,21%	81,20%	103,42%
15	0,00%	2,56%	13,68%	28,21%	81,20%	103,42%
14	0,00%	0,00%	9,40%	28,21%	65,81%	72,65%
13	0,00%	10,23%	40,17%	54,70%	81,20%	103,42%
12	0,00%	0,00%	8,77%	18,71%	21,64%	30,99%
11	0,00%	0,00%	-5,26%	18,71%	21,64%	30,99%
10		0,00%	-5,26%	8,19%	16,37%	20,47%
9		0,00%	3,51%	23,98%	33,92%	57,31%
8		0,00%	3,51%	23,98%	33,92%	57,31%
7		0,00%	0,00%	14,04%	29,24%	42,69%
6		0,00%	0,00%	14,04%	29,24%	52,63%
5		0,00%	-5,26%	-1,75%	23,98%	47,37%
4		0,00%	0,00%	-1,75%	26,90%	32,16%
3		0,00%	0,00%	-1,75%	26,90%	37,43%
2		0,00%	0,00%	-1,75%	26,90%	37,43%

Na semana do dia 22 de novembro de 2010, observou-se que muitos módulos estavam consumindo cada vez mais o pulmão já vermelho, principalmente pela demora na conclusão da alvenaria superior e no revestimento externo dos sobrados. A cada dia que se passava, o consumo do pulmão aumentava, não havendo nenhuma recuperação do tempo. Em 29 de novembro (sete dias depois), observa-se que nos módulos 18 ao 26 se iniciou um consumo superior à 100% do pulmão, indicando que já não seria possível o cumprimento da data de entrega desses módulos. Assim, no final de dezembro, o atraso se acumulava em doze módulos dos vinte e cinco totais.

Após observar o início do atraso na conclusão dos módulos e a dificuldade de recuperação do tempo do consumo do pulmão, algumas pessoas envolvidas no acompanhamento da CCPM sugeriram que fosse implementada uma melhor comunicação entre os objetivos da empresa, status atual do projeto e os executores do planejamento. Assim, poderia ser observado se a comunicação poderia estar impactando o desempenho da obra. As melhorias consistiram em:

- **Visualização do status de cada módulo no projeto de implantação da obra:** Para comunicar melhor os funcionários da obra sobre a situação em que os módulos se encontravam, foram colados adesivos circulares na implantação da obra, localizada no canteiro central, nas cores verde, amarelo e vermelho em cada módulo da corrente crítica. Cada cor se referia ao status do pulmão de cada módulo para que fosse possível visualizar de forma fácil o andamento do planejamento. Assim, qualquer funcionário da empresa poderia acompanhar a situação e avaliar em qual módulo deveria ser implementada uma ação para encurtar e recuperar o tempo perdido, facilitando o controle dos engenheiros.

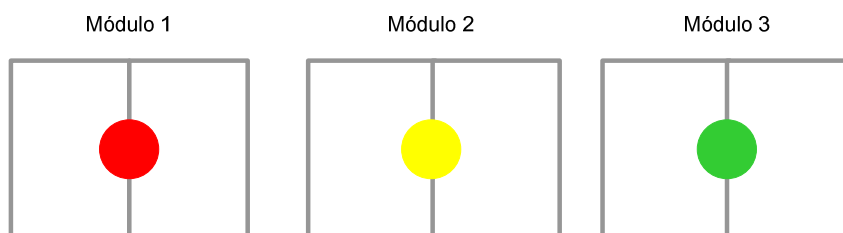


Figura 49 – Adesivos colados no projeto de implantação da obra

- **Lista de atividades pendentes de cada módulo:** A empresa deixou disponível, na frente de cada módulo, a lista de atividades faltantes para sua

conclusão, com o indicativo do status do pulmão. Dessa forma, cada funcionário saberia o que poderia ser feito para acelerar a conclusão dos módulos.

- **Banner da CCPM:** Colocou-se também um banner explicativo, indicando o que significava cada cor do status (Figura 50).

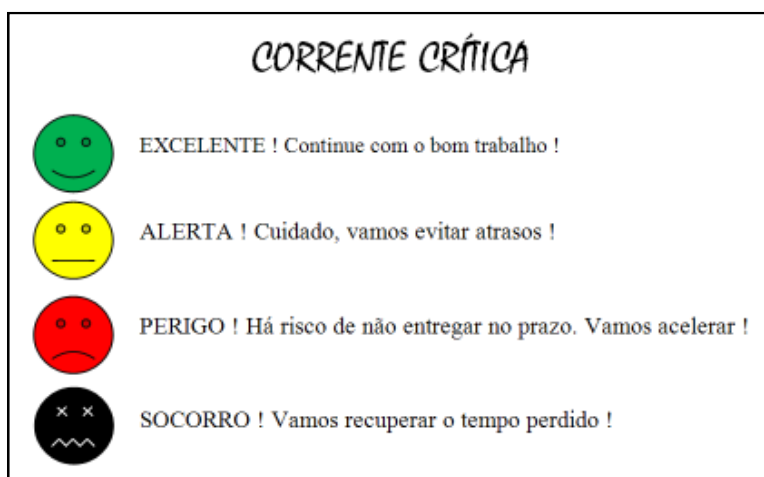


Figura 50 – Banner Corrente Crítica

- **Relatório Semanal com conceito CCPM:** Para inserir a cultura da corrente crítica na empresa, criou-se também um relatório semanal de obra (Tabela 9), focado na conclusão dos módulos em andamento tanto para aqueles em corrente crítica quanto para os que continuavam sendo controlados e acompanhados por linha de balanço.

As atividades de execução de um módulo estavam consideradas nessa planilha. O “x” representava que a atividade já estava concluída, o “1” significava que aquela atividade estava programada para começar na primeira semana do mês, o “2” na segunda semana do mês e assim por diante. Para seguir o conceito da metodologia de corrente crítica, o engenheiro deveria focar em preencher o planejamento da execução de forma vertical e não horizontal. Isso significaria que deveria terminar casas antes de abrir novas frentes de trabalho.

Mesmo após modificações no planejamento, os módulos atingiram o pulmão vermelho do projeto. A tentativa de melhorar a comunicação por meio da visualização dos pulmões de cada módulo na implantação, do banner explicativo, da lista de atividades faltantes em cada módulo e o relatório de planejamento dos módulos por

semana, não resultou em uma melhoria do andamento desse gerenciamento. A comunicação não foi suficiente para modificar os comportamentos existentes na obra.

Tabela 9 – Relatório de Planejamento para todos os módulos da obra (Conceito CCPM)

	Atividades	Mód 1	Mód 2	Mód 3	Mód 4	Mód 5
1	Fundação	x	x	x	x	X
2	Alvenaria Térreo (Elétrica e Hidráulica)	1				
3	Estrutura Laje	1				
4	Cura Estrutura Laje	1				
5	Laje	2				
6	Alvenaria Superior (Hidráulica)	2				
7	Cobertura	2				
8	Cinta oitão	2				
9	Revestimento	3				
10	Instalação Elétrica Superior	3				
11	Colocação de Fios e Acessórios Elétricos	3				
12	Rufo Galvanizado	4				
13	Esquadrias de Ferro	4				
14	Telheiro	4				
15	Forros	4				
16	Revestimento Cerâmico					
17	Rufo do Telheiro					
18	Nata de contrapiso					
19	Pintura e Pintura Janela					
20	Portas e Pintura de Portas					
21	Elétrica Externa					
22	Hidráulica Externa					
23	Escada					
24	Louças e Metais					
25	Acabamentos Elétricos					
26	Corrimão					
27	Vidros					
28	Limpeza					

Observa-se pelo gráfico de faturamento previsto *versus* o realizado (Figura 51) que, no período de coleta desses dados (abril de 2010 a janeiro de 2011), a curva do faturamento executado estava abaixo do previsto entre abril e setembro de 2010, antes do início da implementação de CCPM. Esse faturamento corresponde a receita da obra inteira e não apenas dos módulos em corrente crítica.

A implementação da primeira fase iniciou-se em outubro efetivamente, impactando o resultado de faturamento obtido durante a primeira fase (outubro de 2010 a janeiro de 2011), conforme demonstra o gráfico. Isso indica que houve uma melhoria significativa no faturamento e houve uma maior preocupação em acelerar a obra, mas não foi suficiente para concluir os módulos no prazo estabelecido.

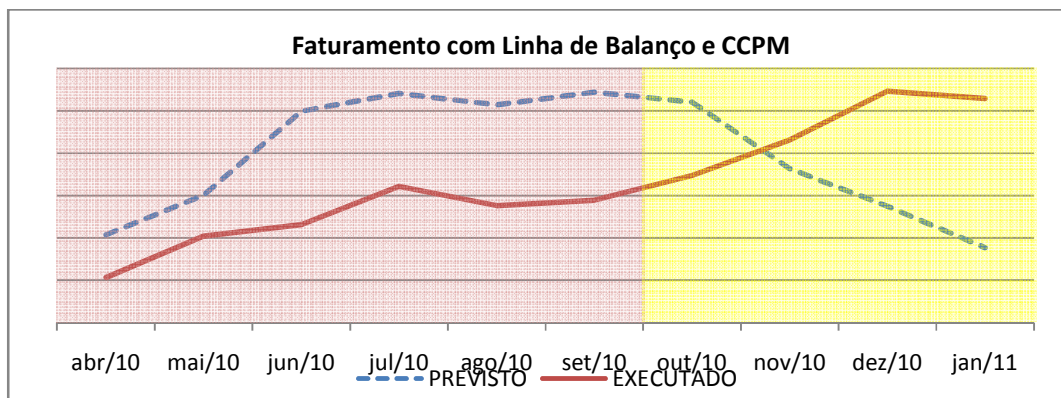


Figura 51 – Faturamento previsto e executado da Linha de Balanço e da Linha de Balanço com CCPM até janeiro de 2011

Eram visíveis as mudanças positivas na obra em relação a velocidade de execução, porém os módulos não estavam sendo concluídos na data especificada no planejamento em CCPM. Ou seja, a obra estava muito mais acelerada do que antes, mas não o suficiente para manter as datas de entrega definidas (Tabela 10).

Tabela 10 – Acompanhamento do pulmão até janeiro de 2011

Módulo	Semanas		
	3/jan	10/jan	17/jan
26	203,42%	245,30%	275,21%
25	205,98%	243,59%	270,09%
24	221,37%	258,97%	273,50%
23	240,17%	274,36%	297,44%
22	235,90%	277,78%	300,85%
21	226,50%	269,66%	280,34%
20	218,80%	257,26%	280,34%
19	215,38%	269,23%	282,91%
18	215,38%	269,23%	282,91%
17	119,66%	173,50%	187,18%
16	142,74%	161,54%	179,49%
15	142,74%	172,65%	202,56%
14	123,08%	153,85%	192,31%
13	142,74%	172,65%	195,73%
12	57,89%	78,36%	78,36%
11	68,42%	88,89%	78,95%
10	57,89%	88,89%	83,63%
9	57,89%	84,21%	83,63%
8	54,97%	78,36%	78,36%
7	53,22%	73,68%	73,68%
6	63,74%	84,21%	105,26%
5	47,37%	74,27%	73,68%
4	47,95%	68,42%	88,89%
3	58,48%	78,95%	84,21%
2	58,48%	78,95%	88,89%

Mesmo com essas iniciativas, ficou evidente que o novo procedimento implantado não estava funcionando conforme esperado. Os módulos continuaram consumindo o pulmão e foi necessário avaliar a implementação, identificar os motivos do insucesso e adequar o planejamento com o objetivo de obter melhores resultados.

4.8.3 Obstáculos

Foram levantados os seguintes obstáculos na implementação da Corrente Crítica:

- A empresa não possuía funcionários de obra focados e treinados em corrente crítica, tornando-se mais difícil manter a disciplina de acompanhamento e implementação.
- Faltava mais controle do engenheiro na execução das tarefas. Algumas vezes, o mestre ou encarregado da obra tomava decisões que tinham efeitos contrários à implementação da metodologia antes da aprovação do engenheiro da obra.
- Havia desvios de mão-de-obra da corrente crítica para outros módulos que não estavam na corrente crítica, impactando no planejamento.
- Não foi possível quebrar os paradigmas do novo planejamento.
- Faltava uma melhor sincronia entre os Departamentos de Engenharia e Suprimentos para atender os módulos de corrente crítica.
- Ficava mais burocrático requisitar diversos materiais em pequenas quantidades ao invés de pedir grandes quantidades de poucos materiais.
- Havia resistência dos engenheiros na implementação.
- Os engenheiros não eram cobrados pela corrente crítica na obra inteira.
- O foco da empresa estava no faturamento do mês e não no planejamento.

Notou-se uma melhoria no faturamento da obra, no entanto os obstáculos identificados na primeira fase de implementação foram causados principalmente em razão da empresa focar em metas de faturamento. A causa raiz de todos os problemas era o foco da empresa, a qual exigia que os engenheiros cumprissem uma meta de faturamento na obra e ao mesmo tempo exigia que os módulos da corrente crítica não atrasassem. Isso fazia com os engenheiros se preocupassem com o valor a ser obtido com cada atividade, desviando os recursos para atividades mais rentáveis.

Dessa forma, implementar uma metodologia baseada em metas de conclusão de cada módulo completo não seria possível ser concluída com sucesso, independente dos outros obstáculos apontados.

Executar os módulos da corrente crítica também significava obter faturamento de obra, porém, muitas vezes, para atingir a meta de faturamento, os engenheiros selecionavam algumas atividades com grande faturamento e focavam em sua execução. Independentemente do atraso nos módulos, os engenheiros estavam cumprindo as metas da empresa com relação ao faturamento, principalmente por ser considerado extremamente essencial para o fluxo de caixa da empresa.

Depois de identificado esse conflito, optou-se por iniciar uma nova tentativa, considerada como segunda fase, separando uma quadra inteira da obra na qual o foco principal estaria em seguir a corrente crítica estabelecida, sendo o faturamento e o lucro da empresa consequência de sua efetiva realização.

4.9 ACOMPANHAMENTO E CONTROLE – SEGUNDA FASE

A segunda fase pode ser descrita como uma fase mais pura de implementação, na qual houve a tentativa de eliminar os obstáculos observados na primeira fase e acompanhar o método de uma maneira mais neutra, evitando a interferência da resistência ao planejamento e retirando o foco nas metas de lucro. Optou-se por focar no planejamento da corrente crítica, sendo o lucro uma consequência da finalização dos módulos.

Determinou-se que essa nova fase seria realizada em uma quadra totalmente separada da obra. Para caracterizar fisicamente essa separação, a quadra composta de 14 módulos foi separada por tapumes, como se fosse uma obra totalmente separada da obra Horizonte.

Antes de iniciar a execução desse planejamento, foi realizada uma reunião entre diretoria, engenheiros e funcionários da obra participantes da corrente crítica. Essa reunião teve como objetivo: apresentar como seria o novo método de trabalho e coletar informações sobre vantagens e desvantagens dessa abordagem. Apontou-se um fator de grande importância para os funcionários: não prejudicar a receita, enfatizando a necessidade de manter as horas extras e os valores recebidos por produtividade. Além disso, o treinamento em todas as atividades despertou interesse

dos funcionários participantes dessa fase, pois o aprendizado e profissionalização eram de interesse da maioria e o prazo definido pela empresa de conclusão desses módulos (aproximadamente 2 meses) foi encarado como um desafio, mesmo todos acreditando ser possível o término antes desse prazo.

As equipes que foram destinadas a trabalhar esses módulos foram proibidas de migrar para outras atividades. Além disso, foi selecionado um encarregado específico para dar assistência na execução dos serviços e uma equipe de engenheiros para acompanhar o dia-a-dia dessa implementação com foco em corrente crítica. Essa equipe foi instruída a garantir que os materiais estariam disponíveis para execução dos módulos e que o andamento fosse monitorado todos os dias, com o intuito de validar o planejamento.

O teste foi realizado em 4 módulos: equipe azul em 1 módulo com 6 pessoas; equipe vermelha em 1 módulo com 6 pessoas; equipe roxa em 2 módulos com 12 pessoas. Cada equipe tinha uma cor de camisa para facilitar a identificação visual, e para diferenciar do restante da obra (Figura 52, Figura 53 e Figura 54).



Figura 52 – Equipe vermelha da Corrente Crítica



Figura 53 – Equipe Azul da Corrente Crítica



Figura 54 – Equipe Roxa

Os profissionais de cada equipe foram instruídos a executar todos os tipos de atividades do início ao fim do módulo. Para isso, caso o profissional não tivesse experiência em determinada atividade, ele seria acompanhado de um profissional experiente e pelo encarregado dessa obra e treinado para adquirir a prática da tarefa.

Como cada equipe seria fixa, exigiu-se que todos os funcionários aprendessem todas as tarefas necessárias para a construção de um módulo. Embora a empresa não tivesse conversado sobre a necessidade de aprender novas funções, esse fato despertou interesse dos próprios funcionários.

O planejamento considerou que o trabalho seria realizado nos dias úteis de segunda a sexta. Como essa obra sempre necessitou de horas extras dos funcionários, para não prejudicar o rendimento mensal desses profissionais optou-se por deixar livre a hora extra nos dias de semana e nos sábados. Assim, o funcionário que fizesse as horas extras da semana continuaria ganhando o que já ganhava, e adiantaria o trabalho.

Além disso, cada dia que fosse poupado do pulmão seria convertido em bônus em dinheiro para a equipe. Esse dinheiro extra seria outra forma de equiparar e compensar o valor mensal já recebido por esses funcionários que trabalhavam por produtividade no restante da obra, além de incentivar o término da execução do módulo no prazo estipulado. Assim, cada dia economizado representaria um bônus em dinheiro para ser repartido de forma igualitária na equipe, independente de ser pedreiro ou servente, pois era o trabalho em equipe que contaria. Cada dia a menos no pulmão seria distribuído um bônus de R\$ 120,00 para as equipes de 6 pessoas e R\$ 240,00 para a equipe de 12 pessoas e, além disso, o encarregado ganharia 50% a

mais do que o prêmio individual. Para exemplificar, caso a entrega fosse realizada no tempo de 51 dias corridos (10 dias antes do prazo final) corresponderia a um bônus de $10 \times R\$ 120,00 = R\$ 1.200,00$ para a equipe de 6 pessoas (R\$ 200,00 por pessoa) e R\$ 2.400,00 para a equipe de 12 pessoas (R\$ 200,00 por pessoa), e ainda o encarregado receberia R\$ 300,00.

Esse modelo foi definido pela diretoria como uma forma de incentivar os funcionários a trabalhar a mesma quantidade de horas que já trabalhavam, porém sendo mais produtivos em troca de um benefício. A Delta enfatizou que não havia interesse em prejudicar os participantes, e, sim, na melhoria do desempenho da obra e da satisfação dos envolvidos. O objetivo final da empresa era:

- Reduzir os tempos sem atividade.
- Profissionalizar os funcionários em todas as atividades.
- Despertar o interesse de outros funcionários por meio da satisfação daqueles em treinamento em corrente crítica e divulgação desse método de forma rápida.
- Melhorar o fluxo de caixa da empresa, distribuindo melhor o volume requisitado aos fornecedores.
- Melhorar a segurança da obra, entregando alguns sobrados finalizados para o cliente, ocupando-os com moradores.
- Melhorar o controle da obra, reduzindo a quantidade de pessoas dispersas e concentrando as equipes.

As equipes foram chamadas de multifuncionais, voltando à idéia original lançada na primeira fase da implementação. A sequência de atividades, duração e recursos (Tabela 11, Figura 55 e Figura 56) foi novamente revisada com base na experiência adquirida nos primeiros módulos da corrente crítica.

Considerou-se que não haveria separação entre Módulo Parte Inicial e Módulo Parte Final, planejando o módulo de forma completa. Outra modificação realizada foi reduzir o tamanho do pulmão de 50% para 30%. Essa decisão foi tomada tendo em vista os incentivos de bônus na motivação dessas pessoas e o aumento do foco, pois a área estaria isolada e os profissionais seriam monitorados e premiados apenas quando o módulo estivesse completo. Considerou-se que haveria grande expectativa de que os próprios funcionários teriam interesse em terminar no prazo estimado. Possivelmente essa vontade influenciaria positivamente no prazo de entrega,

viabilizando uma finalização precoce. Obteve-se, dessa forma, 42 dias úteis, sendo 32 de tempo de projeto e 10 de pulmão, correspondendo a 61 dias corridos.

Tabela 11 – Planejamento Completo de um módulo com equipes multifuncionais

Atividade	Duração	Recursos
Alvenaria Térreo (Elétrica e Hidráulica)	5d	4 Profissionais; 2 Serventes
Estrutura Laje	2d	4 Profissionais; 2 Serventes
Laje	4h	3 Profissionais ; Servente
Alvenaria Superior (Hidráulica)	6d	4 Profissionais; 2 Serventes
Cobertura	2d	Profissional
Cinta oitão	2d	3 Profissionais ; Servente
Revestimento	5d	2 Profissionais ; 2 Serventes
Telheiro	1d	Profissional
Instalação Elétrica Superior	1d	Profissional; Servente
Rufo Galvanizado	4h	Terceiro Rufo
Esquadrias de Ferro	1d	Profissional; Servente
Revestimento Cerâmico	2d	Profissional; Servente
Rufo do Telheiro	4h	Terceiro Rufo
Colocação de Fios e Acessórios Elétricos	4h	Profissional; Servente
Forros	2d	Profissional; Servente
Nata de contrapiso	1d	Profissional; Servente
Pintura e Pintura Janela	3d	2 Profissionais ; 2 Serventes
Portas e Pintura de Portas	3d	2 Profissionais ; Servente
Escada	1d	Terceiro Escada e Corrimão; Servente
Elétrica Externa	1d	Profissional; 2 Serventes ; Terceiro Poste
Hidráulica Externa	1d	2 Profissionais ; Servente
Louças e Metais	4h	Profissional; Servente
Acabamentos Elétricos	4h	Profissional; Servente
Corrimão	4h	Terceiro Escada e Corrimão
Vidros	4h	Terceiro Vidraceiro
Limpeza	1d	2 Faxineiros Limpeza

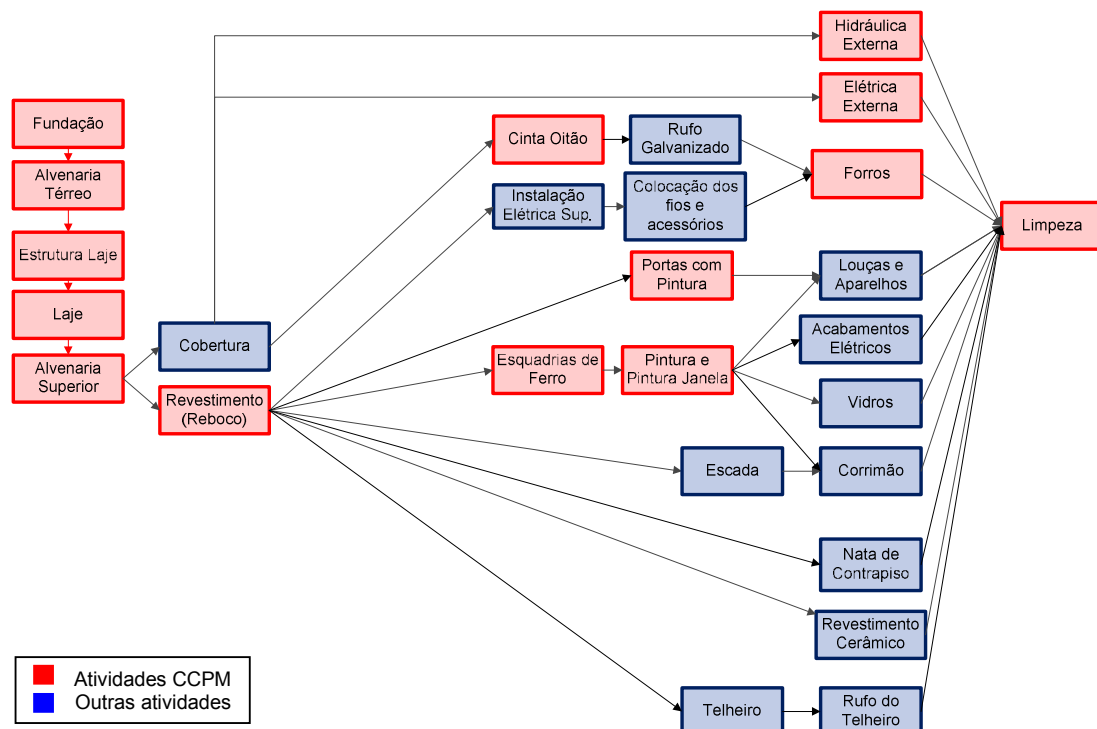


Figura 55 – Lógica de Planejamento do Módulo Completo revisada

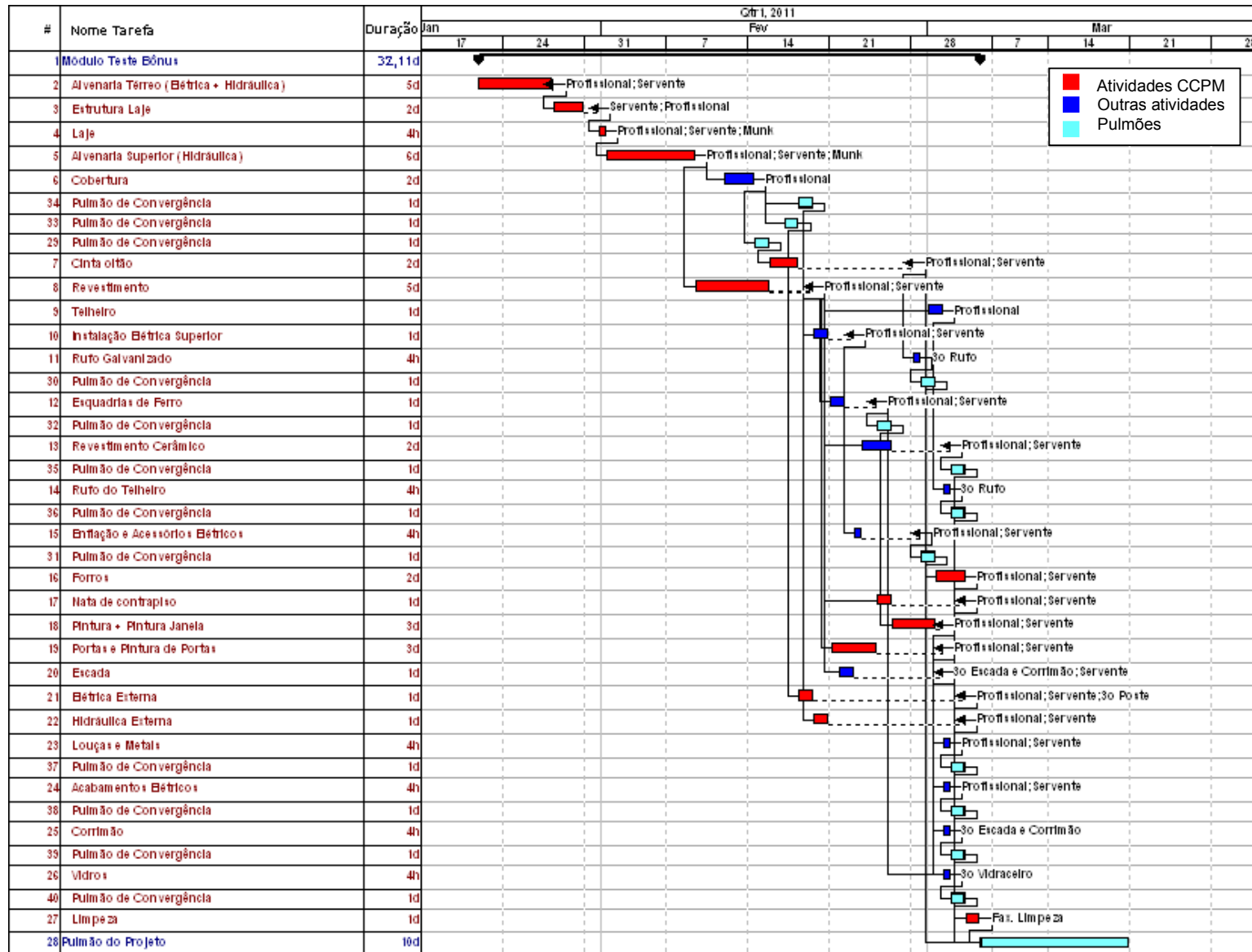


Figura 56 – Planejamento do Módulo Completo com 42 dias úteis no total com equipes multifuncionais

O teste iniciou-se logo após o término do acompanhamento da primeira fase e da definição do planejamento. Com data inicial de 18 de janeiro de 2011, teve o término previsto para o dia 19 de março de 2011, com 61 dias corridos.

Para incentivar o acompanhamento do status diário da obra, decidiu-se colocar uma contagem regressiva na frente de cada módulo indicando quantos dias faltavam para terminar, com um círculo indicativo da cor do pulmão, e o valor do bônus por dia que cada funcionário ganharia no caso de entrega antecipada.

Conforme o acompanhamento diário desses módulos, obteve-se os seguintes resultados (Tabela 12), para o consumo do pulmão estabelecido.

Tabela 12 – Resultado do consumo dos pulmões da Corrente Crítica (Segunda Fase)

Equipe	Semanas																
	18/01	17/02	18/02	21/02	22/02	23/02	24/02	25/02	28/02	01/03	02/03	03/03	04/03	07/03	09/03	10/03	11/03
Azul	0%	0%	7%	18%	27%	37%	37%	1%	0%	10%	20%	30%	34%	49%	53%	63%	43%
Vermelha	0%	8%	17%	29%	27%	37%	47%	56%	66%	59%	63%	86%	96%	114%	99%	103%	103%
Roxa	0%	0%	7%	18%	27%	37%	47%	56%	61%	15%	20%	30%	34%	43%	53%	63%	43%

Por aproximadamente 30 dias (18/01 a 17/02), o pulmão se manteve estável sem nenhum consumo: todos estavam cumprindo exatamente o planejamento previsto. Após esse período, as equipes começaram a consumir o pulmão gradativamente. Um dos motivos era a falta de experiência dos funcionários na execução de reboco, o que consumiu grande parte do pulmão. Houve grande recuperação da equipe roxa, a partir do dia 01/03, e da equipe azul, a partir do dia 25/02.

A equipe roxa apresentou um comportamento positivo e demonstrou interesse pelo trabalho desde o início do projeto, realizando perguntas e demonstrando preocupação e dedicação pelo trabalho. A equipe era harmônica, o que impactou fortemente a recuperação do pulmão entre os dias 28 de fevereiro a 1º de março, o que exigiu a união do time para acelerar o trabalho.

A equipe azul, mesmo demonstrando um comportamento menos positivo, com menos comprometimento com a empresa, demonstrando insatisfação durante a maior parte do tempo, teve resultados satisfatórios. Esse fato se deve principalmente pela equipe interessada também ser unida. Vale ressaltar que a equipe azul teve mais faltas comparada com as outras, mas conseguiu atingir um ótimo resultado, pois os

integrantes dessa equipe estavam comprometidos com a data de entrega e tinham interesse no bônus.

A equipe vermelha foi formada apenas por funcionários que residem em outro estado. No entanto, desde o início da implementação, a equipe demonstrou que havia interesse maior em aprender a execução de todas as tarefas e o bônus, em contrapartida, pouco estimulou a necessidade em finalizar antes do prazo. A maioria dessas pessoas não possuíam nenhuma experiência em construção civil. Nas últimas semanas, alguns funcionários se demitiram para voltar para a sua cidade, outros gostaram da experiência e quiseram continuar, no entanto não conseguiam sozinhos terminar o sobrado no tempo esperado. Assim, houve impossibilidade do restante da equipe em concluir com sucesso o módulo.

O papel indicativo de contagem regressiva teve um impacto positivo no sentido de manter as equipes focadas no objetivo final e lembrar da possibilidade do bônus, mas a motivação não atingiu todas as equipes participantes da corrente crítica.

Outro fator importante na implementação dessa segunda fase foi a constante observação e acompanhamento pela parte dos engenheiros envolvidos no processo. A presença dessas pessoas auxiliou na resolução rápida de imprevistos no decorrer da obra, demonstrando o interesse no trabalho, o que facilitava a comunicação entre as pessoas. Essa proximidade fazia com que a comunicação sobre o andamento das equipes acontecesse diariamente. Era possível que a equipe soubesse quanto tempo fora planejado para cada atividade do módulo, havendo possibilidade de programação ou antecipação das atividades. Vale salientar que não houve nenhuma pressão para finalizar os módulos na data estipulada, pois a motivação deveria vir dos próprios funcionários. As informações repassadas possuíam tom motivador e de espírito de equipe.

Esse método facilitou também o controle das faltas nas equipes, pois os próprios integrantes pressionavam seus colegas a vir trabalhar e, caso alguém faltasse, e a justificativa da falta não fosse considerada como verdadeira ou justa pelo grupo, era solicitado ao engenheiro a substituição da pessoa. A equipe considerava que essa falta de interesse acabaria atrapalhando o andamento do projeto. Os funcionários que não se dedicaram ao trabalho foram trocados, permanecendo aqueles que tinham interesse.

No começo, os funcionários não se preocuparam muito com o cálculo de quanto ganhariam com o bônus ou os dias faltantes para a entrega, entretanto, nas três

últimas semanas, os funcionários estavam preocupados e com dúvidas no cálculo do benefício. As dúvidas foram sanadas e observou-se que a proximidade do prazo final possuía um efeito motivador nas equipes. As equipes roxa e azul afirmavam para os engenheiros que o prazo não era fácil de atingir, mas não era impossível e que visualizavam completar a meta antes do prazo.

Com isso, essas duas equipes finalizaram o módulo no dia 11/03, correspondendo a 9 dias de entrega antecipada. Isso representava R\$ 20,00 x 9 dias = R\$ 180,00 de bônus para cada funcionário. No entanto, como forma de motivação da equipe e pelo pioneirismo na utilização da metodologia, a empresa decidiu premiar cada funcionário dessas duas equipes com R\$ 320,00 por pessoa, tendo o encarregado recebido um prêmio de R\$ 480,00. Em comemoração, para todos os 24 integrantes dessa fase, foi realizado um churrasco.

Observa-se que o resultado foi satisfatório, pois dois grupos conseguiram concluir o módulo em um tempo menor do que o planejado, além de ter estimulado o espírito de equipe por meio da abordagem. Havia interesse em ajudar os outros, comportamento que não era observado com o planejamento em linha de balanço. O fator crítico de sucesso dessas duas equipes foi a motivação com relação a possibilidade de ganhar um bônus. Apesar da velocidade de execução das atividades não ter sido significativamente menor do que os tempos observados no restante da obra, a chave do sucesso foi a motivação para dar sequência às outras atividades logo após o término de uma tarefa, sem pausas constantes.

Com a segunda fase se observou um melhor resultado em comparação à primeira fase. O trabalho em equipes auxiliou o controle da obra e focou os integrantes da equipe no término do módulo.

Com essa metodologia foi possível treinar os funcionários em todas as atividades, criar o interesse do restante do pessoal para esse estilo de trabalho, melhorar o fluxo de caixa comprando apenas o necessário para a conclusão de cada módulo e melhoria do controle da obra, concentrando mais as pessoas.

A criação do Departamento de Planejamento possibilitou um melhor controle do andamento do empreendimento, desenvolvendo uma cultura diferente do modelo que existia anteriormente. Entretanto, essa implementação não teria o mesmo resultado sem o apoio, comprometimento e total determinação da alta administração em mudar a forma de agir e pensar. Era perceptível a importância dada pela gerência para a eficiência operacional e sucesso do primeiro grande empreendimento da empresa.

Nessa fase, o impacto da separação física da obra da segunda fase e a mudança na cor do uniforme dos funcionários foram essenciais para avaliar a aplicabilidade da corrente crítica. Além disso, o constante contato e acompanhamento de cada atividade pelos encarregados e engenheiros e o engajamento dessas pessoas foi relevante para o processo de mudança. O fato de muitos funcionários afirmarem que dois meses era tempo suficiente para concluir o módulo motivou as equipes e tornou o objetivo um desafio perfeitamente atingível. Difícil, porém possível.

5. CONCLUSÕES

Tendo em vista o cenário da construção civil, em que a competição entre empresas está acirrada e o mercado está aquecido, o método apresentado na pesquisa é pertinente na busca de soluções para o melhor gerenciamento de obras.

O planejamento em linha de balanço, que havia sido realizado antes do início da obra e entregue ao cliente, era um referencial para avaliar se as previsões de fluxo de caixa da empresa estavam sendo atendidas. Além disso, a falta de análise prévia e bem detalhada do impacto do volume de materiais a serem requisitados, dificuldade em contratar a mão-de-obra na velocidade esperada e a construção do canteiro não ter sido planejada impactaram fortemente no prazo da obra. Por isso, a decisão sobre implementar a CCPM levou em consideração a utilização constante de mão-de-obra, planejamento das atividades de construção, redução de requisição de grandes volumes de materiais e melhor controle sobre as atividades e andamento do empreendimento.

Na primeira fase de implementação não foi obtido o resultado esperado com relação ao prazo determinado para a construção de um módulo, mas tal experiência foi fundamental para avaliar os obstáculos do método CCPM. Assim, apenas a segunda fase atingiu resultados satisfatórios.

Os resultados obtidos na segunda fase evidenciaram que a abordagem do Gerenciamento de Projetos por Corrente Crítica (CCPM) aumentou o foco da equipe na conclusão do projeto como um todo, comprometendo os envolvidos, não com a data de conclusão de cada atividade, mas com a data de entrega final da obra, reduzindo pausas entre as atividades. Além disso, essa experiência concentrou os esforços em apenas uma atividade por vez, auxiliando na melhor distribuição das tarefas e no volume de trabalho. Foi introduzido um controle simples e visual do andamento da obra, por meio das cores dos pulmões, o que motivou as pessoas e o trabalho em equipe, por meio da criação de objetivos comuns. Desta forma, obteve-se maior produtividade, redução do retrabalho e da multitarefa nas atividades controladas pela CCPM.

A experiência indicou que esse planejamento fornece mais visibilidade e transparência no status do projeto e foco nas atividades principais. Ainda, traz como

benefício o controle da obra pelos pulmões, por meio da comunicação visual, facilitando o monitoramento e acompanhamento da obra.

Com essa metodologia foi possível treinar os funcionários nas atividades, criar o interesse do restante da obra para esse estilo de trabalho, melhorar o fluxo de caixa comprando apenas o necessário para a conclusão de cada módulo e melhoria do controle do trabalho, concentrando mais as pessoas.

Entretanto, a mudança de cultura para atingir bons resultados exigiu comprometimento dos líderes e participação dos envolvidos. Nesse sentido, ressaltase a importância da alta administração na formulação do planejamento em CCPM e no acompanhamento da metodologia. Além disso, o fato dos envolvidos participarem da criação das redes de tarefas, fez com que tivessem um melhor entendimento do projeto, resultando em mais comprometimento.

A CCPM exige um tempo de preparação e dedicação para realizar o planejamento, sendo mais facilmente aplicável em obras que possuem residências tecnicamente iguais, pois isso reduz o tempo de construção de cada residência. É um método fácil de entender, porém difícil de aplicar, pois requer mudança de hábitos, cultura e pensamento além da necessidade de obter consenso entre os envolvidos, com necessidade de apresentação e explicação dos conceitos da metodologia.

Conclui-se que o modelo de gestão proposto traz conhecimentos importantes ao desafio de gerenciar projetos de construção civil, no qual não somente as tecnologias de execução têm importância, mas também os mecanismos de gestão que permitam o aumento da produtividade, já que a metodologia melhora o gerenciamento da execução da obra.

REFERÊNCIAS

ASSEN, Marcel van; BERG, Gerben van den; PIETERSMA, Paul. **Modelos de gestão: os 60 modelos que todo gestor deve conhecer**. 2ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.

BORNIA, Antonio Cesar. **Análise gerencial de custos em empresas modernas**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BRASIL. **Programa de Aceleração do Crescimento**, 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/pac/o-pac>>. Acesso em 26 de outubro de 2010.

CERVO, Amado Luiz; BERVIAN, Pedro A; SILVA, Roberto da. **Metodologia Científica**. 6 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COX, James F; SPENCER, Michael S. **The Constraints Management Handbook**. St. Lucie Press, 1998.

CLELAND, David I. **Gerência de Projetos**. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso, 2002.

CONTADOR, José Celso. **Gestão das Operações – A Engenharia de Produção a serviço da modernização da empresa**. São Paulo. Edgard Blücher Ltda, 2010.

DETTMER, H. William. **Goldratt's Theory of Constraints – A System Approach to Continuous Improvement**. Quality Press, 1997.

_____. **Breaking the constraints to world-class performance**. Quality Press, 1998.

DILMAGHANI, Farhad. **Critical Chain Project Management (CCPM) at Bosch Security Systems (CCTV) Eindhoven** [dissertação]. School of Management and Governance. University of Twente. Agosto, 2008. Disponível em: <http://essay.utwente.nl/59227/1/scriptie_F_Dilmaghani.pdf>. Acesso em 1 de agosto de 2011.

DINSMORE, Paul C. **Transformando estratégias empresariais através da gerência por projetos**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora, 1999.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Quase 8 milhões ainda precisam entregar a declaração do IR 2011.** 2011a. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/907807-quase-8-milhoes-ainda-precisam-entregar-declaracao-do-ir-2011.shtml>>. Acesso em 3 de maio de 2011.

_____. **Mais de 2 milhões ainda não entregaram o IR prazo termina hoje.** 2011b. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/908902-mais-de-2-milhoes-ainda-nao-entregaram-ir-prazo-termina-hoje.shtml>>. Acesso em 3 de maio de 2011.

_____. **Receita recebeu 24,37 milhões de declarações de Imposto de Renda.** 2011c. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/mercado/909387-receita-recebeu-2437-mi-de-declaracoes-de-imposto-de-renda.shtml>>. Acesso em 3 de maio de 2011.

GASNIER, Daniel Borges. **Guia Prático para gerenciamento de projetos: manual de sobrevivência pra os profissionais de projetos.** São Paulo: IMAM, 2000.

GAZETA DO POVO. **Com aproximação do fim do prazo, Receita recebe 55 declarações por minuto.** Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/impostoderenda/conteudo.phtml?tl=1&id=881172&tit=Com-aproximacao-do-fim-do-prazo-Receita-recebe-55-declaracoes-por-minuto>>. Acesso em 3 de maio de 2011.

GEHBAUER, Fritz. **Planejamento e gestão de obras: um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha.** Curitiba: CEFET-PR, 2002.

GIDO, Jack. **Gestão de Projetos.** São Paulo: Thomson Learning, 2007.

GOLDRATT, Eliyahu. **What is this thing called Theory of constraints, and how should it be implemented.** Great Barrington: North River Press, 1990.

_____. **Corrente Crítica.** São Paulo: Nobel, 1998.

GUERREIRO, Reinaldo. **Gestão do Lucro.** São Paulo: Atlas, 2006.

KERZNER, Harold. **Gestão de Projetos – As melhores práticas.** 2ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Anual da Indústria da Construção.** Rio de Janeiro, v. 18, p.1-94, 2008. Disponível em:

<<http://www.cbicdados.com.br/files/pesquisa/2008/paic2008.pdf>>. Acesso em 26 de outubro de 2010.

FINOCCHIO JUNIOR, José. **Programação de parada de plataforma marítima utilizando o método da corrente crítica** [dissertação]. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Curso de Engenharia. São Paulo, 2009.

KISHIRA, Yuji. **WA - Gestão da Mudança com Harmonia**. 1.ed. Curitiba: Edição do Autor, 2009.

LEACH, Lawrence P. **Critical Chain Project Management**. Norwood: Artech House, 2000.

LIMMER, Carl Vicente. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras**. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

LUNA Fº, Bráulio. **Sequência básica na elaboração de protocolos de pesquisa**. *Arq. Bras. Cardiol.* [online]. 1998, vol.71, n.6, pp. 735-740. ISSN 0066-782X. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0066-782X1998001200001&script=sci_arttext>. Acesso em 15 de agosto de 2011.

MARTINS, Rosana Maria; CAMPOS, Valéria Cristina. **Guia Prático para pesquisa científica**. Rondonópolis: Unir, 2004.

MARTINS, Rosilda Baron. **Metodologia Científica – como tornar masi agradável a elaboração de trabalhos acadêmicos**. Curitiba: Juruá, 2006.

MENDES, João Ricados Barroca. **Gerenciamento de Projetos – Na visão de um gerente de projetos**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Ministro anuncia novo déficit habitacional durante FUM5**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/noticias/ministro-anuncia-novo-deficit-habitacional-de-5-8-durante-fum5/>>. Acesso em 4 de novembro de 2010. 2010.

PHILLIPS, Joseph. **Project Management professional: guia de estudo**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23ª edição revisada e atualizada. São Paulo: Cortez, 2007.

SILVA, Edna Lúcia da. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3ª ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001. Disponível em: <<http://projetos.inf.ufsc.br/arquivos/Metodologia%20da%20Pesquisa%203a%20edicao.pdf>>. Acesso em 2 de agosto de 2011.

SOUZA, Ubiraci Espinelli Lemes de. **Como aumentar a Eficiência da Mão-de-Obra – Manual da Gestão da Produtividade na Construção Civil**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

SPIDER TEAM. **Spider Project**. Disponível em: <<http://www.thespiderteam.com>>. Acesso em 16 de agosto de 2011.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. *Educ. Pesqui.*, Dez 2005, vol.31, no.3, p.443-466. ISSN 1517-9702. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1517-97022005000300009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em 15 de agosto de 2011.

VALERIANO, Dalton L. **Gerenciamento Estratégico e Administração por Projetos**. São Paulo: Makron Books, 2001.

VARGAS, Ricardo Viana. **Gerenciamento de Projetos: estabelecendo diferenciais competitivos**. 6ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005.

VECTIS. **Software TOC**. Disponível em: <<http://www.vectis-solutions.com/software>>. Acesso em 10 de agosto de 2011.

VIEIRA, Helio Flavio. **Logística Aplicada à Construção Civil – Como melhorar o fluxo de produção nas obras**. São Paulo: Editora Pini, 2006.

VRÎNCUT, Mihai. **Critical Chain Project Management and the Construction Industry in Romania**. The Bucharest Academy of Economic Studies. Review of International Comparative Management. Volume 10, Issue 5, December 2009. Disponível em: <http://www.rmci.ase.ro/no10vol5/Vol10_No5_Article21.pdf>. Acesso em 1 de agosto de 2011.

WEISHEIT, James E. **Implementing Critical Chain to Improve Product Development Performance** [dissertação]. Master of Science in Engineering and Management at the Massachusetts Institute of Technology. Maio, 2004. Disponível em: <<http://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/34805/57554515.pdf?sequence=1>>. Acesso em 1 de agosto de 2011.

WOEPPEL, Mark. **The manufacture's guide to implementing the theory of constraints.** United States of America: The St. Lucie Press, 2001.